

Anexo 1

**Secuencia metodológica para el procesamiento y análisis de imágenes
satelitales**

Secuencia metodológica para el procesamiento y análisis de imágenes satelitales

Las imágenes de satélite permiten la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. Todos los elementos de la corteza terrestre (como las rocas, suelos, vegetación, agua, así como los objetos que la recubren), absorben, reflejan o emiten una cantidad de energía que depende de la longitud de onda, de la intensidad y tipo de radiación incidente, así como también de las características de absorción de los objetos y de la orientación de estos respecto al sol o la fuente de iluminación (Chuvieco, 2002).

Los sensores del programa espacial Landsat registran lo reflejado o emitido por estos elementos, es decir, captan la energía electromagnética procedente de la cubierta terrestre ya sea reflejada de los rayos solares o emitida debido a su propia temperatura y estos valores son almacenados en las imágenes satelitales (Chuvieco, 2002); las cuales son la herramienta principal para el análisis de cambio en la cobertura del suelo en el presente trabajo (Fig. 1).

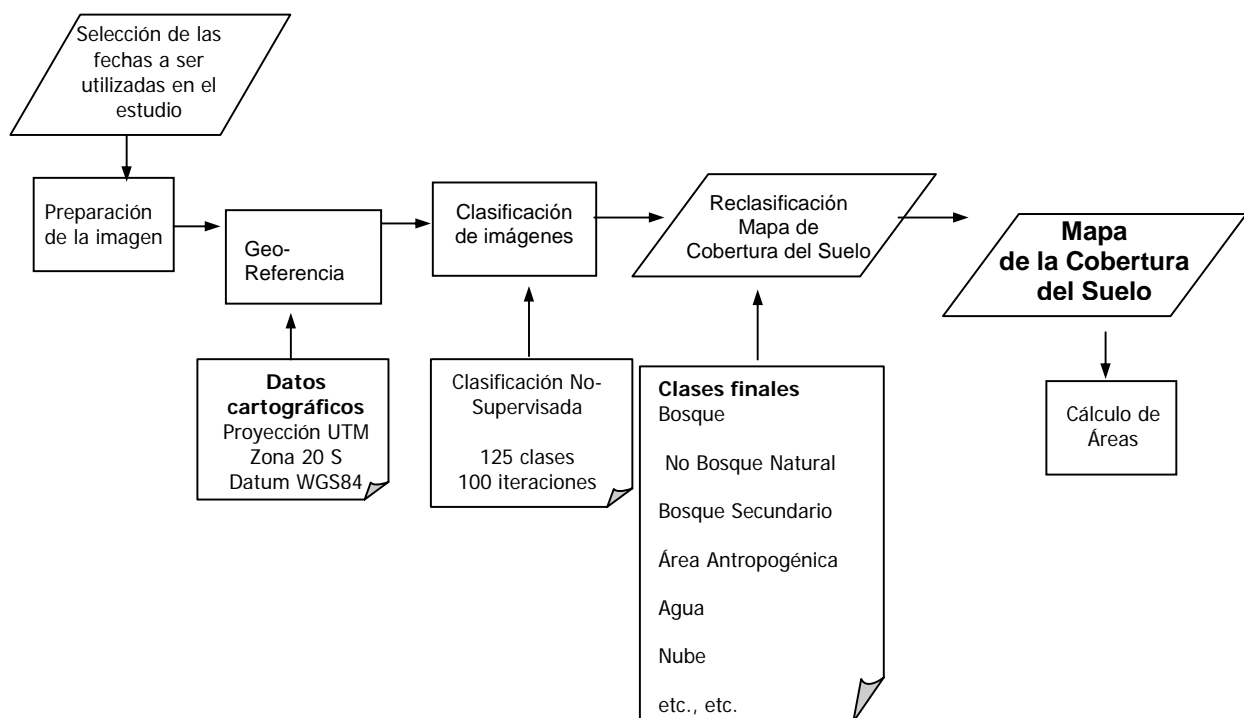


Fig. 1. Metodología para el procesamiento y análisis de imágenes satelitales

1. Preparación de la imagen

a) Importación de las imágenes

La mayoría de los distribuidores de los diversos sensores proveen las imágenes en formato Generic Binary, el cual puede ser importado a los distintos programas para análisis de imágenes. La importación de una imagen, consiste en la transformación de los datos binarios que se encuentran en un formato (A) a un formato (B). Las imágenes que se utilizaron para este análisis, se encontraban en formato Generic Binary, de modo que se procedió a la importación al formato de ERDAS IMAGINE para su posterior tratamiento y análisis, utilizando el módulo IMPORT.

b) Unión de bandas

Una imagen de satélite en formato digital está conformada por varias bandas espectrales, las cuales presentan características especiales. La unión de estas bandas en una sola imagen permitirá juntar las características de cada una de ellas, facilitando de este modo la interpretación de los componentes del paisaje. El programa ERDAS IMAGINE permite este procedimiento mediante el módulo INTERPRETER y la opción UTILITIES/LAYER STACK.

