

**Curso Avanzado de
Procesamiento Digital de
Imágenes con ENVI**

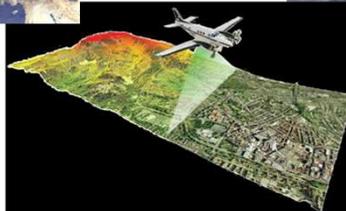
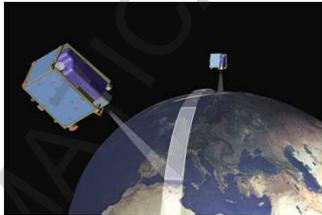
LECTURAS

TELEMATICA S.A. - www.telematica.com.pe

INTRODUCCIÓN

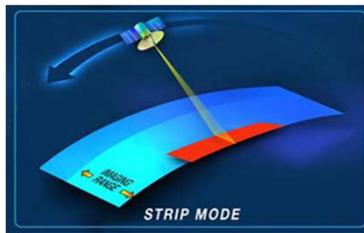
TELEDETECCIÓN

La teledetección o sensoramiento remoto, es una técnica que permite obtener información de ciertos elementos sin entrar en contacto con ellos. Existen diversos tipos de sensores remotos como fotografía digital, imágenes satelitales, scanner, laser, radar, entre otras.



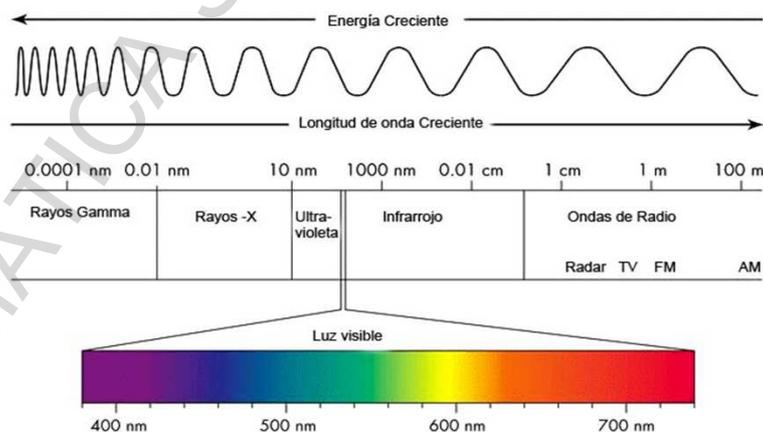
CONCEPTOS BÁSICOS

Una de los más importantes conceptos en teledetección corresponde a lo que es realmente una imagen de satélite y como se genera. Una imagen es una o más matrices de datos digitales. Casi todos los satélites comerciales de teledetección captan imágenes utilizando sensores digitales que funcionan similares a las cámaras digitales, solo que principalmente estos toman una línea de datos que va barriendo el territorio a modo de "peineta" generando las líneas de captura que posteriormente se cortan para su comercialización.

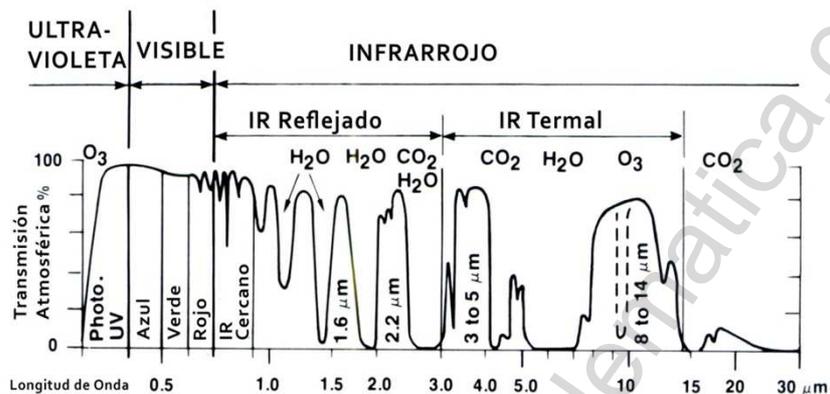


Los sensores montados en los satélites o en aviones cuentan con muchos detectores que miden la cantidad de radiación electromagnética (es decir, energía) que refleja la superficie de la Tierra y los objetos que hay en ella. Estas mediciones se denominan espectrales. Cada valor de reflectancia espectral se registra como un número digital. Estos números se transmiten de nuevo a la Tierra donde un ordenador los convierte en colores o tonos de gris para visualizar una imagen de la superficie terrestre.

