



**Programa Nacional de Investigaciones
Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS)**

TUTORIAL

Georeferenciación de Imágenes

HYMAP Carta 2005

Elaborado por: Rebeca Brenes Roldán

Enero 2009

Misiones CARTA (Costa Rican Airbone Research and Technology Applications)

1. ¿Qué son las imágenes Hiperespectrales?

Las imágenes Hiperespectrales son aquellas que capturan para cada píxel una gran cantidad de información del espectro electromagnético. Por tanto estas imágenes proveen una gran cantidad de información espectral, la cuál es muy útil para identificar y cuantificar los materiales capturados en estas (Hyvista, 2009).

2. ¿Qué es Hymap?

Es un sensor remoto que permite capturar imágenes de alta resolución espectral, en otras palabras, este sensor puede capturar más de 100 bandas del espectro electromagnético, abarcando desde 0.45 μm a 2.48 μm (espectro visible hasta infrarrojo cercano)

El sensor hyper-espectral Hymap II esta compuesto de tres unidades primarias y un sistema de navegación auxiliar:

1. Sensor
2. Plataforma
3. Estante de Control
4. IUM (unidad de monitoreo inercial)
5. GPS

El Sensor Hymap II posee cuatro espectrómetros y cada uno produce 32 bandas espectrales

Cuadro 1 Configuración espectral

Modulo	Rango espectral	Ancho de banda
VIS (visible)	0.45-0.89 μm	15-16 nm
NIR (infrarrojo cercano)	0.89-1.35 μm	15-16 nm
SWIR1 (infrarrojo medio)	1.40-1.80 μm	15-16 nm
SWIR2 (infrarrojo medio)	1.95-2.48 μm	18-20 nm

(Hyvista, 2005)

Misión CARTA 2005: Hymap

Las imágenes se tomaron durante el período de 28 de febrero al 8 de abril del año 2005. El pos-procesamiento lo llevó a cabo la empresa Hyvista Corporation.

Este incluyó:

Proceso 1. De formato análogo a Digital: Descarga de los datos originales (casete DTL), como resultado se obtuvieron los siguientes archivos:

- .bil: imagen
- .hdr: archivo compatible con ENVI
- .log: grabación de diferentes mensajes
- .cal: información sobre la lámpara interna
- .drk: datos de oscuridad
- _q.img: vista rápida de la imagen

Proceso 2. Geo-corrección: este es un componente importante, pues contiene los archivos necesarios para realizar la corrección geográfica necesaria para trabajar con las imágenes. Hyvista utilizó el elipsoide WGS 84, Proyección UTM 16N

En este proceso se generaron los siguientes archivos:

- `_geo.img` → archivo con tres bandas que permite mirar rápidamente la imagen
- `_glt.bsq` → contiene toda la información importante. Este archivo está geo-correcto, con un tamaño fijo de píxel rotado y proyectado al sistema UTM
- `_img.bil` → archivo que contiene los valores de UTM Norte y Este y altura
- `.gps` → archivo en formato ASCII, contiene la información de cada uno de los parámetros para cada línea de vuelo.
- `_ephemeris.txt` → describe la información de línea de vuelo: número de línea, UTM X, UTM Y, altitud, pitch, roll and heading
- `_report.txt` → contiene un resumen de la información generada en el proceso de geo-corrección

Proceso 3 .Calibración radiométrica. Conversión de DN (digital number¹) a Radiance ($\mu\text{W}/\text{cm}^2 \text{ nm sr.}$). Para realizar este proceso Hyvista utilizó los datos de calibración obtenidos en el día del vuelo y también calibración en el laboratorio. Se generaron los siguientes archivos:

- `_rad.bil` → imagen con 125 bandas y que presenta valores de radiance ($\mu\text{W}/\text{cm}^2 \text{ nm sr.}$). Los valores DN han sido corregidos utilizando la información "dark ocurrence & electronic offset"
- `_q. img` → archivo que permite dar una mirada rápida a la imagen.
- `_mask.bsq` → imagen con valores de 0 y 1. El 1 representa los valores validos y el 0 presenta valores invalidos. Se utiliza para "enmascarar" los píxeles corruptos en el proceso de DN a Radiance a la hora de realizar análisis.
- `_c.cal` → contiene la información de la calibración de la lámpara a bordo cuando se realiza la misión
- `_d.drk` → archivo que contiene los valores de "dark ocurrence and offsets". Sirve para realizar análisis estadísticos de los valores de las imágenes. Se encuentra en DN

Proceso 4. Corrección Atmosférica: Cambio de valores de Radiance a Reflectance. El resultado final es una imagen que presenta los valores de reflectancia. Para esto se modela el efecto del viaje de la energía irradiada por los objetos entre la superficie terrestre y el avión y se eliminan los efectos de absorción y dispersión en la atmósfera. Los valores de reflectancia se obtienen a través de la conversión de la imagen con los datos de radiance (proceso 3) a datos de reflectancia aparente de la superficie.

Archivos derivados:

¹ Digital Number (DN) se refiere a la información en código binario en que originalmente se guarda la información (unsigned 8-bit integer) = 0-255. Esta transformación es necesaria para darle a cada píxel los valores "medibles" necesarios para llevar a cabo análisis cuantitativos.

