



# **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**

*Versión 5.3.6.1*

**Luca Congedo**

**01 de julio de 2017**



<b>I</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>Instalación del Complemento</b>	<b>5</b>
1.	Instalación en Windows 32 bit	9
2.	Instalación en Windows 64 bit	11
3.	Instalación en Ubuntu Linux	15
4.	Instalación en Debian Linux	19
5.	Instalación en Mac OS	23
<b>III</b>	<b>La Interfaz de SCP</b>	<b>27</b>
6.	SCP menú	29
7.	SCP Herramientas	31
8.	Barra de Trabajo	33
9.	SCP panel	37
10.	Ventana Principal de la Interfaz	49
11.	Gráfico de Firmas Espectrales	123
12.	Gráfico de Dispersión	131
13.	SCP Edit Toolbar	135
<b>IV</b>	<b>Breve Introducción a la Teledetección</b>	<b>137</b>
14.	Definiciones Básicas	141
15.	Definiciones sobre Clasificación Supervisada	151
16.	Conversión de la imagen a Reflectancia	163
17.	Conversión a temperatura	167

<b>18. Referencias</b>	<b>169</b>
<b>V Tutoriales Básicos</b>	<b>171</b>
19. Tutorial 1	175
20. Tutorial 2	187
21. NASA ARSET Webinar	207
<b>VI Tutoriales Temáticos</b>	<b>209</b>
22. Tutorial: Land Cover Signature Classification	213
23. Tutorial: Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER	223
<b>VII Semi-Automatic OS</b>	<b>245</b>
24. Instalación en VirtualBox	249
<b>VIII Preguntas Frecuentes</b>	<b>253</b>
25. Instalación del Complemento	257
26. Pre procesamiento	261
27. Procesamiento	265
28. Advertencias	267
29. Errores	269
30. Varios	273

## **Parte I**

# **Introducción**



El complemento **Semi-Automatic Classification Plugin** (SCP siglas en inglés) es un repositorio de código abierto y libre acceso para QGIS <<http://www.qgis.org>> que permite la clasificación semi-automática de imágenes de sensores remotos (también conocida como clasificación supervisada). Proporciona adicionalmente otras herramientas como descarga de imágenes satelitales disponibles sin costo, el pre-procesamiento de imágenes y calculadora ráster, entre otras.

El **objetivo principal** de *SCP* es proporcionar un conjunto de herramientas interrelacionadas para el procesamiento ráster con el fin de hacer un flujo de trabajo automático y facilitar la clasificación de la cobertura del suelo, lo cual puede realizarse incluso por personas cuya área principal no es la teledetección. La primer versión de *SCP* fue escrita por Luca Congedo en el 2012 para el [ACC Dar Project](#) con el fin de crear una herramienta para la clasificación de la cobertura del suelo de modo automático y económico (lea este [documento de trabajo](#)). Las siguientes versiones de *SCP* fueron desarrolladas como un compromiso personal con el campo de la teledetección y el software de código abierto. La versión 5 (codename: Kourou) de *SCP* es desarrollada en el marco del “PhD in Landscape and Environment” de Luca Congedo en “Sapienza University of Rome”.

<http://www.youtube.com/watch?v=K2mIa66e6h0>

Este **Manual del Usuario** proporciona información acerca de *Instalación del Complemento* (página 7) de SPC y la *La Interfaz de SCP* (página 29), con información detallada de todas las funciones. Además el *Breve Introducción a la Teledetección* (página 139) muestra los conceptos básicos y definiciones que son requeridos para usar *SCP*.

*Tutoriales Básicos* (página 173) disponibles para aprender las funciones principales de *SCP* y *Tutoriales Temáticos* (página 211) explicando herramientas específicas.

Estás cordialmente invitado a **contribuir a SCP** (mira *Cómo contribuir a SCP* (página 274)) únete al [grupo en Facebook](#) o a la comunidad [Google+ Community](#). Más de mil personas se han unido y han publicado cientos de preguntas y comentarios. También por favor lee las *Preguntas Frecuentes* (página 255).

Para mayor información y tutoriales visita el sitio oficial



From GIS to Remote Sensing

### Cómo citar

Congedo Luca (2016). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>

### Licencia:

A no ser que se indique lo contrario, el contenido de este trabajo está bajo licencia de tipo [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

Semi-Automatic Classification Plugin es un software gratuito: puede ser redistribuido y/o modificado bajo los términos de la GNU General Public License como está publicado por la Free Software Foundation, version 3 de la Licencia. El Semi-Automatic Classification Plugin es distribuido con la esperanza de que sea útil, pero SIN NINGUNA GARANTÍA; ni siquiera la garantía implícita de COMERCIALIZACION o CAPACIDAD PARA UN PROPOSITO PARTICULAR. Ver la GNU General Public License para más detalles. Has recibido una copia de la GNU General Public License junto con Semi-Automatic Classification Plugin. Si no es así, mira <http://www.gnu.org/licenses/>.

### Traductores:

Español: Igor Francisco Dávalos Rojas



## **Parte II**

# **Instalación del Complemento**



El Semi-Automatic Classification Plugin requiere la instalación de [GDAL](#), [OGR](#), [NumPy](#), [SciPy](#) y [Matplotlib](#) (incluido con QGIS). Este capítulo describe la instalación de Semi-Automatic Classification Plugin para los sistemas Operativos soportados.



---

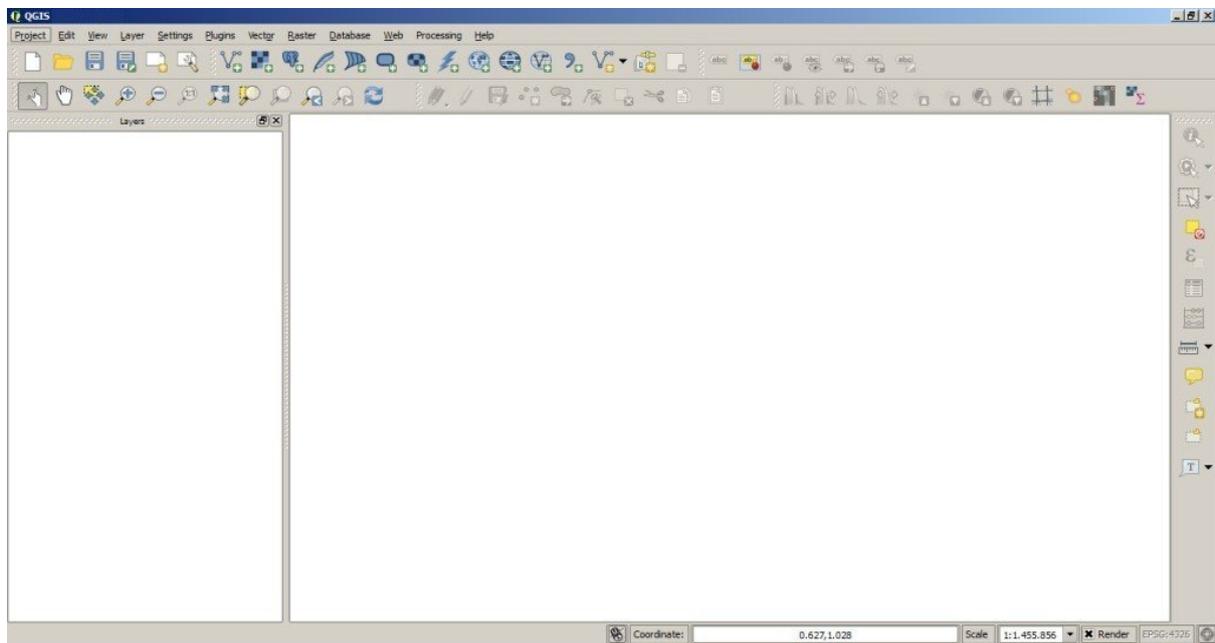
## Instalación en Windows 32 bit

---

### QGIS descarga e instalación

- Descarga la última versión de QGIS de 32 bit desde [aquí](#) (descarga directa de QGIS 2.8 desde este [enlace](#));
- Ejecuta el instalador de QGIS con privilegios de administrador, acepta la configuración por defecto.

Ahora QGIS 2 está instalado.



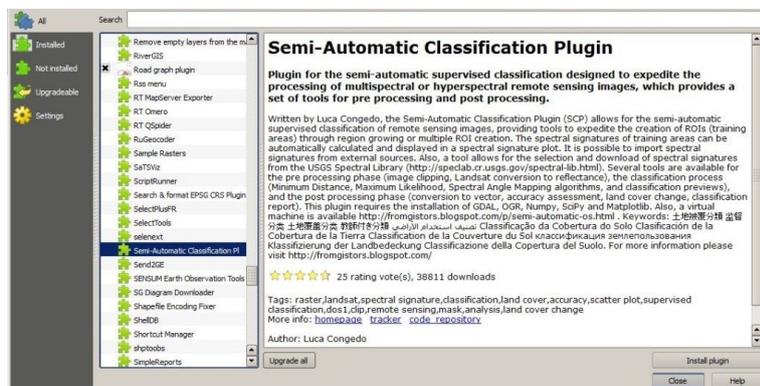
### Instalación del complemento Semi-Automatic Classification Plugin

- Ejecuta QGIS 2;
- Desde el menú principal, selecciona Complementos > Administrar e instalar complementos;

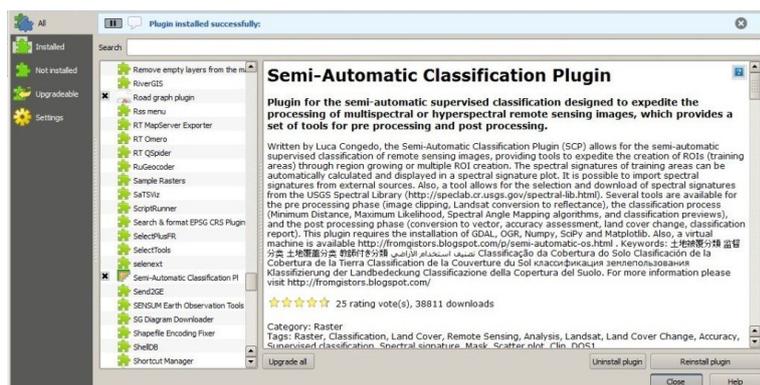


- De la opción Todos selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin y haz clic sobre Instalar complemento;

**Consejo:** en caso de problemas o requerirse instalación sin conexión consulta *¿Cómo instalar el complemento manualmente?* (página 257) y *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?* (página 257).

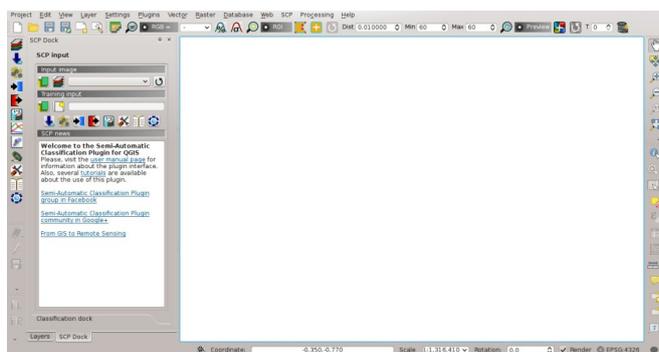


- El SCP se activará automáticamente; de todos modos, asegúrate de que el Semi-Automatic Classification Plugin está seleccionado en el menú Instalados (el reinicio de QGIS es necesario para completar la instalación de SCP);



## Configuración del complemento

Ahora el complemento Semi-Automatic Classification Plugin está instalado, un panel y una barra de herramientas se han agregado a QGIS. También está disponible el menú SCP en la Barra de Menú de QGIS. Puedes mover la *SCP Herramientas* (página 31) y el panel según tus necesidades, como en la siguiente imagen.



---

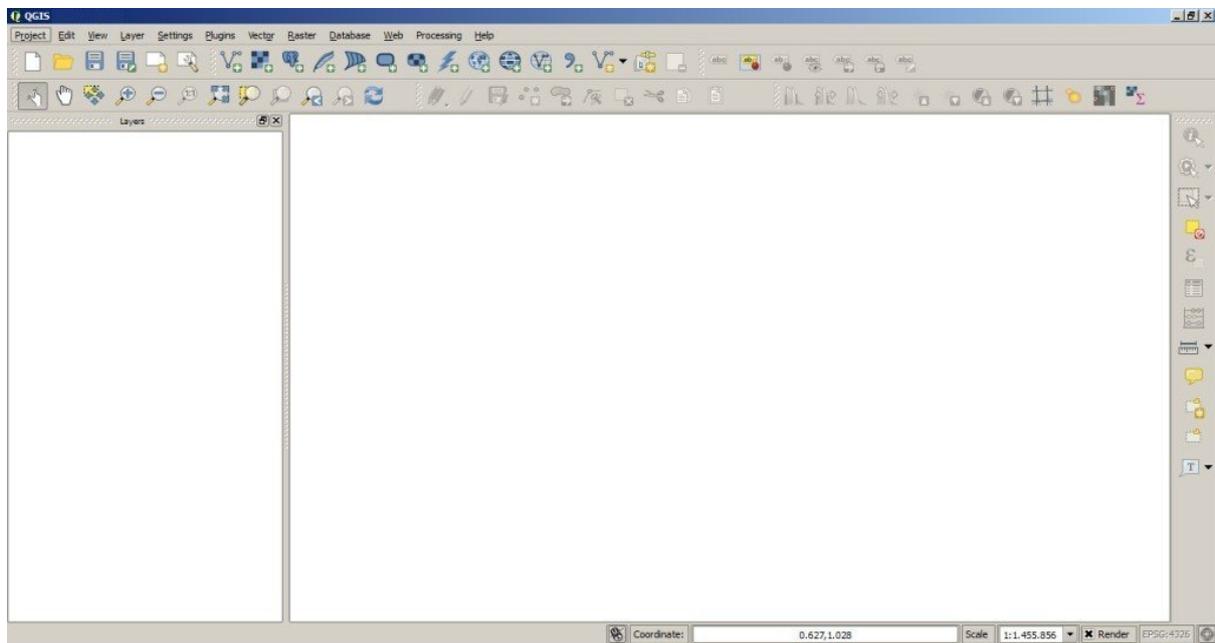
### Instalación en Windows 64 bit

---

#### QGIS descarga e instalación

- Descarga la última versión de QGIS de 64 bit desde [aquí](#) (descarga directa de QGIS 2.8 desde este [enlace](#));
- Ejecuta el instalador de QGIS con privilegios de administrador, acepta la configuración por defecto.

Ahora QGIS 2 está instalado.



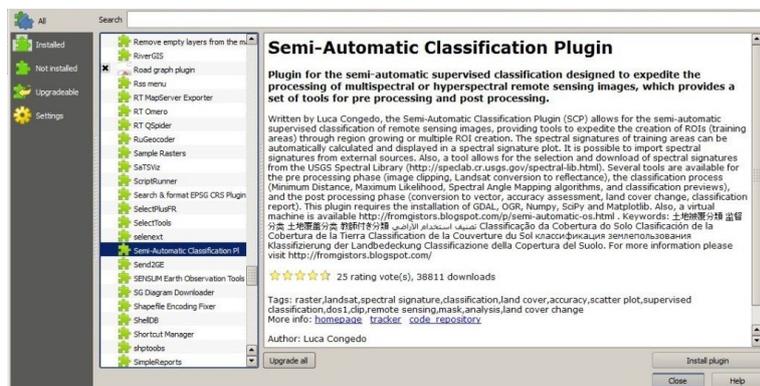
#### Instalación del complemento Semi-Automatic Classification Plugin

- Ejecuta QGIS 2;
- Desde el menú principal, selecciona Complementos > Administrar e instalar complementos;

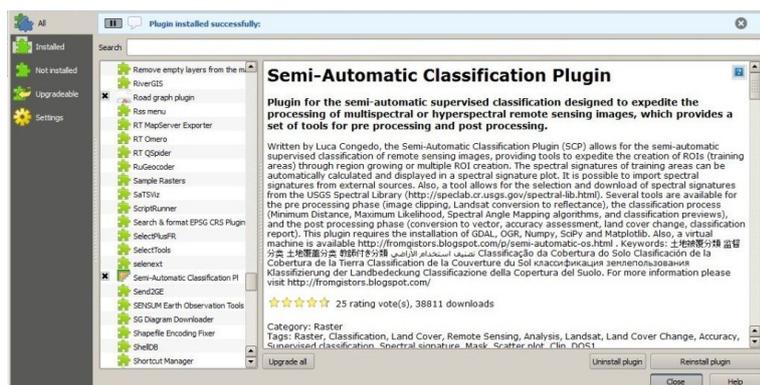


- De la opción Todos selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin y haz clic sobre Instalar complemento;

**Consejo:** en caso de problemas o requerirse instalación sin conexión consulta *¿Cómo instalar el complemento manualmente?* (página 257) y *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?* (página 257).

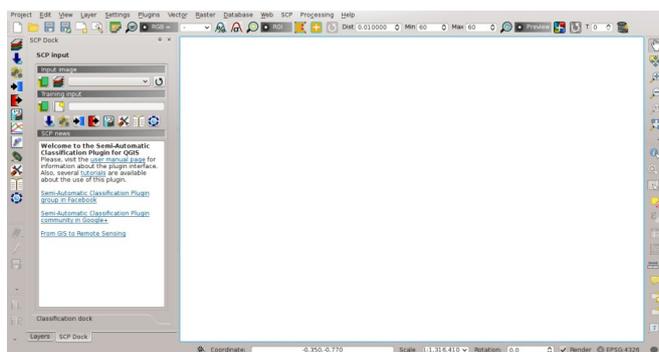


- El SCP se activará automáticamente; de todos modos, asegúrate de que el Semi-Automatic Classification Plugin está seleccionado en el menú Instalados (el reinicio de QGIS es necesario para completar la instalación de SCP);

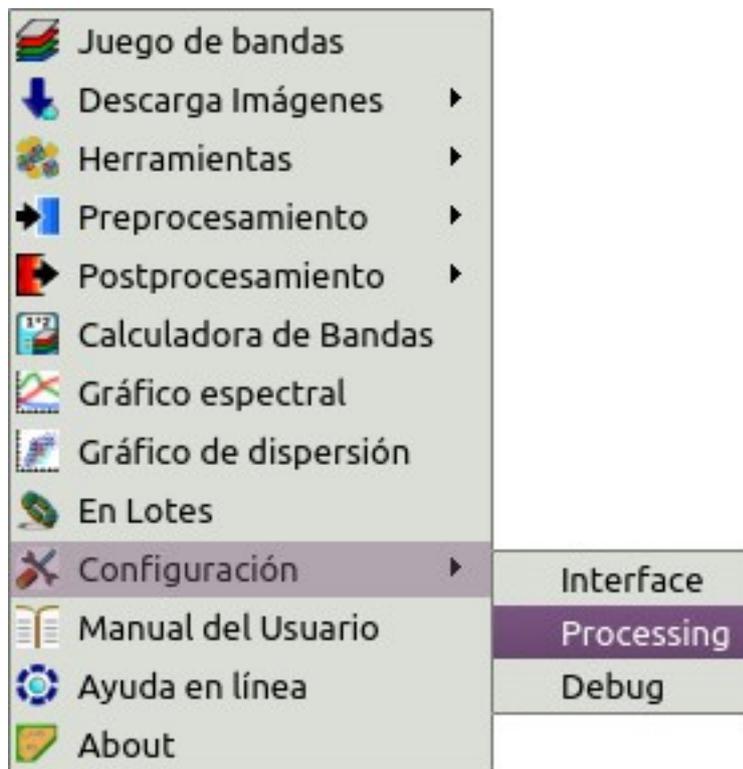


## Configuración del complemento

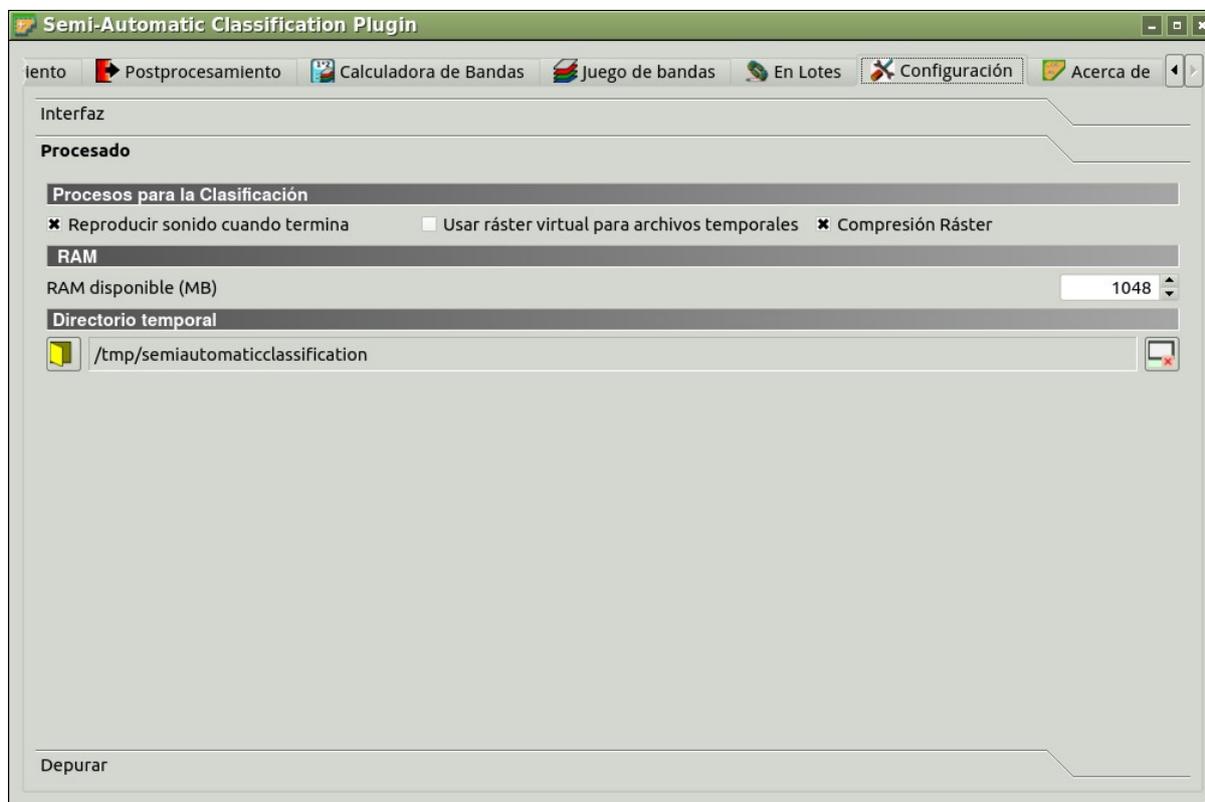
Ahora el complemento Semi-Automatic Classification Plugin está instalado, un panel y una barra de herramientas se han agregado a QGIS. También está disponible el menú SCP en la Barra de Menú de QGIS. Puedes mover la *SCP Herramientas* (página 31) y el panel según tus necesidades, como en la siguiente imagen.



Se recomienda la configuración de memoria RAM disponible para reducir el tiempo de procesamiento. En el *SCP* menú (página 29) selecciona  Configuración > Procesado.



En la *Configuración* (página 117), ajusta la memoria RAM disponible (MB) en un valor que debería ser la mitad de la memoria RAM del sistema. Por ejemplo, si tu sistema tiene 2GB de RAM, ajusta el valor a 1024MB.





## Instalación en Ubuntu Linux

### QGIS descarga e instalación

- Abre una terminal y escribe:

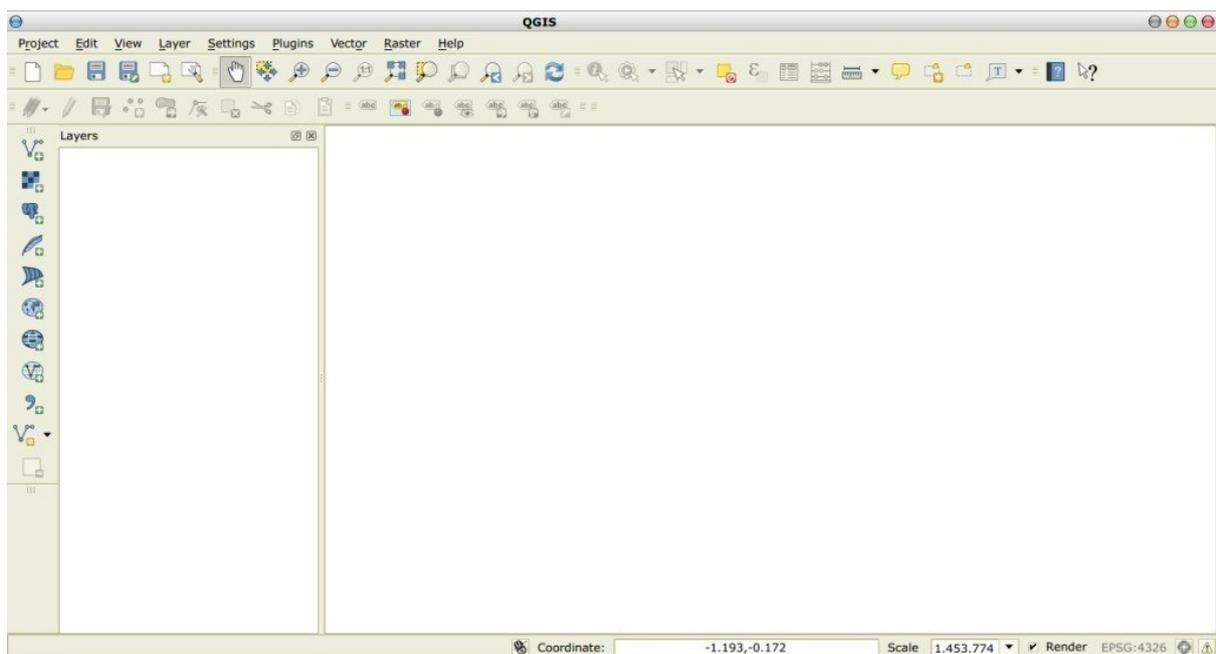
```
sudo apt-get update
```

- Presiona Enter y escribe la contraseña de usuario;
- Escribe en la terminal:

```
sudo apt-get install qgis python-matplotlib python-scipy
```

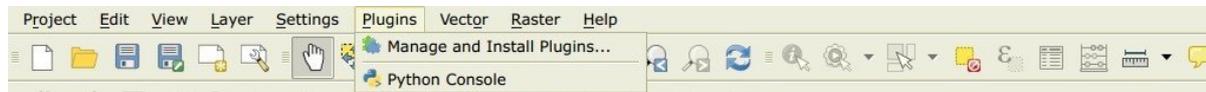
- Presiona Enter y espera hasta que el software se descargue e instale.

Ahora QGIS 2 está instalado.



## Instalación del complemento Semi-Automatic Classification Plugin

- Ejecuta QGIS 2;
- Desde el menú principal selecciona Complementos > Administrar e instalar complementos;

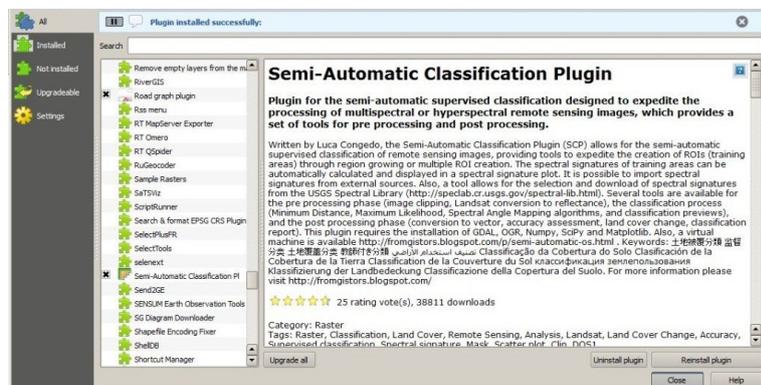


- De la opción Todos selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin y haz clic sobre Instalar complemento;

**Consejo:** en caso de problemas o requerirse instalación sin conexión consulta *¿Cómo instalar el complemento manualmente?* (página 257) y *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?* (página 257).

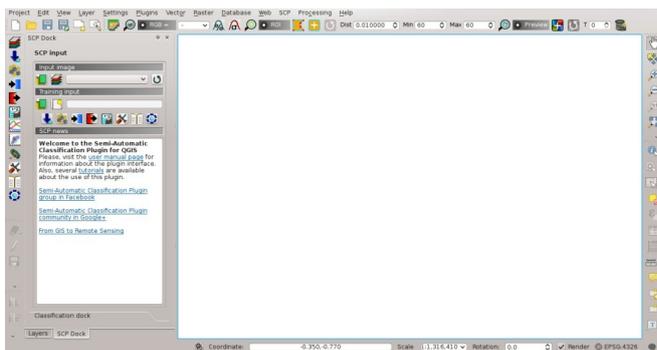


- El SCP se activará automáticamente; de todos modos, asegúrate de que el Semi-Automatic Classification Plugin está seleccionado en el menú Instalados (el reinicio de QGIS es necesario para completar la instalación de SCP);

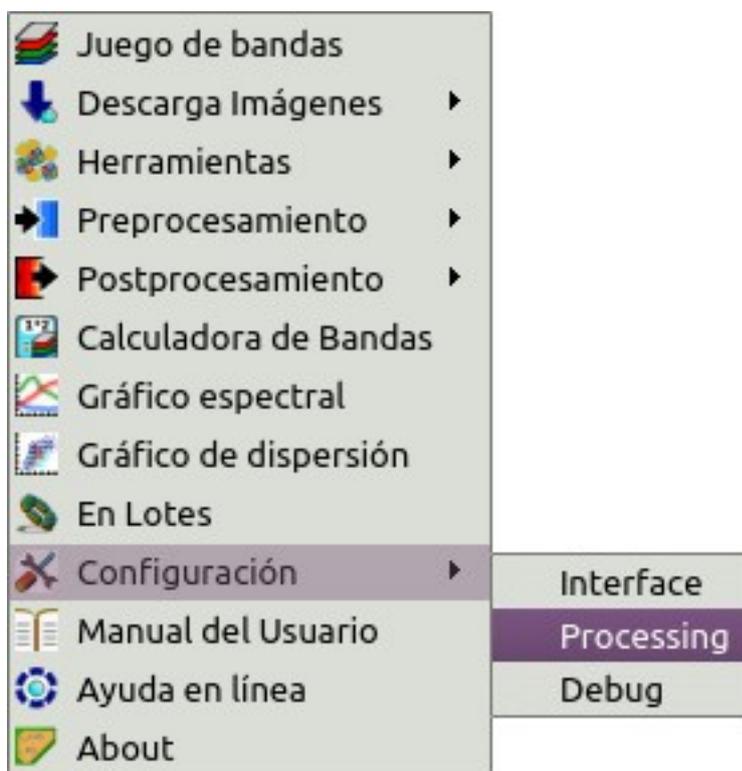


## Configuración del complemento

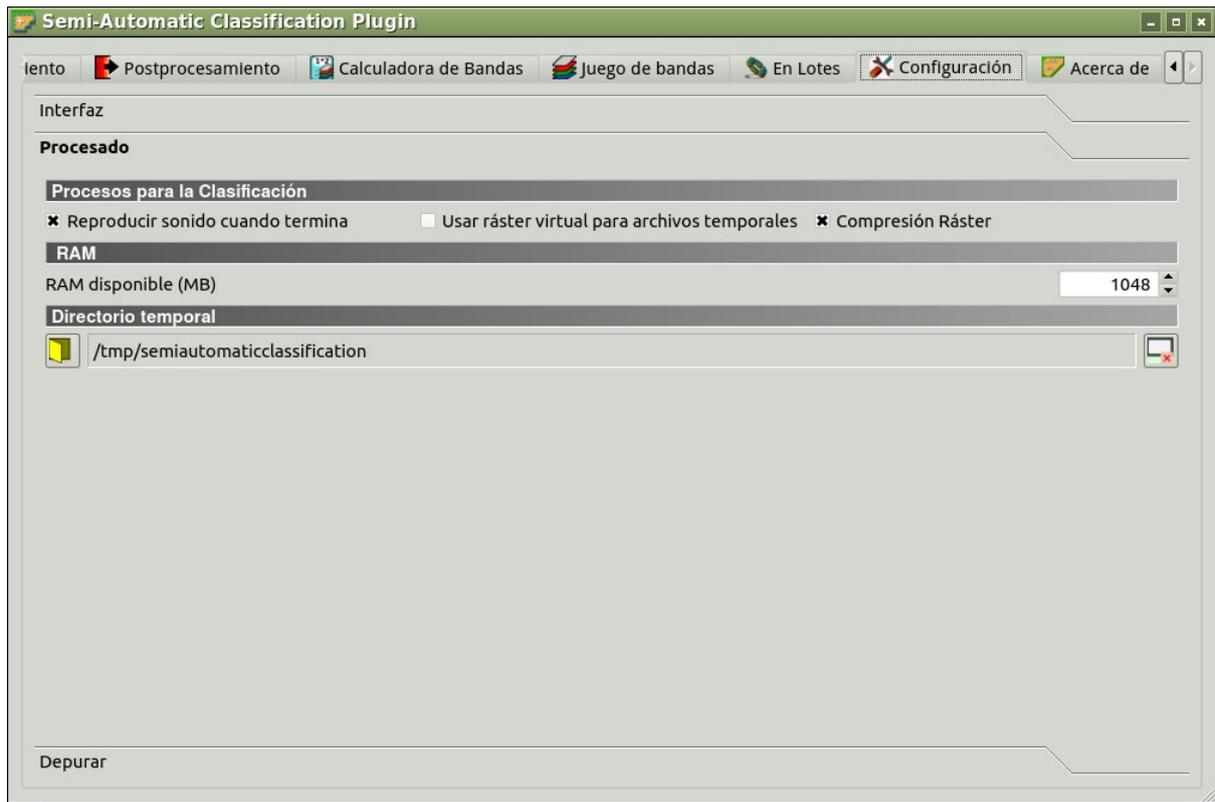
Ahora el complemento Semi-Automatic Classification Plugin está instalado, un panel y una barra de herramientas se han agregado a QGIS. También está disponible el menú SCP en la Barra de Menú de QGIS. Puedes mover la *SCP Herramientas* (página 31) y el panel según tus necesidades, como en la siguiente imagen.



Se recomienda la configuración de memoria RAM disponible para reducir el tiempo de procesamiento. En el *SCP* menú (página 29) selecciona  Configuración > Procesado.



En la *Configuración* (página 117), ajusta la memoria RAM disponible (MB) en un valor que debería ser la mitad de la memoria RAM del sistema. Por ejemplo, si tu sistema tiene 2GB de RAM, ajusta el valor a 1024MB.



---

## Instalación en Debian Linux

---

### QGIS descarga e instalación

- Abre una terminal y escribe:

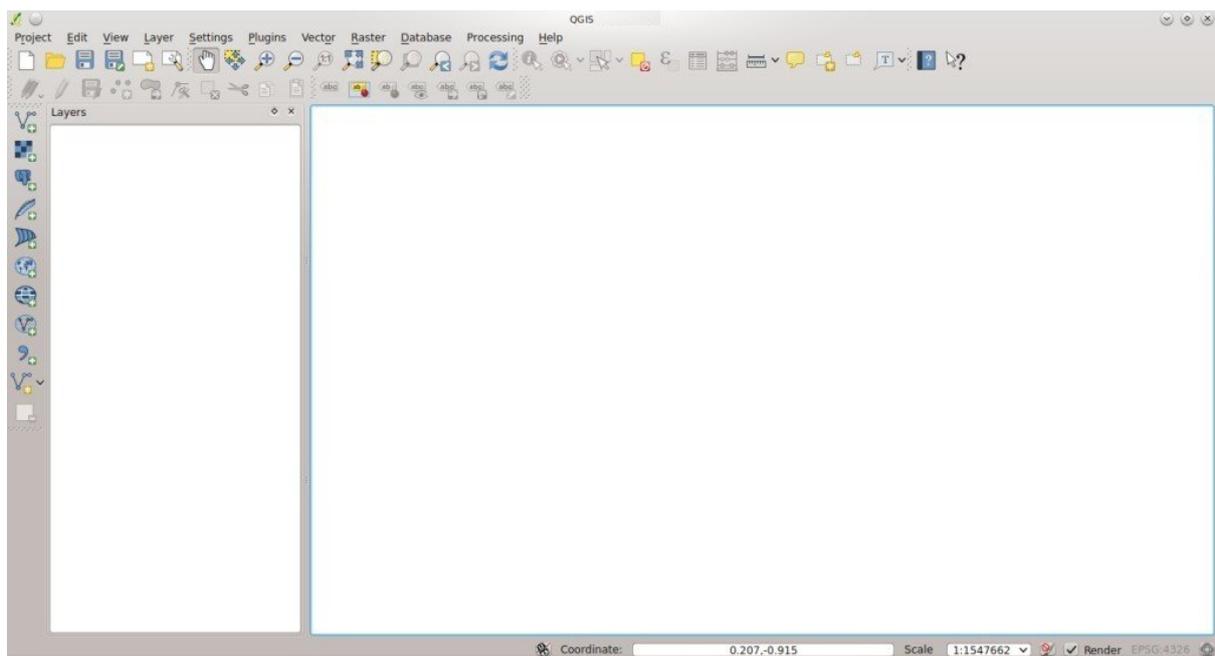
```
sudo apt-get update
```

- Presiona Enter y escribe la contraseña de usuario;
- Escribe en la terminal:

```
sudo apt-get install qgis python-matplotlib python-scipy
```

- Presiona Enter y espera hasta que el software se descargue e instale.

Ahora QGIS 2 está instalado.



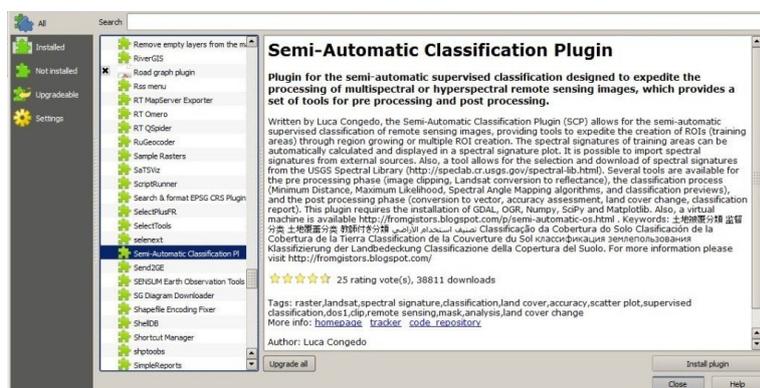
## Instalación del complemento Semi-Automatic Classification Plugin

- Ejecuta QGIS 2;
- Desde el menú principal, selecciona Complementos > Administrar e instalar complementos;

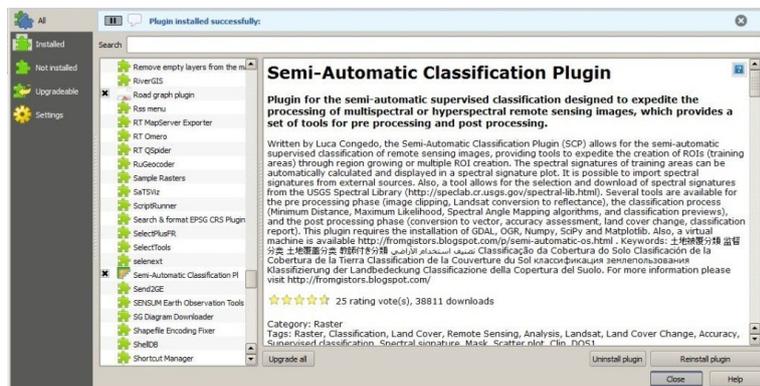


- De la opción Todos selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin y haz clic sobre Instalar complemento;

**Consejo:** en caso de problemas o requerirse instalación sin conexión consulta *¿Cómo instalar el complemento manualmente?* (página 257) y *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?* (página 257).

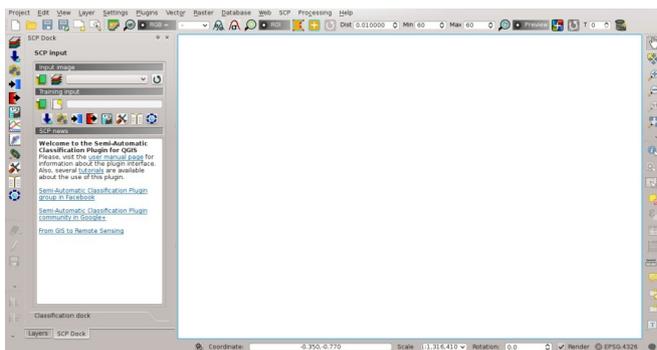


- El SCP se activará automáticamente; de todos modos, asegúrate de que el Semi-Automatic Classification Plugin está seleccionado en el menú Instalados (el reinicio de QGIS es necesario para completar la instalación de SCP);

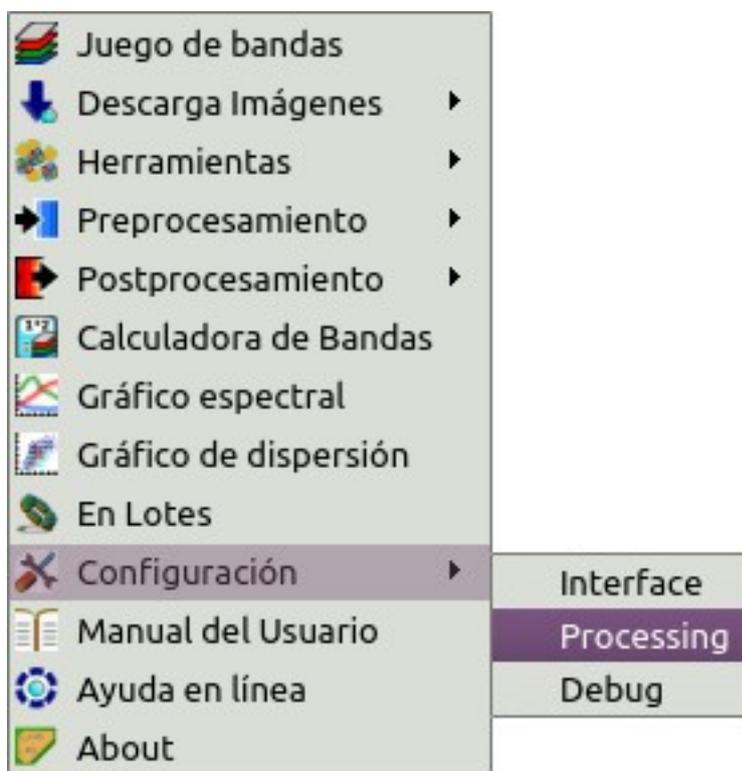


## Configuración del complemento

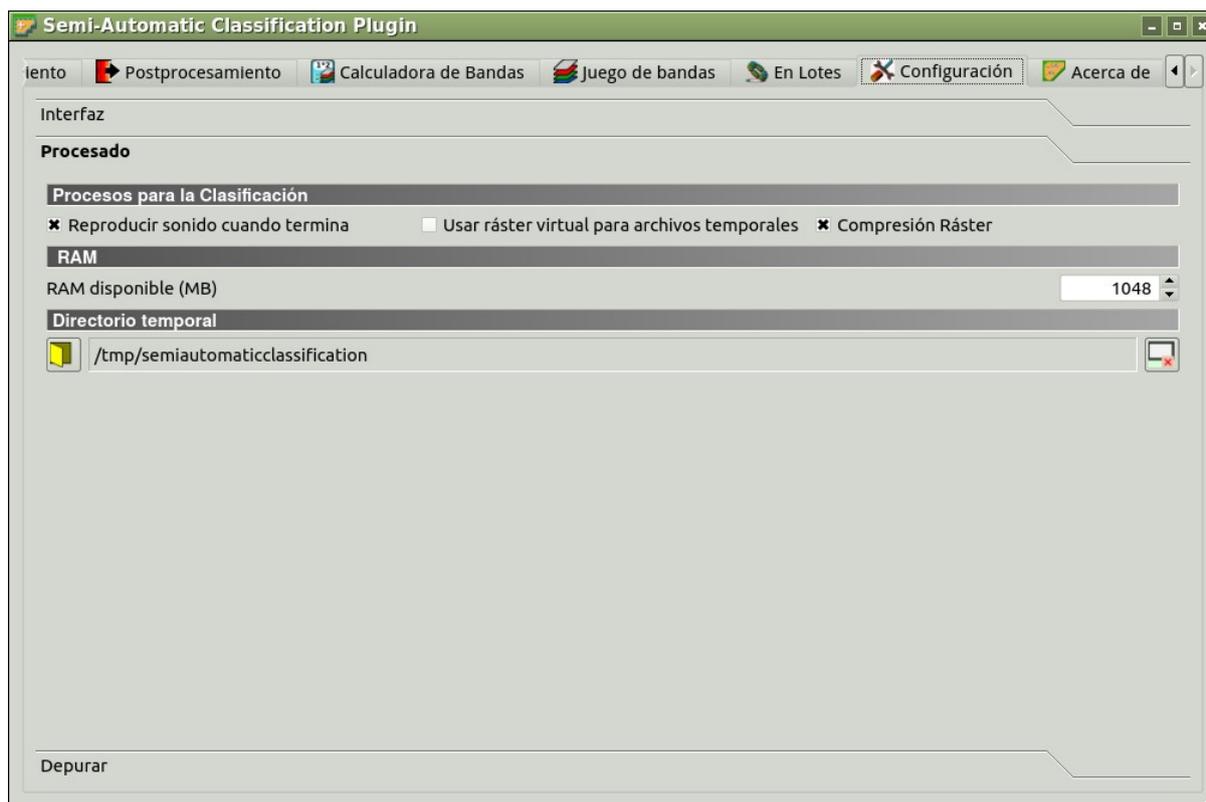
Ahora el complemento Semi-Automatic Classification Plugin está instalado, un panel y una barra de herramientas se han agregado a QGIS. También está disponible el menú SCP en la Barra de Menú de QGIS. Puedes mover la *SCP Herramientas* (página 31) y el panel según tus necesidades, como en la siguiente imagen.



Se recomienda la configuración de memoria RAM disponible para reducir el tiempo de procesamiento. En el *SCP* menú (página 29) selecciona  Configuración > Procesado.



En la *Configuración* (página 117), ajusta la memoria RAM disponible (MB) en un valor que debería ser la mitad de la memoria RAM del sistema. Por ejemplo, si tu sistema tiene 2GB de RAM, ajusta el valor a 1024MB.



---

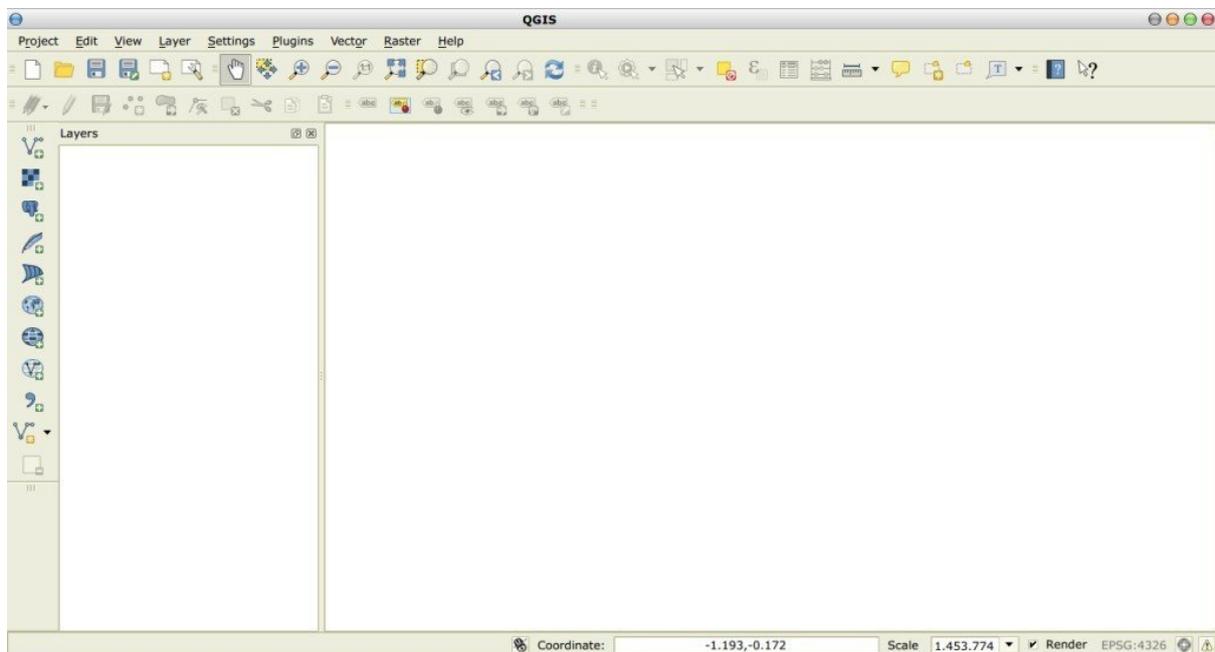
## Instalación en Mac OS

---

### QGIS descarga e instalación

- Descarga e instala la última versión de QGIS y GDAL de [aquí](#) .
- Además descarga e instala los módulos de python Numpy, Scipy, y Matplotlib desde este [enlace](#) .

Ahora QGIS 2 está instalado.



### Instalación del complemento Semi-Automatic Classification Plugin

- Ejecuta QGIS 2;
- Desde el menú principal, selecciona Complementos > Administrar e instalar complementos;

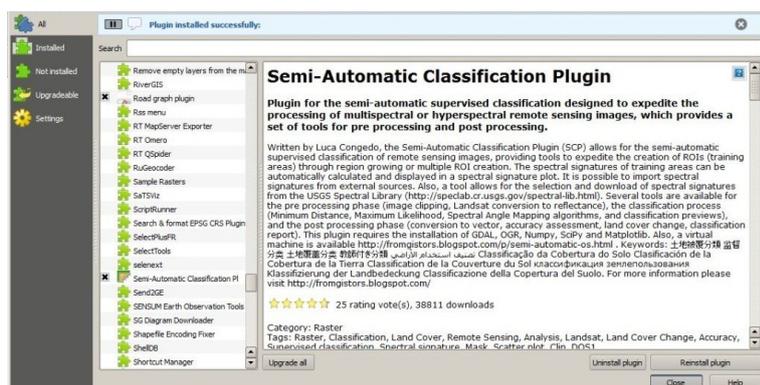


- De la opción Todos selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin y haz clic sobre Instalar complemento;

**Consejo:** en caso de problemas o requerirse instalación sin conexión consulta *¿Cómo instalar el complemento manualmente?* (página 257) y *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?* (página 257).

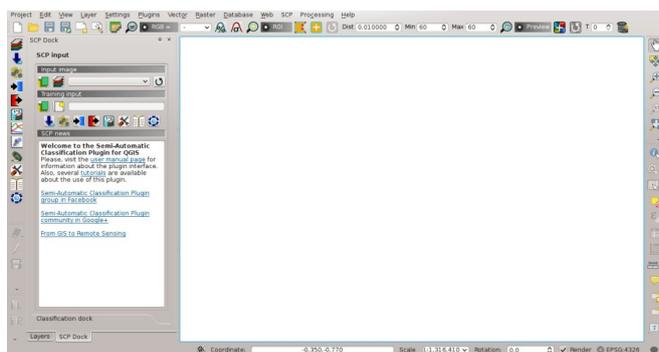


- El SCP se activará automáticamente; de todos modos, asegúrate de que el Semi-Automatic Classification Plugin está seleccionado en el menú Instalados (el reinicio de QGIS es necesario para completar la instalación de SCP);

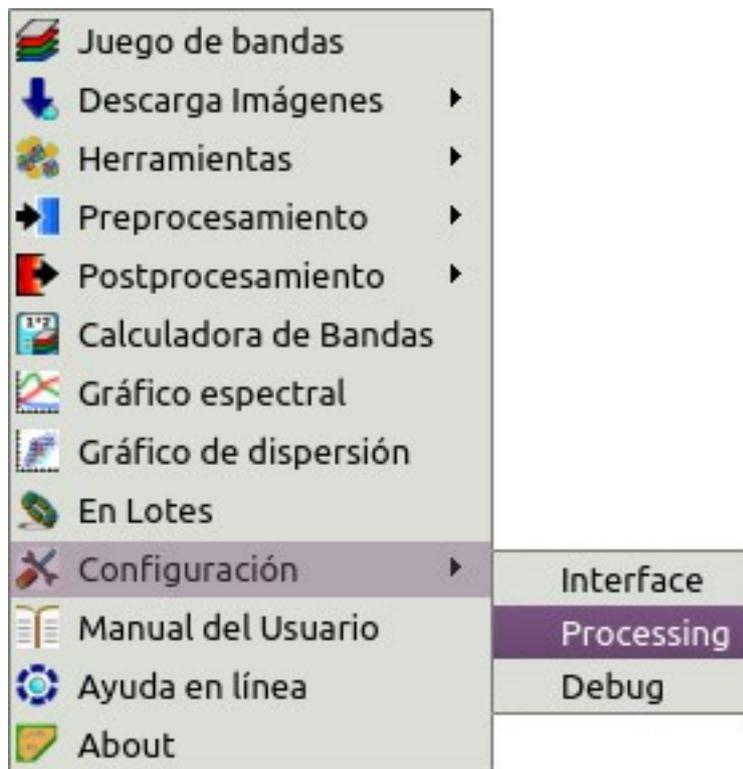


## Configuración del complemento

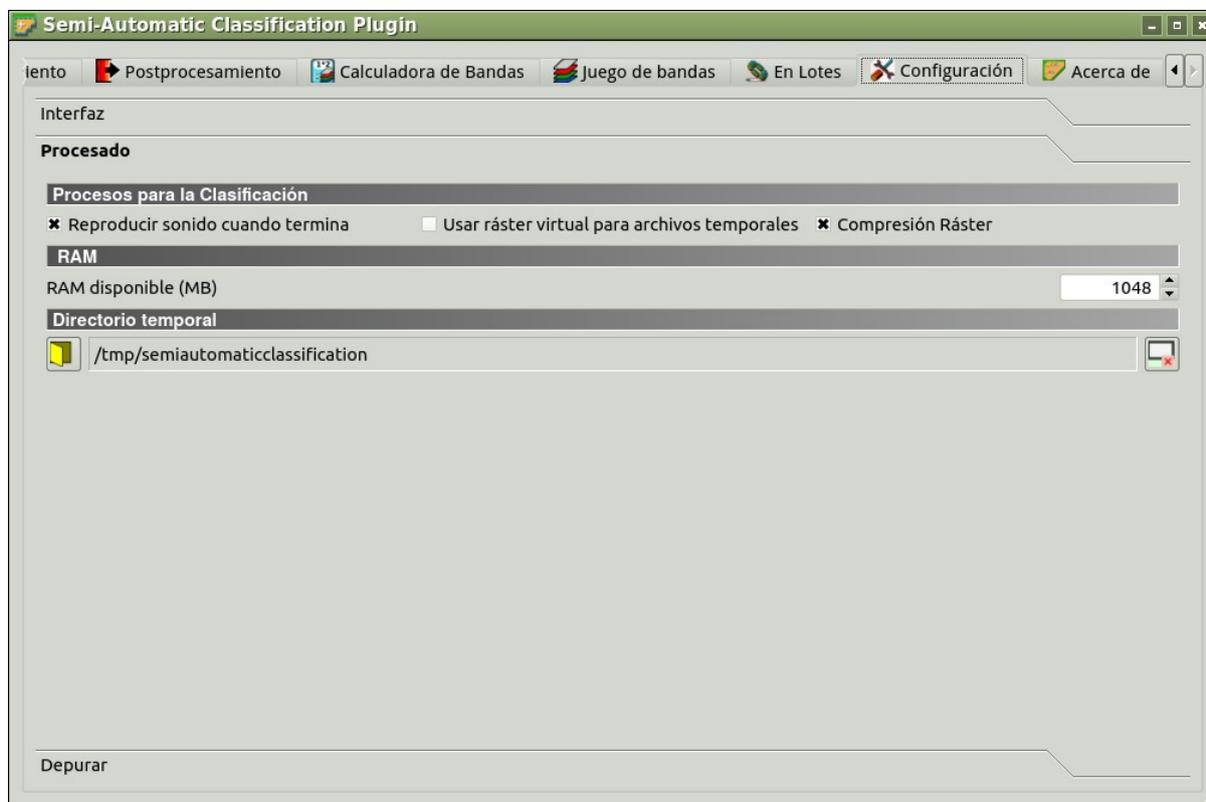
Ahora el complemento Semi-Automatic Classification Plugin está instalado, un panel y una barra de herramientas se han agregado a QGIS. También está disponible el menú SCP en la Barra de Menú de QGIS. Puedes mover la *SCP Herramientas* (página 31) y el panel según tus necesidades, como en la siguiente imagen.



Se recomienda la configuración de memoria RAM disponible para reducir el tiempo de procesamiento. En el *SCP* menú (página 29) selecciona  Configuración > Procesado.



En la *Configuración* (página 117), ajusta la memoria RAM disponible (MB) en un valor que debería ser la mitad de la memoria RAM del sistema. Por ejemplo, si tu sistema tiene 2GB de RAM, ajusta el valor a 1024MB.





## **Parte III**

# **La Interfaz de SCP**



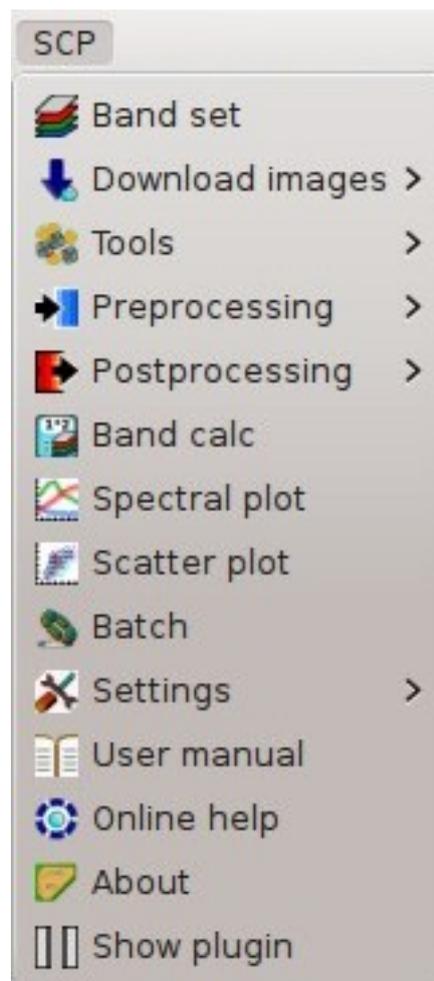


Figura 6.1: *SCP* menú

El *SCP* menú permite seleccionar las principales funciones de la *Ventana Principal de la Interfaz* (página 49), el *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123), y el *Gráfico de Dispersión* (página 131).

-  *Conjunto de bandas* (página 111);
-  *Descarga de Imágenes* (página 51);
-  *Herramientas* (página 66);
-  *Preprocesamiento* (página 78);
-  *Postprocesamiento* (página 93);
-  *Calculadora de Bandas* (página 107);
-  *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123);
-  *Gráfico de Dispersión* (página 131);
-  *En Lotes* (página 113);
-  *Configuración* (página 117);
-  *Manual del Usuario*: abre el manual del usuario en línea en un navegador web;
-  *Online help*: open the [Online help](#) in a web browser; also, a [Facebook group](#) and a [Google+ Community](#) are available for sharing information and asking for help about SCP;
-  *Mostrar complemento plugin*: Muestra todas las barras de herramientas y el pane, si están ocultas;



Figura 7.1: SCP Herramientas

La barra de herramientas *SCP Herramientas* permite elegir las funciones principales de la *Ventana Principal de la Interfaz* (página 49), el *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123), y el *Gráfico de Dispersión* (página 131).

-  *Conjunto de bandas* (página 111);
-  *Descarga de Imágenes* (página 51);
-  *Herramientas* (página 66);
-  *Preprocesamiento* (página 78);
-  *Postprocesamiento* (página 93);
-  *Calculadora de Bandas* (página 107);
-  *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123);
-  *Gráfico de Dispersión* (página 131);
-  *En Lotes* (página 113);
-  *Configuración* (página 117);
-  *Manual del Usuario*: abre el manual del usuario en línea en un navegador web;

-  *Online help*: open the [Online help](#) in a web browser; also, a [Facebook group](#) and a [Google+ Community](#) are available for sharing information and asking for help about SCP;

---

## Barra de Trabajo

---



Figura 8.1: *Barra de Trabajo*

La *Barra de Trabajo* permite elegir opciones para mostrar la *Imagen de entrada* (página 38), creación de *ROIs temporales* y *clasificaciones preliminares*.

Las funciones se describen en detalle en los siguientes párrafos, usando estas convenciones:

= Ingresar fecha

[ I ] = Ingresar texto

= Lista

= Introducir número

● = Opcional

● = Configuración guardada en el proyecto activo de QGIS

● = Configuración guardada en el registro de QGIS

= Deslizador

--	--	--	--	--

 = Tabla

## Control de la imagen

- : muestra la *Ventana Principal de la Interfaz* (página 49);
- : ajusta el mapa a la extensión de la *Imagen de entrada* (página 38);

-  **RGB=**   : usa el botón para mostrar/ocultar la *Imagen de entrada* (página 38) en el mapa; de la lista selecciona una *Composición de Color* (página 147) que será aplicada a la *Imagen de entrada* (página 38); se pueden ingresar nuevas composiciones de color escribiendo los números de banda separados por `-` o `;` o `,` (Ej. RGB = 4-3-2 o RGB = 4;3;2 o RGB = 4,3,2);
-  : muestra el estiramiento de la imagen de entrada obteniendo los valores mínimos y máximos en función del conteo acumulativo de la extensión actual del mapa;
-  : muestra el estiramiento de la imagen de entrada obteniendo los valores mínimos y máximos en función de la desviación estándar de la extensión actual del mapa;

## ROI Temporal

Un *ROI temporal* es un polígono temporal mostrado en el mapa, el cual puede ser guardado permanentemente en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40). El *ROI temporal* puede ser dibujado manualmente o usando el *Algoritmo de Región Incremental* (página 151).

-  : ajusta el mapa a la extensión del *ROI temporal*;
-  **ROI**: usa este botón para mostrar/ocultar el *ROI temporal* y el *Entrenamiento de Entrada* en el mapa;
-  : activa el puntero para crear un *ROI temporal* dibujando un polígono en el mapa; clic izquierdo en el mapa para definir los vértices del ROI y clic derecho para definir el último vértice y cerrar el polígono; presiona la tecla **CTRL** para agregar un polígono multipartes; presiona las teclas **CTRL + Z** para remover el último polígono multipartes;
-  : activa el puntero para crear un *ROI temporal* usando el Algoritmo de Región Incremental ; clic izquierdo en el mapa para crear el ROI; clic derecho en el mapa para mostrar la firma espectral del pixel de la *Imagen de entrada* (página 38) en el *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123); presiona la tecla **CTRL** para agregar un polígono multipartes (no se crearán nuevas partes si se solapan con otras); presiona la tecla **CTRL + Z** para quitar el último polígono multiparte;
-  : crea un *ROI temporal* usando el Algoritmo de Región Incremental en el mismo pixel de origen del anterior; es útil después de cambiar los *parámetros región incremental*;

**Parámetros de Región Incremental: los siguientes parámetros son requeridos para la creación del ROI usando un Algoritmo**

- Dist**   : establece el intervalo que define la distancia espectral máxima entre el pixel de origen y los pixeles de su alrededor (en unidades radiométricas);
- Min**   : establece el área mínima del ROI (en unidades de pixel); esta configuración sobreescribe el Radio del rango hasta que el tamaño mínimo del ROI es alcanzado; si ROI rápido en una banda está seleccionado, el ROI tendrá al menos el tamaño definido en Tamaño Min del ROI; si ROI rápido en una banda no está seleccionado, el ROI podría tener un tamaño menor que el Tamaño Min del ROI;
- Max**   : establece el ancho máximo del ROI (i.e. el largo de un lado de un cuadrado, centrado en el pixel de origen, el cual inscribe al ROI) en unidades de pixel;

## Clasificación preliminar

*Clasificación preliminar* permite mostrar clasificaciones temporales (i.e. clasificación preliminar). La vista preliminar de la clasificación es útil para probar el algoritmo en un área pequeña de la *Imagen de entrada* (página 38), antes de clasificar la imagen completa que puede tomar mucho tiempo (mira *Classification output* (página 47)).

*Clasificación preliminar* es ejecutada de acuerdo a los parámetros definidos en el *Classification algorithm* (página 46).

Adicionalmente al raster de clasificación, es posible mostrar un *Ráster de Algoritmo* (página 158), el cual es útil para evaluar la distancia de un pixel clasificado como `clase X` a la firma espectral correspondiente  $X$ . En *Previsualización de la clasificación*, los pixeles negros distan de la firma espectral correspondiente (probablemente se necesita recolectar una nueva ROI o firma espectral en esa área). Los pixeles blancos son cercanos a la firma espectral correspondiente (probablemente la forma espectral identifica correctamente esos pixeles).

Luego de la creación de una nueva vista previa, las antiguas son colocadas en el Panel de Capas de QGIS dentro de un grupo de capas llamado `Class_temp_group` (se puede definir un nombre personalizado en *Nombre temporal de grupo* (página 119)) y son eliminadas cuando la sesión de QGIS es cerrada.

**ADVERTENCIA:** Las clasificaciones preliminares son eliminadas automáticamente del disco cuando la sesión de QGIS se cierra; un mensaje de QGIS (que puede ser ignorado) podría preguntar por la ruta de capas perdidas cuando abras un proyecto grabado anteriormente.

-  : ajusta el mapa a la extensión de la última *Clasificación preliminar* (página 35);
-  *Previa*: usa el botón para mostrar/ocultar la última *Clasificación preliminar* (página 35) en el mapa;
-  : activa el puntero para la creación de una *Clasificación preliminar* (página 35); clic izquierdo en el mapa para iniciar el proceso de clasificación y mostrar su vista preliminar; clic derecho inicia el proceso de clasificación y muestra el *Ráster de Algoritmo* (página 158) de la vista preliminar;
-  : crea una nueva *Clasificación preliminar* (página 35) centrada en el mismo pixel de la anterior;
- $T$   : cambia dinámicamente la transparencia de la clasificación preliminar, lo cual es útil para comparar la clasificación con otras capas;
- $S$    : tamaño de la vista preliminar en unidades de pixel (i.e. el largo de un lado de un cuadrado, centrado en el pixel en el cual se dio clic);
-  : elimina de QGIS las *clasificación preliminar* que están registradas en el *Class\_temp\_group*;



- *SCP entrada de datos* (página 38)
  - *Imagen de entrada* (página 38)
  - *Entrada de Entrenamiento* (página 40)
  - *SCP news* (página 40)
- *Panel para Clasificación* (página 41)
  - *ROI Signature list* (página 41)
  - *ROI creación de* (página 42)
  - *Macroclasses* (página 44)
  - *Classification algorithm* (página 46)
  - *Classification output* (página 47)

El *Panel SCP* permite la definición de las entradas, la creación de ROIs (Regiones de Interés) y firmas espectrales, y la clasificación de una imagen de entrada.

La *Imagen de entrada* (página 38), a ser clasificada, puede ser un ráster multibanda o un conjunto de bandas individuales definido en *Conjunto de bandas* (página 111).

El *Entrada de Entrenamiento* (página 40), creado con *SCP*, guarda los polígonos ROI y las firmas espectrales utilizadas para la clasificación de cobertura del suelo de la *Imagen de entrada* (página 38).

Las ROIs son polígonos utilizados para la definición de firmas espectrales características de las clases de cobertura del suelo. *SCP* permite la creación de *polígonos ROI temporales* utilizando un algoritmo de región incremental o dibujándolos manualmente. Al utilizar el algoritmo de región incremental, la imagen es segmentada alrededor de un píxel semilla incluyendo los píxeles espectralmente homogéneos. *Polígonos ROI temporales* pueden ser grabados en el ref: 'training\_input' junto con las firmas espectrales del ROI. Es importante notar que la clasificación está siempre basada en las firmas espectrales.

En *SCP* las clases de cobertura del suelo (y ROIs) están definidas con un sistema de :guilabel: 'Clases (Clase ID) y Macroclasses (Macroclase ID) (ver *Clases y Macroclasses* (página 153)) que son utilizadas para el proceso de clasificación. Cada *Macroclase ID* está relacionada a una *Información de Macroclase* (ej. nombre de macroclase), y cada *Clase ID* está relacionada a una *Información de Clase* (ej. nombre de clase), pero sólo el *Macroclase ID* y el *Clase ID* son utilizados en el proceso de clasificación.

La Entrada de Entrenamiento está compuesta por una parte vectorial (i.e. un archivo shape) y una parte de firma espectral, las cuales son independientes. La tabla de atributos del vector contiene cuatro campos, como se muestra en la siguiente tabla.

*Atributos de la Entrada de Entrenamiento*

Descripción	Nombre de Campo	Tipo de Campo
Macroclase ID	MC_ID	int
Información de Macroclase	MC_Info	texto
Clase ID	C_ID	int
Información de Clase	C_Info	texto

Las firmas espectrales de las clases son calculadas a partir de los ROIs y grabadas en la *Entrada de Entrenamiento* (página 40). Adicionalmente, las firmas espectrales pueden ser importadas de otras fuentes (ver *Importar firmas* (página 67)).

El uso de *Macroclase ID* o *Clase ID* para la clasificación es definida con la opción *Usar MC ID o C ID* in *Classification algorithm* (página 46). Es importante notar que cuando se usa *Macroclase ID* todas las firmas espectrales son evaluadas separadamente y cada píxel es clasificado con el correspondiente *MC ID* (i.e. no se combinan las firmas antes de la clasificación).

La **clasificación** puede ser ejecutada para toda la imagen ( *Classification output* (página 47) ) o para una parte de ella, creando una *Clasificación preliminar* (página 35).

Las funciones se describen en detalle en los siguientes párrafos, usando estas convenciones:

 = Ingresar fecha

 = Ingresar texto

 = Lista

 = Introducir número

 = Opcional

 = Configuración guardada en el proyecto activo de QGIS

 = Configuración guardada en el registro de QGIS

 = Deslizador

 = Tabla

## SCP entrada de datos

### Imagen de entrada

Esta sección permite la selección de la imagen a ser clasificada. Los rásters deben estar ya cargados en QGIS.

La *Imagen de entrada* (página 38), a ser clasificada, puede ser un ráster multi-banda o un conjunto de bandas individuales definido en *Conjunto de bandas* (página 111). Si se selecciona un ráster multi-banda, las bandas ráster son listadas en *Conjunto de bandas* (página 111).

■  : abre uno o más archivos ráster y los añade a *Conjunto de bandas* (página 111);

■  : abre el *Conjunto de bandas* (página 111);

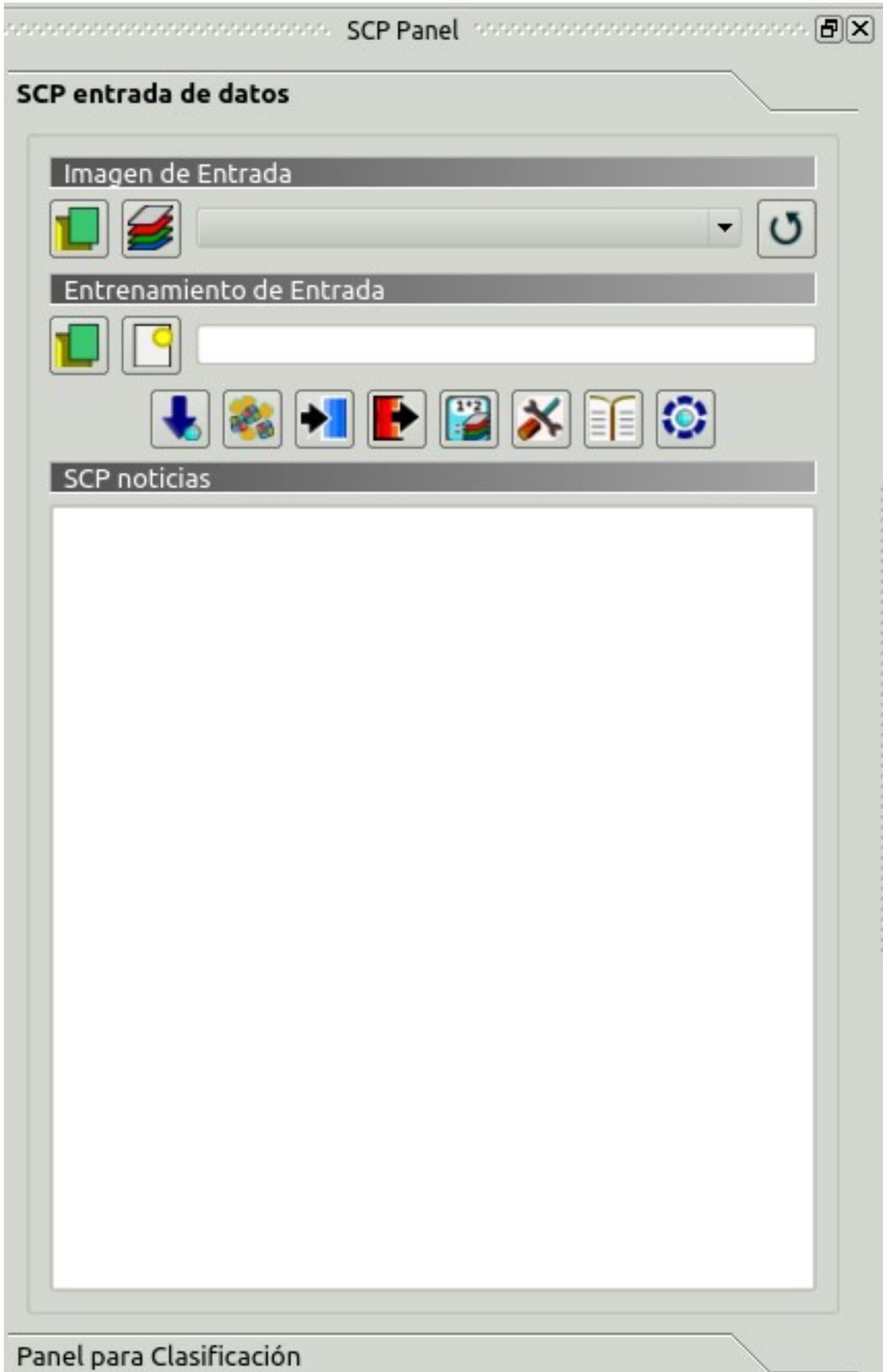


Figura 9.1: Entrada SCP

- 
 : selecciona la imagen de entrada de una lista de imágenes multispectrales cargadas en QGIS; si *Conjunto de bandas* (página 111) está definido, entonces esta lista contendrá el item << band set >>;
- 
 : recargar la lista de capas;

## Entrada de Entrenamiento

La Entrada de Entrenamiento es un archivo “.scp” creado en `guiabel:SCP` (i.e. un archivo zip conteniendo un shapefile y un archivo xml) utilizado para guardar las ROIs y las firmas espectrales.

**Atención:** Los archivos de listas de firmas creados con versiones anteriores de *SCP* no son compatibles con SPC 5; sin embargo, es posible importar un shapefile de ROIs usando la herramienta `:ref:import_shapefile_tab`.

Las ROIs y firmas espectrales se muestran en la *ROI Signature list* (página 41). ROIs y firmas espectrales pueden ser importadas de otras fuentes (ver *Importar firmas* (página 67)) y exportadas (ver *Exportar firmas* (página 71)). Las ROIs se muestran en QGIS como un archivo vectorial (para prevenir pérdida de datos, no se debe editar esta capa usando las funciones de QGIS).

- 
 : Abrir un archivo de entrada de entrenamiento; Las ROIs y firmas espectrales son cargadas en *ROI Signature list* (página 41); theel archivo vectorial de la entrada de entrenamiento es cargada en QGIS;
- 
 : create an empty training input file (.scp); the vector part of the training input is loaded in QGIS; also a backup file is created (a file .scp.backup in the same directory as the file .scp) when the training input file is saved;
- Training input 
 : it displays the path to the training input file;
- 
 : open the *Descarga de Imágenes* (página 51);
- 
 : open the *Herramientas* (página 66);
- 
 : open the *Preprocesamiento* (página 78);
- 
 : open the *Postprocesamiento* (página 93);
- 
 : open the *Calculadora de Bandas* (página 107);
- 
 : open the *Configuración* (página 117);
- 
 : abre el manual de usuario en línea en un navegador web;
- 
 : open the [Online help](#) in a web browser; also, a [Facebook group](#) and a [Google+ Community](#) are available for sharing information and asking for help about *SCP*;

## SCP news

This section displays news about the *SCP* and related services. News are downloaded on startup (internet connection required). It can be enabled or disabled in the settings *Panel* (página 119).

## Panel para Clasificación

The *Classification dock* is designed to manage the **spectral signatures**, and **classify** the *Imagen de entrada* (página 38).

### ROI Signature list

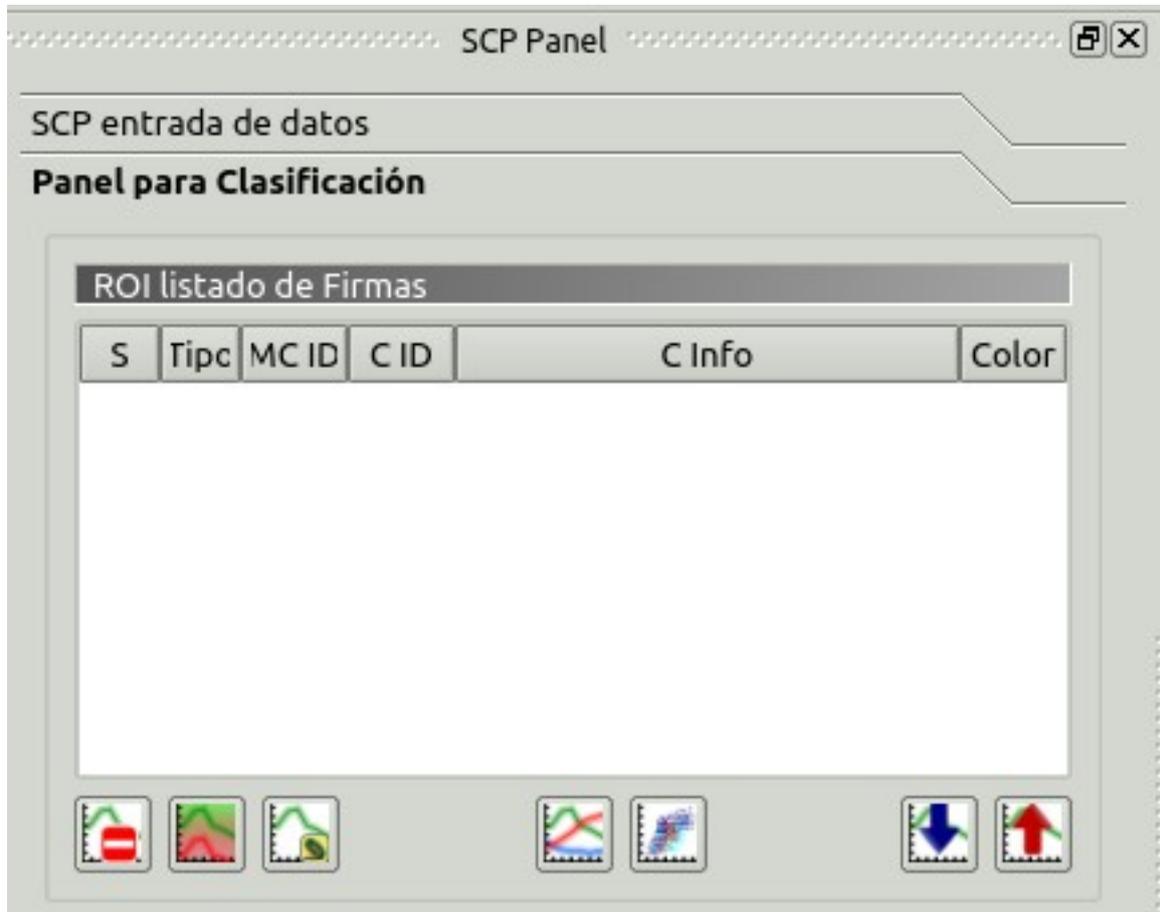


Figura 9.2: ROI Signature list

The *ROI Signature list* displays the ROI polygons and spectral signatures contained in the *Entrada de Entrenamiento* (página 40). If an item is a ROI polygon, double click the item to zoom to that ROI in the map. Items in the table can be highlighted with the mouse left click.

Changes in the *ROI Signature list* are applied to the file *Entrada de Entrenamiento* (página 40) only when the QGIS project is saved. ROIs can be edited, deleted and merged from this table.

**WARNING:** In order to avoid data loss, do not edit the vector *Training input* using the QGIS tools. Use only the tools of *SCP* for managing the *Training input*.

-  **ROI Signature list:**
  - **S:** selection checkbox; only the spectral signatures checked in this list are used for the classification process;
  - **Type: type of the item:**
    - *R* = only ROI polygon;
    - *S* = only spectral signature;

- $B$  = both ROI and spectral signature;
- *MC ID*: ROI Macroclass ID [int]; it can be edited with a single click; *MC Info* is displayed in *Macroclasses* (página 44); if the ID of a spectral signature is set 0, then pixels belonging to this signature are labelled as unclassified;
- *C ID*: ROI Class ID [int]; it can be edited with a single click;
- *C Info*: ROI Class Information [text]; it can be edited with a single click;
- *Color*: C ID color; double click to select a color for the class that is used in the classification; if the ID of a spectral signature is set 0, then pixels belonging to this signature are labelled as unclassified;

- : delete highlighted ROIs and signatures;
- : merge highlighted spectral signatures or ROIs obtaining a new signature calculated as the average of signature values for each band (covariance matrix is excluded);
- : calculate spectral signatures of highlighted ROIs;
- : muestra las firmas espectrales del ROI en el *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123); la firma espectral es calculada desde la *Imagen de entrada* (página 38);
- : open the *Gráfico de Dispersión* (página 131);
- : open the tab *Exportar firmas* (página 71);
- : open the tab *Importar firmas* (página 67);

## ROI creación de

*ROI creation* is complementary to the *Barra de Trabajo* (página 33) and it allows for saving ROIs to the *Entrada de Entrenamiento* (página 40) defining classes and macroclasses. A *Conjunto de bandas* (página 111) must be defined before the ROI creation, and ROI polygons must be inside the area of the *Band set*.

- *MC ID*   : ROI Macroclass ID [int]; the corresponding *MC Info* is loaded if already defined in *Macroclasses* (página 44);
- *MC Info*   : ROI Macroclass information [text]; style and information for macroclasses are defined in *Macroclasses* (página 44);
- *C ID*   : ROI Class ID [int];
- *C Info*   : ROI Class information [text];
- : delete the last saved ROI from the *Entrada de Entrenamiento* (página 40);
-  *Calculate sig.*  : if checked, while saving a ROI, the spectral signature thereof is calculated (from *Imagen de entrada* (página 38) pixels under ROI polygon) and saved to *Entrada de Entrenamiento* (página 40) (calculation time depends on the band number of *Imagen de entrada* (página 38));



Figura 9.3: ROI creation

-  : save the temporary ROI to the *Entrada de Entrenamiento* (página 40) using the defined classes and macroclasses; ROI is displayed in the *ROI Signature list* (página 41);
-  **Display**  : if the ROI creation pointer is active (see *Barra de Trabajo* (página 33)), the pixel value of selected pixels is displayed in the **Display** dropdown menu.
  - NDVI (Normalized Difference Vegetation Index); NDVI requires the near-infrared and red bands;
  - EVI (Enhanced Vegetation Index); EVI requires the blue, near-infrared and red bands converted to reflectance; wavelengths must be defined in the *Conjunto de bandas* (página 111);
  - Custom; use the custom expression defined in the following line *Expression*;
- Expression**  : set a custom expression; expression is based on the *Band set*; bands are defined as *bandset#b + band number* (e.g. *bandset#b1* for the first band of the *Band set*); for example NDVI for a Landsat image would be  $(\text{bandset\#b4} - \text{bandset\#b3}) / (\text{bandset\#b4} + \text{bandset\#b3})$ ;
-  **Rapid ROI band**  : if checked, temporary ROI is created with region growing using only one *Imagen de entrada* (página 38) band (i.e. region growing is rapider); the band is defined by the *Band set* number; if unchecked, ROI is the result of the intersection between ROIs calculated on every band (i.e. region growing is slower, but ROI is spectrally homogeneous in every band);
-  **Automatic refresh ROI**: calculate automatically a new temporary ROI while *Region growing parameters* in the *Barra de Trabajo* (página 33) are being changed;
-  **Automatic plot**: calculate automatically the temporary ROI spectral signature and display it in the *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123) (MC Info of this spectral signature is set `tempo_ROI`);

## Macroclasses

*Macroclasses* allows for the definition of **Macroclass names and colors** (used to display the results of *Clasificación preliminar* (página 35) and *Classification output* (página 47)). According to *Classification algorithm* (página 46), classifications performed using *C ID* have the colors defined for classes in the *ROI Signature list* (página 41); classifications performed using *MC ID* have the colors defined in the *Macroclasses* (página 44).

*MC IDs* are automatically added to this table when a new ROI is saved to the *ROI Signature list* (página 41) (if the *MC ID* is not already in the list). Settings are stored in *Entrada de Entrenamiento* (página 40).

-  **Macroclasses** :
  - *MC ID*: Macroclass ID [int]; it can be edited with a single click;
  - *MC Info*: Macroclass Information [text]; it can be edited with a single click;
  - *Color*: MC ID color; double click to select a color for the class that is used in the classification;
-  : agrega una nueva fila ala tabla;
-  : elimina las filas seleccionadas de la tabla;

## Estilo de la clasificación

In addition, a previously saved *classification style* (QGIS .qml file) can be loaded and used for classification style.