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



LAS VENTANAS ATMOSFÉRICAS



RESOLUCIÓN ESPACIAL

Cuando hablamos de resolución espacial, nos referimos a la superficie real que cubre cada pixel de la imagen, esta directamente relacionado a la escala a la cual podremos trabajar con la imagen.

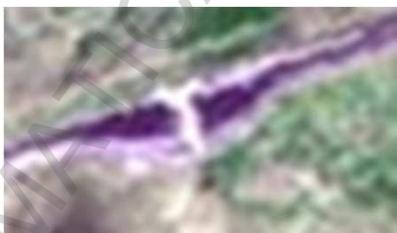


Imagen ASTER – 15 m Resolución



Imagen IKONOS – 1m Resolución

RESOLUCIÓN V/S ESCALA

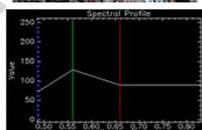
Resolución Espacial (metros)

Escalas Aproximadas de Trabajo

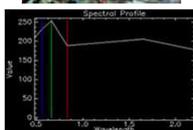
0,5	1 : 1.500
1	1 : 3.000
2	1 : 7.000
4	1 : 15.000
10	1 : 40.000
15	1 : 50.000
30	1 : 100.000
90	1 : 300.000

RESOLUCIÓN ESPECTRAL

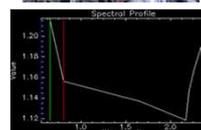
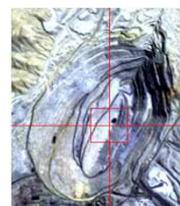
La resolución espectral se refiere a la cantidad de datos distintos para cada pixel (el en espectro electromagnético) que el sensor realiza sobre la superficie. Está directamente relacionada con las capacidades para distinguir entre distintos elementos de la superficie (vegetación, agua, minerales, edificaciones, cultivos, nieve, etc.)



Quick Bird

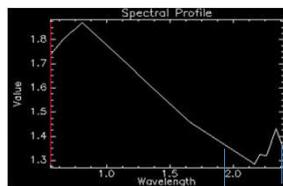
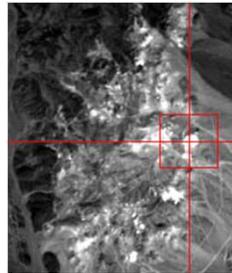


Landsat

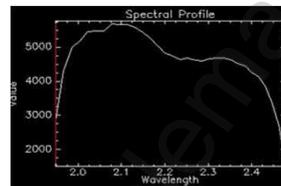
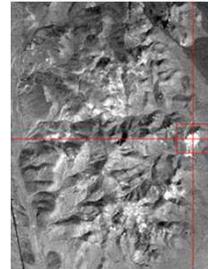


Aster

RESOLUCIÓN ESPECTRAL

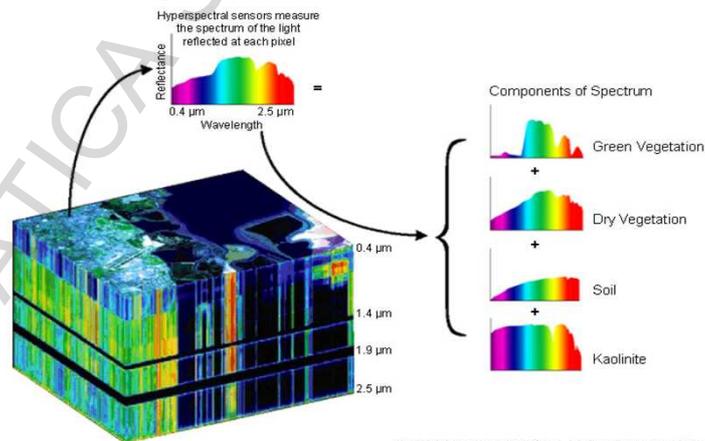


ASTER



HYMAP

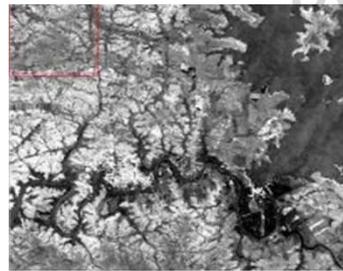
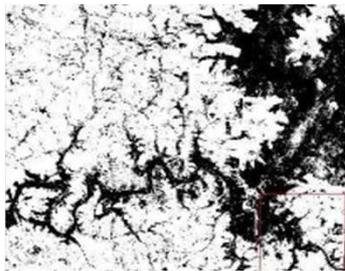
CUBO HIPERESPECTRAL



(NEMO Project Office, United States Navy)