- `_ref.bil` → el producto principal, y el cual ha sido escalado (reflectance*10000). Los valores del espectro son desplegados en nm (1 nm = 10⁻⁹)
- `_h2o.bil` → imagen de vapor de agua (atm-cm)
- `_eff_gain_sli` → libro espectral con los datos de "ganancias" generado por el programa HyCorr EFFORT en el proceso de conversión
- `_eff_model_sli` → librería espectral en archivo de ENVI
- `_eff_raw_sli` → es la librería espectral final, generada por el programa Hycorr

Esta imagen es el producto final del pos-proceso de corrección atmosférica y del cambio a valores DN (0-255) a radiancia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2 \text{ nm sr.}$) y por último a reflectancia (μm). Esta imagen presenta 120 bandas que abarcan el espectro electromagnético desde 0.4589 a 2.4910 μm . (visible hasta infrarrojo cercano). La ventaja de poseer esta diversidad de información radica en que permite distinguir entre objetos que presentan características espectrales diferentes. (Clark *et al*, 2005)

Sin embargo, es importante escoger las bandas útiles, las cuales van a variar según el tipo de estudio realizar. Las imágenes multiespectrales se han utilizado en diferentes estudios a nivel ecológico, geológico, minería:

Uso	Aplicaciones
Ecología ² y biología	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeo de hábitat - Estimación de producción – biomasa - Identificación de especies - Manejo de especies
Geología	<ul style="list-style-type: none"> - Exploración mineral - Mapeo geológico - rehabilitación de sitios de minería
Costas	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeo de los océanos - Batimetría
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> - Agricultura de precisión - Manejo de plagas y enfermedades - Manejo de especies invasoras
Industria de energía: gas y petróleo	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de oleoductos - Exploración de sitios
Defensa	<ul style="list-style-type: none"> - Seguridad Nacional - Detección

(Hyvista, 2009)

² A nivel ecológico se ha utilizado para discriminar especies de flora a escala regional y local (Clark, 2005; Sobhan; 2007) para este tipo de estudios las bandas que se utilizan son aquellas que permiten distinguir entre especies; en términos generales:²:

- Las bandas del Visible S (0.4 μm -0.7 μm): presentan baja reflectancia debido a la absorción por parte de la clorofila y otros pigmentos.
 - Las bandas del Infrarrojo cercano (0.89-1.35): presentan alta reflectancia debido a la dispersión provocada por la estructura de la hoja, especialmente en 0.980 μm y 1.20 μm
 - En el infrarrojo medio (SWIR1 y SWIR2): presentan una moderada reflectancia, debido a la alta absorción de agua en 1.40-1.90 y 2.70 μm
- (Clark, 2005; Sobhan, 2007)

Georeferenciación

Para muchas aplicaciones con datos de sensores remotos se requiere de una gran precisión geométrica. Este proceso de dar la información geométrica a una imagen se conoce con el nombre de Georeferenciación (Reuter, 2002)

La Georeferenciación es el proceso que consiste en dar/introducir las coordenadas de ubicación sean estas geográficas (Lat-Long) ó proyectadas (UTM, Lambert, otros) a la imagen. Para esto se utilizan Puntos de control en el campo ó GCP (por sus siglas en inglés), generalmente los GCP se basan en puntos fácilmente reconocibles en el campo y que se esperan que varíen poco con el tiempo, tal como carreteras, cruces, edificios, otros. Los GCP deben ser ubicados tanto en el terreno como en la imagen y de esta manera se le indica a la imagen su ubicación geográfica.

A nivel de procesamiento, la Georeferenciación conlleva el cambio de posición de los píxeles de la imagen, pues a cada píxel se le debe agregar la información de X-Y. Los softwares para el manejo de imágenes utilizan funciones matemáticas que pone la relaciones de las coordenadas de las imágenes con la del mapa (Reuter, 2002).

Hay diferentes formas de realizar este proceso, este dependerá del tipo de sensor y de los datos asociados a la imagen. La mayoría de los sensores remotos generan un archivo que contiene toda la información necesaria para georeferenciar la imagen (valor de cada píxel x, y) y por tanto no es necesario generar los GCP manualmente. Sin embargo, muchas imágenes áreas no tiene la información asociada de ubicación geográfica y por tanto es necesario el proceso de generación de GCP.

Georeferenciación con Hymap

Una de las ventajas de realizar este proceso radica en cada imagen HYMAP de la misión CARTA 2005 trae consigo un archivo asociado con la información de ubicación geográfica. En el caso de Hymap, el archivo asociado con la información de X, Y es producto del **Proceso 1** descrito anteriormente, el cuál se utiliza para dar las coordenadas geográficas a la imagen final obtenida en el **Proceso 4**.

Estas son:

1. Proceso de Geo-corrección: imagen con la información de geometría
 - `_glt.bsq` → archivo que contiene los valores de (x,Y)
2. Proceso de Reflectancia
 - `_ref.bil` → el producto principal,

El archivo `glt.bsq` contiene los valores necesarios para darle la información de X (longitude ó easting) y Y (latitude ó northing). Los datos de x, y viene presentes como dos bandas diferentes en la imagen (sample and Lines)

En este caso las imágenes vienen en un formato que el Software de ENVI lee directamente, por lo que la Georeferenciación resulta muy sencilla. Los formatos son:

`bsq` → este es el formato más simple del programa de ENVI. Este formato se utiliza especialmente para la información de x, y.

bil→ este tipo de formato constituye la mejor opción para presentar la información tanto espacial como espectral de las imágenes.

Georeferenciación con ENVI

Envi presenta diversas opciones para realizar el proceso de Georeferenciación, dependiendo del tipo de sensor (SPOT, ASTER, AVHRR; Modis, etc), pero también permite georeferenciar utilizando archivos de tipo GLT y IGM.

En este ejemplo se va a utilizar la opción de GLT. Un archivo GLT contiene la información de ubicación geográfica para cada uno de los píxeles que componen la imagen, esta información se visualiza como dos bandas: Sample y ine.