-  : select a .qml file overriding the colors defined for *C ID* or *MC ID*;

Figura 9.4: *Macroclases*

- : reset style to default (i.e. use the colors defined for *C ID* or *MC ID*);

## Classification algorithm

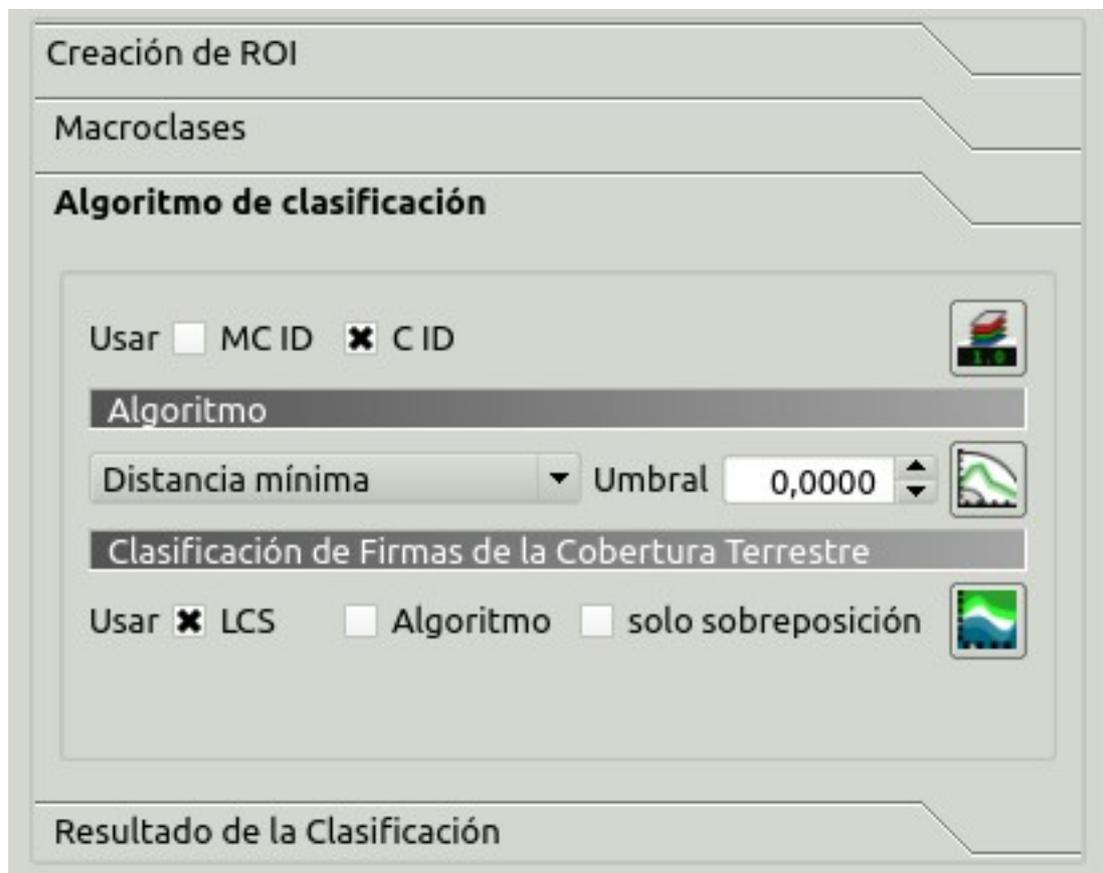


Figura 9.5: *Classification algorithm*

The *Classification algorithm* includes several functions for the classification process used also during the *Clasificación preliminar* (página 35).

- Use  *MC ID*  *C ID* : if *MC ID* is checked, the classification is performed using the Macroclass ID (code *MC ID* of the signature); if *C ID* is checked, the classification is performed using the Class ID (code *C ID* of the signature);
- : open the *Peso de banda del algoritmo* (página 71) for the definition of band weights;

## Algoritmo

Classification is performed using the selected algorithm.

-  : available *Algoritmos de clasificación* (página 154) are:
  - Distancia mínima* (página 154);
  - Máxima Probabilidad* (página 154);
  - Mapeo del Angulo Espectral* (página 155);

- **Threshold**  : it allows for the definition of a classification threshold (applied to all the spectral signatures); for
  - para Distancia mínima, los pixeles no serán clasificados si la distancia es mayor que el valor del umbral;
  - para Máxima Probabilidad, los pixeles no serán clasificados si la probabilidad es menor que el valor del umbral (máx 100);
  - for Spectral Angle Mapping, pixels are unclassified if spectral angle distance is greater than threshold value (max 90);
-  : open the *Umbral de firma* (página 73) for the definition of signature thresholds;

## Land Cover Signature Classification

*Land Cover Signature Classification* (página 156) is a classification that can be used as alternative or in combination with the *Algoritmo* (página 46) (see *Umbral LCS* (página 74)). Pixels belonging to two or more different classes (or macroclasses) are classified as *Class overlap* with raster value = -1000.

- Use  *LCS*  *Algorithm*  *only overlap*: if *LCS* is checked, the *Land Cover Signature Classification* is used; if *Algorithm* is checked, the selected *Algoritmo* (página 46) is used for unclassified pixels of the *Land Cover Signature Classification*; if *only overlap* is checked, the selected *Algoritmo* (página 46) is used only for class overlapping pixels of the *Land Cover Signature Classification*; unclassified pixels of the *Land Cover Signature Classification* are left unclassified;
-  : open the *Umbral LCS* (página 74);

## Classification output

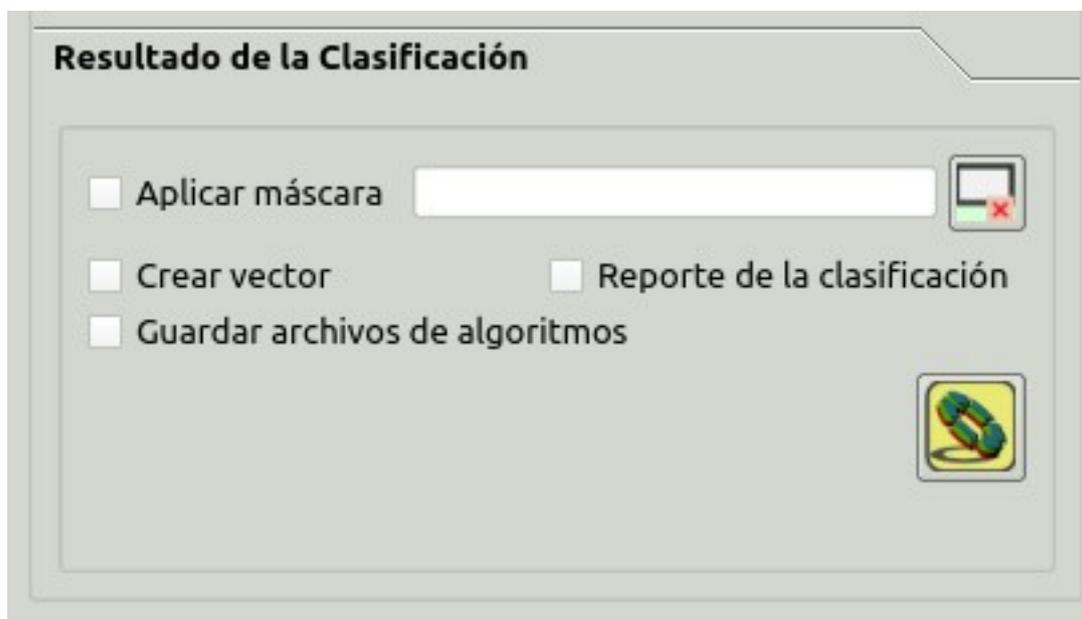


Figura 9.6: *Classification output*

*Classification output* allows for the classification of the *Imagen de entrada* (página 38) according to the parameters defined in *Classification algorithm* (página 46).

Classification raster is a file `.tif` (a QGIS style file `.qml` is saved along with the classification); also other outputs can be optionally calculated. Outputs are loaded in QGIS after the calculation.

-  *Apply mask*  : if checked, a shapefile can be selected for masking the classification output (i.e. the area outside the shapefile is not classified);
-  : reset the mask shapefile;
-  *Create vector*  : if checked, in addition to the classification raster, a classification shapefile is saved in the same directory and with the same name as the *Classification output*; conversion to vector can also be performed at a later time (see *Clasificación a vectorial* (página 98));
-  *Classification report*  : if checked, a report about the land cover classification is calculated and saved as a `.csv` file in the same directory and with the same name (with the suffix `_report`) as the *Classification output*; report can also be performed at a later time (see *Reporte de la clasificación* (página 96));
-  *Save algorithm files*   : if checked, the *Ráster de Algoritmo* (página 158) is saved, in addition to the classification raster, in the same directory as the *Classification output*; a raster for each spectral signature used as input (with the suffix `_sig_MC ID_C ID`) and a general algorithm raster (with the suffix `_alg_raster`) are created;
-  : choose the output destination and start the image classification;

---

## Ventana Principal de la Interfaz

---

- *Descarga de Imágenes* (página 51)
  - *Descargar Landsat* (página 51)
  - *Descargar Sentinel-2* (página 55)
  - *Descargar ASTER* (página 59)
  - *MODIS download* (página 62)
- *Herramientas* (página 66)
  - *Creación de ROI Múltiples* (página 66)
  - *Importar firmas* (página 67)
  - *Exportar firmas* (página 71)
  - *Peso de banda del algoritmo* (página 71)
  - *Umbral de firma* (página 73)
  - *Umbral LCS* (página 74)
  - *Lista RGB* (página 76)
- *Preprocesamiento* (página 78)
  - *Landsat* (página 78)
  - *Sentinel-2* (página 81)
  - *ASTER* (página 82)
  - *MODIS* (página 84)
  - *Recortar múltiples rásters* (página 86)
  - *Separar bandas ráster* (página 88)
  - *Stack raster bands* (página 88)
  - *PCA* (página 91)
  - *Vectorial a ráster* (página 92)

- *Postprocesamiento* (página 93)
  - *Exactitud* (página 93)
  - *Cambio de cobertura del suelo* (página 95)
  - *Reporte de la clasificación* (página 96)
  - *Clasificación cruzada* (página 97)
  - *Clasificación a vectorial* (página 98)
  - *Reclasificación* (página 98)
  - *Editar ráster* (página 101)
  - *Filtrado de la Clasificación* (página 103)
  - *Erosión de la clasificación* (página 105)
  - *Dilatación de la Clasificación* (página 106)
- *Calculadora de Bandas* (página 107)
  - *Lista de Bandas* (página 107)
  - *Expresión* (página 108)
  - *Cálculo de índice* (página 109)
  - *Reglas de decisión* (página 109)
  - *Ráster de salida* (página 110)
- *Conjunto de bandas* (página 111)
  - *Lista de Bandas* (página 112)
  - *Definición del Conjunto de bandas* (página 112)
  - *Herramientas para Conjunto de bandas* (página 113)
- *En Lotes* (página 113)
  - *En Lotes* (página 115)
  - *Ejecutar* (página 117)
- *Configuración* (página 117)
  - *Interfaz* (página 117)
  - *Procesando* (página 119)
  - *Depurar* (página 121)

La Ventana Principal de SCP está compuesta de varias pestañas y sub pestañas. Sus funciones se describen en detalle en los siguientes párrafos, usando estas convenciones:

 = Ingresar fecha

 = Ingresar texto

 = Lista

 = Introducir número

 = Opcional

 = Configuración guardada en el proyecto activo de QGIS

 = Configuración guardada en el registro de QGIS

 = Deslizador

 = Tabla

## Descarga de Imágenes

La pestaña  *Descarga de imágenes* incluye las herramientas para buscar y descargar imágenes gratuitas de sensores remotos. Es necesaria una conexión a Internet.

### Descargar Landsat

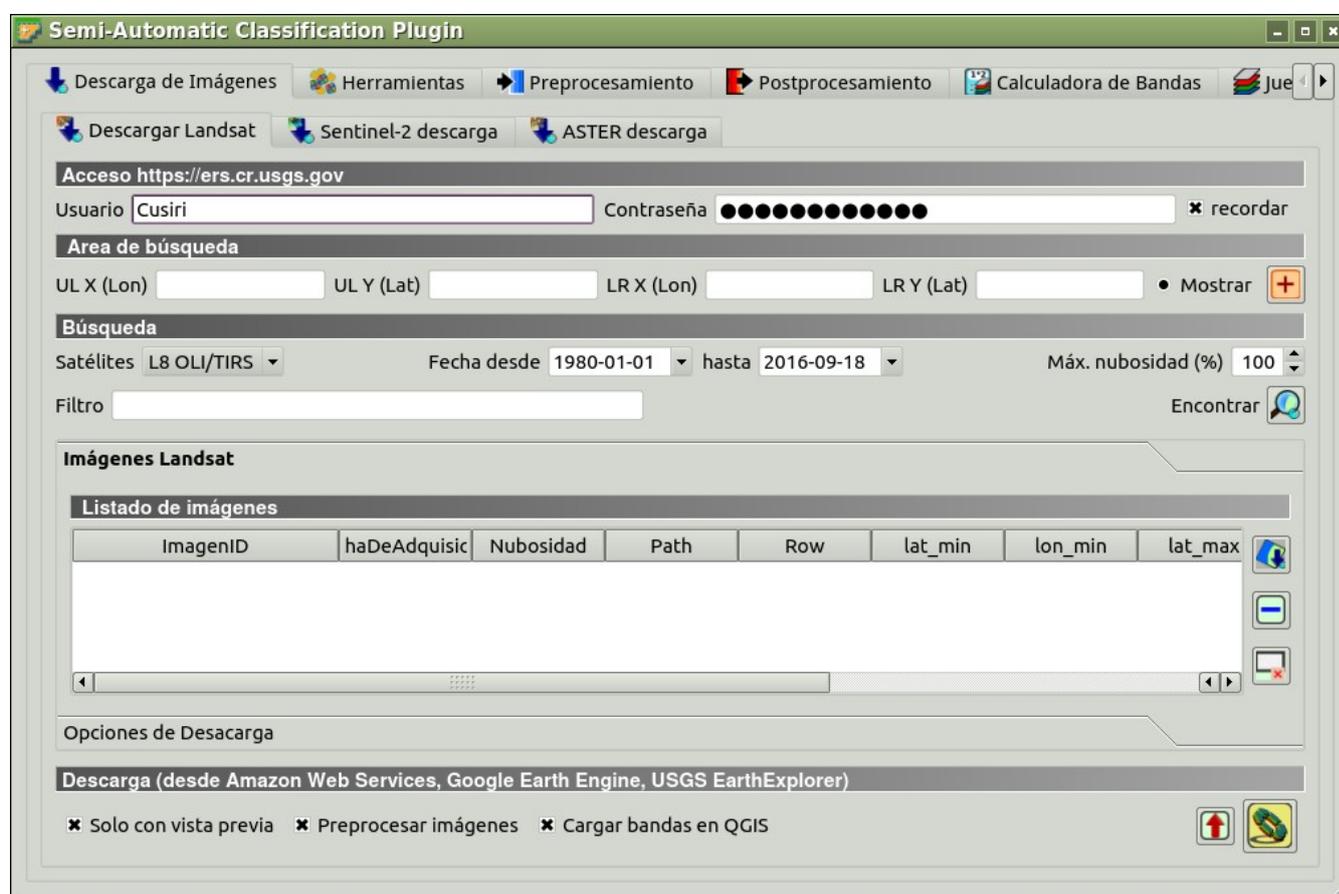


Figura 10.1:  *Descarga de Landsat*

Esta pestaña permite buscar y descargar todo el archivo de imágenes *Satélite Landsat* (página 143) (desde 1 MSS a 8 OLI), adquiridas desde los 80s hasta el presente. La búsqueda es ejecutada a través de [CMR Search API](#) desarrollada por la NASA.

Las imágenes Landsat están disponibles gratuitamente a través de estos servicios: [EarthExplorer](#), [Google Earth Engine](#), y [Amazon Web Services \(AWS\)](#) (para Landsat 8). Esta herramienta primero intenta descargar imágenes desde [Amazon Web Services](#) and [Google Earth Engine](#); solo si las imágenes no están disponibles, la descarga se realiza a través del servicio [EarthExplorer](#) con la finalidad de evitar que el servidor se sature.

Las imágenes son descargadas como archivos comprimidos (esta herramienta permite la descarga de bandas individuales de Landsat 8 proporcionadas por *Amazon Web Services*). También está disponible la conversión automática a reflectancia de las bandas descargadas.

### Acceso <https://ers.cr.usgs.gov/>

Se requieren datos de acceso a *USGS EROS* (<https://ers.cr.usgs.gov>) para descargar desde *EarthExplorer*. Ingresa usando tus datos de *USGS EROS* o regístrate gratuitamente en <https://ers.cr.usgs.gov/register>.

- *Usuario*   : ingresa tu nombre de usuario;
- *Contraseña*   : ingresa tu contraseña;
- *recordar*: recordar nombre de usuario y contraseña en QGIS;

### Area de búsqueda

Define el área de búsqueda ingresando las coordenadas (longitud y latitud) del punto Superior Izquierdo (UL) y del punto Inferior Derecho (LR), o interactivamente dibujando un área en el mapa.

Antes de buscar imágenes es necesario definir el área de búsqueda.

- *UL X (Lon)*   : fijar longitud de UL;
- *UL Y (Lat)*   : fijar latitud de UL;
- *LR X (Lon)*   : fijar longitud de LR;
- *LR Y (Lat)*   : fijar latitud de LR;
-  *Mostrar*: muestra u oculta el área de búsqueda dibujada en el mapa;
-  : define el área de búsqueda dibujando un rectángulo en el mapa; clic izquierdo para fijar el punto UL clic derecho para fijar el punto LR; el área se muestra en el mapa;

### Buscar

Define las configuraciones de búsqueda como fecha de adquisición, máxima cobertura de nubes o especifica el satélite Landsat.

- *Satélites*   : selecciona el satélite Landsat;
- *Desde fecha*   : fijar la fecha inicial de adquisición;
- *hasta*   : fijar la fecha final de adquisición;
- *Máx. nubosidad (%)*   : máxima cobertura de nubes en la imagen;
- *Resultados*   : número máximo de imágenes retornadas por la búsqueda;
- *Filtro*   : establece un filtro como el ID de la imagen Landsat (Ej. LC81910312015006LGN00); es posible ingresar varios IDs de imágenes separados por una coma o un punto y coma (Ej. LC81910312015006LGN00, LC81910312013224LGN00); los filtros deben corresponder a imágenes dentro del área de búsqueda;
-  *Encontrar* : encuentra las imágenes en el área de búsqueda; los resultados se muestran dentro de la tabla en *Imágenes Landsat* (página 53); los resultados se agregan a los resultados anteriores;

**Consejo:** Los resultados de búsqueda (y la cantidad de éstos) dependen de la extensión del área de búsqueda y el rango de fechas. Para obtener mejores resultados, ejecuta búsquedas múltiples definiendo áreas con pequeñas extensiones e intervalos cortos en la fecha de adquisición (desde y hasta)

## Imágenes Landsat

- 
**Lista de imágenes:** las imágenes encontradas son mostradas en esta tabla, la cual incluye los siguientes campos;
  - *ImageID*: el ID de la imagen Landsat;
  - *AcquisitionDate*: fecha de adquisición de la imagen Landsat;
  - *CloudCover*: porcentaje de cobertura de nubes en la imagen;
  - *Path*: WRS path de la imagen;
  - *Row*: WRS row de la imagen;
  - *min\_lat*: latitud mínima de la imagen;
  - *min\_lon*: longitud mínima de la imagen;
  - *max\_lat*: latitud máxima de la imagen;
  - *max\_lon*: longitud máxima de la imagen;
  - *USGScollection*: código de colección USGS de la imagen;
  - *Preview*: URL de la vista previa de la imagen;
  - *collection*: código de la colección de la imagen;
- 
 : muestra en el mapa la vista previa de las imágenes seleccionadas; la vista previa es georeferenciada aproximadamente al vuelo;
- 
 : elimina las imágenes seleccionadas de la lista;
- 
 : elimina todas las imágenes de la lista;

## Opciones de Descarga

### Bandas Landsat 8

Esta pestaña permite la selección de bandas individuales (solo para imágenes Landsat 8 proporcionadas por el *Amazon Web Services*).

- 
**Banda X:** selecciona las bandas que deseas descargar;
- 
 : selecciona todas las bandas o ninguna banda;

## Descargar

Descarga las imágenes Landsat en la subpestaña *Imágenes Landsat* (página 53). Durante la descarga es recomendable no interactuar con QGIS.

La descarga es efectuada de acuerdo a la disponibilidad de la imagen desde los servicios *EarthExplorer* , *Google Earth Engine* , o del *Amazon Web Services (AWS)* . Si la imagen no está disponible para descarga es posible revisar la disponibilidad también en <http://earthexplorer.usgs.gov/> .

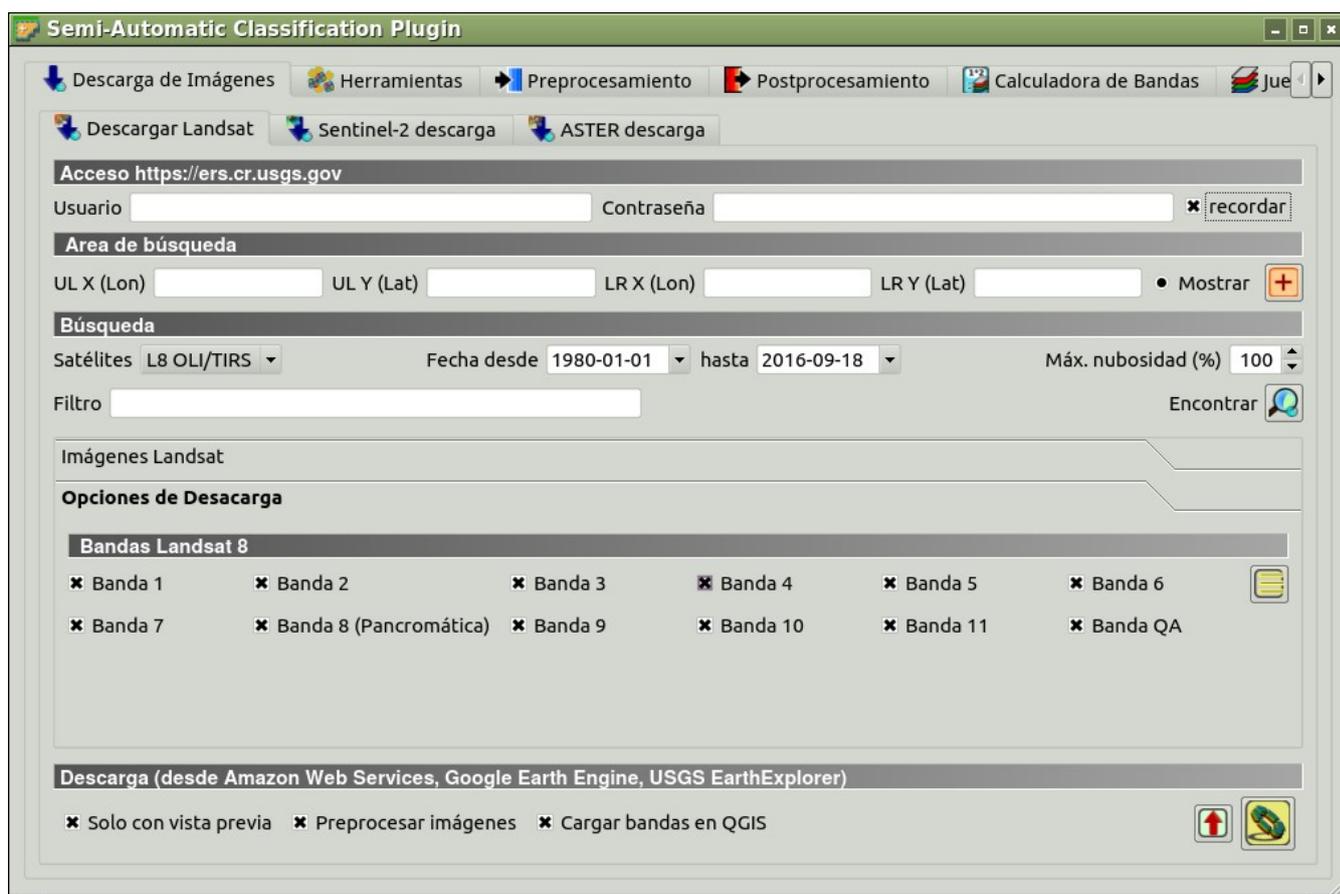


Figura 10.2: Opciones de Descarga

- *Solo con vista previa*: Si está seleccionado, se descarga solo aquellas imágenes listadas en *Imágenes Landsat* (página 53) y que también se encuentran en el Panel de Capas de QGIS;
- *Preprocesar imágenes*: si está seleccionado, las bandas son convertidas automáticamente después de la descarga, usando la configuración definida en *Landsat* (página 78);
- *Cargar bandas en QGIS*: si está seleccionado, las bandas serán cargadas en QGIS después de la descarga;
- : exporta los enlaces de descarga a un archivo de texto;
- : inicia el proceso de descarga de todas las imágenes listadas en *Imágenes Landsat* (página 53);

## Descargar Sentinel-2

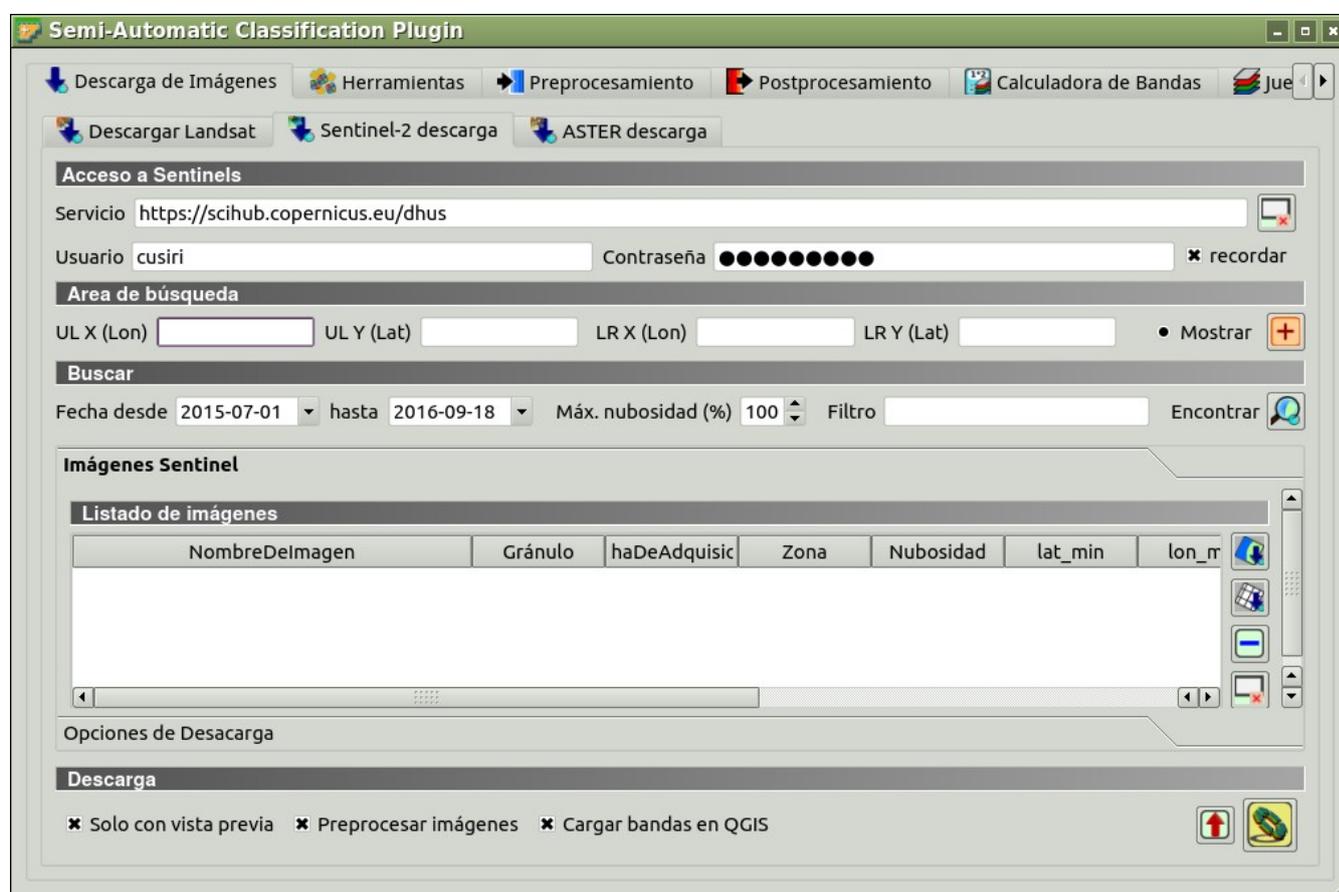


Figura 10.3:  Descargar Sentinel-2

**Sentinel-2** es un satélite Europeo lanzado en in el 2015, desarrollado en el marco de Copernicus land monitoring services, el cual adquiere 13 bandas espectrales (mira *Satélite Sentinel-2* (página 145)). Esta pestaña permite buscar y descargar las imágenes gratuitas Sentinel-2 (Level-1C) desde Sentinels Scientific Data Hub (usando el Data Hub API ). Las imágenes son descargadas principalmente de Amazon S3 AWS si están disponibles.

El satélite Sentinel-2 tiene un ancho de barrido de 290km. Las imágenes Sentinel-2 Level-1C son distribuidas en gránulos (también llamados mosaicos) de 100km de lado en la proyección UTM/WGS84. Esta herramienta permite la selección y descarga de gránulos y de bandas.

**Consejo:** En caso de errores por favor mira *Error [50] 'Internet error'. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué?* (página 271) and *Error [56] 'SSL error de conexión'. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué?* (página 271).

### Acceso a Sentinel

Para acceder a los datos de Sentinel se requiere el registro gratuito en <https://scihub.copernicus.eu/userguide/1SelfRegistration> (otros servicios pudieran requerir un registro diferente) . Después del registro, ingresa el nombre de usuario y la contraseña para acceder a los datos.

- **Servicio**   : escribe la URL de servicio (por defecto <https://scihub.copernicus.eu/apihub>); otros servicios alternos que comparten la misma infraestructura pueden ser usados (como este <https://scihub.copernicus.eu/dhus> , <https://finhub.nsd.c.fmi.fi> , <https://data.sentinel.zamg.ac.at>);
-   : restaura el servicio por defecto <https://scihub.copernicus.eu/s2>);
- **Usuario**   : ingresa tu nombre de usuario;
- **Contraseña**   : ingresa tu contraseña;
- *recordar*: recordar nombre de usuario y contraseña en QGIS;

### Area de búsqueda

Define el área de búsqueda mediante el ingreso de coordenadas (longitud y latitud) del punto Superior Izquierdo (UL) y del punto Inferior Derecho (LR) , o interactivamente dibujando un área en el mapa. Antes de buscar imágenes es necesario definir el área de búsqueda.

- **UL X (Lon)**   : fijar longitud de UL;
- **UL Y (Lat)**   : fijar latitud de UL;
- **LR X (Lon)**   : fijar longitud de LR;
- **LR Y (Lat)**   : fijar latitud de LR;
-  *Mostrar*: muestra u oculta el área de búsqueda dibujada en el mapa;
-  : define el área de búsqueda dibujando un rectángulo en el mapa; clic izquierdo para fijar el punto UL clic derecho para fijar el punto LR; el área se muestra en el mapa;

### Buscar

Define configuraciones para la búsqueda como la fecha de adquisición o la búsqueda de imágenes Sentinel específicas usando el nombre de la imagen o su ID.

- **Desde fecha**   : fijar la fecha inicial de adquisición;
- **hasta**   : fijar la fecha final de adquisición;
- **Máx. nubosidad ( %)**   : máxima cobertura de nubes en la imagen;
- **Resultados**   : número máximo de imágenes retornadas por la búsqueda;

- **Filtro** : establece un filtro como por ejemplo el nombre de la imagen Sentinel (Ej. S2A\_OPER\_PRD\_MSIL1C\_PDMC\_20160419T190217\_R022\_V20160419T101026);

- **Encontrar** : encuentra las imágenes en el área de búsqueda; los resultados son mostrados en la tabla *Imágenes Sentinel* (página 57); los resultados son agregados a los resultados previos;

**Consejo:** Los resultados de búsqueda (y la cantidad de éstos) dependen de la extensión del área de búsqueda y el rango de fechas. Para obtener mejores resultados, ejecuta búsquedas múltiples definiendo áreas con pequeñas extensiones e intervalos cortos en la fecha de adquisición (desde y hasta)

## Imágenes Sentinel

-  **Lista de imágenes:** las imágenes encontradas son mostradas en esta tabla, la cual incluye los siguientes campos;

- *NombreDeImagen:* el Nombre la imagen Sentinel;
- *Granulo:* el nombre de un solo gránulo;
- *FechaDeAdquisición:* fecha de adquisición de la imagen Sentinel;
- *Zona:* mosaico de la zona de acuerdo a la denominación convencional del US-MGRS;
- *CloudCover:* porcentaje de cobertura de nubes en la imagen;
- *min\_lat:* latitud mínima de la imagen;
- *min\_lon:* longitud mínima de la imagen;
- *max\_lat:* latitud máxima de la imagen;
- *max\_lon:* longitud máxima de la imagen;
- *Tamaño:* tamaño de la imagen (sin utilizar);
- *VistaPrevia:* URL del resumen de la imagen;
- *VistaPreviaGránulo:* URL de la vista previa del gránulo; si está disponible, la vista previa es descargada desde [Amazon Web Services](#) ;
- *ImagenID:* el ID de la imagen Sentinel;

- : muestra en el mapa la vista previa de los gránulos seleccionados;

- : muestra en el mapa un resumen de las imágenes seleccionadas; la vista previa es georeferenciada aproximadamente al vuelo; no está disponible cuando se utilizan los servicios alternos;

- : elimina las imágenes seleccionadas de la lista;

- : elimina todas las imágenes de la lista;

**Consejo:** descargar este archivo zip <https://docs.google.com/uc?id=0BysUrKXWIDwBZHF6dENIZ0g1Y0k> conteniendo un shapefile de gránulos de Sentinel-2 para identificar la zona. Cargar este archivo shapefile en QGIS, seleccionar los gránulos en su área de búsqueda y abrir la tabla de atributos para ver el nombre de la zona.

## Opciones de Descarga

Esta pestaña permite seleccionar bandas individuales.

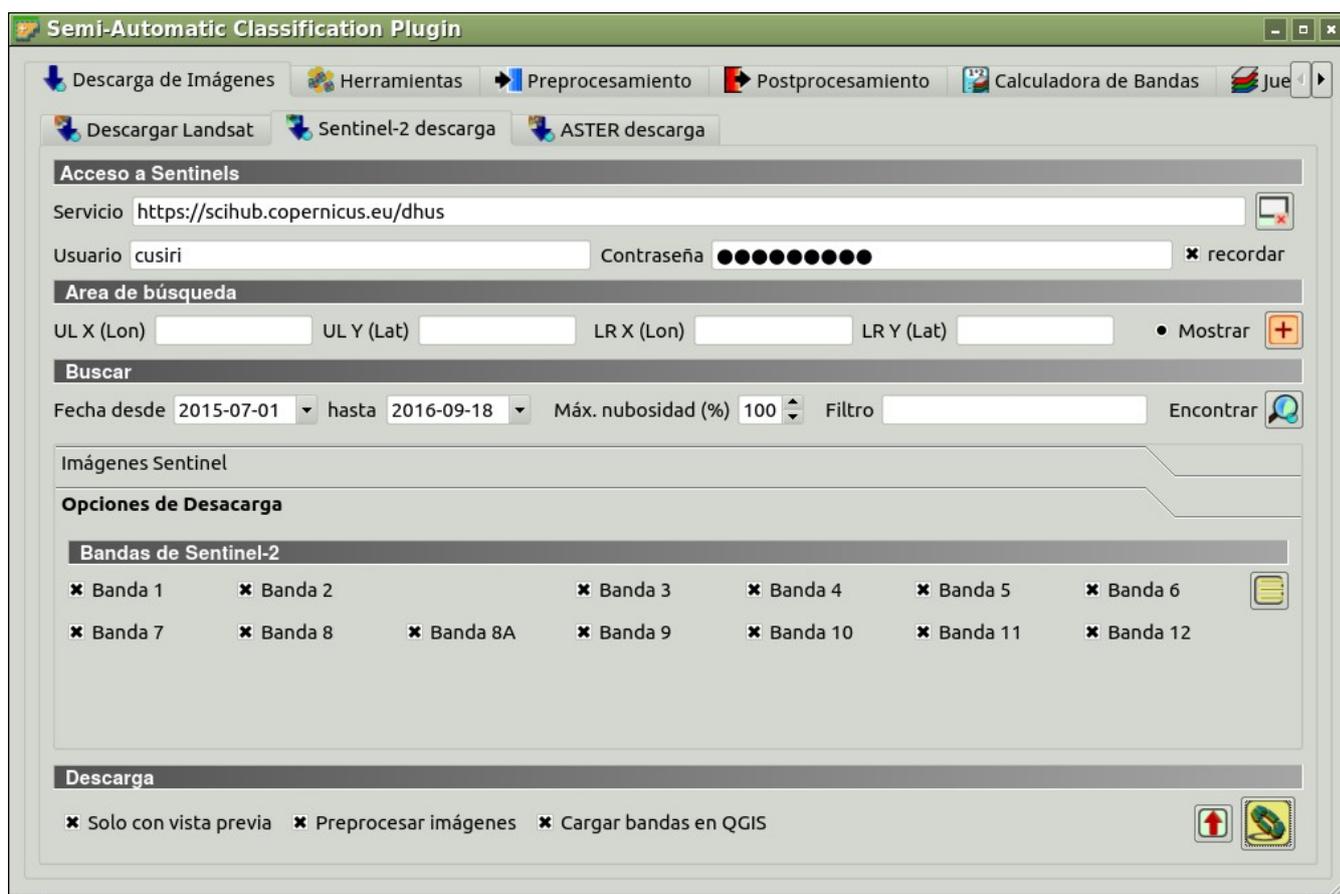


Figura 10.4: *Opciones de Descarga*

- *Banda X*: selecciona las bandas que deseas descargar;
- *Ancillary data*: si está seleccionado, se descargan los archivos de metadatos (un archivo .xml cuyo nombre contiene MTD\_SAFL1C y un archivo .xml cuyo nombre contiene MTD\_L1C) y un archivo de máscara de nubes (un archivo .gml cuyo nombre contiene MSK\_CLOUDS);
- : selecciona todas las bandas o ninguna banda;

## Descargar

Descarga las imágenes Sentinel-2 en el *Imágenes Sentinel* (página 57). Se descargan las bandas seleccionadas en *Opciones de Descarga* (página 57).

Durante la descarga se recomienda no interactuar con QGIS.

- *Solo con vista previa*: si está seleccionado, descarga solo las imágenes en la lista *Imágenes Sentinel* (página 57) y que también se encuentran en el Panel de Capas de QGIS;
- *Preprocesar imágenes*: si está seleccionado, las bandas son convertidas automáticamente después de la descarga, utilizando la configuración definida en *Sentinel-2* (página 81);
- *Cargar bandas en QGIS*: si está seleccionado, las bandas serán cargadas en QGIS después de la descarga;
- : exporta los enlaces de descarga a un archivo de texto;
- : inicia el proceso de descarga de todas la imágenes listadas en *Imágenes Sentinel* (página 57);

## Descargar ASTER

Esta pestaña permite buscar y descargar imágenes L1T en todo el archivo de imágenes gratuitas adquiridas por *Satélite ASTER* (página 145) swasw el 2000. La búsqueda se lleva a cabo por medio del *CMR Search API* desarrollado por la NASA. Los datos de los productos ASTER L1T son recuperados desde un catálogo electrónico, cortesía de la NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota, [https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool).

Además, la conversión a reflectancia de las bandas descargadas está disponible.

### Acceso <https://urs.earthdata.nasa.gov>

Datos de acceso a *EOSDIS Earthdata* (<https://urs.earthdata.nasa.gov>) son requeridos para la descarga. Accede usando tus datos de acceso de *EOSDIS Earthdata* o regístrate gratuitamente en <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>.

**Atención:** Antes de descargar imágenes ASTER, debes aceptar LP DAAC Data Pool haciendo clic en el siguiente [https://urs.earthdata.nasa.gov/approve\\_app?client\\_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg](https://urs.earthdata.nasa.gov/approve_app?client_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg)

- *Usuario*  : ingresa tu nombre de usuario;
- *Contraseña*  : ingresa tu contraseña;
- *recordar*: recordar nombre de usuario y contraseña en QGIS;

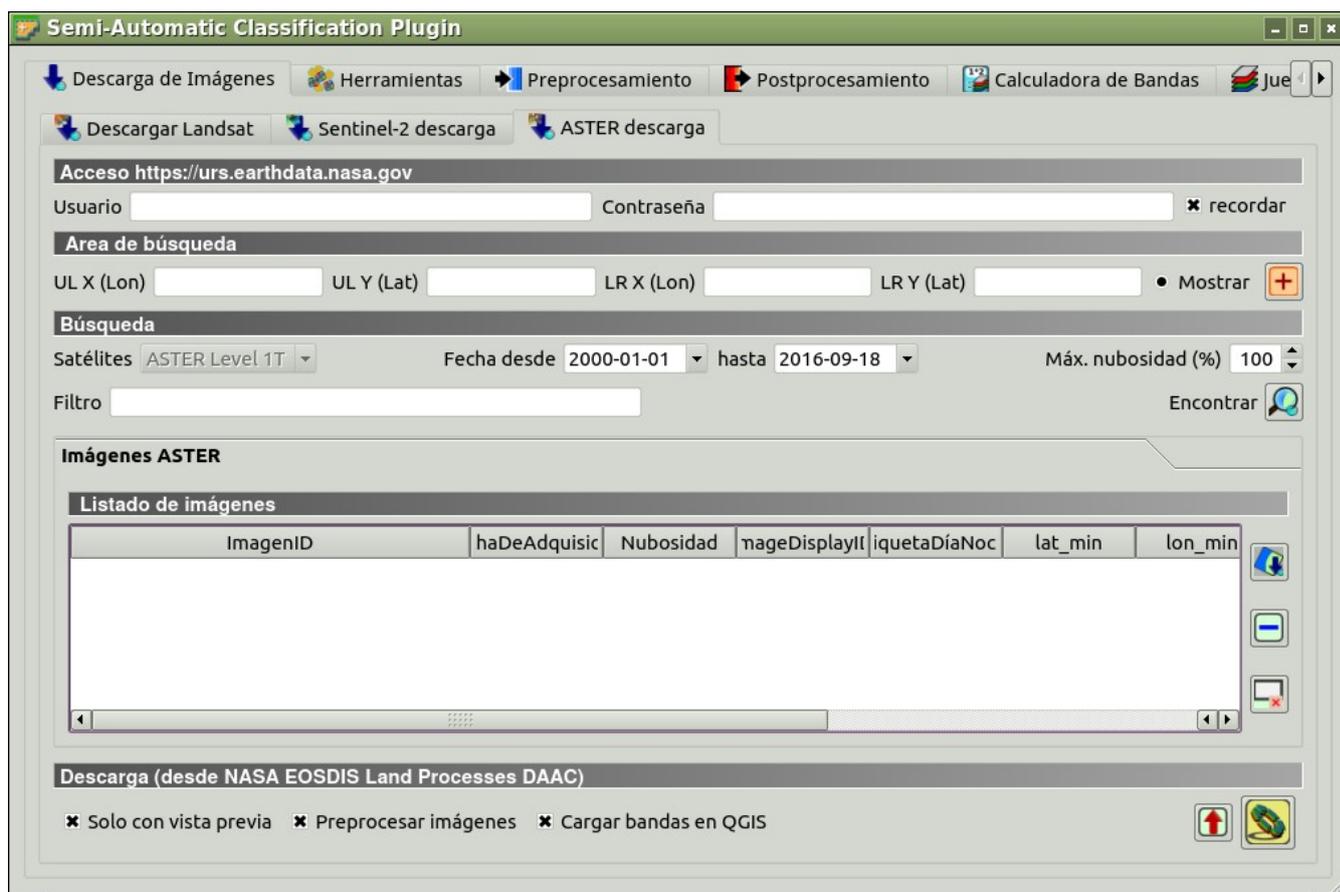


Figura 10.5: `_static/semiautomaticclassificationplugin_aster_download`

## Area de búsqueda

Define el área de búsqueda ingresando las coordenadas (longitud y latitud) del punto Superior Izquierdo (UL) y del punto Inferior Derecho (LR), o interactivamente dibujando un área en el mapa.

Antes de buscar imágenes es necesario definir el área de búsqueda.

- : fijar longitud de UL;
- : fijar latitud de UL;
- : fijar longitud de LR;
- : fijar latitud de LR;
-  *Mostrar*: muestra u oculta el área de búsqueda dibujada en el mapa;
- : define el área de búsqueda dibujando un rectángulo en el mapa; clic izquierdo para fijar el punto UL clic derecho para fijar el punto LR; el área se muestra en el mapa;

## Buscar

Define las configuraciones de búsqueda como ser fecha de adquisición, máxima cobertura de nubes o especificar los satélites ASTER.

- *Satélites* : selecciona los satélites ASTER (sin utilizar);
- *Desde fecha* : fijar la fecha inicial de adquisición;
- *hasta* : fijar la fecha final de adquisición;
- *Máx. nubosidad (%)* : máxima cobertura de nubes en la imagen;
- *Resultados* : número máximo de imágenes retornadas por la búsqueda;
- *Filtro* : establece un filtro como ser el ID de la Imagen ASTER; es posible ingresar varios ID de Imagen separados por coma o punto y coma; las imágenes filtradas deben estar dentro del área de búsqueda;
- *Encontrar* : encuentra las imágenes en el área de búsqueda; los resultados son mostrados dentro de la tabla in *Imágenes ASTER* (página 61); los resultados son agregados a los resultados previos;

**Consejo:** Los resultados de búsqueda (y la cantidad de éstos) dependen de la extensión del área de búsqueda y el rango de fechas. Para obtener mejores resultados, ejecuta búsquedas múltiples definiendo áreas con pequeñas extensiones e intervalos cortos en la fecha de adquisición (desde y hasta)

## Imágenes ASTER

-  *Lista de imágenes*: las imágenes encontradas son mostradas en esta tabla, la cual incluye los siguientes campos;
  - *ImagenID*: el ID de la imagen ASTER;
  - *FechaDeAdquisición*: fecha de adquisición de la imagen ASTER;
  - *CloudCover*: porcentaje de cobertura de nubes en la imagen;
  - *ImageDisaplyID*: el ID de la Imagen ASTER;
  - *EtiquetaDíaNoche*: etiqueta de adquisición durante el día o la noche;

- *min\_lat*: latitud mínima de la imagen;
- *min\_lon*: longitud mínima de la imagen;
- *max\_lat*: latitud máxima de la imagen;
- *max\_lon*: longitud máxima de la imagen;
- *Servicio*: descarga el servicio de la imagen;
- *Preview*: URL de la vista previa de la imagen;
- *collection*: código de la colección de la imagen;

- : muestra en el mapa la vista previa de las imágenes seleccionadas; la vista previa es georeferenciada aproximadamente al vuelo;
- : elimina las imágenes seleccionadas de la lista;
- : elimina todas las imágenes de la lista;

### Descargar

Descarga las imágenes ASTER en el *Imágenes ASTER* (página 61). Durante la descarga es recomendable no interactuar con QGIS.

- *Solo con vista previa*: si está seleccionado, descarga solo las imágenes listadas en *Imágenes ASTER* (página 61) y que también se encuentran en el Panel de Capas de QGIS;
- *Preprocesar imágenes*: si está seleccionado, las bands son convertidas automáticamente después de la descarga, según esté configurado en *ASTER* (página 82);
- *Cargar bandas en QGIS*: si está seleccionado, las bandas serán cargadas en QGIS después de la descarga;
- : exporta los enlaces de descarga a un archivo de texto;
- : comienza el proceso de descarga de todas las imágenes listadas en *Imágenes ASTER* (página 61);

### MODIS download

This tab allows for searching and downloading the archive of free *MODIS Products* (página 146) acquired since 2000 (in particular MOD09GQ, MYD09GQ, MOD09GA, MYD09GA, MOD09Q1, MYD09Q1, MOD09A1, MYD09A1). Search is performed through the *CMR Search API* developed by NASA. MODIS products are retrieved from the online Data Pool, courtesy of the NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota, [https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool).

Also, automatic reprojection of downloaded bands is available.

### Acceso <https://urs.earthdata.nasa.gov>

Datos de acceso a *EOSDIS Earthdata* (<https://urs.earthdata.nasa.gov>) son requeridos para la descarga. Accede usando tus datos de acceso de *EOSDIS Earthdata* o regístrate gratuitamente en <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>.



Figura 10.6:  *MODIS download*

**Warning:** Before downloading MODIS images, you must approve LP DAAC Data Pool clicking the following [https://urs.earthdata.nasa.gov/approve\\_app?client\\_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg](https://urs.earthdata.nasa.gov/approve_app?client_id=ijpRZvb9qeKCK5ctsn75Tg)

- *Usuario*   : ingresa tu nombre de usuario;
- *Contraseña*   : ingresa tu contraseña;
- *recordar*: recordar nombre de usuario y contraseña en QGIS;

### Area de búsqueda

Define el área de búsqueda ingresando las coordenadas (longitud y latitud) del punto Superior Izquierdo (UL) y del punto Inferior Derecho (LR) , o interactivamente dibujando un área en el mapa.

Antes de buscar imágenes es necesario definir el área de búsqueda.

- *UL X (Lon)*   : fijar longitud de UL;
- *UL Y (Lat)*   : fijar latitud de UL;
- *LR X (Lon)*   : fijar longitud de LR;
- *LR Y (Lat)*   : fijar latitud de LR;
-  *Mostrar*: muestra u oculta el área de búsqueda dibujada en el mapa;
-  : define el área de búsqueda dibujando un rectángulo en el mapa; clic izquierdo para fijar el punto UL clic derecho para fijar el punto LR; el área se muestra en el mapa;

### Buscar

Define the search settings such as date of acquisition, maximum cloud cover, or specify MODIS product.

- *Products*   : set the MODIS products;
- *Desde fecha*   : fijar la fecha inicial de adquisición;
- *hasta*   : fijar la fecha final de adquisición;
- *Max cloud cover (%)*   : maximum cloud cover in the image (unused);
- *Resultados*   : número máximo de imágenes retornadas por la búsqueda;
- *Filter*   : set a filter such as the Image ID of MODIS images; it is possible to enter multiple Image IDs separated by comma or semicolon; filtered images must be inside the search area;
- *Find*  : find the images in the search area; results are displayed inside the table in *MODIS images* (página 65); results are added to previous results;

**Consejo:** Los resultados de búsqueda (y la cantidad de éstos) dependen de la extensión del área de búsqueda y el rango de fechas. Para obtener mejores resultados, ejecuta búsquedas múltiples definiendo áreas con pequeñas extensiones e intervalos cortos en la fecha de adquisición (desde y hasta)

## MODIS images

- 
**Lista de imágenes:** las imágenes encontradas son mostradas en esta tabla, la cual incluye los siguientes campos;
  - *ImageID*: the MODIS Image ID;
  - *AcquisitionDate*: date of acquisition of MODIS image;
  - *CloudCover*: porcentaje de cobertura de nubes en la imagen;
  - *ImageDisaplyID*: the MODIS Image ID;
  - *EtiquetaDíaNoche*: etiqueta de adquisición durante el día o la noche;
  - *min\_lat*: latitud mínima de la imagen;
  - *min\_lon*: longitud mínima de la imagen;
  - *max\_lat*: latitud máxima de la imagen;
  - *max\_lon*: longitud máxima de la imagen;
  - *Servicio*: descarga el servicio de la imagen;
  - *Preview*: URL de la vista previa de la imagen;
  - *collection*: código de la colección de la imagen;
- 
 : muestra en el mapa la vista previa de las imágenes seleccionadas; la vista previa es georeferenciada aproximadamente al vuelo;
- 
 : elimina las imágenes seleccionadas de la lista;
- 
 : elimina todas las imágenes de la lista;

## Descargar

Download the MODIS images in the *MODIS images* (página 65). During the download it is recommended not to interact with QGIS.

- Only if preview in Layers*: if checked, download only those images listed in *MODIS images* (página 65) which are also listed in the QGIS layer panel;
- Preprocess images*: if checked, bands are automatically converted after the download, according to the settings defined in *MODIS* (página 84);
- Cargar bandas en QGIS*: si está seleccionado, las bandas serán cargadas en QGIS después de la descarga;
- 
 : exporta los enlaces de descarga a un archivo de texto;
- 
 : start the download process of all the images listed in *MODIS images* (página 65);

## Herramientas

La pestaña  Herramientas incluye varias herramientas para manipular ROIs y firmas espectrales.

### Creación de ROI Múltiples

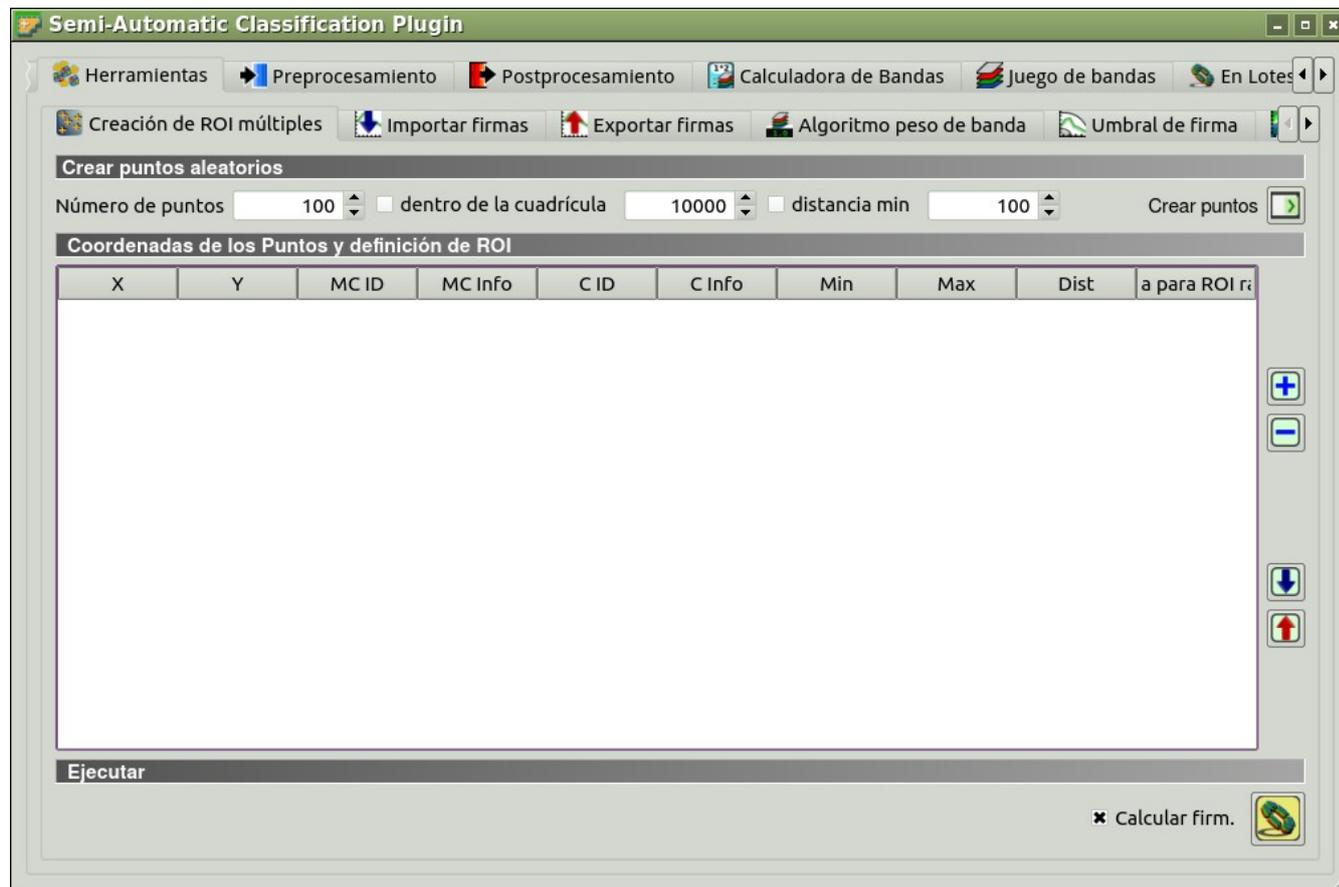


Figura 10.7:  Creación de ROI múltiples

Esta pestaña permite la creación automática de ROIs, bastante útil para una clasificación rápida en un estudio multi-temporal de imágenes, o para evaluación de la exactitud. Entregando una lista de coordenadas de puntos y opciones para los ROI, esta herramienta ejecuta el algoritmo de región incremental para los ROIs. Los ROIs creados se guardan automáticamente en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40).

#### Crear puntos aleatorios

- *Número de puntos* : establece la cantidad de puntos que serán creados cuando *Crear puntos*  es presionado;
- *dentro de la cuadrícula* : si está seleccionado, el área de la *input image* es dividida en celdas donde su tamaño es definido en el cuadro combinado (en unidades de imagen, usualmente metros); los puntos definidos en *Número de puntos* son creados aleatoriamente dentro de cada celda;

-  *distancia min* : si está seleccionado, los puntos aleatorios tienen como distancia mínima la definida en el cuadro combinado (en unidades de imagen, usualmente metros); establecer una distancia mínima puede producir menos puntos que el definido en *Número de puntos*;
- : crea los puntos aleatorios dentro del área de la *input image* ;

## Coordenadas de punto y definición de ROI

-  **Coordenadas de los Puntos y definición de ROI: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *X* : coordenada X del punto (float);
  - *Y* : coordenada Y del punto (float);
  - *MC ID*: ID de Macroclase del ROI (int);
  - *MC Info*: Información de la Macroclase del ROI (text);
  - *C ID*: ID de Clase del ROI (int);
  - *C Info*: Información de la Clase del ROI (text);
  - *Min* : el área mínima de un ROI (en unidades de pixel);
  - *Max* : el ancho máximo de un ROI (en unidades de pixel);
  - *Dist* : el intervalo que define la máxima distancia espectral entre el pixel origen y los circundantes (en unidades radiométricas);
  - *Banda para ROI rápido* : si un número de banda está definido, el ROI es creado utilizando solamente la banda seleccionada, similar a *ROI rápido en una banda* en *ROI creación de* (página 42) ;
- : agrega una nueva fila a la tabla; todos los campos de la tabla deben ser llenados para la creación del ROI;
- : elimina las filas seleccionadas de la tabla;
- : importa a la tabla una lista de puntos desde un archivo de texto; cada línea del archivo de texto debe contener valores separados para las etiquetas X, Y, MC ID, MC Info, Class ID, C Info, Min, Max, Dist, y opcionalmente el campo Rapid ROI band;
- : exporta la lista de puntos a un archivo de texto;

## Ejecutar

-  *Calcular firm.*: si está seleccionado, la firma espectral es calculada mientras el ROI es guardado en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40);
- : inicia el proceso de creación del ROI para todos los puntos y guarda los ROIs en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40);

## Importar firmas

La pestaña  *Importar firmas* permite importar firmas espectrales desde varias fuentes.

## Importar archivo de librería

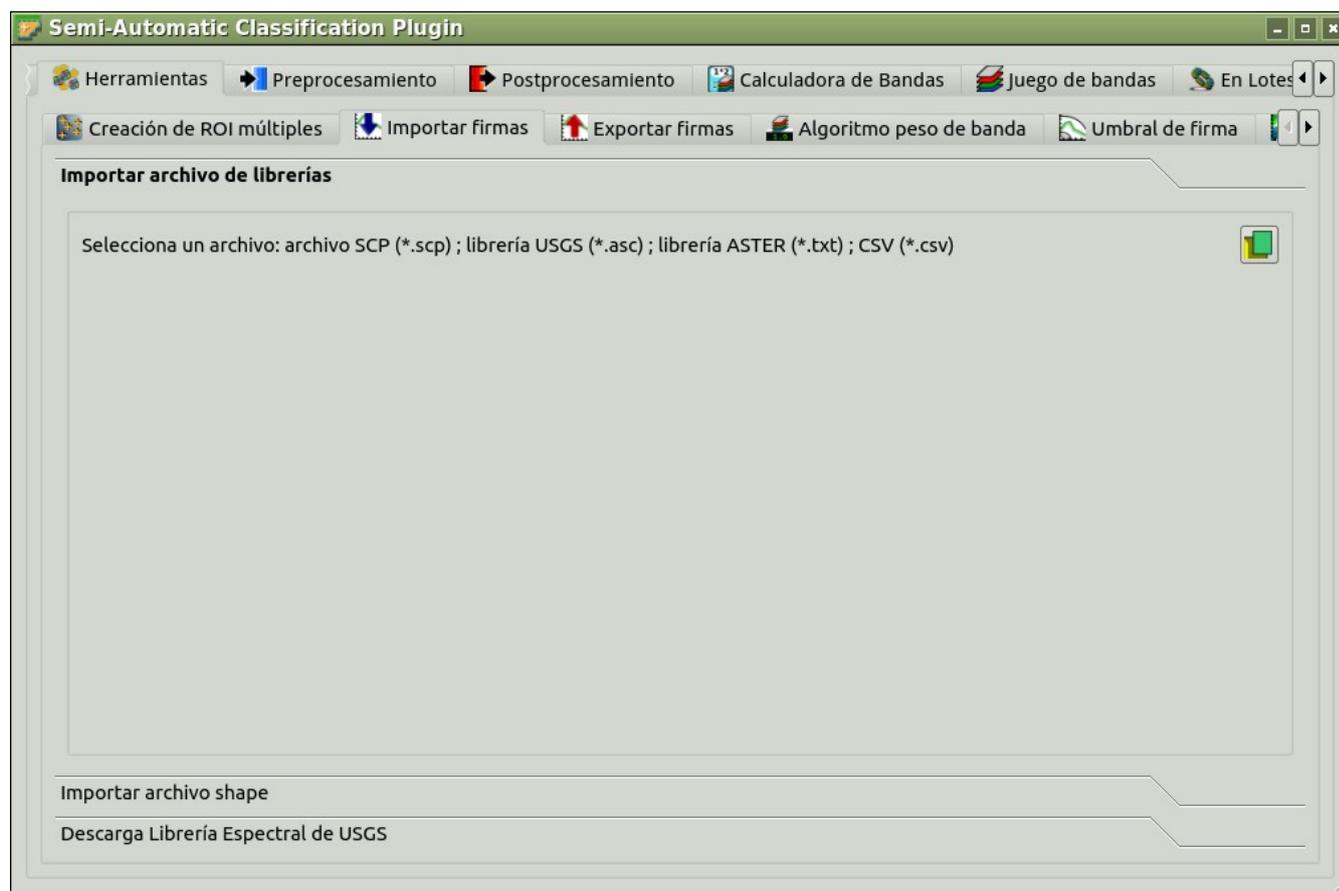


Figura 10.8: *Importar archivo de librería*

Esta herramienta permite importar firmas espectrales desde varias fuentes: de un *Entrada de Entrenamiento* (página 40) (.scp file) guardado anteriormente; una USGS Spectral Library (archivo .asc); un archivo CSV exportado anteriormente. Para el caso de una USGS Spectral Library, la librería es muestreada automáticamente conforme a los anchos de banda definidos en el *Conjunto de bandas* (página 111), y agregadas al *ROI Signature list* (página 41);

- *Selecciona un archivo* : abre un archivo para ser importado en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40);

## Importar archivo shape

Esta herramienta permite importar un archivo shape, seleccionando los campos correspondientes al *Entrada de Entrenamiento* (página 40).

- *Selecciona un archivo shape* : abre un archivo shape;
- *Campo MC ID* : selecciona del archivo shape el campo correspondiente a MC ID;
- *Campo MC Info* : selecciona del archivo shape el campo correspondiente a MC Info;
- *Campo C ID* : selecciona del archivo shape el campo correspondiente a C ID;
- *Campo C Info* : selecciona del archivo shape el campo correspondiente a C Info;
- *Calcular firm.:* si está seleccionado, la firma espectral es calculada mientras el ROI es guardado en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40);

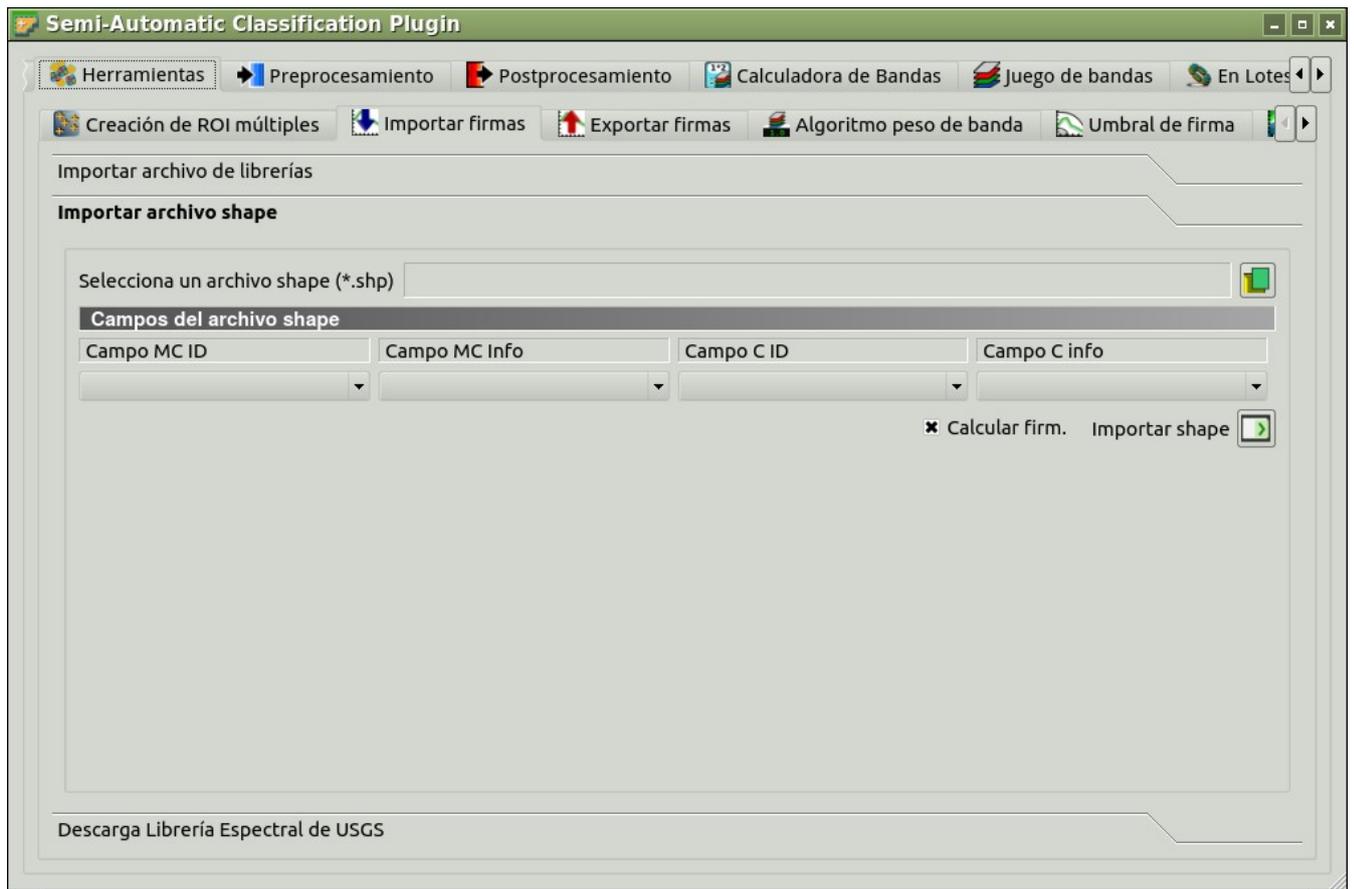


Figura 10.9: *Importar archivo shape*

- ▶ *Importar shape*: importa todos los polígonos del archivo shape como ROIs en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40);

## Descarga Librería Espectral de USGS

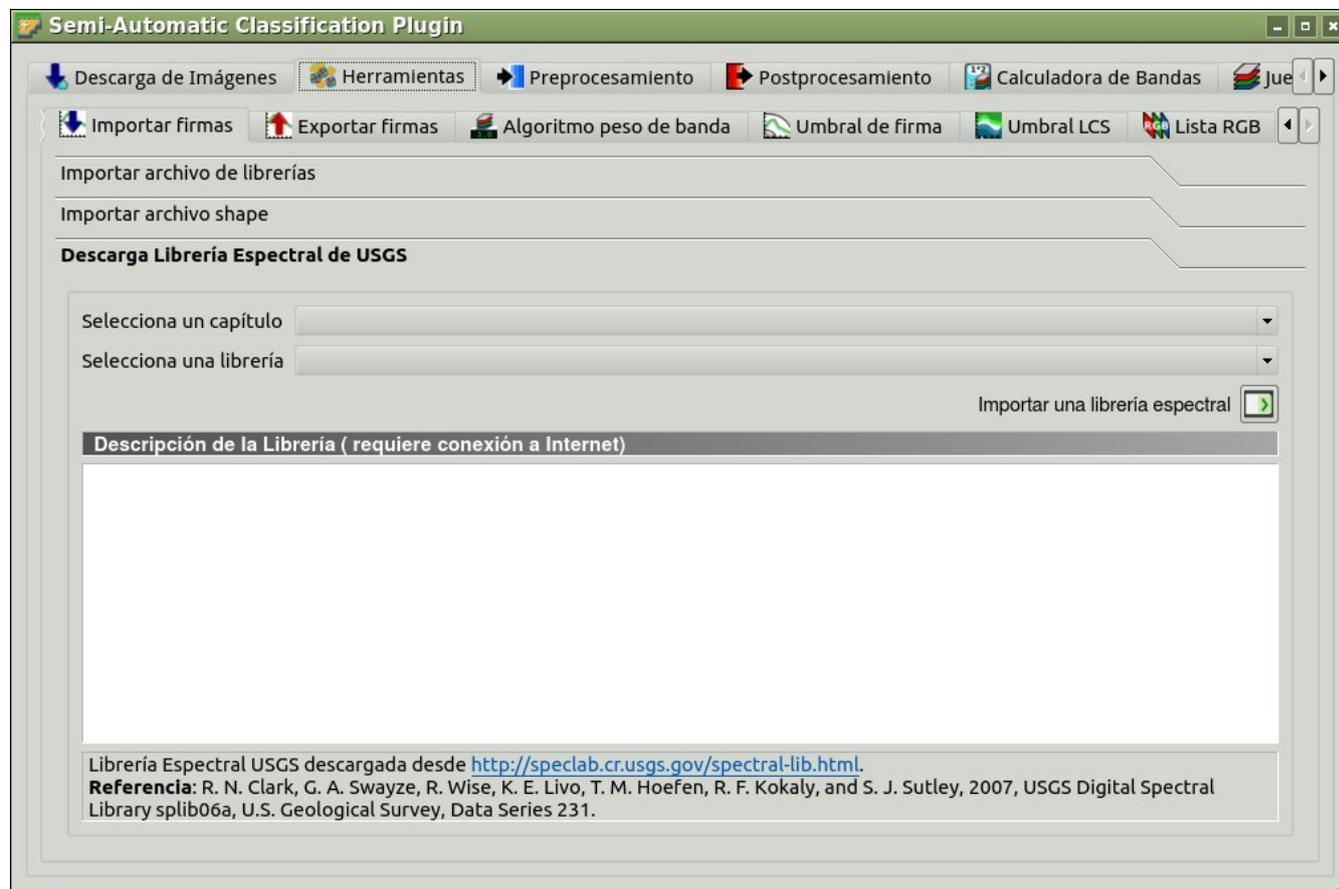


Figura 10.10: *Descarga Librería Espectral de USGS*

La pestaña *Descarga Librería Espectral de USGS* permite la descarga de la *USGS spectral library* (Clark, R.N., Swayze, G.A., Wise, R., Livo, E., Hoefen, T., Kokaly, R., Sutley, S.J., 2007, USGS digital spectral library splib06a: U.S. Geological Survey, Digital Data Series 231).

Las librerías están agrupadas en capítulos incluyendo Minerals, Mixtures, Coatings, Volatiles, Man-Made, Plants, Vegetation Communities, Mixtures with Vegetation, and Microorganisms. Se requiere una conexión a Internet.

- ▼ *Selecciona un capítulo*: selecciona uno de los capítulos de la librería; después de que selecciones, las librerías de ese capítulo son mostradas en *Selecciona una librería*;
- ▼ *Selecciona una librería*: selecciona una de las librerías; la descripción de la librería es mostrada en el marco *Descripción de la Librería*;
- ▶ *Importar una librería espectral*: descarga la librería y agrega la firma espectral muestreada al *ROI Signature list* (página 41) usando los parámetros en *ROI creación de* (página 42); la librería es muestreada automáticamente conforme a los anchos de banda definidos en el *Conjunto de bandas* (página 111), y agregadas al *ROI Signature list* (página 41);

**Consejo:** Las Librerías Espectrales descargadas desde USGS Spectral Library pueden ser usadas con los algoritmos Distancia Mínima o Mapeo del Angulo Espectral, pero no con Máxima Probabilidad porque este algoritmo necesita la matriz de covarianza que no está incluida en las librerías espectrales.

## Exportar firmas

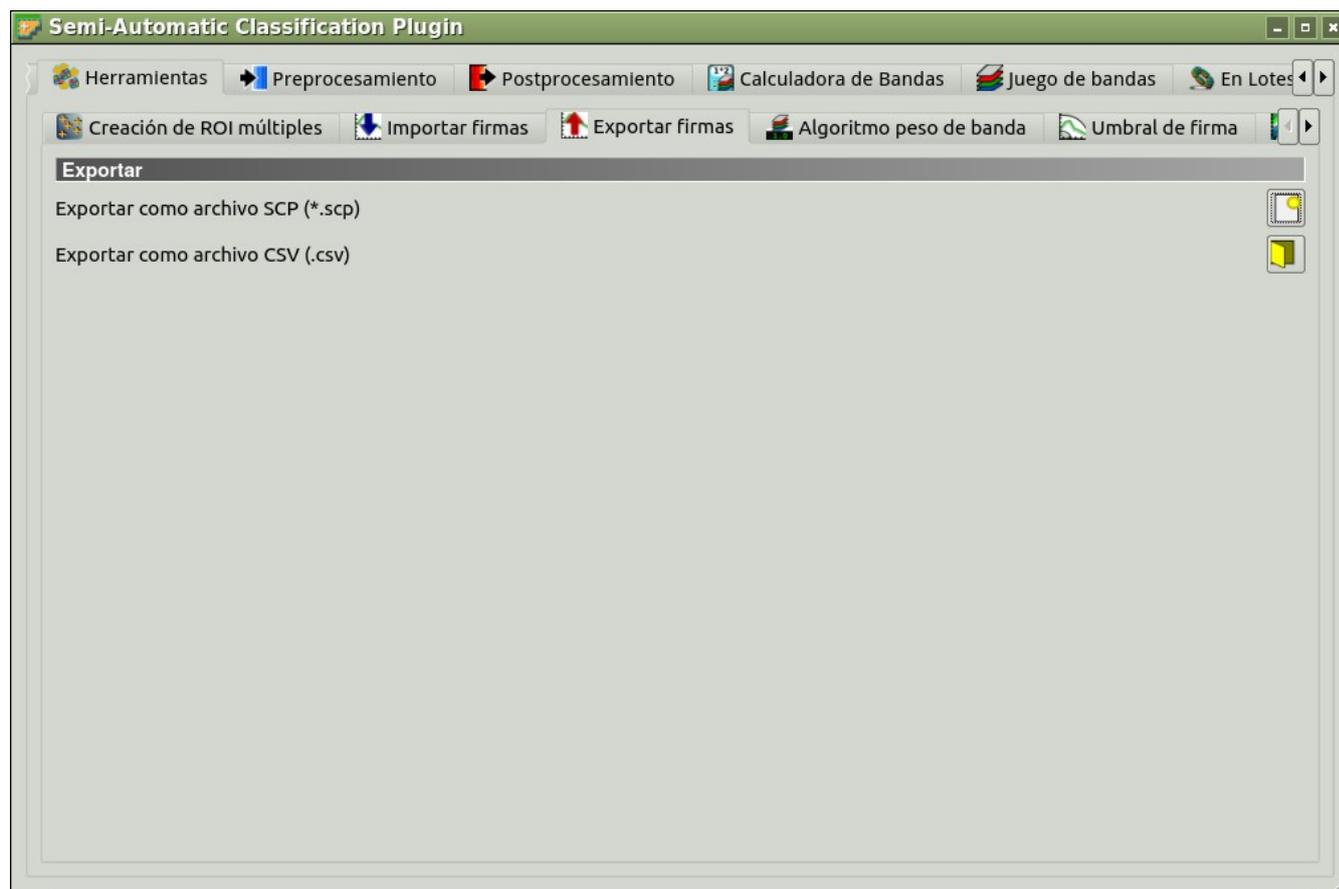


Figura 10.11:  *Exportar firmas*

Esta herramienta permite exportar las firmas seleccionadas en el *ROI Signature list* (página 41).

- *Exportar como archivo SCP* : crea un nuevo archivo .scp y exporta los ROIs seleccionados y las firmas espectrales como archivo *SCP* (\* .scp);
- *Export as shapefile* : export highlighted ROIs (spectral signature data excluded) as a new shapefile (\* .shp);
- *Exportar como archivo CSV* : abre un directorio, y exporta las firmas espectrales seleccionadas como archivos individuales CSV (\* .csv) separadas por un punto y coma ( ; );

## Peso de banda del algoritmo

Esta pestaña permite la definición de los pesos de las bandas que son útiles para mejorar la separabilidad espectral de los materiales en ciertas longitudes de onda (bandas). Durante el proceso de clasificación, los valores de las bandas y los valores de las firmas espectrales son multiplicados por sus correspondientes pesos de banda, en consecuencia modificando las distancias espectrales.

### Peso de banda

-  *Peso de banda*: tabla conteniendo los siguientes campos;

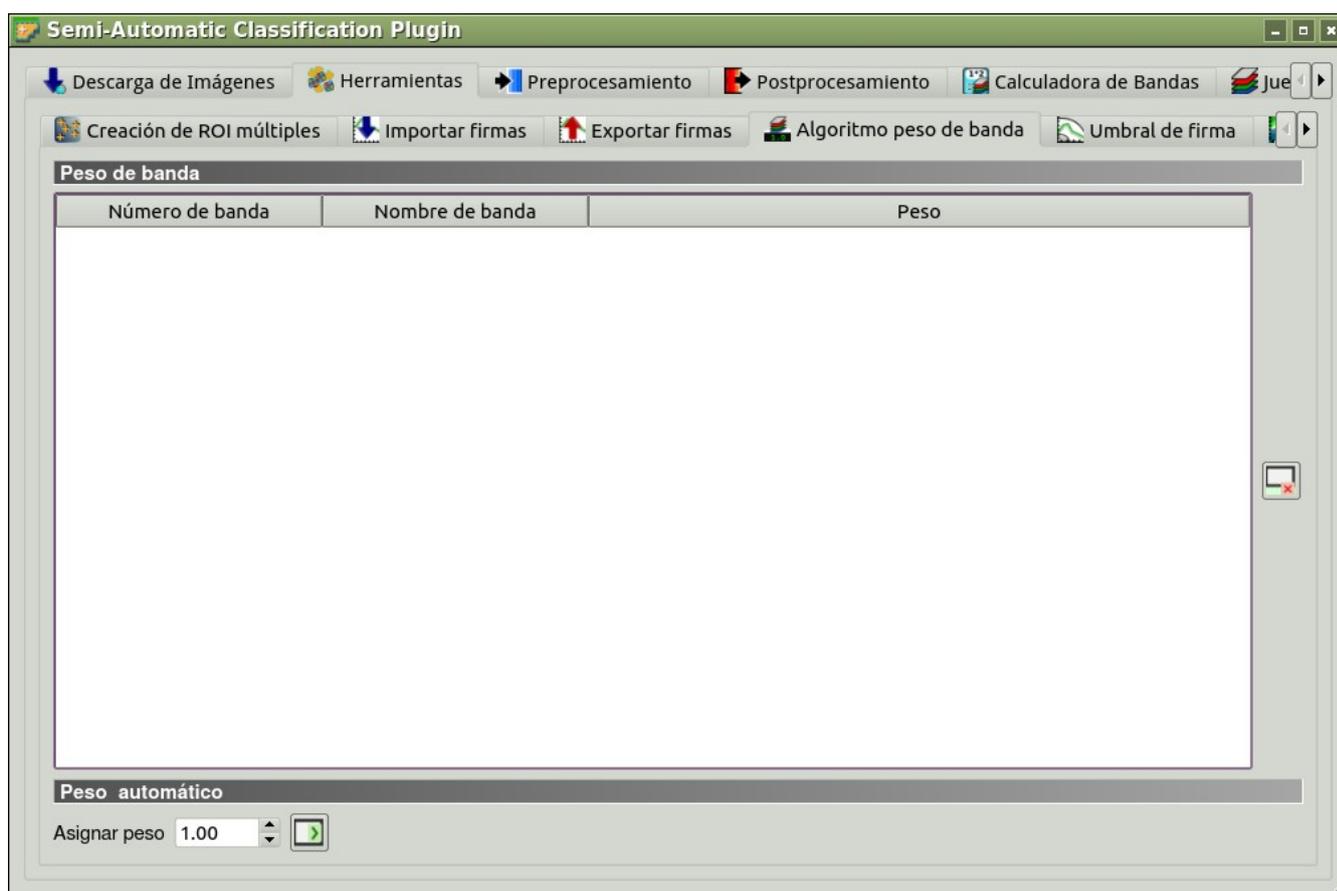


Figura 10.12:  *Peso de banda del algoritmo*

- *Número de banda* : número de la banda en el *Conjunto de bandas*;
- *Nombre de banda* : nombre de la banda;
- *Peso* : peso de la banda; este valor puede ser editado;

### Peso automático

- : restaurar todos los pesos de las bandas a 1;
- *Asignar peso*  : asignar como peso de banda el valor definido para todas las bandas seleccionadas en la table;

### Umbral de firma

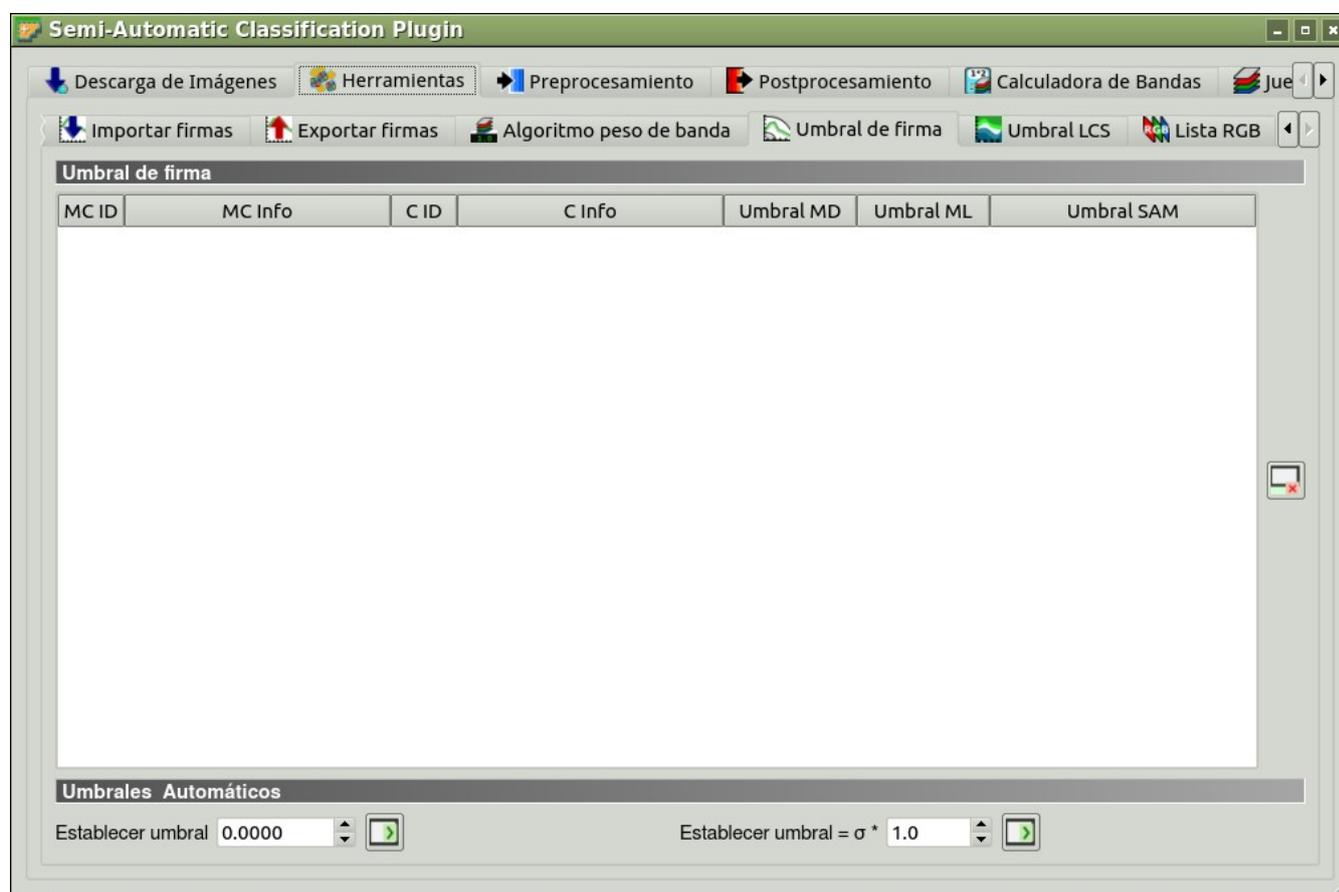


Figura 10.13:  *Umbral de firma*

En esta pestaña se puede definir el umbral de clasificación para cada firma espectral. Todas las firmas contenidas en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40) son listadas. Esto es útil para mejorar los resultados de la clasificación, especialmente cuando las firmas espectrales son similares. Los umbrales de las firmas son guardados en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40).

Si el umbral es 0 ningún umbral es aplicado. Dependiendo del *Classification algorithm* (página 46) seleccionado el valor es evaluado en forma diferente:

- para Distancia mínima, los pixeles no serán clasificados si la distancia es mayor que el valor del umbral;

- para Máxima Probabilidad, los píxeles no serán clasificados si la probabilidad es menor que el valor del umbral (máx 100);
- para Mapeo del Angulo Espectral, los píxeles no serán clasificados si la distancia del ángulo espectral es mayor que el valor del umbral (máx 90).

### Umbral de firma

-  **Umbral de firma:** tabla conteniendo los siguientes campos;
  - *MC ID*: Macroclase ID de la firma;
  - *MC Info*: Información de Macroclase de la firma;
  - *C ID*: Clase ID de la firma;
  - *C Info*: Información de Clase de la firma;
  - *Umbral MD*: umbral Distancia Mínima; este valor puede ser editado;
  - *Umbral ML*: umbral Máxima Probabilidad; este valor puede ser editado;
  - *Umbral SAM*: umbral Mapeo del Angulo Espectral; este valor puede ser editado;
- : restaura todos los umbrales de firmas a 0 (por tanto no se usa el umbral);

### Umbrales automáticos

- *Establecer umbral* : establece el valor definido como umbral para todas las firmas seleccionadas en la tabla;
- *Establecer umbral =  $\sigma * v$*  : para todas las firmas seleccionadas, establece un umbral automático calculado como la distancia (o el ángulo) entre el promedio de la firma y (promedio de firma + ( $\sigma * v$ )), donde  $\sigma$  es la desviación estándar y  $v$  es el valor definido; funciona con Distancia Mínima y Mapeo del Angulo Espectral;

### Umbral LCS

Esta pestaña permite la configuración de los umbrales de firmas usados por *Land Cover Signature Classification* (página 156). Son listadas todas las firmas contenidas en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40); además, los umbrales de firmas son guardados en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40).