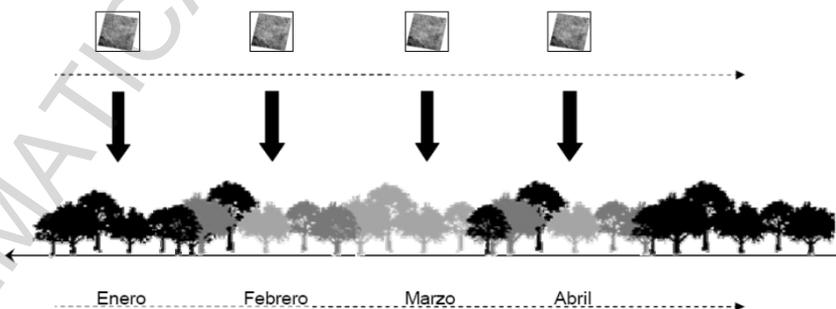
RESOLUCIÓN RADIOMÉTRICA

Se refiere a la cantidad de niveles de gris en que se divide la radiación recibida, para ser almacenada y procesada posteriormente. Esto depende del conversor analógico digital usado. Así por ejemplo una resolución radiométrica de $2^6= 64$ niveles de gris en el canal 6, $2^7= 128$ niveles de gris, mientras que en $2^8 = 256$, respectivamente podríamos decir que hablamos de resoluciones de 6, 7 u 8 bits.



RESOLUCIÓN TEMPORAL

Corresponde a la frecuencia de observación del sector, es decir cada cuanto tiempo el sensor puede re-visitarse una misma área. Hoy en día existen satélites con capacidades de visitar un sector en 1 día.

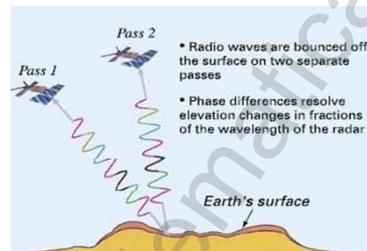
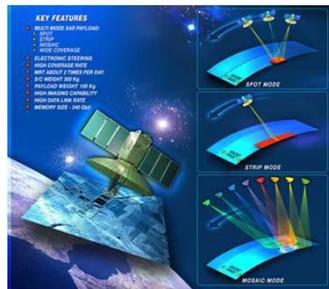


TIPOS DE IMÁGENES Y SENSORES

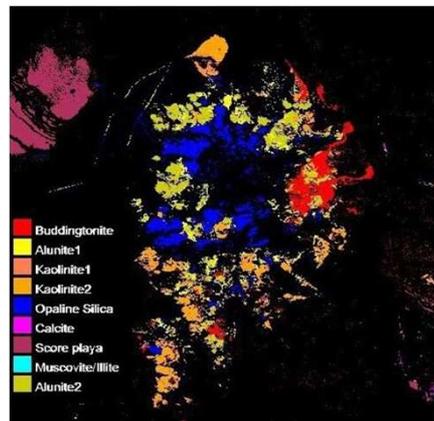
Existen dos tipos de sensores : Activos y Pasivos

Por otra parte podemos tener imágenes: Satelitales y Aerotransportadas

Y por último también podemos clasificar las imágenes como: Pancromática, Multiespectral e Hiperespectral

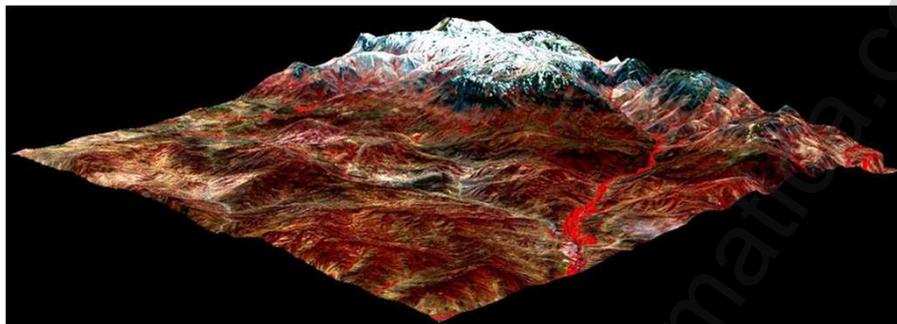


APLICACIONES Y EJEMPLOS



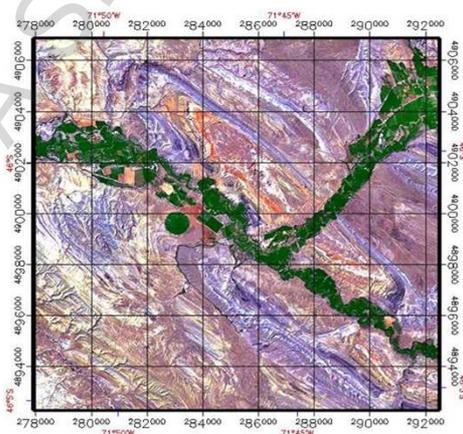
Cuprite (Nevada) - Mapeo de zona de Alteración y/o Minerales

APLICACIONES Y EJEMPLOS



Generación de modelos digitales de elevación, topografía a distintas escala, vistas 3D y sus aplicaciones

APLICACIONES Y EJEMPLOS



Generación de Mapas Temáticos
(ubicación, mapeo en terreno, etc.)