Este es un método muy preciso pues cada píxel es colocado en su ubicación exacta, evitando el uso de Puntos de Control (GCP) y su Con el archivo de GLT se tiene un tamaño fijo de píxel, rotado utilizando coordenadas UTM (para Costa Rica 16N, Datum WGS84)

Ejemplo Práctico.

1. Inicie el programa Envi.

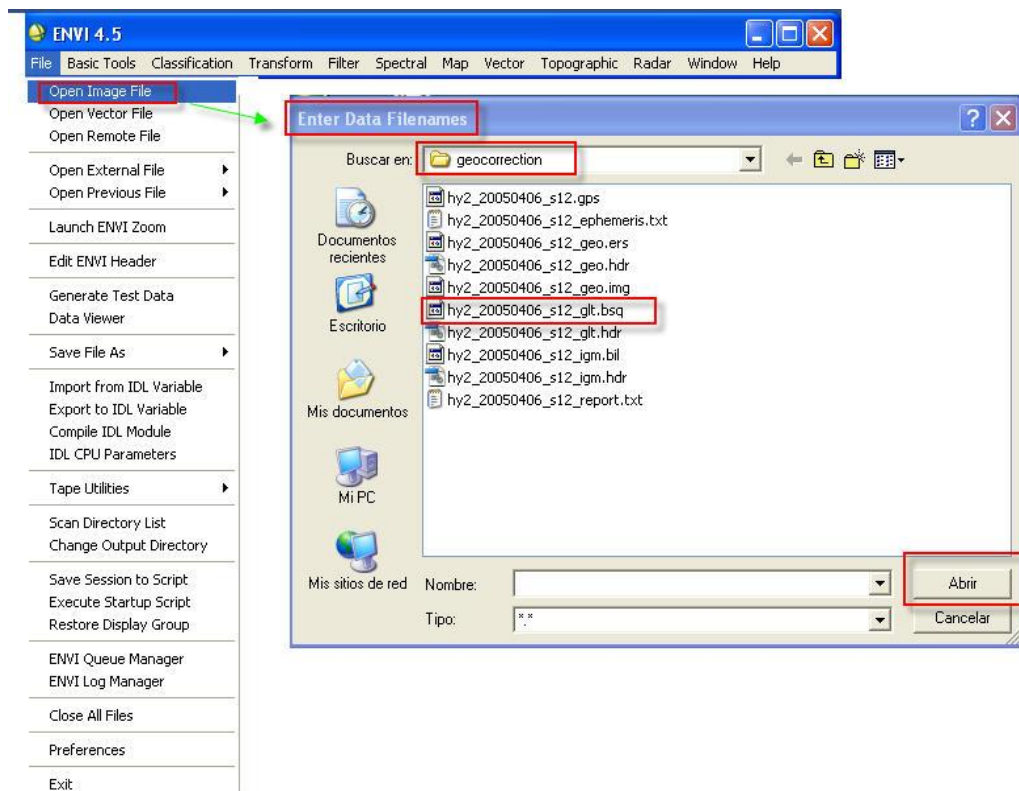
2. Oprima el menú File

2.1. Elija del Menú la opción: *Open Image File*

3. En la pantalla que aparece "Enter Data Filenames", navegue hasta la carpeta del curso en

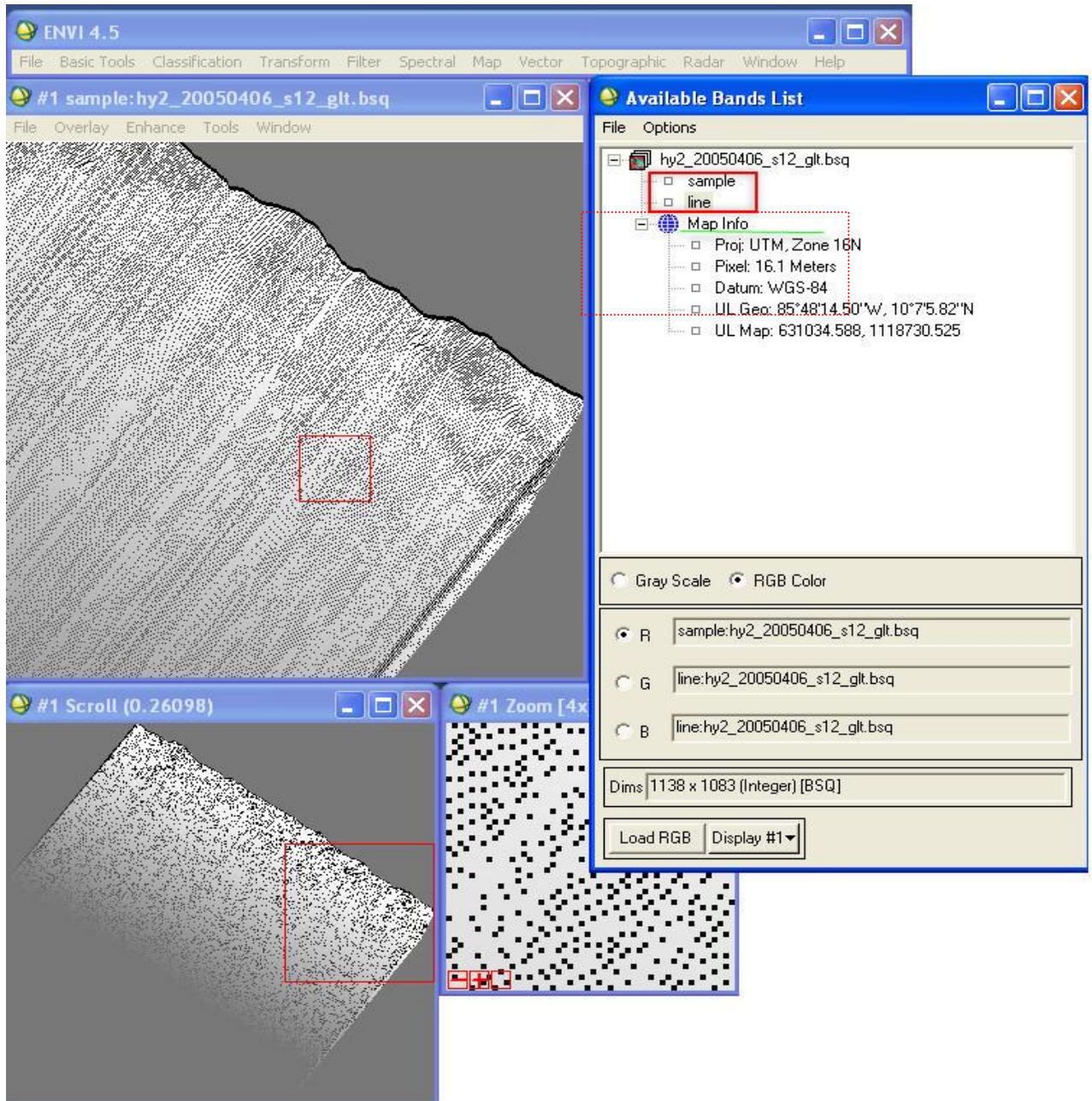
D:// CursoHymap/ImagenHymap/20050406_s12/geocorrection

