

# SoPI II Herramientas de Teledetección Cuantitativa

## *Guía de actividades: Uso del suelo en el departamento de Iguazú, provincia de Misiones*

Francisco Nemiña<sup>\*</sup>

*Unidad de Educación y Formación Masiva  
Comisión Nacional de Actividades Espaciales*

11 de marzo de 2016

## Introducción

La utilización de imágenes satelitales permite analizar grandes extensiones del territorio, contando con un registro histórico con el cual realizar comparaciones.

En la provincia de Misiones, el departamento de Iguazú es lindante a Brasil y Paraguay siendo parte de la zona conocida como triple frontera perteneciente a la ecorregión conocida como *selva paranaense*. Dentro del mismo podemos encontrar la Represa de Urugua-í y el parque nacional Iguazú.

Tomaremos entonces al departamento como área de estudio durante este curso con el objetivo de obtener un mapa de uso y cobertura dentro del mismo que nos permita estimar y validar las áreas correspondientes a los mismos.

Utilizaremos para esto imágenes satelitales de los satélites Landsat 8, SPOT-5 y el producto de MOD13Q1 obtenido de los satélites TERRA y AQUA obtenidas durante el periodo que va de agosto de 2013 a agosto de 2014.

---

<sup>\*</sup>[fnemina@conae.gov.ar](mailto:fnemina@conae.gov.ar)

## 1. Análisis de Firmas Espectrales

Es objetivo de esta practica es familiarizarse con la zona de interes, estudiar y caracterizar el comportamiento espectral de distintas las categorias de uso y cobertura y comprender como se relacionan las mismas con los valores obtenidos por a partir de imágenes satelitales.

### 1.1. Actividades prácticas

1. Abra la imagen `18_oli_20140211.tif`. Realice distintas combinaciones de banda y seleccione aquella que le permita distinguir detalles mas de la vegetación.
2. Encuentre dentro de la escena parches de coberturas uniformes y digitalícelos utilizando la herramienta de edición vectorial. Tome ejemplos de distintas coberturas correspondientes a los casos A11, A12, B15, B27 y B28 de la tabla 1 del apéndice A
3. Utilizando la herramienta de extracción de estadísticas globales calcule y grafique la media correspondiente a cada cobertura analizada en el punto 2. Compararla con la firma espectral disponible para dicha cobertura.
4. Repita el proceso para coberturas del mismo tipo en la imagen correspondiente a `11_18_oli_20130819.tif`.

### 1.2. Preguntas

1. Justifique desde el punto de vista de la firma espectral por qué una combinación de bandas que incluya zonas del espectro visible, el infrarrojo cercano y el infrarrojo medio aporta más información sobre la vegetación.
2. Compare las respuestas espectrales de la vegetación en la zona del espectro visible en de las imágenes `18_oli_20140211.tif` y `11_18_oli_20130819.tif` y explique qué diferencias encuentra. ¿Le parece que las mismas pueden asociarse a un comportamiento biofísico de la vegetación?
3. Compare las respuestas espectrales obtenidas para el agua en los meses de las imágenes `18_oli_20140211.tif` y `11_18_oli_20130819.tif`. En caso de encontrar diferencias, diga en que zona del espectro se encuentran las mismas y a qué supone que se debe esta diferencia.
4. A partir de dicha la imagen `18_oli_20140211.tif` genere un gráfico que incluya las firmas espectrales de 4 tipos de cobertura de vegetación. Describa cualitativamente las características comunes de las cuatro firmas. ¿Donde presentan mayor diferencia? ¿A que se debe?

## 2. Corrección Radiométrica de Imágenes satelitales

Es objetivo de esta practica es conocer como afecta la interacción entre la luz y la atmósfera a la radiometría de una imagen satelital y la respuesta espectral de los distintos usos y coberturas y estudiar distintos métodos empíricos y estadísticos para corregirla.

### 2.1. Actividades prácticas

1. Convierta la imagen `11_18_oli_20130819.tif` a reflectancia a tope de la atmósfera utilizando los parámetros de calibración que se encuentran dentro del metadato de la misma.
2. Corrija la imagen del punto anterior utilizando el coseno del ángulo solar como única corrección.
3. Grafique el histograma para cada banda de la imagen anterior y utilícelos para corregirla por el método de substracción de cuerpo obscuro (DOS1).
4. Compare las firmass espectrales obtenidas en el punto anterior con las obtenidas a partir de la imagen `18_oli_20130819.tif` para distintos usos y coberturas.