APLICACIONES Y EJEMPLOS



*Generación de Mapas de Clasificación y Detección de Cambios
Evaluación de Impacto Ambiental*

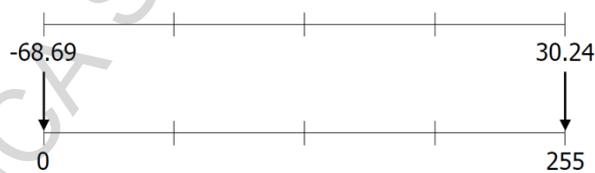
OTRAS APLICACIONES

Agronomía
Forestal
Ordenamiento Territorial
Glaciología
Arqueología
Desastres Naturales
Volcanología
Hidrología
etc.

ANÁLISIS VISUAL DE IMÁGENES

ESCALAS DE GRISES

Rango de los Valores del Dato

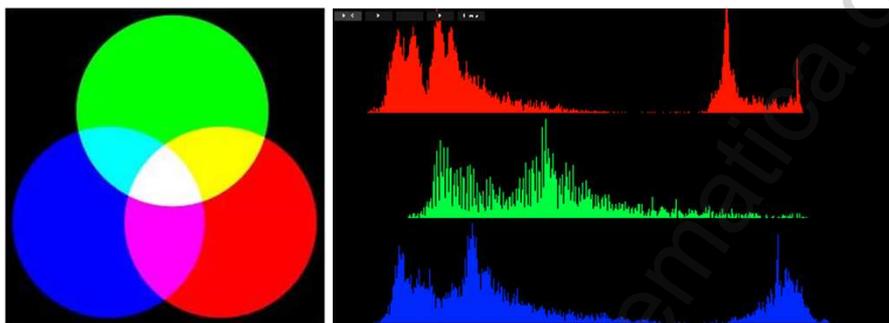


Rango de los Valores del Monitor



COMBINACIONES RGB

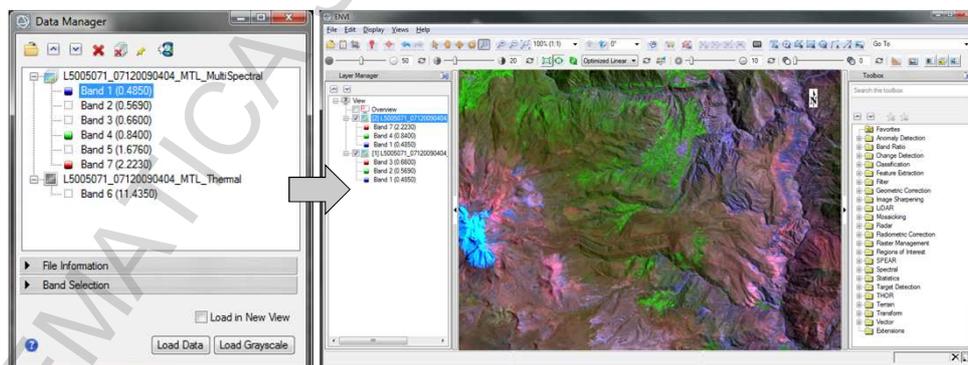
La combinación RGB, luego del análisis de las imágenes en escala de grises es uno de los Aspectos más básicos, pero también muy importantes de comprender.



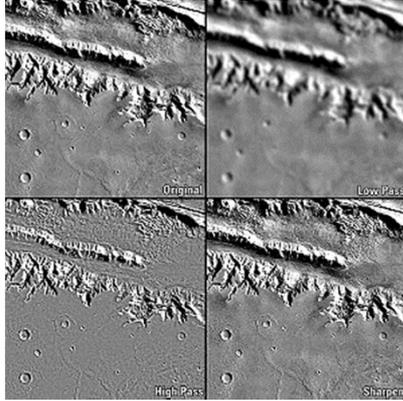
Combinación de colores RGB y sus mezclas.