- Seleccione la imagen: [hy2_20050406_s12_glt.bsq](#)



4. Visualice las dos bandas: Sample y Lines que despliega esta imagen
Además si observamos la información en MAP INFO
Podemos ver que la información de geocorrección esta dada en:

- Proyección: UTM, Zona 16N
- Datum: WGS 84
- Tamaño de Píxel: 16 m

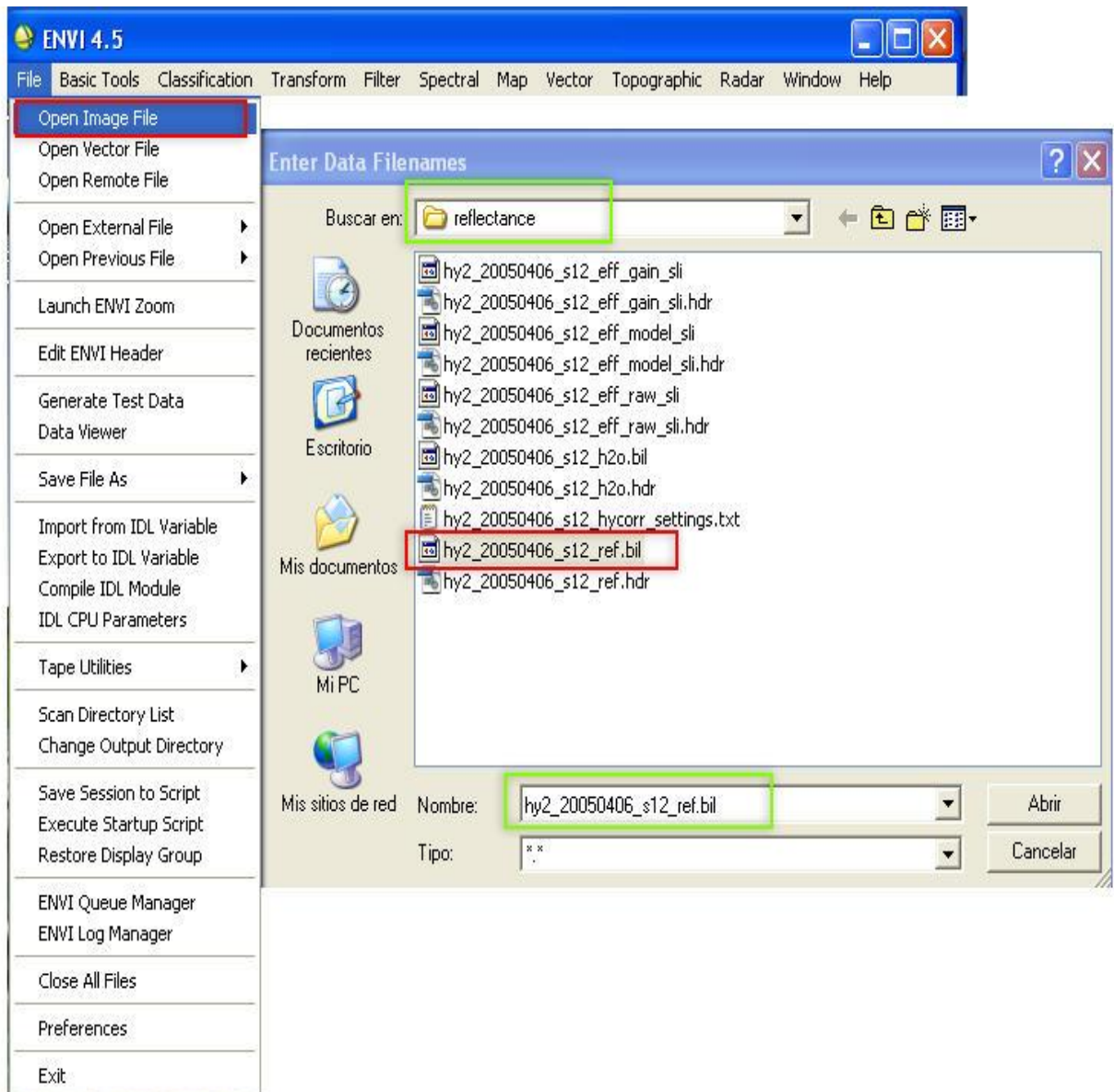


5. Ahora abra la imagen final de reflectancia

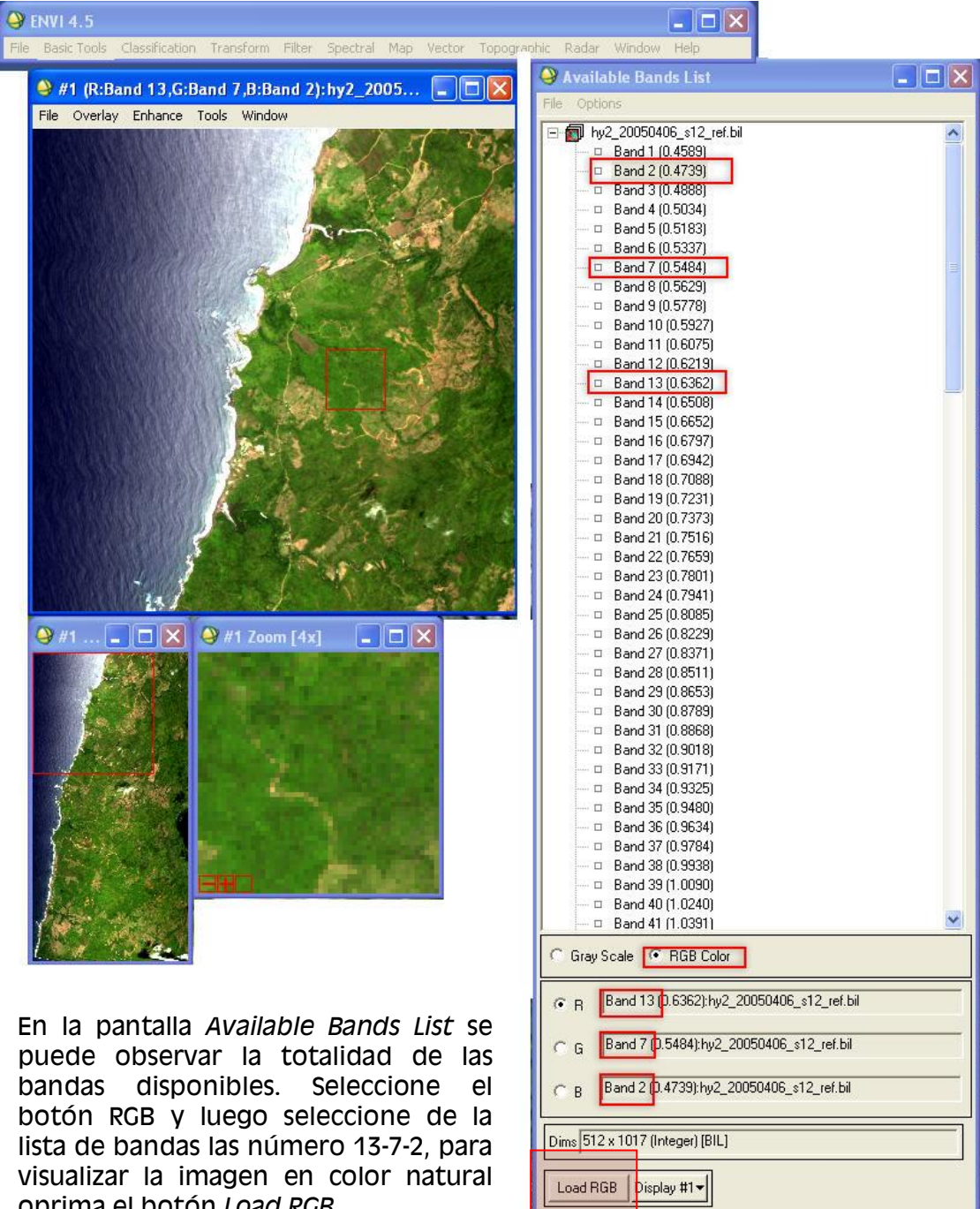
5.1. Menu → *Open Image file* →

navegue a la carpeta *D://curso/hymap/imagen/reflectance*

- Seleccione la imagen: [hy2_20050406_s12_ref.bil](#)



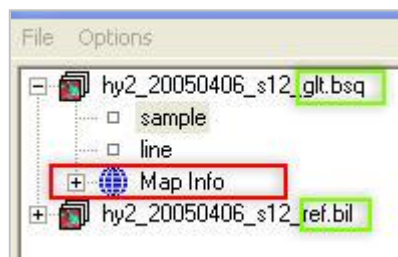
6. Visualice la imagen en Color Natural (seleccionar las bandas 13-7-2)



The screenshot displays the ENVI 4.5 interface. On the left, a window titled '#1 (R:Band 13,G:Band 7,B:Band 2):hy2_2005...' shows a satellite image of a coastal area. Below it, a zoomed-in view of the same area is shown. On the right, the 'Available Bands List' dialog box is open, listing 41 bands. Bands 13, 7, and 2 are highlighted with red boxes. The 'RGB Color' radio button is selected, and the 'Load RGB' button is also highlighted with a red box. The 'R' channel is assigned to Band 13, 'G' to Band 7, and 'B' to Band 2.

En la pantalla *Available Bands List* se puede observar la totalidad de las bandas disponibles. Seleccione el botón RGB y luego seleccione de la lista de bandas las números 13-7-2, para visualizar la imagen en color natural oprima el botón *Load RGB*.

Observe que esta imagen no muestra la información que presenta la imagen glt.bsq (Map Info)



Antes de continuar con el proceso de georeferenciación es necesario establecer que bandas van a ser útiles según el tipo de estudio a realizar, pues esto nos permite ahorrar tiempo y espacio, ya que no es necesario georeferenciar las 128 bandas disponibles de la imagen.