### 2.2. Preguntas

1. ¿Encuentra alguna diferencia visual entre las imágenes corregidas por los distintos métodos?
2. Compare las firmas espectrales obtenidas a partir de la imagen corregida a tope de la atmosfera la corregida por el coseno del angulo solar y diga si la correccion depende del valor de reflectancia o de la longitud de onda.
3. A partir de la comparación entre la firma espectral de la imagen corregida por el coseno del angulo y la imagen corregida por el método DOS1, diga en que zonas del espectro se encuentra las mayor diferencia. Incluya un gráfico de una firma espectral para alguna cobertura de su interés que lo muestre.
4. Grafique el menor valor de reflectancia para cada banda en función de la longitud de onda. Describa el comportamiento encontrado. ¿Este efecto se relaciona con el scattering atmosférico o con la absorción atmosférica?

## 3. Calculo de índices espectrales

El objetivo de esta práctica generar e interpretar índices espectrales a partir de imágenes satelitales y sus distintos usos como un caso particular de reducción de la dimensionalidad.

### 3.1. Actividades prácticas

1. Abra las imagenes `18_oli_20130819.tif` y `18_oli_20130211.tif` y calcule los índices NDVI y EVI en para ambas.
2. Apile cada par de índices y visualice la imagen en la combinación que muestre ambos en simultáneo.
3. Abra la imagen `mod13q1_ndvi_20130727_20140828.tif` y estudie su variación temporal a los largo del año para distintas coberturas. Repita el procedimiento con la imagen `mod13q1_evi_20130727_20140828.tif`.
4. Estime la pendiente de la linea de suelo a partir de la interpretación de un scatter-plot de las bandas del infrarrojo cercano y rojo de la imagen `18_oli_20130819.tif` y utilicela para calcular el índice SAVI.

### 3.2. Preguntas

1. ¿Cómo se observa, en la imagen de índices apilados las distintas coberturas? Explique brevemente a que se debe dicha diferencia.
2. Muestre en un gráfico de variación anual del NDVI para distintas coberturas. ¿Cuál es la que presenta mayor variación en el tiempo? Identifique, si es posible, la temporada de crecimiento para la misma.
3. Grafique en simultaneo los índices EVI y NDVI. ¿Encuentra alguna diferencia entre el comportamiento temporal de ambos?
4. Calcule el índice NDVI a partir de la imagen `11_18_oli_20130819.tif` y comparelos con el obtenido a partir de la imagen `8_oli_20130819.tif` estudiando el valor para distintos tipos de cobertura. ¿Coinciden los mismos? ¿Es biologicamente relevante este cambio?

## 4. Rotaciones y transformaciones

El objetivo de esta práctica es profundizar los conceptos de reducción de dimensionalidad en el trabajo con imágenes satelitales a través de la utilización de rotaciones y transformaciones espectrales.

### 4.1. Actividades prácticas

1. Utilizando la herramienta Análisis por componentes principales encuentre la rotación que diagonaliza la matriz de correlación para la imagen `mod13q1_ndvi_2013-0727_20140828.tif`. Análise por componentes principales y diga que información puede distinguir en la misma.
2. Apile las imágenes ; `18_oli_20130819.tif` ; `18_oli_20131107.tif` ; `18_oli_2014-0211.tif` y `18_oli_20140518.tif`. Aplique la transformación por componentes principales. Analice las distintas componentes.
3. Con imagen `18_oli_20140806.tif` calcule la transformada tasseled-cap. Compare la componente de *verdor* con el NDVI.
4. Con la imagen `18_oli_20140806.tif` calcule la transformada por componentes principales y compare sus componentes con la componente de verdor de la transformada tasseled-cap.

### 4.2. Preguntas

1. ¿Cómo se relacionan las primeras 2 componentes de la transformada por componentes principales con el promedio y el comportamiento anual de la variación temporal del NDVI?
2. En la imagen obtenida a partir del proceso de cálculo de componentes principales sobre el apilado de imágenes Landsat, ¿Cuántas componentes se necesitan para explicar el 75 % de la variabilidad de la imagen?
3. Describa, brevemente, como se interpretan las primeras 3 componentes de la imagen obtenida en el punto 2. ¿Cómo se relaciona esto con la firma espectral de la vegetación?
4. Interprete brevemente la componente de brillo y verdor de la transformada tasseled cap.

## 5. Métodos no supervisados de clasificación

El objetivo de esta práctica es continuar estudiado el concepto de reducción de dimensionalidad, utilizando métodos de clasificación no supervisada para obtener mapas de uso y cobertura con sus respectivas áreas.