Las firmas con solapamiento (que pertenecen a diferentes Clases o Macroclases) son resaltadas con naranja en la tabla *Umbral LCS*; la revisión de solapamiento es efectuada considerando *MC ID* o *C ID* de acuerdo a la configuración *Usar*  *MC ID*  *C ID* en el *Classification algorithm* (página 46). Las firmas con solapamiento que comparten el mismo *ID* no se resaltan.

### Umbral de Cobertura del Suelo - LC Signature

-  **Umbral de Cobertura del Suelo - LC Signature:** tabla conteniendo los siguientes campos;
  - *MC ID*: Macroclase ID de la firma;
  - *MC Info*: Información de Macroclase de la firma;
  - *C ID*: Clase ID de la firma;

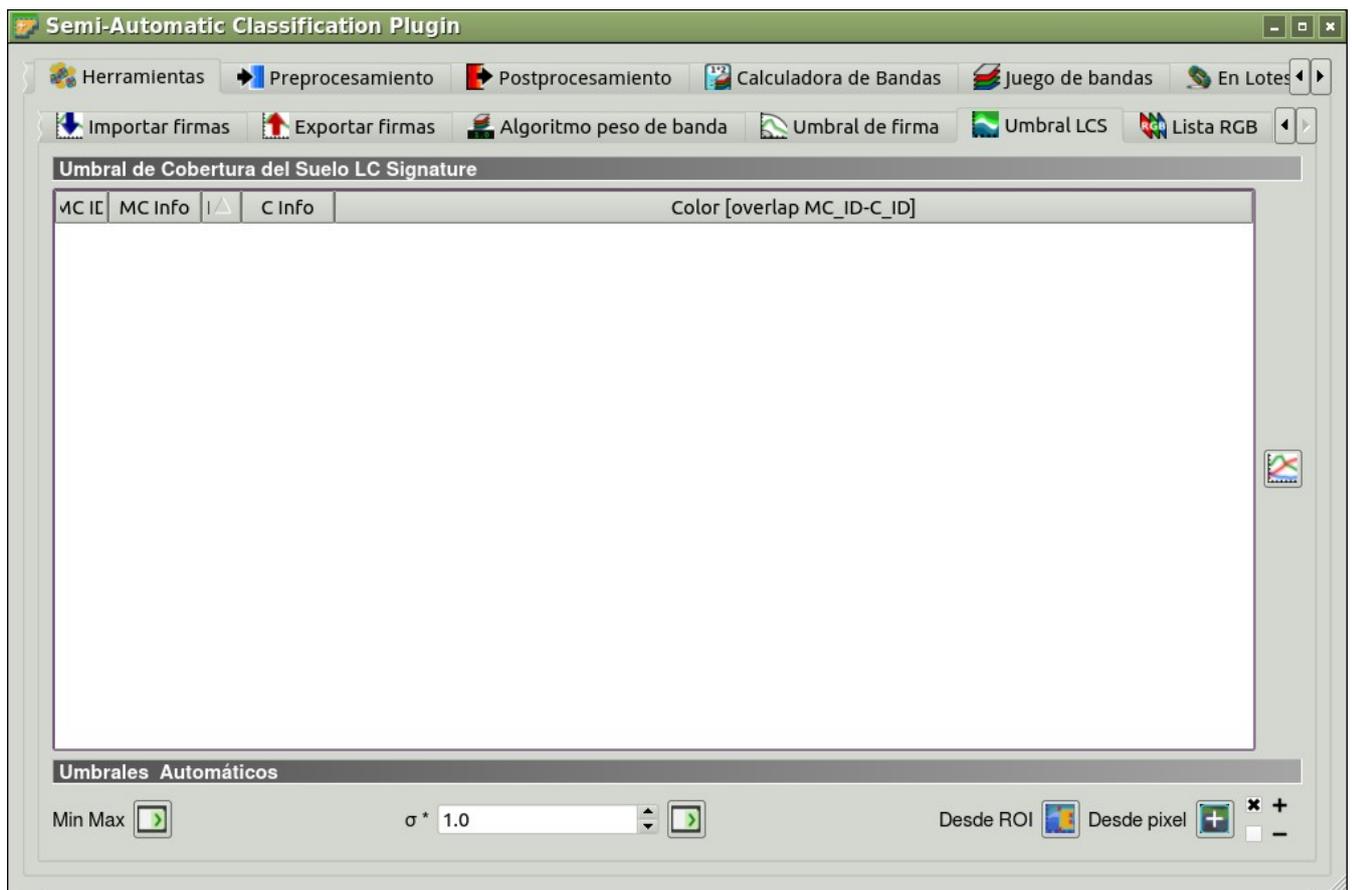


Figura 10.14:  Umbral LCS

- *C Info*: Información de Clase de la firma;
  - *Color [overlap MC\_ID-C\_ID]*: color de la firma; además, la combinación *MC ID-C ID* es mostrada en caso de existir solapamiento con otras firmas (mira *Land Cover Signature Classification* (página 156));
  - *Min B X*: valor mínimo de la banda X; este valor puede ser editado;
  - *Max B X*: valor máximo de la banda X; este valor puede ser editado;
-  muestra las firmas espectrales del ROI en el *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123); la firma espectral es calculada desde la *Imagen de entrada* (página 38);

## Umbrales automáticos

Establece automáticamente los umbrales para las firmas seleccionadas en la tabla *Umbral de Cobertura del Suelo - LC Signature*; si no se ha seleccionado ninguna firma, entonces el umbral es aplicado a todas las firmas.

- *Min Max* : establece el umbral basado en los mínimos y máximos de cada banda;
- $\sigma$  \* : establece un umbral automático calculado como (valor de banda + ( $\sigma$  \* v)), donde  $\sigma$  es la desviación estándar de cada banda y v es el valor definido en este cuadro;
- *Desde ROI* : establece los umbrales usando los valores de pixeles del ROI temporal;
  - +: si está seleccionado, el umbral de firma se extiende para incluir la firma del pixel. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
  - -: si está seleccionado, el umbral de firma se reduce para excluir la firma del pixel pinchado. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
- *Desde pixel* : establece el umbral haciendo clic en un pixel, de acuerdo a las siguientes casillas de verificación:
  - +: si está seleccionado, el umbral de firma se extiende para incluir la firma del pixel. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
  - -: si está seleccionado, el umbral de firma se reduce para excluir la firma del pixel pinchado. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;

## Lista RGB

Esta pestaña permite manipular las RGB *Composición de Color* (página 147) usadas en la lista *RGB=* de la *Control de la imagen* (página 33).

### Lista RGB

-  **RGB list: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *RGB*: combinación RGB; este campo puede ser modificado manualmente;
- : mueve la combinación RGB resaltada hacia arriba;

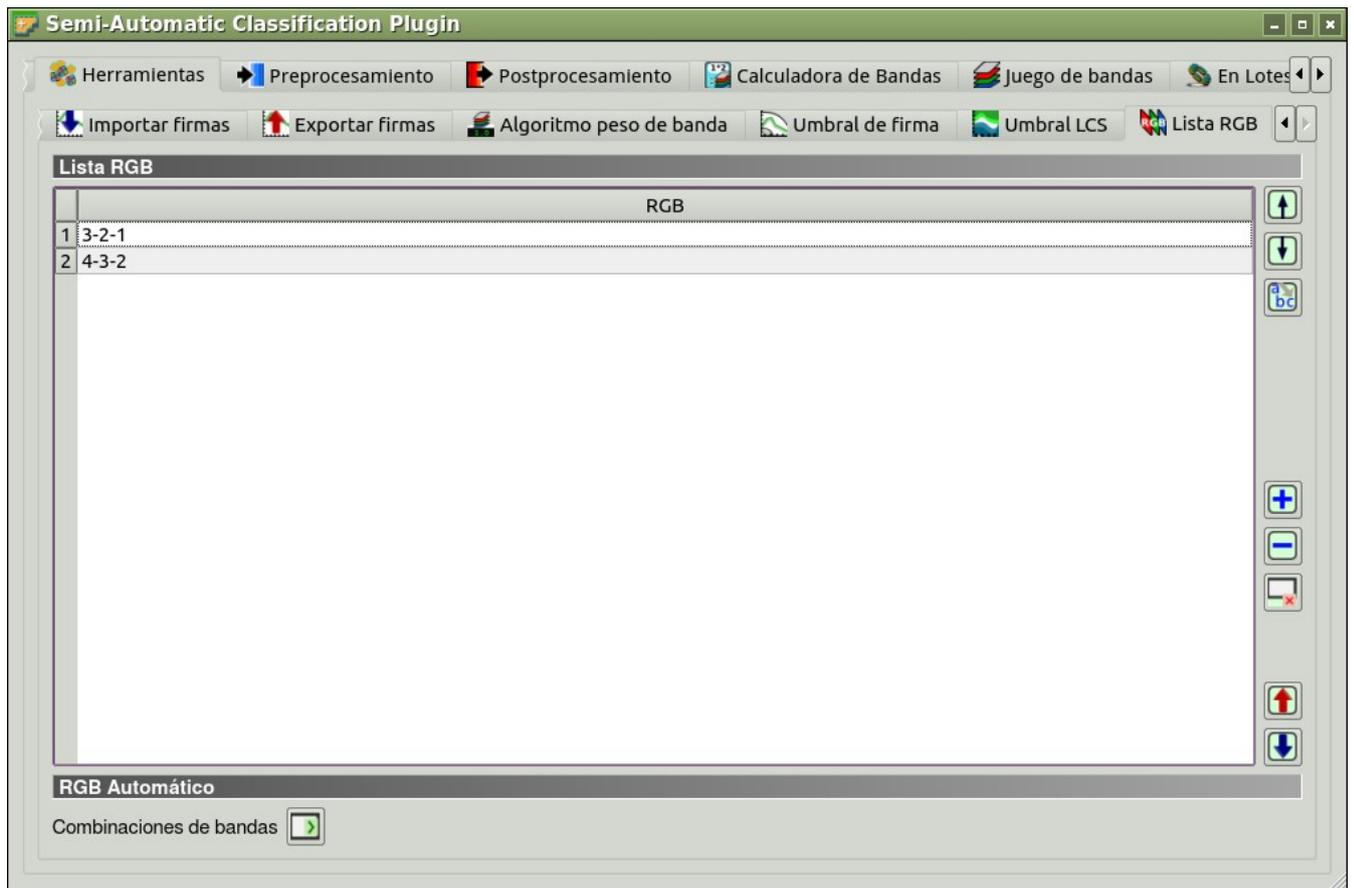


Figura 10.15:  Lista RGB

-  : mueve la combinación RGB resaltada hacia abajo;
-  : ordena automáticamente las combinaciones RGB por nombre;
-  : agrega una fila a la tabla;
-  : elimina las filas resaltadas de la tabla;
-  : elimina todas las combinaciones RGB de *RGB list*;
-  : exporta la *Lista RGB* a un archivo (i.e. `.csv`);
-  : importa una *Lista RGB* guardada anteriormente desde archivo (i.e. `.csv`);

## RGB Automático

- *Combinaciones de bandas*  : agrega la combinación de todas las bandas (i.e. permutación) a la *Lista RGB* (página 76) (e.g. 1-2-3, 1-2-4, ..., 3-2-1);

## Preprocesamiento

La pestaña  *Preprocesamiento* proporciona varias herramientas para la manipulación de datos que son útiles antes del proceso de clasificación.

### Landsat

Esta pestaña permite la conversión de imágenes **Landsat 1, 2, y 3 MSS** y **Landsat 4, 5, 7, y 8** desde DN (i.e. Digital Numbers) a la medida física de Top Of Atmosphere reflectance (TOA), o la aplicación de la simple corrección atmosférica usando el método DOS1 (Dark Object Subtraction 1), que es una técnica basada en imagen (para mayor información sobre la conversión de Landsat a TOA y la corrección DOS1, mira *Conversión de la imagen a Reflectancia* (página 163)). El Pan-sharpening está también disponible; para mayor información lee *Pan-sharpening* (página 148).

Cuando el directorio de entrada se selecciona, las bandas disponibles se listan en la tabla de Metadatos

### Conversión a reflectancia TOA y a temperatura de brillo de imágenes Landsat

- *Directorio conteniendo bandas Landsat*  : abre un directorio conteniendo bandas Landsat; los nombres de las bandas Landsat deben terminar en su número correspondiente; si el archivo con metadatos está incluido en este directorio el *Metadatos* (página 80) se completa automáticamente;
- *Seleccionar archivo MTL*   : si el archivo con los metadatos no está incluido en el *Directorio conteniendo bandas Landsat*, selecciona la ruta del archivo con metadatos para completar el *Metadatos* (página 80) automáticamente;
- *Temperatura de brillo en Celsius*: si está seleccionada, convierte la temperatura de brillo a Celsius (si la banda Landsat termal está listada en *Metadatos* (página 80)); si no está seleccionado la temperatura está en Kelvin;

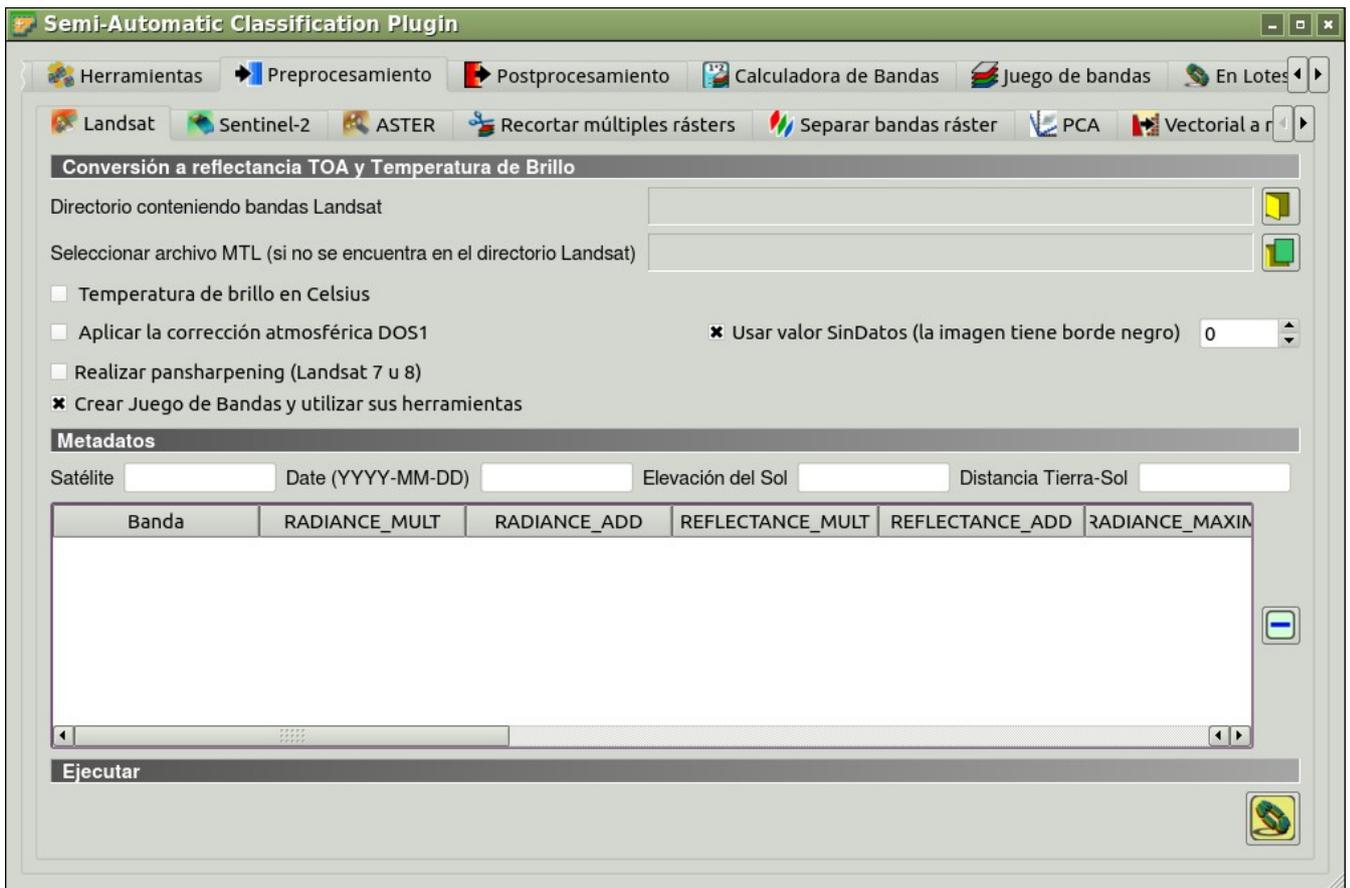


Figura 10.16:  Landsat

-  *Aplicar la corrección atmosférica DOS1*: si está seleccionado, la *Corrección DOS1* (página 164) es aplicada a todas las bandas (excluyendo la banda termal);
-  *Usar valor SinDatos (la imagen tiene borde negro)* : si está seleccionado, los pixeles que tienen valores `SinDatos` no son contados durante la conversión y el cálculo de DNmin del DOS1; es útil cuando la imagen tiene borde negro (generalmente con valor de pixel = 0);
-  *Realizar pansharpening*: si está seleccionado, la transformación Brovey es aplicada para la *Pansharpening* (página 148) de las bandas Landsat;
-  *Crear Conjunto de Bandas y utilizar sus herramientas*: si está seleccionada, el *Conjunto de Bandas* es creado después de la conversión; además, el *Conjunto de Bandas* es procesado de acuerdo a las herramientas seleccionadas en el *Conjunto de bandas* (página 111);

## Metadatos

Todas las bandas encontradas en el *Directorio conteniendo bandas Landsat* son listadas en la tabla *Metadatos*. Si se encuentra el archivo de metadatos (un archivo .txt o .met con el sufixo MTL) , los *Metadatos* son llenados automáticamente. Para información sobre los campos *Metadatos* lee [esta página](#) y [esta otra](#) .

- *Satélite* : el nombre del satélite (Ej. Landsat8);
- *Date* : fecha de adquisición (Ej. 2013-04-15);
- *Elevación del Sol* : elevación del Sol en grados;
- *Distancia Tierra-Sol* : distancia de la Tierra al Sol en unidades astronómicas (calculada automáticamente si *Date* está llenada);
- : elimina las bandas seleccionadas de la tabla *Metadatos*;
-  **Metadatos: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Band*: nombre de banda;
  - *RADIANCE\_MULT*: factor multiplicativo para el reescalado;
  - *RADIANCE\_ADD*: factor aditivo para el reescalado;
  - *REFLECTANCE\_MULT*: factor multiplicativo para el reescalado;
  - *REFLECTANCE\_ADD*: factor aditivo para el reescalado;
  - *RADIANCE\_MAXIMUM*: radiancia máxima;
  - *REFLECTANCE\_MAXIMUM*: reflectancia máxima;
  - *K1\_CONSTANT*: constante de conversión termal;
  - *K2\_CONSTANT*: constante de conversión termal;
  - *LMAX*: radiancia espectral que es reescalada a QCALMAX;
  - *LMIN*: radiancia espectral que es reescalada a QCALMIN;
  - *QCALMAX*: valor máximo de pixel cuantificado y calibrado;
  - *QCALMIN*: valor mínimo de pixel cuantificado y calibrado;

## Ejecutar



- selecciona un directorio de salida y comienza el proceso de conversión; solo las bandas listadas en la tabla *Metadatos* son convertidas; las bandas convertidas son guardadas en el directorio de salida con el prefijo RT\_ y automáticamente cargadas en QGIS;

## Sentinel-2

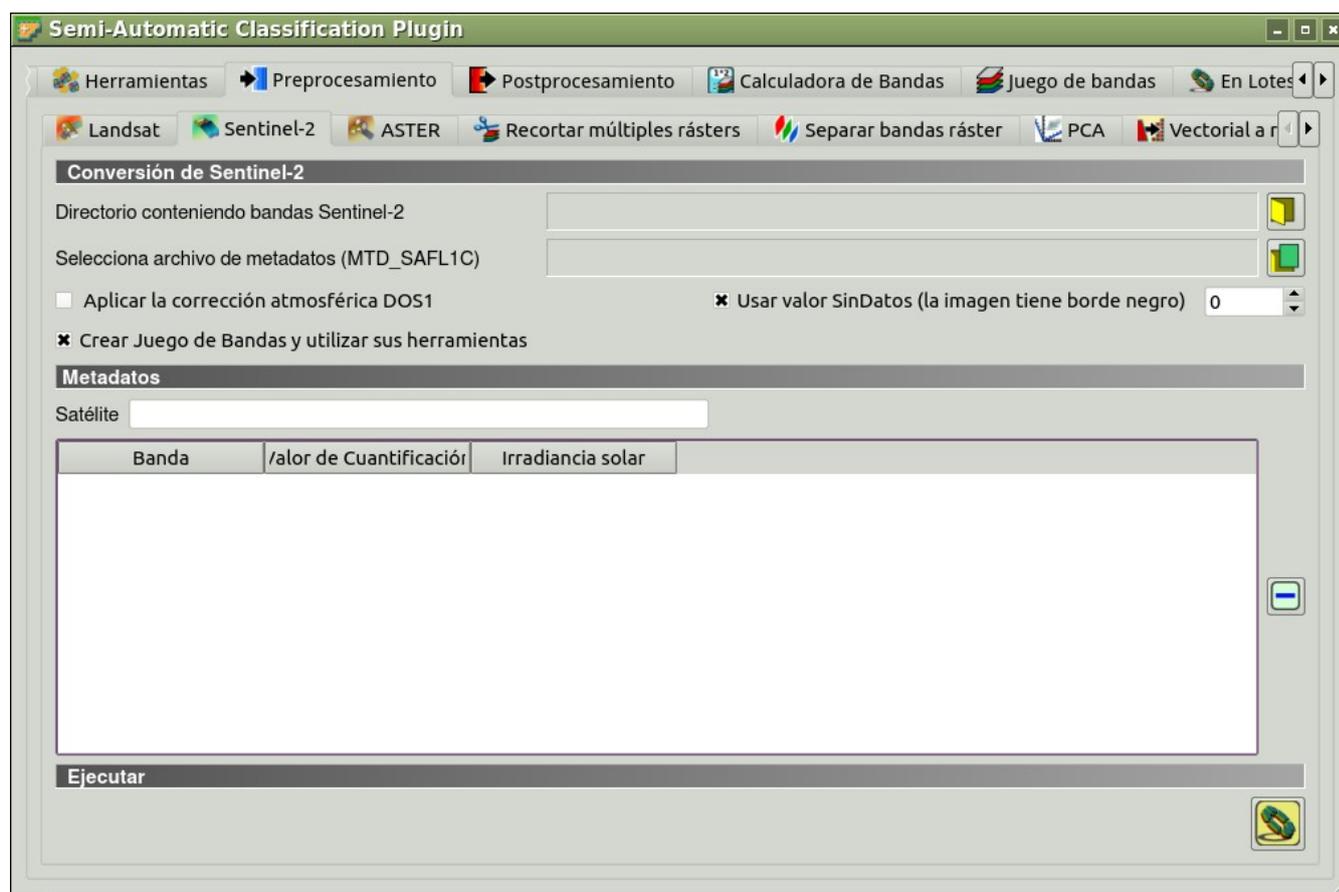


Figura 10.17:  Sentinel-2

Esta pestaña permite la conversión de imágenes **Sentinel-2** a la medida física de Top Of Atmosphere reflectance (TOA), o a la aplicación de la corrección atmosférica simple usando el método DOS1 (Dark Object Subtraction 1), que es una técnica basada en imagen (para mayor información sobre conversión a TOA y corrección DOS1, mira *Conversión de la imagen a Reflectancia* (página 163)).

Cuando el directorio de entrada se selecciona, las bandas disponibles se listan en la tabla de Metadatos

### Conversión de Sentinel-2

- Directory containing Sentinel-2 bands*  : open a directory containing Sentinel-2 bands; names of Sentinel-2 bands must end with the corresponding number; if the metadata file is included in this directory then *Metadatos* (página 82) are automatically filled;

-  : select the metadata file which is a .xml file whose name contains MTD\_MSIL1C);
- *Aplicar la corrección atmosférica DOS1*: si está seleccionado, la *Corrección DOS1* (página 164) es aplicada a todas las bandas;
- *Usar valor SinDatos (la imagen tiene borde negro)*  : si está seleccionado, los pixeles que tienen valores SinDatos no son contados durante la conversión y el cálculo de DNmin del DOS1; es útil cuando la imagen tiene borde negro (generalmente con valor de pixel = 0);
- *Crear Conjunto de Bandas y utilizar sus herramientas*: si está seleccionada, el *Conjunto de Bandas* es creado después de la conversión; además, el *Conjunto de Bandas* es procesado de acuerdo a las herramientas seleccionadas en el *Conjunto de bandas* (página 111);

### Metadatos

All the bands found in the *Directory containing Sentinel-2 bands* are listed in the table *Metadata*. If the Sentinel-2 metadata file (a .xml file whose name contains MTD\_MSIL1C) is provided, then *Metadata* are automatically filled. For information about *Metadata* fields read [this informative page](#) .

- *Satélite*  : nombre del satélite (Ej. Sentinel-2A);
-  : elimina las bandas seleccionadas de la tabla *Metadatos*;
-  **Metadatos: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Band*: nombre de banda;
  - *Valor de Cuantificación*: valor para la conversión a reflectancia TOA;
  - *Irradiancia solar*: irradiancia solar de la banda;

### Ejecutar

-  : selecciona un directorio de salida y comienza el proceso de conversión; solo las bandas listadas en la tabla *Metadatos* son convertidas; las bandas convertidas son guardadas en el directorio de salida con el prefijo RT\_ y automáticamente cargadas en QGIS;

### ASTER

Esta pestaña permite la conversión de imágenes **ASTER L1T** a la medida física Top Of Atmosphere reflectance (TOA), o a la aplicación de la corrección atmosférica simple usando el método DOS1 (Dark Object Subtraction 1), el cual es un método basado en imagen (para mayor información sobre conversión s TOA y corrección DOS1, mira *Conversión de la imagen a Reflectancia* (página 163)).

Cuando el directorio de entrada se selecciona, las bandas disponibles se listan en la tabla de Metadatos

### Conversión de ASTER

- *Seleccionar archivo ASTER L1T*  : selecciona una imagen ASTER (archivo .hdf);

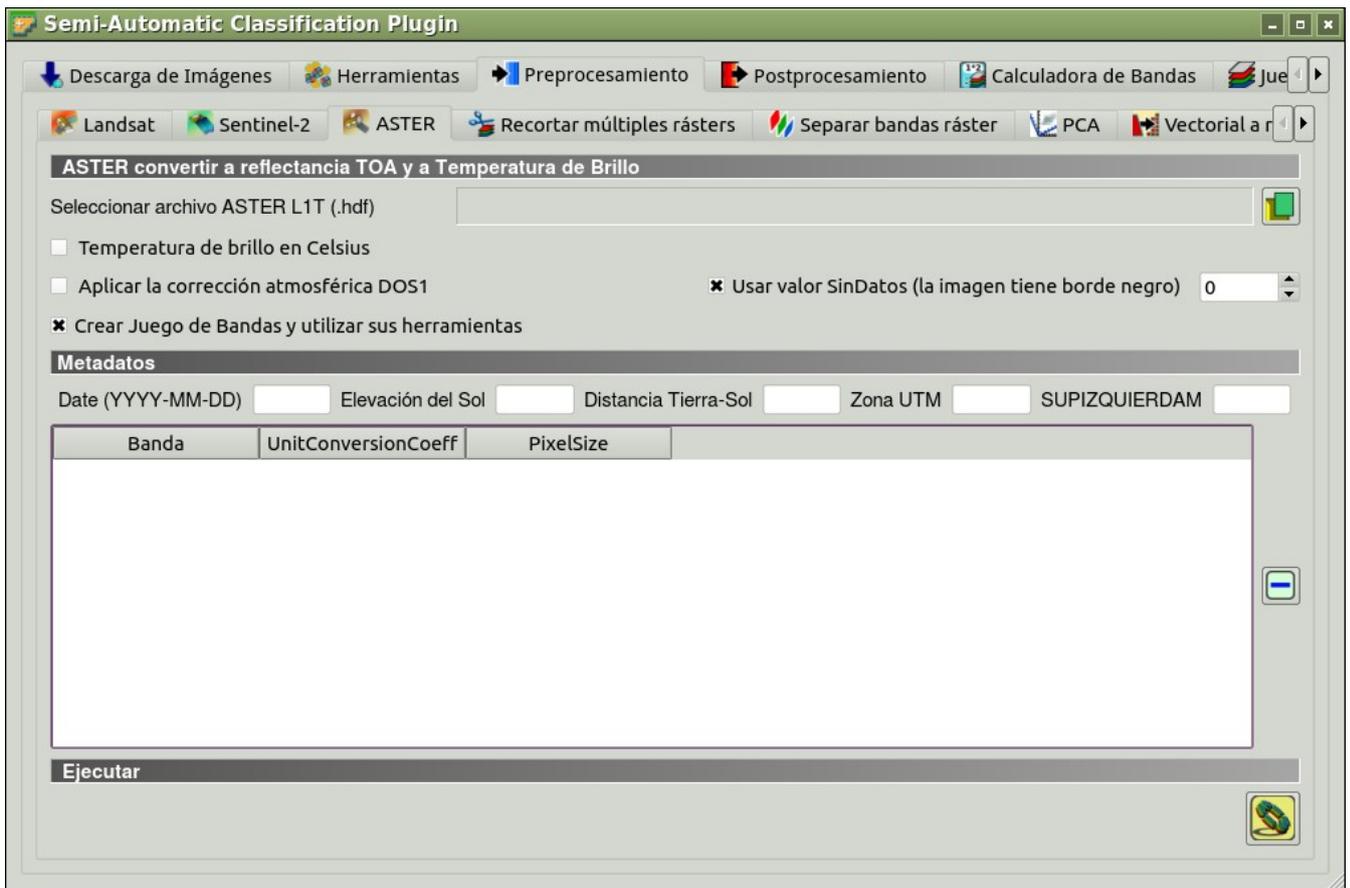


Figura 10.18:  ASTER

- *Aplicar la corrección atmosférica DOS1*: si está seleccionado, la *Corrección DOS1* (página 164) es aplicada a todas las bandas;
- *Usar valor SinDatos (la imagen tiene borde negro)* : si está seleccionado, los píxeles que tienen valores `SinDatos` no son contados durante la conversión y el cálculo de DNmin del DOS1; es útil cuando la imagen tiene borde negro (generalmente con valor de pixel = 0);
- *Crear Conjunto de Bandas y utilizar sus herramientas*: si está seleccionada, el *Conjunto de Bandas* es creado después de la conversión; además, el *Conjunto de Bandas* es procesado de acuerdo a las herramientas seleccionadas en el *Conjunto de bandas* (página 111);

## Metadatos

Todas las bandas encontradas en *Seleccionar archivo ASTER LIT* son listadas en la tabla *Metadatos*. Para información sobre los campos *Metadatos* visita la [página de ASTER](#).

- *Date* : fecha de adquisición (Ej. 20130415);
- *Elevación del Sol* : elevación del Sol en grados;
- *Distancia Tierra-Sol* : distancia de la Tierra al Sol en unidades astronómicas (calculada automáticamente si *Date* está llenada);
- *Zona UTM* : código de la zona UTM de la imagen;
- *SUPIZQUIERDAM* : coordenadas de la esquina superior izquierda de la imagen;
- : elimina las bandas seleccionadas de la tabla *Metadatos*;
-  **Metadatos: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Band*: nombre de banda;
  - *UnitConversionCoeff*: valor para la conversión a radiancia;
  - *PixelSize*: irradiancia solar de la banda;

## Ejecutar

- : selecciona un directorio de salida y comienza el proceso de conversión; solo las bandas listadas en la tabla *Metadatos* son convertidas; las bandas convertidas son guardadas en el directorio de salida con el prefijo `RT_` y automáticamente cargadas en QGIS;

## MODIS

This tab allows for the conversion of **MODIS** images to .tif format, and the reprojection to WGS 84.

Cuando el directorio de entrada se selecciona, las bandas disponibles se listan en la tabla de Metadatos

### MODIS conversion

- *Select file MODIS* : select a MODIS image (file .hdf);
- *Reproject to WGS 84*: if checked, reproject bands to WGS 84, required for use in *SCP*;



Figura 10.19: \_static/semiautomaticclassificationplugin\_modis\_t  
*MODIS*

-  Usar valor SinDatos (la imagen tiene borde negro) : si está seleccionado, los píxeles que tienen valores SinDatos no son contados durante la conversión y el cálculo de DNmin del DOS1; es útil cuando la imagen tiene borde negro (generalmente con valor de pixel = 0);
-  Crear Conjunto de Bandas y utilizar sus herramientas: si está seleccionada, el Conjunto de Bandas es creado después de la conversión; además, el Conjunto de Bandas es procesado de acuerdo a las herramientas seleccionadas en el *Conjunto de bandas* (página 111);

### Metadatos

All the bands found in the *Select file MODIS* are listed in the table *Metadata*. For information about *Metadata* fields visit [the MODIS page](#).

- *ID* : ID of the image;
- : elimina las bandas seleccionadas de la tabla *Metadatos*;
-  **Metadatos: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Band*: nombre de banda;
  - *UnitConversionCoeff*: value for conversion;

### Ejecutar

- : selecciona un directorio de salida y comienza el proceso de conversión; solo las bandas listadas en la tabla *Metadatos* son convertidas; las bandas convertidas son guardadas en el directorio de salida con el prefijo RT\_ y automáticamente cargadas en QGIS;

### Recortar múltiples rásters

Esta pestaña permite recortar al mismo tiempo varias bandas de imágenes, usando un rectángulo definido con coordenadas de puntos o los límites definidos por un archivo shape.

### Lista de Rásters

- : recargar la lista de capas;
- : selecciona todos los rásters;

### Coordenadas de corte

Establece las coordenadas Superior Izquierda (UL) e Inferior Derecha (LR) del rectángulo usado para el corte; es posible ingresar las coordenadas manualmente. Alternativamente puedes usar un archivo shape.

- *UL X* : establecer la coordenada UL X;
- *UL Y* : establecer la coordenada UL Y;
- *LR X* : establecer la coordenada LR X;
- *LR Y* : establecer la coordenada LR Y;

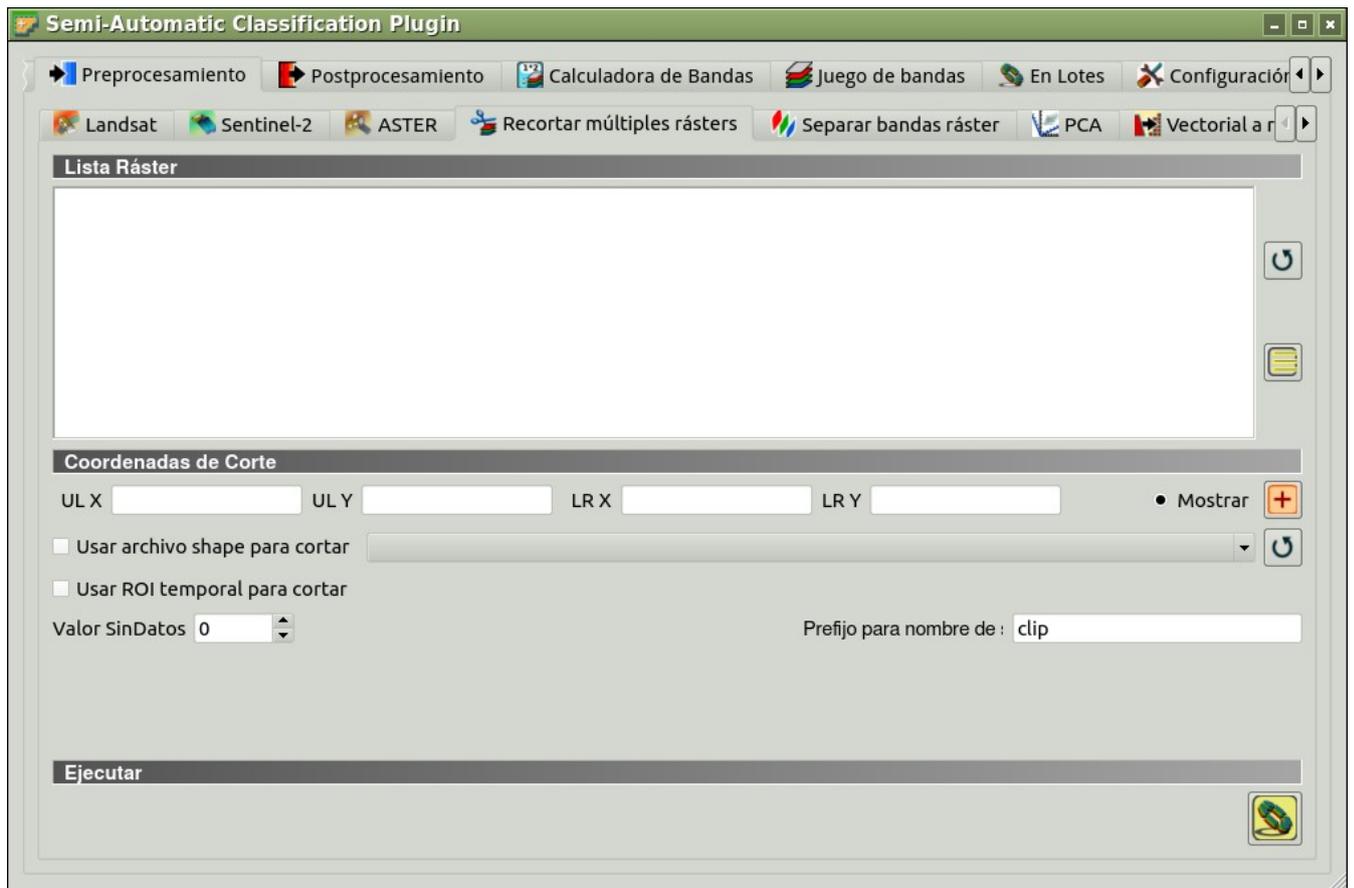


Figura 10.20:  Recortar múltiples rásters

-  *Mostrar*: muestra u oculta el área de corte dibujada en el mapa;
-  : define el área de corte dibujando un rectángulo en el mapa; clic izquierdo para establecer el punto UL y clic derecho para establecer el punto LR; el área es mostrada en el mapa;
- *Usar archivo shape para cortar*  : si está seleccionado, usa el archivo shape seleccionado (ya cargado en QGIS) para cortar; las coordenadas UL y LR son ignoradas;
- *Usar ROI temporal para cortar*: si está seleccionado, usa el ROI temporal (mira *ROI creación de* (página 42)) para cortar; las coordenadas UL y LR son ignoradas;
-  : recargar la lista de capas;
- *Valor SinDatos*  : si está seleccionado, establece el valor SinDatos para los pixeles (Ej. los pixeles que están fuera del área de corte);
- *Prefijo para nombre de salida*  : establece el prefijo para los nombres de los archivos de salida (por defecto es clip);

### Ejecutar

-  : elije el destino de salida y corta los rásters seleccionados; solo los rásters seleccionados en la *Lista de Rásters* (página 86) son cortados y cargados automáticamente en QGIS;

## Separar bandas ráster

Separa una ráster multibanda en bandas sencillas.

### Ráster de entrada

- *Selecciona una ráster multibanda*  : selecciona una ráster multibanda ya cargada en QGIS;
-  : recargar la lista de capas;
- *Prefijo para nombre de salida*  : establece el prefijo para los nombres de los archivos de salida (por defecto es split);

### Ejecutar

-  : elije el destino de salida y separa el ráster seleccionado; las bandas son cargadas automáticamente en QGIS;

## Stack raster bands

Stack raster bands into a single file.

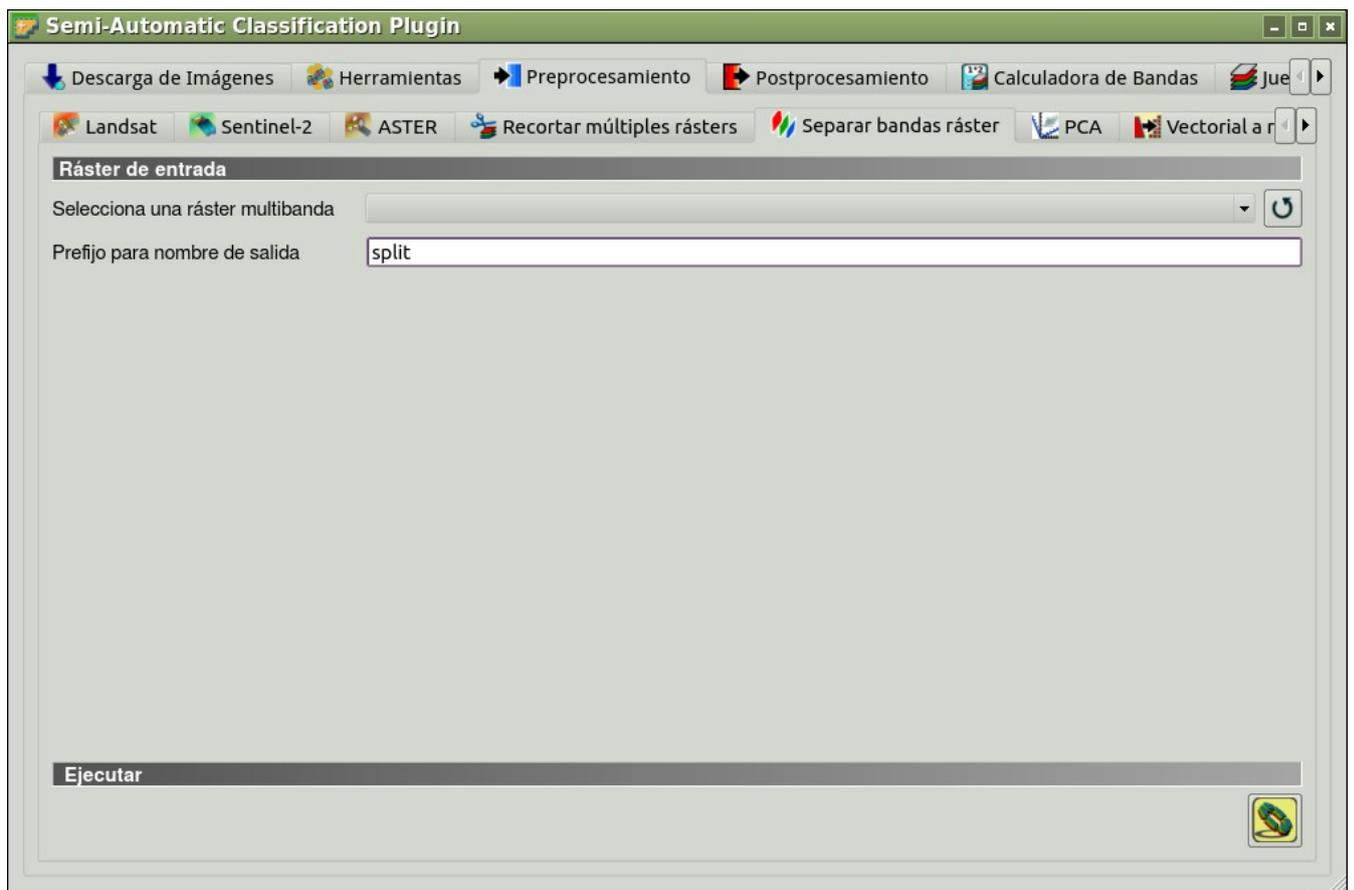


Figura 10.21:  *Separar bandas ráster*



Figura 10.22:  `_static/semiautomaticclassificationplugin_stack_raster`  
*Stack raster bands*

## Lista de Rásters

-  : recargar la lista de capas;
-  : selecciona todos los rásters;

## Ejecutar

-  : choose the output destination and stack selected rasters; output is automatically loaded in QGIS;

## PCA

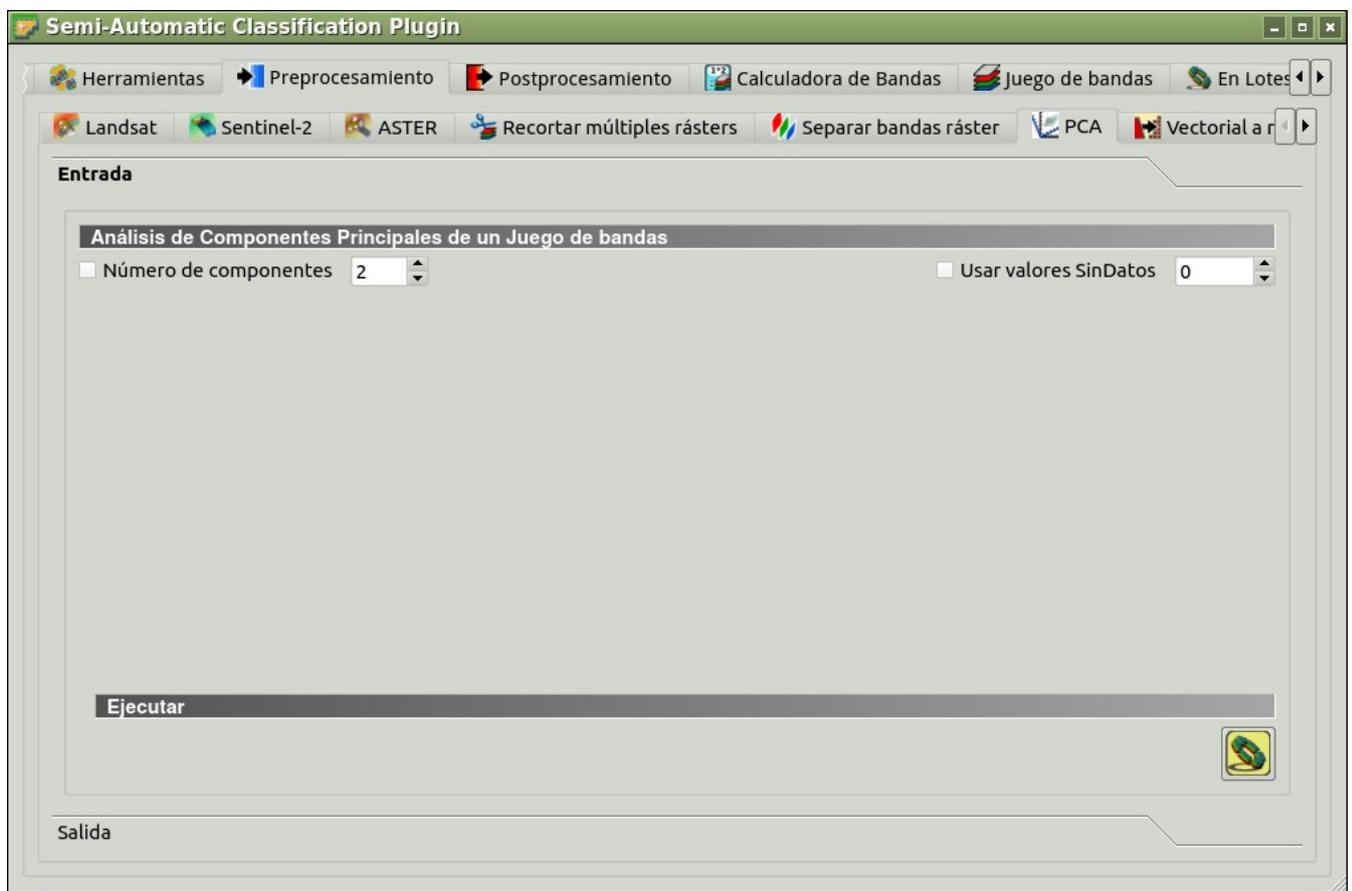


Figura 10.23:  PCA

Esta pestaña permite el PCA (*Análisis de Componentes Principales* (página 147)) de las bandas cargadas en el *Conjunto de bandas*.

### Análisis de Componentes Principales de un Conjunto de bandas

- Número de componentes*  : si está seleccionado, establece el número de componentes calculados; si no está seleccionado, todos los componentes son calculados;

- Usar valores SinDatos* : si está seleccionado, establece el valor SinDatos de los pixeles, que serán ignorados durante el cálculo;

## Ejecutar

- : selecciona un directorio de salida y comienza el proceso de cálculo; una vez que los componentes principales son calculados se guardan como archivos rásters; además, los detalles sobre el PCA son mostrados en la pestaña *Salida* y guardados en un archivo .txt en el directorio de salida;

## Vectorial a ráster

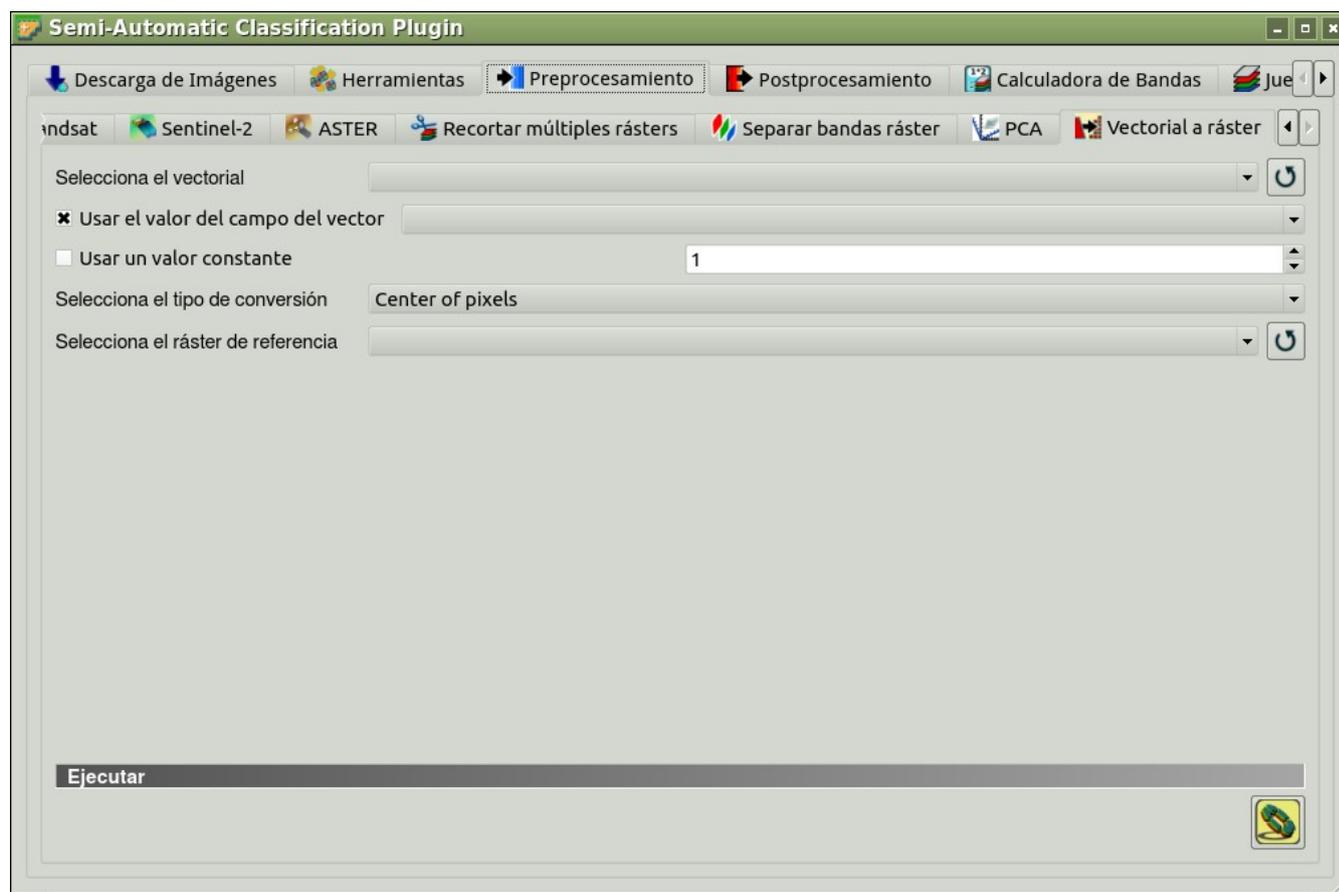


Figura 10.24:  *Vectorial a ráster*

Esta pestaña permite la conversión de formato vectorial a ráster.

- Selecciona el vectorial* : selecciona un vectorial ya cargado en QGIS;
- : recargar la lista de capas;
- Usar el valor del campo del vector* : si está seleccionado, el campo seleccionado es usado como atributo para la conversión; los pixeles del ráster de salida tienen los mismos valores que los atributos del vectorial;

-  *Usar un valor constante* : si está seleccionado, los polígonos son convertidos a ráster usando el valor constante seleccionado;
- *Seleccionar el tipo de conversión* : selecciona el tipo de conversión entre *Centro de los pixeles* y *Todos los pixeles en contacto*
  - *Centro de los pixeles*: durante la conversión, el vector es comparado con el ráster de referencia; los pixeles ráster de salida son atribuidos al polígono si el centro del pixel está dentro de ese polígono;
  - *Todos los pixeles en contacto*: durante la conversión, el vector es comparado con el ráster de referencia; los pixeles ráster de salida son atribuidos al polígono si el pixel topa a ese polígono;
- *Selecciona el ráster de referencia* : selecciona un ráster de referencia; los pixeles del ráster de salida tienen el mismo tamaño y alineamiento al del ráster de referencia. El ráster de referencia es un ráster de una sola banda;
- : recargar la lista de capas;

## Ejecutar

- : elige el destino de salida e inicia la conversión a ráster;

## Postprocesamiento

La pestaña  *Postprocesamiento* proporciona varias funciones que pueden ser aplicadas a la Salida de la clasificación.

### Exactitud

Esta pestaña permite la validación de una clasificación (lee *Evaluación De la Exactitud* (página 160) ). La clasificación se compara con un ráster de referencia o con un archivo shape (que es convertido automáticamente a ráster). Si se elige un archivo shape como referencia, es posible elegir un campo que describa los valores de las Clases.

Varias estadísticas son calculadas como precisión total, precisión del usuario, precisión del productor y coeficiente Kappa. La salida es un ráster de error que es un archivo `.tif` mostrando los errores en el mapa, donde los valores de los pixeles representan las categorías de la comparación (i.e. combinaciones identificadas por `ErrorMatrixCode` en la matriz de error) entre la clasificación y su referencia. Además, es creado un archivo de texto conteniendo la matriz de error (i.e. un archivo `.csv` separado por etiquetas) con el mismo nombre definido para el archivo `.tif`.

### Entrada

- *Selecciona la clasificación a evaluar* : selecciona el ráster con la clasificación (ya cargado en QGIS);
- : recargar la lista de capas;
- *Selecciona el archivo shape o ráster de referencia* : selecciona un ráster o un archivo shape (ya cargado en QGIS), usado como capa de referencia (ground truth) para la verificación de la exactitud;
- : recargar la lista de capas;

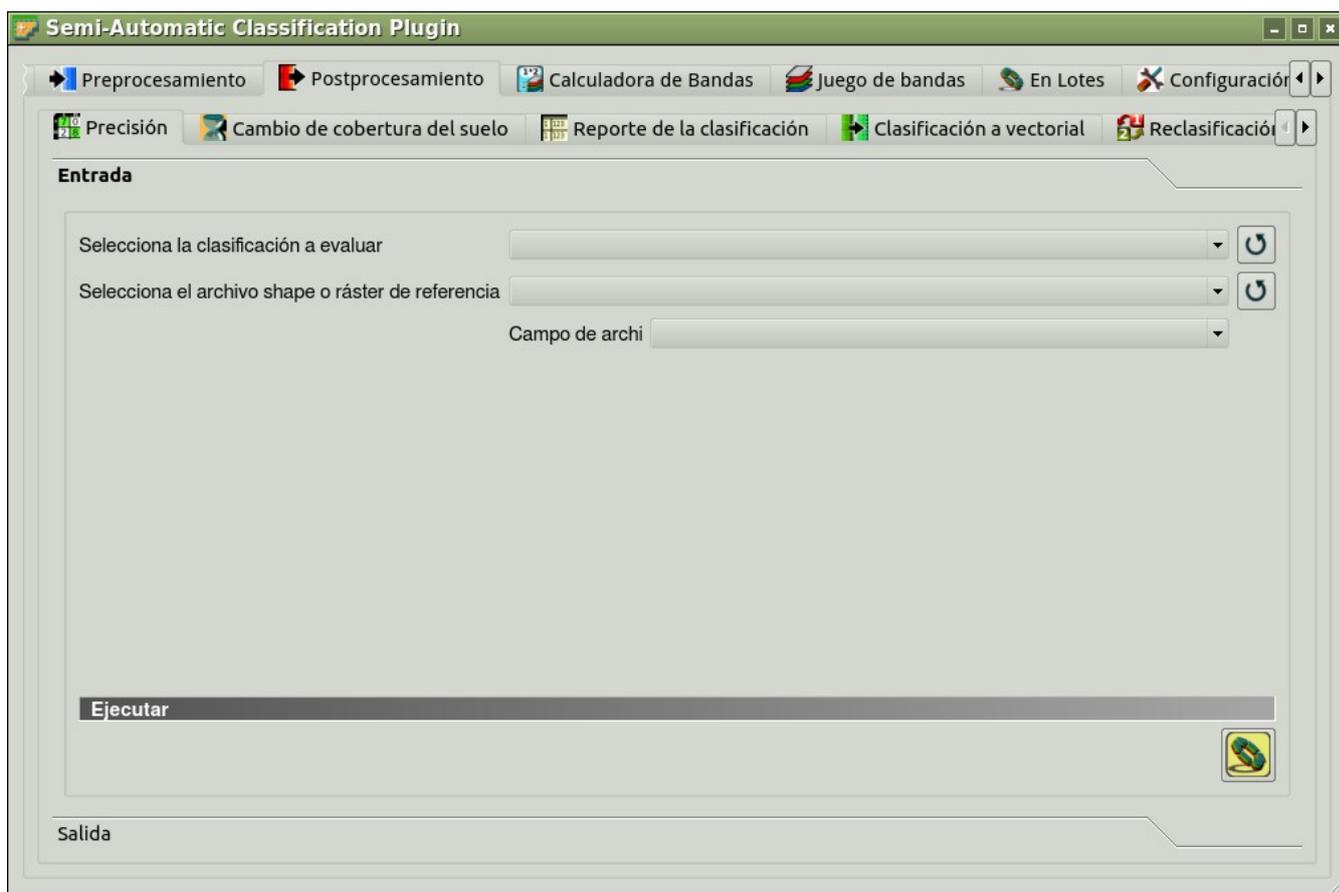


Figura 10.25:  Exactitud

- *Campo de archivo shape* : si un archivo shape es seleccionado como referencia, selecciona el campo del shape conteniendo los valores numéricos de las Clases;

## Ejecutar

- : selecciona el destino de salida y comienza a calcular; la matriz de error es mostrada en la pestaña *Salida* y el ráster de error es cargado en QGIS;

## Cambio de cobertura del suelo

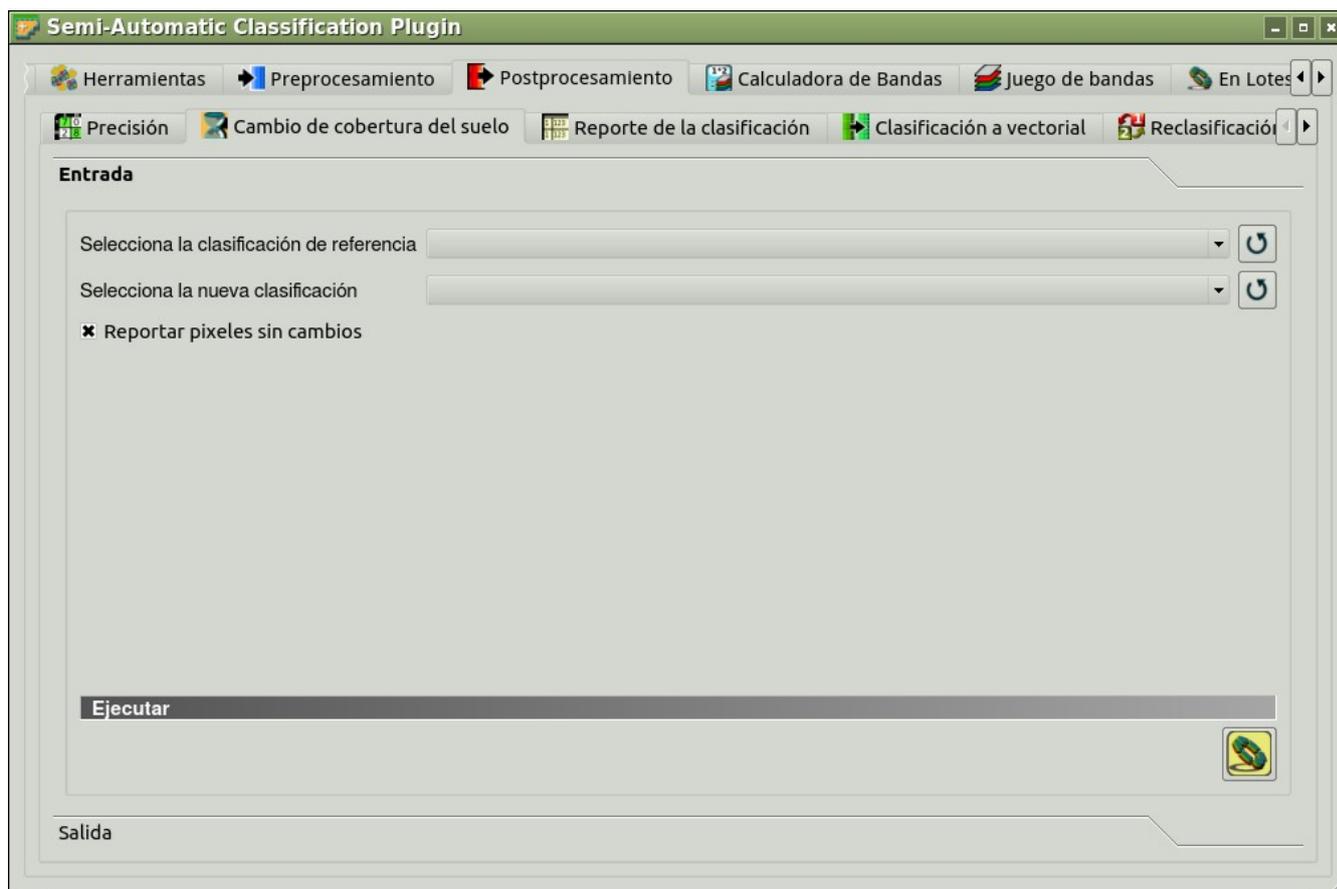


Figura 10.26:  *Cambio de cobertura del suelo*

La pestaña *Cambio de cobertura del suelo* permite la comparación entre dos clasificaciones para determinar cambios en la cobertura del suelo. La salida es un ráster de cambios en la cobertura del suelo (i.e. un archivo .tif mostrando los cambios en el mapa, donde cada pixel representa una categoría de comparación (i.e. combinaciones) entre dos clasificaciones, que es el `ChangeCode` en las estadísticas del cambio en la cobertura del suelo) y un archivo de texto conteniendo las estadísticas del cambio en la cobertura del suelo (i.e. un archivo .csv separado por etiquetas, con el mismo nombre definido para el archivo .tif).

### Entrada

- *Selecciona la clasificación de referencia* : selecciona una clasificación ráster de referencia (ya cargado en QGIS);

-  : recargar la lista de capas;
- *Selecciona la nueva clasificación* : selecciona una nueva clasificación ráster (ya cargada en QGIS), para ser comparada con la clasificación de referencia;
-  : recargar la lista de capas;
- *Reportar pixeles sin cambios*: si está seleccionada, reporta también los pixeles sin cambios (que tienen el mismo valor en ambas clasificaciones);

## Ejecutar

-  : elige el destino de salida y comienza a calcular; las estadísticas de los cambios en la cobertura del suelo son mostradas en la pestaña *Salida* (y guardadas en un archivo de texto) y la ráster de cambio de la cobertura del suelo es cargada en QGIS;

## Reporte de la clasificación

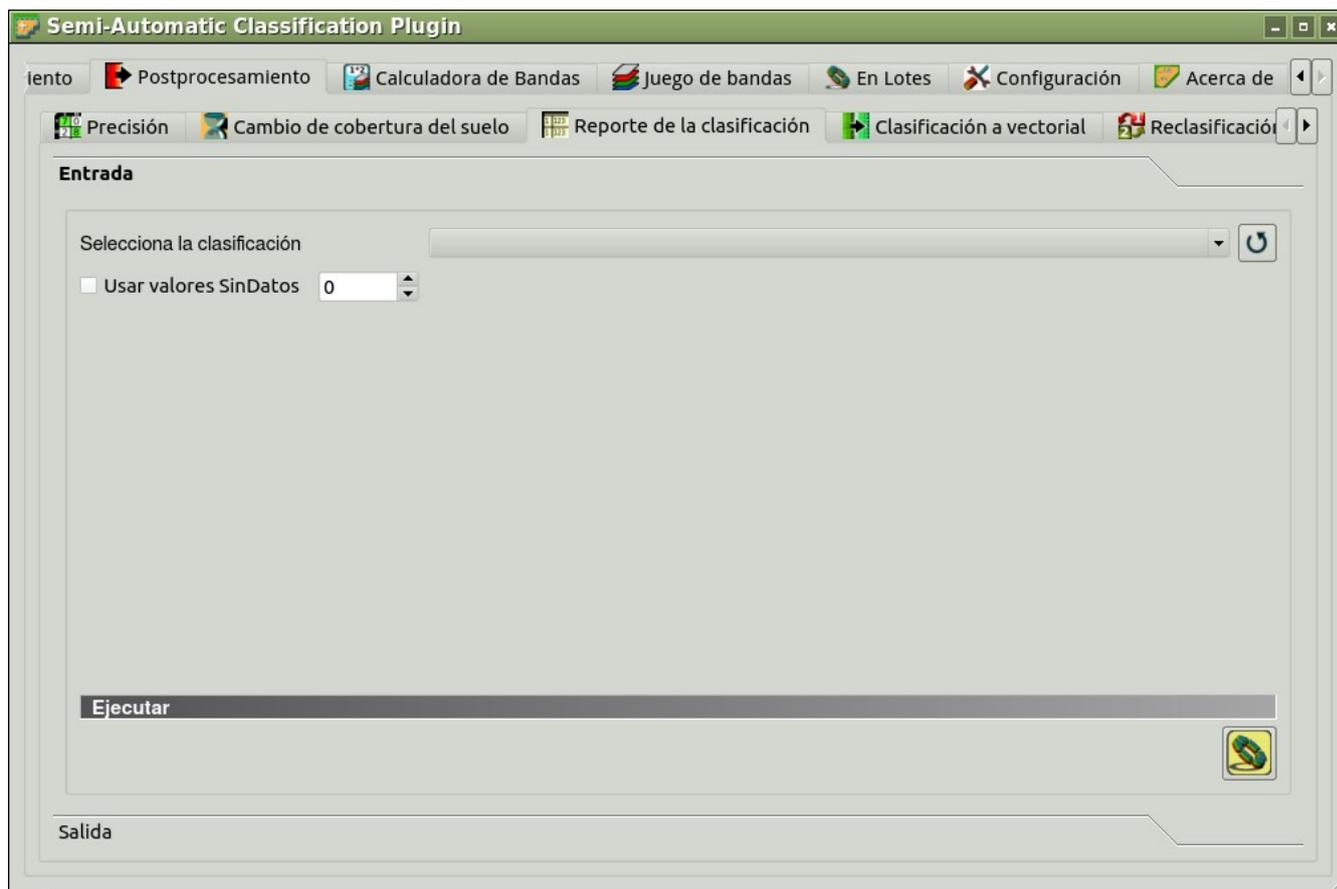


Figura 10.27:  *Reporte de la clasificación*

Esta pestaña permite el cálculo de estadísticas de las Clases como el número de pixeles, porcentaje y área (las unidades de área son definidas por la misma imagen).

## Entrada

- *Selecciona la clasificación* : selecciona un ráster de clasificación (ya cargado en QGIS);
- : recargar la lista de capas;
- *Usar valor SinDatos ' \input\_number!': si está seleccionado los valores "SinDatos" serán excluidos del reporte*

## Ejecutar

- : elige el destino y comienza a calcular; el reporte es guardado en un archivo de texto y mostrado en la pestaña *Salida*;

## Clasificación cruzada

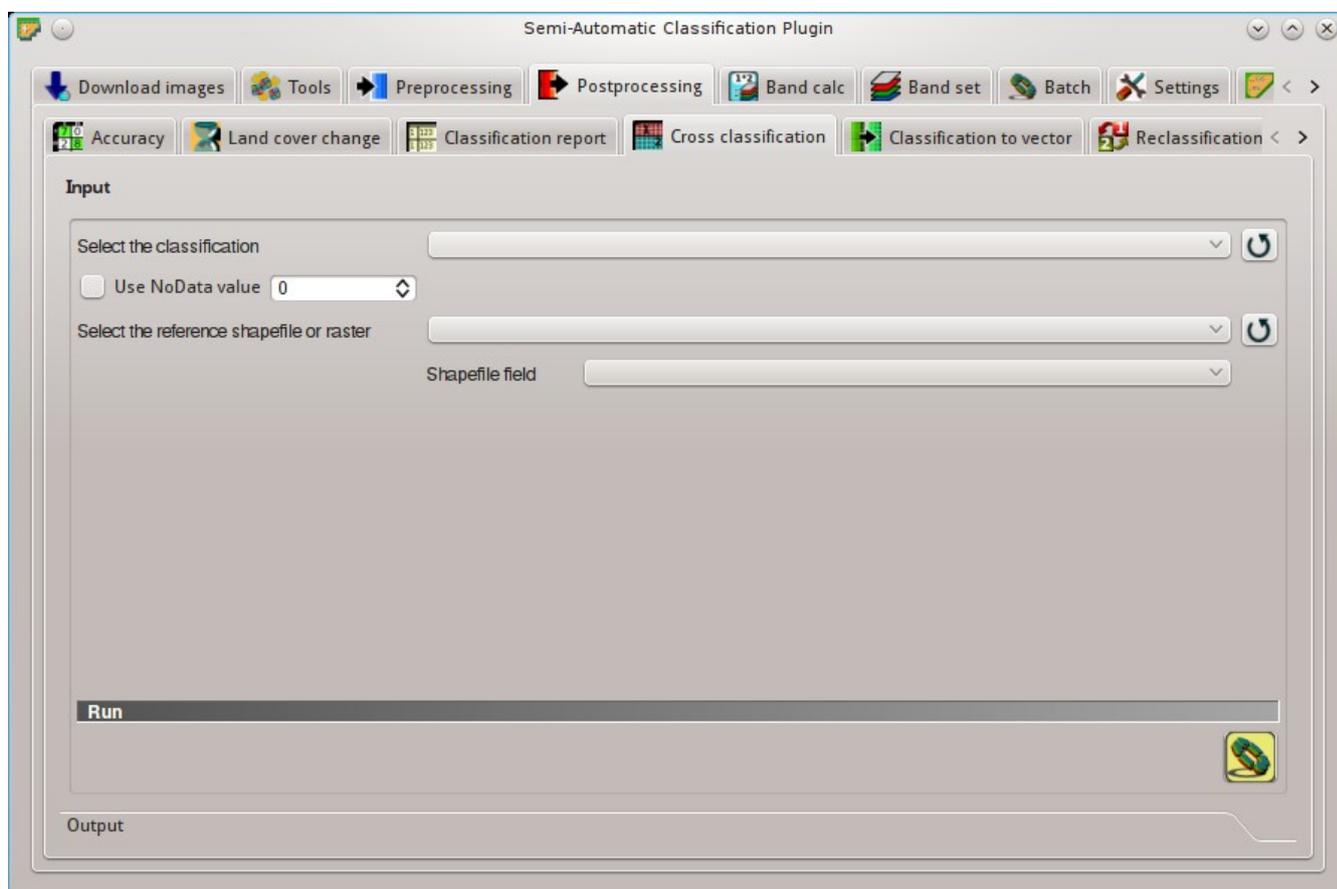


Figura 10.28:  *Clasificación cruzada*

Esta pestaña permite el cálculo de un ráster y una matriz de clasificación cruzada. La clasificación es comparada con un ráster o un archivo shape de referencia (el cual es convertido automáticamente a ráster). Esto es útil para calcular la superficie de cada combinación entre las clases de referencia y los valores de clasificación. Si se elige un archivo shape como referencia, es posible elegir un campo que describa los valores de las clases.

El resultado es un `raster` cruzado, el cual es un archivo `.tif` donde los valores de los píxeles representan categorías de comparación (i.e. combinaciones identificadas por el "CrossMatrixCode") entre la clasificación y la

referencia. Además, se crea un archivo de texto conteniendo la matriz cruzada (i.e. un archivo `.csv` separado por tabulaciones) con el mismo nombre que el archivo `.tif`.

### Entrada

- *Selecciona la clasificación* : selecciona un ráster de clasificación (ya cargado en QGIS);
- : recargar la lista de capas;
- *Usar valor SinDatos* : si está marcado, los valores “SinDatos” serán excluidos del cálculo;
- *Selecciona el archivo shape o ráster de referencia* : selecciona un ráster o un archivo shape (ya cargado en QGIS), usado como capa de referencia;
- : recargar la lista de capas;
- *Campo de archivo shape* : si un archivo shape es seleccionado como referencia, selecciona el campo del shape conteniendo los valores numéricos de las Clases;

### Ejecutar

- : selecciona la carpeta de destino del resultado y comienza a calcular; la matriz de cruce se muestra en la pestaña *Resultado* y el ráster cruzado es cargado en QGIS;

## Clasificación a vectorial

Esta pestaña permite la conversión de un ráster de clasificación en un archivo vectorial shape.

- *Selecciona la clasificación* : selecciona un ráster de clasificación (ya cargado en QGIS);
- : recargar la lista de capas;

### Simbología

- *Usar código del listado de Firmas* : si está seleccionado, el color y la información de Clase son definidos desde
  - MC ID: usar el ID de las Macroclases;
  - C ID: usar el ID de las Clases;

### Ejecutar

- : elige el destino de salida y comienza la conversión;

## Reclasificación

Esta pestaña permite la reclasificación (i.e. asignando un código de Clase nuevo a los píxeles ráster). En particular, facilita la conversión desde los valores C ID a MC ID.

- *Selecciona la clasificación* : selecciona un ráster de clasificación (ya cargado en QGIS);

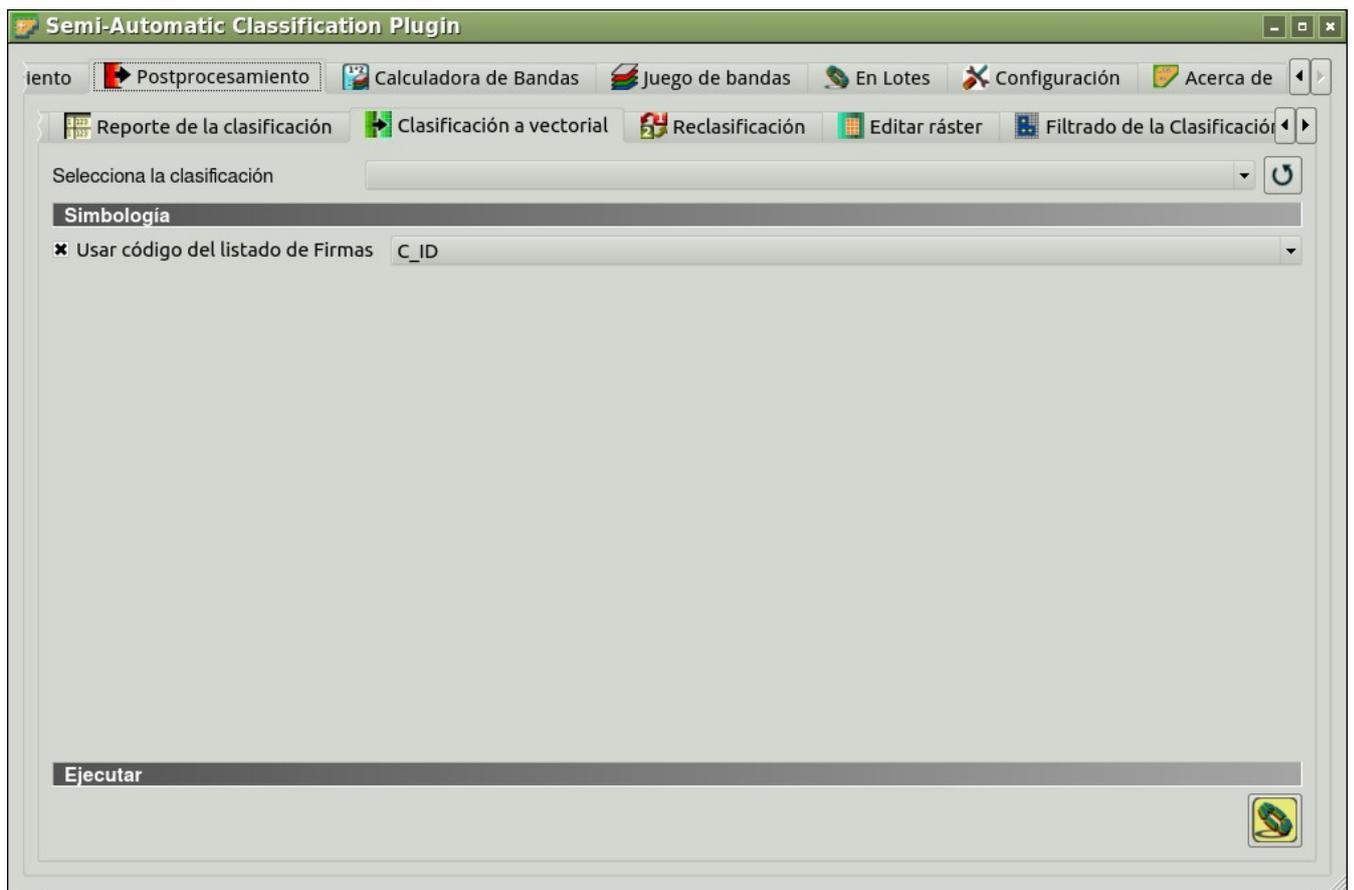


Figura 10.29:  Clasificación a vectorial

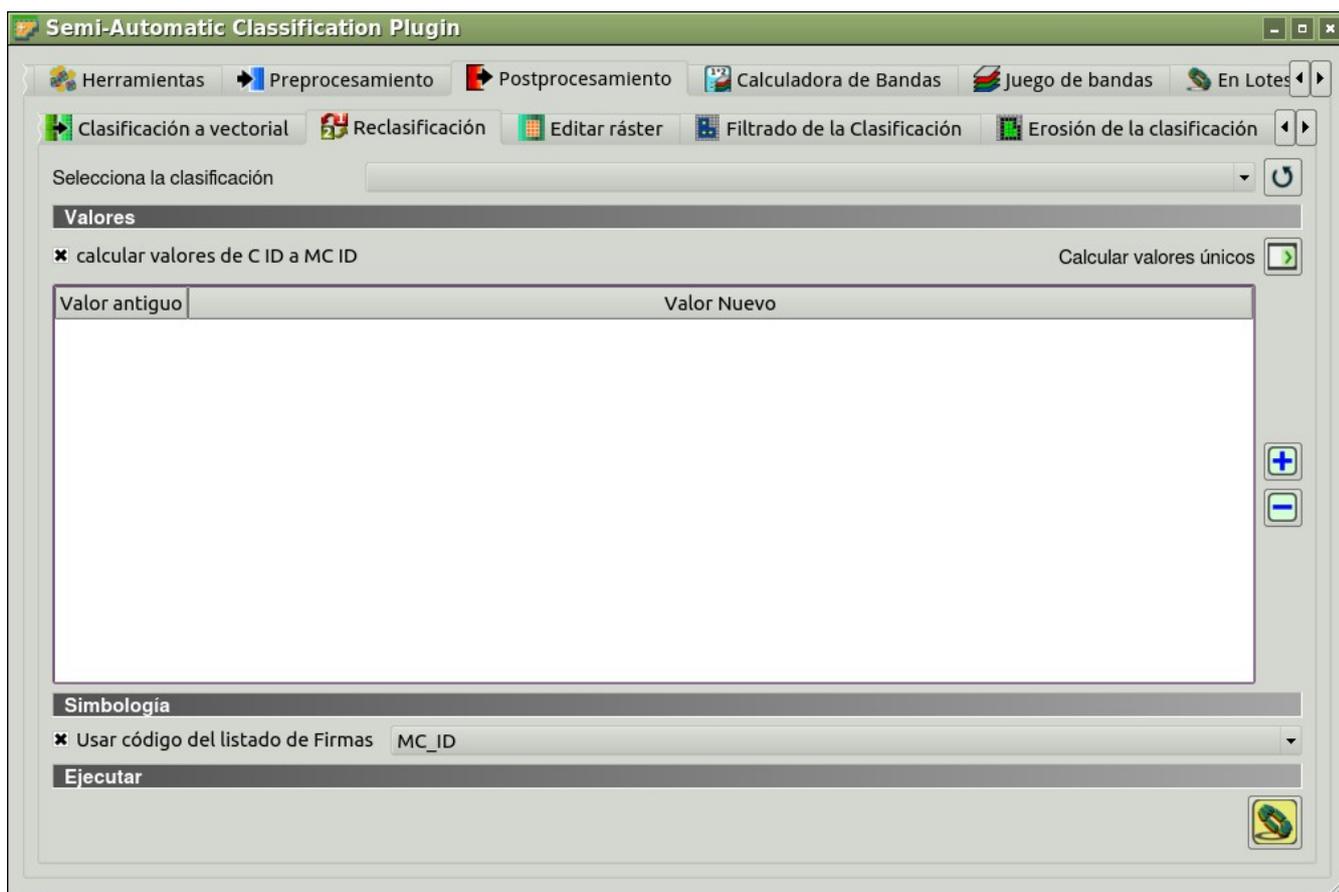


Figura 10.30:  Reclasificación

-  : recargar la lista de capas;

## Valores

-  *calcular valores de C ID a MC ID*: si está seleccionado, la tabla de reclasificación table es completada de acuerdo con la *ROI Signature list* (página 41) cuando *Calcular valores únicos*  es presionado;
- *Calcular valores únicos* : calcula valores únicos en la clasificación y completa la tabla de reclasificación;
-  **Valores: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Valor antiguo*: establece la expresión para definir los valores antiguos que serán reclasificados; *Valor antiguo* puede ser un valor o una expresión definida usando la variable `name raster` (nombres personalizados pueden ser definidos en *Nombre de variable para expresiones* (página 119) ), utilizando operadores Python (Ej. `raster > 3` selecciona todos los pixeles que tienen valor  $> 3$ ; `raster > 5 | raster < 2` selecciona todos los pixeles que tienen valores  $> 5$  o  $< 2$ ; `raster >= 2 & raster <= 5` selecciona todos los pixeles que tienen valores entre 2 y 5);
  - *Valor Nuevo*: establece el nuevo valor para los valores antiguos definidos en *Valor antiguo*;
-  : agrega una fila a la tabla;
-  : elimina las filas resaltadas de la tabla;

## Simbología

-  *Usar código del listado de Firmas*  : si está seleccionado, el color y la información de Clase son definidos desde
  - MC ID: usar el ID de las Macroclases;
  - C ID: usar el ID de las Clases;

## Ejecutar

-  : elige el destino de salida y comienza a calcular; el ráster de la reclasificación es cargado en QGIS;

## Editar ráster

Esta pestaña permite la edición directa de los valores de los pixeles en un ráster. Solo los pixeles que están debajo de polígonos ROI o polígonos vectoriales son editados.

**Atención:** El ráster de entrada es editado directamente; es recomendable crear una **copia de seguridad** del ráster antes de usar esta herramienta para evitar pérdida de datos.

Esta herramienta permite editar rápidamente rásters grandes, especialmente cuando los polígonos de edición son pequeños, debido a que los valores de píxel son editados directamente. Adicionalmente, la *SCP Edit Toolbar* (página 135) está disponible para facilitar la edición de ráster usando múltiples valores.