Cuadro 1. Características de bandas espectrales y aplicación potencial

Banda Espectral	Longitud de Onda	Descripción de las Bandas en el sensor LANDSAT TM
1	0.45 – 0.52 (Azul)	Máxima penetración en el agua, útil en la elaboración de mapas de batimetría, para distinguir suelos de vegetación y vegetación decidua de coníferas. No recomendable su uso aislado debido a su bajo contraste y a la sensibilidad a la nubosidad.
2	0.52 – 0.60 (Verde)	Máxima reflectancia del verde en la vegetación, el cual sirve para evaluar el vigor de la vegetación. No recomendable su uso aislado debido a su bajo contraste y a la sensibilidad a las nubes.
3	0.63 – 0.69 (Rojo)	Banda que absorbe la clorofila la cual es importante para diferenciar los tipos de vegetación. Mejor forma de mostrar vegetación no arbórea en el bosque. Menos efectiva para mostrar áreas quemadas, contrastes entre agua y vegetación decidua de coníferas.
4	0.76 – 0.90 (Infrarojo Cercano)	Usado para determinar el contenido de biomasa y para el mapeo de líneas costeras. Mejor forma para el contraste de vegetación decidua de coníferas, cuerpos de agua, áreas quemadas. Menos efectivas que la banda TMS para caminos, o tres tipos de vegetación no arbórea.
5	1.55 – 1.75 (Infrarojo Medio)	Indica el contenido de humedad del suelo y la vegetación. Esta banda muestra sobretodo caminos, claros, áreas quemadas, agua y presenta un buen contraste en la vegetación decidua de coníferas. Excelente penetración de la nubosidad. Sin embargo, es menos efectiva que la banda 3 para caminos y claros.
6	10.4 – 12.5 (Termal)	Resolución : 120 m Esta región espectral responde a la radiación térmica (calor) emitida por el terreno. Las imágenes nocturnas son prácticas para mapeos térmicos y para estimaciones de la humedad del suelo.
7	2.08 – 2.35 (Infrarojo Lejano)	Útil para discriminar los minerales, los tipos de roca y el contenido de humedad de la vegetación. Esta banda esta presente en la parte visible del espectro electromagnético pero tiene una mayor habilidad para la penetración de la nubosidad que la banda 5. Es útil en combinación con la banda 4 para resaltar áreas quemadas.

Fuente: Lillesand y Kiefer, 1994.

c) Despliegue de la imagen

Una vez realizada la unión de bandas, se procede al despliegue de la imagen en formato digital, que es la visualización de dicha imagen bajo ciertos parámetros específicos como combinación de bandas, características geográficas. El despliegue preliminar de una imagen permite determinar si la imagen requiere algún tratamiento posterior y facilitar la mejor comprensión y análisis de los componentes del paisaje.

2. Geo-referenciación (Corrección geométrica)

La corrección geométrica consiste en realizar cambios en la posición que ocupan los píxeles de la imagen, es decir, se le asigna a la imagen un sistema de proyección (Chuvieco, 2002). En este caso se realizaron Correcciones no paramétricas (también llamadas correcciones de escena), las cuales tienen en cuenta errores no sistemáticos en

la trayectoria de vuelo o la influencia del relieve que se pueden corregir con la ayuda de puntos de control.

Las imágenes necesitan siempre ser corregidas geométricamente a un sistema coordinado para ser útiles y para ciertos usos tales como detección del cambio, cobertura del suelo, elaboración de mosaicos e incluso una imagen o capa simple, la corrección geométrica necesita ser altamente exacta.

3. Análisis visual de las imágenes de satélite.

Se basa en las técnicas de foto-interpretación, e involucra la identificación de los objetos en la imagen con el fin de extraer información de útil para los fines esperados (Fig.2).

Fig. 2. Criterios de interpretación visual



Fuente: Chuvieco, 2002.

4. Clasificación digital e Interpretación de las imágenes

Como fruto de la clasificación digital se obtienen los mapas temáticos con las categorías objeto de estudio; en este caso el resultado es el Mapa de Cobertura del Suelo (deforestación y vegetación secundaria).

La clasificación digital es un proceso que consiste en la agrupación automática de los píxeles de una imagen multi-espectral, generalmente sobre la base de similitudes entre los valores numéricos que las definen (reflectancia), en distintas categorías (leyenda), ya sean predefinidas por el usuario (clasificación supervisada) o por el sistema de clasificación utilizado (clasificación no supervisada); de este proceso resulta un archivo raster temático de una sola banda, con diferentes categorías, cuyos valores representan categorías temáticas conocidas o por definir (Chuvieco,2002).