



Práctica 2:

Estimación de la Reflectividad TOA y de superficie

*Curso de posgrado en el marco de la Maestría
en Teledetección y SIG – UNICEN.*

Azul, 2 – 6 de junio de 2014

Dr. Facundo Carmona

facundo.carmona@rec.unicen.edu.ar

Dr. Mauro Holzman

mauroh@faa.unicen.edu.ar

Recorte de la imagen

1) Abrir bandas de la **imagen L8** del práctico.

File -> Open external file -> Landsat -> GeoTiff -> Seleccionar bandas y abrir

2) Abrir vector del Partido de Tandil

File -> Open vector file -> Seleccionar vector -> Abrir

3) Abrir **RGB 543** y abrir el vector en ese *Display*

(con *Load Selected* en *Available Vectors List*)

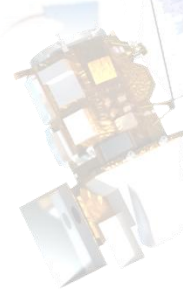
4) Hacer un recorte de la imagen aprovechando el vector

File -> Save File As -> ENVI Standard -> Import file

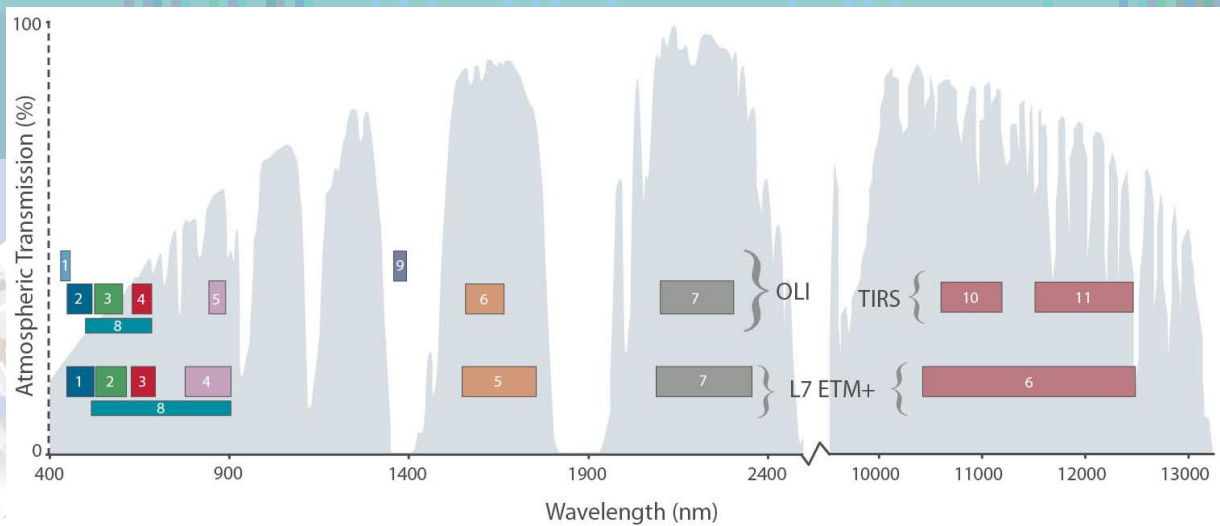
Seleccionar bandas e ir a *Spatial Subset* y seleccionar el vector en **ROI/EVF**

5) *Reorder Files* antes de guardar

6) Guardar



Landsat-7 ETM+ Bands (μm)			Landsat-8 OLI and TIRS Bands (μm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514	30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601	30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692	30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898	30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31 - 12.36	100 m TIR-1	10.60 - 11.19	Band 10
			100 m TIR-2	11.50 - 12.51	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896	15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9





Creación y aplicación de Máscara

1) Crear una Máscara para considerar solamente el partido o región de estudio.

Basic Tools -> Masking -> Build Mask ->

Seleccionar el Display que corresponda

2) *Options -> Import EVFs*

(ver que hay varias opciones, es interesante ver Data Range...)

3) Guardar la máscara creada

4) Aplicar máscara

Basic Tools -> Masking -> Apply Mask

5) *Seleccionar la imagen y la máscara correspondiente -> Guardar*

6) Abrir imagen creada y ver el resultado. También, es posible Renombrar las bandas para evitar confusiones.