- *Selecciona el ráster de entrada* : selecciona un ráster (ya cargado en QGIS);

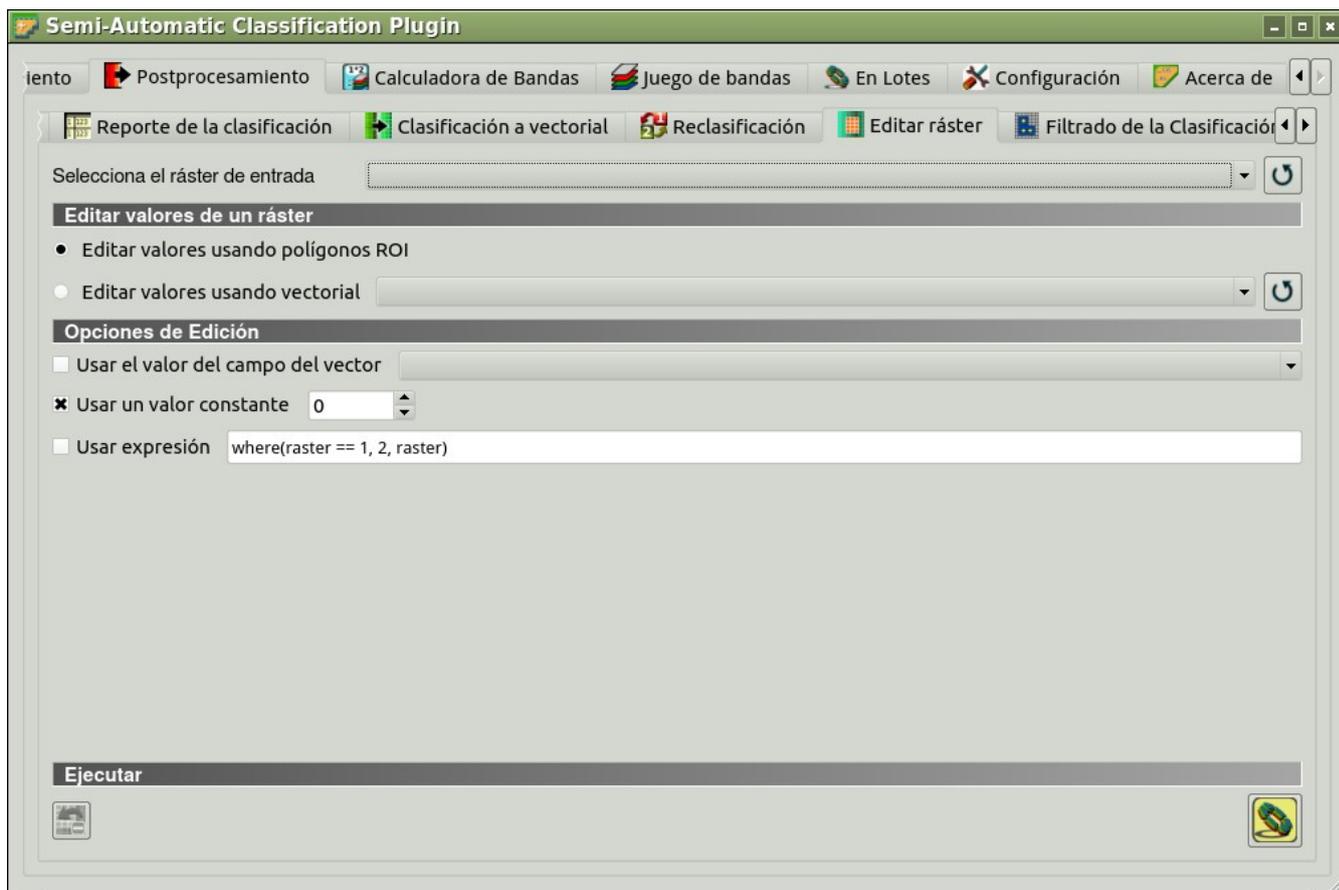


Figura 10.31:  Editar ráster

-  : recargar la lista de capas;

### Editar valores de un ráster

-  *Editar valores usando polígonos ROI*: si está seleccionado, el ráster es editado usando polígonos de ROI temporales existentes en el mapa;
-  *Editar valores usando vectorial* : si está seleccionado, el ráster es editado usando todos los polígonos del archivo vectorial seleccionado;
-  : recargar la lista de capas;

### Opciones de Edición

- *Usar el valor del campo del vectorial* : si está seleccionado, el ráster es editado usando el vectorial seleccionado (en *Editar valores usando vectorial*) y los valores de los campos de los polígonos del vectorial seleccionado;
- *Usar un valor constante* : si está seleccionado, el ráster es editado utilizando el valor constante elegido;
- *Usar expresión* : si está seleccionado, el ráster es editado según la expresión ingresada; la expresión debe contener uno o más `where`; la siguiente expresión de ejemplo `where(raster == 1, 2, raster)` ya está ingresada, la cual pone 2 donde `raster` es igual a 1, y deja sin cambiar los valores donde `raster` no es igual a 1;

### Ejecutar

- : deshace la última edición ráster (disponible solamente cuando se utiliza polígonos ROI);
- : inicia la edición del ráster;

### Filtrado de la Clasificación

Esta pestaña permite reemplazar valores de pequeños píxeles aislados con los valores con los del polígono vecino más grande (basado en [GDAL Sieve](#)). Es útil para remover manchas de la clasificación.

- *Selecciona la clasificación* : selecciona un ráster (ya cargado en QGIS);
-  : recargar la lista de capas;
- *Tamaño de umbral* : tamaño de la mancha que será reemplazada (en unidades de pixel); todas las manchas más pequeñas que el número fijado serán reemplazadas por el valor del vecino cercano más grande;
- *Conexión de píxeles* : **selecciona el tipo de conexión de píxeles:**
  - 4: en una ventana 3x3, los píxeles diagonales no son considerados conectados;
  - 8: en una ventana 3x3, los píxeles diagonales son considerados conectados;

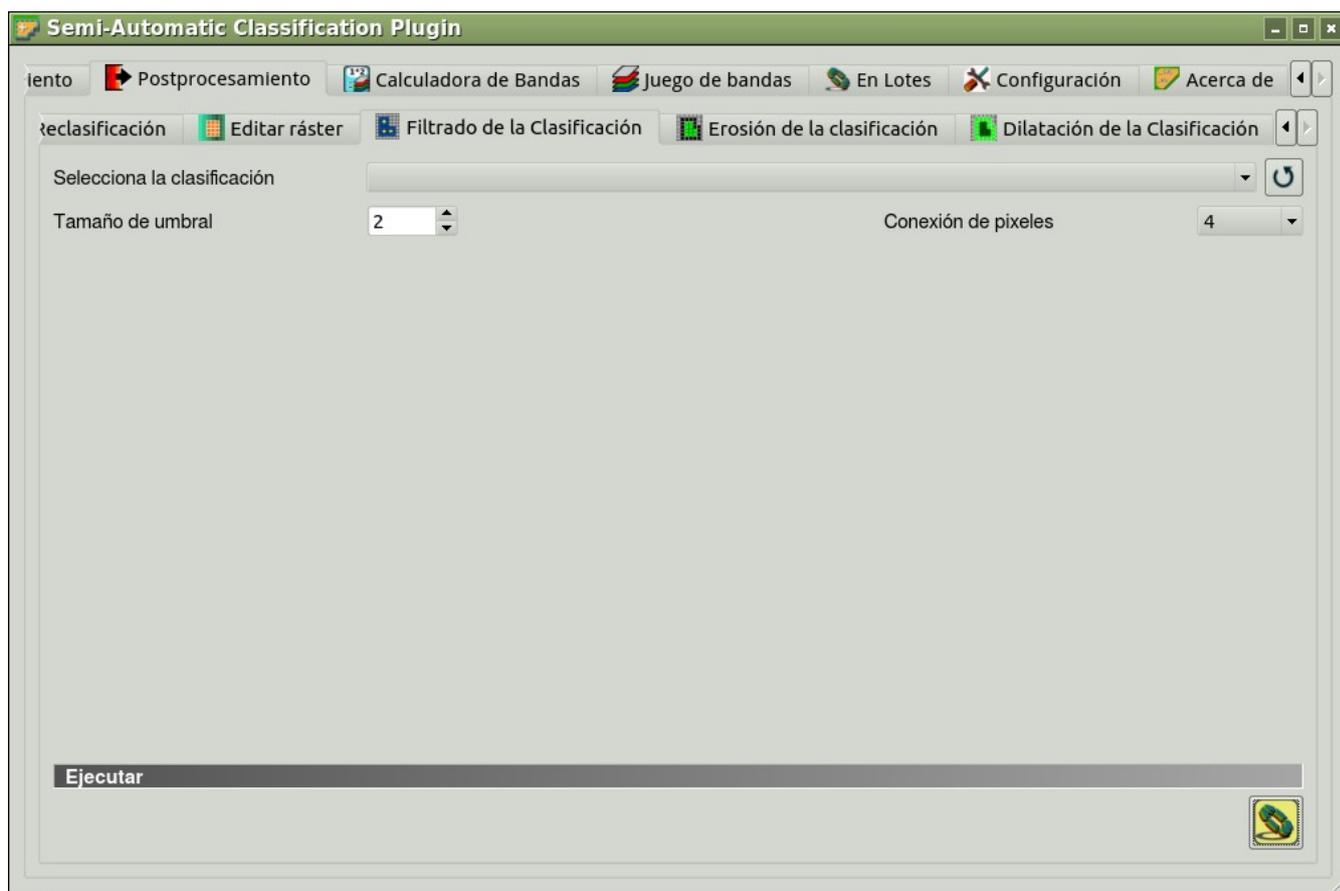


Figura 10.32:  Filtrado de la clasificación

## Ejecutar

-  : selecciona el destino de salida y comienza a calcular;

## Erosión de la clasificación

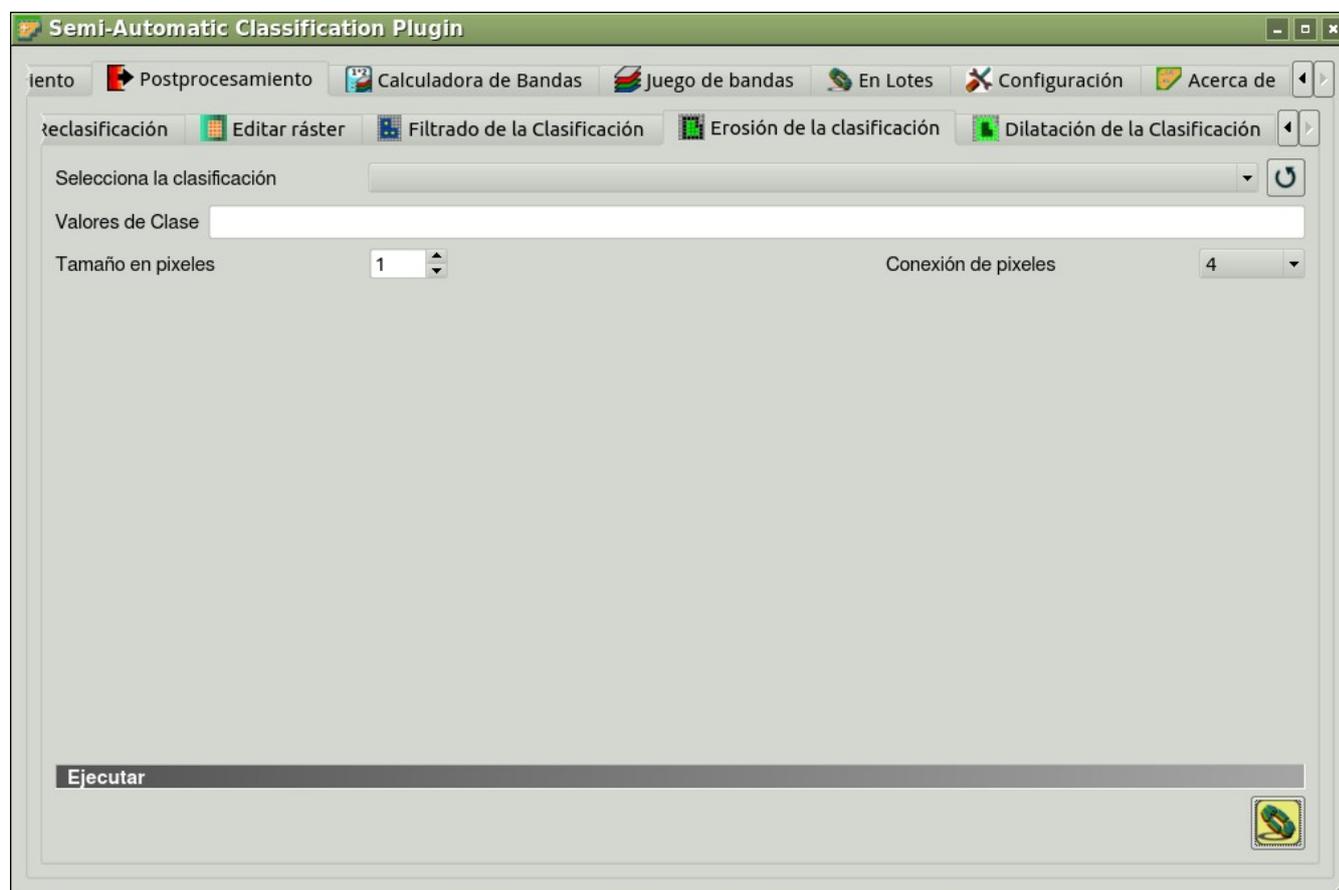


Figura 10.33:  *Erosión de la clasificación*

Esta pestaña permite remover el borde de una mancha de Clase (erosión), definiendo los valores de la Clase que serán erosionados y el número de píxeles desde el borde. Es útil para el refinamiento de la clasificación.

- Selecciona la clasificación**  : selecciona un ráster (ya cargado en QGIS);
-  : recargar la lista de capas;
- Valores de Clase**  : establece los valores de Clase que serán erosionados; los valores de Clase pueden estar separados por , y – pueden ser usados para definir un rango de valores (Ej. 1, 3–5, 8 seleccionará las Clases 1, 3, 4, 5, 8); si el texto está rojo es porque la expresión contiene errores;
- Tamaño en píxeles**  : número de píxeles que serán erosionados desde el borde;
- Conexión de píxeles**  : **selecciona el tipo de conexión de píxeles:**
  - 4: en una ventana 3x3, los píxeles diagonales no son considerados conectados;
  - 8: en una ventana 3x3, los píxeles diagonales son considerados conectados;

## Ejecutar

-  : selecciona el destino de salida y comienza a calcular;

## Dilatación de la Clasificación

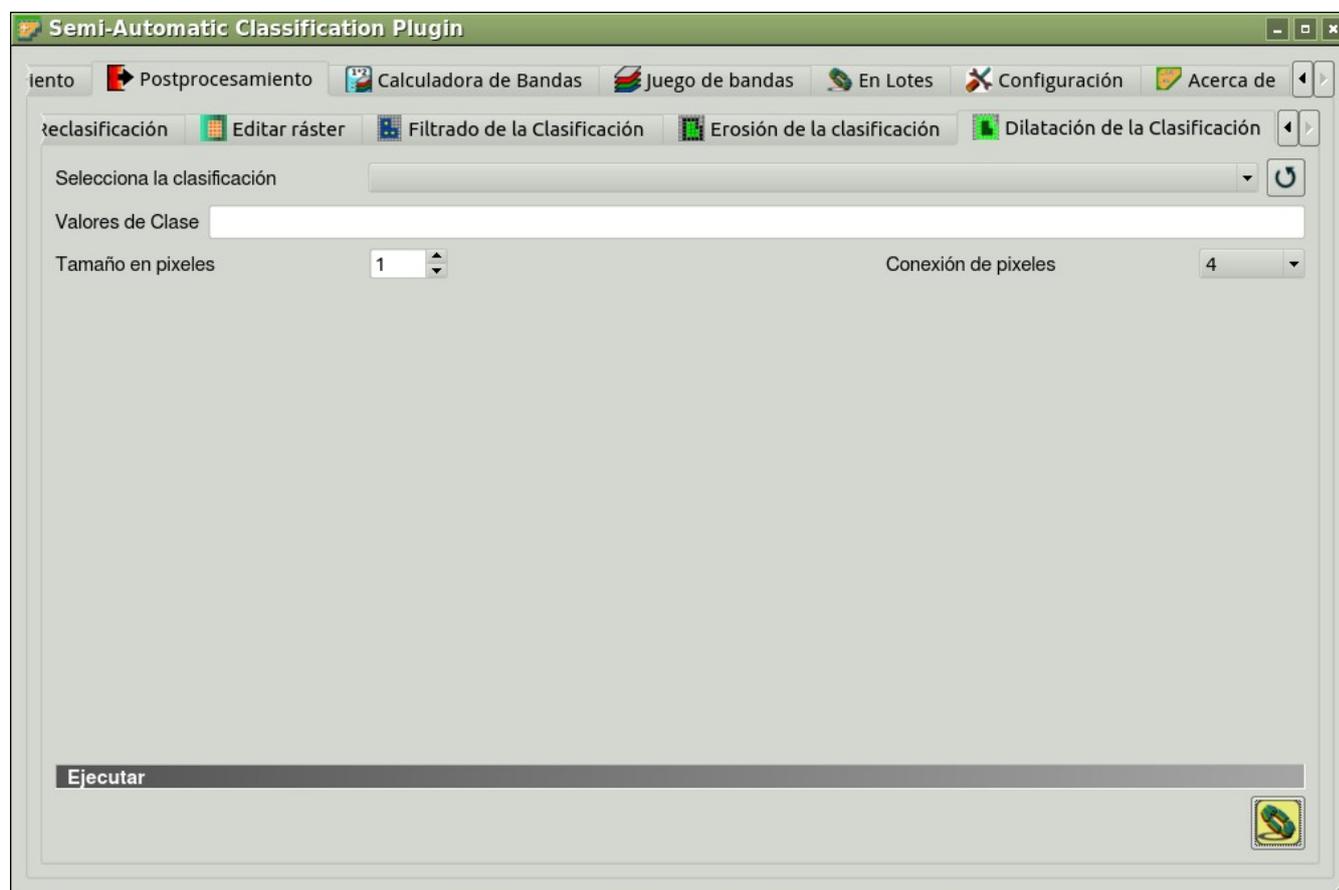


Figura 10.34:  *Dilatación de la Clasificación*

Esta pestaña permite la dilatación del borde de una mancha de Clase, definiendo los valores de la Clase a ser dilatada y el número de pixeles desde el borde. Es útil para el refinamiento de la clasificación.

- Selecciona la clasificación**  : selecciona un ráster (ya cargado en QGIS);
-  : recargar la lista de capas;
- Valores de Clase**  : establece los valores de Clase que serán dilatados; los valores de Clase pueden estar separados por , y – pueden ser usados para definir rangos de valores (Ej. 1, 3–5, 8 seleccionará las Clases 1, 3, 4, 5, 8); si el texto está rojo es porque la expresión contiene errores;
- Tamaño en pixeles**  : número de pixeles que serán dilatados desde el borde;
- Conexión de pixeles**  : **selecciona el tipo de conexión de pixeles:**
  - 4: en una ventana 3x3, los pixeles diagonales no son considerados conectados;
  - 8: en una ventana 3x3, los pixeles diagonales son considerados conectados;

## Ejecutar

-  : selecciona el destino de salida y comienza a calcular;

## Calculadora de Bandas

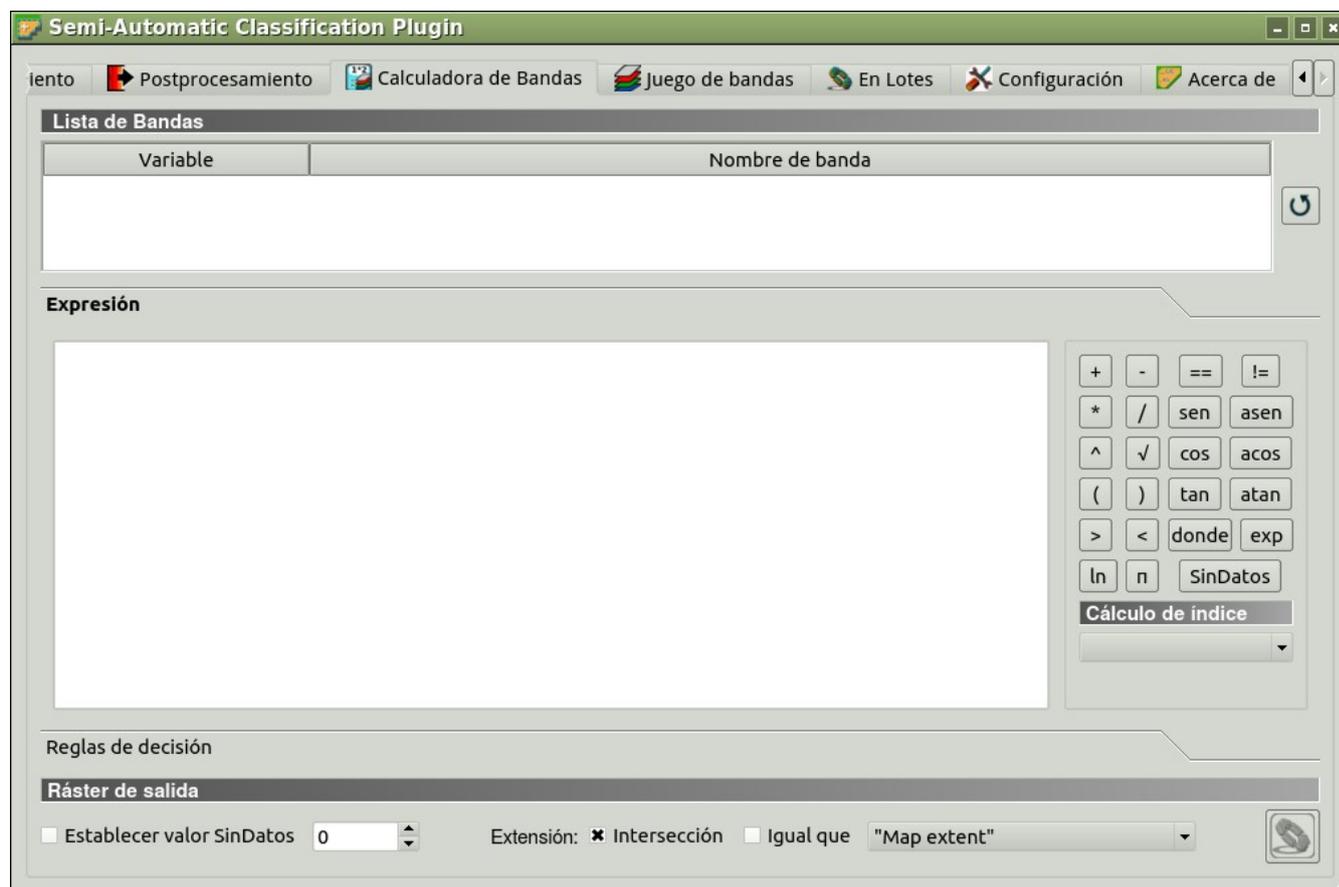


Figura 10.35:  *Calculadora de Bandas*

La *Calculadora de Bandas* permite el **cálculo para bandas ráster** (i.e. calculo de valores de los pixeles) usando *funciones NumPy* . Las bandas ráster deben estar ya cargadas en QGIS. Los rásters deben estar en la misma proyección.

Adicionalmente, es posible calcular un ráster usando **Reglas de decisión**.

## Lista de Bandas

-  *Lista de Bandas*: es una tabla conteniendo la lista de bandas rásters de bandas simples (ya cargadas en QGIS);
  - Variable*: nombre variable definido automáticamente para cada banda (Ej. raster1, raster2);
  - Nombre de banda*: nombre de la banda (i.e. el nombre de la capa en QGIS);
-  : vuelve a cargar la lista de imágenes;

## Expresión

Ingresa una expresión matemática para las bandas ráster. En particular, funciones NumPy pueden ser usadas con el prefijo *np.* (Ej. `np.log10(raster1)`). Para una lista de funciones NumPy mira [la página de NumPy](#).

La expresión puede funcionar con ambos campos *Variable* y *Nombre de banda* (entre comillas dobles). Además, las bandas en el *Conjunto de bandas* (página 111) pueden ser referenciadas directamente; por ejemplo `bandset#b1` se refiere a la banda 1 del *Conjunto de Bandas*. Doble clic en cualquier elemento en la *Lista de Bandas* (página 107) agrega su nombre a la expresión. Adicionalmente, las siguientes variables relacionadas con *Conjunto de bandas* (página 111) están disponibles:

- “#BLUE#”: la banda con el centro de longitud de onda cercano a  $0.475 \mu m$ ;
- “#RED#”: la banda con el centro de longitud de onda cercano a  $0.65 \mu m$ ;
- “#NIR#”: la banda con el centro de longitud de onda cercano a  $0.85 \mu m$ ;

Variables for output name are available:

- #BANDSET#: the name of the first band in the *Conjunto de bandas* (página 111);
- #DATE#: the current date and time (e.g. 20161110\_113846527764);

Si el texto en la *Expresión* está verde, la sintaxis es correcta; si el texto está rojo, la sintaxis es incorrecta y no es posible realizar los cálculos.

Es posible ingresar múltiples expresiones separadas por líneas nuevas como en el siguiente ejemplo:

```
raster1` raster2"  
raster3 raster4"
```

Los ejemplos de arriba calculan dos rásters nuevas en el directorio de salida con el sufijo `_1` (Ej. `calc_raster_1`) para la primer expresión y `_2` (Ej. `calc_raster_2`) para la segunda expresión. Además, es posible definir el nombre de salida usando el símbolo `@` seguido por el nombre, como en el siguiente ejemplo:

```
raster1` raster2"@ calc_1  
raster3 raster4"@ calc_2
```

Los siguientes botones están disponibles:

- +: más;
- -: menos;
- \*: producto;
- /: división;
- ^: potencia;
- V: raíz cuadrada;
- (: abrir paréntesis;
- ): cerrar paréntesis;
- >: mayor que;
- <: menor que;
- *ln*: logaritmo natural;
- $\pi$ : pi;
- ==: igual;
- !=: no igual;
- *sin*: seno;
- *asin*: seno inverso;

- *cos*: coseno;
- *acos*: coseno inverso;
- *tan*: tangente;
- *atan*: tangente inversa;
- *donde*: expresión condicional de acuerdo a la sintaxis `where( condition , value if true, value if false)` (Ej. `where(raster1`= 1, 2, raster1")`);
- *exp*: exponencial natural;
- *SinDatos*: valor SinDatos del ráster (Ej. `nodata(raster1")`); puede ser usado como valor de una expresión (Ej. `where(raster1`= nodata(raster1"), 0, raster1")`);

## Cálculo de índice

*Index calculation* allows for entering a spectral index expression (see *Spectral Indices* (página 149)).

- **Cálculo de índice** : lista de índices espectrales:
  - *NDVI*: si está seleccionado, el cálculo de NDVI es ingresado en la *Expresión* `(( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + "#RED#" ) @ NDVI)`;
  - *EVI*: si está seleccionado, el cálculo de EVI es ingresado en la *Expresión* `( 2.5 * ( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + 6 * "#RED#" - 7.5 * "#BLUE#" + 1 ) @ EVI)`;

- : abre un archivo de texto (.txt) que contiene expresiones personalizadas para ser listadas en *Cálculo de Índice*. El archivo de texto debe contener una expresión en cada línea; cada línea debe estar en la forma `nombre_de_expresión; expresión` (separado por `;`) donde el `nombre_de_expresión` es el nombre que se mostrará en *Cálculo de Índice*. Si se abre un archivo vacío, los valores por defecto son restituidos. A continuación, un ejemplo de contenido del texto:

```
NDVI; ( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + "#RED#" ) @NDVI
EVI; 2.5 * ( "#NIR#" - "#RED#" ) / ( "#NIR#" + 6 * "#RED#" - 7.5 * "#BLUE#" +
→1 ) @EVI
SR; ( "#NIR#" / "#RED#" ) @SR
```

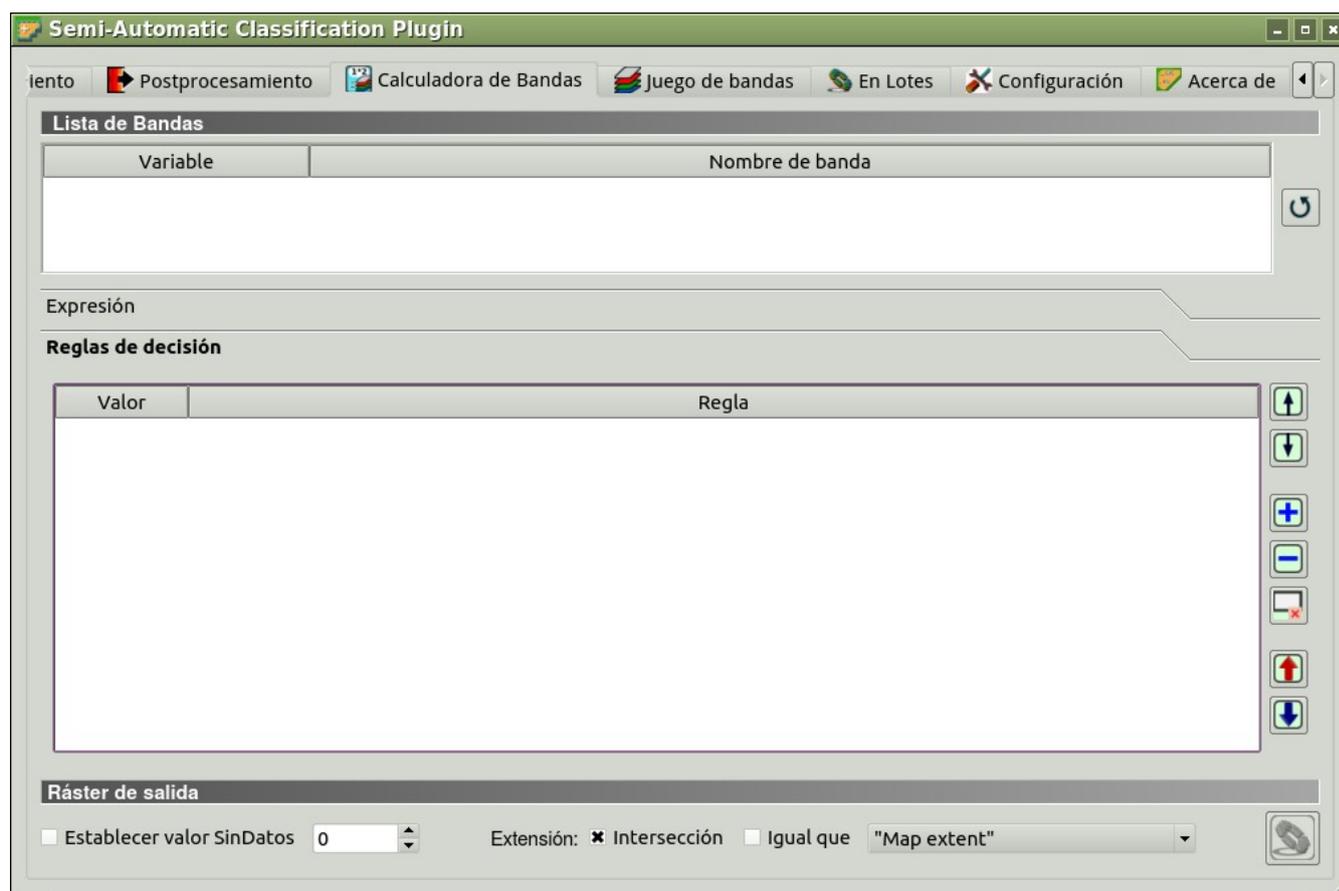
## Reglas de decisión

*Reglas de decisión* permite el cálculo de un ráster de salida basado en reglas. Las Reglas son declaraciones condicionales basadas en otros rásters; si la *Regla* es verdadera, el correspondiente *Valor* es asignado al pixel de salida.

Las Reglas son verificadas desde la primera a la última fila de la tabla; si la primer *Regla* es falsa, la siguiente *Regla* es verificada para ese pixel, hasta la última regla. Si varias reglas son verdaderas para cierto pixel, el valor de la primer *Regla* es asignado a ese pixel. El valor SinDatos es asignado a aquellos pixeles donde ninguna *Regla* es verdadera.

-  **Reglas de decisión: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Valor*: el valor asignado a los pixeles si la *Regla* es verdadera;
  - *Regla*: la regla que será verificada (Ej. `raster1" > 0`); múltiples declaraciones condicionales pueden ser ingresadas separadas por `;` (Ej. `raster1" > 0; raster2" < 1` lo que significa que establecerá el *Valor* donde `raster1 > 0 and raster2 < 1`);

- : mueve la regla seleccionada hacia arriba;
- : mueve la regla seleccionada hacia abajo;



-  : agrega una nueva fila a la tabla;
-  : elimina las filas seleccionadas de la tabla;
-  : borra la tabla;
-  : exporta las reglas a un archivo de texto que podrá ser importado después;
-  : importa reglas desde un archivo de texto;

## Ráster de salida

El ráster de salida es un archivo .tif, con la misma resolución espacial y proyección que el ráster de entrada; si los ráster de entrada tienen diferente resolución espacial, se usará la mayor resolución (i.e. menor tamaño de pixel) para el ráster de salida.

- *Establecer valor SinDatos*  : si está seleccionado, establece el valor `SinDatos` a los píxeles del ráster de salida;
- **Extensión:** si las siguientes opciones están desactivadas, la extensión del ráster de salida abarcará la extensión de todo el ráster de entrada.
  - *Intersección:* si está seleccionado, la extensión del ráster de salida será igual a la intersección con el ráster de entrada (i.e. extensión mínima);

- *Igual que* : si está seleccionada, la extensión del ráster de salida será igual que “Map extent” (la extensión del mapa actualmente representada) o al de la capa seleccionada;
- *Alinear*: si está marcado y  *Igual que* está marcado seleccionando un ráster, el cálculo se ejecuta utilizando la misma extensión y alineación de píxeles del ráster seleccionado.
- : si Expresión está activa y el texto verde, elige el destino de salida y comienza a calcular basado en Expresión; si Reglas de decisión está activa y el texto green, elige el destino de salida y comienza a calcular basado en Reglas de decisión;

## Conjunto de bandas

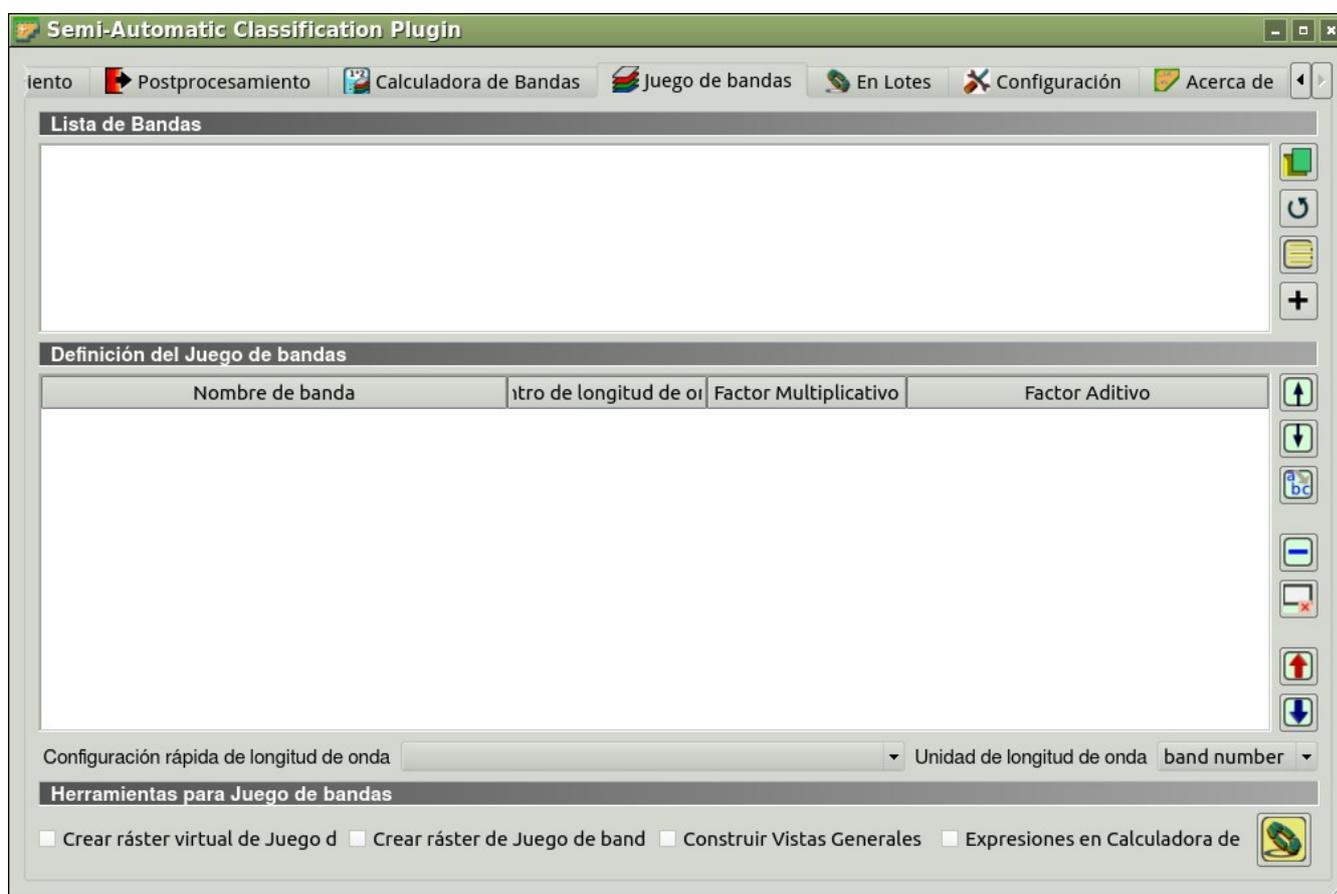


Figura 10.36:  *Conjunto de Bandas*

Esta pestaña permite la definición de un ráster único multibanda (*Conjunto de Bandas*) usado como *Imagen de entrada*. El Centro de longitud de onda de las bandas debe ser definido para poder usar varias funciones de SCP.

Si un *Conjunto de Bandas* compuesto de bandas ráster simples es definido, el elemento << band set >> será listado en la *Barra de Trabajo* (página 33) como *imagen de entrada*.

La definición del *Conjunto de Bandas* es guardada con el proyecto de QGIS.

## Lista de Bandas

Listado de bandas ráster simples cargadas en QGIS

-  : abre uno o más archivos ráster (banda simple) la cual es agregada al *Conjunto de Bandas* y cargadas en QGIS;
-  : actualiza la lista de bandas ráster cargadas en QGIS;
-  : selecciona todas las bandas ráster;
-  : agrega los rásters seleccionados al *Conjunto de Bandas*.

## Definición del Conjunto de bandas

Definición de bandas para la composición de la *imagen de entrada* .

Si el *Centro de longitud de onda* de las bandas no está definido, el número de la banda es usado y algunas herramientas de *SCP* serán desactivadas. Es posible definir el factor multiplicativo de reescalado y el factor aditivo de reescalado para cada banda (para ello usa los valores en los metadatos de la imagen Landsat), que serán usados al vuelo (i.e. valor de pixel = valor original de pixel \* factor multiplicativo de reescalado + factor aditivo de reescalado) durante el procesamiento.

-  **Definición del conjunto de bandas: tabla conteniendo los siguientes campos;**
  - *Nombre de banda*  : nombre de la banda; el nombre no puede ser modificado;
  - *Centro de longitud de onda*  : centro de longitud de onda de la banda;
  - *Factor Multiplicativo*  : factor multiplicativo de reescalado;
  - *Factor Aditivo*  : factor aditivo de reescalado;
-  : mueve las bandas seleccionadas hacia arriba;
-  : mueve las bandas seleccionadas hacia abajo;
-  : ordena automáticamente las bandas por su nombre, dando prioridad a los números del final del nombre;
-  : elimina las bandas seleccionadas del *Conjunto de bandas*;
-  : borra todas las bandas del *Conjunto de bandas*;
-  : exporta el *Conjunto de bandas* a un archivo;
-  : importa un *Conjunto de bandas* previamente guardado desde un archivo;
- *Configuración rápida de longitud de onda*   : definición rápida del centro de longitud de onda para los siguientes

- ASTER;
  - GeoEye-1;
  - Landsat 8 OLI;
  - Landsat 7 ETM+;
  - Landsat 5 TM;
  - Landsat 4 TM;
  - Landsat 1, 2, and 3 MSS;
  - MODIS;
  - Pleiades;
  - QuickBird;
  - RapidEye;
  - Sentinel-2;
  - SPOT 4;
  - SPOT 5;
  - SPOT 6;
  - WorldView-2 and WorldView-3;
- **Unidad de longitud de onda**   : **selecciona la unidad del centro de longitud de onda entre:**
- *Número de banda*: sin unidad, solo el número de banda;
  - *μm*: micrómetros;
  - *nm*: nanómetros;

## Herramientas para Conjunto de bandas

Es posible ejecutar varios procesos directamente en el *Conjunto de bandas*.

-  *Crear ráster virtual de Conjunto de bandas*: si está seleccionado, crea un ráster virtual con las bandas;
-  *Crear ráster de conjunto de bandas (bandas apiladas)*: si está seleccionado, crea un único ráster .tif multibanda apilando todas las bandas;
-  *Construir vistas generales*: si está seleccionado, construye vistas generales del ráster (i.e. pirámides) para mejorar el rendimiento en la representación; las vistas generales son creadas en el mismo directorio de las bandas;
-  *Expresiones en Calculadora de Bandas*: si está seleccionado, calcula la *Expresión* (página 108) ingresada en *Calculadora de Bandas* (página 107); es recomendable el uso de variables en las expresiones del *Conjunto de bandas* (Ej. `bandset#b1` );
-  : elige el destino de salida y comienza el proceso;

## En Lotes

Esta pestaña permite la ejecución automática (lotes) de varias funciones de *SCP* usando una interfaz de script.

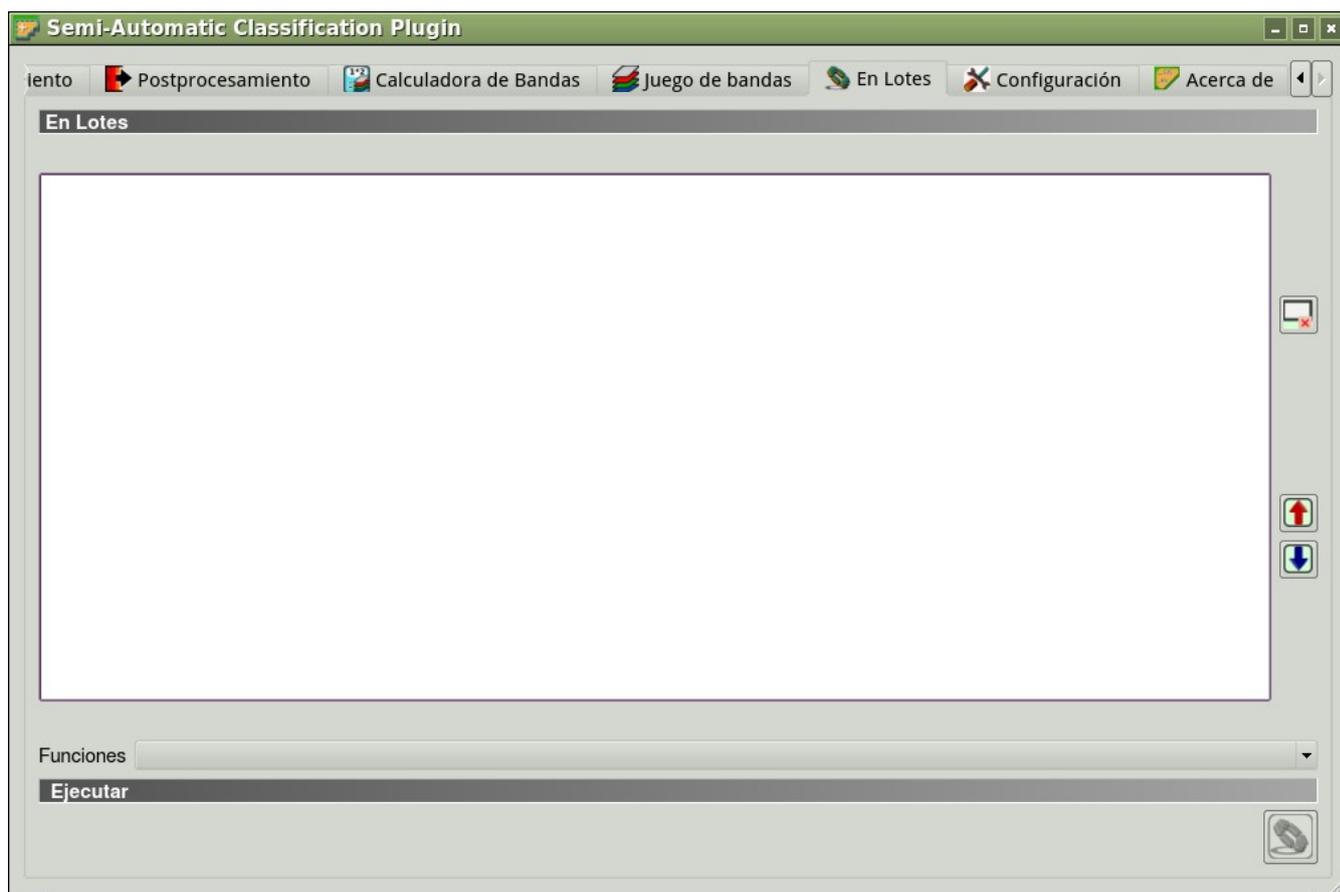


Figura 10.37:  *En Lotes*

## En Lotes

Entre un lote de expresiones; cada función debe estar en una línea nueva. Las Funciones tienen la siguiente estructura:

```
nombre de la función;opciones de la función
```

Cada función tiene opciones, identificadas por un nombre, con la siguiente estructura:

```
nombre de la opción:argumento de la opción
```

Las opciones deben estar separadas por el caracter ; . Cada opción de la función representa una opción en la correspondiente interfaz de SCP; los argumentos de tipo texto deben estar entre el carácter ' ; en el caso de casillas de verificación, el valor 1 significa seleccionado, mientras que el valor 0 significa no seleccionado. Una nueva línea que comienza por “#” debe ser utilizada para comentarios.

Dependiendo de la función, algunas opciones son obligatorias mientras que otras pueden ser omitidas de la expresión. Los nombres de opciones que contienen rutas requieren que se escriba la ruta completa al archivo. Algunas opciones que requieren múltiples argumentos como las listas; deben estar separadas por , .

Si la expresión contiene errores, el texto se muestra rojo.

- : borra la expresión;
- : exporta el lote de expresiones a un archivo de texto;
- : importa un lote de expresiones desde un archivo guardado anteriormente;

**Funciones: las siguientes funciones están disponibles con sus correspondientes opciones;**

- *Exactitud* (página 93): calcula la exactitud (`accuracy;classification_file_path : '' ;reference_file_path : '' ;shapefile_field_name : '' ;output_raster_path : ''`);
- *ASTER* (página 82): ASTER conversion (`aster_conversion;input_raster_path : '' ;celsius_temperature : 0;apply_dos1 : 0;use_nodata : 1;nodata_value : 0;create_bandset : 1;output_dir : ''`);
- *Calculadora de Bandas* (página 107): cálculos de bandas (`band_calc;expression : '' ;output_raster_path : '' ;extent_same_as_raster_name : '' ;extent_intersection : 1;set_nodata : 0;nodata_value : 0`);
- *Classification output* (página 47): ejecuta la clasificación (`classification;use_macroclass : 0;algorithm_name : 'Minimum Distance';use_lcs : 0;use_lcs_algorithm : 0;use_lcs_only_overlap : 0;apply_mask : 0;mask_file_path : '' ;vector_output : 0;classification_report : 0;save_algorithm_files : 0;output_classification_path : ''`);
- *Dilatación de la Clasificación* (página 106): dilatación de la clasificación (`classification_dilation;input_raster_path : '' ;class_values : '' ;size_in_pixels : 1;pixel_connection : 4;output_raster_path : ''`);
- *Erosión de la clasificación* (página 105): erosión de la clasificación (`classification_erosion;input_raster_path : '' ;class_values : '' ;size_in_pixels : 1;pixel_connection : 4;output_raster_path : ''`);
- *Reporte de la clasificación* (página 96): reporte de la clasificación (`classification_report;input_raster_path : '' ;use_nodata : 0;nodata_value : 0;output_report_path : ''`);
- *Filtrado de la Clasificación* (página 103): filtrado de la clasificación (`classification_sieve;input_raster_path : '' ;size_threshold : 2;pixel_connection : 4;output_raster_path : ''`);

- *Clasificación a vectorial* (página 98): convertir clasificación a vectorial (`classification_to_vector`; `input_raster_path` : ''; `use_signature_list_code` : 1; `code_field` : 'C\_ID'; `output_vector_path` : '');
- *Recortar múltiples rásters* (página 86): recortar múltiples rásters (`clip_multiple_rasters`; `input_raster_path` : ''; `output_dir` : ''; `use_shapefile` : 0; `shapefile_path` : ''; `ul_x` : ''; `ul_y` : ''; `lr_x` : ''; `lr_y` : ''; `nodata_value` : 0; `output_name_prefix` : 'clip');
- *Clasificación cruzada* (página 97): Clasificación cruzada (`cross_classification`; `classification_file_path` : ''; `use_nodata` : 0; `nodata_value` : 0; `reference_file_path` : ''; `shapefile_field_name` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Editar ráster* (página 101): editar valores de ráster usando un archivo shape; (`edit_raster_using_shapefile`; `input_raster_path` : ''; `input_vector_path` : ''; `vector_field_name` : ''; `constant_value` : 0; `expression` : 'where(raster == 1, 2, raster)');
- *Cambio de cobertura del suelo* (página 95): calcula el cambio en la cobertura del suelo (`land_cover_change`; `reference_raster_path` : ''; `new_raster_path` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Landsat* (página 78): conversión de Landsat (`landsat_conversion`; `input_dir` : ''; `mtl_file_path` : ''; `celsius_temperature` : 0; `apply_dos1` : 0; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `pansharpening` : 0; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *MODIS* (página 84): MODIS conversion (`modis_conversion`; `input_raster_path` : ''; `reproject_wgs84` : 1; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : -999; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *PCA* (página 91): Análisis de Componentes Principales (`pca`; `use_number_of_components` : 0, `number_of_components` : 2; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `output_dir` : '');
- *Reclasificación* (página 98): reclasificación del ráster (`reclassification`; `input_raster_path` : ''; `value_list` : 'oldVal-newVal;oldVal-newVal'; `use_signature_list_code` : 1; `code_field` : 'MC\_ID'; `output_raster_path` : '');
- *Sentinel-2* (página 81): conversión de Sentinel-2 (`sentinel_conversion`; `input_dir` : ''; `mtd_safl1c_file_path` : ''; `apply_dos1` : 0; `use_nodata` : 1; `nodata_value` : 0; `create_bandset` : 1; `output_dir` : '');
- *Separar bandas ráster* (página 88): separar el ráster en bandas simples (`split_raster_bands`; `input_raster_path` : ''; `output_dir` : ''; `output_name_prefix` : 'split');
- *Stack raster bands* (página 88): stack rasters into a single file (`stack_raster_bands`; `input_raster_path` : ''; `output_raster_path` : '');
- *Vectorial a ráster* (página 92): convertir de vector a ráster (`vector_to_raster`; `vector_file_path` : ''; `use_value_field` : 1; `vector_field_name` : ''; `constant_value` : 1; `reference_raster_path` : ''; `type_of_conversion` : 'Center of pixels'; `output_raster_path` : '');

### Adicionalmente, las siguientes funciones están disponibles:

- *Agregar ráster a QGIS*: agrega un ráster a QGIS (`add_raster`; `input_raster_path` : ''; `input_raster_name` : '');
- *Crear Conjunto de Bandas*: crea un *Conjunto de bandas* (`create_bandset`; `raster_path_list` : ''; `center_wavelength` : ''; `wavelength_unit` : 1; `multiplicative_factor` : ''; `additive_factor` : '');

- *Abrir Entrada de Entrenamiento*: abre un archivo de Entrada de Entrenamiento (open\_training\_input;training\_file\_path : '');
- *Establecer directorio de trabajo*: estable el directorio de trabajo (el argumento es la ruta al directorio) (!working\_dir!; '');

Si el directorio de trabajo está definido, !working\_dir! puede ser ingresado en otras funciones donde la ruta es requerida (e.g. add\_raster;input\_raster\_path : '!working\_dir!/raster1.tif'; input\_raster\_name : 'raster1.tif'); An example of batch expression is:

```
!working_dir!; '/home/user/Desktop/temp/'
add_raster;input_raster_path : '!working_dir!/raster1.tif';input_raster_name :
↔'raster1.tif'
band_calc;expression : 'where("raster1.tif" > 1, 1,0)';output_raster_path : '!
↔working_dir!/calc1.tif';set_nodata : 1;nodata_value : 0
band_calc;expression : '"raster1.tif" * "calc1.tif"';output_raster_path : '!
↔working_dir!/calc2.tif';extent_intersection : 0
```

## Ejecutar



- : si el texto en las expresiones por lote es color verde, inicia los procesos en lotes;

## Configuración



La pestaña  *Configuración* permite la personalización de SCP.

## Interfaz

Personalización de la interfaz.

### Nombres de campo del Entrada de Entrenamiento

Establece los nombres de campo en el *Entrada de Entrenamiento* (página 40). El cambio de los nombres de campo por regla general debe ser evitado.

- *Campo MC ID*   : nombre del campo ID de la Macroclase (por defecto MC\_ID);
- *Campo MC Info*   : nombre del campo de información de la Macroclase (por defecto MC\_info);
- *Campo C ID*   : nombre del campo ID de la Clase (por defecto is C\_ID);
- *Campo C Info*   : nombre del campo de información de la Clase (por defecto C\_info);
- : restaura los nombres de campo a los valores por defecto;

### Estilo del ROI

Cambia el color y la transparencia del ROI para una mejor visualización de los ROIs temporales en el mapa.

- *Color del ROI*  : botón para cambiar el color del ROI;

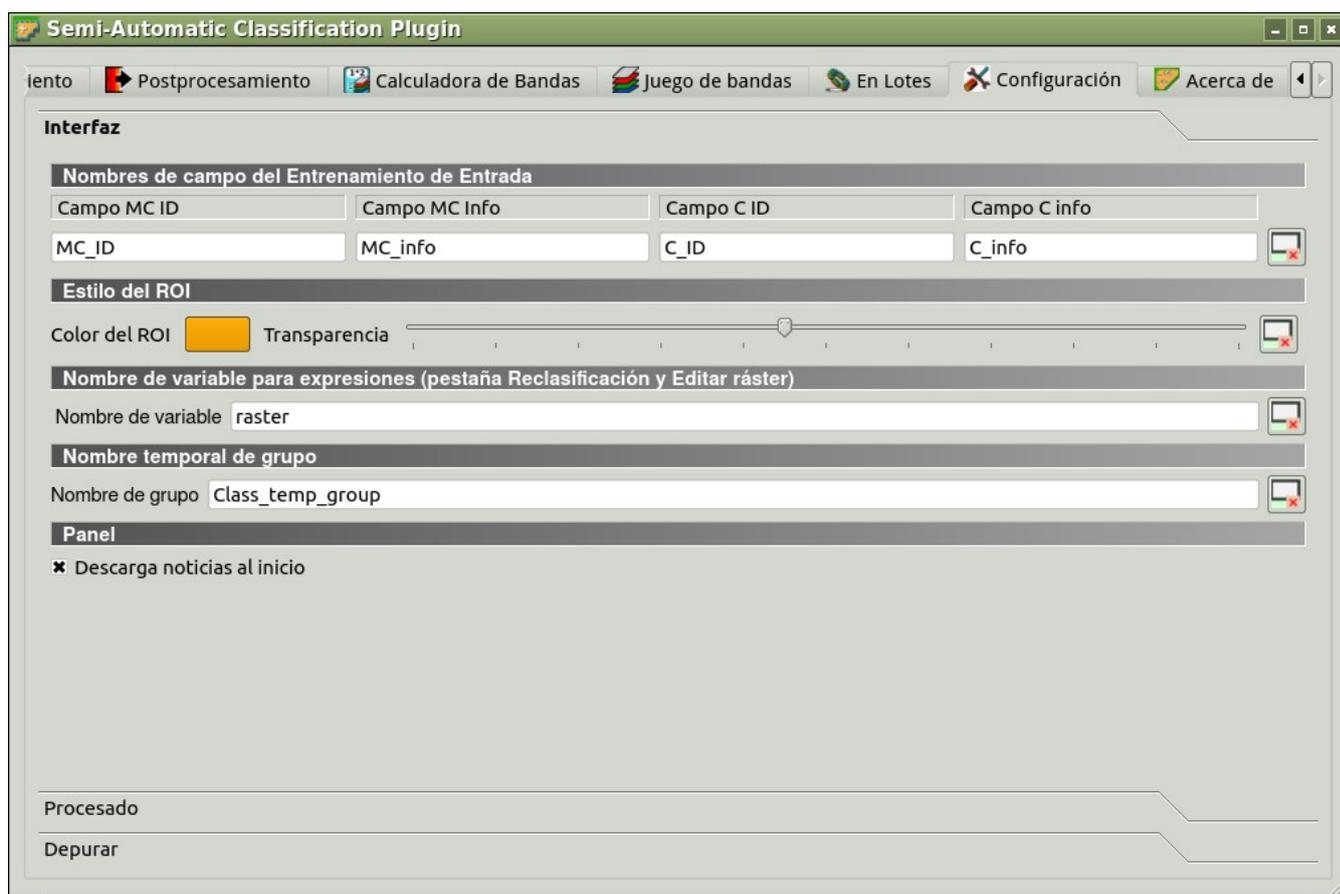


Figura 10.38: *Interfaz*

- *Transparencia*   : cambia la transparencia del ROI;
-  : restaura el color y la transparencia del ROI a los valores por defecto;

### Nombre de variable para expresiones

Establece el nombre de variable usado por las expresiones en la *Reclasificación* (página 98) y *Editar ráster* (página 101) .

- *Nombre de variable*   : establece el nombre de variable (por defecto raster);
-  : restaura el nombre de la variable al nombre por defecto;

### Nombre temporal de grupo

Establece el Nombre temporal de grupo en el Panel de Capas de QGIS usado por las capas temporales .

- *Nombre de grupo*   : establece el nombre de grupo (por defecto Class\_temp\_group);
-  : restaura el nombre de grupo al valor por defecto;

### Panel

- *Descarga noticias al inicio*: si está seleccionado, las noticias sobre SCP y los servicios relacionados son descargados al inicio y mostrados en el *PanelDock*;

## Procesando

### Procesos para la Clasificación

- *Reproducir sonido cuando termina*  : si está seleccionado, reproduce un sonido cuando el proceso de clasificación se completa;
- *Usar ráster virtual para archivos temporales*  : si está seleccionado, crea rústers virtuales para ciertos archivos temporales, en lugar de crear rústers reales; es útil para reducir el uso del espacio en disco durante los cálculos;
- *Compresión Ráster*  : si está seleccionado, se aplica la compresión sin pérdidas (DEFLATE or PACKBITS) a los rústers de salida con el fin de ahorrar espacio en disco; es recomendable seleccionar esta opción, sin embargo los archivos comprimidos a veces son más grandes que los archivos sin comprimir;

### RAM

- *RAM disponible (MB)*   : asigna la memoria RAM (en MB) disponible que es usada durante los procesos con el fin de mejorar el desempeño de SCP ; este valor debería ser la mitad de la RAM del sistema (Ej. 1024MB si el sistema tiene 2GB de RAM); en caso de errores, establezca a un valor menor que 512;

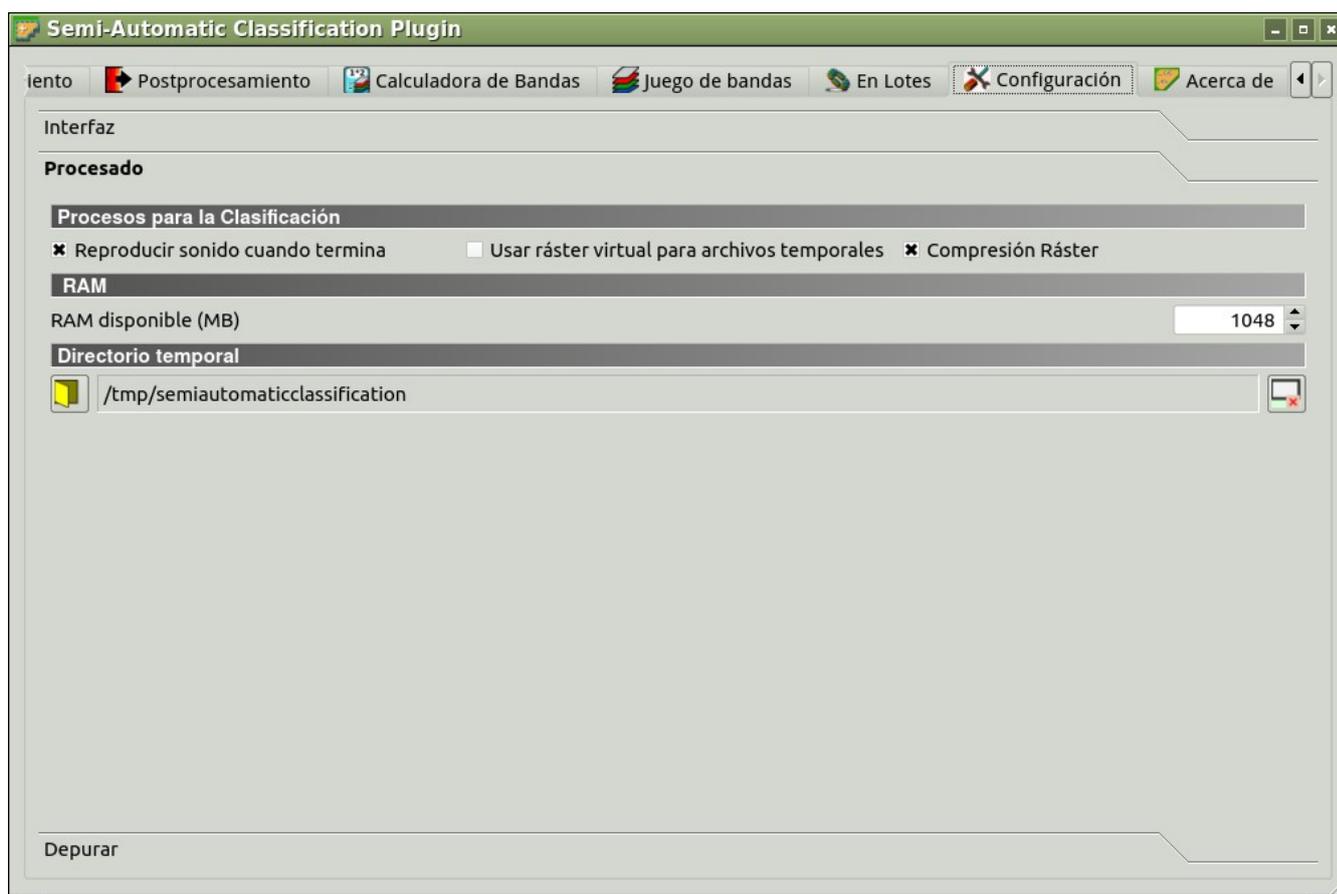


Figura 10.39: *Procesado*

## Directorio temporal

-  : selecciona un nuevo directorio temporal cuando los archivos temporales son guardados durante los procesamientos; la ruta del directorio temporal actual es mostrada; por defecto es el directorio temporal del sistema;
-  : restaura el directorio temporal al valor por defecto;

## Depurar

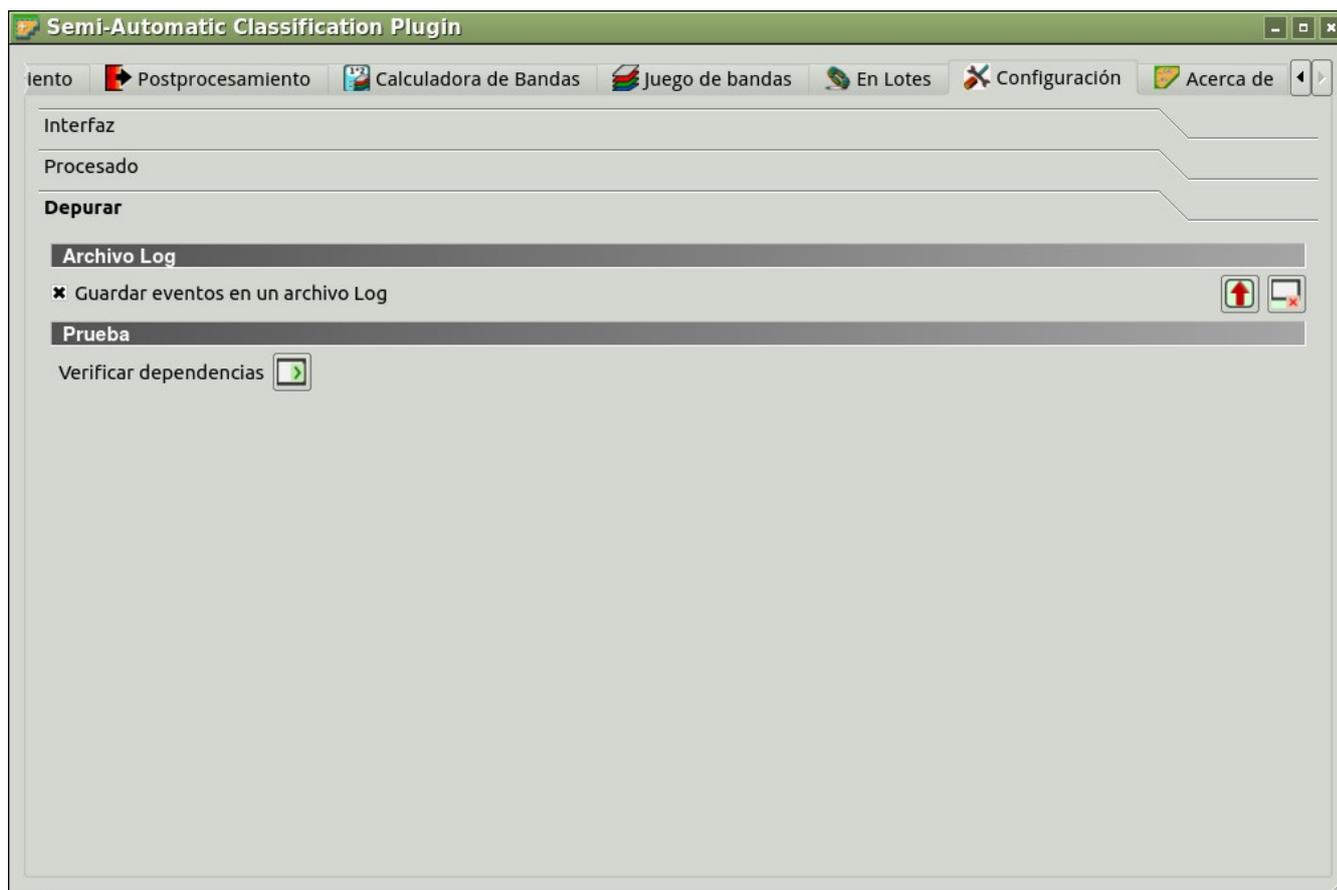


Figura 10.40: Depurar

Utilidades de Depurado para la creación de un archivo Log (i.e. grabación de actividades del SCP para reportar problemas) y verificar dependencias del SCP.

Si encuentras algún error en el complemento, por favor lee *¿Cómo puedo reportar un error?* (página 269).

## Archivo Log

- Guardar eventos en un archivo Log*  : si está seleccionado, guarda los eventos en un archivo Log;
-  : exporta el archivo Log (i.e. en un archivo .txt);
-  : borra el contenido de un archivo Log;

## Prueba

- *Test dependencies* : test *SCP* dependencies (GDAL, GDAL subprocess, NumPy, SciPy, Matplotlib, Internet connection); results are displayed in a window;

---

## Gráfico de Firmas Espectrales

---

La ventana *Gráfico de Firmas Espectrales* incluye varias funciones para mostrar los valores de las firmas espectrales en función de las longitudes de onda (definidas en el *Conjunto de bandas* (página 111)). Se pueden agregar Firmas al Gráfico de Firmas Espectrales a través del *SCP panel* (página 37).

La ventana del *Gráfico de Firma Espectral* incluye además algunas funciones útiles para la definición de rango de valores usados por el *Land Cover Signature Classification* (página 156) (mira *Umbral LCS* (página 74)).

Las Firmas sobrepuestas (pertenecientes a diferentes Clases o Macroclases) son resaltadas en naranja en la tabla *Lista de Firmas* (página 123); la evaluación de sobreposición es efectuada considerando *MC ID* o *C ID* de acuerdo

a la configuración *Usar*  *MC ID*  *C ID* en *Classification algorithm* (página 46). Las Firmas sobrepuestas que comparten el mismo *ID* no son resaltadas..

Las funciones se describen en detalle en los siguientes párrafos, usando estas convenciones:

 = Ingresar fecha

 = Ingresar texto

 = Lista

 = Introducir número

 = Opcional

 = Configuración guardada en el proyecto activo de QGIS

 = Configuración guardada en el registro de QGIS

 = Deslizador

 = Tabla

### Lista de Firmas

-  *Lista de firmas:*

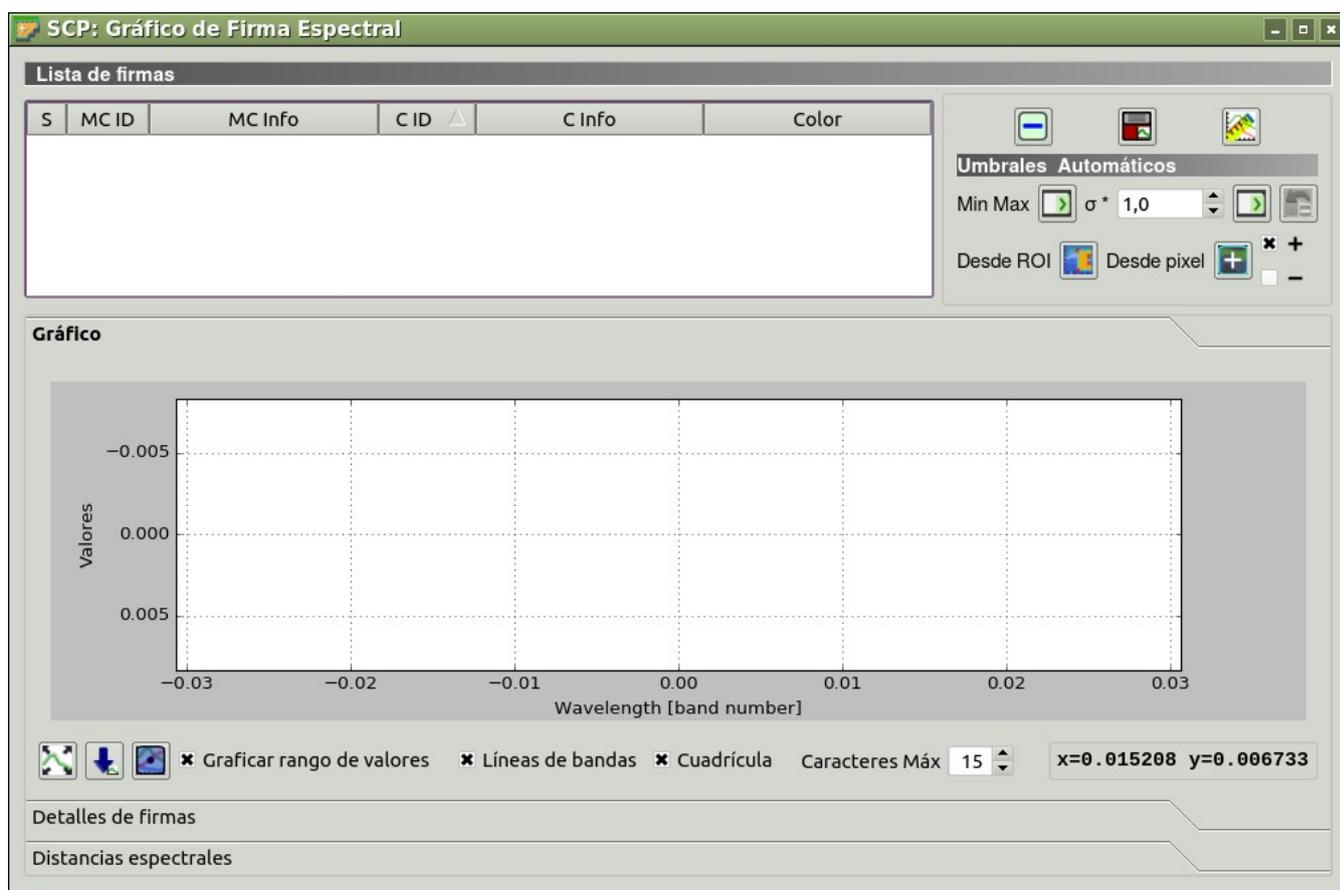


Figura 11.1: Gráfico de Firmas Espectrales

- *S*: cuadro de selección; si está seleccionado, la firma espectral es mostrada en el gráfico;
- *MC ID*: Macroclase ID de la firma;
- *MC Info*: Información de Macroclase de la firma;
- *C ID*: Clase ID de la firma;
- *C Info*: Información de Clase de la firma;
- *Color [overlap MC\_ID-C\_ID]*: color de la firma; además, la combinación *MC ID-C ID* es mostrada en caso de existir solapamiento con otras firmas (mira [Land Cover Signature Classification](#) (página 156));
- *Min B X*: valor mínimo de la banda X; este valor puede ser editado;
- *Max B X*: valor máximo de la banda X; este valor puede ser editado;

- : elimina las firmas seleccionadas de esta lista;
- : agrega las firmas espectrales seleccionadas a la *ROI Signature list* (página 41);
- : calcula las distancias espectrales de las firmas espectrales graficadas; las distancias son presentadas en la pestaña *Distancias espectrales* (página 126);

## Umbrales automáticos

Establece automáticamente los umbrales para las firmas seleccionadas en la tabla *Lista de Firmas* (página 123); si ninguna firma está seleccionada, el umbral es aplicado a todas las firmas.

- *Min Max* : establece el umbral basado en los mínimos y máximos de cada banda;
- $\sigma * \downarrow$  : establece un umbral automático calculado como (valor de banda + ( $\sigma * v$ )), donde  $\sigma$  es la desviación estándar de cada banda y  $v$  es el valor definido en este cuadro;
- : revierte el último umbral automático;
- *Desde ROI* : establece los umbrales usando los valores de píxeles del ROI temporal;
  - +: si está seleccionado, el umbral de firma se extiende para incluir la firma del pixel. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
  - -: si está seleccionado, el umbral de firma se reduce para excluir la firma del pixel pinchado. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
- *Desde pixel* : establece el umbral haciendo clic en un pixel, de acuerdo a las siguientes casillas de verificación:
  - +: si está seleccionado, el umbral de firma se extiende para incluir la firma del pixel. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;
  - -: si está seleccionado, el umbral de firma se reduce para excluir la firma del pixel pinchado. Solo es aplicada a la opción Desde pixel;

## Gráfico

**Clic izquierdo** y mantenlo pulsado dentro del gráfico para **mover** la vista del gráfico. Usa la **rueda del ratón** para **acercar y alejar** la vista del gráfico. **Clic derecho** y mantenlo presionado dentro del gráfico para **acercar en un área específica** del gráfico. La Leyenda dentro del gráfico puede moverse usando el ratón.

Controles del gráfico:

- 
 ajusta automáticamente el gráfico a los datos;
- 
 guarda la imagen del gráfico en un archivo (formatos disponibles son .jpg, .png, and .pdf);
- 
 activa el cursor para cambiar interactivamente el rango de valores de las firmas seleccionadas en el gráfico; clic en el gráfico para establecer los valores mínimo y máximo de una banda (incluso para varias firmas simultáneamente); el cursor se desactiva cuando se mueve fuera del área del gráfico;
- Gráficar rango de valores: si está seleccionado, grafica el valor de los rangos para cada firma (área semi-transparente);
- Líneas de bandas: si está seleccionado, muestra una línea vertical para cada banda (centro de la longitud de onda);
- Cuadrícula: si está seleccionado, muestra la cuadrícula;
- Caracteres Máx : estable el largo máximo del texto en la leyenda;
- x y: muestra las coordenadas x y del cursor del ratón dentro del gráfico;

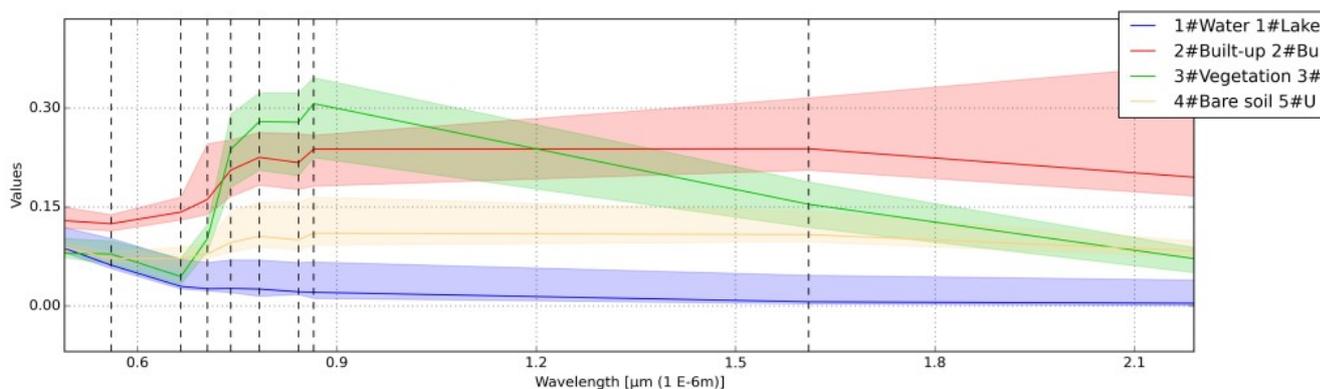


Figura 11.2: Firma Espectral: Ejemplo del gráfico de firmas espectrales

## Detalles de firmas

Muestra los detalles acerca de las firmas espectrales (i.e. Longitud de onda, Valores, Desviación Estándar). En el caso de las firmas calculadas desde ROIs, el tamaño del ROI (número de píxeles) es también mostrado.

## Distancias espectrales

Muestra las distancias espectrales de las firmas (mira *Lista de Firmas* (página 123)), las cuales son útiles para evaluar la separabilidad del ROI (mira *Distancia Espectral* (página 159)).

Las siguientes distancias espectrales son calculadas :

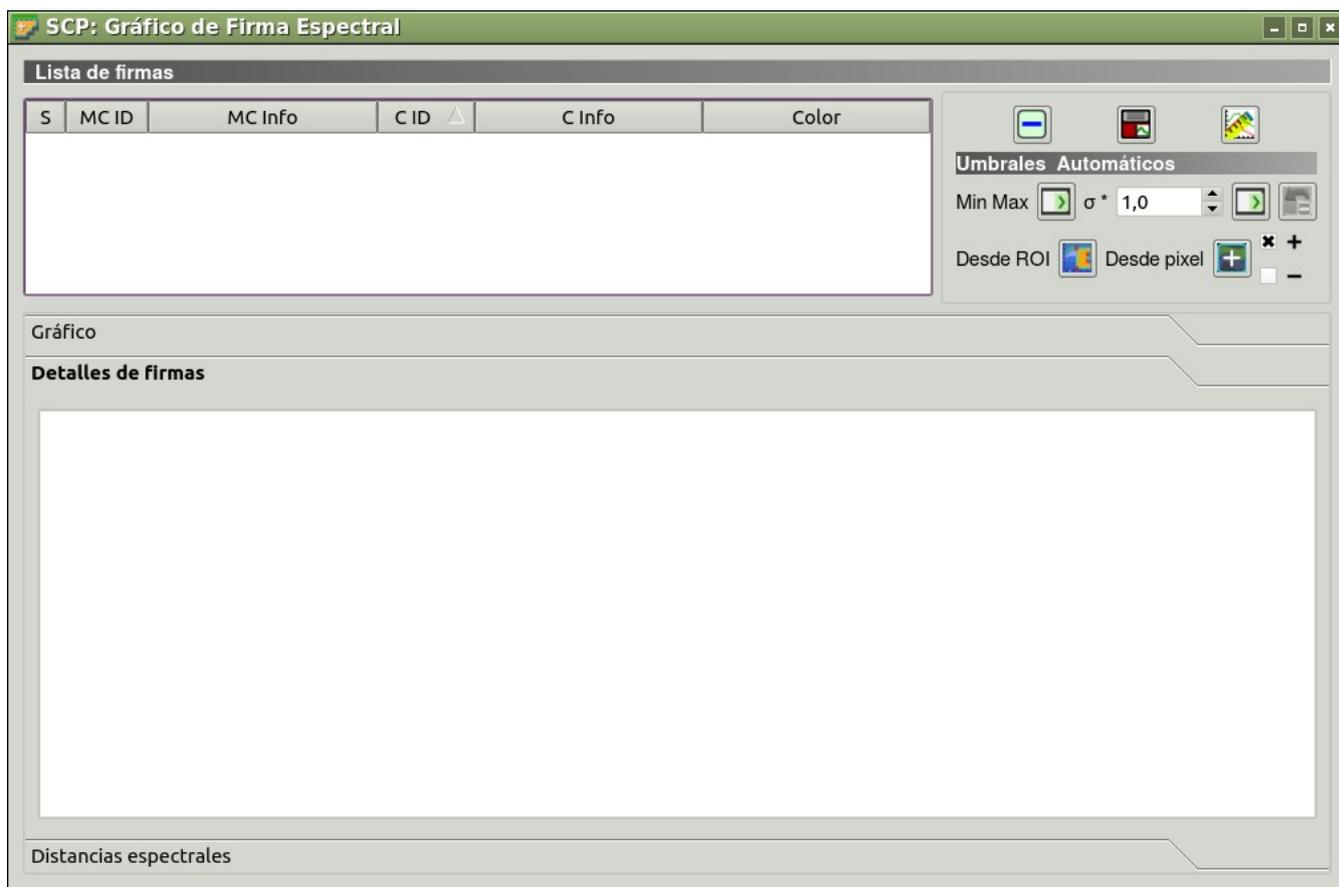


Figura 11.3: Firma espectral: Detalles de firmas

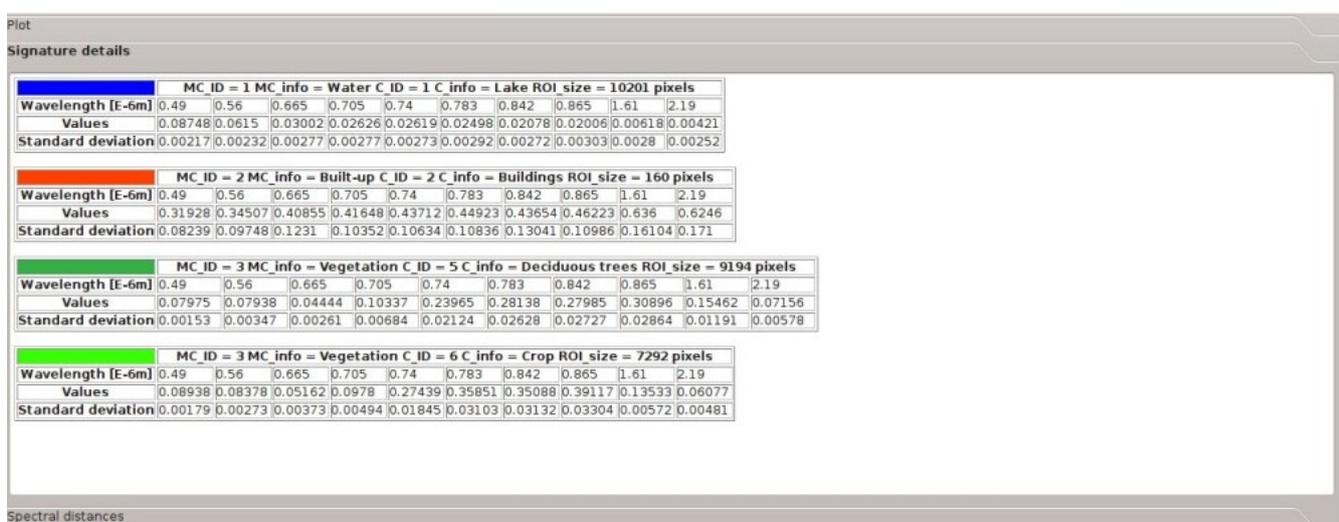


Figura 11.4: Firma Espectral: Ejemplo de detalles de firmas

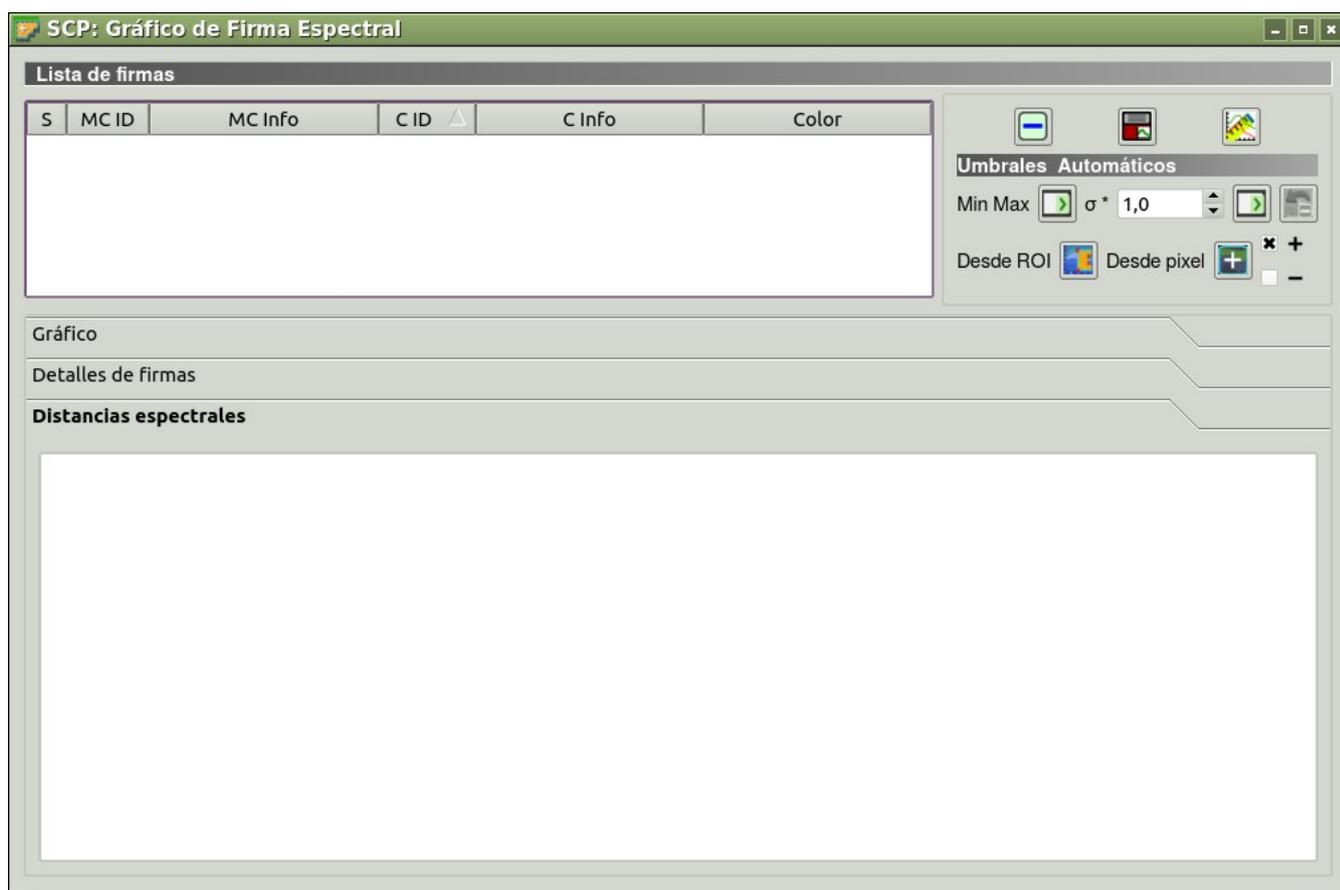


Figura 11.5: Firma Espectral: Distancias espectrales

- *Jeffries-Matusita Distance* (página 159): range [0 = identical, 2 = different]; útil en particular para clasificaciones de *Máxima Probabilidad* (página 154) ;
- *Angulo Espectral* (página 159): range [0 = identical, 90 = different]; útil en particular para clasificaciones de *Mapeo del Angulo Espectral* (página 155) ;
- *Distancia Euclidiana* (página 159): útil en particular para clasificaciones de *Distancia mínima* (página 154) ;
- *Similaridad de Bray-Curtis* (página 160): range [0 = different, 100 = identical]; útil en general;

Los valores son mostrados en rojo si las firmas son particularmente similares.