### 5.1. Actividades prácticas

1. Clasifique la imagen `18_oli_20140806.tif` por el método k-means, asignando un número total de 5 clases. Analice y asigne a estas clases las categorías A11, A12, B15, B27, B28 de la tabla 1 del apéndice A.
2. Clasifique la imagen `18_oli_20140806.tif` por el método de k-means, pero ahora utilice 50 clases. Analice y asigne a estas clases las categorías A11, A12, B15, B27, B28 de la tabla 1 del apéndice A.
3. Clasifique las primeras 6 la bandas de imagen obtenida en el punto 2 de la sección 4.1 utilizando el método k-means asignando un total de 50 clases. Analice y asigne a estas clases las categorías A11, A12, B15, B27, B28 de la tabla 1 del apéndice A.
4. Utilice las herramientas de calcular estadísticas globales para estimar las áreas correspondientes a cada tipo de uso y cobertura en las tres clasificaciones.

### 5.2. Preguntas

1. ¿Qué diferencia encuentra entre las imágenes clasificadas? Justifique las diferencias desde el punto de vista de la variación del parametro de numero de clases del método de k-means.
2. Clasifique la imagen `mod13q1_ndvi_20130727_20140828.tif` para generar una nueva clasificación por el método k-means. Confeccione una tabla comparativa de las áreas de los distintos usos y coberturas.
3. ¿Considera que el método de k-means da resultados satisfactorios para la clasificación de áreas urbanas? ¿A qué se debe este problema? ¿Como lo corroboraría?
4. Utilice los filtros por mayoría en las imágenes clasificadas y describa brevemente que sucede con los bordes de las distintas clases.

## 6. Métodos supervisados de clasificación

El objetivo de esta práctica es continuar estudiado el concepto de reducción de dimensionalidad, utilizando métodos de clasificación supervisada para obtener mapas de uso y cobertura con sus respectivas áreas.

### 6.1. Actividades prácticas

1. Digitalice un parche homogéneo para las categorías A11, A12, B15, B27, B28 de la tabla 1 del apéndice A creando una capa vectorial para cada tipo de cobertura. Grafique la firma espectral y el desvío de cada una.
2. Clasifique la imagen `18_oli_20140806.tif` utilizando las áreas de entrenamiento creadas en el punto anterior. Con la herramienta de estadísticas globales, encuentre el área correspondiente a cada tipo de uso y cobertura.
3. Cargue las capas vectoriales de la carpeta `entrenamiento` y vuelva a clasificar la imagen `18_oli_20140806.tif`.
4. Fusione la imagen en las clases de uso y cobertura deseada, y utilice la imagen obtenida para calcular nuevamente el área correspondiente a cada uso y cobertura del suelo.

### 6.2. Preguntas

1. Clasifique la imagen obtenida en el punto 2 de la sección 4.1 utilizando la herramienta de clasificación supervisada. Repita este proceso utilizando las 6 primeras bandas de la imagen. Compare y describa visualmente ambas clasificaciones.
2. Explique brevemente, desde el punto de vista de la firma espectral, la necesidad de tomar distintas clases de entrenamiento para cada uso y cobertura encontrado en la imagen. ¿Cómo se determina la homogeneidad de cada uno de estos parches?
3. Compare las clasificaciones obtenidas al utilizar distintos umbrales. ¿Que pasa con las áreas clasificadas como sin clase cuando el umbral vale cero?
4. Compare las áreas obtenidas a partir del método k-means, utilizando la imagen fusionada, y la clasificación por máxima verosimilitud y diga si las mismas son comparables o no.

## 7. Validación de clasificaciones

El objetivo de esta práctica es analizar la precisión de las clasificaciones realizadas en clases anteriores haciendo hincapié en la importancia del muestreo y los problemas que pueden presentarse.

### 7.1. Actividades prácticas

1. Abra la imagen `spot5_hrg2_20131225_702_402.tif` e identifique coberturas de las categorías A11, A12, B15, B27, B28 de la tabla 1 del apéndice A. Digitalice un polígono para cada una.
2. Cargue los polígonos de la carpeta `validacion` correspondientes a cada clase de uso y cobertura del suelo.
3. Realice la matriz de confusión para cada una de las clasificaciones.
4. A partir de las matrices obtenidas calcule la precisión global, precisiones del usuario el productor y el índice kappa para cada una de ellas. Utilizando además los datos de área de cada imagen, obtenga las áreas y errores correspondientes a cada categoría de uso y cobertura.