Histogramas RGB

COMBINACIONES RGB en ENVI



FILTROS



Filtro Pasa Bajo

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

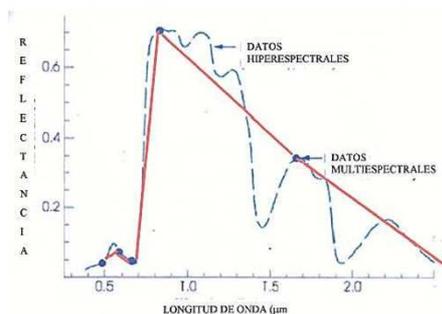
Filtro Pasa Alto

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

ALGORITMOS ÍNDICES - RAZONES - MATEMÁTICAS

CONCEPTOS INICIALES

La vegetación, por ejemplo, se caracteriza por tener poca reflectancia de la luz en la longitud de onda del color rojo y mucha reflectancia en la longitud de onda del infrarrojo cercano. Las imágenes multiespectrales tienen sensores que miden la energía reflejada en estas longitudes de onda por lo que la identificación de la vegetación es una materia muy utilizada en teledetección.



Este gráfico muestra la curva de la vegetación en datos hiperespectral y multiespectral. Se destaca en esta figura la diferencia que hay entre la reflectancia de la vegetación en el Infrarrojo Cercano respecto al canal

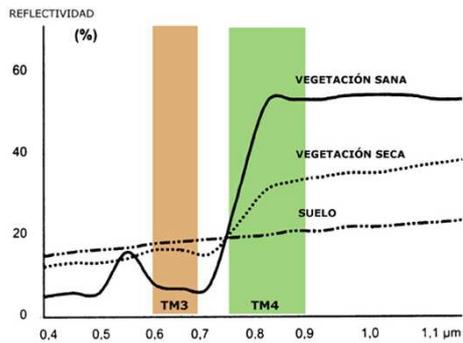
ALGORITMOS ENTRE BANDAS

$$B1 = \begin{vmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ G & H & I \end{vmatrix} \quad B2 = \begin{vmatrix} J & K & L \\ M & N & O \\ P & Q & R \end{vmatrix}$$

$$B1 + B2 = \begin{vmatrix} A+J & B+K & C+L \\ D+M & E+N & F+O \\ G+P & H+Q & I+R \end{vmatrix} \quad B1 \times B2 = \begin{vmatrix} A \times J & B \times K & C \times L \\ D \times M & E \times N & F \times O \\ G \times P & H \times Q & I \times R \end{vmatrix}$$

NDVI – INDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO

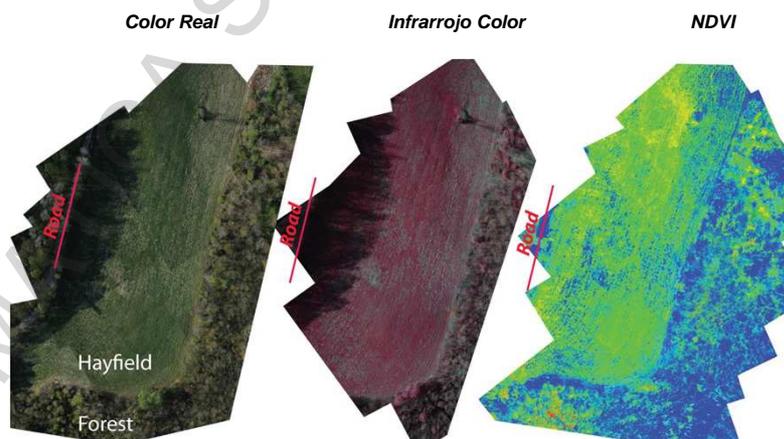
El índice de vegetación se genera al aplicar la división de la banda en el infrarrojo cercano sobre la banda en el rojo. Es importante destacar que mientras más sana la vegetación, más energía refleja en el infrarrojo cercano y menos en el rojo (verdor).



$$VI = \frac{\rho(NIR)}{\rho(RED)}$$

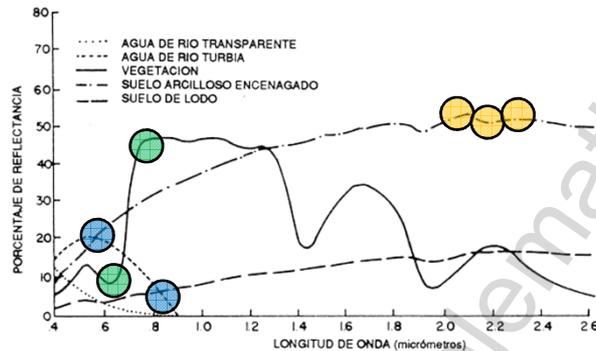
$$NDVI = \frac{\rho(NIR) - \rho(RED)}{\rho(NIR) + \rho(RED)}$$