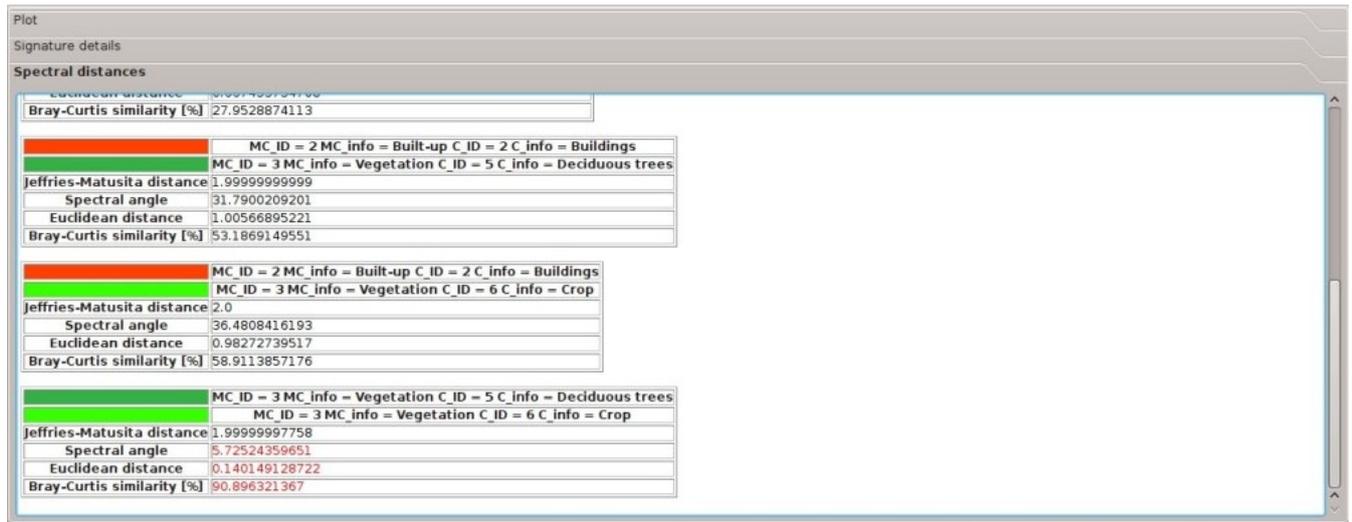


Figura 11.6: Firma Espectral: Ejemplo de distancias espectrales



# CAPÍTULO 12

## Gráfico de Dispersión

La ventana del *Gráfico de dispersión* despliega valores de pixel de dos bandas ráster como puntos en un espacio 2D. Los Diagramas de Dispersión son útiles para determinar la separación del ROI entre dos bandas.

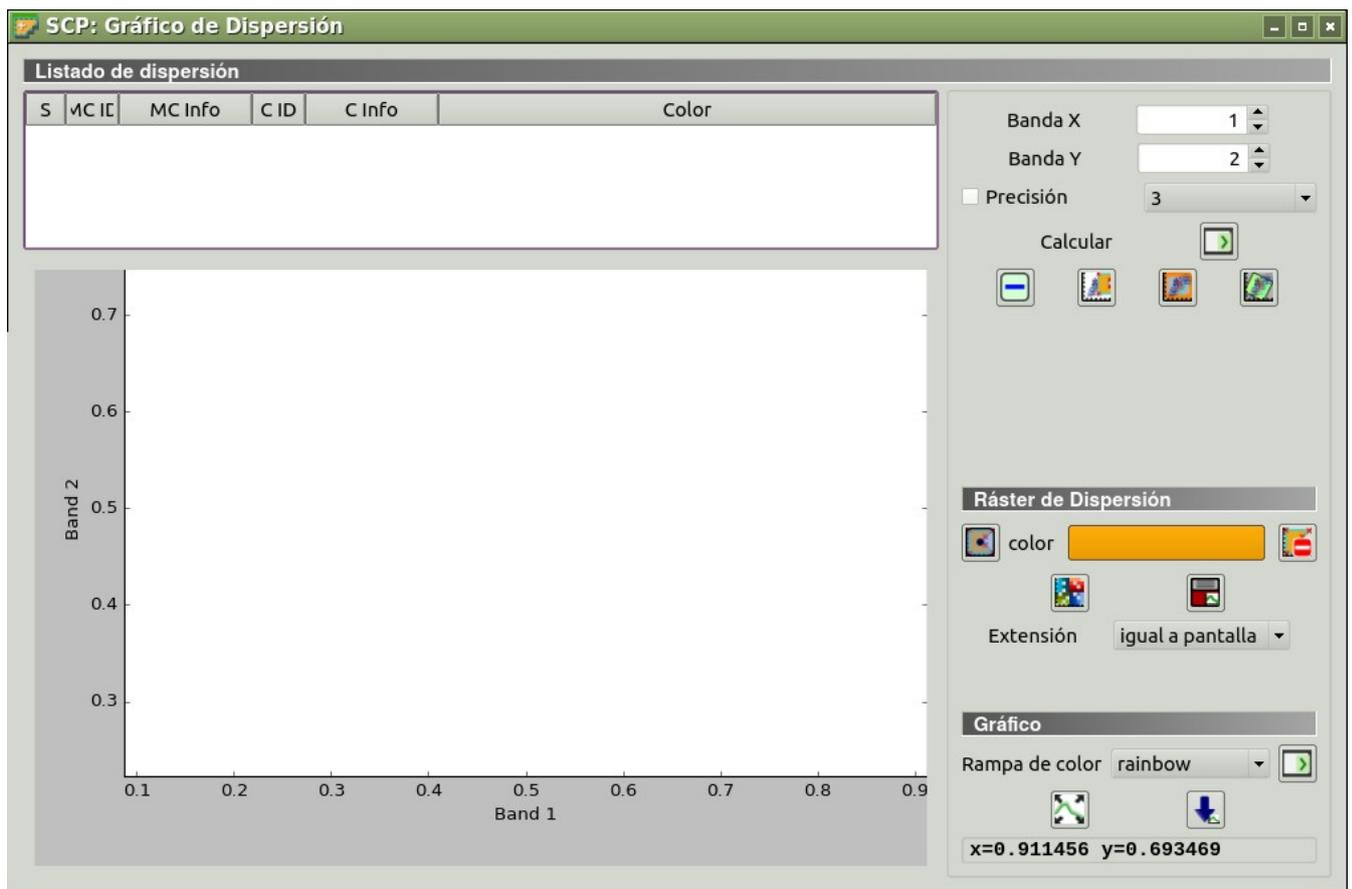


Figura 12.1: *Gráfico de Dispersión*

Las funciones se describen en detalle en los siguientes párrafos, usando estas convenciones:

1980 ▾ = Ingresar fecha

 = Ingresar texto

 = Lista

 = Introducir número

 = Opcional

 = Configuración guardada en el proyecto activo de QGIS

 = Configuración guardada en el registro de QGIS

 = Deslizador

 = Tabla

## Listado de Dispersión

-  **Listado de Dispersión:**
  - *S*: cuadro de selección; si está mseleccionado, la firma espectral es mostrada en el gráfico;
  - *MC ID*: Macroclase ID de la firma;
  - *MC Info*: Información de Macroclase de la firma;
  - *C ID*: Clase ID de la firma;
  - *C Info*: Información de Clase de la firma;
  - *Color*: campo de color; doble clic para seleccionar un color para el gráfico;
- *Banda X* : banda X en el gráfico;
- *Banda Y* : banda Y en el gráfico;
-  **Precisión** : **usa una precisión personalizada para los cálculos (la precisión debe ser seleccionada de acuerdo a**
  - $4 = 10^{-4}$
  - $3 = 10^{-3}$
  - $2 = 10^{-2}$
  - $1 = 10^{-1}$
  - $0 = 1$
  - $-1 = 10$
  - $-2 = 10^2$
  - $-3 = 10^3$
- *Calcular* : calcula el gráfico de dispersión para los ROIs marcados en S de la lista;
- : elimina las firmas seleccionadas de esta lista;
- : agrega un gráfico de dispersión temporal al listado (como `MC Info = tempScatter`) e inicia el cálculo del gráfico del último ROI temporal (mira *Barra de Trabajo* (página 33));

- : agrega un gráfico de dispersión temporal al listado (como MC Info = tempScatter) e inicia el cálculo del gráfico de los píxeles en la extensión actual de la pantalla;
- : agrega un gráfico de dispersión temporal al listado (como MC Info = tempScatter) e inicia el cálculo del gráfico de toda la imagen;

**ADVERTENCIA:** Usar un valor de precisión demasiado alto puede resultar en cálculos lentos o fallas.

## Ráster de Dispersión

Esta herramienta permite dibujar polígonos de selección dentro del gráfico de dispersión; estos polígonos de selección son usados para crear un *Ráster de Dispersión* que es un ráster temporal clasificado de acuerdo a la intersección de los gráficos de dispersión y los polígonos dibujados.

Los píxeles de la *Imagen de entrada* (página 38) son clasificados, según las bandas del gráfico de dispersión, si los valores de los píxeles están en el rango de la intersección de los gráficos de dispersión y los polígonos de selección (los polígonos no deben superponerse). El valor asignado a los píxeles del *Ráster de Dispersión* es el número secuencial de los polígonos de selección; incluso el color del ráster se deriva de los polígonos de selección.

Después de la creación de un nuevo *Ráster de Dispersión*, los rústers antiguos son colocados en el Panel de Capas de QGIS dentro de un grupo llamado `Class_temp_group` (se puede definir un nombre personalizado en *Nombre temporal de grupo* (página 119)) y son eliminados cuando se cierra la sesión de QGIS.

- : activa el cursor para dibujar interactivamente un polígono en el gráfico; clic izquierdo en el gráfico para definir los vértices y clic derecho para definir el último vértice y cerrar el polígono;
- : selecciona el color del polígono (el cual es usado también en el *Ráster de Dispersión*);
- : elimina todos los polígonos del gráfico;
- : calcula el *Ráster de Dispersión* y lo despliega en el mapa;
- : calcula la firma espectral del *Ráster de Dispersión* (considerando todos los píxeles clasificados) usando la *Imagen de entrada* (página 38), y guarda la firma en el *ROI Signature list* (página 41);
- Extensión** : **extensión del *Ráster de Dispersión*; las opciones disponibles son:**
  - Igual a pantalla*: la extensión es la misma que la del mapa;
  - Igual a imagen*: la extensión es la misma que la de toda la imagen;

## Gráfico

**Clic izquierdo** manteniéndolo presionado dentro del gráfico para **mover** la vista del gráfico. Usa la **rueda del ratón** para **acercar y alejar** la vista del gráfico. **Clic derecho** y manteniéndolo presionado dentro del gráfico para **acercar en un área específica** del gráfico.

- Rampa de color**  : selecciona la rampa de colores que se aplica a los gráficos de dispersión seleccionados en la lista cuando  es presionado; si no está seleccionado ningún gráfico de dispersión la rampa de colores se aplica a todos los gráficos de dispersión;
- : ajusta automáticamente el gráfico a los datos;
- : guarda la imagen del gráfico en un archivo (formatos disponibles son .jpg, .png, y .pdf);

- *x y*: muestra las coordenadas *x* y del cursor del ratón dentro del gráfico;

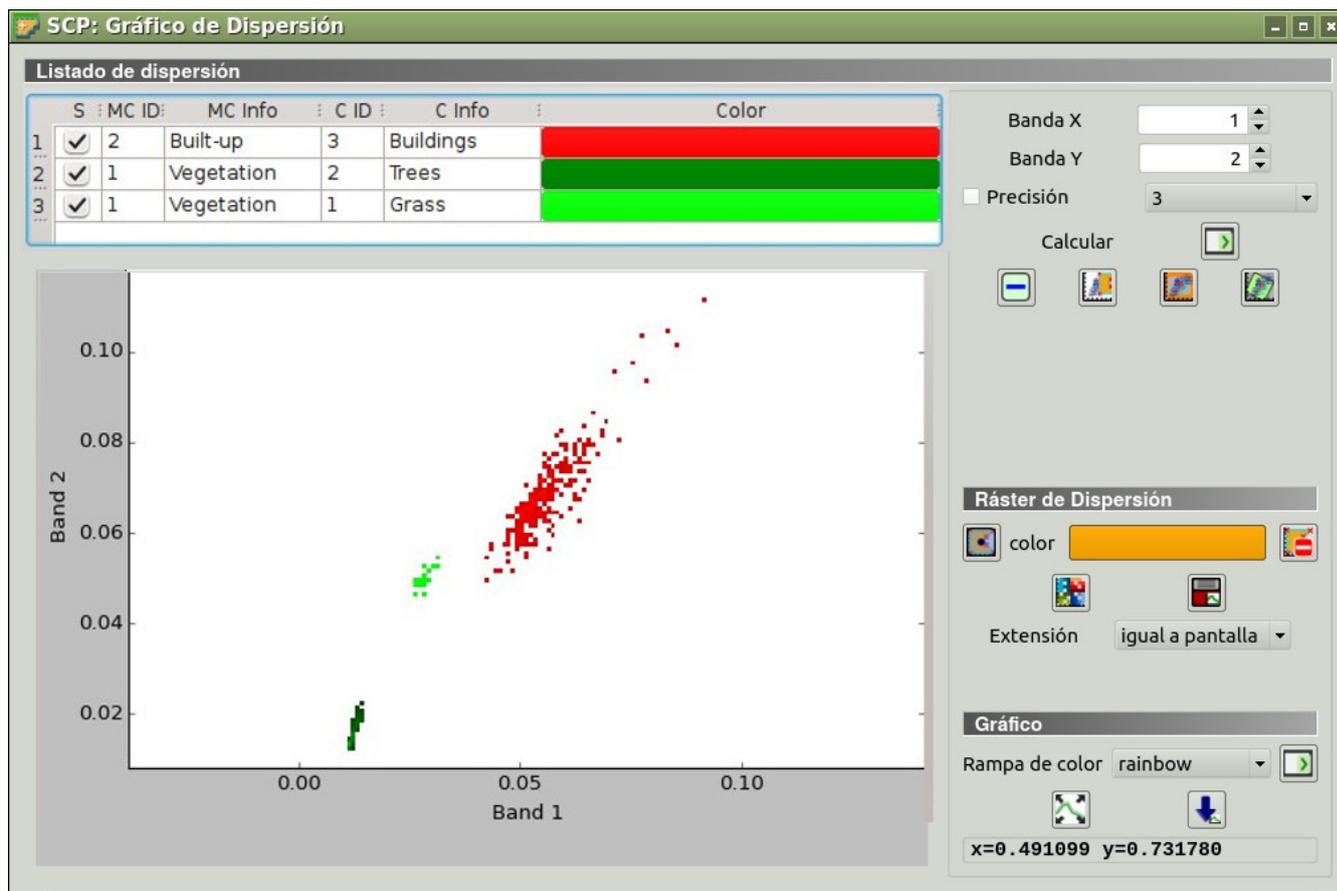


Figura 12.2: Ejemplo de Gráfico de Dispersión

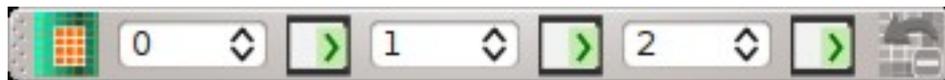


Figura 13.1: *SCP Herramientas*

The *SCP Edit Toolbar* allows for the direct editing of pixel values in the input raster defined in *Editar ráster* (página 101) using ROI polygons. Only pixels beneath ROI polygons are edited.

- : open the tool *SCP Edit Toolbar* for selecting the input raster;
-  : edit the raster using the selected constant value;
-  : edit the raster using the selected constant value;
-  : edit the raster using the selected constant value;
- : deshace la última edición ráster (disponible solamente cuando se utiliza polígonos ROI);



## **Parte IV**

# **Breve Introducción a la Teledetección**



- *Definiciones Básicas* (página 141)
  - *Definición de SIG* (página 141)
  - *Definición de Teledetección* (página 141)
  - *Sensores* (página 143)
  - *Radiancia y Reflectancia* (página 143)
  - *Firma Espectral* (página 143)
  - *Satélite Landsat* (página 143)
  - *Satélite Sentinel-2* (página 145)
  - *Satélite ASTER* (página 145)
  - *MODIS Products* (página 146)
  - *Composición de Color* (página 147)
  - *Análisis de Componentes Principales* (página 147)
  - *Pan-sharpening* (página 148)
  - *Spectral Indices* (página 149)
- *Definiciones sobre Clasificación Supervisada* (página 151)
  - *Cobertura del suelo* (página 151)
  - *Clasificación supervisada* (página 151)
  - *Áreas de entrenamiento* (página 151)
  - *Clases y Macroclases* (página 153)
  - *Algoritmos de clasificación* (página 154)
  - *Distancia Espectral* (página 159)
  - *Resultado de la Clasificación* (página 160)
  - *Evaluación De la Exactitud* (página 160)
- *Conversión de la imagen a Reflectancia* (página 163)
  - *Radiancia en el sensor.* (página 163)
  - *Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA)* (página 163)
  - *Reflectancia de la Superficie* (página 164)
  - *Corrección DOSI* (página 164)
- *Conversión a temperatura* (página 167)
  - *Conversión a Temperatura de Brillo en el Satélite* (página 167)
  - *Estimación de la Temperatura de Superficie del Suelo* (página 168)
- *Referencias* (página 169)



---

## Definiciones Básicas

---

Este capítulo proporciona definiciones básicas sobre SIG y teledetección. Para otros recursos útiles mira *Recursos gratis y valiosos sobre teledetección y SIG* (página 274).

### Definición de SIG

Existen muchas definiciones de **SIG** (Sistemas de Información Geográfica) que no es simplemente un programa. En general los SIG son sistemas que permiten el uso de información geográfica (los datos tienen coordenadas espaciales). En particular, los SIG permiten ver, consultar, calcular y realizar análisis espaciales de los datos, que principalmente son de tipo ráster y vectorial. Los datos vectoriales están formados por objetos que pueden ser puntos, líneas y polígonos; cada objeto puede tener uno o más atributos con valores. Un ráster es una cuadrícula (o imagen) en la que cada celda tiene un atributo con valores (Fisher and Unwin, 2005). Muchas aplicaciones SIG utilizan imágenes ráster que son obtenidas con sensores remotos.

### Definición de Teledetección

Una definición general de **Teledetección** es “la ciencia y la tecnología por medio de la cual las características de los objetos de interés pueden ser identificados, medidos o se pueden analizar sus características sin contacto directo” (JARS, 1993).

Normalmente, la teledetección es la medición de la energía que es emanada desde la superficie de la Tierra. Si la fuente de la energía medida es el Sol, entonces es llamada **teledetección pasiva**, y el resultado de esta medición puede ser una imagen digital (Richards and Jia, 2006). Si la energía medida no es emitida por el Sol y es emitida desde el sensor de la plataforma es definida como **teledetección activa**, como los sensores de radar que trabajan en el rango de las microondas (Richards and Jia, 2006).

El **espectro electromagnético** es “el sistema que clasifica, según las longitudes de onda, toda la energía (desde onda corta cósmica hasta onda larga de radio) que se mueve, armónicamente, a la velocidad constante de la luz” (NASA, 2013). Los sensores pasivos miden la energía en la región óptica del espectro electromagnético, que incluye el visible, infrarrojo cercano (i.e. IR), infrarrojo medio SWIR, y el infrarrojo térmico (ver Figura *Espectro Electromagnético* (página 142)).

La interacción entre la energía solar y los materiales depende de la longitud de onda. La energía llega desde el Sol hasta la Tierra y de ahí hacia el sensor. A lo largo de esta trayectoria, **la energía solar** atraviesa varios medios y puede ser (NASA, 2013):

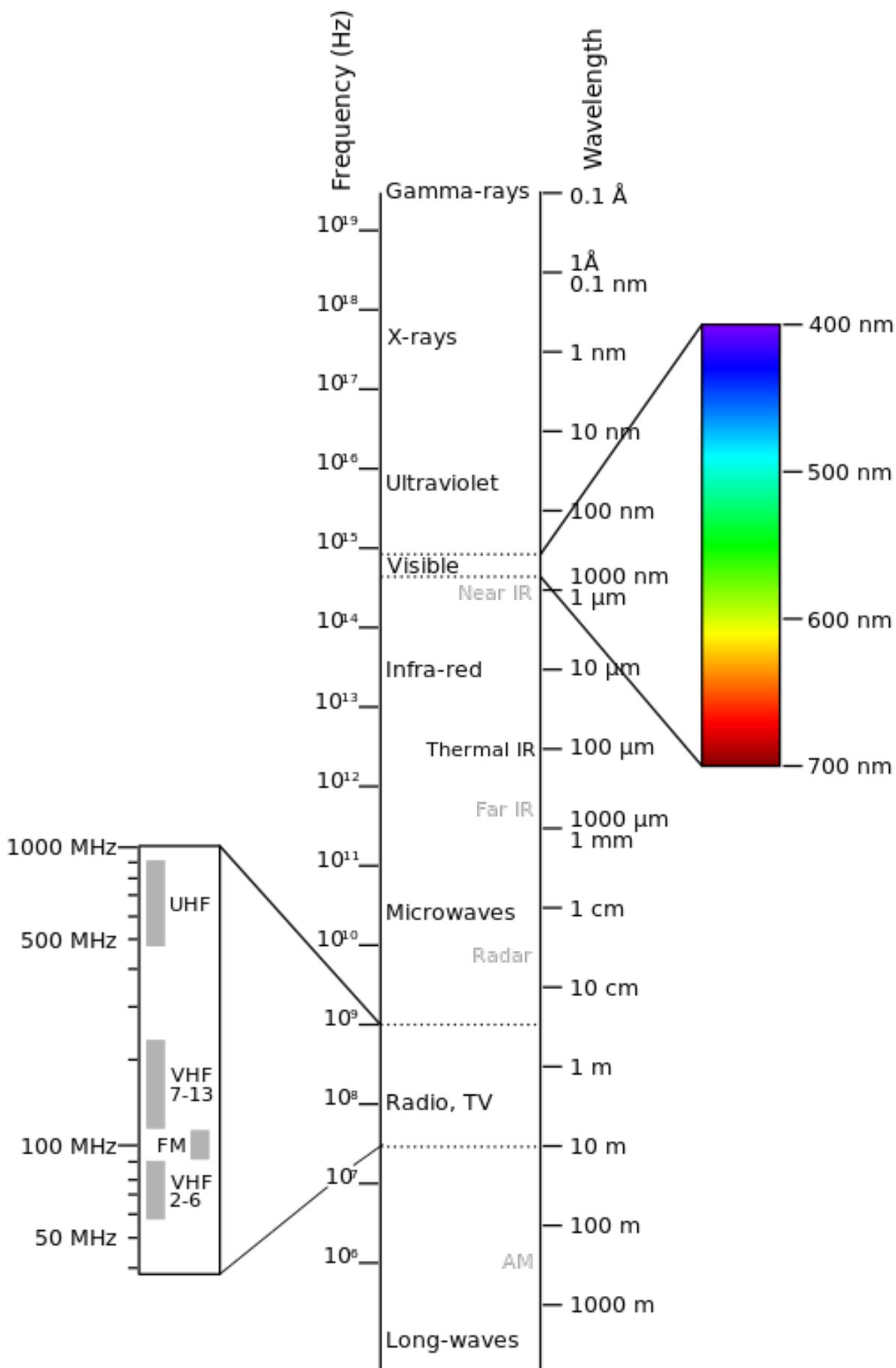


Figura 14.1: *Espectro Electromagnético*

- **Transmitida** - La energía atraviesa de un medio a otro con un cambio en su velocidad determinado por el índice de refracción de los dos medios.
- **Absorbida** - La energía se incorpora a la estructura molecular del material.
- **Reflejada** - La energía regresa sin cambio con un ángulo de reflexión igual al ángulo de incidencia. La reflectancia es la proporción de energía reflejada con respecto a la energía incidente en un cuerpo. La longitud de onda reflejada (no la absorbida) determina el color de un objeto.
- **Dispersada** - La dirección de propagación de la energía cambia aleatoriamente. La dispersión de Rayleigh y la de dispersión de Mie son los dos tipos más importantes de dispersión que ocurren en la atmósfera.
- **Emitida** - De hecho, la energía es primero absorbida y luego re-emitida, generalmente con una longitud de onda mayor. El objeto se calienta.

## Sensores

Los **Sensores** pueden estar a bordo de aviones o de satélites, midiendo la radiación electromagnética en rangos específicos (normalmente llamadas bandas). Como resultado, las mediciones son cuantificadas y convertidas en una imagen digital, donde cada elemento de la imagen (i.e. pixel) tiene un valor discreto en unidades de Digital Number (DN) (NASA, 2013). Las imágenes resultantes tienen diferentes características (resoluciones) dependiendo del sensor. Existen diferentes tipos de **resoluciones**:

- **Resolución Espacial**, normalmente medida en tamaño de pixel, “es el poder de resolución que necesita un instrumento para la discriminación de entidades y está basada en el tamaño del detector, longitud focal, y la altitud del sensor” (NASA, 2013); la resolución espacial es también denominada resolución geométrica o IFOV;
- **Resolución Espectral**, es el número y localización en el espectro electromagnético (definido por dos longitudes de onda) de la banda espectral (NASA, 2013) en sensores multispectrales, para cada banda corresponde una imagen;
- **Resolución Radiométrica**, normalmente medida en bits (dígitos binarios), es el rango de valores de brillo disponibles, los cuales en la imagen corresponden al máximo rango de DNs; por ejemplo una imagen con 8 bit de resolución tiene 256 niveles de brillo (Richards and Jia, 2006);
- Para sensores satelitales, existe también la **resolución temporal**, que es el tiempo requerido para la revisita de la misma área de la Tierra (NASA, 2013).

## Radiancia y Reflectancia

Los sensores miden la **radiancia**, la cual corresponde a la energía enviada en una dirección dada hacia el sensor; es también útil definir la **reflectancia** como la relación entre la reflejada contra la potencia total de energía.

## Firma Espectral

La **firma espectral** es la reflectancia en función de la longitud de onda (mira Figura *Curvas de Reflectancia Espectral de Cuatro Objetivos* (página 144)); cada material tiene una firma única, por lo tanto puede ser usada para la clasificación de materiales (NASA, 2013).

## Satélite Landsat

**Landsat** es un conjunto de satélites desarrollados por la NASA (National Aeronautics and Space Administration of USA), desde comienzos de los 1970's.

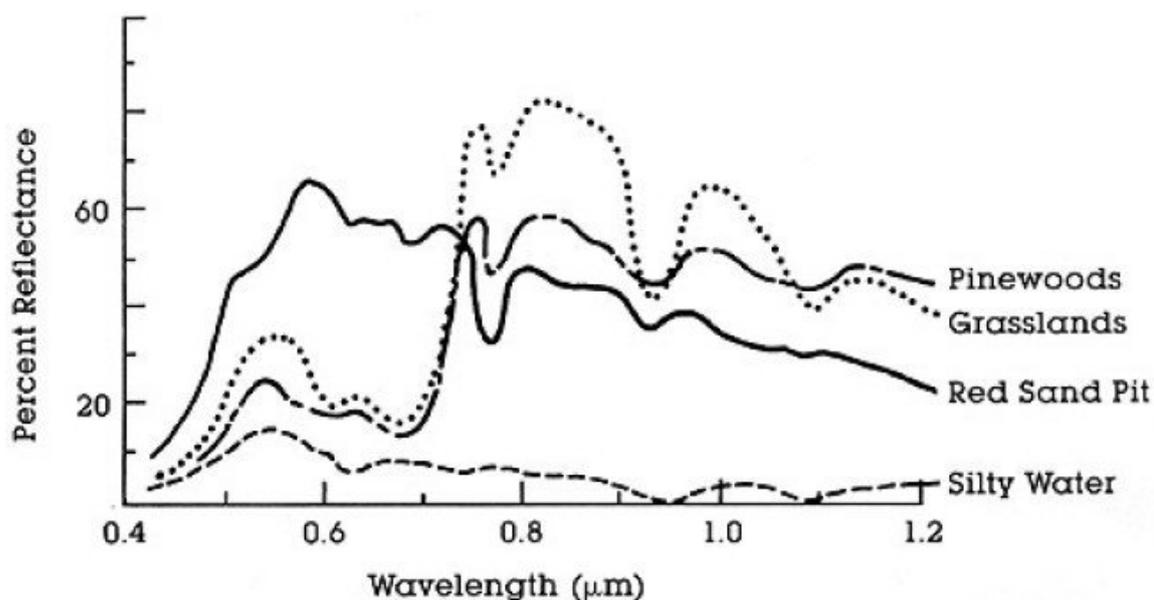


Figura 14.2: *Curvas de Reflectancia Espectral de Cuatro Objetivos*  
(desde NASA, 2013)

Las imágenes Landsat son muy utilizadas para la investigación ambiental. Las resoluciones de los sensores Landsat 4 y Landsat 5 se presentan en la siguiente tabla (desde [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php)); además, la resolución temporal de Landsat es de 16 días (NASA, 2013).

#### *Bandas Landsat 4 y Landsat 5*

Bandas Landsat 4, Landsat 5	Longitud de Onda [micrómetros]	Resolución [metros]
Banda 1 - Azul	0.45 - 0.52	30
Banda 2 - Verde	0.52 - 0.60	30
Banda 3 - Rojo	0.63 - 0.69	30
Banda 4 - Infrarrojo Cercano (NIR)	0.76 - 0.90	30
Banda 5 - SWIR	1.55 - 1.75	30
Banda 6 - Infrarrojo Térmico	10.40 - 12.50	120 (remuestreada a 30)
Banda 7 - SWIR	2.08 - 2.35	30

Las resoluciones del sensor Landsat 7 se presentan en la siguiente tabla (desde [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php)); además, la resolución temporal de Landsat es de 16 días (NASA, 2013).

#### *Bandas Landsat 7*

Bandas Landsat 7	Longitud de Onda [micrómetros]	Resolución [metros]
Banda 1 - Azul	0.45 - 0.52	30
Banda 2 - Verde	0.52 - 0.60	30
Banda 3 - Rojo	0.63 - 0.69	30
Banda 4 - Infrarrojo Cercano (NIR)	0.77 - 0.90	30
Banda 5 - SWIR	1.57 - 1.75	30
Banda 6 - Infrarrojo Térmico	10.40 - 12.50	60 (remuestreada a 30)
Banda 7 - SWIR	2.09 - 2.35	30
Banda 8 - Pancromática	0.52 - 0.90	15

Las resoluciones del sensor Landsat 8 se presentan en la siguiente tabla (desde [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php)); además, la resolución temporal de Landsat es de 16 días (NASA, 2013).

#### *Bandas Landsat 8*

Bandas Landsat 8	Longitud de Onda [micrómetros]	Resolución [metros]
Banda 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Banda 2 - Azul	0.45 - 0.51	30
Banda 3 - Verde	0.53 - 0.59	30
Banda 4 - Rojo	0.64 - 0.67	30
Banda 5 - Infrarrojo Cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
Banda 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Banda 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Banda 8 - Pancromática	0.50 - 0.68	15
Banda 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
Banda 10 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 (remuestreada a 30)
Banda 11 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 (remuestreada a 30)

A vast archive of images is freely available from the [U.S. Geological Survey](#) . For more information about how to freely download Landsat images read [this](#) .

Las imágenes están identificadas por sus paths y rows del WRS ([Worldwide Reference System for Landsat](#) ) .

## Satélite Sentinel-2

**Sentinel-2** es un satélite multiespectral desarrollado por la European Space Agency (ESA) en el marco del [Copernicus land monitoring services](#). Sentinel-2 adquiere 13 bandas espectrales con resolución espectral de 10m, 20m y 60m dependiendo de la banda, como se ilustra en la siguiente tabla (ESA, 2015).

*Bandas Sentinel-2*

Bandas Sentinel-2	Longitud de Onda Central [micrómetros]	Resolución [metros]
Banda 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Banda 2 - Azul	0.490	10
Banda 3 - Verde	0.560	10
Banda 4 - Rojo	0.665	10
Banda 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Banda 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Banda 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Banda 8 - NIR	0.842	10
Banda 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Banda 9 - Water vapour	0.945	60
Banda 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Banda 11 - SWIR	1.610	20
Banda 12 - SWIR	2.190	20

Las imágenes Sentinel-2 están disponibles gratuitamente desde el sitio web de la ESA <https://scihub.esa.int/dhus/> .

## Satélite ASTER

El satélite **ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) fue lanzado en 1999 por la colaboración entre el Japanese Ministry of International Trade and Industry (MITI) y la NASA. ASTER tiene 14 bandas cuyas resoluciones espaciales varían con las longitudes de onda: 15m en el visible e infrarrojo cercano, 30m en el infrarrojo medio, y 90m en el infrarrojo térmico (USGS, 2015). Las bandas ASTER son presentadas en la siguiente tabla (debido a una falla del sensor **los datos SWIR adquiridos desde Abril 1, 2008 no están disponibles** ). La banda adicional 3B (backwardlooking near-infrared) proporciona una cobertura stereo.

*Bandas ASTER*

Bandas ASTER	Longitud de Onda [micrómetros]	Resolución [metros]
Banda 1 - Verde	0.52 - 0.60	15
Banda 2 - Rojo	0.63 - 0.69	15
Banda 3N - Infrarrojo Cercano (NIR)	0.78 - 0.86	15
Banda 4 - SWIR 1	1.60 - 1.70	30
Banda 5 - SWIR 2	2.145 - 2.185	30
Banda 6 - SWIR 3	2.185 - 2.225	30
Banda 7 - SWIR 4	2.235 - 2.285	30
Banda 8 - SWIR 5	2.295 - 2.365	30
Banda 9 - SWIR 6	2.360 - 2.430	30
Banda 10 - TIR 1	8.125 - 8.475	90
Banda 11 - TIR 2	8.475 - 8.825	90
Banda 12 - TIR 3	8.925 - 9.275	90
Banda 13 - TIR 4	10.25 - 10.95	90
Banda 14 - TIR 5	10.95 - 11.65	90

## MODIS Products

The **MODIS** (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) is an instrument operating on the Terra and Aqua satellites launched by NASA in 1999 and 2002 respectively. Its temporal resolutions allows for viewing the entire Earth surface every one to two days, with a swath width of 2,330. Its sensors measure 36 spectral bands at three spatial resolutions: 250m, 500m, and 1,000m (see [https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis)).

Several products are available, such as surface reflectance and vegetation indices. In this manual we are considering the surface reflectance bands available at 250m and 500m spatial resolution (Vermote, Roger, & Ray, 2015).

### *MODIS Bands*

MODIS Bands	Longitud de Onda [micrómetros]	Resolución [metros]
Band 1 - Red	0.62 - 0.67	250 - 500
Band 2 - Near Infrared (NIR)	0.841 - 0.876	250 - 500
Band 3 - Blue	0.459 - 0.479	500
Band 4 - Green	0.545 - 0.565	500
Band 5 - SWIR 1	1.230 - 1.250	500
Band 6 - SWIR 2	1.628 - 1.652	500
Band 7 - SWIR 3	2.105 - 2.155	500

The following products (Version 6, see [https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis/modis\\_products\\_table](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table)) are available for download (Vermote, Roger, & Ray, 2015):

- MOD09GQ: daily reflectance at 250m spatial resolution from Terra MODIS;
- MYD09GQ: daily reflectance at 250m spatial resolution from Aqua MODIS;
- MOD09GA: daily reflectance at 500m spatial resolution from Terra MODIS;
- MYD09GA: daily reflectance at 500m spatial resolution from Aqua MODIS;
- MOD09Q1: reflectance at 250m spatial resolution, which is a composite of MOD09GQ (each pixel contains the best possible observation during an 8-day period);
- MYD09Q1: reflectance at 250m spatial resolution, which is a composite of MYD09GQ (each pixel contains the best possible observation during an 8-day period);
- MOD09A1: reflectance at 250m spatial resolution, which is a composite of MOD09GA (each pixel contains the best possible observation during an 8-day period);
- MYD09A1: reflectance at 250m spatial resolution, which is a composite of MYD09GA (each pixel contains the best possible observation during an 8-day period);

## Composición de Color

A menudo se crea una combinación de tres imágenes individuales monocromáticas, en la cual cada una es asignada a un color. Esto es conocido como una **composición de color** y es útil para interpretación visual (NASA, 2013). Las composiciones de color son generalmente expresadas como:

“ $R\ G\ B = Br\ Bg\ Bb$ ”

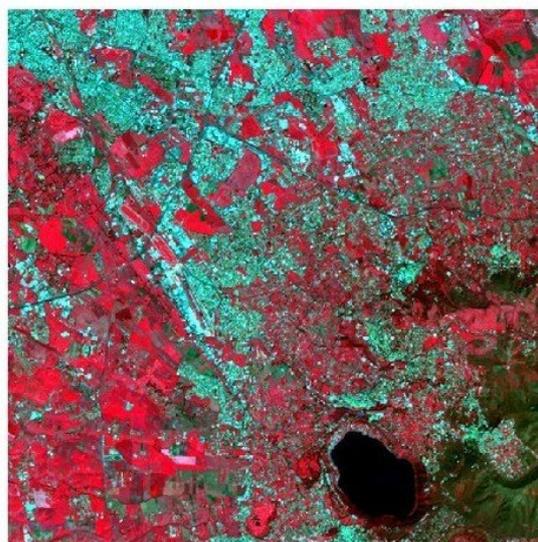
donde:

- R significa Rojo;
- G significa Verde;
- B significa Azul;
- Br es el número de banda asociada al color Rojo;
- Bg es el número de banda asociada al color Verde;
- Bb es el número de banda asociada al color Azul;

La siguiente figura *Composición de color para una imagen Landsat 8* (página 147) muestra una composición de color “ $R\ G\ B = 4\ 3\ 2$ ” de una imagen Landsat 8 (para Landsat 7 la misma composición de color es “ $R\ G\ B = 3\ 2\ 1$ ”, mientras que para Sentinel-2 es  $R\ G\ B = 4\ 3\ 2$ ) y una composición de color “ $R\ G\ B = 5\ 4\ 3$ ” (para Landsat 7 la misma composición de color es “ $R\ G\ B = 4\ 3\ 2$ ”, mientras que para Sentinel-2 es  $R\ G\ B = 8\ 4\ 3$ ). La composición “ $R\ G\ B = 5\ 4\ 3$ ” es útil para la interpretación de la imagen debido a que los píxeles de vegetación se muestran en colores rojos (la vegetación saludable refleja una gran parte de la luz incidente en la longitud de onda del infrarrojo cercano, resultando en valores de reflectancias más altos para la banda 5, dando por lo tanto valores más altos al rojo).



RGB = 432



RGB = 543

Figura 14.3: *Composición de color para una imagen Landsat 8*  
Datos onbtenidos de U.S. Geological Survey

## Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es un método para reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables medidas (bandas) en sus componentes principales (JARS, 1993)

La transformación de componentes principales produce un nuevo conjunto de bandas (componentes principales) con las siguientes características: Los componentes principales no están correlacionados; cada componente tiene una varianza menor al componente previo. Por lo tanto, éste es un método eficiente para la extracción de información y comprensión de datos (Ready and Wintz, 1973).

Dada una imagen con N bandas espectrales, los componentes principales se obtienen por cálculo matricial (Ready and Wintz, 1973; Richards and Jia, 2006):

$$Y = D^t X$$

donde:

- $Y$  = vector de componentes principales
- $D$  = matriz de autovalores de la matriz de covarianza  $C_x$  en el espacio  $X$
- $t$  denota la transposición vectorial

$Y X$  se calcula de la siguiente manera:

$$X = P - M$$

- $P$  = vector de valores espectrales asociados a cada píxel.
- $M$  = vector de la media asociada a cada banda

Por lo tanto, la media de  $X$  asociada a cada banda es 0.  $D$  está formado por los autovectores (de la matriz de covarianza  $C_x$ ) ordenados de valores máximos a mínimos de los autovalores, para así tener el máximo de varianza en el primer componente. De esta forma, los componentes principales no están correlacionados unos con otros, y cada componente tiene una varianza menor que el anterior (Ready and Wintz, 1973).

Usualmente, los dos primeros componentes contienen más del 90 % de la varianza. Por ejemplo, el primer componente principal puede ser visualizado en una *Composición de Color* (página 147) para resaltar las clases de una *Cobertura del suelo* (página 151), o utilizadas como entrada para una *Clasificación supervisada* (página 151).

## Pan-sharpening

Pan-sharpening se refiere a la combinación de la información de las bandas multiespectrales (MS), las cuales tienen una menor resolución espacial (para Landsat, las bandas tienen una resolución espacial de 30m), con la resolución espacial de una banda pancromática (PAN), que para Landsat 7 y 8 es de 15m. El resultado es una imagen multiespectral con la resolución espacial de la banda pancromática (ej. 15m). En *SCP*, se aplica una transformación de Brovey, en la cual los valores de cada banda multiespectral con la nueva resolución se calculan de la siguiente manera (Johnson, Tateishi and Hoan, 2012):

$$MSpan = MS * PAN/I$$

Donde  $I$  es Intensidad, la cual es una función de las bandas multiespectrales.

Se definen los siguientes pesos para  $I$ , en base a varias pruebas utilizando el *SCP*. Para Landsat 8, la Intensidad es calculada como:

$$I = (0,42 * Blue + 0,98 * Green + 0,6 * Red)/2$$

Para Landsat 7, la Intensidad es calculada de la siguiente manera:

$$I = (0,42 * Blue + 0,98 * Green + 0,6 * Red + NIR)/3$$



Figura 14.4: ejemplo de pan-sharpening de una imagen Landsat 8. Izquierda, bandas originales multiespectrales (30m); derecha, bandas con nueva resolución (pan-sharpened, 15m)

Datos onbtenidos de U.S. Geological Survey

## Spectral Indices

Spectral indices are operations between spectral bands that are useful for extracting information such as vegetation cover (JARS, 1993). One of the most popular spectral indices is the **Normalized Difference Vegetation Index** (NDVI), defined as (JARS, 1993):

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$$

NDVI values range from -1 to 1. Dense and healthy vegetation show higher values, while non-vegetated areas show low NDVI values.

Another index is the **Enhanced Vegetation Index** (EVI) which attempts to account for atmospheric effects such as path radiance calculating the difference between the blue and the red bands (Didan,et al., 2015). EVI is defined as:

$$EVI = G(NIR - Red)/(NIR + C_1Red - C_2Blue + L)$$

where:  $G$  is a scaling factor,  $C_1$  and  $C_2$  are coefficients for the atmospheric effects, and  $L$  is a factor for accounting the differential NIR and Red radiant transfer through the canopy. Typical coefficient values are:  $G = 2,5$ ,  $L = 1$ ,  $C_1 = 6$ ,  $C_2 = 7,5$  (Didan,et al., 2015).



---

## Definiciones sobre Clasificación Supervisada

---

Este capítulo ofrece definiciones básicas acerca de clasificación supervisada.

### Cobertura del suelo

La **Cobertura del suelo** es el material en la superficie terrestre, tal como tierra, vegetación, agua, asfalto, etc. (Fisher and Unwin, 2005). Dependiendo de las resoluciones del sensor, el número y tipo de clases coberturas del suelo que pueden ser identificadas en una imagen pueden variar significativamente.

### Clasificación supervisada

Una **clasificación semi-automática** (también llamada una clasificación supervisada) es una técnica de procesamiento de imágenes que permite la identificación de materiales en una imagen a partir de sus firmas espectrales. Existen varios tipos de algoritmos de clasificación, pero el propósito general es producir un mapa temático de la cobertura del suelo.

El procesamiento de imágenes y el análisis espacial con SIG requieren de software específico, tal como el Semi-Automatic Classification Plugin de QGIS.

### Áreas de entrenamiento

Usualmente, la clasificación supervisada requiere que el usuario seleccione una o más Regiones de Interés (ROIs, o Áreas de Entrenamiento) para cada clase de cobertura del suelo identificada en la imagen. Las **ROIs** son polígonos dibujados sobre áreas homogéneas de la imagen que se superponen a píxeles pertenecientes a la misma clase de cobertura del suelo.

### Algoritmo de Región Incremental

El Algoritmo de Región Incremental permite seleccionar los píxeles similares a un pixel semilla, considerando la **similitud espectral** (es decir, la distancia espectral) de los píxeles adyacentes. En *SCP*, el Algoritmo de Región Incremental está disponible para la creación de áreas de entrenamiento. El parámetro **distancia** está relacionado a la similitud de los valores de los píxeles al pixel semilla (mientras más bajo el valor, más similares serán los

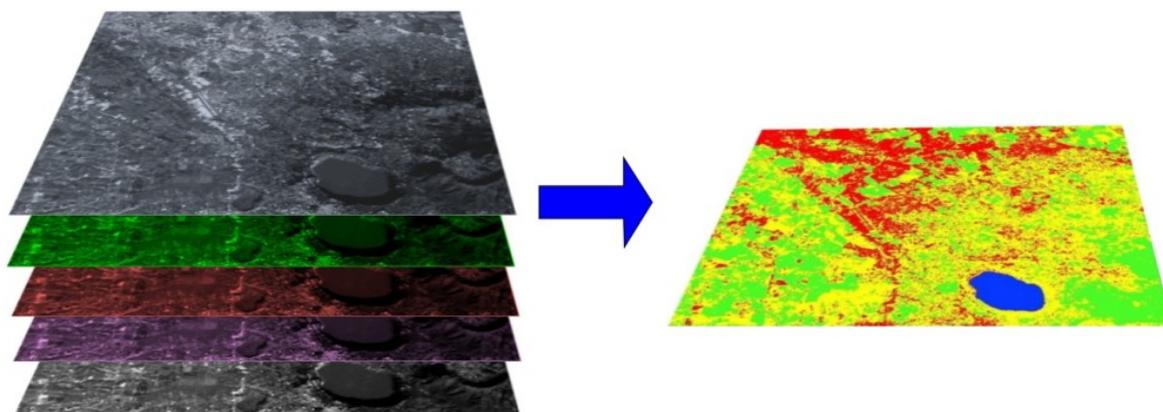


Figura 15.1: *Imagen multiespectral procesada para producir una clasificación de la cobertura del suelo*  
(Imagen Landsat proporcionada por USGS)

pixeles seleccionados). Un parámetro adicional es el **ancho máximo**, el cual es el lado de un cuadrado, centrado en el pixel semilla, el cual inscribe el área de entrenamiento (si todos los pixeles tuviesen el mismo valor, el área de entrenamiento sería este cuadrado). El **tamaño mínimo** es utilizado como restricción (para cada banda), seleccionando al menos los pixeles que son más similares al pixel semilla hasta que el número de pixeles seleccionados sean iguales al tamaño mínimo.

En la figura *Ejemplo de Región Incremental* (página 152) el pixel central es usado como semilla (imagen a), para la región incremental de una banda (imagen b) con el parámetro **distancia espectral** = 0.1; los pixeles similares son seleccionados para crear el área de entrenamiento (imagen c, e imagen d).

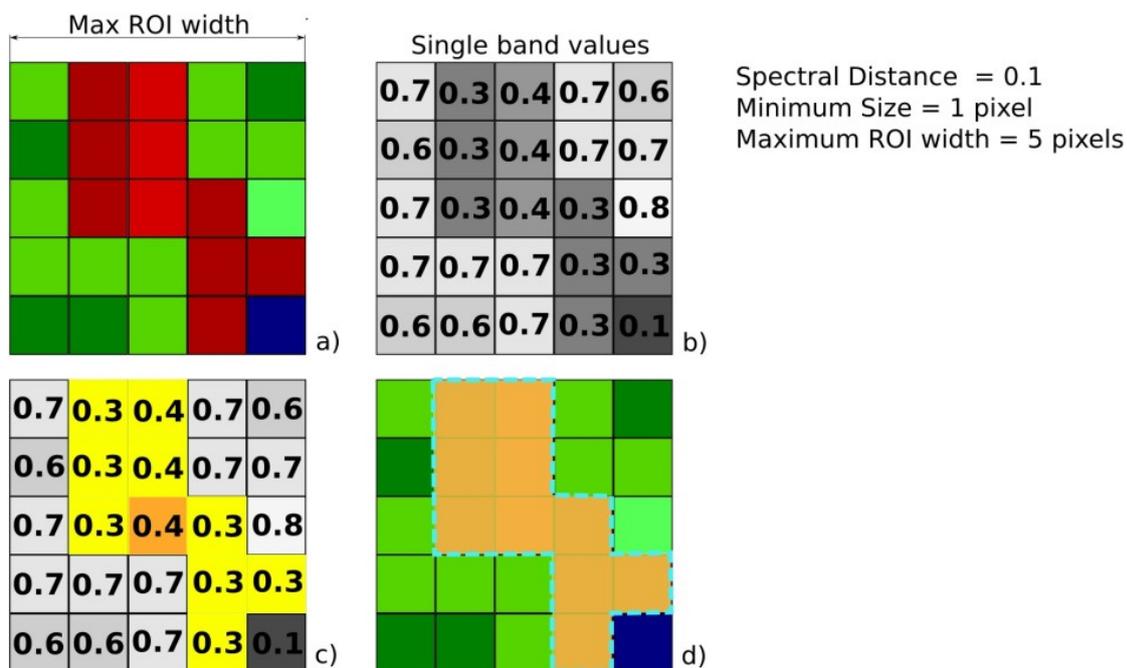


Figura 15.2: *Ejemplo de Región Incremental*

## Clases y Macroclases

Las clases de cobertura del suelo se identifican con un código ID arbitrario (identificador). SCP permite la definición de **Macroclase ID** (MC ID), y **Clase ID \*\*** (C ID), los cuales son los códigos de identificador de las clases de cobertura del suelo. Una **\*\*Macroclase** es un grupo de ROIs con diferente ID Clase, lo cual es útil cuando se necesita clasificar materiales que tienen diferente firma espectral en la misma clase de cobertura. Por ejemplo, es posible identificar pasto (e.g. Clase ID = 1 y Macroclase ID = 1) y árboles (ej. Clase ID = 2 y Macroclase ID = 1) como clase vegetación (ej. Macroclase ID = 1). Varios Clase IDs pueden ser asignados al mismo Macroclase ID, pero el mismo Clase ID no puede ser asignado a diferentes Macroclase IDs, tal como se muestra en la siguiente tabla:

### Ejemplo de Macroclases

Nombre de la Macroclase	Macroclase ID	Nombre de clase	Clase ID
Vegetación	1	Pasto	1
Vegetación	1	Árboles	2
Construcciones	2	Construcciones	3
Construcciones	2	Camino	4

Por lo tanto, las Clases son subconjuntos de una Macroclase, como se muestra en la Figura *Ejemplo de Macroclases* (página 153).

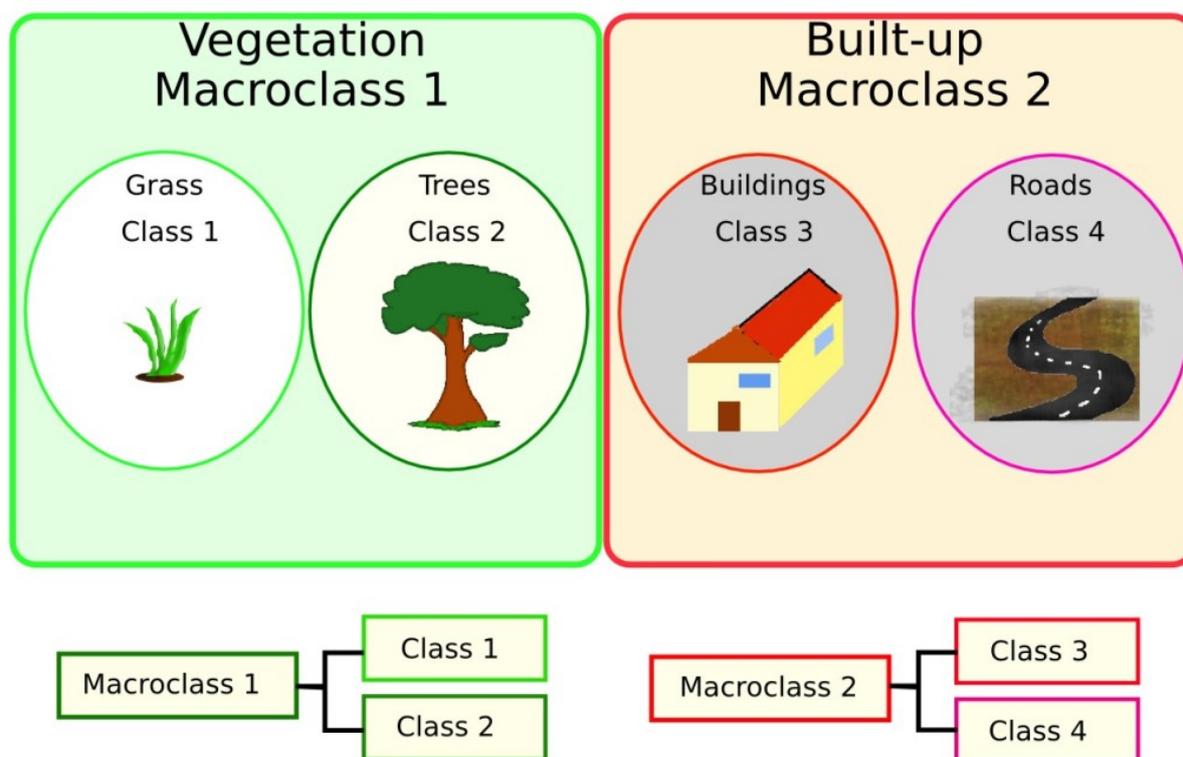


Figura 15.3: *Ejemplo de Macroclases*

Si el propósito del estudio no requiere el uso de Macroclases, entonces el mismo Macroclase ID puede ser utilizado para todos los ROIs (ej. Macroclase ID = 1) y las Macroclases serán ignoradas en el proceso de clasificación.

## Algoritmos de clasificación

Las **firmas espectrales** (características espectrales) de las clases de cobertura de referencia son calculadas considerando los valores de los píxeles de cada ROI que tengan el mismo Clase ID (o Macroclase ID). Por lo tanto, el algoritmo de clasificación, clasifica la imagen completa comparando las características de cada píxel con las características espectrales de las clases de referencia. *SCP* implementa los siguientes algoritmos de clasificación.

### Distancia mínima

El algoritmo Distancia Mínima calcula la distancia Euclídea  $d(x, y)$  entre las firmas espectrales de los píxeles de la imagen y las firmas espectrales de entrenamiento, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

donde:

- $x$  = vector de firma espectral de un píxel de la imagen;
- $y$  = vector de firma espectral del área de entrenamiento;
- $n$  = número de bandas de la imagen.

Por lo tanto, la distancia es calculada para cada píxel en la imagen, asignando la clase de la firma espectral más cercana de acuerdo a la siguiente función discriminante (adaptado de Richards and Jia, 2006):

$$x \in C_k \iff d(x, y_k) < d(x, y_j) \forall k \neq j$$

donde:

- $C_k$  = clase de cobertura  $k$ ;
- $y_k$  = firma espectral de la clase  $k$ ;
- $y_j$  = firma espectral de la clase  $j$ .

Es posible definir un umbral  $T_i$  para excluir de la clasificación los píxeles bajo este valor:

$$x \in C_k \iff d(x, y_k) < d(x, y_j) \forall k \neq j \\ \text{and} \\ d(x, y_k) < T_i$$

### Máxima Probabilidad

El algoritmo “Máxima Probabilidad” calcula las distribuciones de probabilidad para las clases, relacionado al teorema de Bayes, estimando si un píxel pertenece a una clase de cobertura. En particular, las probabilidades de distribución de las clases son asumidas de la forma de modelos normales multivariados (Richards & Jia, 2006). Para utilizar este algoritmo, se requiere un número lo suficientemente alto de píxeles para cada área de entrenamiento, lo cual permite el cálculo de la matriz de covarianza. La función discriminante, descrita por Richards and Jia (2006), se calcula para cada píxel como:

$$g_k(x) = \ln p(C_k) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - y_k)^t \Sigma_k^{-1} (x - y_k)$$

donde:

- $C_k$  = clase de cobertura  $k$ ;
- $x$  = vector de firma espectral de un píxel de la imagen;
- $p(C_k)$  = probabilidad de que la clase correcta sea  $C_k$ ;

- $|\Sigma_k|$  = determinante de la matriz de covarianzas de los datos en la clase  $C_k$ ;
- $\Sigma_k^{-1}$  = inversa de la matriz de covarianzas;
- $y_k$  = vector de firma espectral de la clase  $k$ .

Por consiguiente:

$$x \in C_k \iff g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j$$

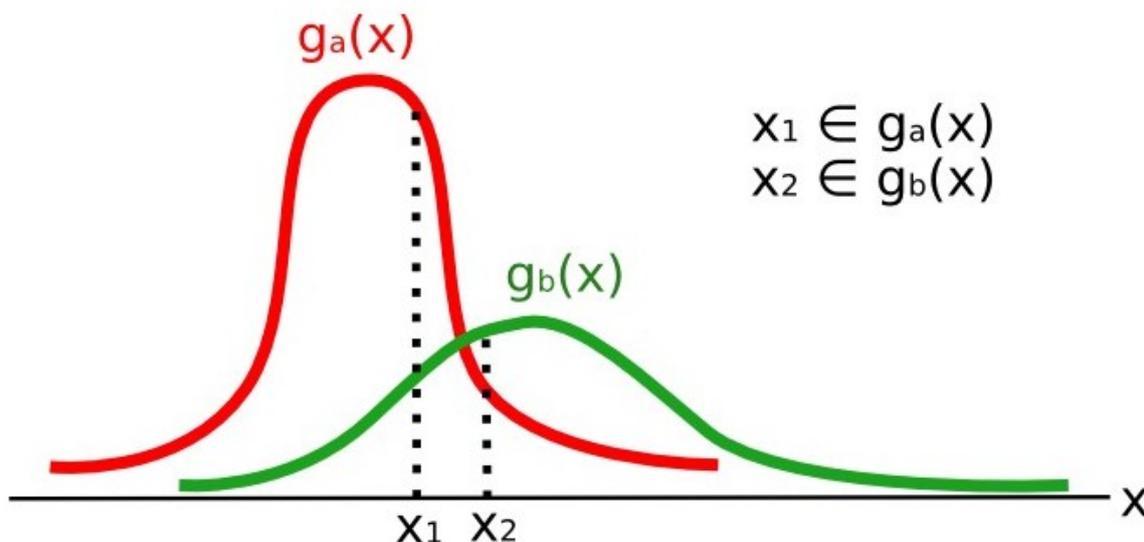


Figura 15.4: Ejemplo de Máxima Probabilidad

Adicionalmente, es posible definir un umbral de la función discriminante para excluir de la clasificación los píxeles bajo este valor. Considerando un umbral  $T_i$ , la condición de la clasificación resulta:

$$x \in C_k \iff g_k(x) > g_j(x) \forall k \neq j$$

and

$$g_k(x) > T_i$$

Máxima probabilidad es uno de los algoritmos de clasificación supervisada más comunes, sin embargo el proceso de clasificación puede ser más lento que *Distancia mínima* (página 154).

## Mapeo del Ángulo Espectral

El Mapeo de Ángulo Espectral calcula el ángulo espectral entre las firmas espectrales de los píxeles de la imagen y las firmas espectrales de entrenamiento. El ángulo espectral  $\theta$  es definido como (Kruse et al., 1993):

$$\theta(x, y) = \cos^{-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i^2)^{\frac{1}{2}} * (\sum_{i=1}^n y_i^2)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

Donde:

- $x$  = vector de firma espectral de un píxel de la imagen;
- $y$  = vector de firma espectral del área de entrenamiento;

- $n$  = número de bandas de la imagen.

Por lo tanto un pixel pertenece a la clase teniendo el ángulo inferior, que es:

$$x \in C_k \iff \theta(x, y_k) < \theta(x, y_j) \forall k \neq j$$

donde:

- $C_k$  = clase de cobertura  $k$ ;
- $y_k$  = firma espectral de la clase  $k$ ;
- $y_j$  = firma espectral de la clase  $j$ .

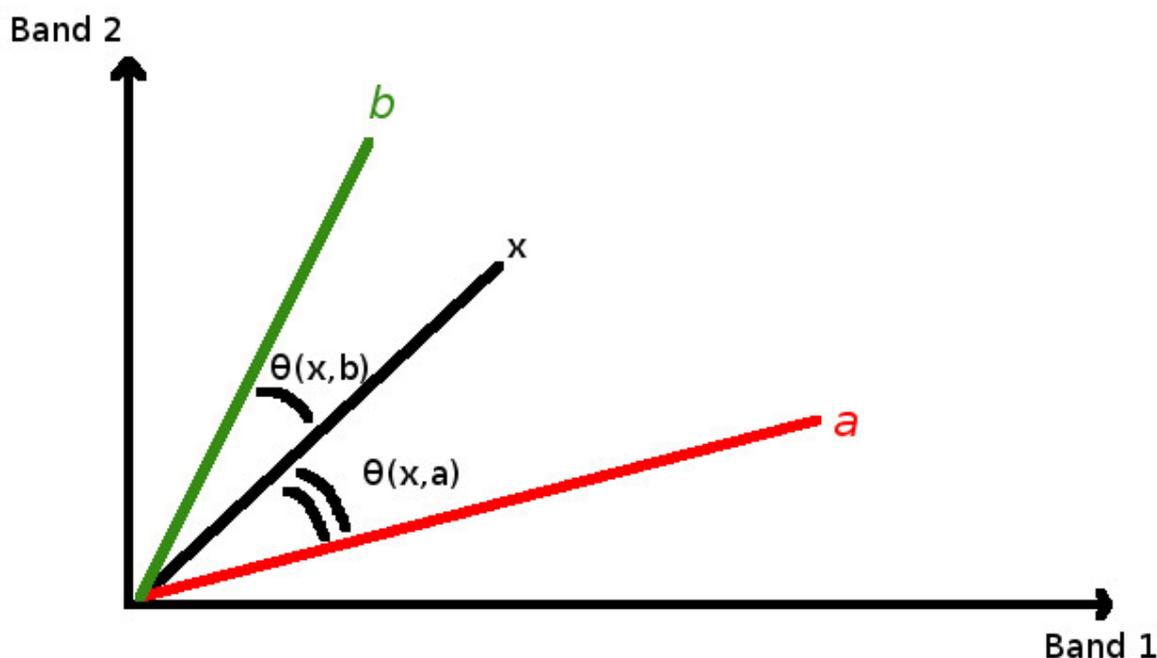


Figura 15.5: Ejemplo de Mapeo de Ángulo Espectral

Para excluir de la clasificación los pixels bajo este valor, es posible definir un umbral  $T_i$ :

$$x \in C_k \iff \theta(x, y_k) < \theta(x, y_j) \forall k \neq j$$

and

$$\theta(x, y_k) < T_i$$

El Mapeo de Ángulo Espectral es ampliamente utilizado, especialmente con imágenes hiperespectrales.

## Clasificación de Paralelepípedo

La clasificación por paralelepípedos es un algoritmo que considera el rango de valores de cada banda, formando un paralelepípedo multidimensional que define la clase de cobertura. Un pixel es clasificado dentro de una clase, si sus valores están dentro del paralelepípedo correspondiente. Una de las mayores desventajas es que los pixels cuyas firmas se superponen a dos o más paralelepípedos no pueden ser clasificados (Richards and Jia, 2006).

## Land Cover Signature Classification

Clasificación por Firmas de Cobertura del Suelo está disponible en SCP (mira *Land Cover Signature Classification* (página 47)). Esta clasificación permite la definición de umbrales espectrales para cada firma de entrada (un

valor mínimo y un valor máximo para cada banda). Los umbrales de cada firma de entrenamiento definen la región espectral perteneciente a cada clase de cobertura del suelo.

Las firmas espectrales de los píxeles de la imagen son comparados con las firmas espectrales de entrenamiento; un píxel pertenece a la clase  $X$  si la firma espectral del píxel está completamente contenida en la región definida por la clase  $X$ . En caso de píxeles que coinciden dentro de regiones superpuestas o fuera de cualquier región espectral, es posible utilizar algoritmos de clasificación adicionales (ej. ref: *minimum\_distance\_algorithm*, *Máxima Probabilidad* (página 154), *Mapeo del Angulo Espectral* (página 155)) considerando las características espectrales de la firma original.

La siguiente figura ilustra un esquema de *Clasificación por Firmas de Cobertura del Suelo* para un caso simple de dos bandas espectrales  $x$  y  $y$ . Las regiones espectrales definidas por el usuario definen tres clases ( $g_a$ ,  $g_b$ , and  $g_c$ ). El punto  $p_1$  pertenece a la clase  $g_a$  y el punto  $p_2$  pertenece a la clase  $g_b$ . Sin embargo, el punto  $p_3$  está dentro de ambas regiones espectrales  $g_b$  y  $g_c$  (regiones superpuestas); en este caso, el punto  $p_3$  quedará sin clasificar o será clasificado según un algoritmo adicional de clasificación. El punto  $p_4$  está fuera de cualquier región espectral, por lo tanto quedará sin clasificar o será clasificado según un algoritmo adicional de clasificación. Dado que el punto  $p_4$  pertenece a la clase  $g_c$ , la región espectral puede ser extendida para incluir el punto  $p_4$ .

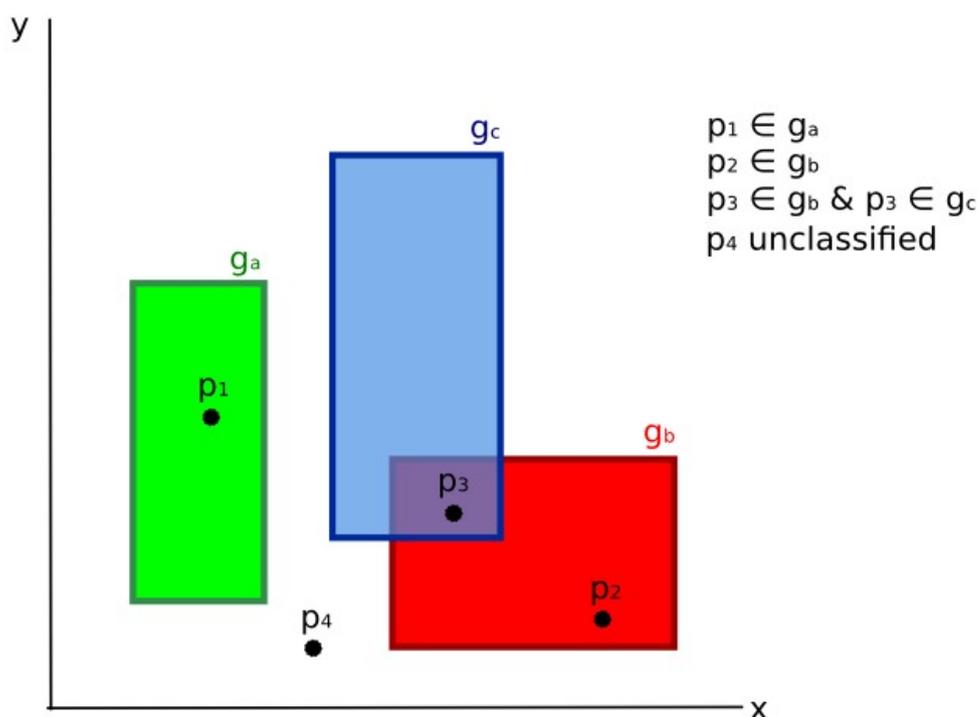


Figura 15.6: *Clasificación por Firmas de Cobertura del Suelo*

Esto es similar a *Clasificación de Paralelepípedo* (página 156), con la excepción de que las regiones espectrales están definidas por el usuario y pueden ser asignadas independientemente para los límites mínimo y máximo. Es posible imaginar la región espectral como el conjunto de todas las firmas espectrales de los píxeles pertenecientes a una clase.

En la figura *Gráfico de rangos espectrales* (página 158) se muestran los rangos espectrales de tres clases ( $g_a$ ,  $g_b$ , y  $g_c$ ); las líneas de colores dentro de los rangos (el área semi-transparente) representa las firmas espectrales de los píxeles que definieron los límites superior e inferior del rango respectivo. El píxel  $p_1$  (línea interpuñteada) pertenece a la clase  $g_b$  debido a que su firma espectral está completamente dentro del rango de la clase  $g_b$  (en el límite superior). El píxel  $p_2$  (línea entrecortada) queda sin clasificar debido a que su firma espectral no cae completamente dentro de ningún rango. El píxel  $p_3$  (línea interpuñteada) pertenece a la clase  $g_a$ .

Es importante notar que estos umbrales espectrales pueden ser aplicados a cualquier forma espectral, independientemente de sus características espectrales. Esta función puede ser muy útil para separar firmas espectrales que difieren solamente en una banda, definiendo umbrales que incluyen o excluyen firmas específicas. De hecho, las

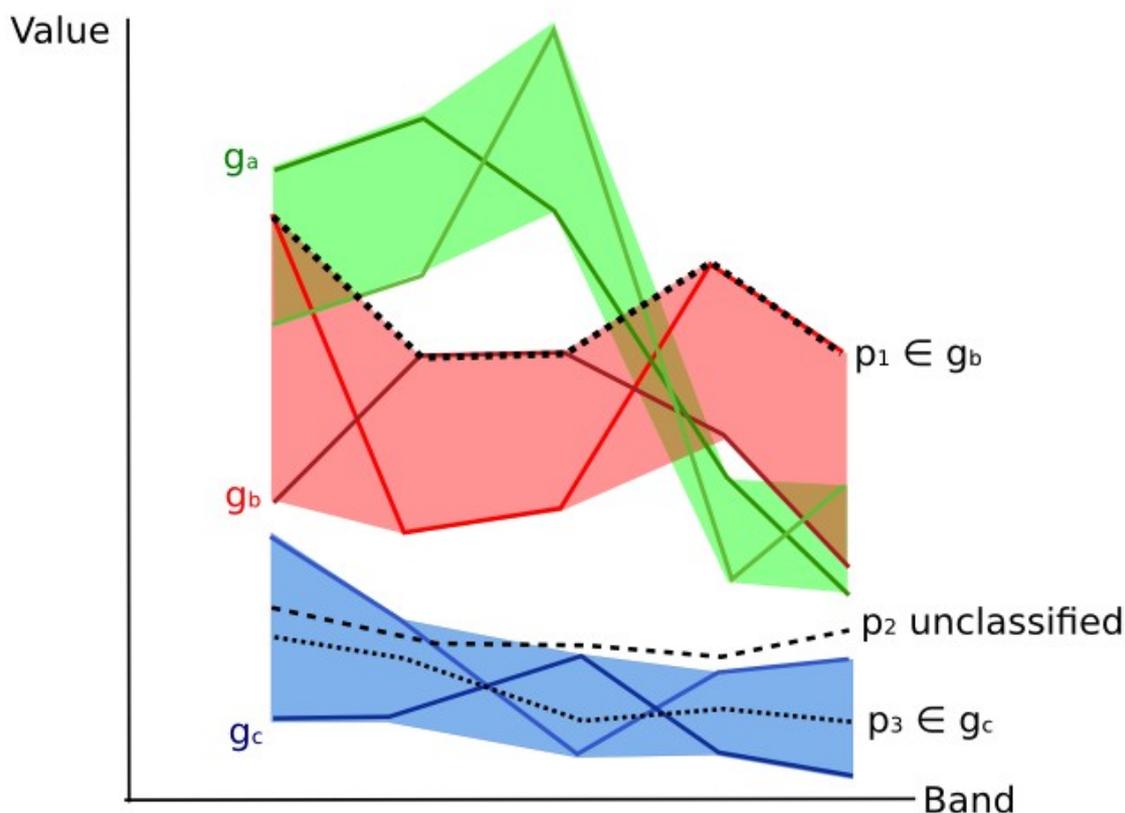


Figura 15.7: Gráfico de rangos espectrales

clases se separan correctamente si sus rangos espectrales difieren en al menos una banda. Por supuesto, incluso si las regiones espectrales se superponen, es posible que ningún pixel caiga dentro del área superpuesta y sea clasificado incorrectamente. El límite superior o inferior de un rango no implica la existencia en la imagen de una firma espectral que tenga valores de rango mínimo o máximo para todas las bandas (Por ejemplo el pixel  $p_1$  de la figura *Gráfico de rangos espectrales* (página 158) podría no existir).

Uno de los principales beneficios de la *Clasificación por Firmas de Cobertura del Suelo* es que es posible seleccionar pixeles e incluir su firma en un rango espectral. Por lo tanto, la clasificación debería ser la representación directa de las clases esperadas para cada firma espectral. Esto es muy útil para la clasificación de una única clase de cobertura del suelo (definida por umbrales espectrales específicos), y dejar sin clasificar el resto de la imagen que no sea de interés para el propósito de la clasificación.

## Ráster de Algoritmo

Un ráster de algoritmo representa la “distancia” (según la definición del algoritmo de clasificación) de un pixel de la imagen a una firma espectral específica.

En general, se genera un ráster de algoritmo por cada firma espectral utilizada como entrenamiento. El valor de cada pixel es el resultado del cálculo del algoritmo para una firma espectral definida. Por lo tanto, un pixel pertenece a la `class X` si el valor del ráster de algoritmo correspondiente a la `class X` es el menor en el caso de *Distancia mínima* (página 154) o *Mapeo del Angulo Espectral* (página 155), o el mayor en el caso de *Máxima Probabilidad* (página 154).

Para una clasificación dada, la combinación de rásters de algoritmo puede ser generada para crear un raster con las menores “distancias” (es decir, los pixeles tienen el valor del ráster de algoritmo correspondiente a la clase a la que pertenecen en la clasificación). Por lo tanto, este raster puede ser útil para identificar pixeles que requieren la recolección de más firmas espectrales similares (ver *Clasificación preliminar* (página 35)).

## Distancia Espectral

Es útil valorar la distancia espectral (o separabilidad) entre firmas de entrenamiento o píxeles para evaluar si diferentes clases que son muy similares entre sí podrían causar errores de clasificación. El :guilabel:'SCP' implementa los siguientes algoritmos para evaluar la similitud de firmas espectrales.

### Jeffries-Matusita Distance

La distancia de Jeffries-Matusita calcula la separabilidad de un par de distribuciones de probabilidad. Esto puede tener significado particularmente para evaluar los resultados de clasificaciones *Máxima Probabilidad* (página 154).

La distancia Jeffries-Matusita  $J_{xy}$  se calcula como (Richards and Jia, 2006):

$$J_{xy} = 2(1 - e^{-B})$$

donde:

$$B = \frac{1}{8}(x - y)^t \left( \frac{\Sigma_x + \Sigma_y}{2} \right)^{-1} (x - y) + \frac{1}{2} \ln \left( \frac{|\frac{\Sigma_x + \Sigma_y}{2}|}{|\Sigma_x|^{\frac{1}{2}} |\Sigma_y|^{\frac{1}{2}}} \right)$$

donde:

- $x$  = primer vector de firma espectral;
- $y$  = segundo vector de firma espectral;
- $\Sigma_x$  = matriz de covarianza de la muestra  $x$ ;
- $\Sigma_y$  = matriz de covarianza de la muestra  $y$ ;

La distancia Jeffries-Matusita es asintótica a 2 cuando las firmas son completamente diferentes, y tiende a 0 cuando las firmas son idénticas.

### Angulo Espectral

El Ángulo Espectral es el más apropiado para evaluar los resultados de *Mapeo del Angulo Espectral* (página 155). El ángulo espectral  $\theta$  es definido como (Kruse et al., 1993):

$$\theta(x, y) = \cos^{-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i^2)^{\frac{1}{2}} * (\sum_{i=1}^n y_i^2)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

Donde:

- $x$  = vector de firma espectral de un píxel de la imagen;
- $y$  = vector de firma espectral del área de entrenamiento;
- $n$  = número de bandas de la imagen.

El ángulo espectral varía de 0 cuando las firmas son idénticas a 90 cuando las firmas son completamente diferentes.

### Distancia Euclidiana

La Distancia Euclidiana es particularmente útil para la evaluación de los resultados de la clasificación *Distancia mínima* (página 154). De hecho, la distancia es definida como:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

donde:

- $x$  = primer vector de firma espectral;
- $y$  = segundo vector de firma espectral;
- $n$  = número de bandas de la imagen.

La Distancia Euclidiana es 0 cuando las firmas son idénticas y se incrementa según aumenta la distancia espectral entre las firmas.

## Similaridad de Bray-Curtis

La Similaridad de Bray-Curtis Similarity es un estadístico usado para evaluar la relación entre dos muestras (leer). Es útil en general para evaluar la similaridad de firmas espectrales. La Similaridad de Bray-Curtis  $S(x, y)$  se calcula como:

$$S(x, y) = 100 - \left( \frac{\sum_{i=1}^n |(x_i - y_i)|}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i} \right) * 100$$

donde:

- $x$  = primer vector de firma espectral;
- $y$  = segundo vector de firma espectral;
- $n$  = número de bandas de la imagen.

La Distancia de Bray-Curtis se calcula como porcentaje y varía de 0 cuando las firmas son completamente diferentes a 100 cuando las firmas son idénticas.

## Resultado de la Clasificación

El resultado del proceso de clasificación es un raster (ver un resultado de clasificación de Landsat en la Figura *Clasificación de Landsat* (página 160)), donde los valores de los píxeles corresponden a los Clase ID y cada color representa una clase de cobertura del suelo.

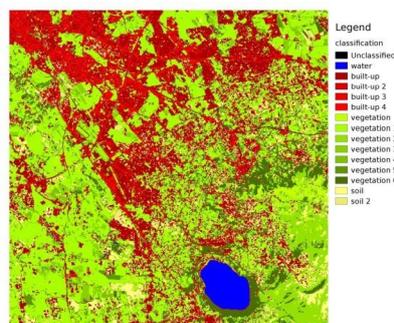


Figura 15.8: *Clasificación de Landsat*

Datos onbtenidos de U.S. Geological Survey

Un cierto número de errores pueden ocurrir durante la clasificación de cobertura del suelo (ej. algunos píxeles pueden haber sido asignados erróneamente a una clase de cobertura), debido a la similaridad espectral de las clases o a una definición incorrecta de las clases durante la recolección de ROIs.

## Evaluación De la Exactitud

Luego del proceso de clasificación, es útil evaluar la exactitud de una clasificación de cobertura del suelo para identificar y medir los errores del mapa. Usualmente se realiza una **evaluación de exactitud** a través del cálculo

de una matriz de errores, la cual consiste en una tabla que compara la información del mapa resultante de la clasificación con un conjunto de datos de referencia (ground truth) (Congalton and Green, 2009).

La siguiente tabla es un esquema de Matriz de Errores, donde  $k$  es el número de clases identificadas en la clasificación de cobertura del suelo, y  $n$  es el número total de unidades de muestreo recolectadas. Los números en la diagonal mayor (iii) representan el número de muestras correctamente identificadas, mientras que los otros números son errores de clasificación.

*Esquema de Matriz de Errores*

	Referencia 1	Referencia 2	...	Referencia k	Total
Clase 1	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1k}$	$a_{1+}$
Clase 2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2k}$	$a_{2+}$
...	...	...	...	...	...
Clase k	$a_{k1}$	$a_{k2}$	...	$a_{kk}$	$a_{k+}$
Total	$a_{+1}$	$a_{+2}$	...	$a_{+k}$	$n$

Por lo tanto es posible calcular la precisión global como el ratio entre el número de muestras clasificadas correctamente (la suma de la diagonal mayor) y el número total de unidades  $n$  (Congalton and Green, 2009).

Para mayor información, la siguiente documentación se encuentra disponible de manera libre: [Landsat 7 Science Data User's Handbook](#), [Remote Sensing Note](#), o [Wikipedia](#).



---

## Conversión de la imagen a Reflectancia

---

Este capítulo provee información sobre la conversión a reflectancia implementada en *SCP*.

### Radiancia en el sensor.

**Radiancia** es el “Flujo de energía (principalmente energía irradiante o incidente) por ángulo sólido que abandona una unidad de área de una superficie en una dirección dada”, “Radiancia es lo que mide el sensor y depende en cierta medida de la reflectancia” (NASA, 2011, p. 47).

Imágenes como las de Landsat o Sentinel-2 están compuestas de diferentes bandas y un archivo de metadatos que contiene la información requerida para la reflectancia.

Las imágenes de Landsat son provistas en radiancia, escaladas previamente al resultado. Para imágenes Landsat, la **Radiancia espectral en el sensor** ( $L_\lambda$ , medida en [vatios/(metro cuadrado \* ster \*  $\mu m$ ))] está dada por ([https://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php)):

$$L_\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L$$

donde:

- $M_L$  = Factor multiplicativo de reescalamiento específico de la banda, proveniente de los metadatos (RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, donde x es el número de banda)
- $A_L$  = Factor aditivo de reescalamiento específico de la banda, proveniente de los metadatos (RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, donde x es el número de banda)
- $Q_{cal}$  = Valores de pixel discretizados y calibrados del producto estandar (valores digitales DN)

Imágenes Sentinel-2 (Level-1C) se proveen directamente en *Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA)* (página 163), escaladas previamente al resultado (ESA, 2015).

### Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA)

Es posible convertir imágenes con valores de radiancia a valores de Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA), la cual combina la reflectancia de la superficie y la reflectancia atmosférica, para reducir la variabilidad

inter-imagen a través de una normalización de la irradiancia solar. Esta reflectancia TOA ( $\rho_p$ ), la cual es el ratio de la energía reflejada con respecto al total de la energía incidente (NASA, 2011), puede ser calculada como:

$$\rho_p = (\pi * L_\lambda * d^2) / (ESUN_\lambda * \cos\theta_s)$$

donde:

- $L_\lambda$  = Radiancia espectral en el sensor (Radiancia en el satélite)
- $d$  = Distancia Tierra-Sol en Unidades Astronómicas (la cual se encuentra en el archivo de metadatos de las imágenes Landsat 8, y un archivo de excel en [http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/excel\\_docs/d.xls](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/excel_docs/d.xls))
- $ESUN_\lambda$  = Irradiancia Media Solar exo-atmosférica
- $\theta_s$  = Angulo zenital solar en grados, el cual es equivalente a:  $\theta_s = 90^\circ - \theta_e$  donde  $\theta_e$  es la elevación solar

Es importante notar que para las imágenes de Landsat 8 se proveen factores de reescalamiento para cada banda que permiten la conversión directa de valores digitales DN a Reflectancia TOA.

Las imágenes Sentinel-2 se distribuyen ya con valores de reflectancia TOA escalados, los cuales pueden ser convertidos a reflectancia TOA con un cálculo simple utilizando el Valor de Discretización provisto en los metadatos (ver [https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2\\_MSI\\_Product\\_Specification.pdf](https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_MSI_Product_Specification.pdf)).

## Reflectancia de la Superficie

Los efectos de la atmósfera (i.e. la perturbación en los valores de reflectancia que varía con la longitud de onda) debe ser considerada para medir la reflectancia en la superficie.

La **reflectancia de la superficie** ( $\rho$ ), tal como lo describe Moran et al. (1992), es:

$$\rho = [\pi * (L_\lambda - L_p) * d^2] / [T_v * ((ESUN_\lambda * \cos\theta_s * T_z) + E_{down})]$$

donde:

- $L_p$  es el efecto bruma, en inglés path radiance
- $T_v$  es la transmitancia de la atmósfera en la dirección de visión
- $T_z$  es la transmitancia atmosférica en la dirección de iluminación
- $E_{down}$  es la irradiancia difusa descendiente

Por lo tanto, necesitamos varias medidas atmosféricas para calcular  $\rho$  (correcciones basadas en medidas físicas). Alternativamente, es posible utilizar **técnicas basadas en imagen** para el cálculo de esos parámetros sin la necesidad de medidas in-situ durante la adquisición de la imagen. Vale la pena mencionar que el **Producto de Alto Nivel Landsat Reflectancia de Superficie** para Landsat 8 está disponible (para más información leer [http://landsat.usgs.gov/CDR\\_LSR.php](http://landsat.usgs.gov/CDR_LSR.php)).

## Corrección DOS1

El **Dark Object Substrction** (DOS) o substracción de objeto oscuro es una familia de correcciones atmosféricas basadas en imagen. Chavez (1996) explica que “la suposición básica es que en la imagen algunos píxeles están completamente en sombra, y sus radiancias recibidas en el satélite se deben a la dispersión atmosférica (efecto bruma). Esta suposición es combinada con el hecho de que muy pocos elementos en la superficie de la Tierra tienen un color negro absoluto, por lo tanto, una reflectancia asumida de uno por ciento es mejor que un cero por ciento”. Es importante mencionar que la exactitud de las técnicas basadas en imagen es generalmente menor que las correcciones basadas en medidas físicas, pero son muy útiles cuando no están disponibles mediciones atmosféricas que puedan mejorar la estimación de la reflectancia de la superficie terrestre. El **efecto bruma** es dado por (Sobrino, et al., 2004):

$$L_p = L_{min} - L_{DO1}\%$$

donde:

- $L_{min}$  = “radiancia que corresponde a un valor digital para el cual la suma de todos los píxeles con valores digitales menores o iguales a este valor es igual al 0.01 % de todos los píxeles de la imagen considerada” (Sobrino, et al., 2004, p. 437), por lo tanto, la radiancia obtenida con ese valor de conteo digital ( $DN_{min}$ )
- $L_{DO1\%}$  = radiancia del objeto oscuro, con un valor asumido de reflectancia de 0.01

En particular para imágenes Landsat:

$$L_{min} = M_L * DN_{min} + A_L$$

Las imágenes Sentinel-2 son convertidas a radiancia antes del cálculo DOS1.

La **Radiancia de Objeto Oscuro** es dada por (Sobrino, et al., 2004):

$$L_{DO1\%} = 0,01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

Por lo tanto, el **efecto bruma** es:

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0,01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

Existen varias técnicas DOS (ej. DOS1, DOS2, DOS3, DOS4), basadas en diferentes asunciones acerca de  $T_v$ ,  $T_z$ , y  $E_{down}$ . La técnica más simple es la **DOS1**, donde se hacen las siguientes suposiciones (Moran et al., 1992):

- $T_v = 1$
- $T_z = 1$
- $E_{down} = 0$

Por lo tanto, el **efecto bruma** es:

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0,01 * ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s / (\pi * d^2)$$

Y la **reflectancia de la superficie terrestre** resultante está dada por:

$$\rho = [\pi * (L_{\lambda} - L_p) * d^2] / (ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s)$$

Los valores ESUN [W/(m<sup>2</sup> \* μm)] para sensores Landsat se encuentran en la siguiente tabla.

Valores ESUN para bandas Landsat

Ban- da	Landsat 1 MSS	Landsat 2 MSS	Landsat 3 MSS	Landsat 4 TM	Landsat 5 TM*	Landsat 7 ETM+**
1				1983	1983	1970
2				1795	1796	1842
3				1539	1536	1547
4	1823	1829	1839	1028	1031	1044
5	1559	1539	1555	219.8	220	225.7
6	1276	1268	1291			
7	880.1	886.6	887.9	83.49	83.44	82.06
8						1369

\* de Chander, Markham, & Helder (2009)

\*\* de [http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data\\_prod/prog\\_sect11\\_3.html](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html)

Para **Landsat 8**, ESUN puede ser calculado como (from <http://grass.osgeo.org/grass65/manuals/i.landsat.toar.html>):

$$ESUN = (\pi * d^2) * RADIANCE\_MAXIMUM / REFLECTANCE\_MAXIMUM$$

donde RADIANCE\_MAXIMUM y REFLECTANCE\_MAXIMUM son provistas en los metadatos de la imagen.