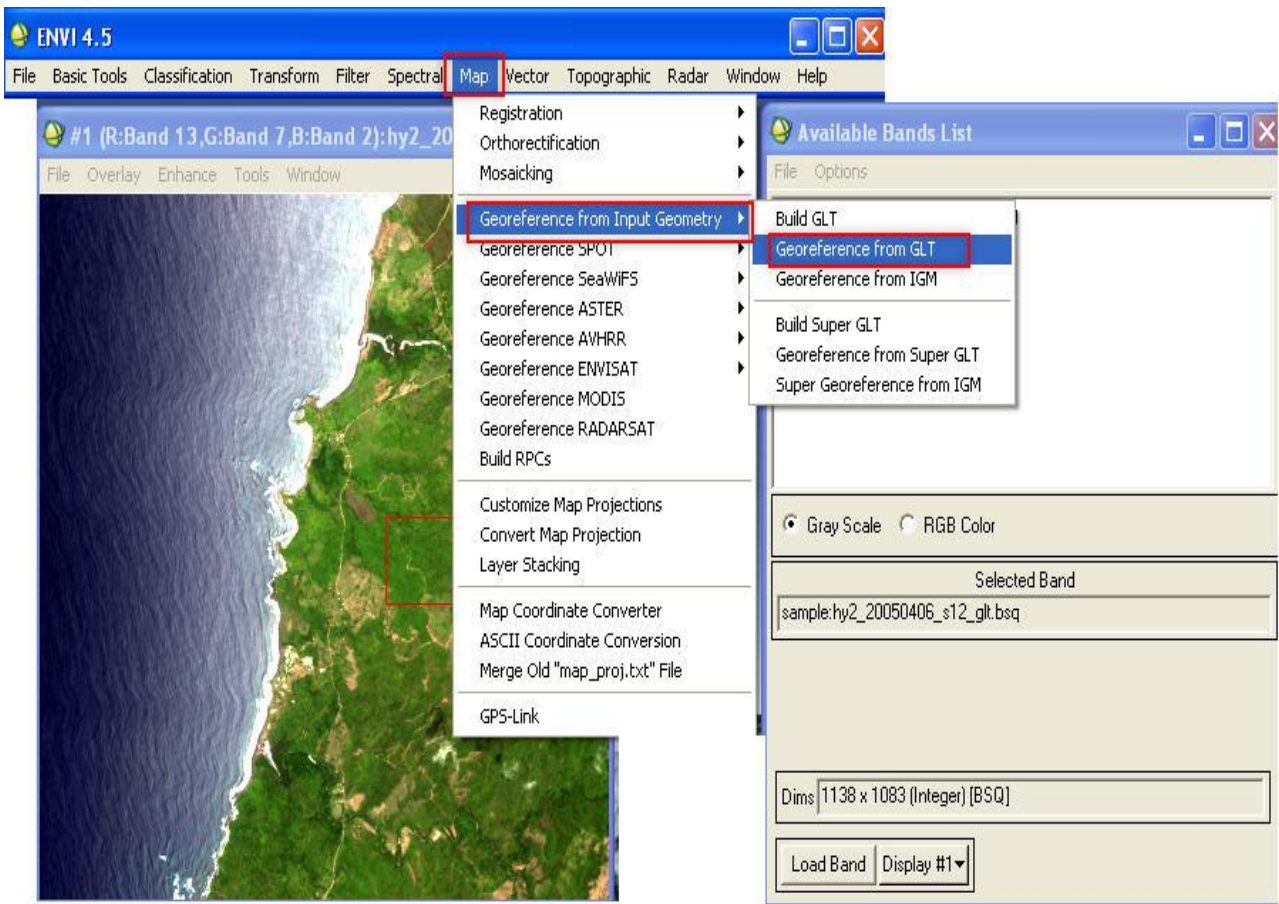
En este ejercicio se utilizar las bandas solo del espectro visible (VIS)

- ¿Cuáles son?

7. Para realizar la georeferenciación debe dirigirse a la opción MAP del menú principal de ENVI

7.1 Map

7.1.1 → elegir del menú la opción *Georeference from Input GLT*



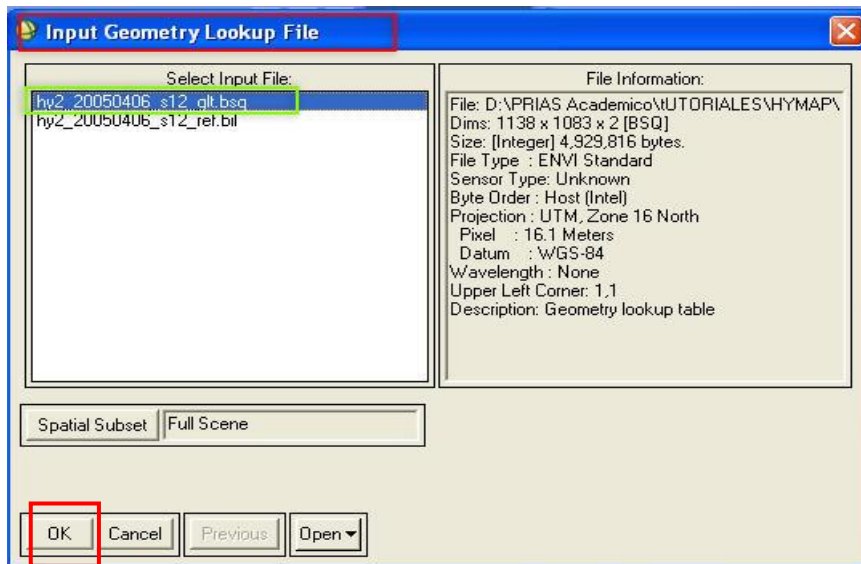
Aparece una nueva ventana solicitando la información necesaria para llevar a cabo el proceso:

a. Input Geometry Lookup Table

→ se debe elegir la imagen con la información geográfica, en

este caso seleccione la imagen `hy2_20050406_s12_glt.bsq`

oprime OK

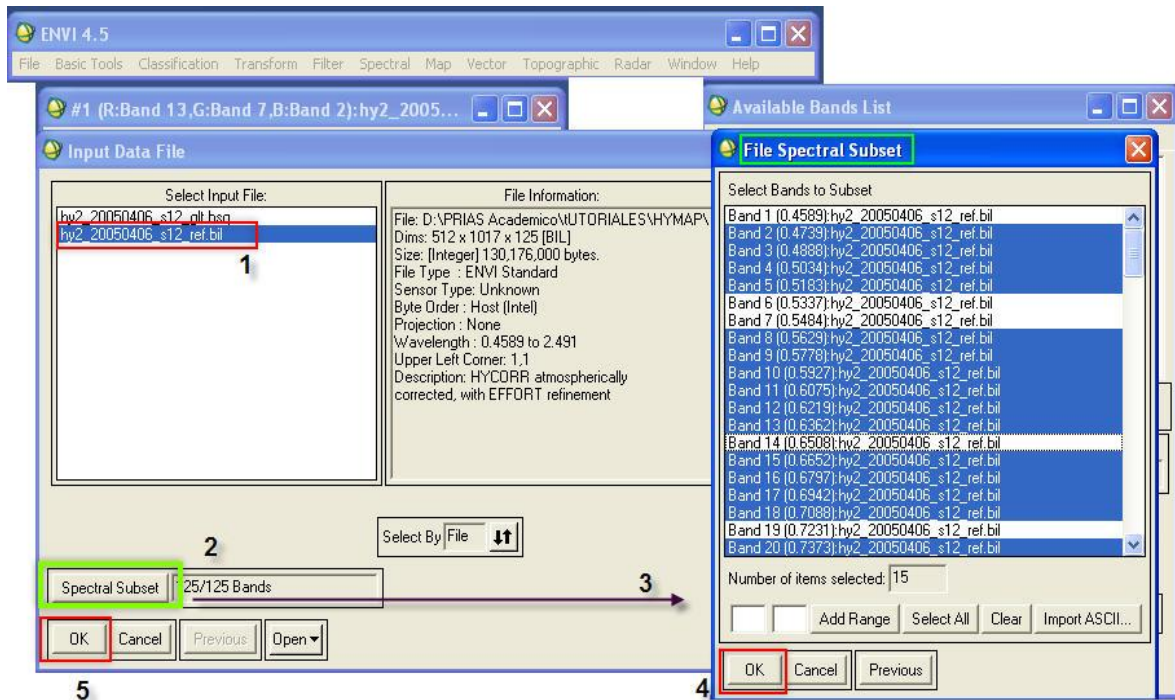


b. Luego el programa va a solicitar la imagen a georeferenciar

en este caso seleccione la imagen `hy2_20050406_s12_ref.tif`.

→ Dirijase al botón *Spatial Subset* y seleccione solo las bandas a

utilizar, ahora oprime OK



Una vez realizado este proceso el programa le va a solicitar un nombre para guardar el nuevo archivo

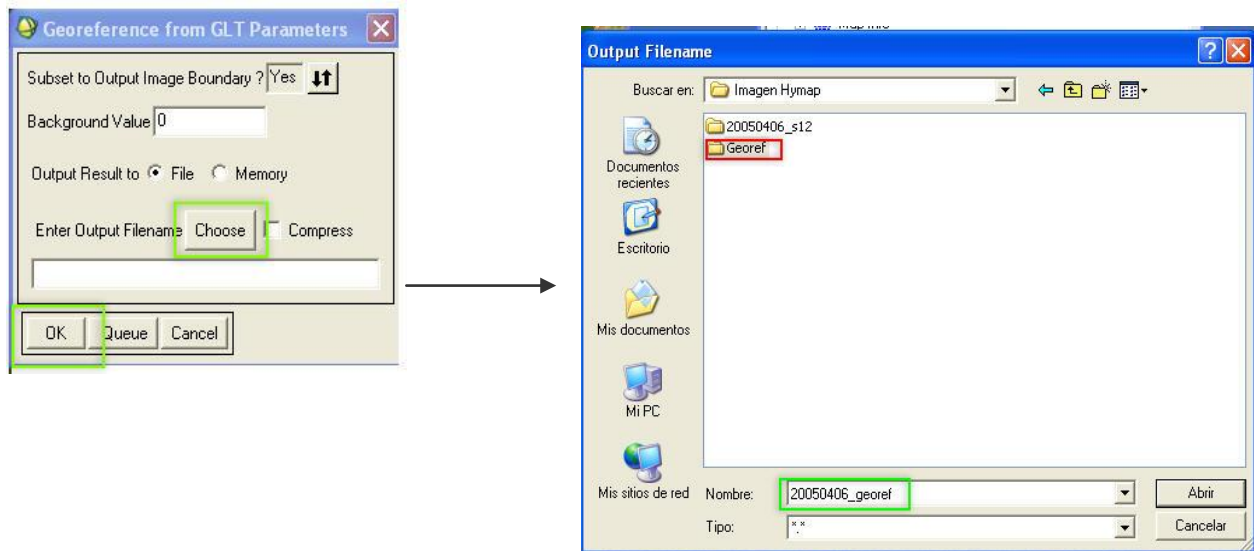
→ Oprima el botón *Choose*

→ Navegue a la carpeta del curso:

D:\HYMAP\Curso Hymap\Imagen Hymap\Georef

→ Guarde la imagen en la carpeta Georef con el nombre

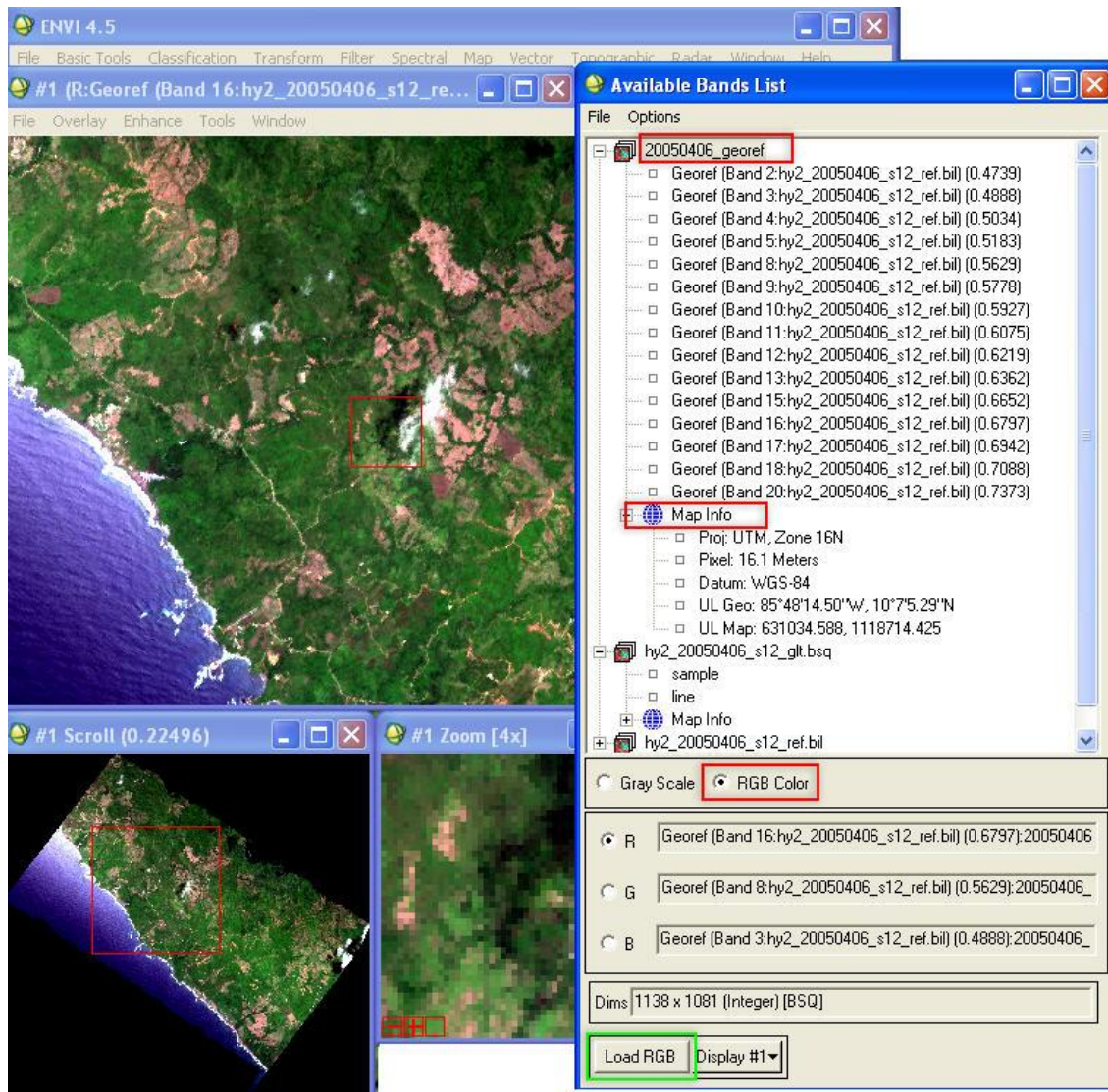
20050406_georef



Aguarde unos minutos mientras la imagen se georeferencia... ahora en pantalla *Available Bands List* aparecerá la imagen 20050406_georef

Imagen Hymap Georeferenciada 20050406_georef

Como verá, esta imagen presenta la información de ubicación geográfica y la orientación real del norte



Bibliografía

Bierwirth, Phil; Blewett, Richard; Huston, David. 2000. *Finding new Minerals Prospects with HYMAP: early results from hyperspectral remote-sensing case study in the west Pilbara*. Department of Geology, Australian National University, Canberra. Australia. 3 p

Clark, Matthew; Roberts, Dar; Clark, David. 2005. *Hyperspectral discrimination of tropical rain forest tree species at leaf to crown scales*. In: Remote Sensing and Environment. 24 p
www.elsevier.com/locate/rse

Hyvista. 2009. Applications. Hyvista Corporation Pty Ltd. Unit 11, 10 Gladstone Rd, Castle Hill, NSW 2451, Australia.
<http://www.hyvista.com/applications>

HyVista. 2005. *Hymap Data Acquisition Report*. Costa Rican Airbone Research and Technology Applications. CARTA II. Centro Nacional de Alta Tecnología. CeNAT. 82p

Reuter, Fabian. 2002. Carpeta de Trabajos Prácticos: Teledetección Forestal. En:
<http://fcf.unse.edu.ar/pdf/lpr/p1a.pdf>

sobhan, 2007. *Species Discrimination from Hyperspectral Perspective*. ISBN: 978-90-8504-809-1. International Institute for Geo-information Science & Earth Observation. (ITC). Enscheden, The Netherlands ISB

Las bandas del espectro visible son las que van de 2-31