Reflectividad TOA

Esquema general...ver específicamente para L8

SIN CORRECCIÓN

ND_{λ}

(1)

$$L_{\lambda sat} = G_{\lambda} ND + B_{\lambda}$$

$L_{\lambda sat}$

(2)

$$\rho_{\lambda TOA} = \frac{\pi L_{\lambda sat}}{E_{\lambda 0} d^{-2} \cos \theta_z}$$

Reflectividad
TOA

$$\rho = \frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)}$$

SATÉLITE

$$E_I(\lambda) = E_{\lambda 0} d^{-2} \cos \theta_z$$

Fuente

Sensor

Atmósfera

Trayectoria

Objeto

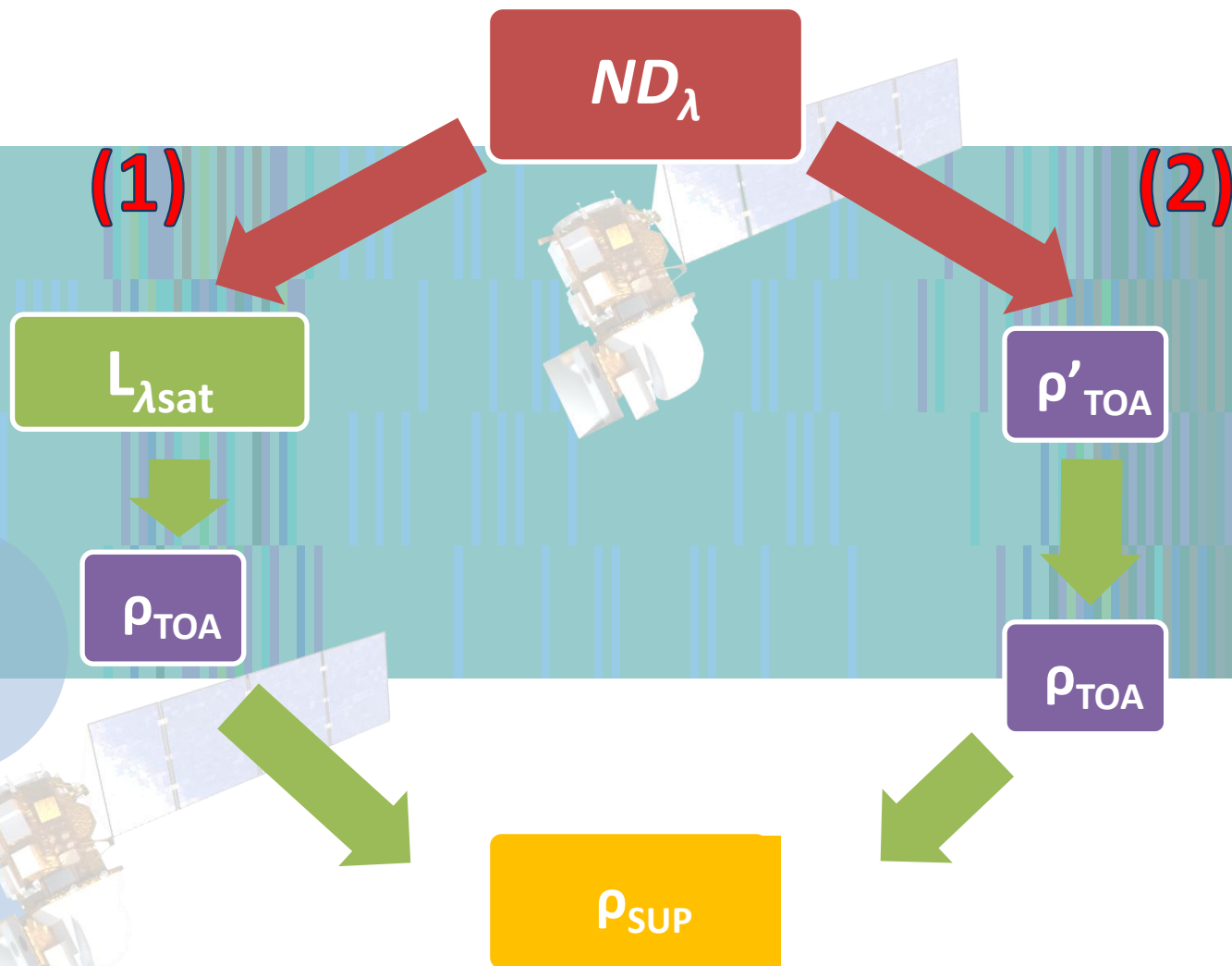
$$E_R(\lambda) = \pi L_{\lambda sat}$$

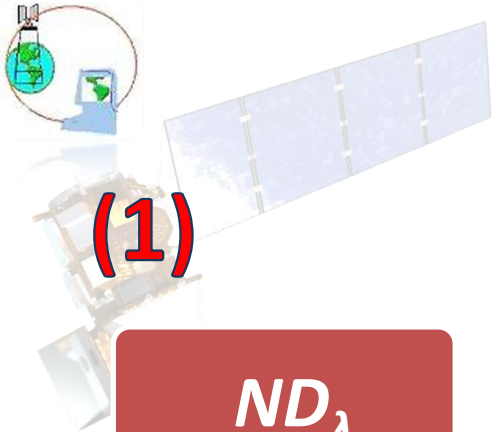
$$\rho_{\lambda TOA} \neq \rho_{\lambda sup}$$



Como hacerlo en Landsat 8

2 formas (Ver Header de la imagen original)





(1)

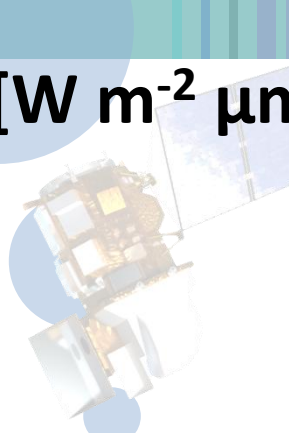
ND_{λ}



$L_{\lambda sat}$

$$L_{\lambda sat} = G_{\lambda} ND_{\lambda} + B_{\lambda}$$

$[W m^{-2} \mu m^{-1} sr^{-1}]$



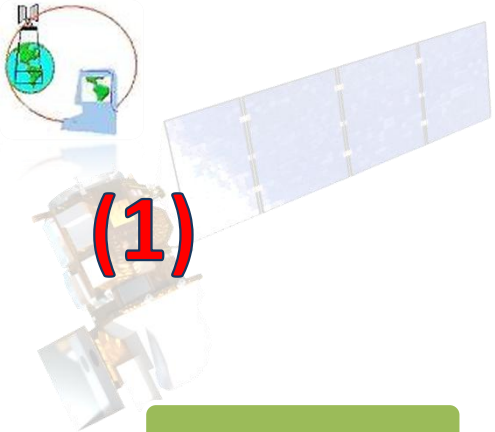
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING

- RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2526E-02
- RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2773E-02
- RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1696E-02
- RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.9056E-03
- RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.0108E-03
- RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5144E-03
- RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9264E-04
- RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1158E-02
- RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4701E-03

G_{λ}

- RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.62906
- RADIANCE_ADD_BAND_2 = -63.86516
- RADIANCE_ADD_BAND_3 = -58.47895
- RADIANCE_ADD_BAND_4 = -49.52809
- RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.05420
- RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.57216
- RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.46321
- RADIANCE_ADD_BAND_8 = -55.79026
- RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.35052

B_{λ}



(1)

$L_{\lambda sat}$



Reflectividad
TOA

$$\rho_{\lambda TOA} = \frac{\pi L_{\lambda sat}}{E_{\lambda 0} d^{-2} \cos \theta_z}$$

Angulo cenital solar (z) =
90 - SUN ELEVATION

$$d = 1 - 0.01673 \cos \left(2\pi \frac{\text{día Juliano} - 3}{365} \right)$$

Banda - L8	$E_{0\lambda}$ (W m ⁻² μm ⁻¹)
2	2067
3	1893
4	1603
5	972.6
6	245.0
7	79.72
9	399.7

(2)

ND_{λ}



ρ'_{TOA}



ρ_{TOA}

$$\rho'_{\lambda TOA} = M_{\lambda} ND_{\lambda} + A_{\lambda}$$

$$\rho_{\lambda TOA} = \frac{\pi L_{\lambda sat}}{E_{\lambda 0} d^{-2} \cos \theta_z} \approx \frac{\rho'_{\lambda TOA}}{\cos \theta_z}$$

Angulo cenital solar (z) =
90 – SUN ELEVATION

<i>banda</i>	<i>M (pendiente)</i>	<i>A (ordenada)</i>
Band 1 - Coastal aerosol	0,00002	-0,1
Band 2 - Blue	0,00002	-0,1
Band 3 - Green	0,00002	-0,1
Band 4 - Red	0,00002	-0,1
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0,00002	-0,1
Band 6 - SWIR 1	0,00002	-0,1
Band 7 - SWIR 2	0,00002	-0,1
Band 8 - Panchromatic	0,00002	-0,1
Band 9 - Cirrus	0,00002	-0,1