Los valores de ESUN [W/(m<sup>2</sup> \* μm)] para el sensor **Sentinel-2** (provistos en los metadatos de la imagen) se muestran en la siguiente tabla.

valores de ESUN para bandas de Sentinel-2

Banda	Sentinel-2
1	1913.57
2	1941.63
3	1822.61
4	1512.79
5	1425.56
6	1288.32
7	1163.19
8	1036.39
8A	955.19
9	813.04
10	367.15
11	245.59
12	85.25

Los valores de ESUN [ $W/(m^2 * \mu m)$ ] para el sensor **ASTER** se muestran en la siguiente tabla (de Finn, et al., 2012).

Valores de ESUN para bandas ASTER

Banda	ASTER
1	1848
2	1549
3	1114
4	225.4
5	86.63
6	81.85
7	74.85
8	66.49
9	59.85

Un ejemplo de comparación de valores de Reflectancia TOA, Reflectancia corregida con DOS1 y Producto de Alto Nivel Landsat Reflectancia de Superficie (datos de referencia) se puede ver en la figura *Firmas espectrales de un píxel de superficie construida* (página 166).

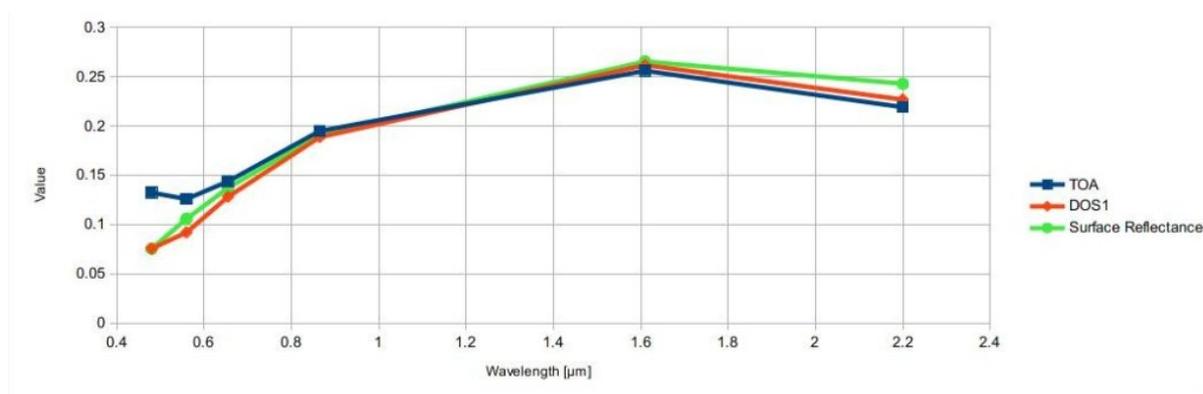


Figura 16.1: *Firmas espectrales de un píxel de superficie construida*

Comparación de valores de Reflectancia TOA, Reflectancia corregida con DOS1 y Producto de Alto Nivel Landsat Reflectancia de Superficie

## Conversión a temperatura

Este capítulo proporciona información básica sobre la conversión a **Temperatura de Brillo en el Satélite** implementada en :guilabel:'SCP'y la estimación de la **Temperatura Superficial del Suelo**.

### Conversión a Temperatura de Brillo en el Satélite

Para las bandas termales, la conversión de valores digitales DN a Temperatura de Brillo en el satélite es dada por (from [https://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php)):

$$T_B = K_2 / \ln[(K_1 / L_\lambda) + 1]$$

donde:

- $K_1$  = constante de conversión térmica específica de la banda (en vatios /metro cuadrado \* ster \*  $\mu m$ )
- $K_2$  = Constante de conversión térmica específica de la banda (en grados kelvin)

y  $L_\lambda$  es la radiancia espectral en el sensor, medida en vatios/(metro cuadrado \* ster \*  $\mu m$ ).

Las cosntantes  $K_1$  y  $K_2$  para sensores Landsat son proporcionadas en la siguiente tabla.

*Constantes de conversión térmica para Landsat*

Constante	Landsat 4*	Landsat 5*	Landsat 7**
$K_1$	671.62	607.76	666.09
$K_2$	1284.30	1260.56	1282.71

\* de Chander & Markham (2003)

\*\* de NASA (2011)

Para **Landsat 8**, los valores de  $K_1$  y  $K_2$  son proporcionadas en el archivo de metadatos de la imagen.

$K_1$  y  $K_2$  son calculadas como (Jimenez-Munoz & Sobrino, 2010):

$$K_1 = c_1 / \lambda^5$$

$$K_2 = c_2 / \lambda$$

donde (Mohr, Newell, & Taylor, 2015):

- $c_1$  = Primera constante de radiación =  $1,191 * 10^{-16} W m^2 sr^{-1}$

- $c_2$  = segunda constante de radiación =  $1,4388 * 10^{-2} mK$

Por lo tanto,  $K_1$  y  $K_2$  para bandas ASTER se proporcionan en la siguiente tabla.

*Constantes de conversión térmica para ASTER*

Constante	Banda 10	Banda 11	Banda 12	Banda 13	Banda 14
$K_1$	$3,024 * 10^3$	$2,460 * 10^3$	$1,909 * 10^3$	$8,900 * 10^2$	$6,464 * 10^2$
$K_2$	$1,733 * 10^3$	$1,663 * 10^3$	$1,581 * 10^3$	$1,357 * 10^3$	$1,273 * 10^3$

## Estimación de la Temperatura de Superficie del Suelo

Varios estudios han descrito la estimación de la Temperatura de Superficie del Suelo. Ésta puede ser calculada a partir de la Temperatura de Brillo en el Satélite  $T_B$  como (Weng, et al. 2004):

$$T = T_B / [1 + (\lambda * T_B / c_2) * \ln(e)]$$

donde:

- $\lambda$  = longitud de onda de la radiancia emitida
- $c_2 = h * c / s = 1,4388 * 10^{-2} m K$
- $h$  = Constante de Planck's =  $6,626 * 10^{-34} J s$
- $s$  = constante de Boltzmann =  $1,38 * 10^{-23} J/K$
- $c$  = velocidad de la luz  $2,998 * 10^8 m/s$

Los valores de  $\lambda$  para las bandas térmicas de los satélites Landsat y ASTER pueden ser calculadas a partir de las tablas *Satélite Landsat* (página 143) y *Satélite ASTER* (página 145).

Varios estudios han utilizado el NDVI para la estimación de la emisividad de la superficie (SObrino, et al., 2004); otros estudios han utilizado una clasificación de cobertura del suelo para la definición de la emisividad de cada clase (Weng, et al. 2004). Por ejemplo, los valores de emisividad ( $e$ ) de varios tipos de cobertura del suelo se proporcionan en la siguiente tabla (de Mallick, et al. 2012).

*Valores de emisividad*

Superficie de la tierra	Emisividad e
Suelo	0.928
Pasto	0.982
Asfalto	0.942
Concreto	0.937

## Referencias

- Chander, G. & Markham, B. 2003. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 41, 2674 - 2677
- Chavez, P. S. 1996. *Image-Based Atmospheric Corrections - Revisited and Improved Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, [Falls Church, Va.] American Society of Photogrammetry, 62, 1025-1036
- Congalton, R. and Green, K., 2009. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Didan, K.; Barreto Munoz, A.; Solano, R. & Huete, A. 2015. *MODIS Vegetation Index User's Guide*. Collection 6, NASA
- ESA, 2015. *Sentinel-2 User Handbook*. Available at [https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2\\_User\\_Handbook](https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook)
- Finn, M.P., Reed, M.D, and Yamamoto, K.H. 2012. *A Straight Forward Guide for Processing Radiance and Reflectance for EO-1 ALI, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, and ASTER*. Unpublished Report from USGS/Center of Excellence for Geospatial Information Science, 8 p, [http://cegis.usgs.gov/soil\\_moisture/pdf/A%20Straight%20Forward%20guide%20for%20Processing%20Radiance%20and%20Reflectance\\_V\\_24Jul12.pdf](http://cegis.usgs.gov/soil_moisture/pdf/A%20Straight%20Forward%20guide%20for%20Processing%20Radiance%20and%20Reflectance_V_24Jul12.pdf)
- Fisher, P. F. and Unwin, D. J., eds. 2005. *Representing GIS*. Chichester, England: John Wiley & Sons
- JARS, 1993. *Remote Sensing Note*. Japan Association on Remote Sensing. Available at [http://www.jars1974.net/pdf/rsnote\\_e.html](http://www.jars1974.net/pdf/rsnote_e.html)
- Jimenez-Munoz, J. C. & Sobrino, J. A. 2010. *A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data* *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7, 176-179
- Johnson, B. A., Tateishi, R. and Hoan, N. T., 2012. *Satellite Image Pansharpening Using a Hybrid Approach for Object-Based Image Analysis* *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1, 228. Available at <http://www.mdpi.com/2220-9964/1/3/228>)
- Kruse, F. A., et al., 1993. *The Spectral Image Processing System (SIPS) - Interactive Visualization and Analysis of Imaging spectrometer*. *Data Remote Sensing of Environment*
- Mallick, J.; Singh, C. K.; Shashtri, S.; Rahman, A. & Mukherjee, S. 2012. *Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces of Delhi city* *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19, 348 - 358

- Mohr, P. J.; Newell, D. B. & Taylor, B. N. 2015. CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2014 National Institute of Standards and Technology, Committee on Data for Science and Technology
- Moran, M.; Jackson, R.; Slater, P. & Teillet, P. 1992. Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output *Remote Sensing of Environment*, 41, 169-184
- NASA (Ed.) 2011. *Landsat 7 Science Data Users Handbook* Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt, 186 [http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7\\_Handbook.pdf](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf)
- NASA, 2013. *Landsat 7 Science Data User's Handbook*. Available at <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>
- Ready, P. and Wintz, P., 1973. Information Extraction, SNR Improvement, and Data Compression in Multispectral Imagery. *IEEE Transactions on Communications*, 21, 1123-1131
- Richards, J. A. and Jia, X., 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Berlin, Germany: Springer.
- Sobrino, J.; Jiménez-Muñoz, J. C. & Paolini, L. 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5 *Remote Sensing of Environment*, Elsevier, 90, 434-440
- USGS, 2015. *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Level 1 Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance Product (AST\_L1T)*. AST\_L1T Product User's Guide. USGS EROS Data Center.
- Vermote, E. F.; Roger, J. C. & Ray, J. P. 2015. *MODIS Surface Reflectance User's Guide*. Collection 6, NASA
- Weng, Q.; Lu, D. & Schubring, J. 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, Elsevier Science Inc., Box 882 New York NY 10159 USA, 89, 467-483

**Parte V**

**Tutoriales Básicos**



El siguiente es un tutorial bastante básico para la clasificación de la cobertura del suelo usando Semi-Automatic Classification Plugin (*SCP*). Se supone que tienes conocimientos básicos de QGIS (puedes encontrar una guía de la interfaz de QGIS [en esta página](#)).



El siguiente es un tutorial básico para la clasificación de la cobertura del suelo usando Semi-Automatic Classification Plugin (SCP). Se asume que tienes conocimientos básicos de QGIS.

- *Tutorial 1: Tu Primera Clasificación de la Cobertura del Suelo* (página 175)
  - *Datos* (página 176)
  - *Define la imagen de entrada en el SCP* (página 176)
  - *Crear archivo de entrenamiento* (página 177)
  - *Crear las ROIs* (página 177)
  - *Crear Vista Previa de la Clasificación* (página 181)
  - *Crear el resultado de la clasificación* (página 184)

## Tutorial 1: Tu Primera Clasificación de la Cobertura del Suelo

Este es un tutorial básico sobre el uso de SCP para la clasificación de una imagen multi-espectral. Se recomienda leer *Breve Introducción a la Teledetección* (página 139) antes de empezar con este tutorial.

El propósito de la clasificación es identificar las siguientes clases de cobertura del suelo:

1. Agua;
2. Construcciones;
3. Vegetación;
4. Suelo desnudo.

Mira el vídeo de este tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=GFrDgQ6Nzqs>

## Datos

**Descarga la imagen** desde [este archivo](#) (datos disponibles en la U.S. Geological Survey) y **descomprime** el archivo descargado.

El archivo descargado es de hecho una imagen *Satélite Landsat* (página 143) (pan-sharpened), que incluye las siguientes bandas:

1. Azul;
2. Verde;
3. Rojo;
4. Infrarrojo Cercano;
5. Infrarrojo de Onda Corta 1;
6. Infrarrojo de Onda Corta 2.

En este tutorial pretendemos centrarnos en el proceso de clasificación, por lo que pretendemos que este archivo es un ráster multi-espectral genérico (en el siguiente tutorial utilizaremos una imagen ráster con bandas en archivos individuales).

## Define la imagen de entrada en el SCP

Inicia QGIS. En *SCP entrada de datos* (página 38) pulsa sobre el botón  de *Imagen de entrada* (página 38), para seleccionar el archivo `sample_image.tif`. Una vez seleccionada, `sample_image.tif` se establece como *Input image*, la imagen se muestra en el mapa y las bandas se cargan en el *Conjunto de bandas* (página 111).

Podemos mostrar una *Composición de Color* (página 147) de las bandas: Infrarrojo Cercano, Rojo, y Verde: en la *Barra de Trabajo* (página 33), haz clic sobre el listado *RGB=* y selecciona el elemento 4-3-2 (correspondiente al número de banda en *Conjunto de bandas* (página 111)). Puedes ver que los colores de la imagen cambian en el mapa según las bandas seleccionadas, y la vegetación resalta en rojo (si la opción 3-2-1 fue seleccionada, se muestran los colores naturales).

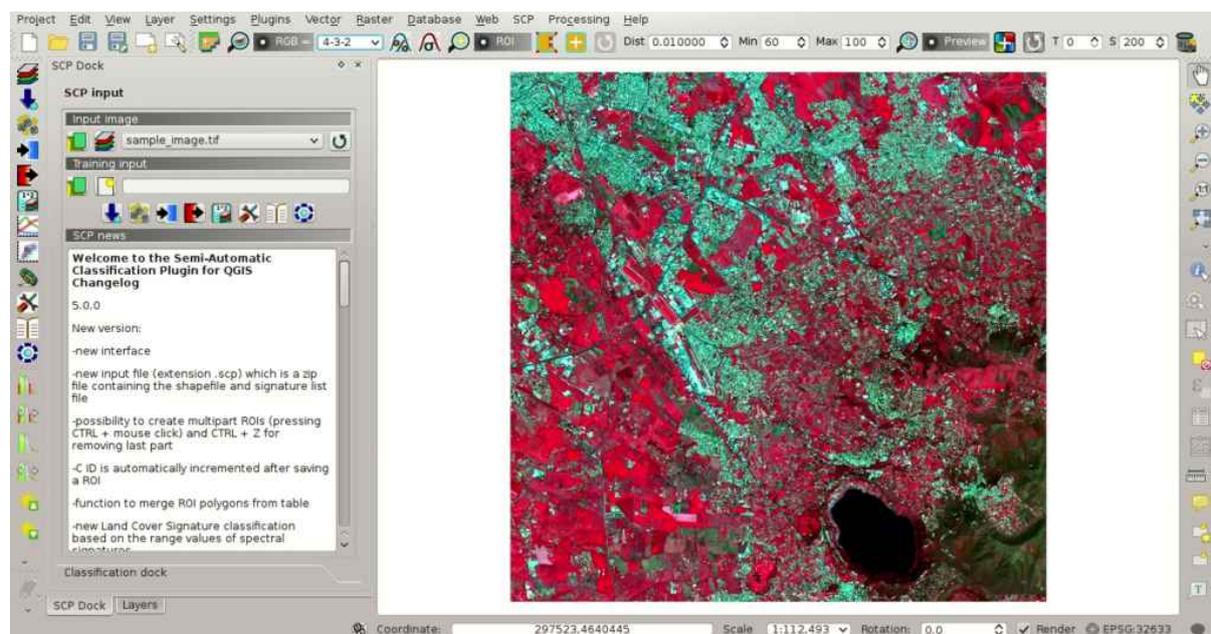


Figura 19.1: *Composición de color RGB=4-3-2*

## Crear archivo de entrenamiento

Ahora necesitamos crear un *Entrada de Entrenamiento* (página 40) para recoger *Áreas de entrenamiento* (página 151) (ROIs) y por tanto calcular una *Firma Espectral* (página 143) (que será utilizada en la clasificación).

In the *SCP panel* (página 37) click the button  and define a name (e.g. `training.scp`) in order to create the *Training input*. The path of the file is displayed in *Training input*. A vector is added to QGIS layers with the same name as the *Training input* (in order to prevent data loss, you should not edit this layer using QGIS functions).

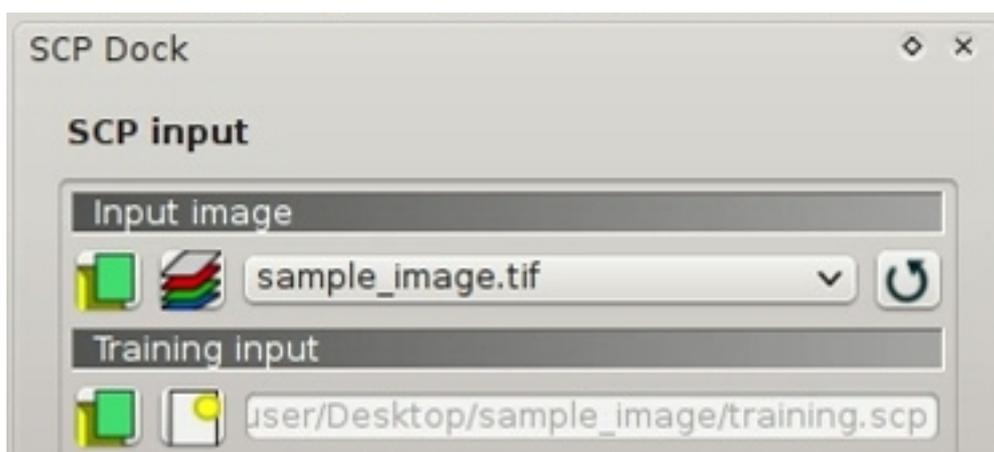


Figura 19.2: Definición de la Entrada de Entrenamiento en SCP

## Crear las ROIs

Vamos a crear ROIs definiendo *Clases y Macroclases* (página 153). Cada ROI identifica una clase a través un identificador de Clase ID. Los códigos de identificación de Clase ID usados en este tutorial se ilustran en la siguiente tabla (por ahora asignaremos el mismo código a la clase y a la macroclase).

### Macroclases

Nombre de clase	Clase ID
Agua	1
Construido	2
Vegetación	3
Suelo desnudo	4

Las ROIs pueden ser creadas, dibujando a mano un polígono o con un Algoritmo de Región Incremental automático.

Amplía el mapa sobre la región oscura (se trata de un lago) en la región inferior derecha de la imagen. Para crear una ROI dentro de la región oscura, pulsa sobre el botón  en la *Barra de Trabajo* (página 33) (puedes ignorar el mensaje sobre unidades de longitud de onda no proporcionadas). Pulsa botón izquierdo sobre el mapa para definir los vértices de la ROI, y botón derecho para definir el último vértice con el que se cierra el polígono. Un polígono naranja semitransparente se mostrará sobre la imagen, se trata de un polígono temporal (i.e. éste no se guarda en la *Training input*).

**CONSEJO** : Puedes dibujar polígonos temporales (los anteriores serán eliminados) hasta que el polígono cubra adecuadamente la zona.

Si la forma del polígono temporal es buena, podemos grabarlo en la *Entrada de Entrenamiento*.

Abrir *Panel para Clasificación* (página 41) para definir las *Clases y Macroclases* (página 153). En *ROI creación de* (página 42) definir *MC ID* = 1 y *MC Info* = Agua; también definir *C ID* = 1 and *C Info* = Lago. Haz clic en

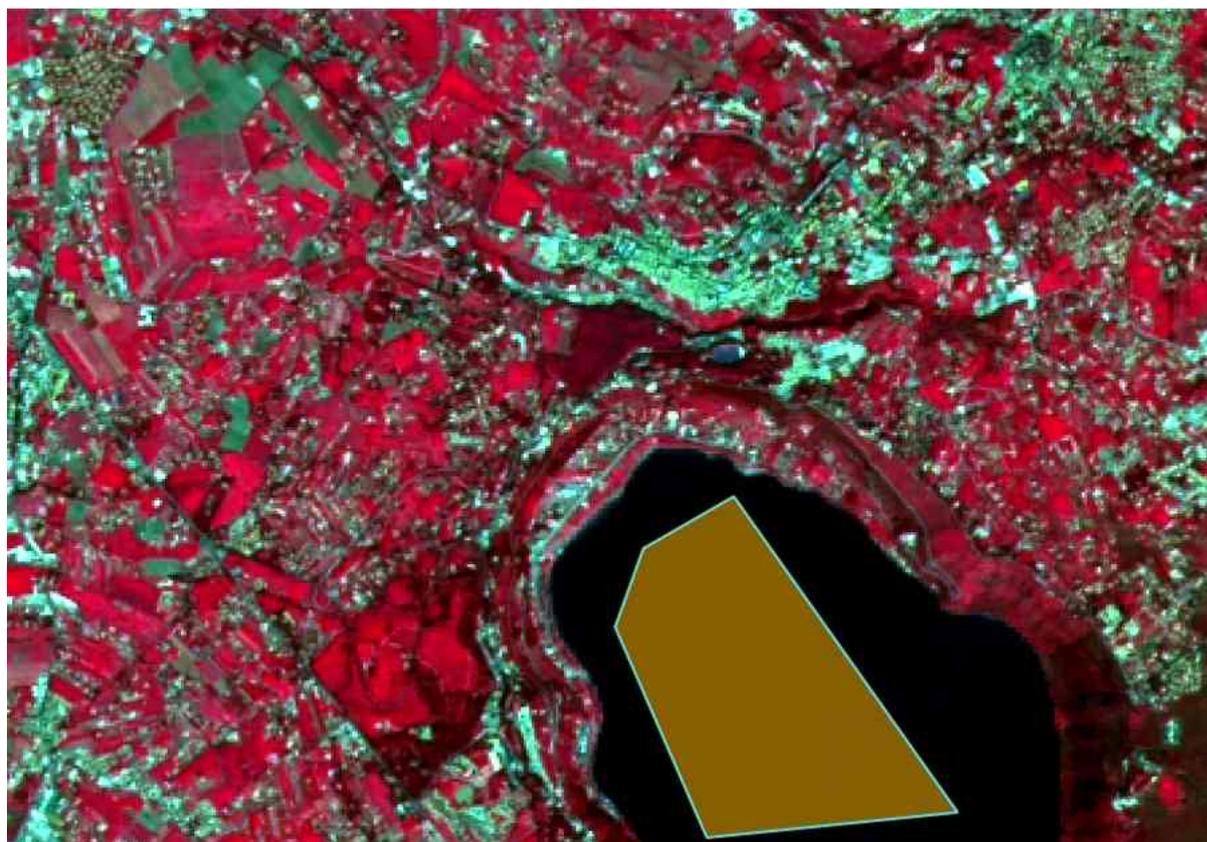


Figura 19.3: Una ROI temporal creada manualmente



para grabar la ROI en la *Entrada de entrenamiento*.

Tras unos pocos segundos, la ROI se muestra en la *ROI Signature list* (página 41) y la firma espectral se ha calculado (ya que  *Calcular sig.* está activado).

Como puedes ver *C ID* en *ROI creación de* (página 42) se incrementa automáticamente en 1. La ROI grabada se muestra como un polígono negro en el mapa y la ROI temporal se elimina. Además, en *ROI Signature list* (página 41) se puede notar que el *Tipo* es *B*, lo cual significa que la firma espectral del ROI fue calculada y grabada en la *Entrada de Entrenamiento*.

Ahora vamos a crear una segunda ROI para la clase Construido usando el Algoritmo de Región Incremental. Amplia el mapa sobre la zona azul en la región superior de la imagen.

En la *Barra de Trabajo* (página 33) establece el valor *Dist* a 0.08 . Haz clic en el botón  en la *Barra de Trabajo* (página 33) y haz clic sobre el área azul del mapa. En un momento, el polígono naranja semi-transparente se mostrará sobre la imagen.

**Consejo:** El valor *Dist* debe definirse según el rango de valores de los píxeles. En general, al incrementar este valor, se crearán ROIs más grandes.

En *ROI creación de* (página 42) definir *MC ID* = 2 y *MC Info* = Construcción ; también definir *C ID* = 2 (debería ya estar definido así) y *C Info* = Edificaciones.

Nuevamente, el *C ID* en *ROI creación de* (página 42) se incrementa automáticamente en 1.

Crea una ROI para la clase Vegetación (los píxeles rojos en la composición RGB=4-3-2) y una ROI para la clase "Suelo desnudo" (píxeles verdes en la composición de color RGB=4-3-2) siguiendo los mismos pasos descritos anteriormente. Las siguientes imágenes muestran unos cuantos ejemplos de estas clases identificadas en el mapa.

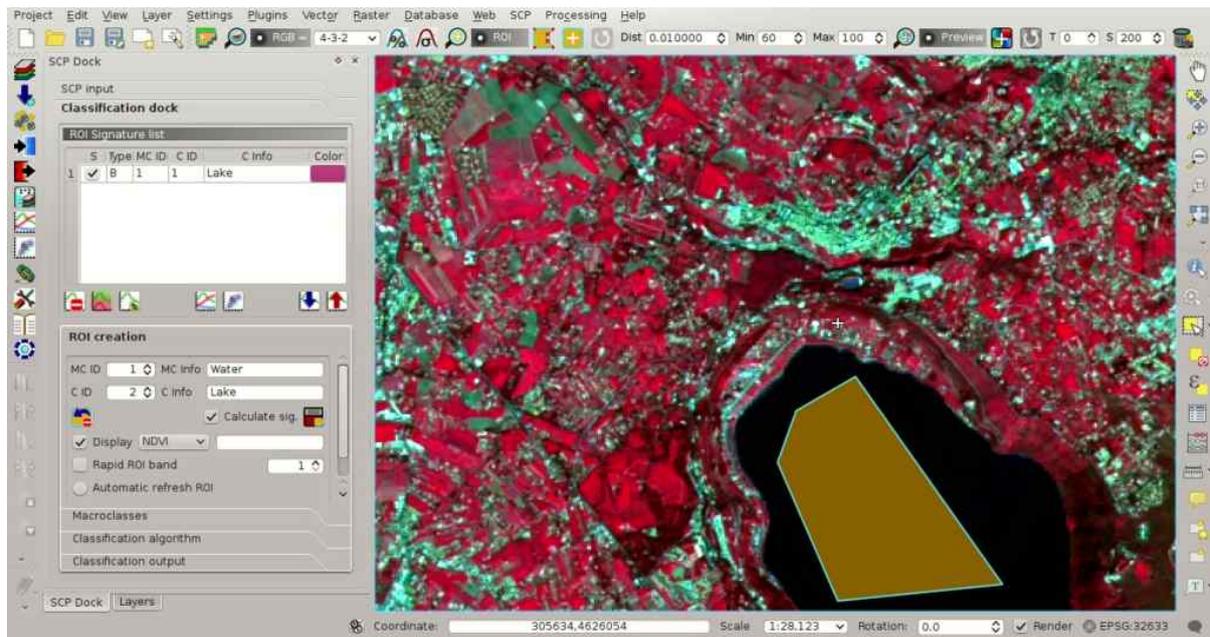


Figura 19.4: La ROI grabada en la Entrada de Entrenamiento

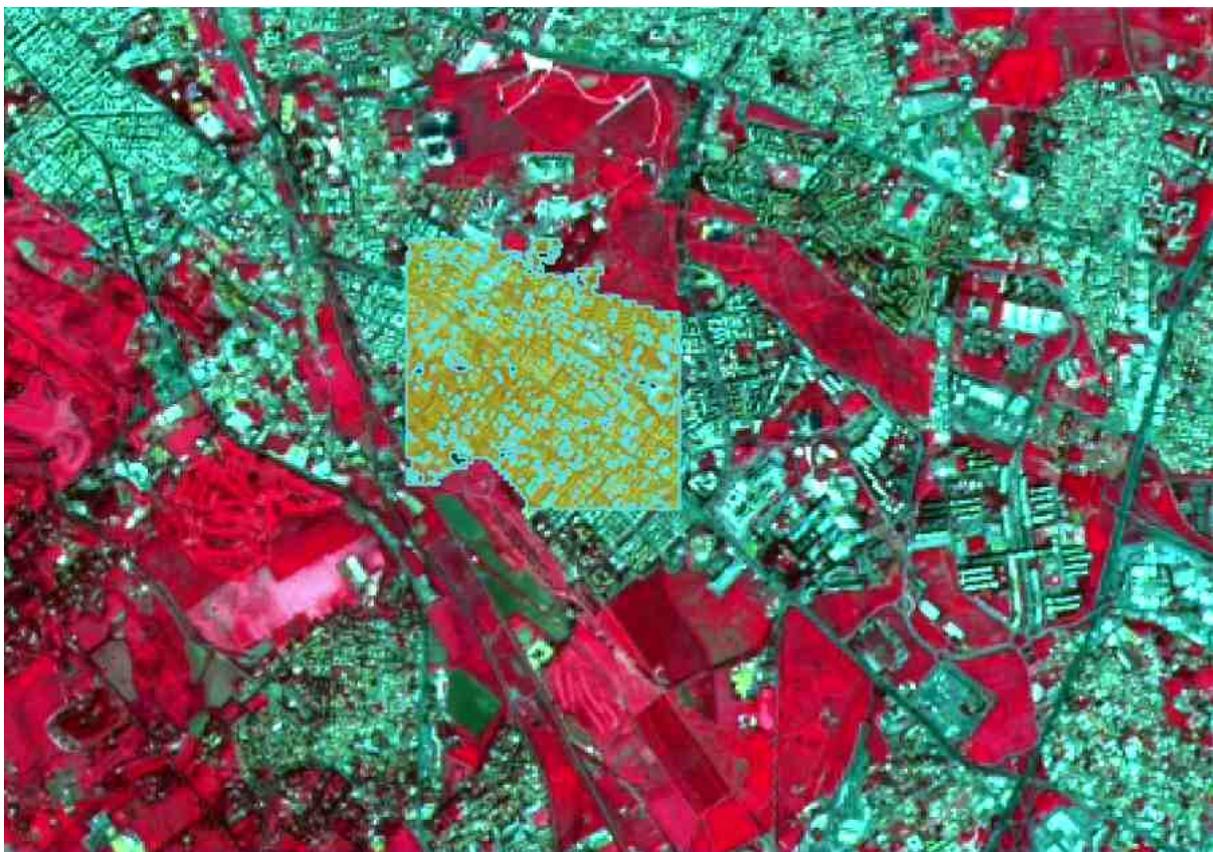


Figura 19.5: Una ROI temporal creada con el algoritmo automático de región incremental

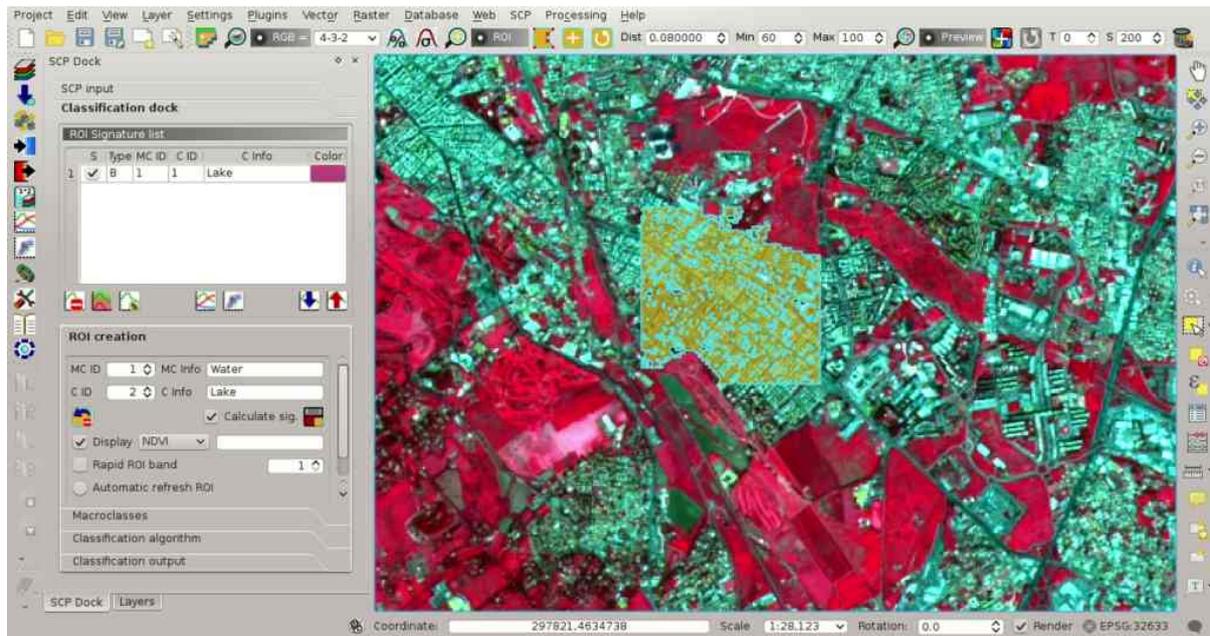


Figura 19.6: La ROI grabada en la Entrada de Entrenamiento

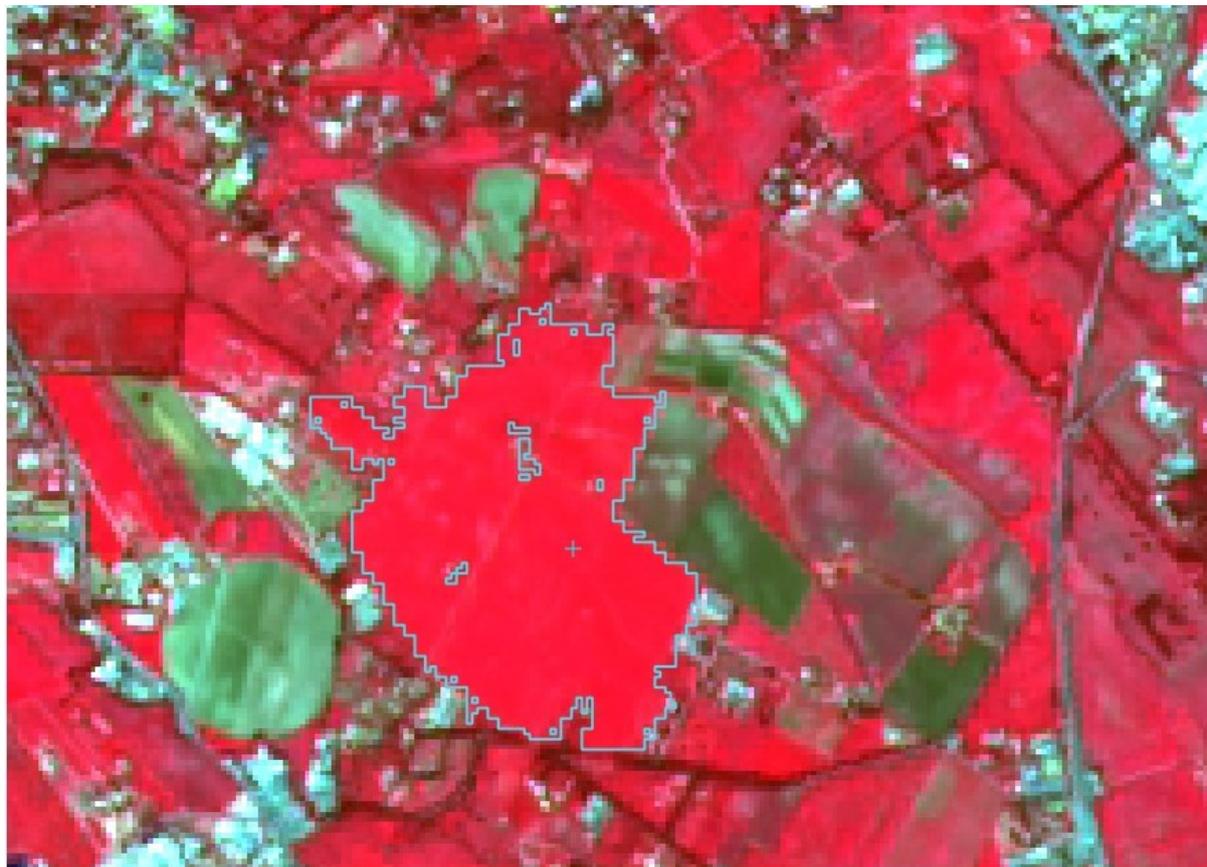


Figura 19.7: Vegetación

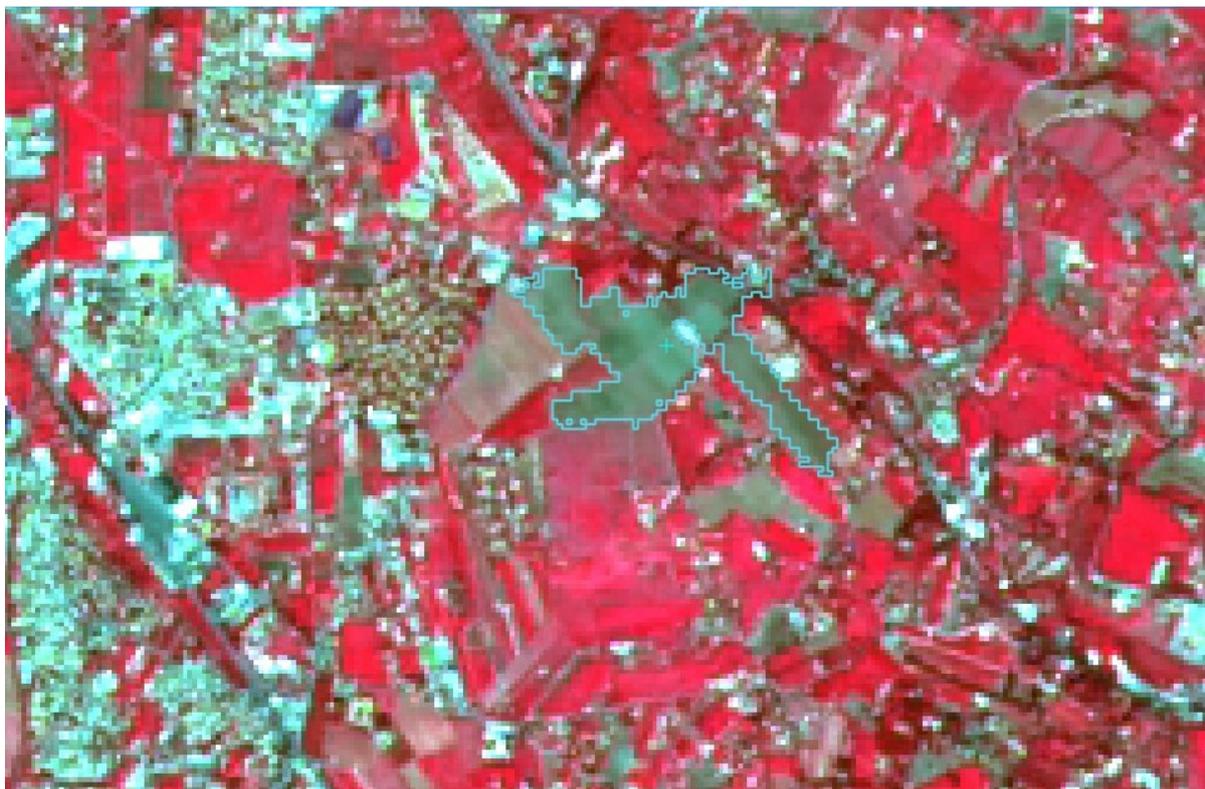


Figura 19.8: *Suelo desnudo*

Los siguientes ejemplos muestran algunas composiciones de color RGB para imágenes Landsat.

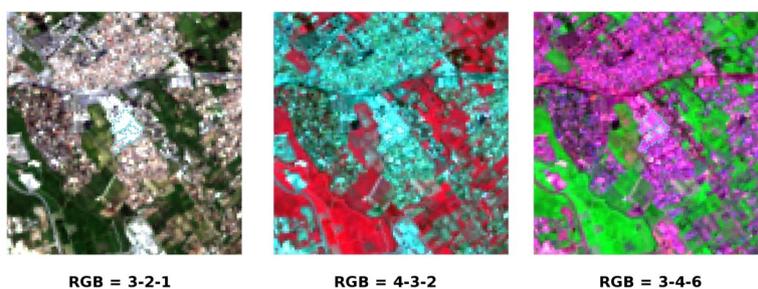


Figura 19.9: *ROI Construido: edificaciones grandes*

## Crear Vista Previa de la Clasificación

El proceso de clasificación está basado en la recolección de ROIs (y por lo tanto de firmas espectrales). Es útil crear una *Clasificación preliminar* (página 35) para evaluar los resultados (influenciados por las firmas espectrales) antes de la clasificación final. En caso que los resultados no sean buenos, podemos coleccionar más ROIs para obtener una mejor clasificación de la cobertura del suelo.

Antes de ejecutar una clasificación (o una vista previa), define el color de las clases de cobertura del suelo que serán mostradas en el ráster de clasificación. En *ROI Signature list* (página 41), haz doble clic en el color (en la columna *Color*) de cada ROI para seleccionar un color representativo de cada clase.

Ahora debes seleccionar el algoritmo de clasificación. En este tutorial utilizaremos el *Mapeo del Angulo Espectral* (página 155).

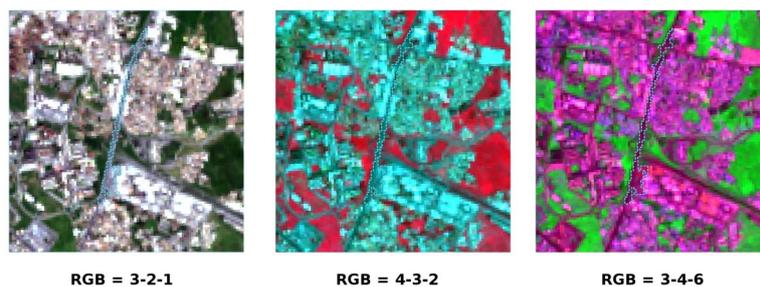


Figura 19.10: ROI Construido: Carretera

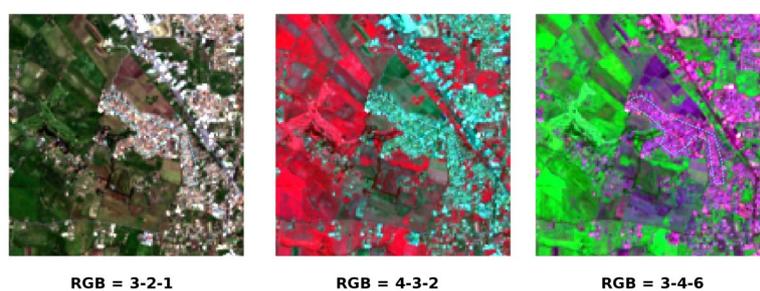


Figura 19.11: ROI Construido: edificaciones y vías pequeñas

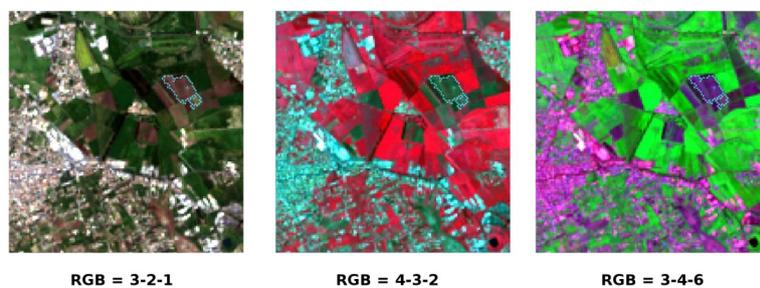


Figura 19.12: ROI Suelo Desnudo: Suelo no cultivado

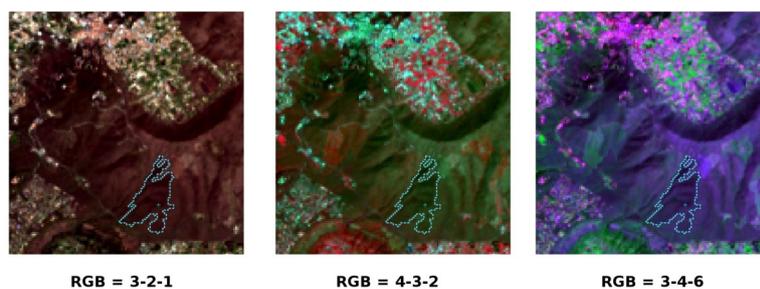


Figura 19.13: ROI Vegetación: bosque caducifolio

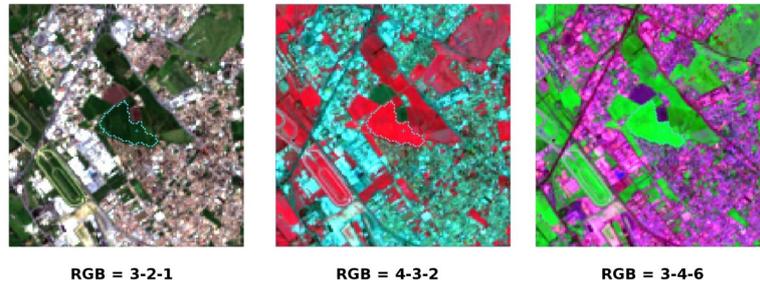


Figura 19.14: ROI Vegetación: cultivos

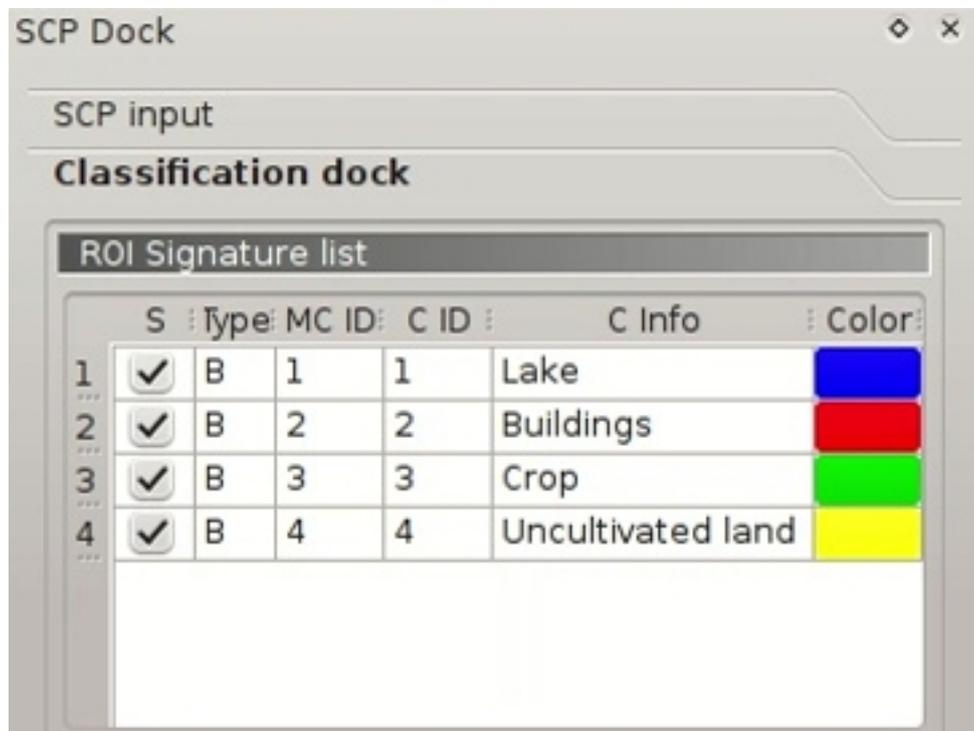


Figura 19.15: Definición de los colores de las clases

En *Classification algorithm* (página 46) seleccionar el *Algoritmo* (página 46) *Mapeo de Ángulo Espectral*. En *Clasificación preliminar* (página 35) establece *Tamaño* = 500; haz clic en el botón  y a continuación clic en algún punto en la imagen en el mapa. El proceso de clasificación debería ser rápido, y el resultado es un cuadrado clasificado centrado en el punto seleccionado.

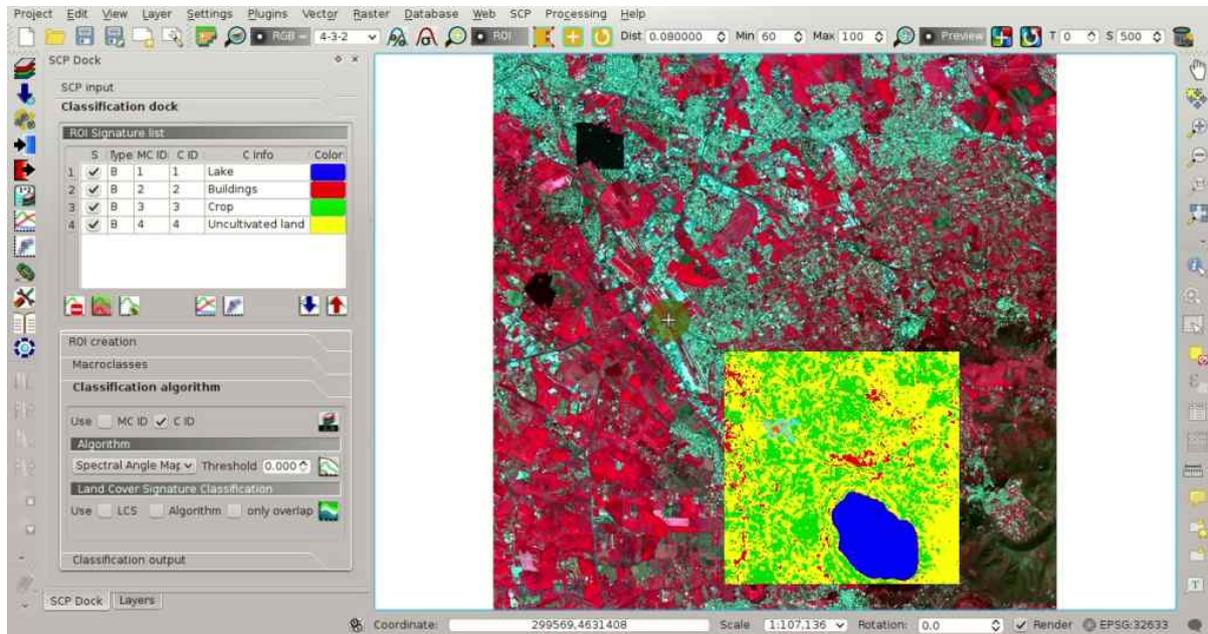


Figura 19.16: Vista previa de la clasificación mostrada sobre la imagen

Las vistas previas son rásters temporales (eliminados cuando se cierra QGIS) colocadas en un grupo llamado *Class\_temp\_group* En el panel de capas de QGIS.

**CONSEJO:** Al cargar un proyecto de QGIS guardado anteriormente, un mensaje podría pedir en-cargarse de las capas que faltan, que son capas temporales que crea SCP durante cada sesión y se eliminan después. Si obtienes este mensaje, puedes hacer clic en *Cancel* e ignorar estas capas.

En general, es bueno realizar una vista previa de la clasificación cada vez que se añade un ROI (o una firma espectral) a la *ROI Signature list* (página 41). Por lo tanto, las fases *Crear las ROIs* (página 177) y *Crear Vista Previa de la Clasificación* (página 181) deben ser procesos iterativos y concurrentes.

## Crear el resultado de la clasificación

Asumiendo que el resultado de la clasificación fuese bueno (i.e. píxeles asignados correctamente a su clase definida en la *ROI Signature list* (página 41)), podemos realizar la clasificación de coberturas para toda la imagen.

En *Classification output* (página 47) haz clic en el botón  y define la carpeta para guardar el resultado de la clasificación, el cual es un archivo ráster (.tif). Si  *Sonido al terminar* está seleccionado en las opciones de *Procesos para la Clasificación* (página 119), se escuchará un sonido al terminar el procesamiento.

**¡Bien echo!** Acabas de terminar tu primera clasificación de cobertura del suelo.

El Agua y la Vegetación han sido identificadas correctamente. Sin embargo, puedes ver que hay varios errores de clasificación (particularmente suelos desnudos clasificados como construido y viceversa), debido a que el número de ROIs (firmas espectrales) es insuficiente.

Podemos mejorar la clasificación usando algunas de las herramientas descritas en el próximo tutorial.

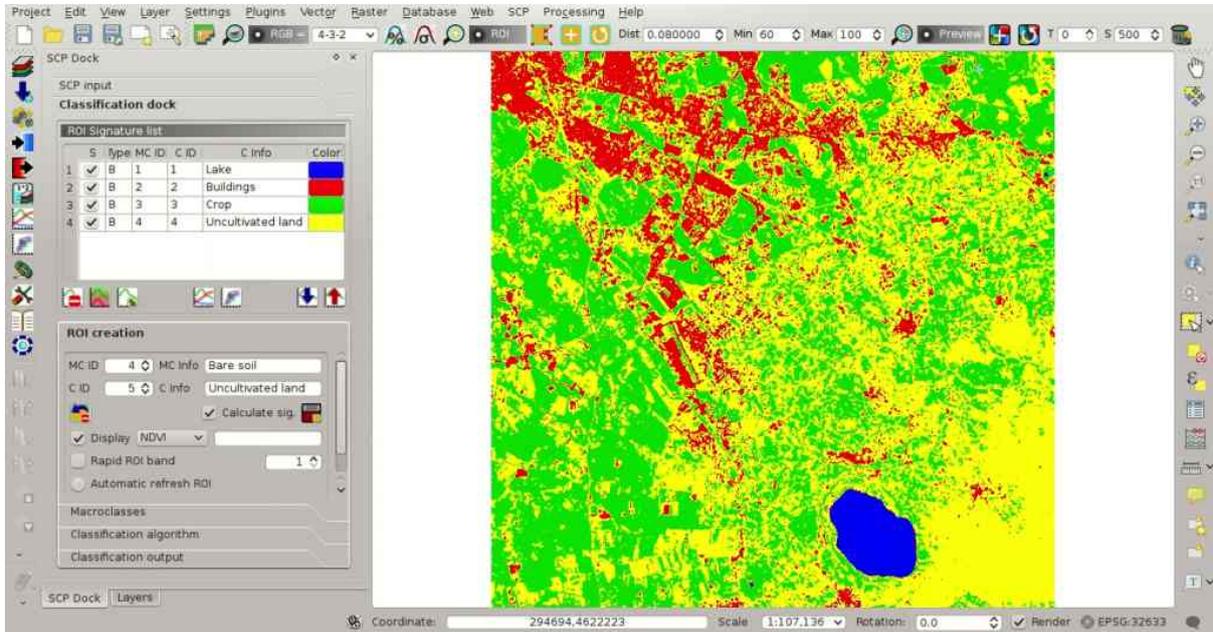


Figura 19.17: Resultado de clasificación de cobertura del suelo

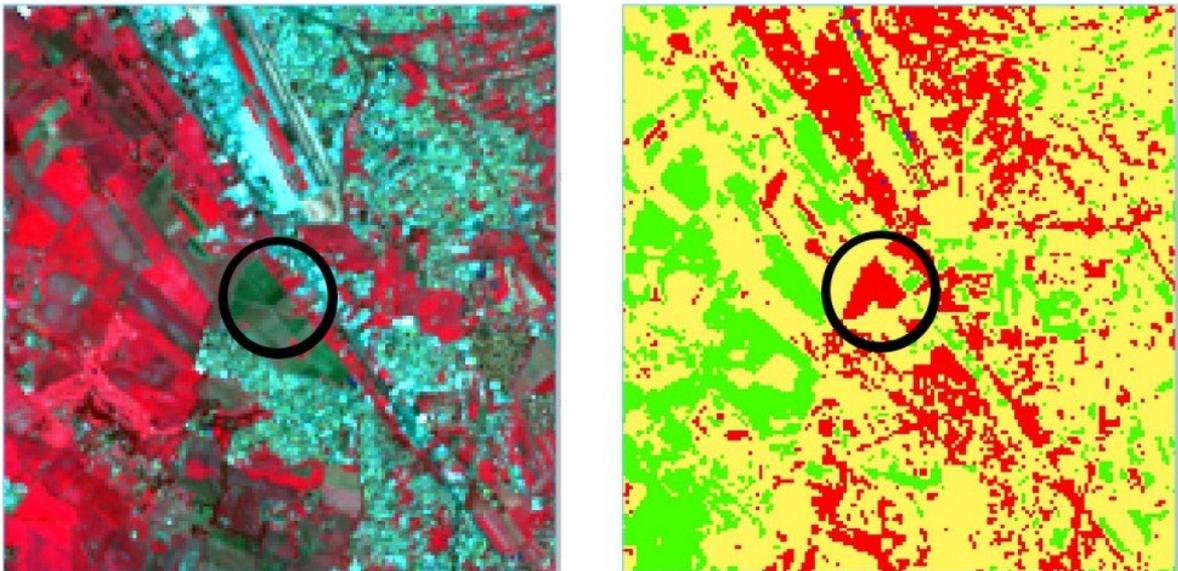


Figura 19.18: Ejemplo de error: Suelo desnudo clasificado como Construido



- *Tutorial 2: Clasificación de la Cobertura del Suelo con Imágenes de Sentinel-2* (página 187)
  - *Descarga de Datos* (página 188)
  - *Conversión Automática a Reflectancia de Superficie* (página 190)
  - *Recortar los Datos* (página 193)
  - *Crear Conjunto de Bandas* (página 193)
  - *Crear los ROIs* (página 195)
  - *Crear Vista Previa de la Clasificación* (página 201)
  - *Evaluar Firmas Espectrales* (página 202)
  - *Creación del resultado de la clasificación* (página 203)

## Tutorial 2: Clasificación de la Cobertura del Suelo con Imágenes de Sentinel-2

Este tutorial describe las principales fases de la clasificación de las imágenes adquiridas por *Satélite Sentinel-2* (página 145). Además, se muestran algunas de las herramientas de *SCP*.

Vamos a clasificar las siguientes clases de cobertura:

1. Agua;
2. Construido;
3. Vegetación;
4. Suelo desnudo.

Mira el vídeo de este tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=FcETq8OWM0k>

## Descarga de Datos

Vamos a **descargar una imagen Sentinel-2** Distribuida por [Copernicus Scientific Data Hub](#). En particular, vamos a usar las siguientes bandas de Sentinel-2 (para más información, leer [Satélite Sentinel-2](#) (página 145)):

- Banda 2 - Azul;
- Banda 3 - Verde;
- Banda 4 - Rojo;
- Banda 5 - Límite Rojo de Vegetación;
- Banda 6 - Límite Rojo de Vegetación;
- Banda 7 - Límite Rojo de Vegetación;
- Banda 8 - NIR (Infrarrojo Cercano);
- Banda 8A - Límite Rojo de Vegetación;
- Banda 11 - SWIR (Infrarrojo de onda corta);
- Band 12 - SWIR (Infrarrojo de onda corta);

**Consejo** : En caso de poseer una conexión a internet lenta, puedes descargar un subconjunto (alrededor de 50MB) de [este enlace](#) (© Copernicus Sentinel data 2016) el cual es el resultado de los pasos en [Descarga de Datos](#) (página 188) y [Recortar los Datos](#) (página 193).

Comienza con un nuevo proyecto de QGIS. Abre la pestaña [Descarga de Imágenes](#) (página 51) haciendo clic en el botón  en el [SCP menú](#) (página 29), o en la [SCP Herramientas](#) (página 31), or en el [SCP panel](#) (página 37). Selecciona la pestaña [Descargar Sentinel-2](#) (página 55). Vamos a buscar una imagen específica adquirida el 06 de Mayo de 2016.

En [Acceso a Sentinel](#) (página 56) ingrese su nombre de usuario y contraseña ([se requiere registrar una cuenta gratuita](#) en).

**WARNING** : La cuenta de invitado ya no está disponible. Se requiere registrar una cuenta gratuita. Ver <https://scihub.copernicus.eu/news/News00097> .

En [Area de búsqueda](#) (página 56) ingresar:

- *UL X (Lon)*: 12
- *UL Y (Lat)*: 42
- *LR X (Lon)*: 13
- *LR Y (Lat)*: 41

**Consejo** : En general es posible definir las coordenadas del area pulsando sobre el boton  y dibujando un rectangulo en el mapa.

En [Buscar](#) (página 56) define:

- *Date from*: 2016-05-06
- *to*: 2016-05-06

Ahora pulsa el botón [Buscar](#)  y luego de unos segundos la imagen se mostrará en la lista de imágenes.

**Consejo**: descargar este archivo zip <https://docs.google.com/uc?id=0BysUrKXWIDwBZHF6dENIZ0g1Y0k>>'\_ conteniendo un shapefile de gránulos de Sentinel-2 para identificar la zona. Cargar este archivo shape en QGIS, seleccionar los gránulos en su área de búsqueda y abrir la tabla de atributos para ver el nombre de la zona.

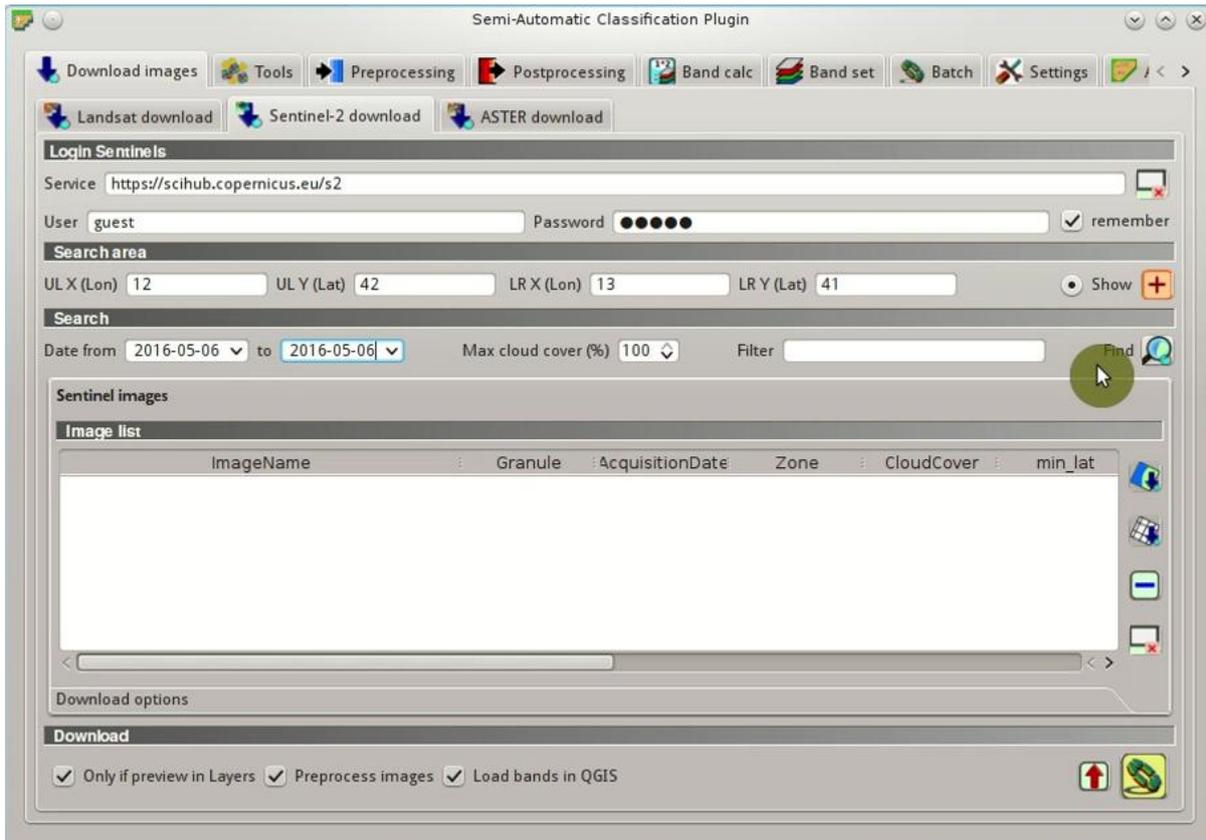


Figura 20.1: Buscar imágenes Sentinel-2

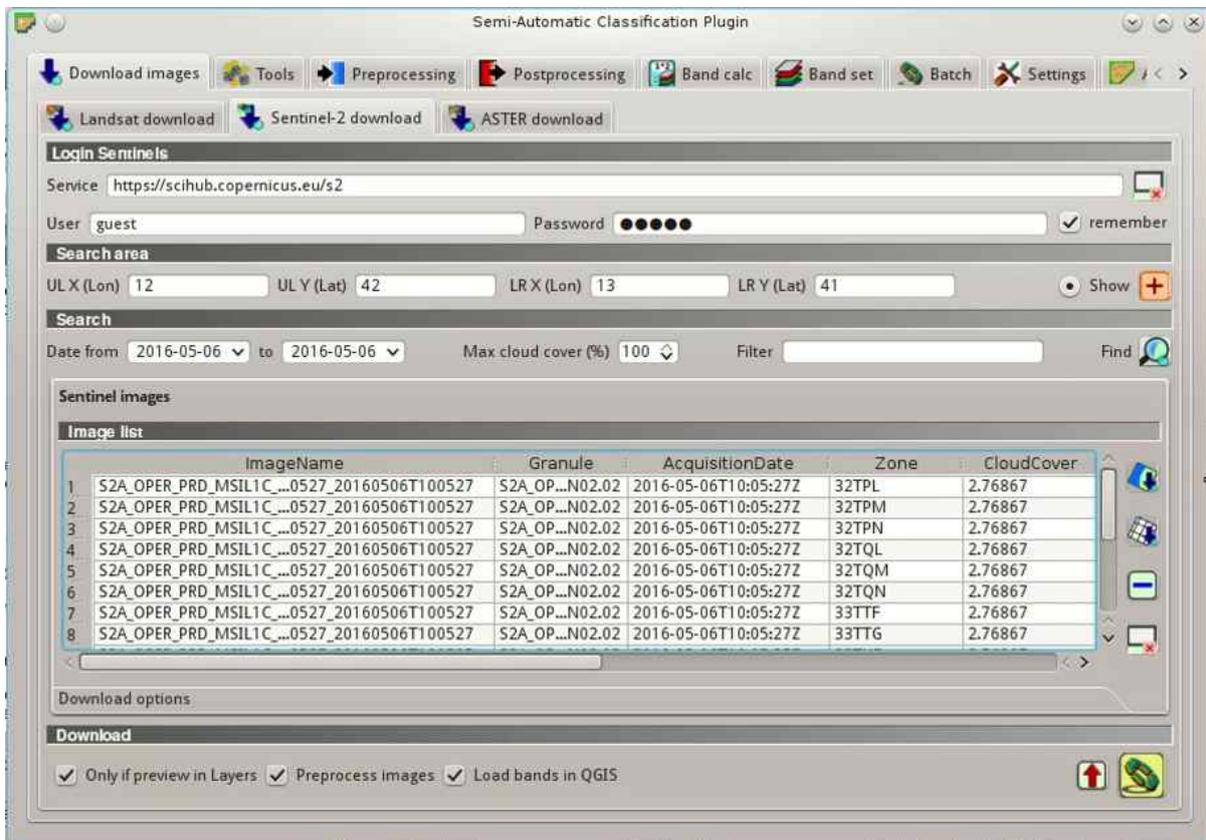


Figura 20.2: Resultados de la búsqueda Sentinel-2

En la tabla de resultados, pulsa el ítem T32TQM en el campo *Zona*, el cual es el *Gránulo* S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_\_20160506T153005\_A004552\_T32TQM, y pulsa el botón . Se descargará una vista previa y se mostrará en el mapa, lo cual es útil para evaluar la calidad de la imagen y la cobertura de nubes.

**CONSEJO** : También es posible mostrar una vista general de la imagen (la cual está compuesta de varios gránulos) con el botón .

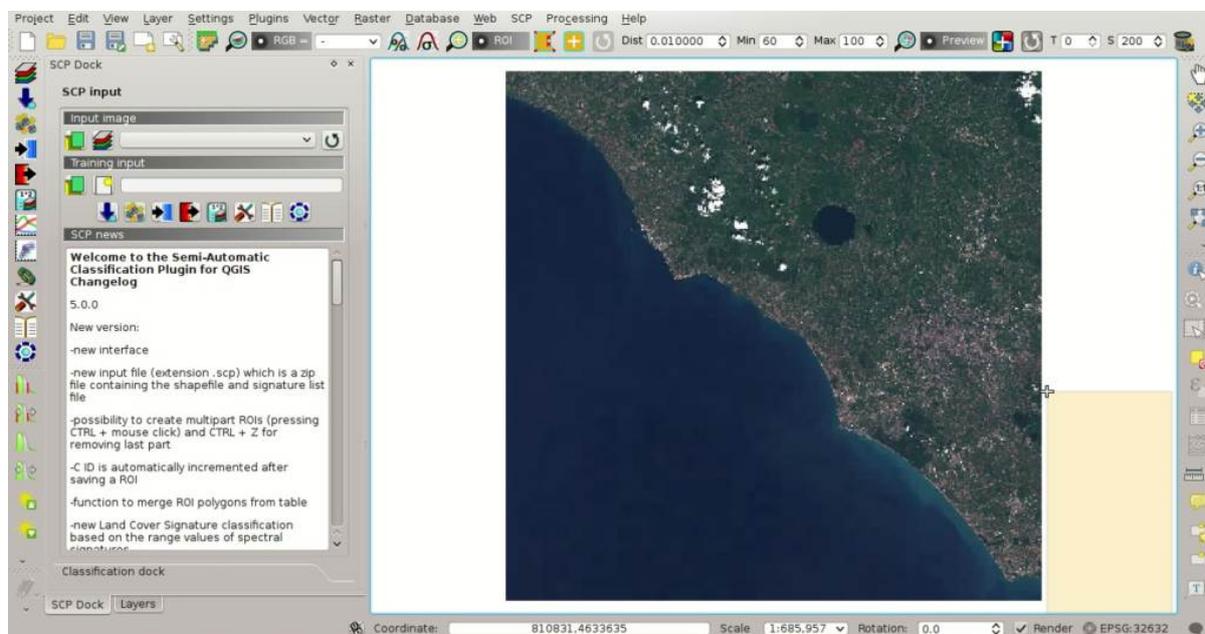


Figura 20.3: Vista previa de la imagen

Pulsa la pestaña *Opciones de Descarga* (página 57) y deselecciona las bandas 1, 9, and 10. También deselecciona las opciones  *Preprocesar imágenes* (por lo general, esto debería dejarse seleccionado, pero para este tutorial vamos a pre-procesar las imágenes en el paso *Conversión Automática a Reflectancia de Superficie* (página 190)) y  *Cargar bandas e QGIS* (porque vamos a recortar las imágenes).

**CONSEJO** : La opción  *Solo si Vista Previa en Capas* descarga solamente las imágenes de la tabla de resultado que estén cargadas como vista previa en el mapa. Es conveniente seleccionar esta opción y eliminar las vistas previas de imágenes en la lista de capa de QGIS, dejando solo aquellas que se quieren descargar.

Para iniciar la descarga de imágenes, pulsar el botón  y seleccionar la carpeta donde se guardarán las bandas (e.g. Escritorio). La descarga debería demorar unos pocos minutos dependiendo de la velocidad de conexión a Internet (el tamaño de cada banda está entre 30 y 90MB). El progreso de descarga se muestra en una barra. Después de descargadas, todas las bandas y los archivos de metadatos se guardan en la carpeta seleccionada.

## Conversión Automática a Reflectancia de Superficie

La conversión a reflectancia (ver *Radiancia y Reflectancia* (página 143)) puede ser ejecutada automáticamente. El archivo de metadatos (un archivo .xml cuyo nombre contiene MTD\_SAFLL1C) descargado con la imagen, contiene la información requerida para la conversión. Leer *Conversión de la imagen a Reflectancia* (página 163) para información sobre *Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA)* (página 163) y *Reflectancia de la Superficie* (página 164).

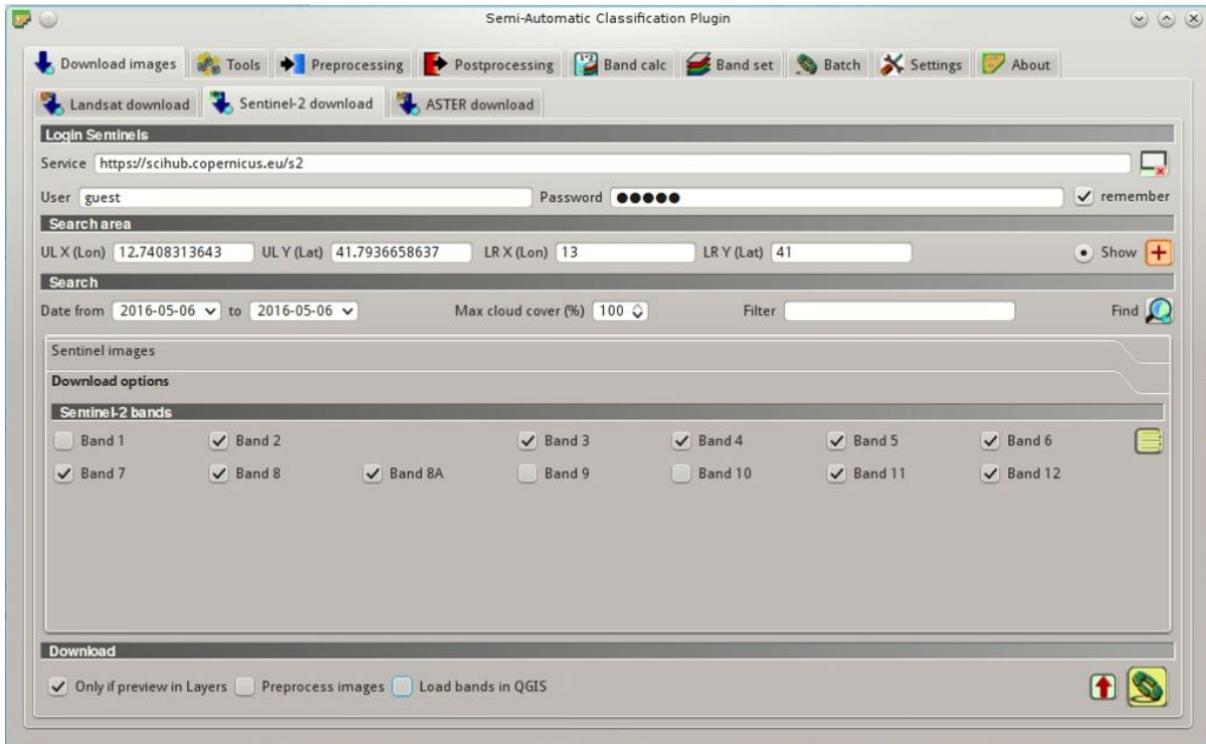


Figura 20.4: Selección de bandas a descargar



Figura 20.5: Descargar bandas Sentinel

Para convertir las bandas a reflectancia, abre la pestaña *Preprocesamiento* (página 78) pulsando el botón  en el *SCP menú* (página 29), or en la *SCP Herramientas* (página 31), o en *SCP panel* (página 37), y selecciona la pestaña *Sentinel-2* (página 81).

Pulsa el botón *Carpeta con las bandas Sentinel-2*  y selecciona la carpeta con el nombre S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_\_20160506T153005\_A004552\_T32TQM. La lista de bandas se carga automáticamente en la tabla *Metadatos* (página 82). Además se cargan automáticamente los metadatos de cada banda, ya que el archivo de metadatos se encuentra en la misma carpeta).

**CONSEJO** : Si una imagen Sentinel-2 fue descargada directamente del sitio <https://scihub.copernicus.eu> y quieres convertir esta imagen a reflectancia usando *SCP*, debes copiar el archivo .xml cuyo nombre contiene MTD\_SAFL1C (incluido en la carpeta granule) y pegarlo dentro de la carpeta de las bandas (files .jp2).

Para calcular *Reflectancia de la Superficie* (página 164) vamos a aplicar la *Corrección DOS1* (página 164); por lo tanto, activar la opción *Aplicar corrección atmosférica DOS1*.

**CONSEJO**: Se recomienda ejecutar la corrección atmosférica DOS1 a toda la imagen (antes de recortarla) para mejorar el cálculo de los parámetros basados en la imagen.

Deseleccionar la opción  *Crear conjunto de bandas y usar herramientas de conjunto de bandas* ya que definiremos esto en el siguiente paso *Crear Conjunto de Bandas* (página 193). Para iniciar el proceso, pulsar el botón  y seleccionar la carpeta donde se guardarán las bandas convertidas a reflectancia (ej. Escritorio).

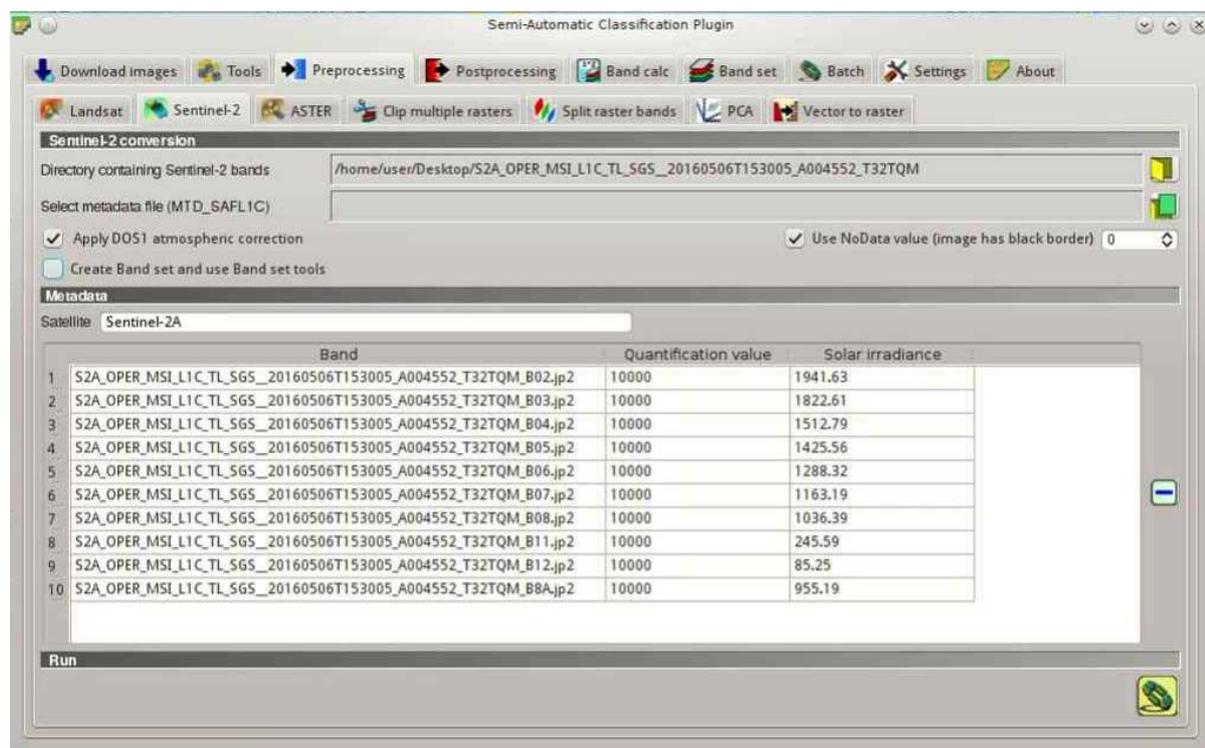


Figura 20.6: Conversión a Reflectancia de Sentinel-2

Después de algunos minutos, las bandas convertidas se cargan y muestran en QGIS (los nombres comienzan con RT :\_). Si  *Sonido al terminar* está seleccionado en *Procesos para la Clasificación* (página 119), se escuchará un sonido al terminar el procesamiento.

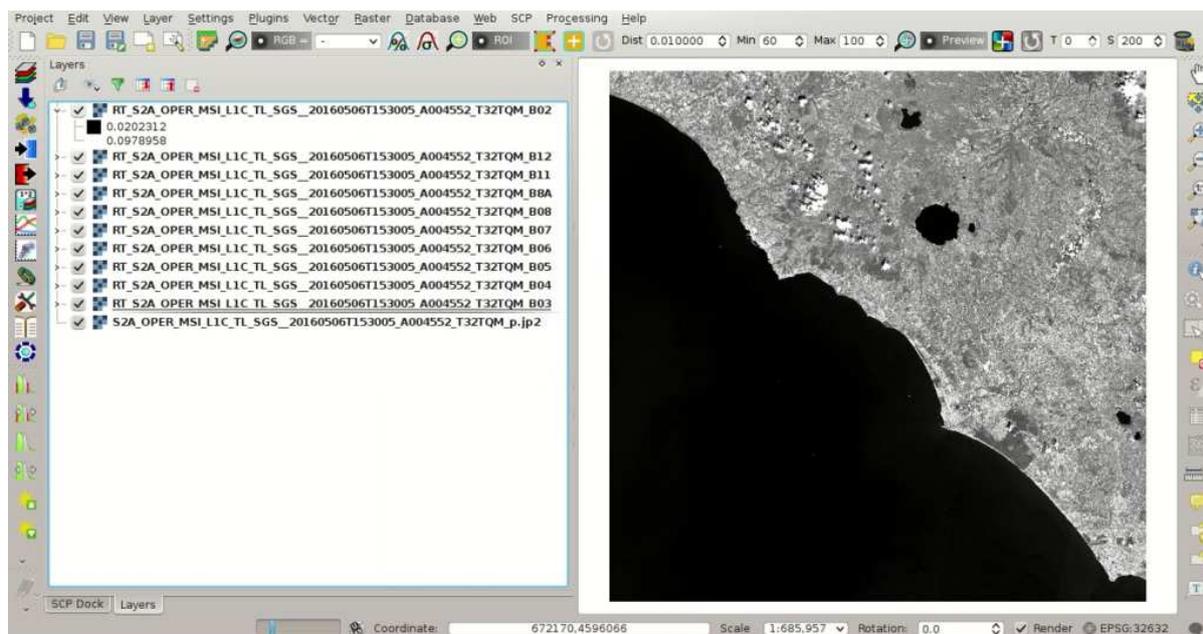


Figura 20.7: Bandas Sentinel-2 convertidas

## Recortar los Datos

Las imágenes Sentinel-2 tienen una gran extensión. Para reducir el tiempo de cómputo, vamos a recortar estas bandas a la misma área de estudio de *Tutorial 1: Tu Primera Clasificación de la Cobertura del Suelo* (página 175). Abrir la pestaña *Preprocesamiento* (página 78) seleccionar *Recortar múltiples rásters* (página 86).

Pulsar el botón  para refrescar la lista de capas y seleccionar todas las capas cuyos nombres comienzan con RT\_ (el número de banda está al final del nombre de la capa).

Pulsar el botón  y seleccionar un área como la de la siguiente imagen, o ingresar los siguientes valores:

- UL X: 791810
- UL Y: 4643020
- LR X: 809750
- LR Y: 4626230

Presionar  y seleccionar una carpeta (ej. clip) donde se guardarán las capas recortadas (con el prefijo de nombre definido en *prefijo de nombre del resultado*). Cuando el proceso termine, los rásters recortados se cargan y musetran en QGIS. Ahora puedes eliminar de QGIS las bandas cuyos nombres comienzan con RT\_.

## Crear Conjunto de Bandas

Ahora vamos a definir el *conjunto de bandas* el cual es la imagen de entrada de SCP. Abre la pestaña *Conjunto de bandas* (página 111) pulsando el botón  en el *SCP menú* (página 29), o en la *SCP Herramientas* (página 31), o en el *SCP panel* (página 37).

Pulsa el botón  para refrescar la lista de capas y selecciona todas las bandas recortadas; luego pulsa  para añadir los rásters seleccionados al *conjunto de bandas*. En la tabla *definición del juego de bandas* ordena las capas de forma ascendente (pulsa en  para ordenar las capas automáticamente), Luego selecciona la banda “8A”

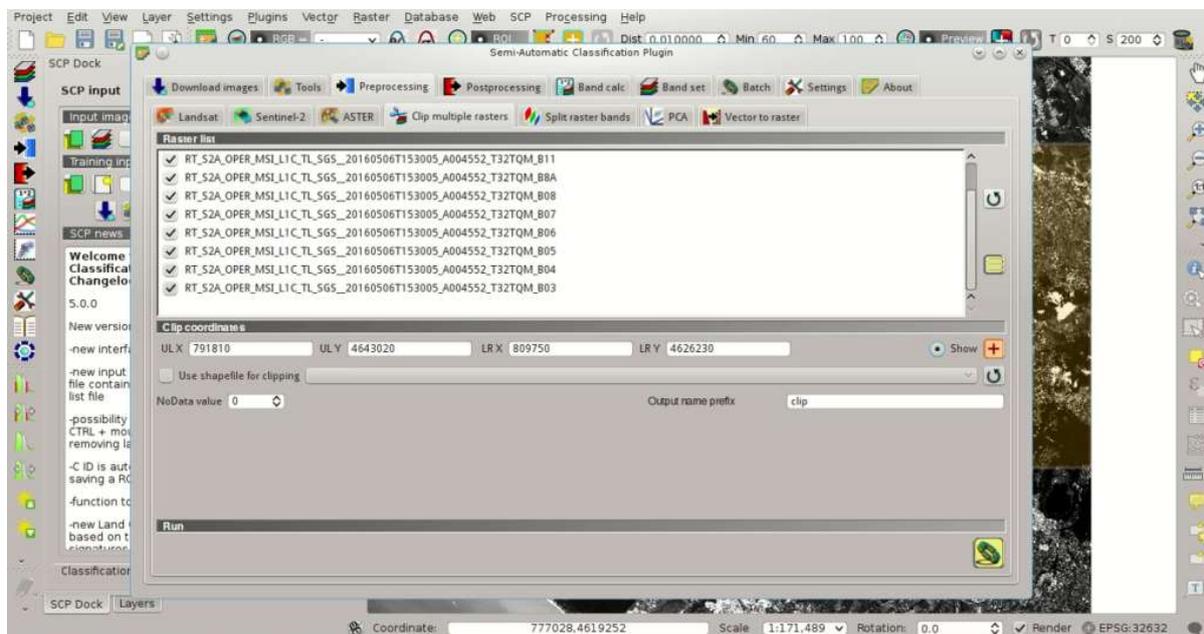


Figura 20.8: Recortar área

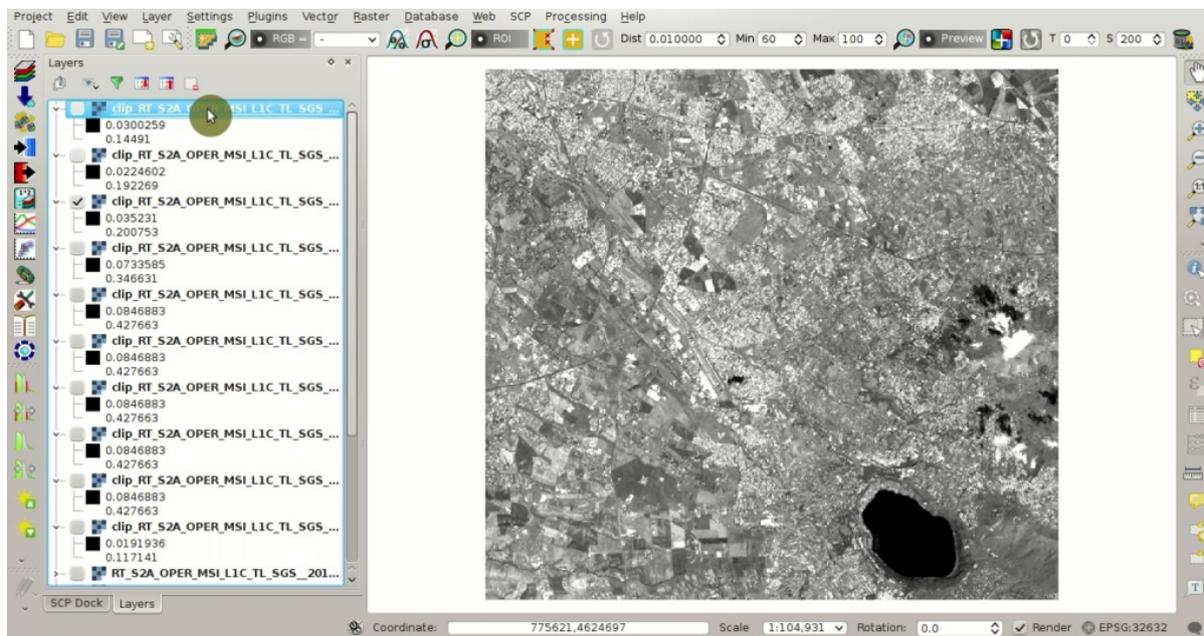


Figura 20.9: Bandas recortadas

(i.e. haciendo clic en el nombre de la capa en la tabla) y usa los botones  o  para poner esta capa en el número 8. Finalmente, selecciona *Sentinel-2* de la lista *Ajustes rápidos de longitud de onda*, para definir automáticamente la *Longitud de onda central* de cada banda y la *Unidad de longitud de onda* (requerida para el cálculo de la firma espectral).