NDVI – INDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO



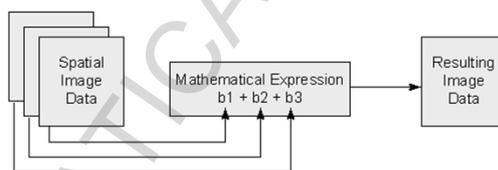
ALGORITMOS ENTRE BANDAS

Una manera de resaltar o cierta característica de la curva espectral es resaltar esa característica mediante un algoritmo matemático, las razones de bandas son un algoritmo simple que permite resaltar aquellos elementos con valores muy altos en cierta longitud de onda versus valores muy bajos en otra longitud



MATEMÁTICAS EN ENVI

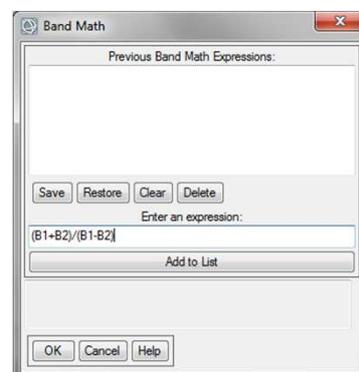
Para escribir algoritmos matemáticos en ENVI, se deben programar utilizando variables que luego deben ser asignadas a bandas. Para las variables en ENVI se utiliza la letra "B" (mayúscula o minúscula) y un número.



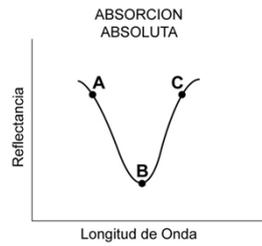
$$B1 + B2$$

$$B1 * B2$$

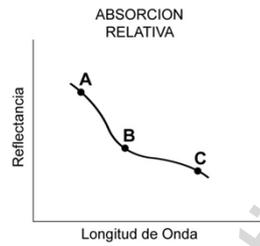
$$(B1+B3)/B2$$



ALGORITMOS PARA ABSORCIONES



$$\frac{A + C}{B} > 2$$

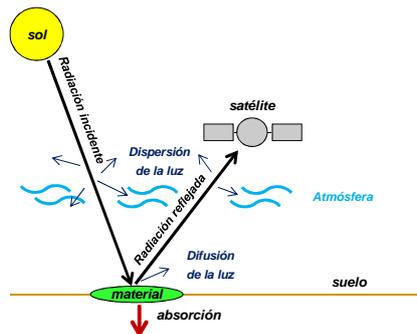


$$\frac{A + C}{B} > 1$$

CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA

DN, RADIANCIA Y REFLECTANCIA

La vegetación, por ejemplo, se caracteriza por tener poca reflectancia de la luz en la longitud de onda del color rojo y mucha reflectancia en la longitud de onda del infrarrojo cercano. Las imágenes multiespectrales tienen sensores que miden la energía reflejada en estas longitudes de onda por lo que la identificación de a vegetación es una materia muy utilizada en teledetección.



DN

- Sensor
- Efectos de la luz
- Atmósfera
- Material

RADIANCIA

- Efectos de la luz
- Atmósfera
- Material

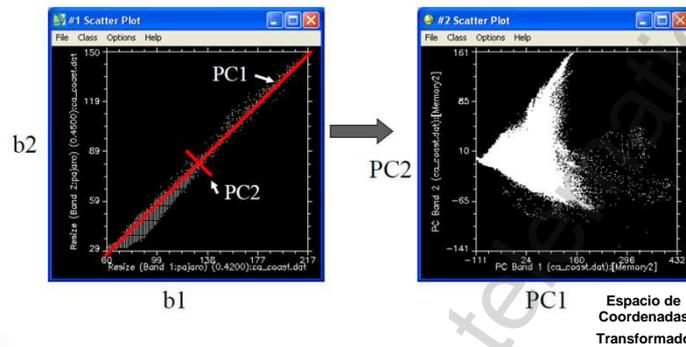
REFLECTANCIA

- Material

COMPONENTES PRINCIPALES

COMPONENTES PRINCIPALES

El "Análisis de Componentes Principales" (PCA) es una técnica matemática que transforma un dato multivariable a un nuevo sistema de coordenadas. Los ejes, o componentes principales (PC), del nuevo sistema de coordenadas son combinaciones lineales específicas del conjunto original de datos y están descorrelacionadas. La primera PC está en dirección de la mayor varianza del conjunto de datos. La segunda PC es ortogonal a la primera y muestra la segunda mayor varianza en el conjunto de datos, y así en adelante.