Reflectividad de superficie

$$\rho_{\lambda sup} = \frac{\pi(L_{\lambda sat} - L_{\lambda p})}{T_{\lambda v}(E_{\lambda 0} d^{-2} \cos\theta_z T_{\lambda z} + E_{\lambda down})}$$



$$\rho_{\lambda SUP} = \left[\frac{\rho_{\lambda TOA} - \rho_{\lambda TOAmin}}{T_{\lambda v} T_{\lambda z}} \right]$$

Transmisividades...

$$T_{\lambda v} = \exp(-\tau_{\lambda r} / \cos\theta_v)$$

$$T_{\lambda z} = \exp(-\tau_{\lambda r} / \cos\theta_z)$$

$$\tau_r = 0.008569 * \lambda^{-4} (1 + 0.0113 * \lambda^{-2} + 0.00013 * \lambda^{-4})$$

Kaufman 1989

μm	μm	μm	$\tau_{\lambda r}$
0,43	0,45	0,440	0,242759907
0,45	0,51	0,480	0,169735243
0,53	0,59	0,560	0,090386893
0,64	0,67	0,655	0,047813931
0,85	0,88	0,865	0,015540855



Ejercicios

- 1) A partir de la imagen en ND_{λ} (recorte de la imagen provista con la máscara aplicada) procesar la imagen a *reflectividad al tope de la atmósfera* ($\rho_{\lambda TOA}$). Ver método (1) y (2) descriptos para *Landsat 8*. Considerar las bandas numero 2 a 7 (Azul, Verde, Rojo, IRC, IRM-1 e IRM-2). Armar la imagen correspondiente (tener cuidado al empaquetarlas, recordar reordenarlas).
- 2) A partir de la imagen en $\rho_{\lambda TOA}$ corregir de los efectos atmosféricos las bandas del sector Visible e IRC del espectro electromagnético, con la ecuación de $\rho_{\lambda SUP}$. Armar la imagen correspondiente (completar con las bandas del IRM procesadas en el paso anterior, recordar que en el IRM no hay dispersión).
- 3) **Hacer Regiones de Interés (ROIs) en parcelas con vegetación, suelo desnudo y agua. Sacar estadísticos de los ROIs en la imagen en $\rho_{\lambda TOA}$ y en la $\rho_{\lambda SUP}$, hacer firmas espectrales y comparar.**
- 4) **Estimar el NDVI con las tres imágenes (ND_{λ} , $\rho_{\lambda TOA}$ y $\rho_{\lambda SUP}$). Comparar los mapas de NDVI generados. Para las imágenes de reflectividad usar la ecuación $(b5-b4)/float(b5+b4)$ para evitar problemas con decimales.**



Ejercicio: Imágenes SPOT

Para corroborar que hemos aprendido a procesar imágenes de satélite en el espectro solar, vamos a procesar otro tipo de imágenes. En este caso una imagen SPOT provista por CONAE.

- 1) Ver el archivo METADATA dentro de la carpeta SCENE01 para buscar los datos que necesito para procesar la imagen (<SOLAR_IRRADIANCE_VALUE> al final del METADATA)
- 2) Ver también el archivo VOL_LIST.pdf (aquí tengo mas fácil de encontrar el resto de la información).
- 3) La calibración radiométrica, en el pasaje de ND_{λ} a $L_{\lambda at}$ es diferente a Landsat ¿Cómo es en este caso?
- 4) Procesar la imagen como en el caso de la imagen Landsat 8 (ver siguiente diapositiva).

**Espesores
ópticos**

banda	μm	$\tau_{\lambda r}$
1 (Verde)	0.550	0.097275015
2 (Rojo)	0.655	0.047813931
3 (IRC)	0.830	0.018356958
4 (IRM)	1.635	0.001204201



Modulo para SPOT

Copiar el modulo “spot_calibrate” en la Carpeta ubicada en:

C:\Program Files\ITT\IDL\IDL80\products\envi48\save_add

(esta es la ubicación en mi ordenador...buscar en el suyo).

Reiniciar el ENVI si es que lo tienen abierto. Aparecerá la opción *Spot Calibrate* en *Basic Tools* -> *Preprocessing* -> *Calibration Utilities*

Con este módulo es posible obtener la $\rho_{\lambda TOA}$. **Luego deben corregir la imagen según:**

$$\rho_{\lambda SUP} = \left[\frac{\rho_{\lambda TOA} - \rho_{\lambda TOAmin}}{T_{\lambda v} T_{\lambda z}} \right]$$