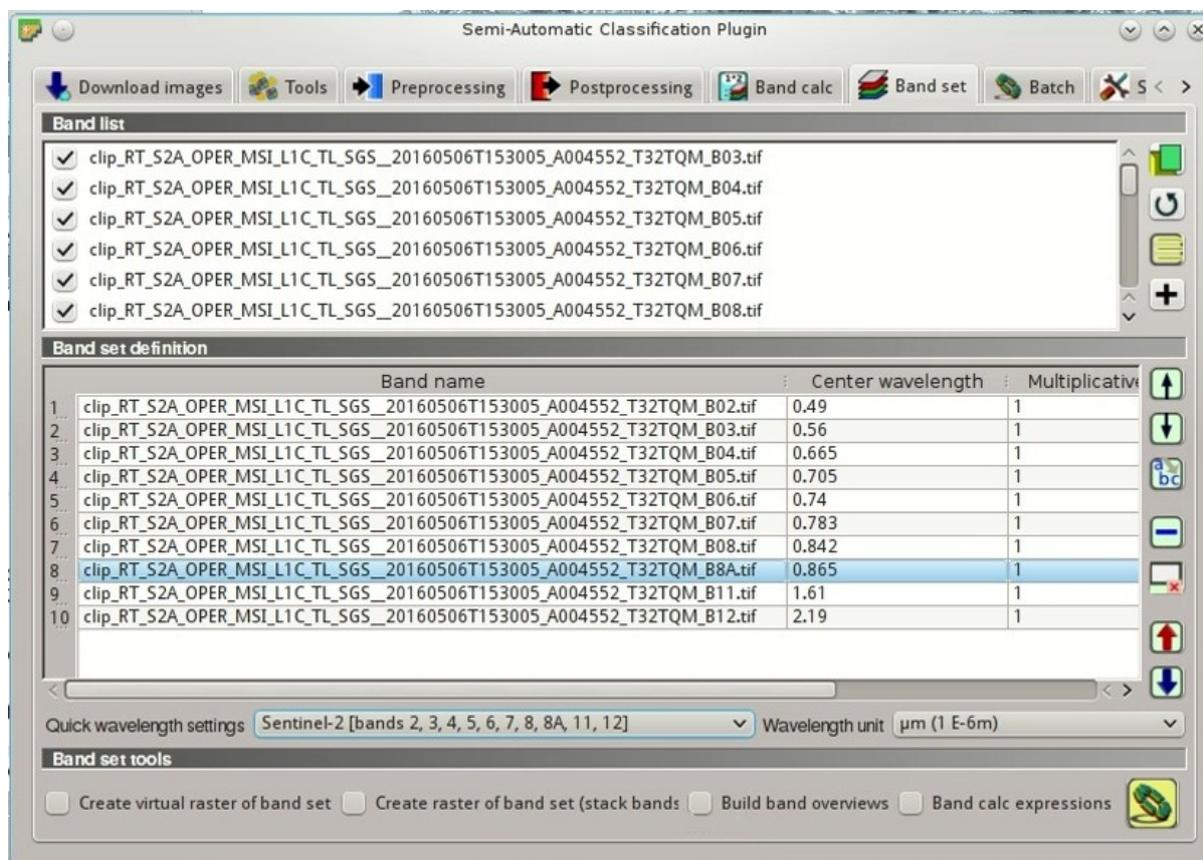


Figura 20.10: Definición de un conjunto de bandas

Puedes notar que el ítem << band set >> está seleccionado como *Imagen de entrada* (página 38) en el *SCP panel* (página 37).

## Crear los ROIs

Para recolectar las ROIs necesitamos *Crear archivo de entrenamiento* (página 177) como se describe en *ref:tutorial\_1*. (En el *SCP panel* (página 37) pulsa el botón  y define un nombre de archivo). La *Training input* guarda las ROIs y la correspondiente *Firma Espectral* (página 143).

Vamos a crear varias ROIs usando las Macroclases IDs definidas en la siguiente tabla (ver *Clases y Macroclases* (página 153)).

### Macroclases

Nombre de la Macroclase	Macroclase ID
Agua	1
Construcciones	2
Vegetación	3
Suelo desnudo	4

En esta fase estamos creando la base de datos de firmas espectrales usadas para identificar las clases de coberturas del suelo (definidas como macroclases). Sin embargo, estas macroclases están compuestas de varios materiales con

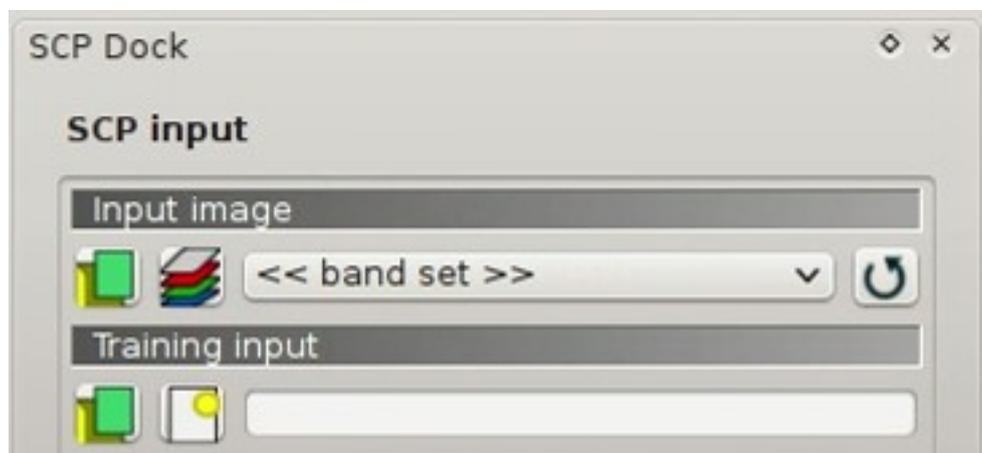


Figura 20.11: *Conjunto de bandas*



Figura 20.12: *Definición de la Entrada de Entrenamiento en SCP*

diferentes firmas espectrales. Para lograr buenos resultados de clasificación, debemos separar las firmas espectrales de diferentes materiales, incluso si estos pertenecen a la misma macroclase. Por lo tanto, vamos a crear varios ROIs para cada macroclase (definiendo el mismo guilabel: *MC ID*, pero asignando un *C ID* diferente para cada ROI).

En la lista *RGB=* de *Barra de Trabajo* (página 33) seleccionar 3-2-1 para mostrar una imagen en color natural (ver ref: *color\_composite\_definition* y *Satélite Sentinel-2* (página 145)). Después de unos segundos, se mostrará la *Composición de Color* (página 147). Podemos ver que las áreas urbanas aparecen blancas y la vegetación verde.

**CONSEJO:** Si se define un *Conjunto de bandas* (página 111), se crea automáticamente un ráster virtual temporal (llamado *band\_set.vrt*), el cual permite visualizar la *Composición de Color* (página 147). Para agilizar la visualización, puedes dejar visible solo el ráster virtual y esconder todas las otras capas en QGIS.

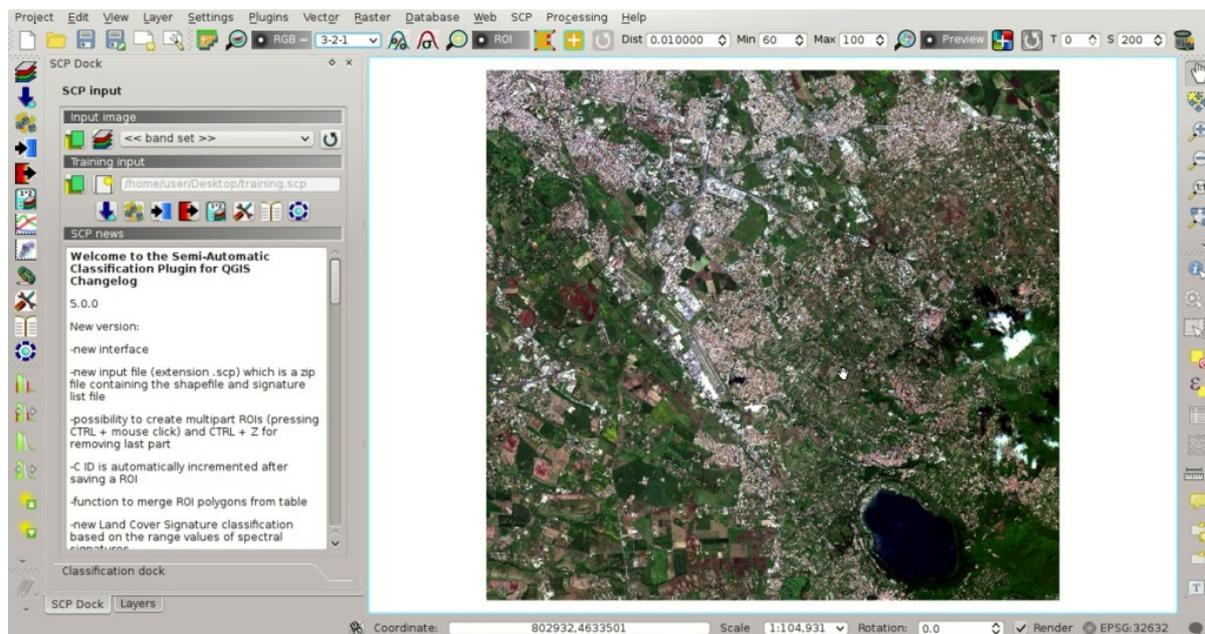


Figura 20.13: *Composición de color RGB = 3-2-1*

Ahora en la lista *RGB=* de la *Barra de Trabajo* (página 33) escribe 3-7-10 (también puedes usar la herramienta *Lista RGB* (página 76)). Usando esta composición de color, las áreas urbanas aparecen en violeta y la vegetación en verde. Puedes notar que esta composición de color *RGB = 3-7-10* resalta las vías más que la de color natural (*RGB = 3-2-1*). También puedes ver que hay nubes en la parte derecha de la imagen.

Ahora, crea las ROIs siguiendo los mismos pasos descritos en ref: *tutorial\_1\_3* de *Tutorial 1: Tu Primera Clasificación de la Cobertura del Suelo* (página 175). Luego de hacer clic en el botón  en el *Barra de Trabajo* (página 33), notarás que el cursor en el mapa muestra un valor que cambia sobre la imagen. Este valor es el NDVI del píxel donde se encuentra el curso (El NDVI se muestra, porque la función  *Mostrar* está seleccionada en *ROI creación de* (página 42)). El NDVI puede ser útil para identificar píxeles espectralmente puros, de hecho, los valores de NDVI son más altos para la vegetación que para el suelo desnudo.

Por ejemplo, mueve el ratón sobre un área de vegetación y haz clic para crear una ROI cuando veas un valor máximo local. De esta manera, la ROI creada y su firma espectral será por lo tanto representativa de vegetación saludable.

La composición de color *RGB = 7-3-2* es también útil para resaltar la vegetación.

Crear varias ROIs (mientras más, mejor). El algoritmo de región incremental puede crear ROIs más homogéneas (i.e. la desviación estándar de la firma espectral es baja) que aquellas dibujadas a mano; la creación manual de ROIs puede ser útil para tomar en cuenta la variabilidad espectral de clases (especialmente cuando se usa el algoritmo *Máxima Probabilidad* (página 154)).

En general, deberías crear una ROI por cada color que se puede distinguir en la imagen. Por lo tanto, cambia los

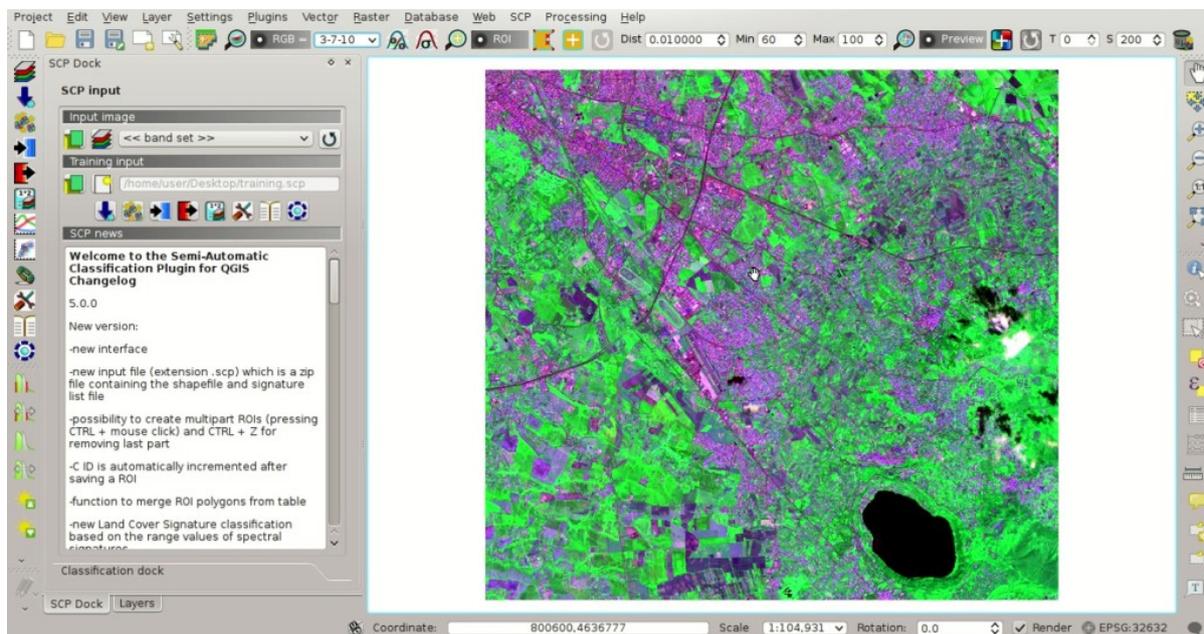


Figura 20.14: Composición de color RGB = 3-7-10

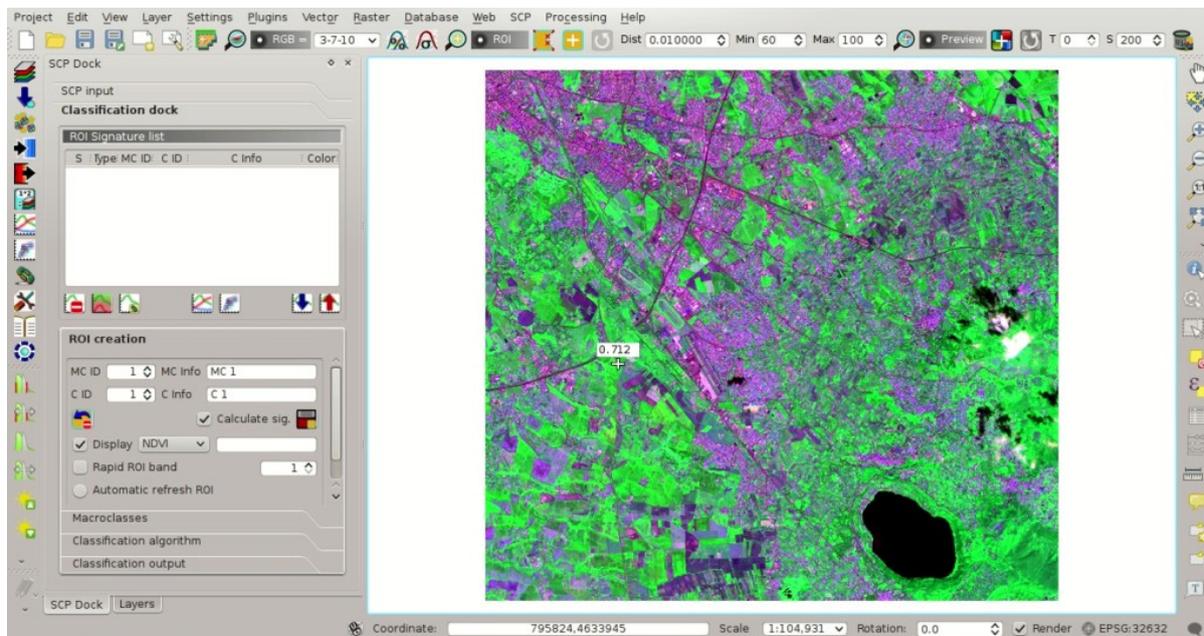


Figura 20.15: Valor de NDVI de un píxel mostrado en el mapa

colores de la composición de color para identificar los diferentes tipos de cobertura del suelo.

**CONSEJO** : Cambiar frecuentemente la *Composición de Color* (página 147) para identificar claramente los materiales en la superficie; usa la rueda del ratón en la lista *RGB=* de la *Barra de Trabajo*

(página 33) para cambiar la composición de color rápidamente. También usa los botones  y  para mejorar la visualización de la *Input image* (i.e. estiramiento del histograma).

Algunos ejemplos de ROIs se muestran en las siguientes figuras.

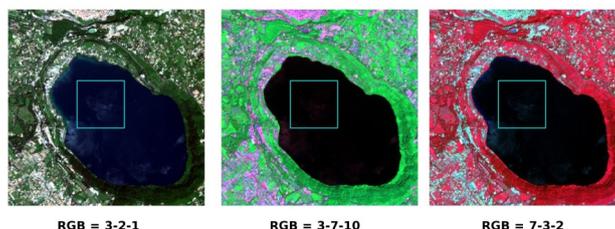


Figura 20.16: ROI Agua: lago



Figura 20.17: ROI Construido: edificaciones grandes

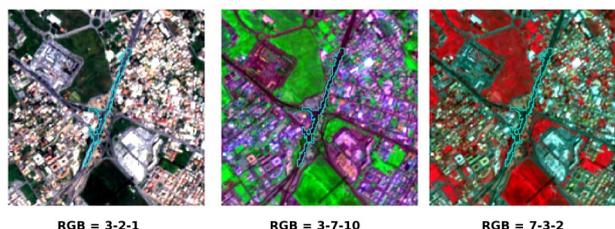


Figura 20.18: ROI Construido: Carretera

Es importante mencionar que puedes mostrar u ocultar las ROIs temporales pulsando el botón  ROI en *Barra de Trabajo* (página 33).

**TIP** : Instala el plugin [QuickMapServices](#) in QGIS, y añade un mapa (e.g. [OpenStreetMap](#)) para facilitar la identificación de ROIs usando datos de alta resolución.

También podemos intentar enmascarar las nubes en la imagen, creando ROIs de nubes y asignando *MC ID* = 0 (el cual es un ID especial usado para etiquetar píxeles no clasificados intencionalmente) y un diferente *C ID*. De hecho, las formas espectrales para el *MC ID* = 0 son usadas normalmente en la clasificación, pero cada píxel asignado a estas firmas espectrales es etiquetado como “no clasificado” en los resultados de la clasificación. Por lo tanto, esta es una forma simple enmascarar una forma espectral particular tal como las nubes (por supuesto hay métodos más avanzados de enmascaramiento de nubes que serán discutidos en otros tutoriales).

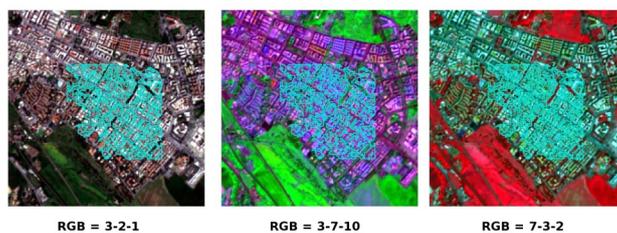


Figura 20.19: *ROI Construido: edificaciones y vías pequeñas*

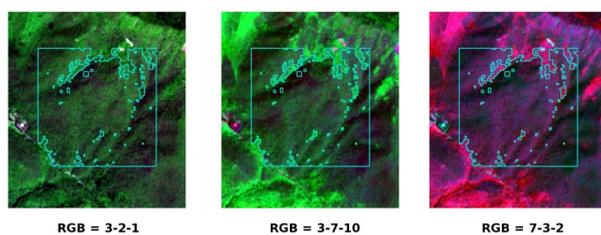


Figura 20.20: *ROI Vegetación: bosque caducifolio*

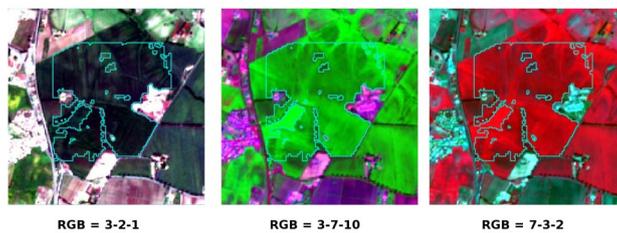


Figura 20.21: *ROI Vegetación: cultivos*

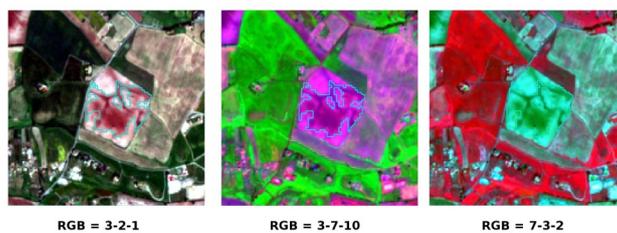


Figura 20.22: *ROI Suelo Desnudo: Suelo no cultivado*

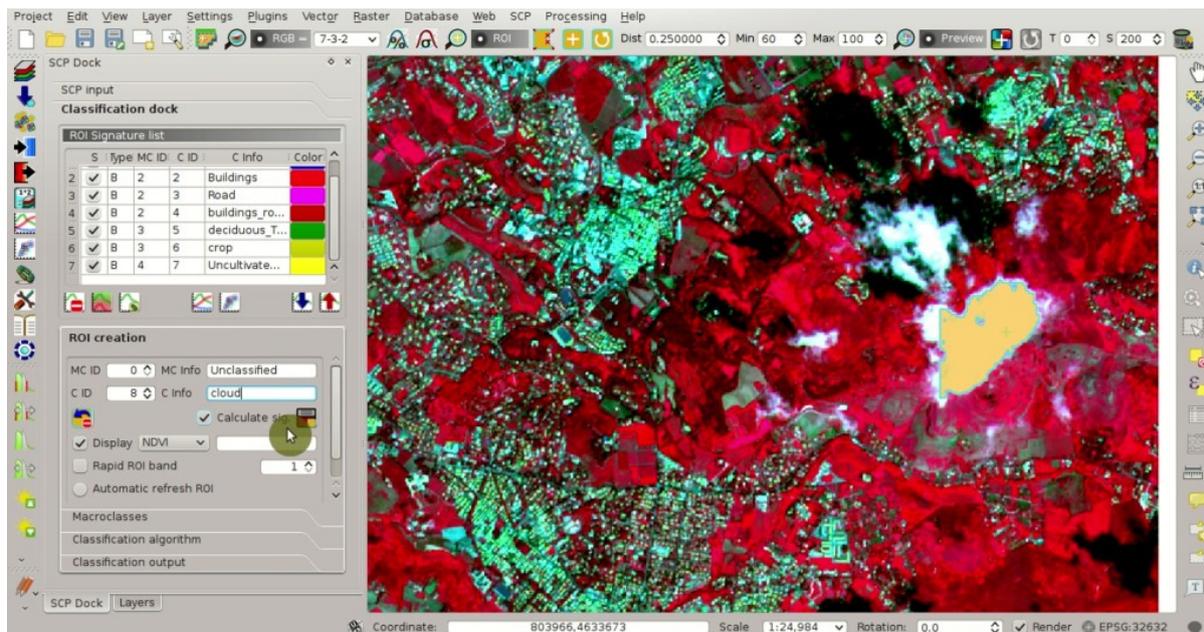


Figura 20.23: Ejemplo de ROI para nubes

## Crear Vista Previa de la Clasificación

Como se mencionó en *Tutorial 1: Tu Primera Clasificación de la Cobertura del Suelo* (página 175), las vistas previas son clasificaciones temporales útiles para evaluar los efectos de las firmas espectrales durante la recolección de ROIs.

Define los colores de las firmas espectrales en la *ROI Signature list* (página 41); luego, en *Classification algorithm* (página 46) selecciona el algoritmo de clasificación *Máxima Probabilidad* (página 154). En *Clasificación preliminar* (página 35) define *Size* = 500; selecciona el botón  y haz clic en un punto de la imagen en el mapa.

La vista previa de la clasificación se muestra en el mapa

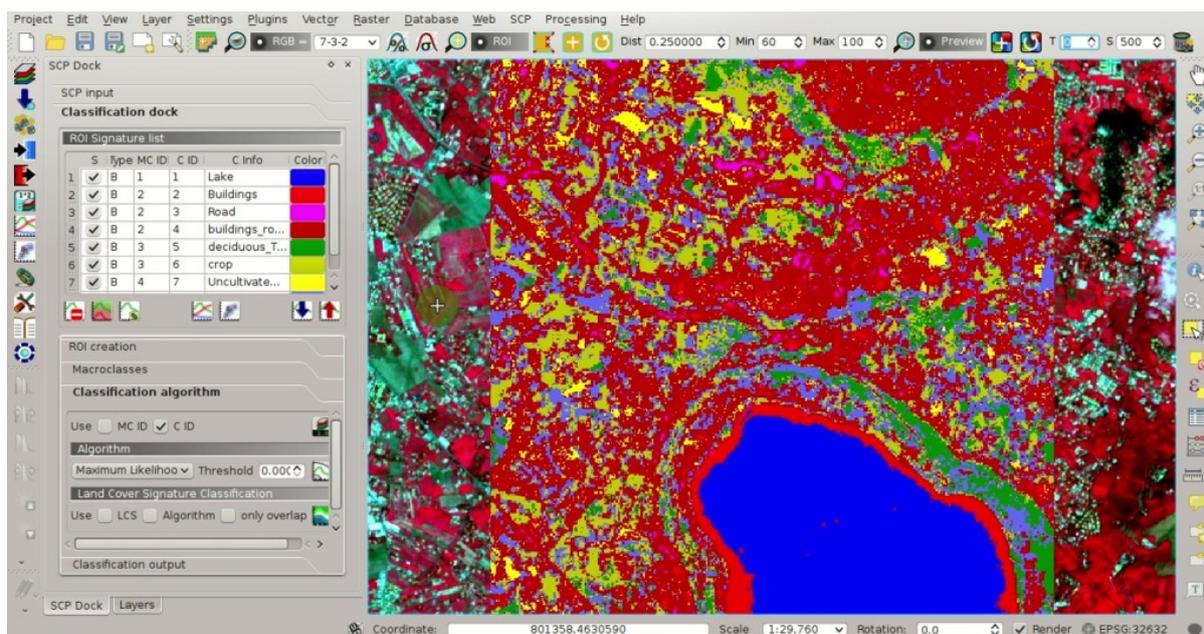


Figura 20.24: Ejemplo de vista previa usando C IDs

Para crear una vista previa de clasificación usando Macroclase ID, selecciona la opción  *MC ID* en la pestaña *Classification algorithm* (página 46) del *SCP panel* (página 37). En la pestaña *Macroclasses* (página 44) del *SCP panel* (página 37) cambia los colores de *MC ID* (en la tabla *Macroclasses* (página 44) haz doble clic en cada macroclase para seleccionar un color representativo).

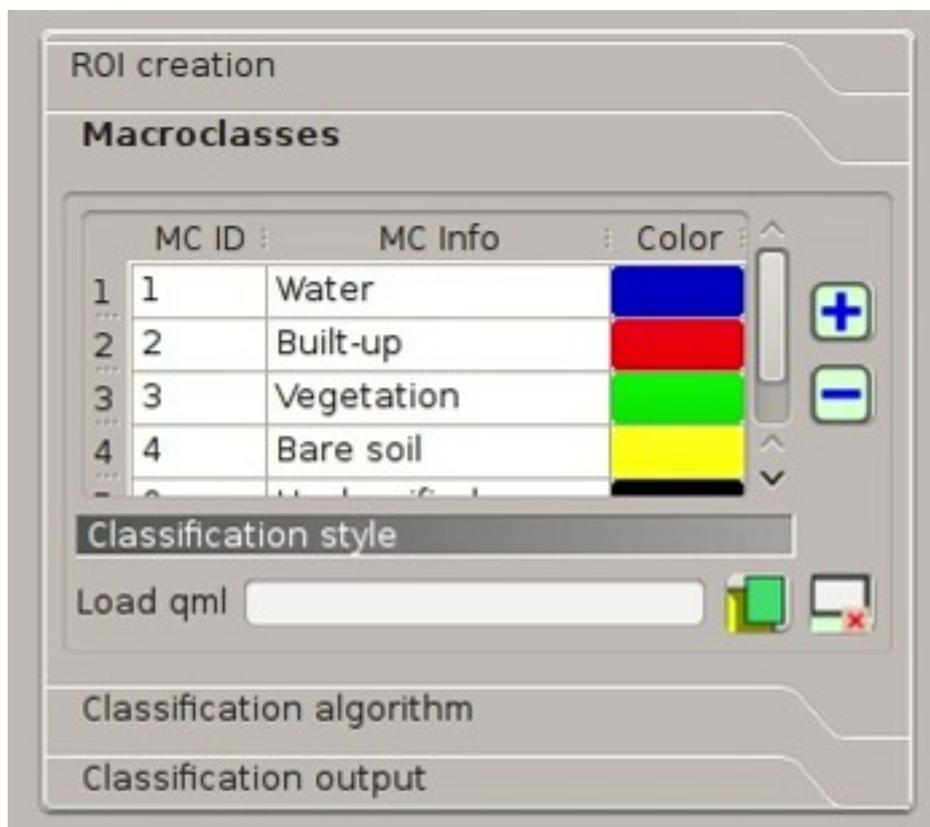


Figura 20.25: Colores de MC IDs

Ahora pulsa el botón  en la *Barra de Trabajo* (página 33) para calcular una nueva vista previa en la misma área que la anterior. En la siguiente figura puedes notar que hay menos clases (solo las de *MC ID*); además, las nubes quedan sin clasificar (píxeles negros).

**CONSEJO:** En *Barra de Trabajo* (página 33) pulsa el botón  *Vista Previa* para mostrar u ocultar fácilmente las vistas previas de la clasificación, y el botón  *RGB=* para mostrar la *Input image*.

## Evaluar Firmas Espectrales

Las firmas espectrales son usadas por *Algoritmos de clasificación* (página 154) para etiquetar los píxeles de la imagen. Diferentes materiales pueden tener firmas espectrales similares (especialmente considerando imágenes multiespectrales), tales como construcción y suelo desnudo. Si las firmas espectrales usadas para la clasificación son demasiado similares, los píxeles podrían ser clasificados erróneamente debido a que el algoritmo no puede discriminar correctamente esas firmas. Por lo tanto, es útil evaluar la ref:*spectral\_distance\_definition* para encontrar firmas similares que deban ser eliminadas. Por supuesto, el concepto de distancia varía de acuerdo al algoritmo seleccionado para la clasificación.

Uno puede evaluar de forma simple la similitud de firmas espectrales a través de un gráfico de firmas. Para mostrar el gráfico de firmas, en el *ROI Signature list* (página 41) selecciona dos o más firmas espectrales (haciendo clic en la tabla), luego pulsa el botón . El *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123) se abrirá en una nueva

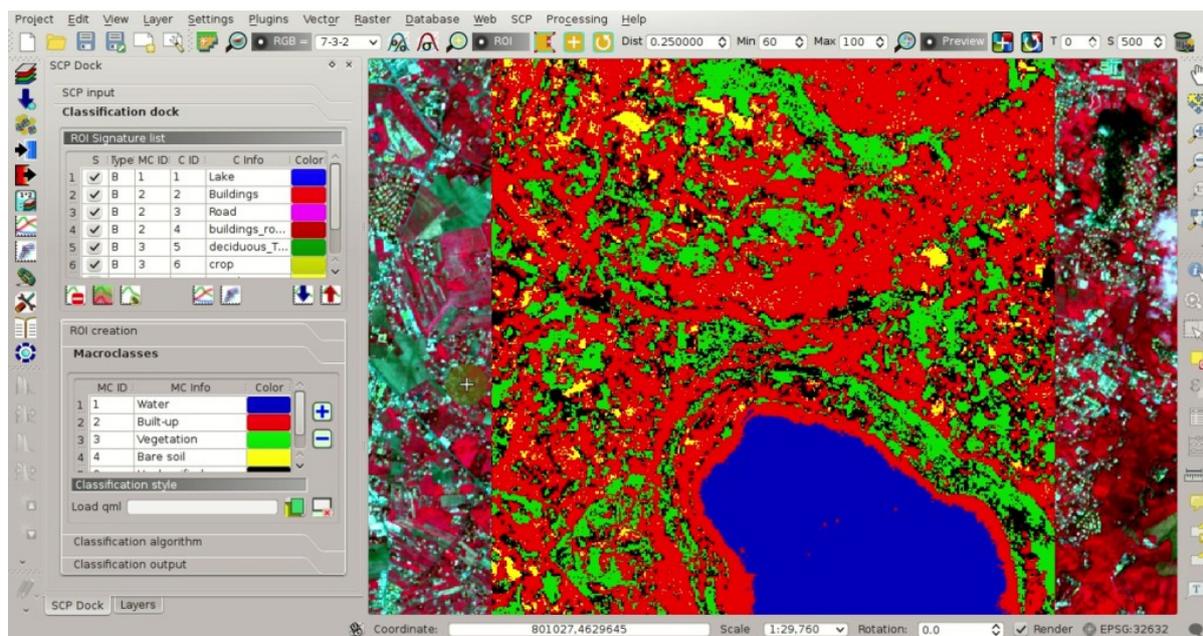


Figura 20.26: Ejemplo de vista previa usando MC IDs

ventana. Puedes mover y acercar el ref:signature\_plot para ver si las firmas son muy similares (i.e. muy cercanas). En la siguiente figura podemos ver gráficos de firmas de diferentes materiales.

En el gráfico podemos ver la línea de cada firma (con el color definido en la *ROI Signature list* (página 41)), y el rango espectral (mínimo y máximo) de cada banda (i.e. el área semi-transparente con el mismo color de la línea de firma). Mientras más grande es el área semi-transparente de una firma, más alta es la desviación estándar, y por lo tanto más grande la heterogeneidad de píxeles que componen esa firma. Los valores de la firma espectral se muestran en *Detalles de firmas* (página 126).

Adicionalmente, podemos calcular las distancias espectrales de las firmas (para más información ver ref:spectral\_distance\_definition). Selecciona dos o más firmas espectrales haciendo clic en la tabla *Lista de Fir-*

mas (página 123), luego pulsa el botón ; las distancias serán calculadas para cada par de firmas. Ahora abre la pestaña *Distancias espectrales* (página 126). Podemos notar que la similitud entre firmas varía de acuerdo al algoritmo considerado.

Por ejemplo, dos firmas puedes ser muy similares para:ref:spectra\_angle\_mapping\_algorithm (muy bajo *Angulo Espectral* (página 159)), pero bastante distantes para *Máxima Probabilidad* (página 154) (*Jeffries-Matusita Distance* (página 159) valor cercano a 2). La similitud de las firmas es afectada por la similitud de los materiales (en relación al número de bandas espectrales disponibles en la *Imagen de Entrada*); también, la forma en la que creamos las ROIs influencia las firmas.

## Creación del resultado de la clasificación

Repetir iterativamente las fases *Crear los ROIs* (página 195), *Crear Vista Previa de la Clasificación* (página 201), y *Evaluar Firmas Espectrales* (página 202) hasta que la vista previa de la clasificación muestre buenos resultados.

Para realizar la clasificación de la imagen entera, abre la pestaña *Classification output* (página 47), pulsa el botón  y define el nombre para el resultado de la clasificación.

**CONSEJO:** Define el *RAM disponible (MB)* en los ajustes *RAM* (página 119) para reducir el tiempo de cómputo. El valor recomendado es la mitad del RAM del sistema.

If  *Play sound when finished* is checked in *Procesos para la Clasificación* (página 119) settings, a sound is played when the process is finished.

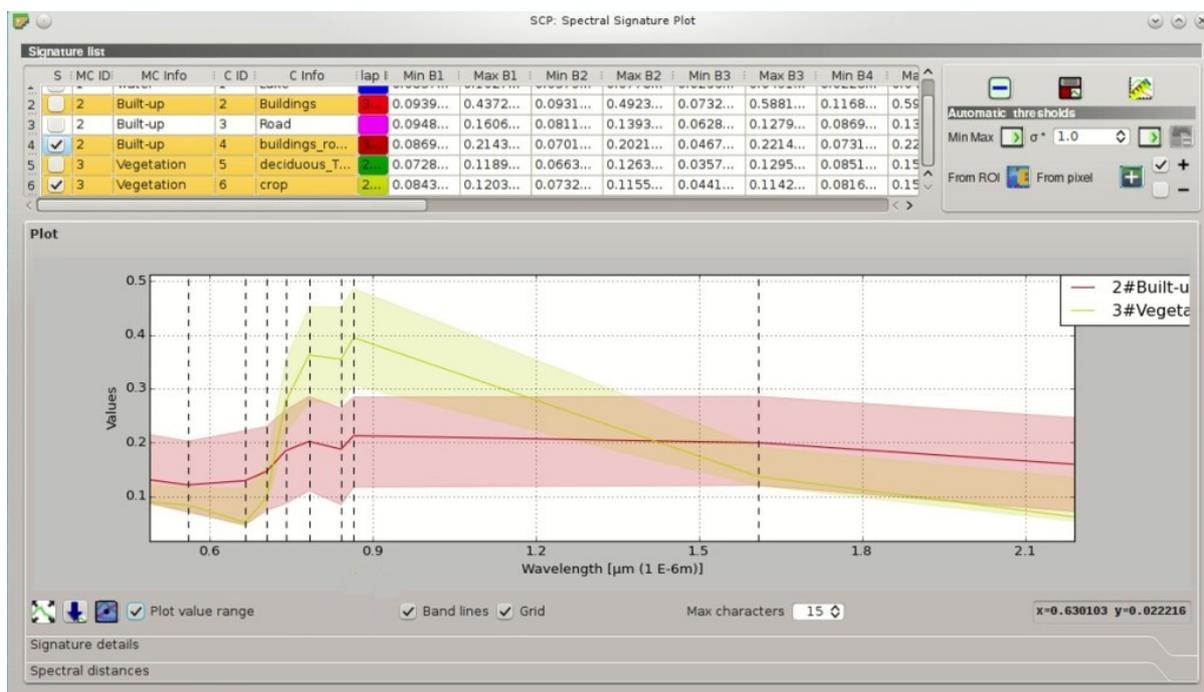


Figura 20.27: Gráfico de firmas espectrales

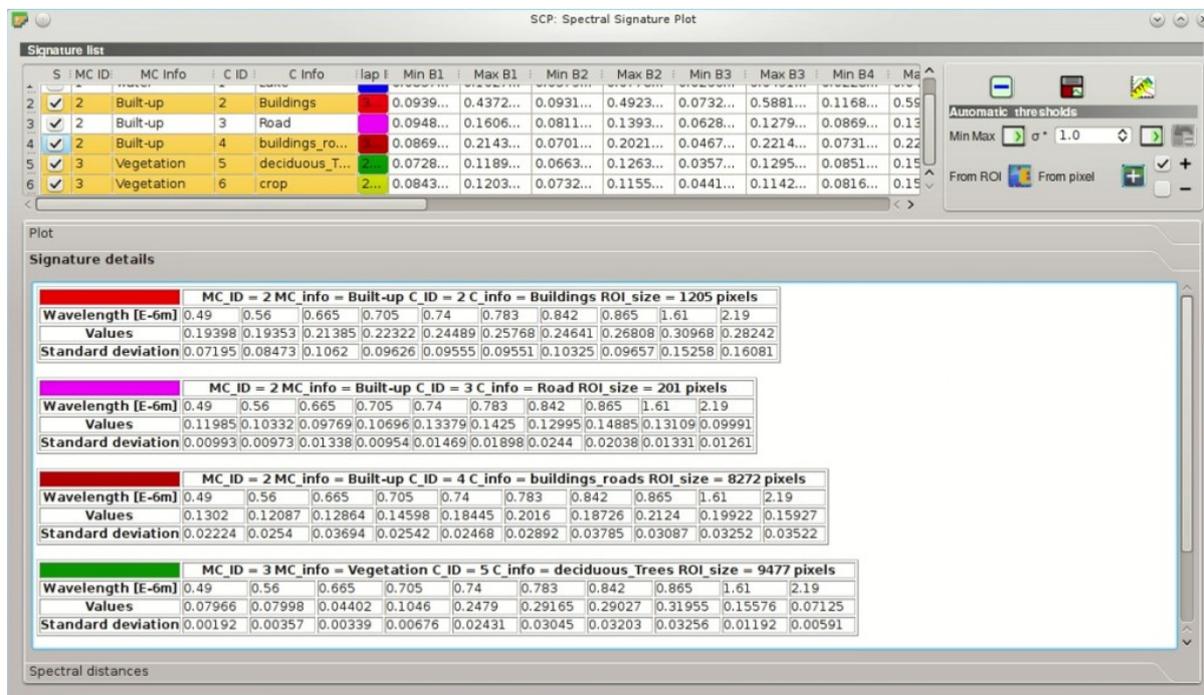


Figura 20.28: Valores de firma espectral

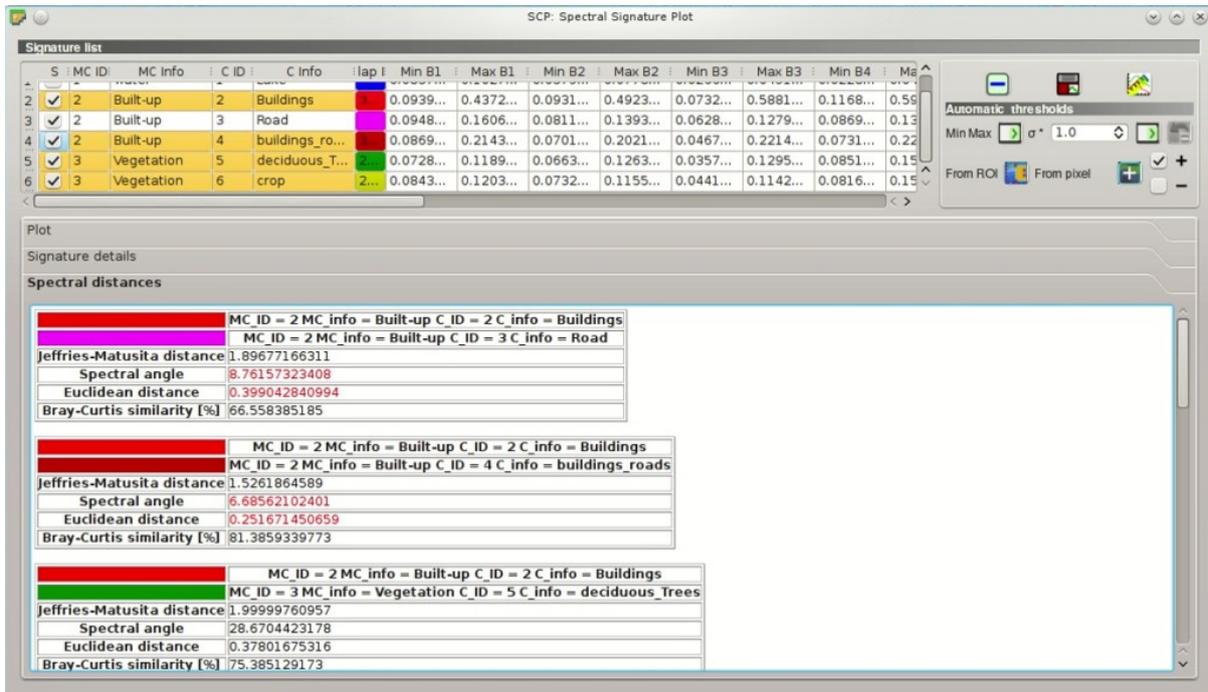


Figura 20.29: Distancias espectrales

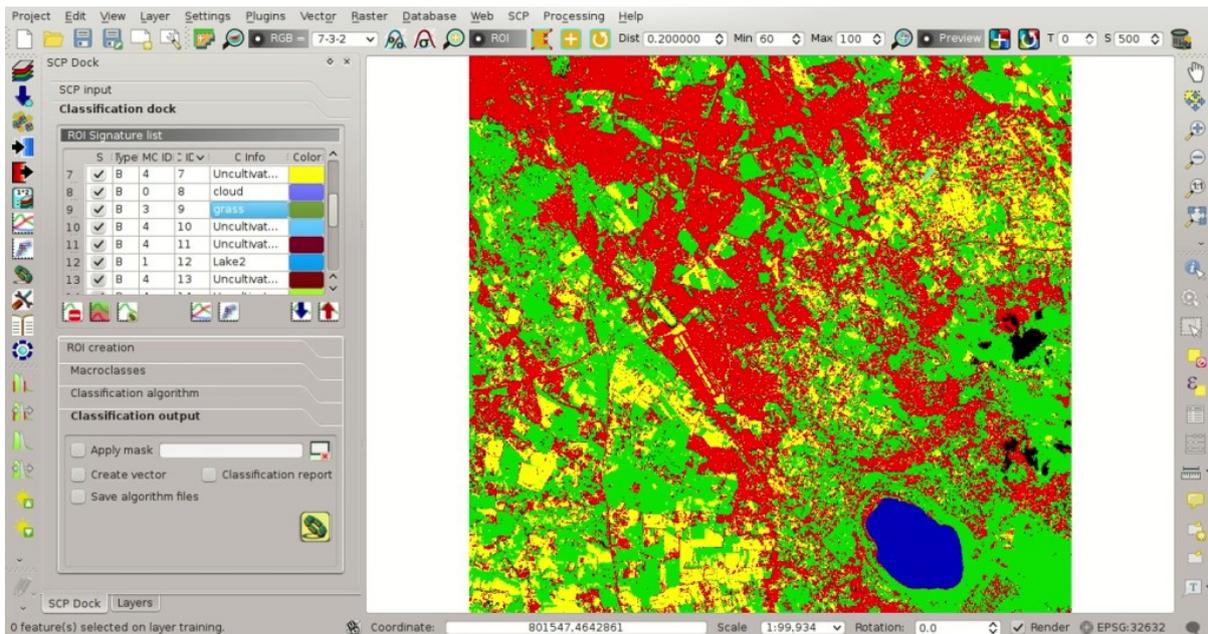


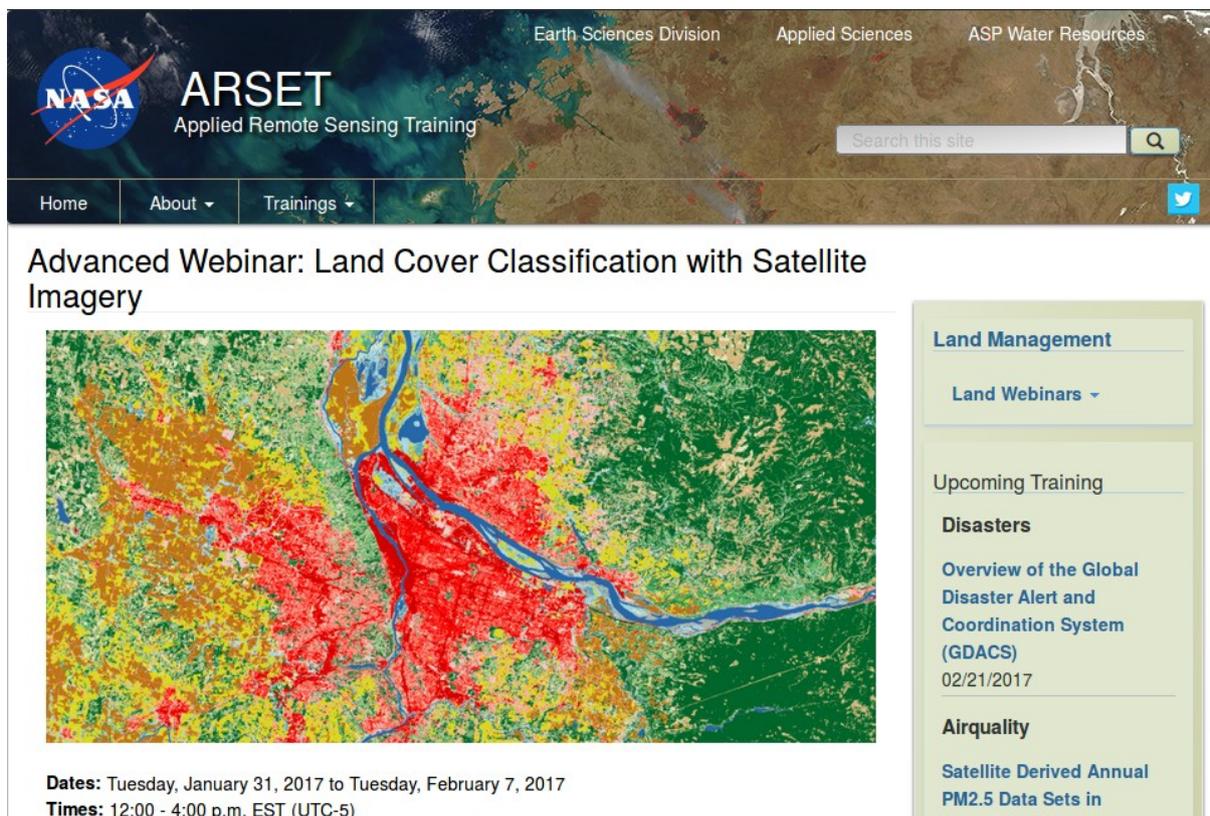
Figura 20.30: Clasificación

Es importante mencionar que *SCP* provee otras herramientas y técnicas que pueden mejorar los resultados de la clasificación, los cuales se describen en *Tutoriales Temáticos* (página 211).

## NASA ARSET Webinar

NASA ARSET is a program for fostering the acquisition and use of NASA satellite data for supporting decisions, through online webinars and in-person workshops.

NASA ARSET offered the webinar **Land Cover Classification with Satellite Imagery** which covered very interesting objectives such as access and download Landsat imagery and learn the basic steps for performing a supervised classifications using the *SCP*.



The screenshot shows the NASA ARSET website interface. At the top, there is a navigation bar with the NASA logo and the text 'ARSET Applied Remote Sensing Training'. The background features a satellite image of a river delta. Navigation links include 'Home', 'About', and 'Trainings'. A search bar is present on the right. The main content area displays the title 'Advanced Webinar: Land Cover Classification with Satellite Imagery' above a large satellite image of a river delta with a color-coded land cover classification overlay. Below the image, the dates and times for the webinar are listed. On the right side, there is a sidebar with various training topics such as 'Land Management', 'Land Webinars', 'Upcoming Training', 'Disasters', and 'Airquality'.

**Dates:** Tuesday, January 31, 2017 to Tuesday, February 7, 2017  
**Times:** 12:00 - 4:00 p.m. EST (UTC-5)

Figura 21.1: NASA ARSET website

This webinar is organized in two sessions:

- Introduction to Land Cover Classification and QGIS
- Improving a Supervised Land Cover Classification

The entire webinar is very informative, and I recommend watching the recordings. In particular, the *Land Cover Signature Classification* (página 156) is illustrated during the exercise of the second session.

Slides of presentations, in English and Spanish, and the recordings of both sessions are freely available at this link <https://arset.gsfc.nasa.gov/land/webinars/advanced-land-classification>.

Many thanks to NASA ARSET for their effort in teaching remote sensing using open source software.

After these tutorials, please check the *Tutoriales Temáticos* (página 211) .

**Parte VI**

**Tutoriales Temáticos**



Los siguientes son tutoriales temáticos. Antes de seguirlos, es recomendable seguir los *Tutoriales Básicos* (página 173).



---

## Tutorial: Land Cover Signature Classification

---

- *Crear Conjunto de Bandas* (página 213)
- *Create the ROIs and Define the Spectral Thresholds* (página 215)
- *Land Cover Classification* (página 219)
- *Otros Tutoriales* (página 222)

This tutorial is about the *Land Cover Signature Classification* (página 156). It is assumed that one has the basic knowledge of *SCP* and *Tutoriales Básicos* (página 173).

Mira el vídeo de este tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=wUr5ZjpWBo0>

First download the sample image from [this link](#) (© Copernicus Sentinel data 2016) which is a Sentinel-2 image, and unzip the file.

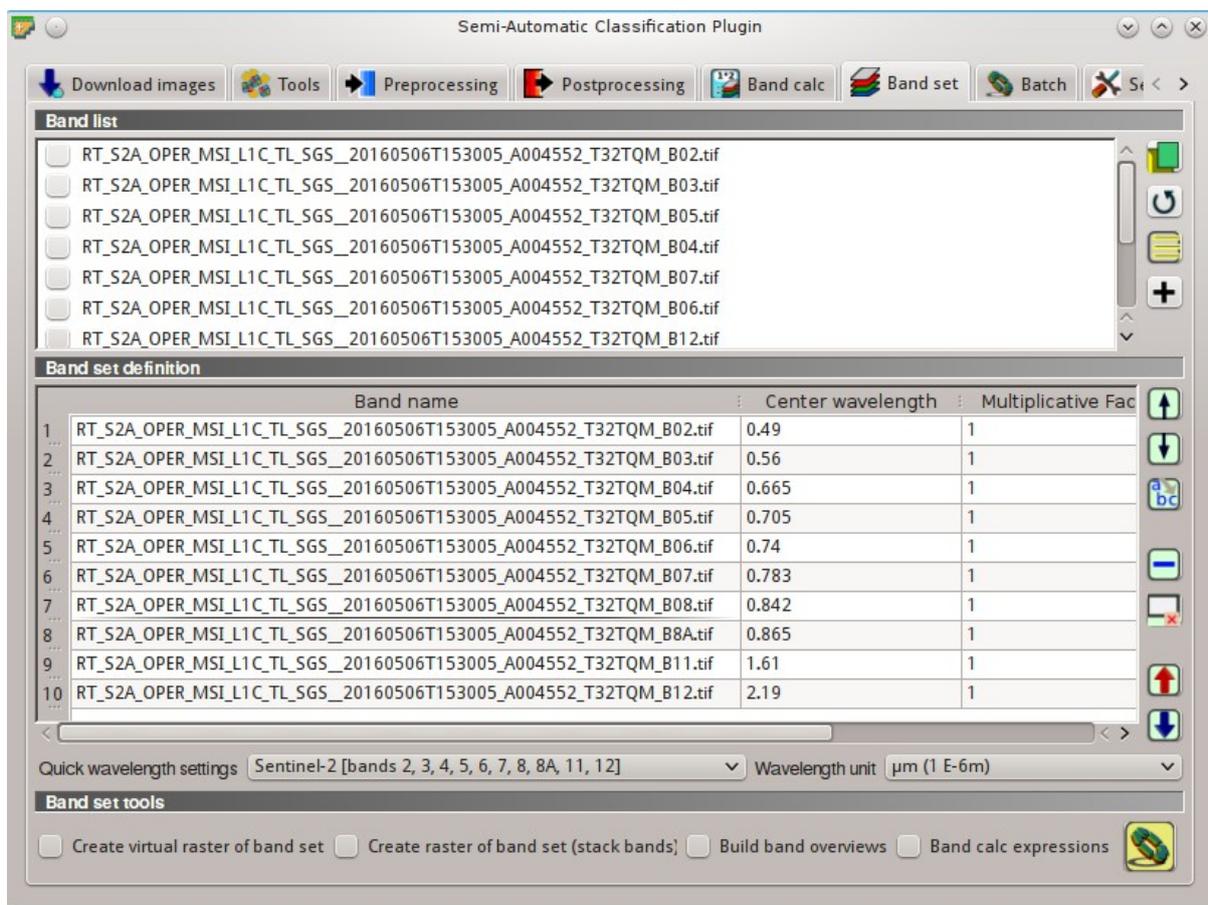
### Crear Conjunto de Bandas

Open the tab  *Conjunto de bandas* (página 111), click the button  and select the bands of the downloaded

Sentinel-2 image. In the table *Band set definition* order the band names in ascending order (click  to sort bands by name automatically), then highlight band 8A (i.e. single click on band name in the table) and use the buttons



or  to place this band at number 8. Finally, select *Sentinel-2* from the list *Quick wavelength settings*, in order to set automatically the *Center wavelength* of each band and the *Wavelength unit* (required for spectral signature calculation).

Figura 22.1: *Band set definition*

## Create the ROIs and Define the Spectral Thresholds

In the *SCP panel* (página 37) click the button  and define a file name for the *Training input*. We are going to create ROIs similarly to *Tutorial 2: Clasificación de la Cobertura del Suelo con Imágenes de Sentinel-2* (página 187).

We are going to use the following Macroclass IDs (see *Clases y Macroclases* (página 153)).

### Macroclases

Nombre de la Macroclase	Macroclase ID
Agua	1
Construcciones	2
Vegetación	3
Suelo	4

In addition, we can mask clouds in the image, creating ROIs of clouds and assigning the special *MC ID* = 0.

In the list *RGB=* of *Barra de Trabajo* (página 33) define a *Composición de Color* (página 147) such as  $RGB = 3-2-1$  or  $RGB = 7-3-2$ .

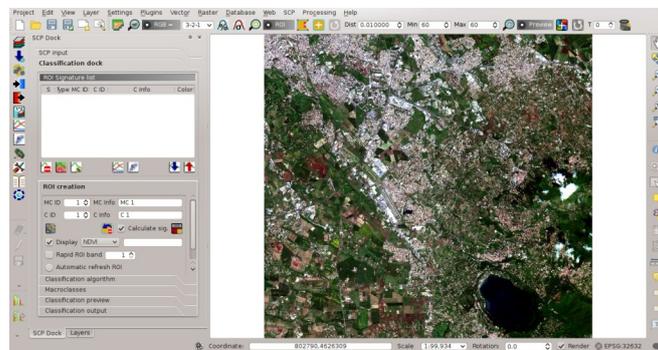


Figura 22.2: Color composite

Now create some ROIs. ROIs are used in *Land Cover Signature Classification* (página 156) for defining a spectral region. The *Land Cover Signature Classification* (página 156) can use additional classification algorithms for pixels falling inside overlapping regions or outside any spectral region (in this tutorial we are going to use *Distancia mínima* (página 154)), therefore it is important that ROIs are homogeneous in order to train correctly the additional algorithm. Following the ROI creation we are going to change the signature thresholds in the *Umbral LCS* (página 74).

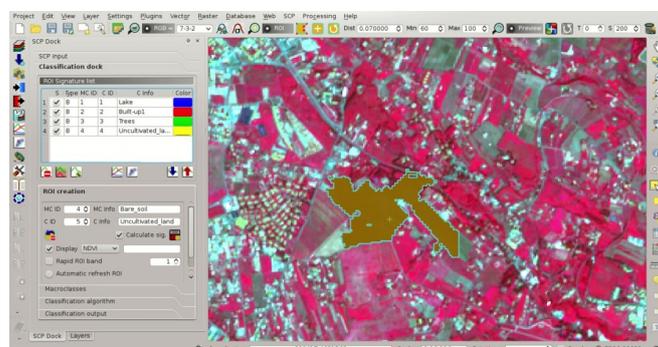


Figura 22.3: ROI creation

After the ROI creation, in the *ROI Signature list* (página 41) highlight these spectral signatures, then click the button .

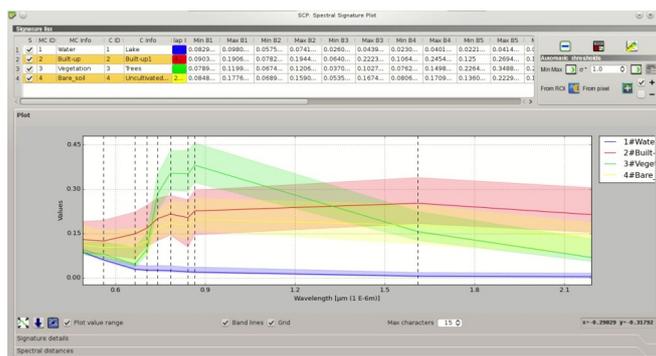


Figura 22.4: Signature plot

Spectral signatures are displayed with the respective colors; also, the semi-transparent area represents the spectral range of each ROI. The minimum and maximum values of these spectral range are displayed in the *Lista de Firmas* (página 123). You can manually edit these ranges or use the tools *Umbrales automáticos* (página 125). It is worth noticing the same spectral ranges (of spectral signatures in *ROI Signature list* (página 41)) are displayed in the *Umbral de firma* (página 73).

In *Classification algorithm* (página 46) select Use  LCS to use the in *Land Cover Signature Classification* (página 156). Now create a classification preview over the lake (see *Crear Vista Previa de la Clasificación* (página 201)).

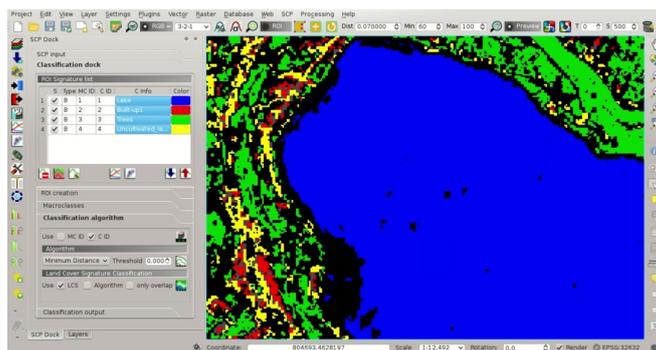


Figura 22.5: Classification preview

You can see that several pixels are unclassified (black) because they are outside any spectral range. In the *Lista de Firmas* (página 123) highlight a signature of macroclass Water and click the button *From pixel* . This tool allows you to extend the spectral range to include a pixel signature. Click an unclassified pixel in the map over the lake; you should see that the spectral range of highlighted signature is larger now. Click the button  in the *Barra de Trabajo* (página 33).

Now the area classified as water is larger and should include the pixel that was clicked before. Create a temporary ROI over the unclassified area of the lake and click the button *From ROI* .

This way, the spectral range is extended to include the minimum and maximum value of this ROI for each band.

Creating another classification preview we can see that the classified area is extended according to the temporary ROI.

You can extend the spectral range to classify the whole lake as water.

**TIP** : During ROI creation, click the button  in *Barra de Trabajo* (página 33) and right click on the map for displaying the spectral signature of a pixel in the *Gráfico de Firmas Espectrales*

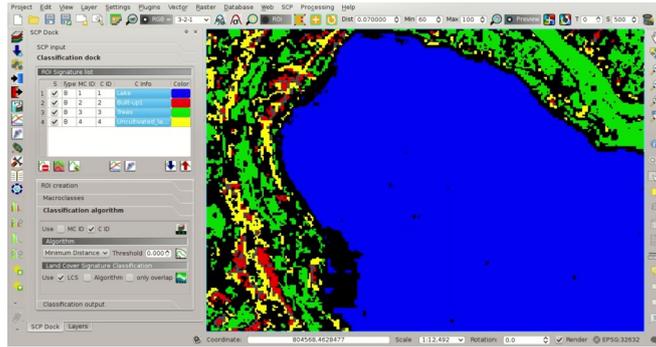


Figura 22.6: Classification preview

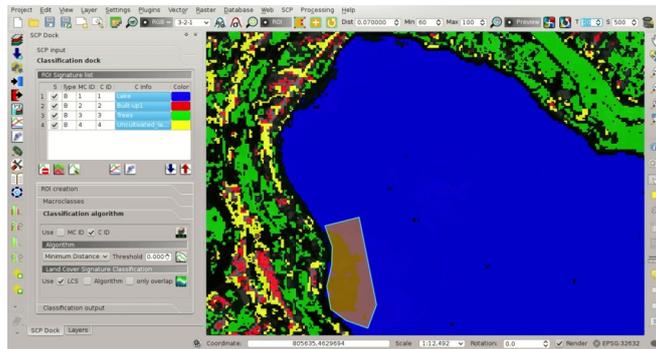


Figura 22.7: Signature plot: the spectral range is extended

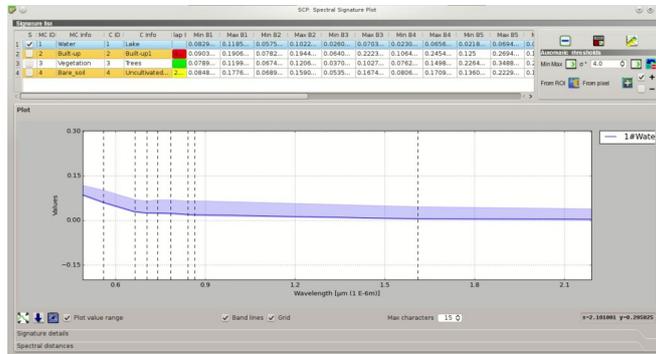


Figura 22.8: Signature plot: the spectral range is extended

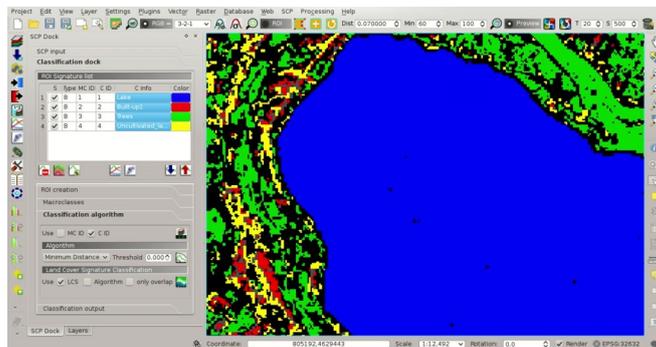


Figura 22.9: Classification preview

(página 123). This can be useful for assessing unclassified pixels and extend one or more spectral ranges.

Particular attention should be posed on the spectral similarity of classes. For instance soil and built-up can have very similar spectral signatures. Therefore, several ROIs should be collected in the attempt to separate these classes.

Spectral ranges should not overlap in order to avoid unclassified pixels. In the following figure, two signatures have overlapping ranges (it means that potentially there is a signature whose values fall in two classes); these signatures are highlighted in orange in the *Lista de Firmas* (página 123) (also in the *Umbral de Cobertura del Suelo - LC Signature* (página 74)) and the combinations MC ID - C ID of overlapping signatures are displayed in the column *Color [overlap MC\_ID-C\_ID]*.

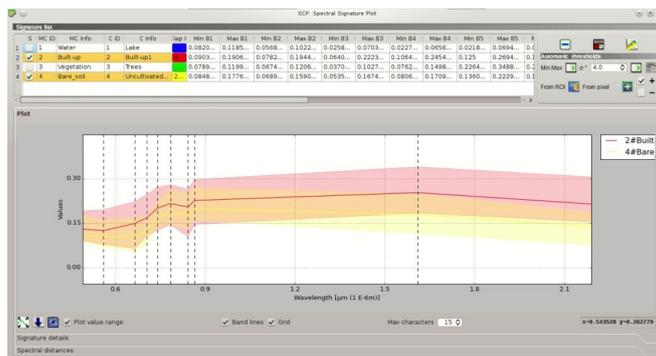


Figura 22.10: Overlapping signatures

It is possible to reduce the range with the button *From ROI*  or *From pixel*  if the checkbox  – is checked. In this case, the range is reduced to exclude the values of selected pixels or ROIs.

In addition, it is possible to edit the range directly from the plot. In the *Lista de Firmas* (página 123) highlight a signature, click the button , then click inside the plot to extend or reduce the range. As a general procedure, you should compare spectral signatures and identify one or more values that could separate the overlapping ranges (if spectral ranges are not overlapping at least in one band then classes are correctly separated).

In case two spectral regions belonging to different classes are overlapping, you should consider reducing the ranges, collecting other spectral signatures with reduced ranges, or extending the spectral range of one signature to include the range of the other spectral signature that will be deleted. For instance, it could be convenient to create two spectral ranges (with two spectral signatures) for the same class in order to easily separate a third spectral signature whose values are comprised between the minimum and maximum values of the other two ranges.

**TIP** : Check the  *Automatic plot* to display automatically the plot of a temporary ROI in the *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123), and assess the spectral range before saving the ROI.

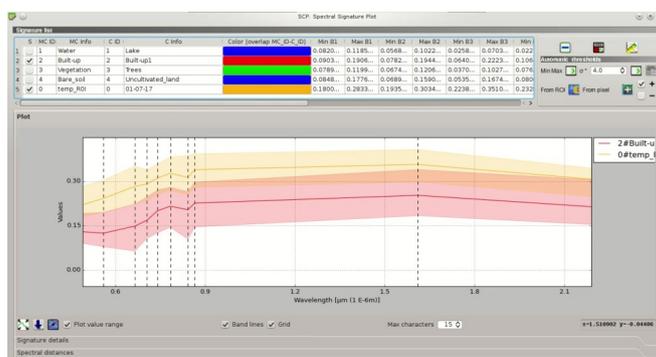


Figura 22.11: The plot of a temporary ROI

Now check  *MC ID* in *Classification algorithm* (página 46). When  *MC ID* is checked, the classification is performed using all the spectral signatures (without any modification of original spectral values) but assigning the macroclass code. Moreover, only overlapping signatures belonging to different macroclasses are highlighted in *Lista de Firmas* (página 123). This allows spectral signatures sharing the same *MC ID* to be overlapping.

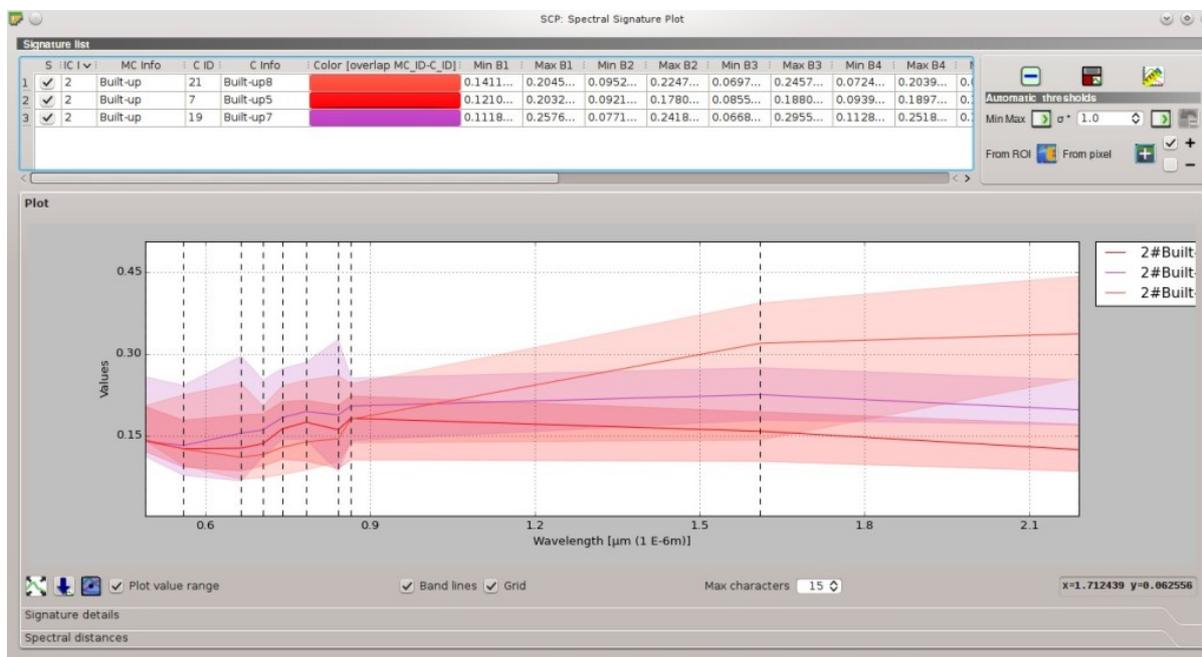


Figura 22.12: Overlapping regions belonging to the same *MC ID*

Also, open the tab *UmbraL LCS* (página 74) for checking the overlap of all the spectral signatures saved in the *Training input*.

## Land Cover Classification

After the creation of several ROIs and the definition of spectral ranges, we can perform the classification for the whole image.

Having selected  *MC ID* and  *LCS* in *Classification algorithm* (página 46), click the button  in the *Classification output* (página 47) and select an output destination. After the processing, the classification will be displayed in QGIS.

Unclassified pixels, displayed in black, are pixels whose spectral signature is not completely contained in any spectral region. Also, pixels contained in more than one spectral region (having different *MC ID*) are classified as *Class Overlap*.

We could create other spectral regions in order to classify all the unclassified pixels. Alternatively, we can use the selected *Algoritmo* (página 46) for classifying those pixels. Check the  *Algoritmo* in *Land Cover Signature Classification* (página 47) and select the *Distancia mínima* (página 154) in *Algoritmo* (página 46); then click the button  in the *Classification output* (página 47).

Pixels that were unclassified by *LCS* now are classified using the *Distancia mínima* (página 154), which compares calculates the Euclidean distance between pixels and spectral signatures. Black pixels are clouds classified using the special *MC ID* = 0.

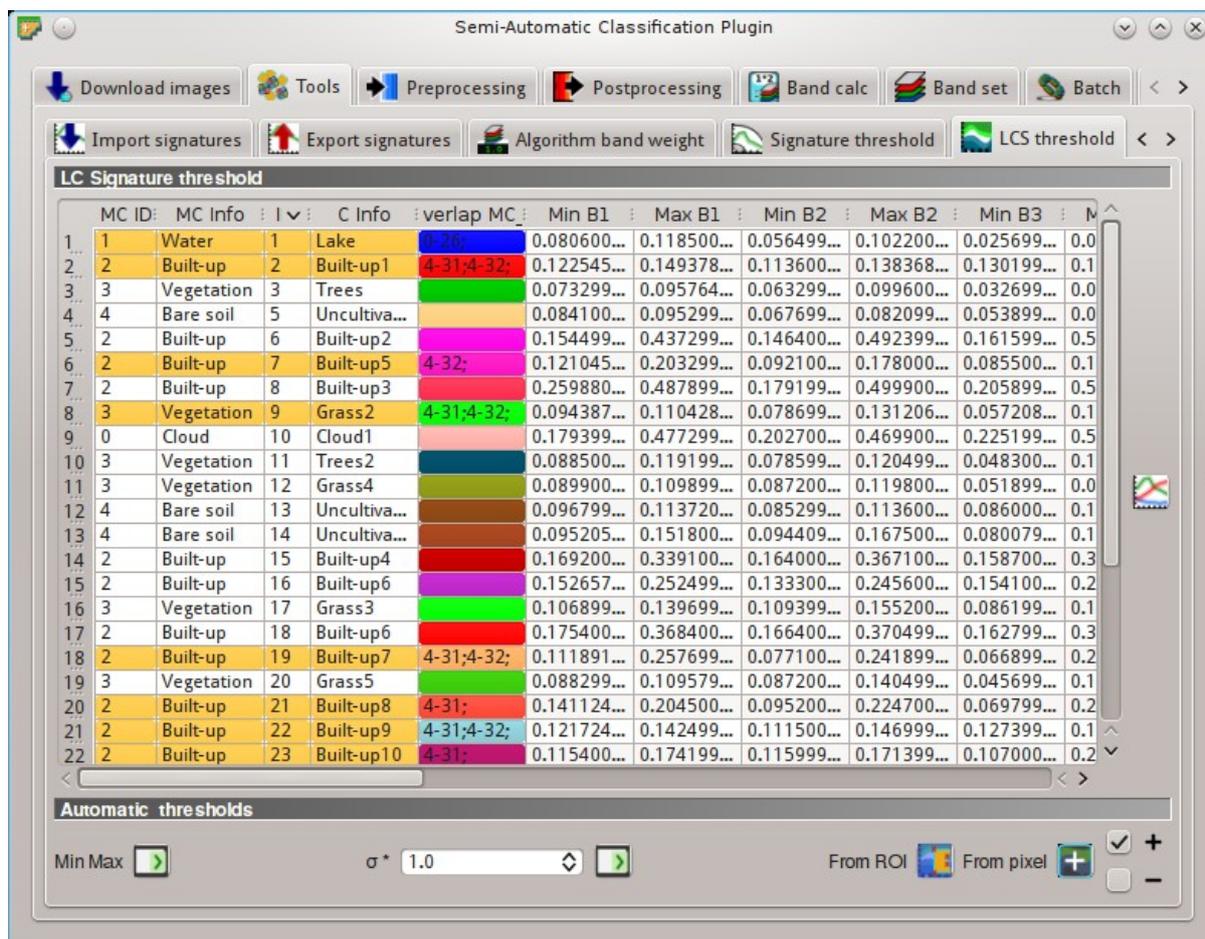


Figura 22.13: LCS threshold. Overlapping regions are highlighted in orange

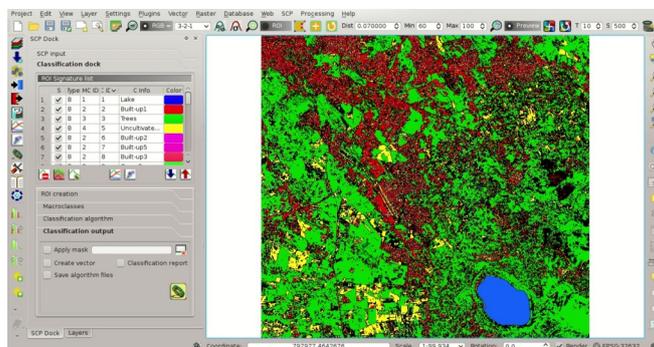


Figura 22.14: LCS classification

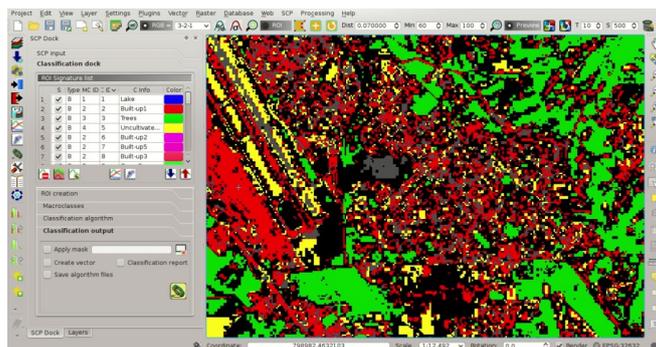


Figura 22.15: LCS classification. Class Overlap

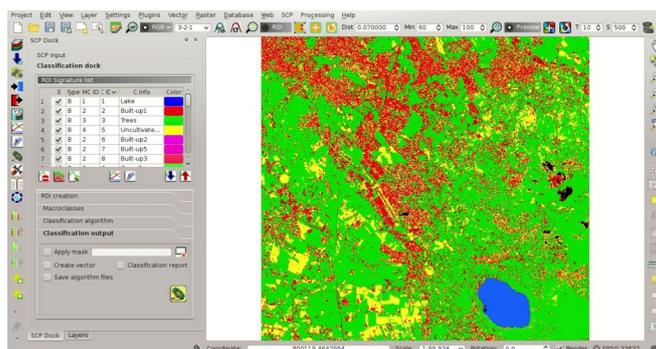


Figura 22.16: LCS classification. Classification using the additional classification algorithm

In addition, we can use the *Distancia mínima* (página 154) to classify only pixels that were labelled *Class Overlap* by LCS, leaving unclassified pixels whose spectral signature is not completely contained in any spectral region.

Check  *only overlap* in *Land Cover Signature Classification* (página 47), leaving checked  *Algorithm*; then click the button  in the *Classification output* (página 47).

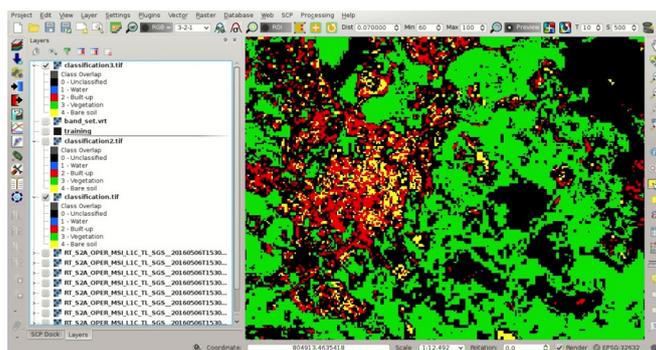


Figura 22.17: LCS classification. Classification using the additional classification algorithm only for Class Overlap

The *Land Cover Signature Classification* (página 156) can be useful for the classification of a single land cover class, defining only the spectral ranges that identify our objective. For instance, if we were interested in built-up classification only, we could collect only ROIs for this class, obtaining a classification such as in the following image.

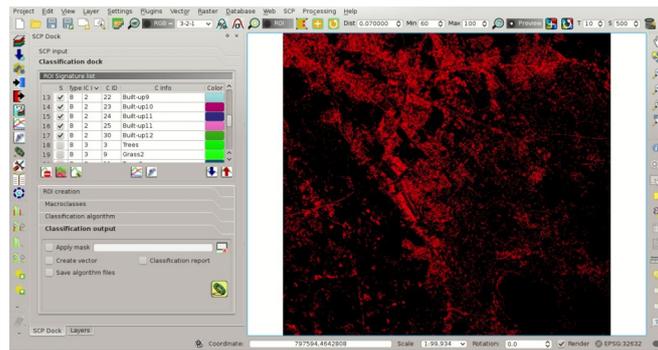


Figura 22.18: LCS classification. Classification of the class Built-up

## Otros Tutoriales

For other tutorials visit the blog [From GIS to Remote Sensing](#) .

---

## Tutorial: Estimation of Land Surface Temperature with Landsat and ASTER

---

- *Data Download and Conversion* (página 224)
- *Clip to Study Area* (página 226)
- *Land Cover Classification* (página 228)
- *Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values* (página 230)
- *Conversion from At-Satellite Temperature to Land Surface Temperature* (página 233)
- *Data Download and Conversion of ASTER Image* (página 233)
- *Clip to Study Area of ASTER image* (página 236)
- *Land Cover Classification of ASTER Image* (página 236)
- *Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values of ASTER Image* (página 240)
- *Conversion from At Satellite Temperature to Land Surface Temperature of ASTER Image* (página 240)
- *Otros Tutoriales* (página 243)

This tutorial is about the estimation land surface temperature using *Satélite Landsat* (página 143) and *Satélite ASTER* (página 145) images. In this tutorial we are going to use a **land cover classification** for the definition of **surface emissivity**, which is required for the calculation of the **land surface temperature**. It is assumed that one has the basic knowledge of *SCP* and *Tutoriales Básicos* (página 173).

Our study area will be Paris (France), an area covered by urban surfaces, vegetation and agricultural fields.

Before downloading data, please watch the following video that illustrates the study area and provides very useful information about thermal infrared images, and their application (footage courtesy of European Space Agency/ESA). Also, a brief description of the area that we are going to classify is available [here](#) .

<http://www.youtube.com/watch?v=Vjg5REQb-Bc>

The **thermal infrared** band is particularly useful for assessing the temperature difference between the city and the surrounding rural areas, and studying the urban heat island phenomenon. We are going to use **Landsat and ASTER images** for the estimation of land surface temperature. For more information about the conversion of raster bands please read *Conversión a Temperatura de Brillo en el Satélite* (página 167). Following the video of this tutorial.

<http://www.youtube.com/watch?v=7W4IwlvPLbQ>

## Data Download and Conversion

We are going to download the **Landsat 8** image acquired in 2015 (image ID = LC81990262015270LGN00, data available from the U.S. Geological Survey).

Start a new QGIS project. Open the tab *Descarga de Imágenes* (página 51) clicking the button  in the *SCP menú* (página 29), or the *SCP Herramientas* (página 31), or the *SCP panel* (página 37). Select the tab *Descargar Landsat* (página 51).

In *Acceso <https://ers.cr.usgs.gov/>* (página 52) you should enter the user name and password for accessing data (free registration at USGS EROS is required) in *User* and *Password*. However, in this case login should not be required because this Landsat 8 image is available directly from the *Amazon Web Services (AWS)*.

In *Area de búsqueda* (página 52) enter:

- *UL X (Lon):* 2
- *UL Y (Lat):* 49
- *LR X (Lon):* 2.5
- *LR Y (Lat):* 48.8

**Consejo** : En general es posible definir las coordenadas del area pulsando sobre el boton  y dibujando un rectangulo en el mapa.

In *Buscar* (página 52) select L8 OLI/TIRS from the list *Satellites* and set the acquisition date:

- *Date from:* 2015-09-27
- *to:* 2015-09-27

Ahora pulsa el botón *Buscar*  y luego de unos segundos la imagen se mostrará en la lista de imágenes.

In the result table, click the item LC81990262015270LGN00 in the field *ImageID*, and click the button . A preview will be downloaded and displayed in the map, which is useful for assessing the quality of the image and the cloud cover.

Click the tab *Opciones de Descarga* (página 53) and leave checked only the following bands:

- 2 = Blue
- 3 = Green
- 4 = Red
- 5 = Near-Infrared
- 6 = Short Wavelength Infrared 1
- 7 = Short Wavelength Infrared 2
- 10 = Thermal Infrared (TIRS) 1

Bands from 2 to 7 will be used for the land cover classification, and band 10 for the estimation of land surface temperature (see *¿Por qué solo usar la banda 10 del Landsat 8 en la estimación de la temperatura de la superficie?* (página 266)).