COMPONENTES PRINCIPALES

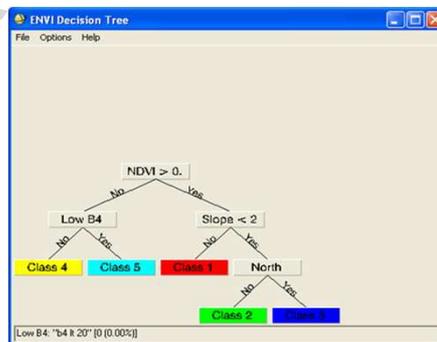
Puntos de interés:

- La señal de los materiales comunes se encuentra en las primeras bandas de PC.
- La primera banda PC normalmente conserva objetos brillantes y oscuros, los efectos de la iluminación solar están presentes (las sombras dan indicación de topografía).
- La señal objetos escasos en la imagen pueden estar en las bandas posteriores de PC.
- El PCA es muy dependiente de la escena, los resultados en escenas adyacentes pueden ser muy diferentes .
- Los resultados pueden ser más útiles si usted enmascara los elementos no interesantes - ¿por qué dejar que los materiales sin interés en la unidad de la transformación?

ÁRBOLES DE DECISIÓN

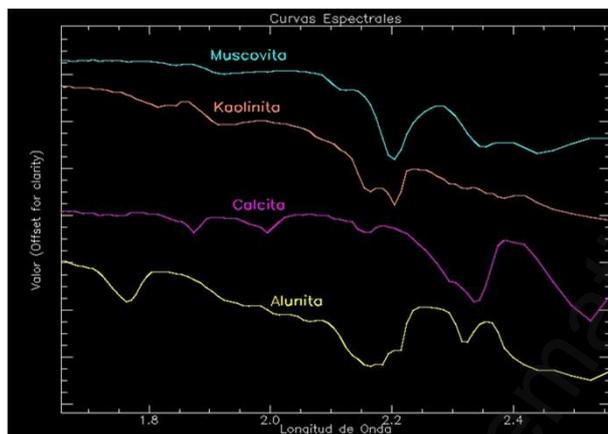
CLASIFICACIÓN POR ÁRBOLES DE DECISIÓN

“El clasificador de árboles de decisión realiza clasificaciones de varias etapas utilizando una serie de decisiones binarias para colocar píxeles en clases”



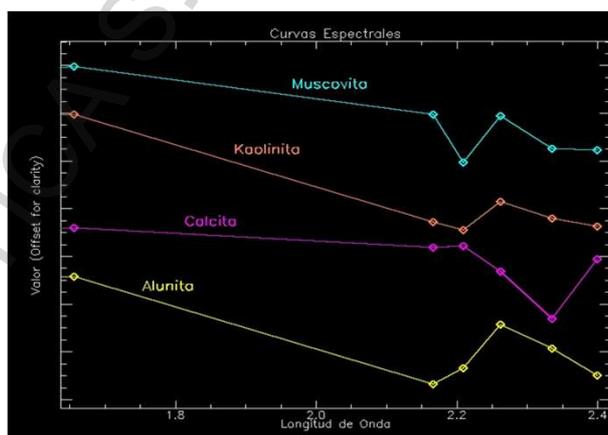
Esquema de un árbol de decisión en ENVI

CURVAS ESPECTRALES



Curvas espectrales de laboratorio de minerales de interés

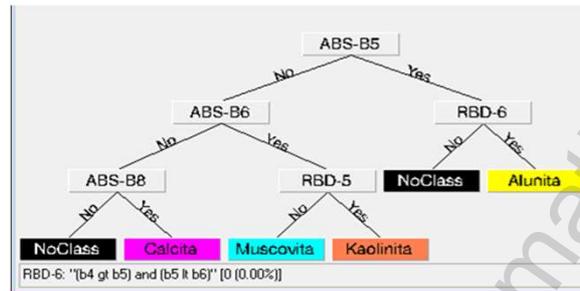
CURVAS ESPECTRALES EN ASTER



Curvas espectrales de laboratorio ajustadas al SWIR de ASTER

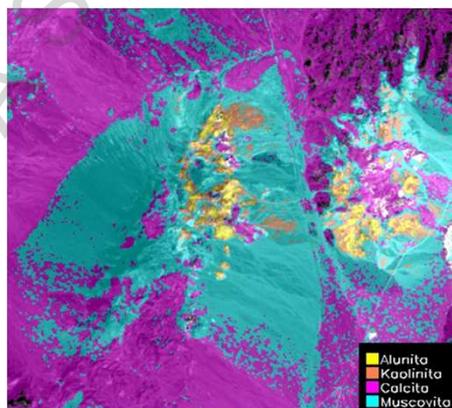
ÁRBOL PARA MINERALES

ABS-BX : Absorción absoluta en la Banda X
 RBD-X : Absorción relativa en la Banda X