### 7.2. Preguntas

1. Calcule la precisión de las clasificaciones obtenidas a partir de la imagen de NDVI y del apilado de las imágenes Landsat 8. ¿Cuál es el método con mayor precisión global?
2. Utilice el método de mayor precisión global para estimar el área de cada uso y cobertura. Encuentre el error correspondiente a los mismos.
3. ¿Cuál de los métodos elegidos muestra mejores resultados para la clasificación de áreas de vegetación natural? ¿Qué clasificación elegiría, desde el punto de vista del usuario, para estimar el área del embalse Urugua-í? Justifique su respuesta.
4. ¿Cuáles son las categorías con menor precisión del productor? ¿Que le dice esto sobre los métodos de clasificación? ¿Cuál es la utilidad de la precisión del productor y del usuario?



## A. Categorías de uso y cobertura del suelo

Categorías de uso y cobertura según el esquema LCCS2 de la FAO. Los colores son sugerencias por categoría.

Nombre	Código	Color
Áreas Terrestres Cultivadas y Manejada	A11	#b2df8a
Vegetación natural y semi-natural	A12	#33a02c
Áreas Acuáticas o Regularmente Inundadas Cultivadas	A23	#fdbf6f
Vegetación Natural y Semi-Natural Acuática o Regularmente Inundadas	A24	#ff7f00
Superficies Artificiales y Áreas Asociadas	B15	#fb9a99
Áreas descubiertas o desnudas	B16	#e31a1c
Cuerpos Artificiales de Agua, Nieve y Hielo	B27	#a6cee3
Cuerpos Naturales de Agua, Nieve y Hielo	B28	#1f78b4

**Tabla 1** – Categorías usos del suelo según el esquema LCCS2 de la FAO.

## B. Ecuaciones

Ecuaciones útiles para el curso. Todas las magnitudes entre 0 y 1 están escaladas entre 0 y 10,000. Las mismas están pensadas para usar como tipo de dato entero de 16bits.

Nombre	Ecuación	Observaciones
Reflectancia TOA	$\rho'_\lambda = (G_\lambda * DN + B_\lambda) \times 10000$	$G_\lambda$ : ganancia $B_\lambda$ : desvío
Corrección por COS	$\rho_\lambda = \rho'_\lambda / \sin(\theta_e)$	$\theta_e$ : ángulo de elevación
Corrección por DOS1	$\rho_\lambda^* = \rho_\lambda - \rho_{\lambda,min}$	
NDVI	$\frac{\rho_{nir} - \rho_{rojo}}{\rho_{nir} + \rho_{rojo}} \times 10000$	
EVI	$G \frac{\rho_{nir} - \rho_{rojo}}{\rho_{nir} + C_1 \rho_{rojo} - C_2 \rho_{azul} + L} \times 10000$	$G = 2,5$ $C_1 = 6,0$ $C_2 = 7,5$ $L = 1,0$
SAVI	$(1 + L) \frac{\rho_{nir} - \rho_{rojo}}{\rho_{nir} + \rho_{rojo} + L} \times 10000$	$L$ : Línea de suelo

**Tabla 2** – Ecuaciones escaladas para utilizar con tipo de dato entero de 16 bits

## C. Transformada tasseled-cap

Transformada tasseled cap para Landsat 8-OLI.

	(Azul) Banda 2	(Verde) Banda 3	(Rojo) Banda 4	(NIR) Banda 5	(SWIR1) Banda 6	(SWIR2) Banda 7
Brightness	0,3029	0,2786	0,4733	0,5599	0,5080	0,1872
Greenness	-0,2941	-0,2430	-0,5424	0,7276	0,0713	-0,1608
Wetness	0,1511	0,1973	0,3283	0,3407	-0,7117	-0,4559
TCT4	-0,8239	0,0849	0,4396	-0,0580	0,2013	-0,2773
TCT5	-0,3294	0,0557	0,1056	0,1855	-0,4349	0,8085
TCT6	0,1079	-0,9023	0,4119	0,0575	0,0259	0,0252

**Tabla 3** – Transformada tasseled-cap para landsat 8.

## D. Datos sobre las imágenes

Datos espectrales sobre las imágenes utilizadas.

Satelite	Sensor	Banda Satelite	Imagen	Designacion	$\lambda$ [nm]	$\Delta\lambda$ [nm]
Landsat 8	OLI	2	1	Azul	482	60
Landsat 8	OLI	3	2	Verde	561	57
Landsat 8	OLI	4	3	Rojo	655	37
Landsat 8	OLI	5	4	NIR	864	28
Landsat 8	OLI	6	5	SWIR 1	1608	84
Landsat 8	OLI	7	6	SWIR 2	2200	187
SPOT 5	HRG-2	3	1	NIR	840	100
SPOT 5	HRG-2	2	2	Rojo	645	70
SPOT 5	HRG-2	1	3	Verde	545	90
SPOT 5	HRG-2	4	4	SWIR	1665	170

**Tabla 4** – Datos espectrales sobre las imágenes utilizadas.