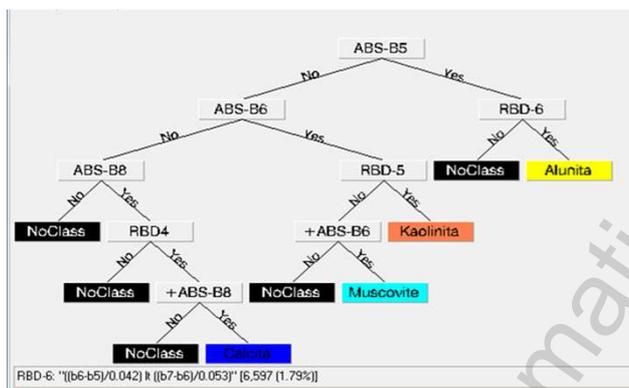
Árbol de decisión para clasificar minerales

POSIBLES RESULTADOS



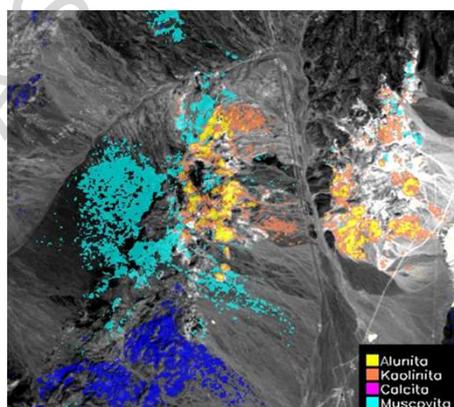
Mapa de clasificación generado a partir del árbol de decisión inicial

ÁRBOL MODIFICADO



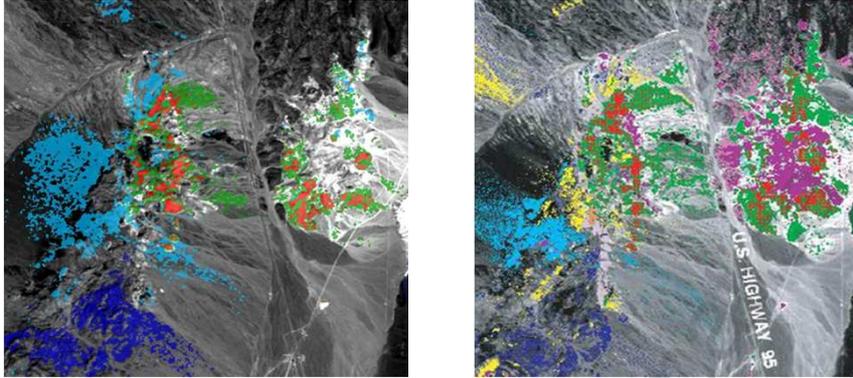
Arbol de Decisión final para procesamiento de imagen ASTER en Cuprita

MAPEO FINAL



Clasificación final por Arboles de Decisión de imagen ASTER en el distrito Cuprita

COMPARACIÓN DE RESULTADOS



Mapeo en imagen ASTER (izquierda) v/s Mapeo en imagen AVIRIS (derecha)

Alunita Kaolinita Calcita Muscovita

Mapeo de minerales en Cuprita con Imagen Hiperespectral AVIRIS

Alunita Kaolinita Dickita Buddingtonita Illita/Smectita Opalo Calcita
Muscovita Muscovita+Clorita Tobas no alteradas Playa de Depositos

ANALISIS SUB-PIXEL

ANÁLISIS SUB-PIXEL

La mezcla espectral ocurre cuando materiales con distintas características espectrales se encuentran dentro de un mismo píxel. Como en la superficie es difícil encontrar un único material que abarque grandes áreas, la mezcla espectral es una ocurrencia común. En muchos casos el modelo de desmezcla espectral lineal (Linear Spectral Unmixing) puede ser utilizado para calcular la abundancia de materiales individuales en píxeles con mezclas, metodología conocida como análisis sub-píxel. Esta metodología es válida cuando todos los materiales son identificados y utilizados en el modelo. Lamentablemente esto no siempre es tan fácil de lograr y para ello ENVI provee una serie de herramientas que lo ayudaran en este proceso.