The checkbox  *Preprocess images* allows for the automatic conversion of bands after the download, according to the settings defined in *Landsat* (página 78); we are going to apply the *Corrección DOSI* (página 164). Bands from 2 to 7 will be converted to reflectance and band 10 will be converted to At-Satellite Brightness Temperature.

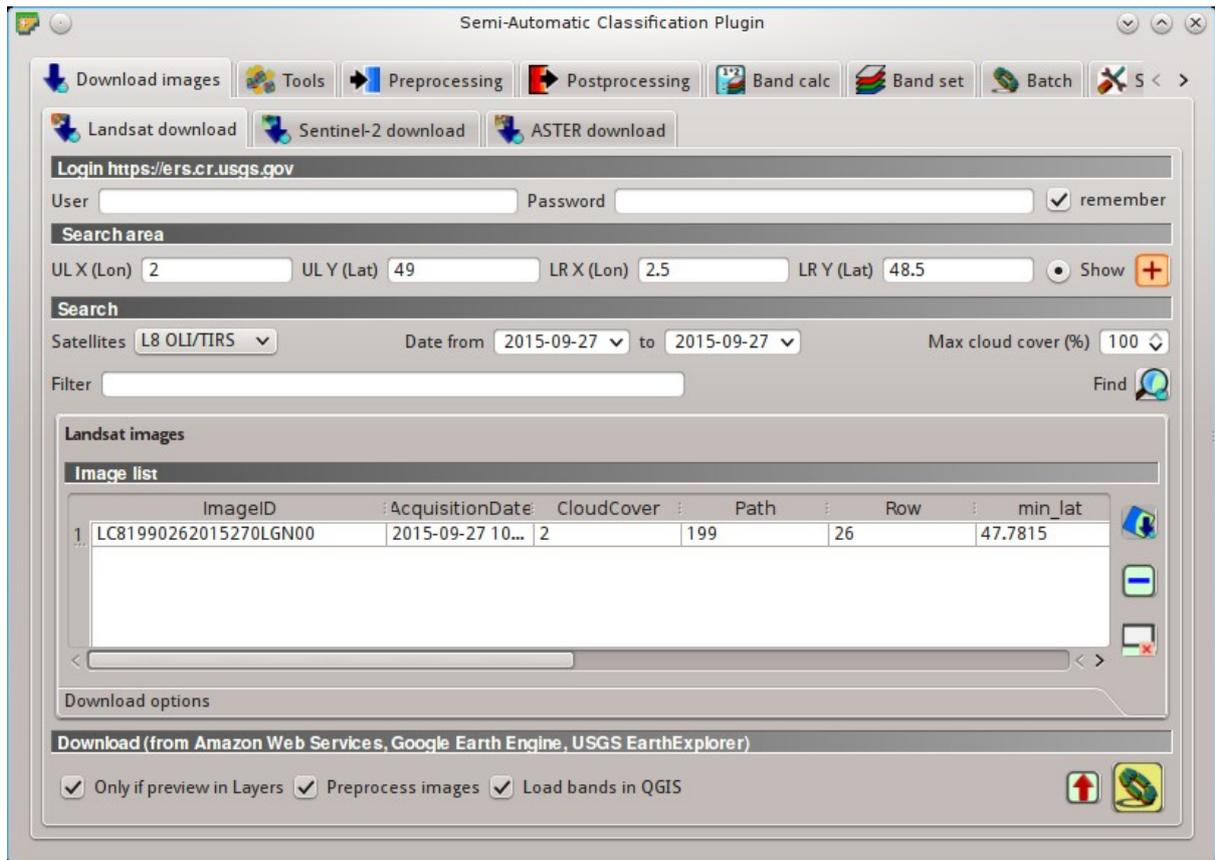


Figura 23.1: Landsat search result

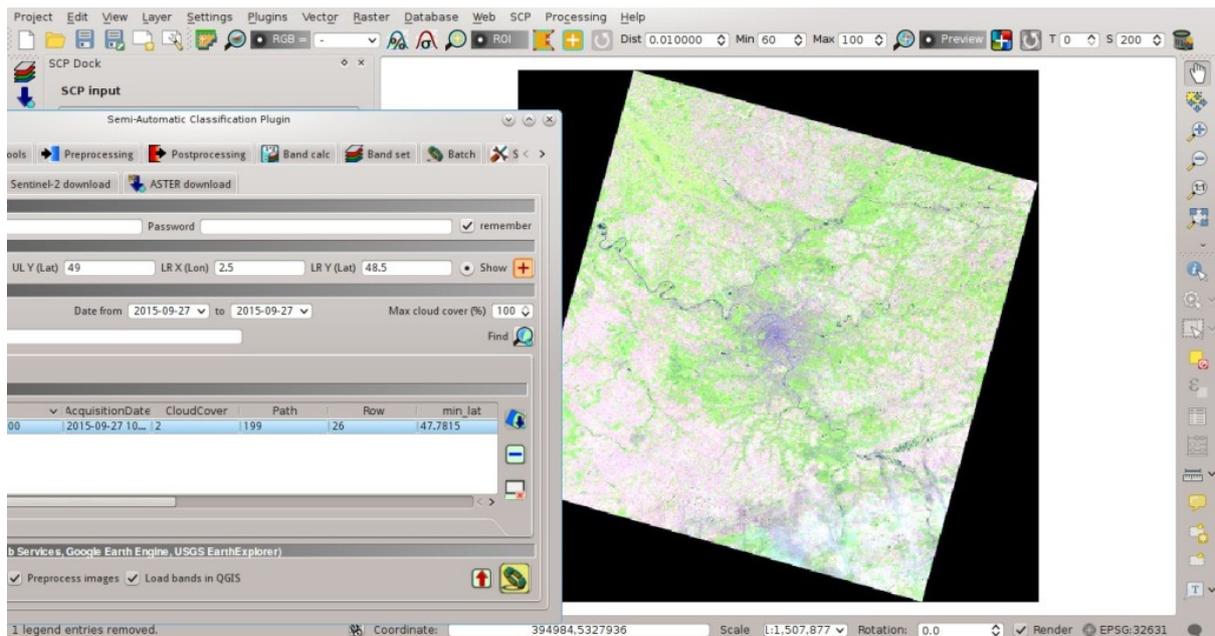


Figura 23.2: Vista previa de la imagen

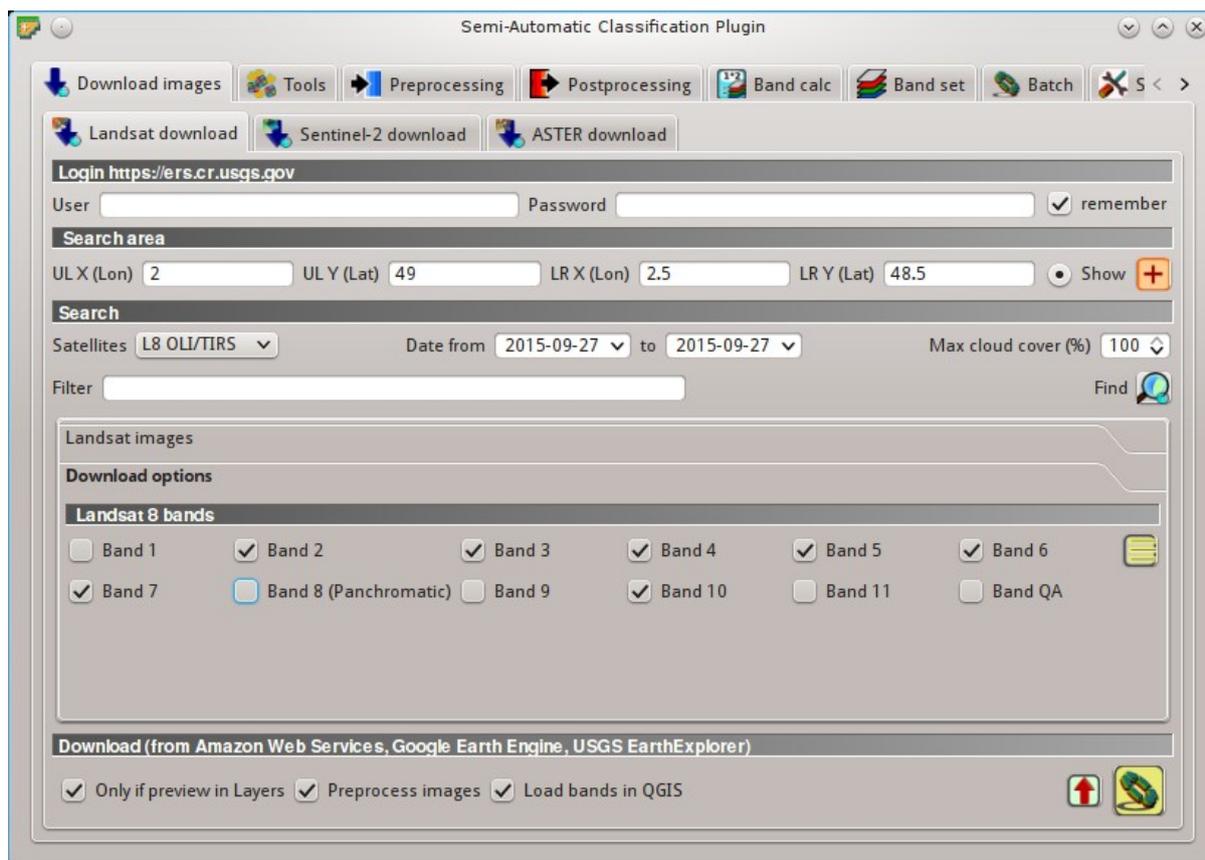


Figura 23.3: Selección de bandas a descargar

Open the tab *Landsat* (página 78), check  *Apply DOS1 atmospheric correction* and uncheck  *Create Band set and use Band set tools* (we are going to create the *Band set* after the clip of the image to study area).

In order to start the **download and conversion process**, open the tab *Descargar Landsat* (página 51), click the button  and select the directory where converted bands are saved (e.g. Desktop). After a few minutes, converted bands are loaded and displayed (file name starts with RT\_).

## Clip to Study Area

We are going to **clip the Landsat images** to our study area.

Open the tab *Preprocesamiento* (página 78) clicking the button  in the *SCP menú* (página 29), or the *SCP Herramientas* (página 31), or the *SCP panel* (página 37). Select the tab *Recortar múltiples rásters* (página 86) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Click the button  to select all the rasters to be clipped, and in *Coordenadas de corte* (página 86) type the following values:

- *UL X*: 402705
- *UL Y*: 5461065
- *LR X*: 480824
- *LR Y*: 5381535

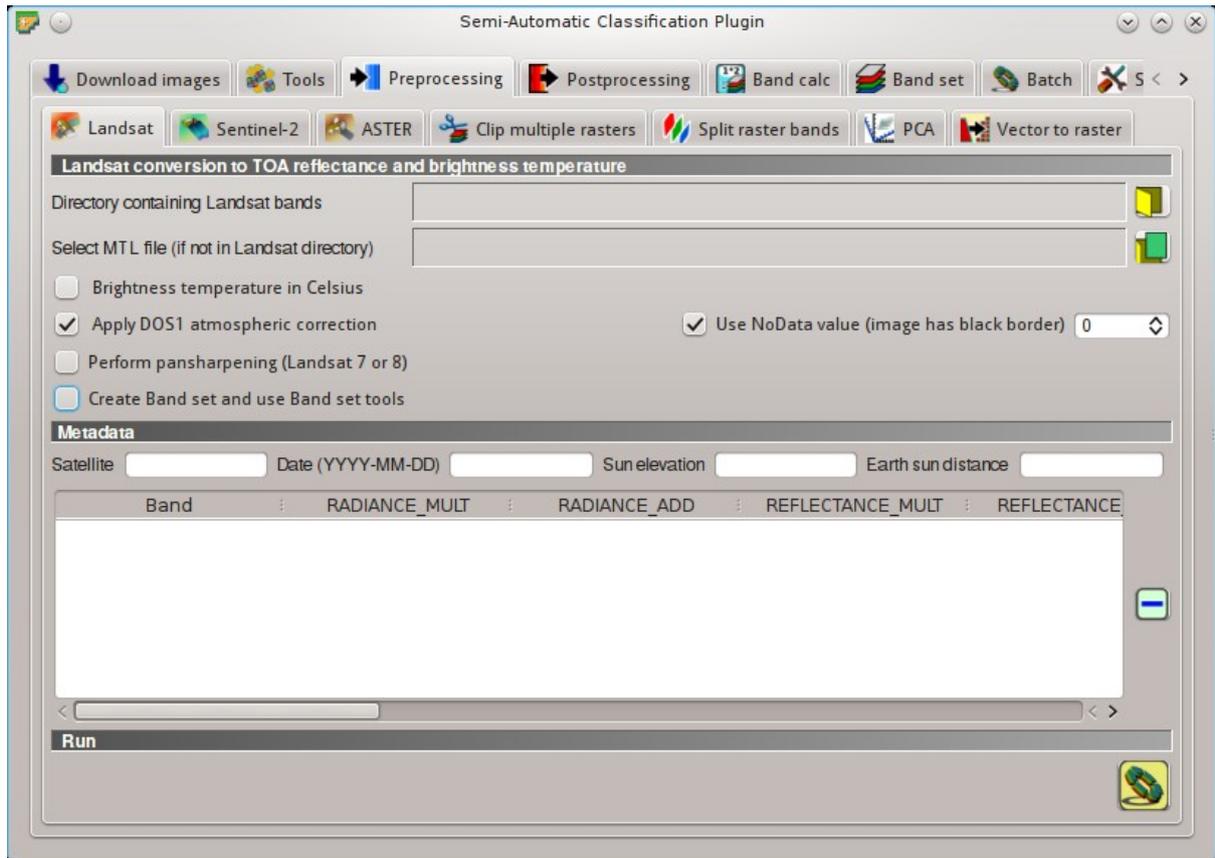


Figura 23.4: Conversion settings

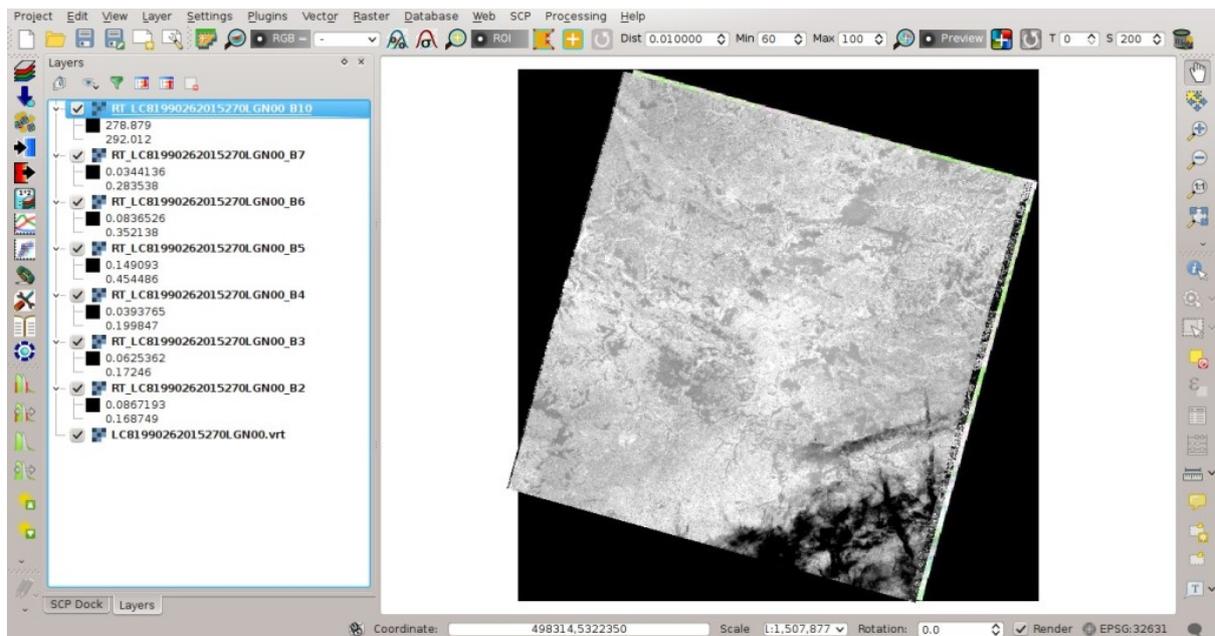


Figura 23.5: Converted Landsat bands

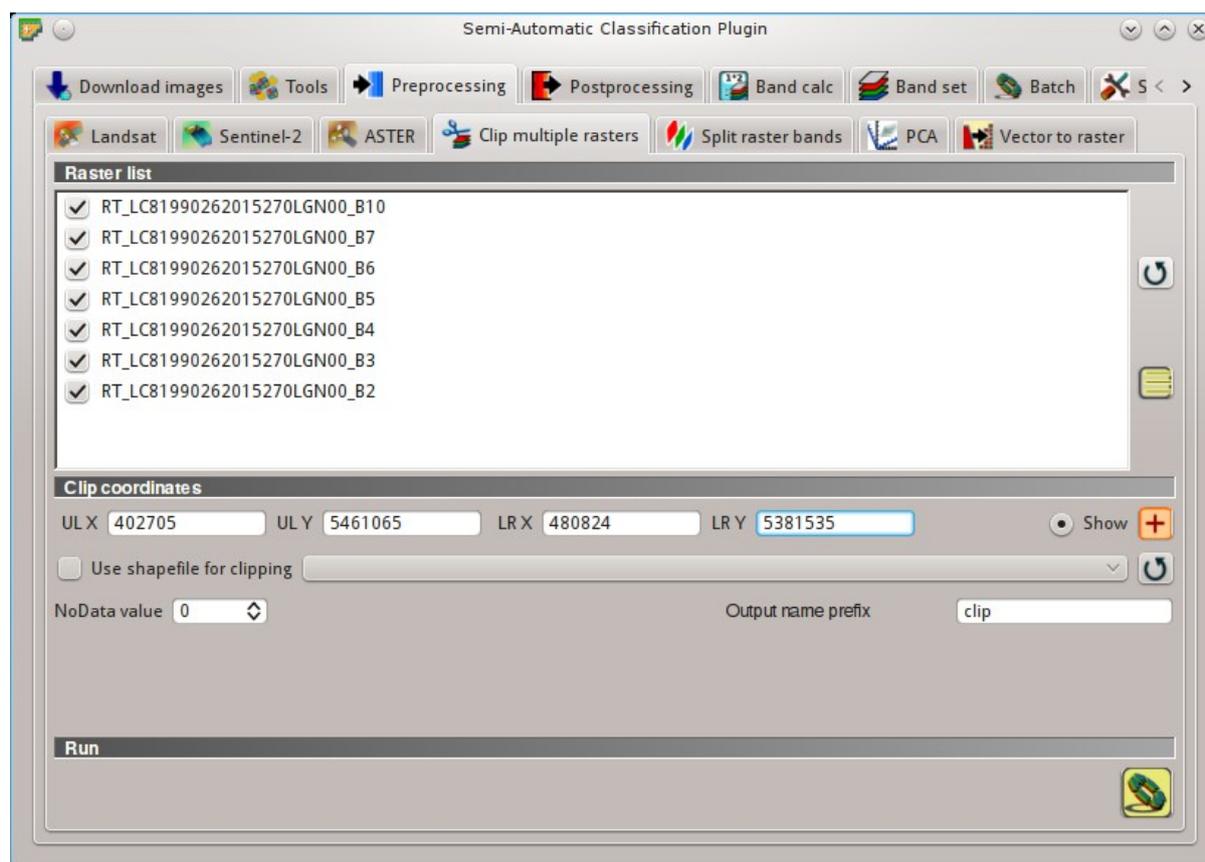


Figura 23.6: Recortar área

Now click the button  and select the directory where clipped bands are saved (e.g. Desktop). Clipped bands have the prefix `clip_` and will be automatically loaded and displayed. We can remove the bands whose names start with `RT_` from QGIS layers.

## Land Cover Classification

Now we need to classify land cover, which will be used later for the creation of the emissivity raster. For detailed instructions about the **classification process** please see *Tutorial 2: Clasificación de la Cobertura del Suelo con Imágenes de Sentinel-2* (página 187).

We are going to use the following **Macroclass IDs** (see *Clases y Macroclases* (página 153)).

### Macroclases

Nombre de la Macroclase	Macroclase ID
Agua	1
Construcciones	2
Vegetación	3
Suelo	4

Open the tab *Conjunto de bandas* (página 111) clicking the button  and define the Landsat 8 *Band set* using clipped bands from 2 to 7 (excluding band 10).

In the *SCP panel* (página 37) click the button , define a file name for the *Training input*. In the list *RGB=* of *Barra de Trabajo* (página 33) select 4-3-2 to display a false color composite corresponding to the bands:

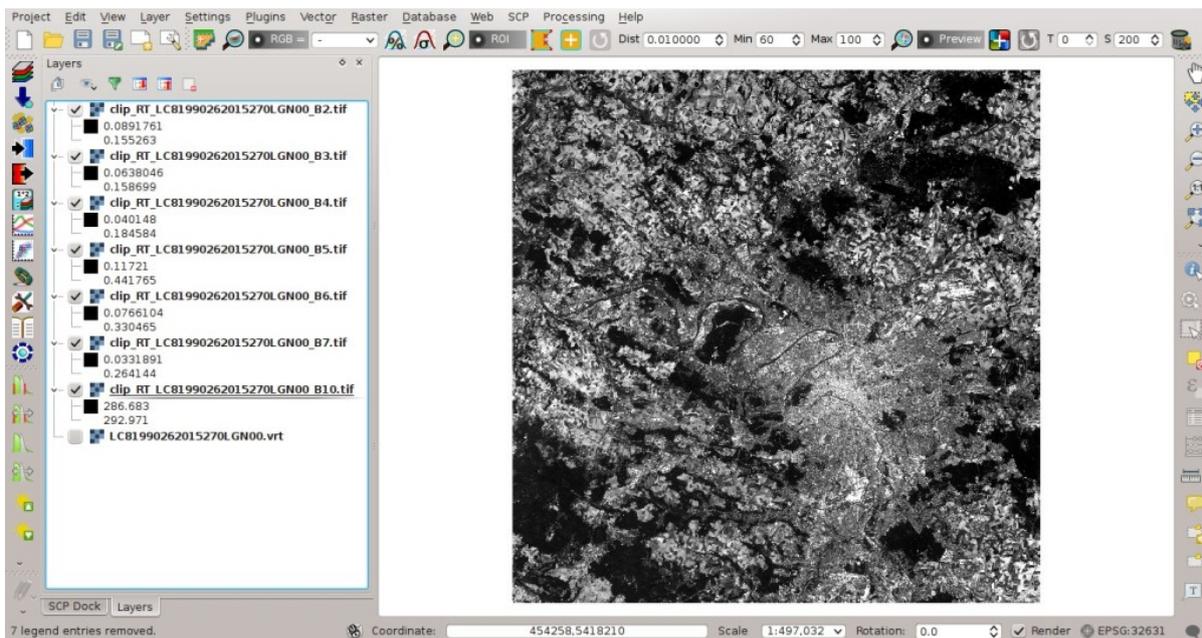


Figura 23.7: *Bandas recortadas*

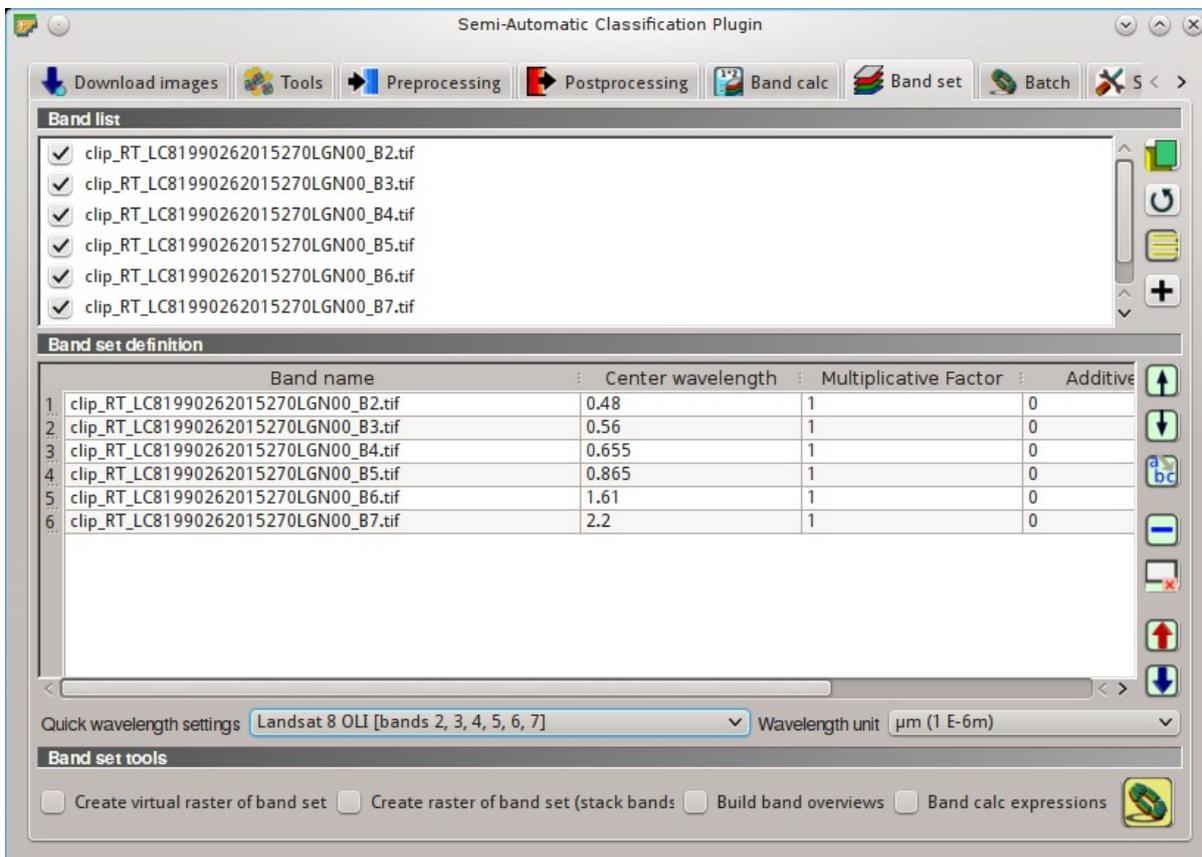


Figura 23.8: *Conjunto de bandas*

Near-Infrared, Red, and Green (see *Composición de Color* (página 147)).

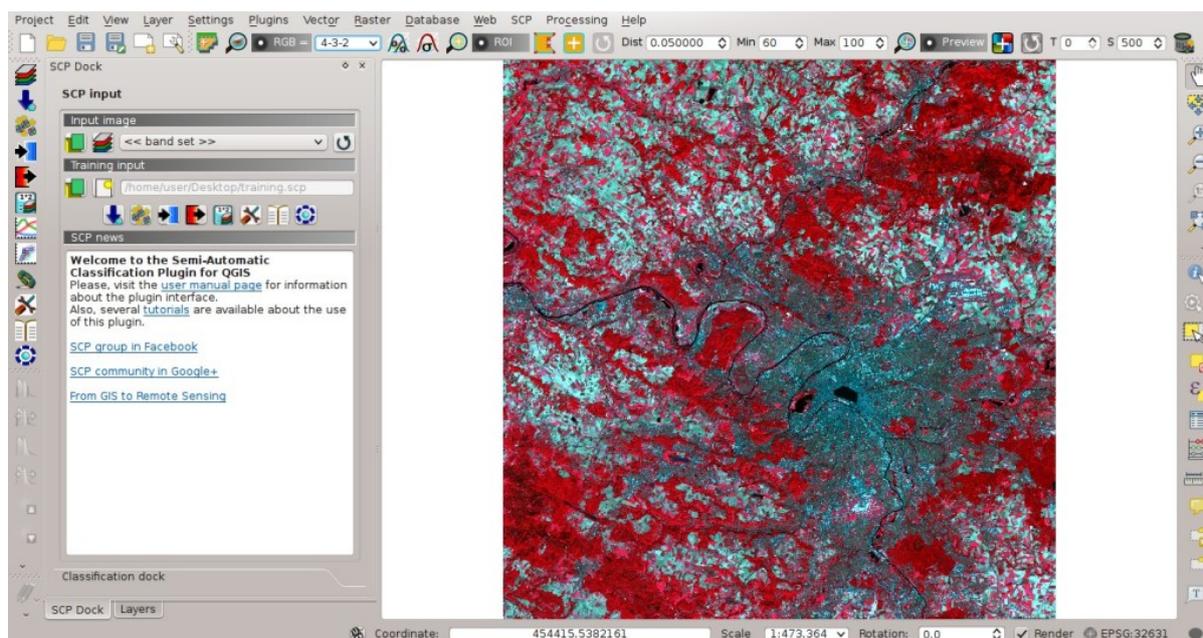


Figura 23.9: Color composite

After the creation of several ROIs for each land cover class, we can perform the classification of the whole image (see *Tutorial 2: Clasificación de la Cobertura del Suelo con Imágenes de Sentinel-2* (página 187)). After setting the colors of *MC ID* (in the tab *Macroclasses* (página 44) of the *SCP panel* (página 37)), in the tab *Classification algorithm* (página 46) check the option  *MC ID* to use Macroclass IDs and select the classification algorithm *Máxima Probabilidad* (página 154).

Then, open the tab *Classification output* (página 47), click the button  and define the name of the classification output.

## Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values

Now we are going to reclassify the classification raster using the **land surface emissivity** values. The emissivity (e) values for the land cover classes are provided in the following table (values used in this tutorial are only indicative, because emissivity of every material should be obtained from field survey):

*Valores de emisividad*

Superficie de la tierra	Emisividad e
Agua	0.98
Construcciones	0.94
Vegetación	0.98
Suelo	0.93

Open the tab *Postprocesamiento* (página 93) clicking the button  in the *SCP menú* (página 29), or the *SCP Herramientas* (página 31), or the *SCP panel* (página 37). Select the tab *Reclasificación* (página 98) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Select the classification raster from the list.

Click the button  to add 4 rows to the table *Values*. In this table, set the old value (the Macroclass ID of the classification) and the new value (the corresponding emissivity e) for every land cover class. Uncheck the

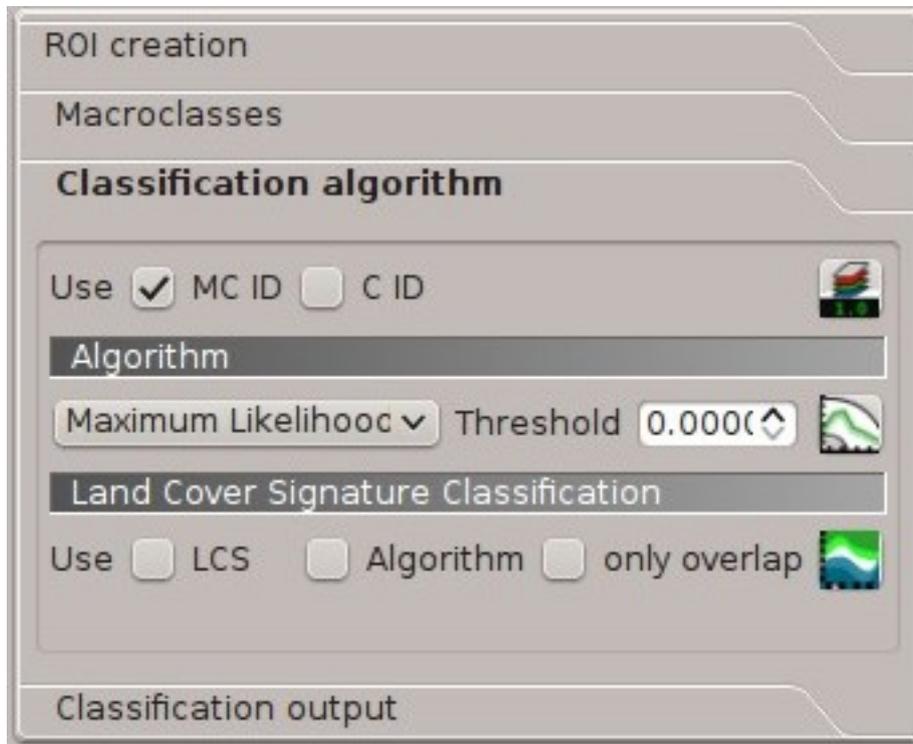


Figura 23.10: *Classification algorithm*

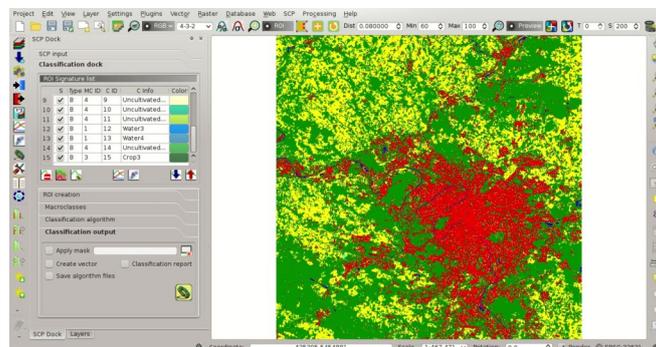


Figura 23.11: *Land cover classification*

checkbox  Use code from Signature list, click the button  and define the name of the output raster (e.g. emissivity.tif).

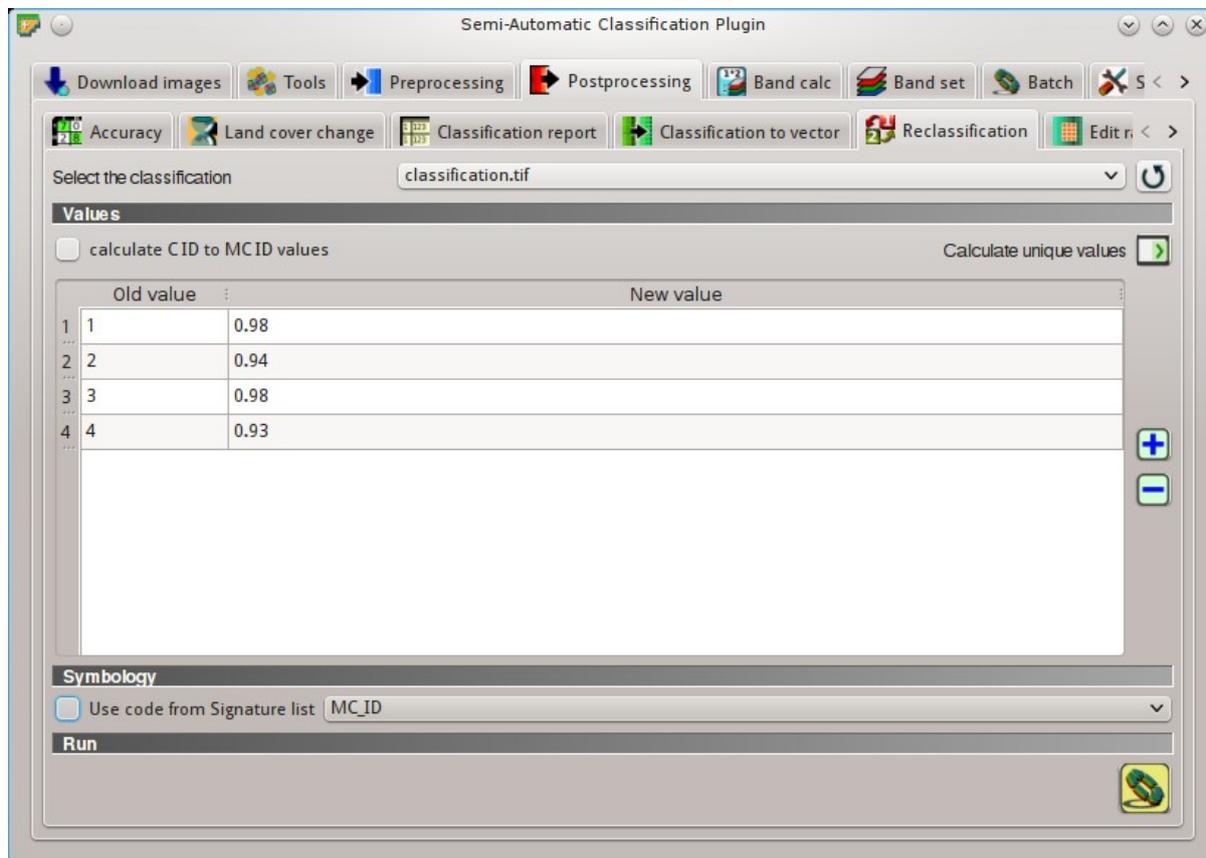


Figura 23.12: *Reclassification*

This is the emissivity raster, where each pixel has the emissivity value that we have defined for the respective land cover class.

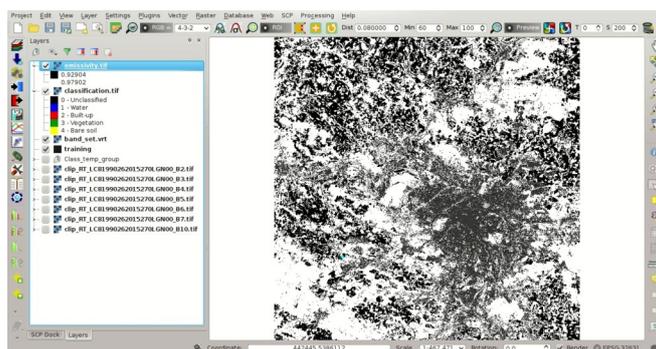


Figura 23.13: *Emissivity raster*

## Conversion from At-Satellite Temperature to Land Surface Temperature

Now we are ready to convert the At-Satellite Brightness Temperature to **Land Surface Temperature**, using the following equation (see *Estimación de la Temperatura de Superficie del Suelo* (página 168)):

$$T = T_B / [1 + (\lambda * T_B / c_2) * \ln(e)]$$

donde:

- $\lambda$  = longitud de onda de la radiancia emitida
- $c_2 = h * c / s = 1,4388 * 10^{-2} \text{ m K} = 14388 \text{ } \mu\text{m K}$
- $h$  = Constante de Planck's =  $6,626 * 10^{-34} \text{ J s}$
- $s$  = constante de Boltzmann =  $1,38 * 10^{-23} \text{ J/K}$
- $c$  = velocidad de la luz  $2,998 * 10^8 \text{ m/s}$

The values of  $\lambda$  for Landsat bands are listed in the following table.

*Center wavelength of Landsat bands*

Satélite	Banda	$\lambda(m)$
Landsat 4, 5, and 7	6	11.45
Landsat 8	10	10.8
Landsat 8	11	12

Open the tab *Calculadora de Bandas* (página 107) clicking the button  in the *SCP menú* (página 29), or the *SCP Herramientas* (página 31), or the *SCP panel* (página 37). Click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. We have used band 10 of Landsat 8, therefore in the *Expresión* (página 108) type the equation for conversion adapted to our rasters:

```
"clip_RT_LC81990262015270LGN00_B10.tif" / ( 1 + ( 10.8 * "clip_RT_
↔LC81990262015270LGN00_B10.tif" / 14388 ) * ln("emissivity.tif") )
```

Click the button  and define the name of the output raster (e.g. `surface_temperature.tif`). After the calculation, the Land Surface Temperature (in kelvin) will be loaded, and we can change the layer style. In addition, in the tab *Calculadora de Bandas* (página 107) we can calculate the temperature in Celsius with the expression:

```
"surface_temperature.tif" - 273.15
```

We can notice that the urban area and uncultivated land have the highest temperatures, while vegetation has the lowest temperature. The aim of this tutorial is to describe a methodology for the estimation of surface temperature using open source programs and free images. It is worth highlighting that in order to achieve more accurate results, one should perform field survey for improving the land cover classification and the estimation of surface emissivities.

In addition to Landsat, we are going to use an ASTER image and use the same methodology for the estimation of Land Surface Temperature.

## Data Download and Conversion of ASTER Image

Open the tab *Descarga de Imágenes* (página 51) and select the tab *Descargar ASTER* (página 59).

In *Acceso* <https://urs.earthdata.nasa.gov> (página 59) enter the user name and password required for accessing data (free registration at EOSDIS Earthdata is required) in *User* and *Password*. The ASTER L1T data products

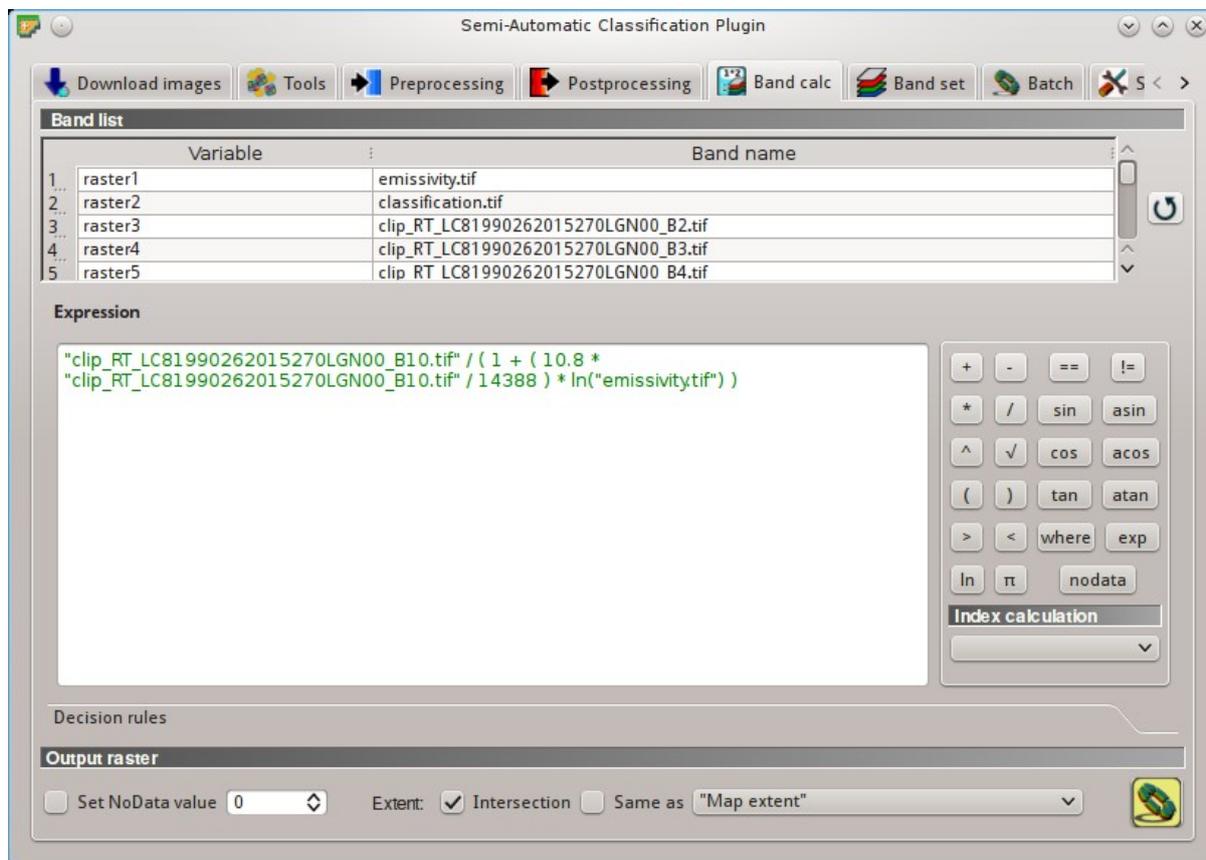


Figura 23.14: Calculation of surface temperature

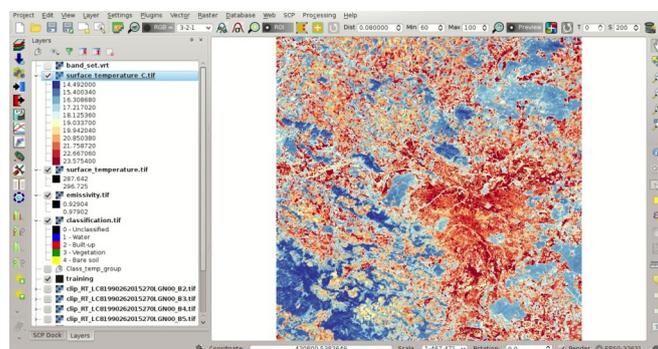


Figura 23.15: Land Surface Temperature of the Landsat Image

are retrieved from the online Data Pool, courtesy of the NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota, [https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access/data\\_pool](https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool).

In *Area de búsqueda* (página 61) enter:

- *UL X (Lon)*: 2
- *UL Y (Lat)*: 49
- *LR X (Lon)*: 2.5
- *LR Y (Lat)*: 48.8

In *Buscar* (página 61) set the acquisition date:

- *Date from*: 2000-08-24
- *to*: 2000-08-24

Ahora pulsa el botón *Buscar*  y luego de unos segundos la imagen se mostrará en la lista de imágenes.

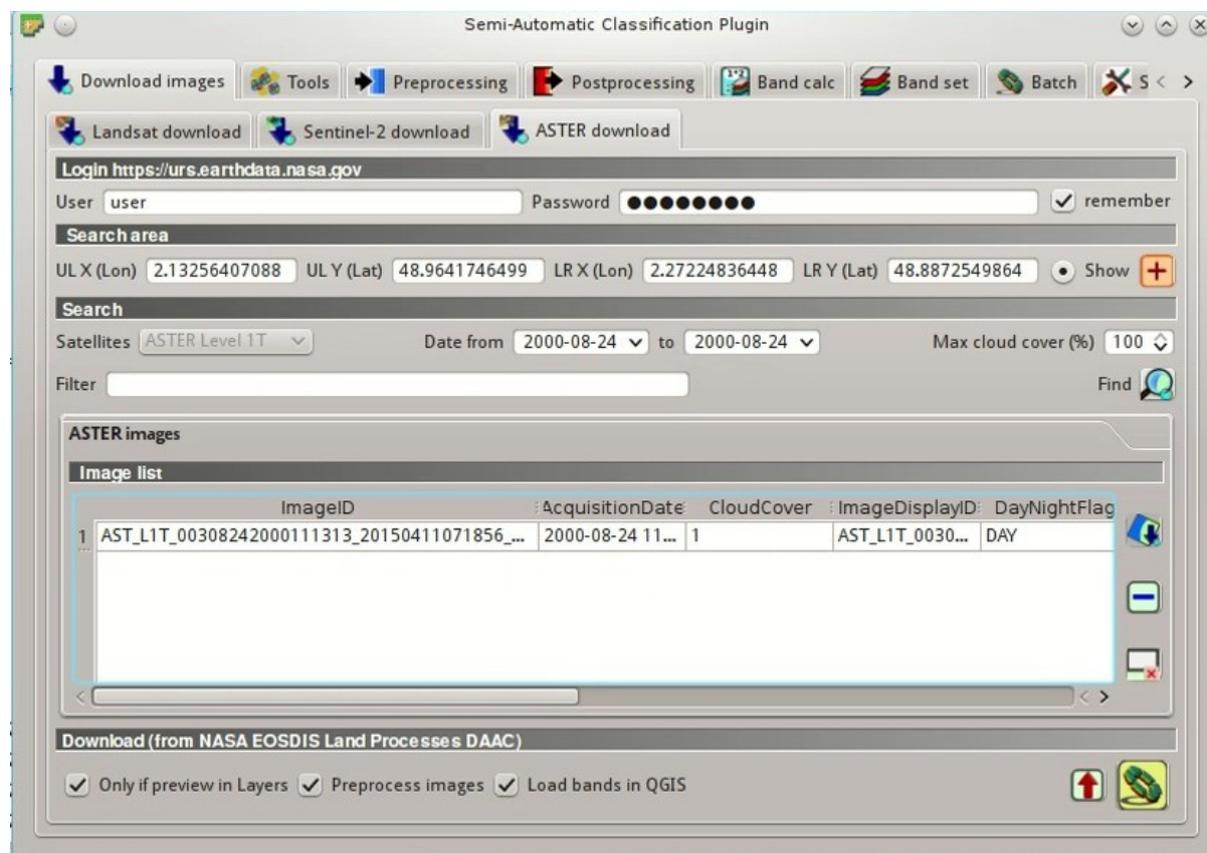


Figura 23.16: *ASTER search result*

In the result table, click the item `AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805` in the field *ImageID*, and click the button . A preview will be downloaded and displayed in the map, which is useful for assessing the quality of the image and the cloud cover.

As we did for Landsat, we are going to apply the *Corrección DOSI* (página 164). The checkbox  *Preprocess images* allows for the automatic conversion of bands after the download, according to the settings defined in *ASTER* (página 82). Bands from 1 to 9 will be converted to reflectance and bands from 10 to 14 will be converted to At-Satellite Brightness Temperature.

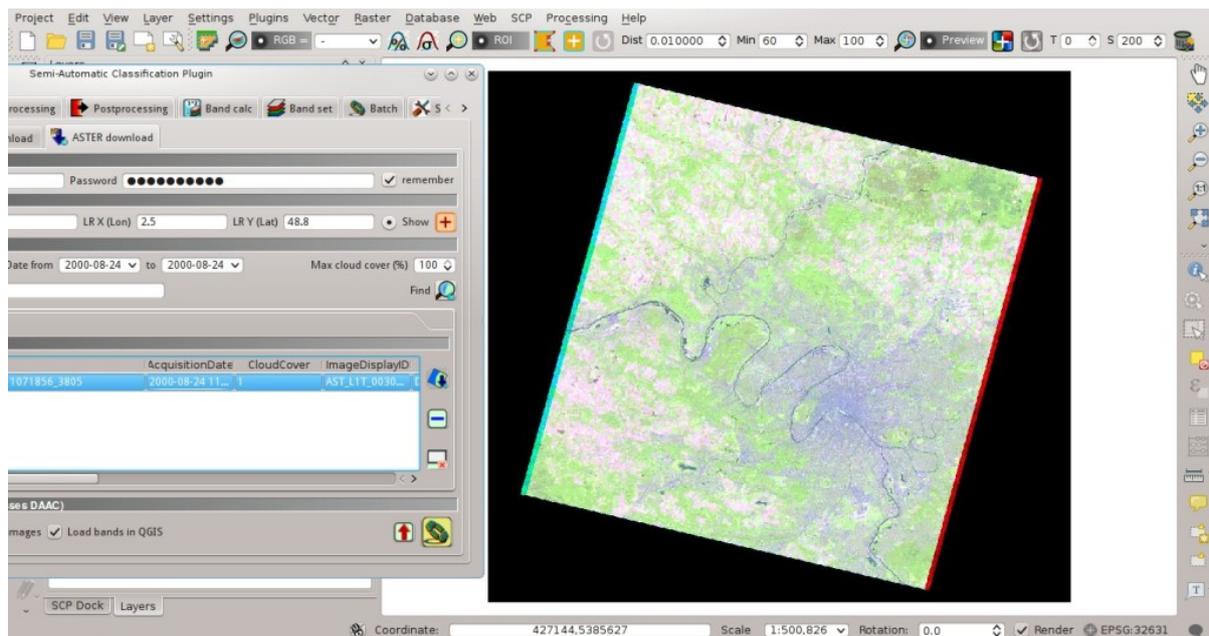


Figura 23.17: ASTER image preview

Open the tab *ASTER* (página 82), check  *Apply DOS1 atmospheric correction* and leave checked  *Create Band set and use Band set tools* (this is useful to automatically create a *Band set*, which is required for the next step).

In order to start the **download and conversion process**, open the tab *Descargar ASTER* (página 59), click the button  and select the directory where converted bands are saved (e.g. Desktop). After a few minutes, converted bands are loaded and displayed (file name starts with RT\_).

## Clip to Study Area of ASTER image

We are going to **clip the ASTER images** to our study area, because bands are not aligned at the border.

Open the tab *Preprocesamiento* (página 78) clicking the button . Select the tab *Recortar múltiples rásters* (página 86) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. *Band set* 'Click the button `|select_all|` to select all the rasters to be clipped, and check `|checkbox| :guilabel: 'Use temporary ROI for clipping`. Now, we can draw a manual ROI (because a *Band set* is already defined, see *ROI creación de* (página 42)) about the same shape of the ASTER image, about 20 pixels within the border thereof (in order to align the border of all the bands).

Now click the button  and select the directory where clipped bands are saved (e.g. Desktop). Clipped bands have the prefix `clip_` and will be automatically loaded and displayed. We can remove the bands whose names start with `RT_` from QGIS layers.

## Land Cover Classification of ASTER Image

Using the same Macroclass IDs used for Landsat, we are going to classify the ASTER image.



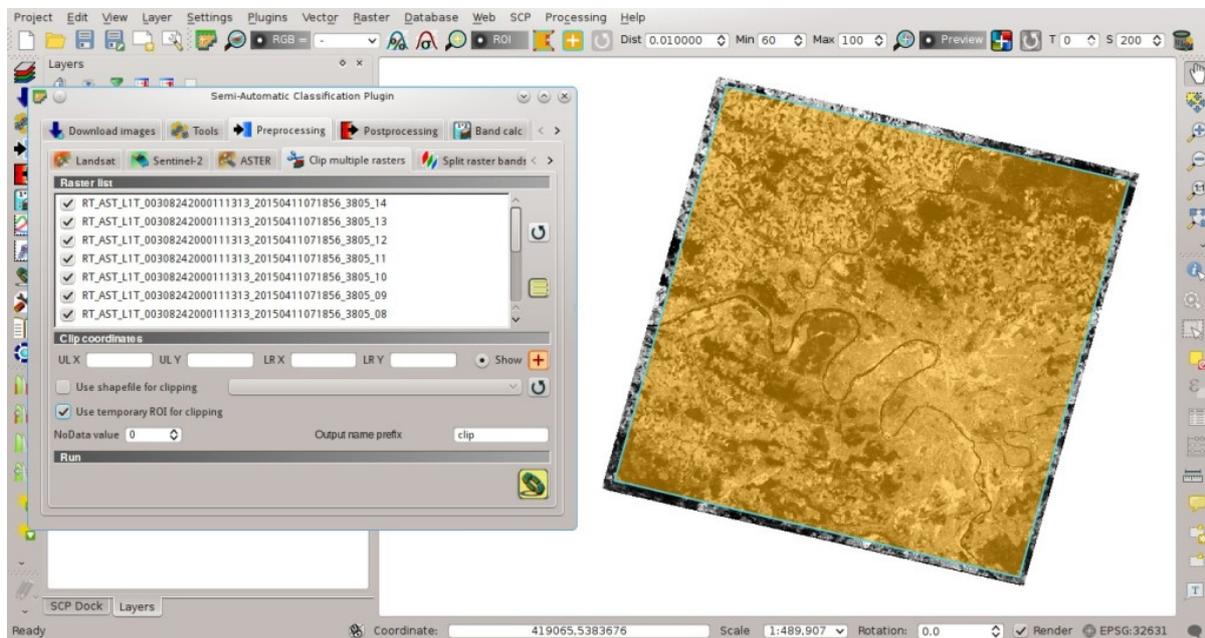


Figura 23.20: Recortar área

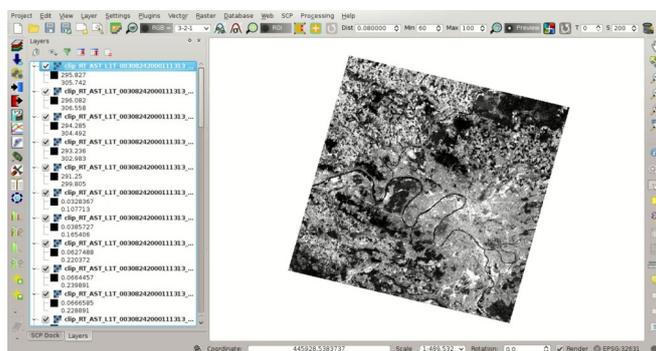


Figura 23.21: Bandas recortadas

Open the tab *Conjunto de bandas* (página 111) clicking the button . Click the button  to clear all bands from *Band set* and define the ASTER *Band set* using the clipped bands from 1 to 9.

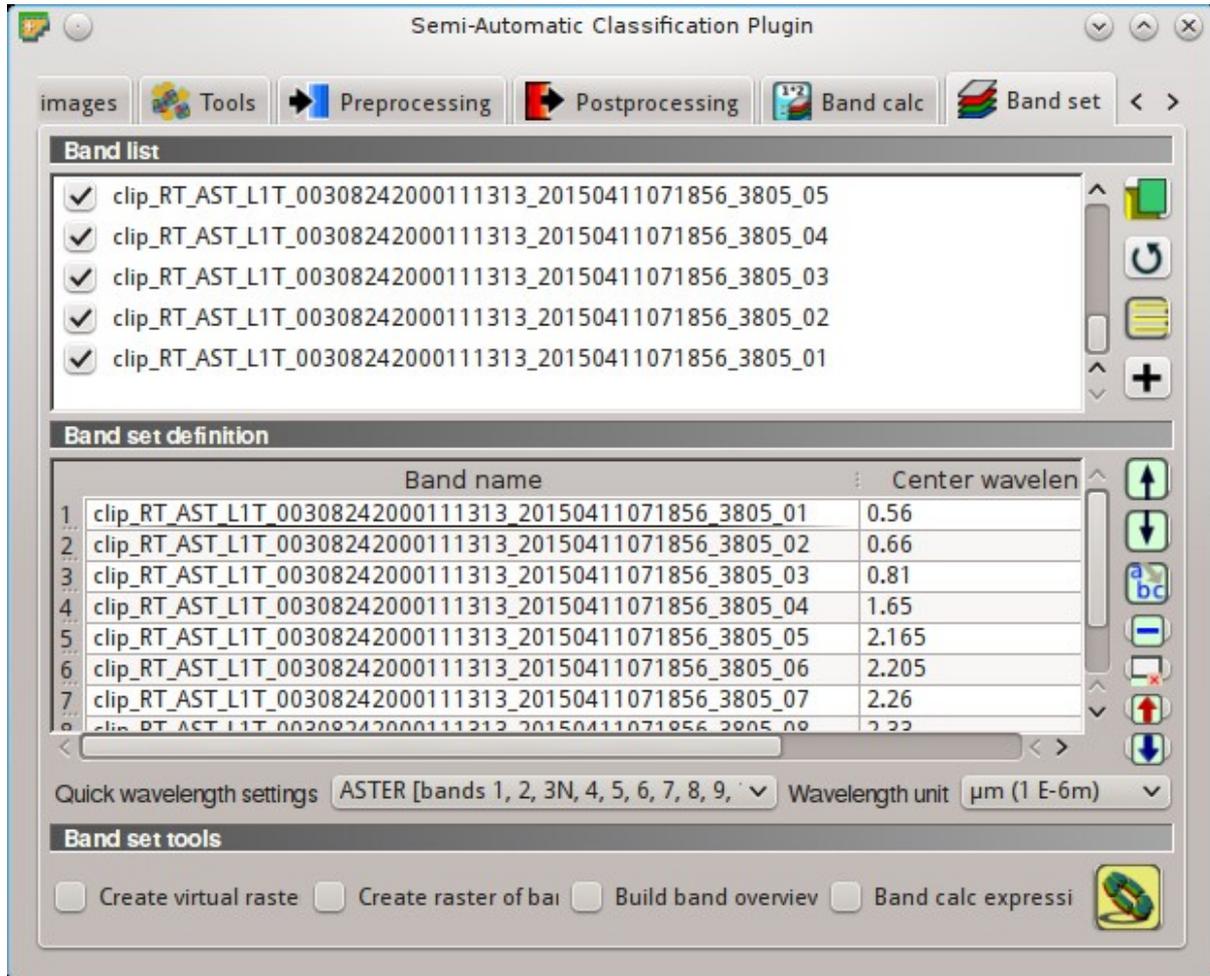


Figura 23.22: ASTER band set

In the *SCP panel* (página 37) click the button , define a file name for the *Training input* (e.g. training\_ASTER). Clear the table *ROI Signature list* (página 41) highlighting all the spectral signatures created previously for Landsat and clicking the button .

In the list *RGB=* of *Barra de Trabajo* (página 33) select 3-2-1 to display a false color composite corresponding to the bands: Near-Infrared, Red, and Green (see *Composición de Color* (página 147)).

After the creation of several ROIs for each land cover class, we can perform the classification of the whole image. After setting the colors of *MC ID* (in the tab *Macroclasses* (página 44) of the *SCP panel* (página 37)), in the tab *Classification algorithm* (página 46) check the option  *MC ID* to use Macroclass IDs and select the classification algorithm *Máxima Probabilidad* (página 154). Then, open the tab *Classification output* (página 47), click the button  and define the name of the classification output (e.g. classification\_aster.tif).

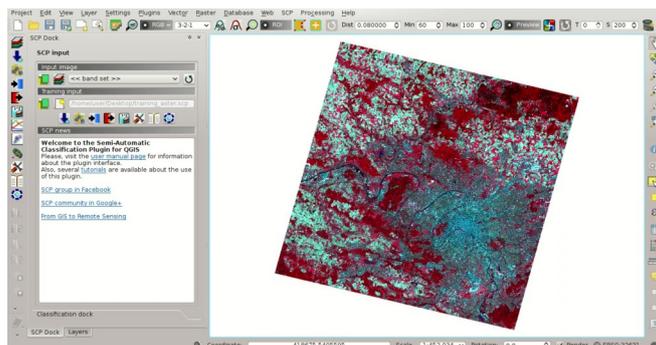


Figura 23.23: ASTER color composite

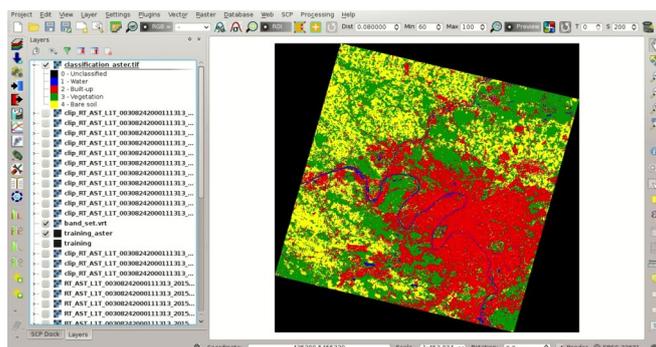


Figura 23.24: ASTER land cover classification

## Reclassification of Land Cover Classification to Emissivity Values of ASTER Image

Now we are going to reclassify the classification raster using the same **land surface emissivity** values used for Landsat.

Open the tab *Postprocesamiento* (página 93) clicking the button . Select the tab *Reclasificación* (página 98) and click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters. Select the classification raster from the list.

Click the button  to add 4 rows to the table *Values*. In this table, set the old value (the Macroclass ID of the classification) and the new value (the corresponding emissivity  $e$ ) for every land cover class. Uncheck the checkbox  *Use code from Signature list*, click the button  and define the name of the output raster (e.g. `emissivity_aster.tif`).

The following figure show the emissivity raster of ASTER image.

## Conversion from At Satellite Temperature to Land Surface Temperature of ASTER Image

We can convert the At-Satellite Brightness Temperature to **Land Surface Temperature**, using the same equation used for Landsat (see *Estimación de la Temperatura de Superficie del Suelo* (página 168)).

The values of  $\lambda$  for ASTER bands are listed in the following table.

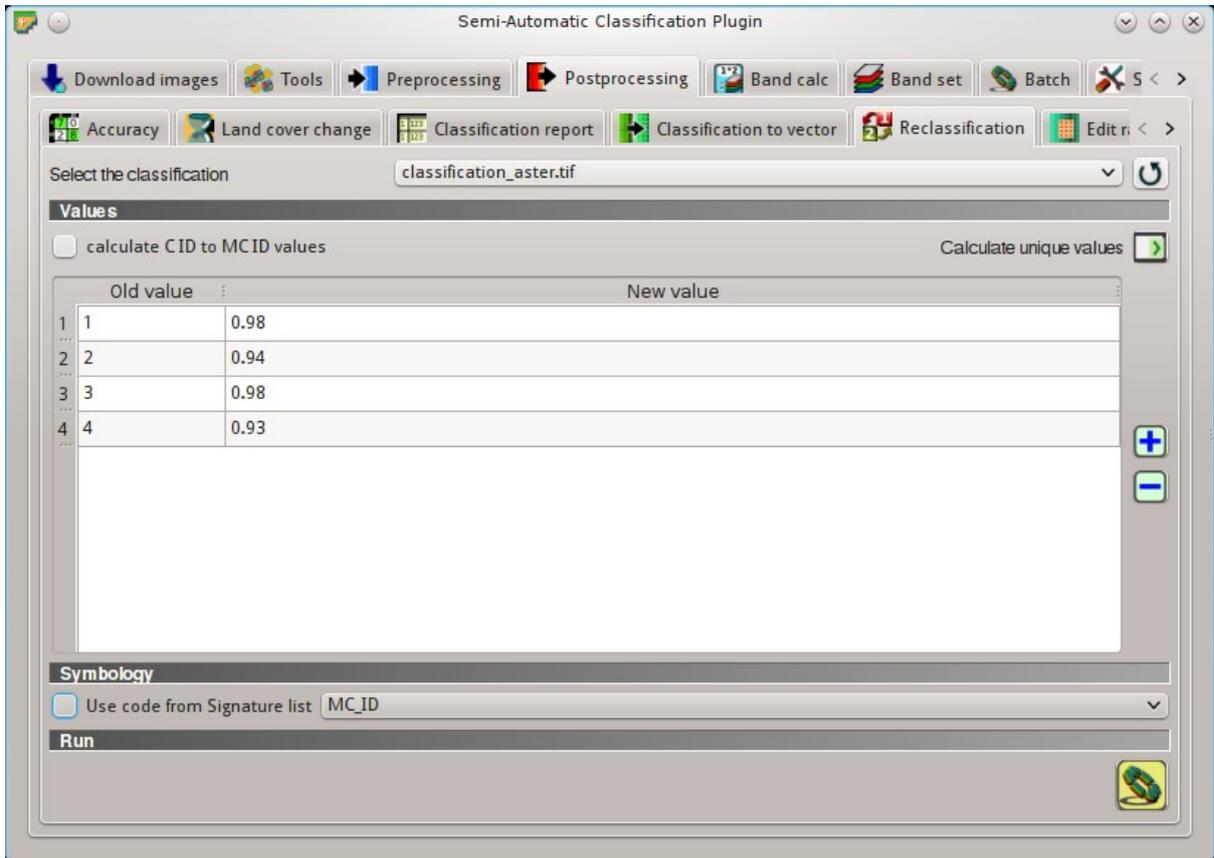


Figura 23.25: ASTER reclassification

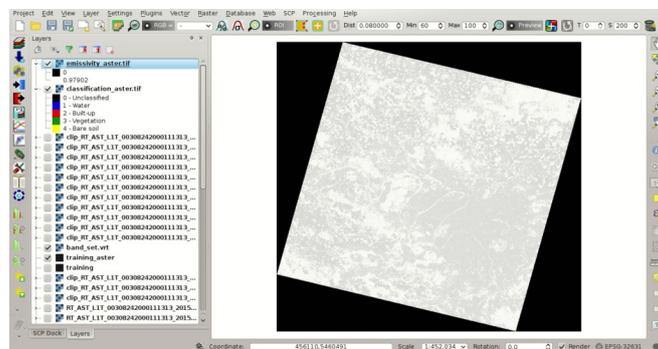


Figura 23.26: ASTER emissivity raster

*Center wavelength of ASTER bands*

Satélite	Banda	$\lambda(m)$
ASTER	10	8.3
ASTER	11	8.65
ASTER	12	9.1
ASTER	13	10.6
ASTER	14	11.3

We are going to use ASTER band 13 that has a  $\lambda$  value very similar to the Landsat band 10.

Open the tab *Calculadora de Bandas* (página 107) clicking the button . Click the button  to refresh the layer list and show the loaded rasters, and in the *Expresión* (página 108) type equation for conversion adapted to our rasters:

```
"clip_RT_AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805_13.tif" / ( 1 + ( 10.6 *
↔"clip_RT_AST_L1T_00308242000111313_20150411071856_3805_13.tif" / 14388 ) * ln(
↔"emissivity_aster.tif" ) )
```

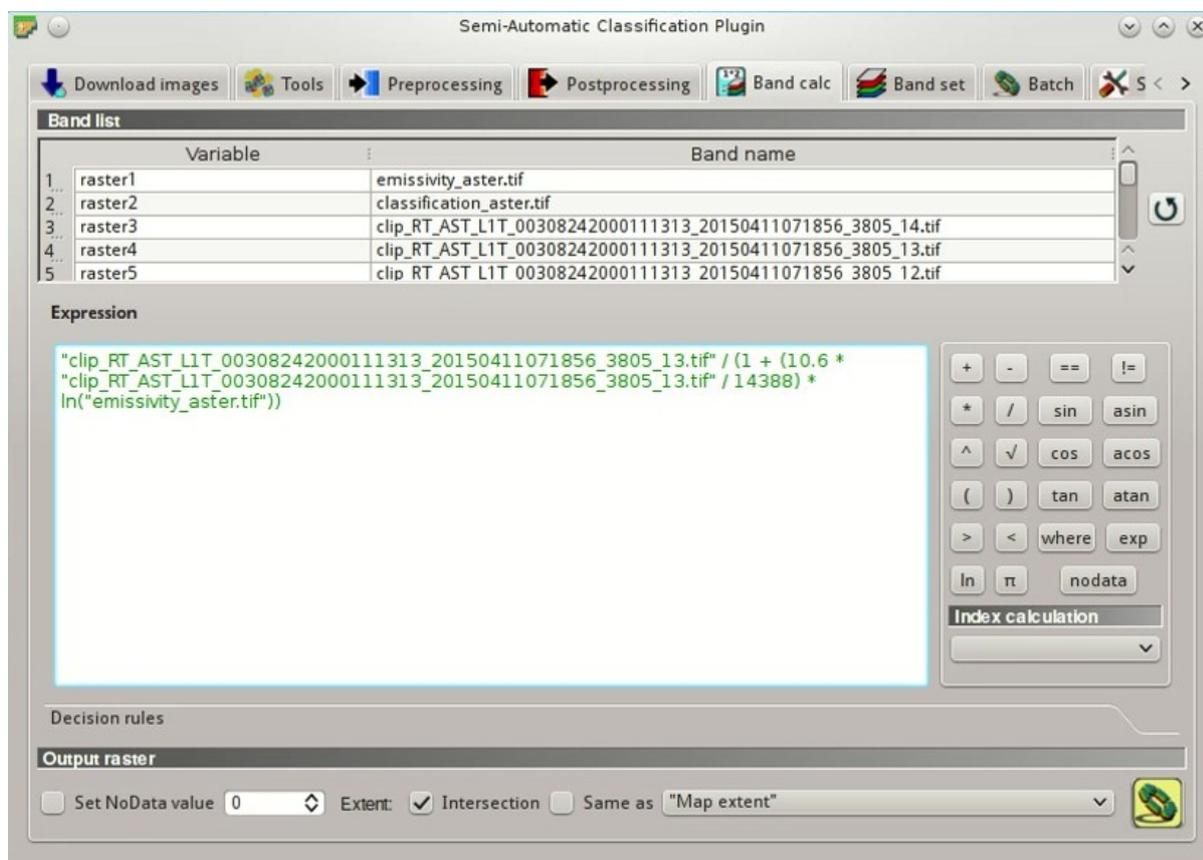


Figura 23.27: Calculation of surface temperature

Click the button  and define the name of the output raster (e.g. `surface_temperature_aster.tif`). After the calculation, the Land Surface Temperature (in kelvin) will be loaded, and we can change the layer style. In addition, in the tab *Calculadora de Bandas* (página 107) we can calculate the temperature in Celsius with the expression:

```
"surface_temperature_aster.tif" - 273.15
```

The ASTER image shows temperature values higher than the Landsat image. For instance, we could perform the difference between the two surface temperature rasters (Landsat and ASTER) to assess the variation of tempera-

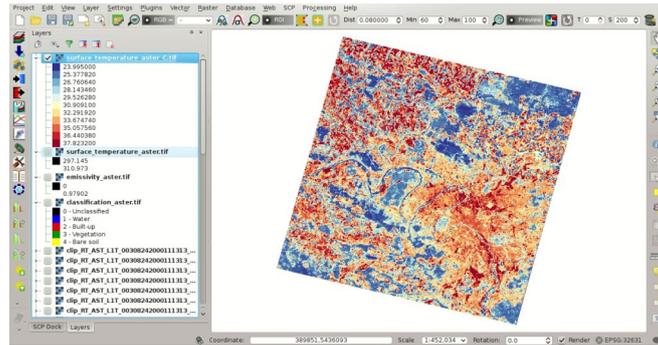


Figura 23.28: Land Surface Temperature of the ASTER Image

ture. However, we should notice that the two images were acquired in different months (Landsat on 27-09-2015 and ASTER on 24-08-2000).

The large availability of Landsat and ASTER images for the past decades allows for the reliable monitoring of land cover and surface temperature. Nevertheless, cloud cover can limit the number of images that can be effectively used.

This tutorial illustrated a methodology of temperature estimation using these satellite images and open source programs. One should always consider that the estimation accuracy depends on several factors, such as the thematic and spatial accuracy of land cover classifications and the reliability of the emissivity values. Estimation errors can be of 1 K or even more. Other methods have been developed which can provide more accurate results, and the reader can continue the research.

## Otros Tutoriales

For other tutorials visit the blog [From GIS to Remote Sensing](#) .

Also, visit the blog [From GIS to Remote Sensing](#) for other tutorials such as:

- [Flood Monitoring Using The Semi-Automatic Classification Plugin;](#)
- [Wildfire Monitoring Using The Semi-Automatic Classification Plugin;](#)
- [From Image Download to NDVI Calculation in One Move: SCP Batch;](#)

Para otros tutoriales no oficiales, incluyendo idiomas diferentes al Inglés, vea *Otros tutoriales sobre SCP, incluso en lenguajes diferentes al Inglés*. (página 274).



## **Parte VII**

# **Semi-Automatic OS**



El sistema Semi-Automatic OS es una máquina virtual ligera para la clasificación de la cobertura del suelo con imágenes de sensores remotos. Incluye el complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) para QGIS, ya configurado con todas las dependencias requeridas, instalado a través del repositorio oficial de SCP ( <https://semiautomaticgit.github.io/SemiAutomaticClassificationPlugin/repository.xml> ) el cual siempre proporciona la última versión de SCP.



Figura 23.29: *Semi-Automatic OS desktop*

Semi-Automatic OS está basado en [Debian](#) , y diseñado para necesitar muy pocos recursos de hardware. Usa [LXDE](#) y [Openbox](#) como entorno de escritorio principal. Esta máquina virtual puede ser muy útil para evaluar el complemento Semi-Automatic Classification Plugin, o cuando la instalación de los programas necesarios en el sistema anfitrión causa problemas. Semi-Automatic OS está disponible como máquina virtual para 32 bit y 64 bit que puede correr en el software de código abierto VirtualBox, o cualquier otro programa de virtualización. Lo siguiente es una guía para la instalación del Semi-Automatic OS en el programa de código abierto VirtualBox.

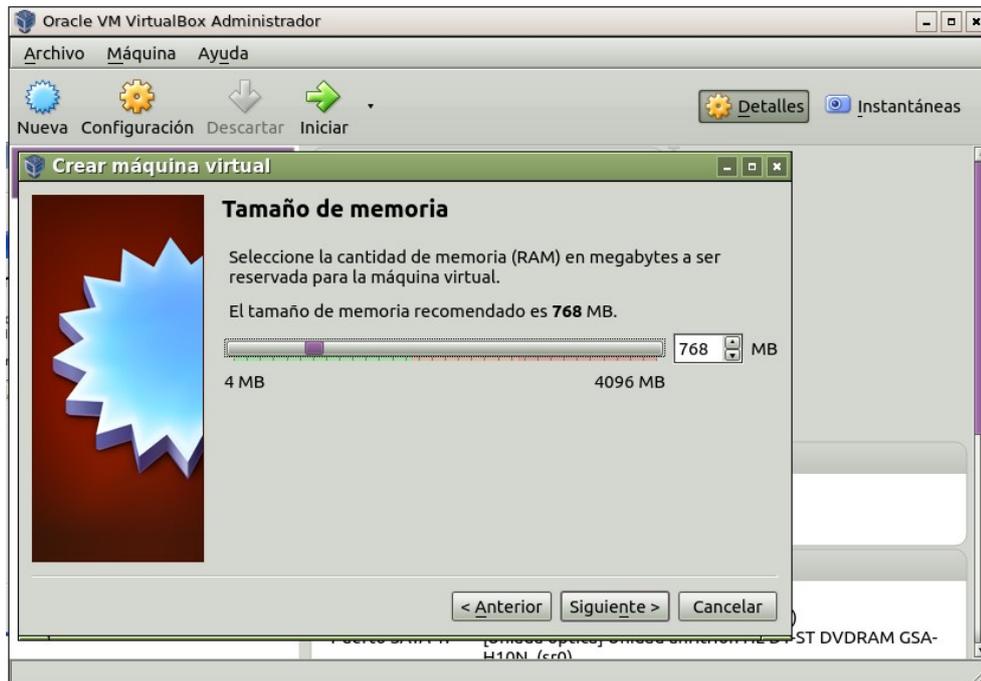


## Instalación en VirtualBox

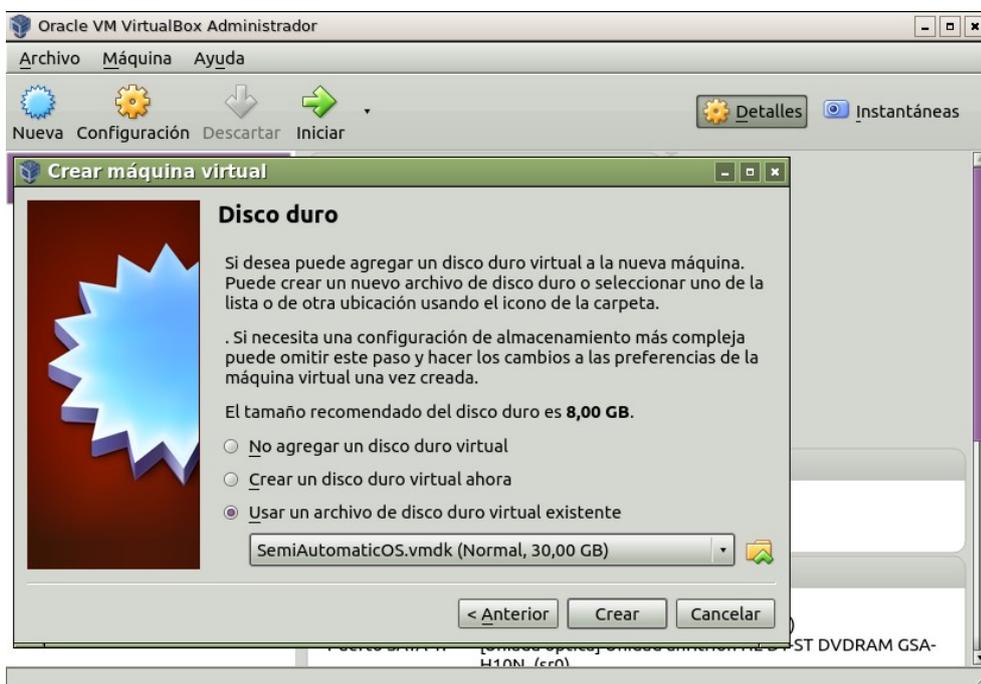
1. Descarga [VirtualBox](#) software de código abierto (selecciona la versión adecuada dependiendo de tu SO) e instálalo, al final de la instalación reinicia el sistema;
2. Descarga la máquina virtual de Semi-Automatic OS (aproximadamente 800 MB) desde [aquí](#) (32 bit o 64 bit);
3. Extrae el contenido de la máquina virtual en un directorio (requiere cerca de 3 GB de espacio en disco); el archivo está comprimido en formato 7z (si necesitas, descarga el software de código abierto para la extracción desde <http://www.7-zip.org/>);
4. Inicia VirtualBox y crea una nueva máquina virtual Debian;
  - a) Haz clic en el botón Nueva;
  - b) Escribe un nombre para la máquina virtual (por ejemplo Semi-Automatic OS); elige Linux y Debian (32 o 64 bit) como Tipo y la versión correspondiente; haz clic en Siguiente;



- c) Selecciona el tamaño de memoria; más es mejor, pero este parámetro no debe exceder la mitad de la memoria RAM del sistema anfitrión (por ejemplo si el sistema anfitrión tiene 1GB de RAM, escribe 512 MB); clic en Siguiente;

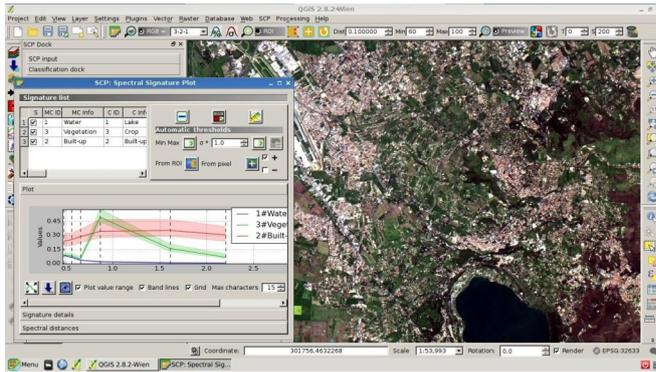


- d) En la configuración de Disco Duro selecciona Usar un archivo de disco duro virtual existente y selecciona el archivo descargado SemiAutomaticOS.vmdk; clic en Crear;



5. Inicia el Semi-Automatic OS haciendo clic en el botón Iniciar;
6. Es recomendable instalar en la máquina virtual las virtualbox-guest-utils, en el Menu > Preferences > Synaptic Package Manager; que permiten una mejor integración del Semi-Automatic OS con el sistema anfitrión, como: cambiar el tamaño de la ventana del sistema, también compartir carpetas.

El Semi-Automatic OS incluye un conjunto de datos de ejemplo de imágenes Landsat (disponibles en el U.S. Geological Survey) y una imagen Sentinel-2 (© Copernicus Sentinel data 2016) la cual es la imagen de entrada para los dos tutoriales básicos.



*Semi-Automatic OS es software libre: puedes redistribuirlo y/o modificarlo bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU como está publicada por Free Software Foundation, Versión 3.0 de la Licencia. Semi-Automatic OS es distribuido con la esperanza de que sea útil, pero SIN NINGUNA GARANTÍA; incluso sin la implícita garantía de COMERCIALIZACIÓN o ADAPTARLA PARA PROPÓSITOS ESPECÍFICOS. Lee la Licencia Pública General de GNU para mayores detalles. Mira <http://www.gnu.org/licenses/>.*



## **Parte VIII**

# **Preguntas Frecuentes**



Si tienes preguntas o comentarios, por favor únete al Grupo de Facebook o a la Comunidad Google+ .

Before asking, please check the official site From GIS to Remote Sensing and the following Frequently Asked Questions.

- *Instalación del Complemento (página 257)*
  - *¿Cómo instalar el complemento manualmente? (página 257)*
  - *¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP? (página 257)*
- *Pre procesamiento (página 261)*
  - *¿Qué bandas de la imagen debería utilizar para la clasificación semi-automática? (página 261)*
  - *¿Qué bandas Landsat pueden convertirse a reflectancia con el SCP? (página 261)*
  - *¿Puedo realizar la conversión de imágenes Sentinel-2 descargadas desde la web? (página 261)*
  - *¿Cómo son convertidas las imágenes Sentinel-2 que tienen diferente resolución? (página 262)*
  - *¿Se puede aplicar la conversión Landsat y la corrección DOS a bandas recortadas? (página 262)*
  - *¿Puedo aplicar la corrección DOS a bandas con borde negro (Ej. con el valor SinDatos)? (página 262)*
  - *¿Cómo quitar la cobertura de nubes a las imágenes? (página 262)*
  - *¿Cómo puedo crear manualmente un ráster virtual en QGIS? (página 262)*
  - *Después del pan-sharpening de imágenes Landsat 8 ¿por qué las bandas NIR siguen teniendo 30m de resolución? (página 263)*
- *Procesamiento (página 265)*
  - *Obtengo errores en la clasificación. ¿Cómo puedo mejorar la precisión? (página 265)*
  - *¿Es posible usar los mismos datos de entrada para otras imágenes? (página 265)*
  - *¿Cual es la diferencia entre clases y macroclases? (página 265)*
  - *¿Puedo usar el SCP con imágenes de drones o fotografías aéreas? (página 265)*
  - *¿Por qué solo usar la banda 10 del Landsat 8 en la estimación de la temperatura de la superficie? (página 266)*
- *Advertencias (página 267)*
  - *Advertencia [12]: La siguiente firma será excluida si se usa Máxima Probabilidad. ¿Por qué? (página 267)*
- *Errores (página 269)*
  - *¿Cómo puedo reportar un error? (página 269)*
  - *Problemas con la creación de ráster virtual. ¿Por qué? (página 269)*
  - *Error [26] 'La versión de Numpy está desactualizada'. ¿Por qué? (página 271)*
  - *Error 'Plugin is damaged. Python said: ascii'. ¿Por qué? (página 271)*
  - *Error [50] 'Internet error'. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué? (página 271)*
  - *Error [56] 'SSL error de conexión'. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué? (página 271)*
  - *Este complemento está dañado 'matplotlib requires pyparsing >= 1.5.6'. ¿Por qué? (página 272)*
  - *Error al instalar el plugin, posiblemente faltan dependencias. ¿Por qué? (página 272)*
- *Varios (página 273)*

- *¿Qué puedo hacer con SCP?* (página 273)
- *Cómo contribuir a SCP* (página 274)
- *Recursos gratis y valiosos sobre teledetección y SIG* (página 274)
- *Otros tutoriales sobre SCP, incluso en lenguajes diferentes al Inglés.* (página 274)
- *¿Cómo puedo traducir este manual del usuario a otro lenguaje?* (página 275)
- *¿Dónde está el código fuente de SCP?* (página 276)

---

## Instalación del Complemento

---

### ¿Cómo instalar el complemento manualmente?

El SCP puede instalarse manualmente (puede ser útil cuando no esté disponible una conexión a internet o se desea instalar en varias computadoras) siguiendo estos pasos:

1. Descarga el archivo zip de SCP desde <https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationPlugin/archive/master.zip> ;
2. extraer el contenido del archivo (varios archivos como `COPYING.txt` y carpetas como `ui`) en una nueva carpeta llamada `SemiAutomaticClassificationPlugin` (sin el `-master`);
3. abre el directorio “plugins” (en Windows normalmente `C:\Users\nombreusuario\.qgis2\python\plugins`, en Linux y Mac normalmente `“/home/usuario/.qgis2/python/plugins/”`) borra el directorio `SemiAutomaticClassificationPlugin` si existe;
4. copia la carpeta `SemiAutomaticClassificationPlugin` dentro del directorio `plugins` de QGIS;
5. el complemento debería estar instalado; inicia QGIS, abre el Administrador de complementos y asegúrate que está seleccionado `Semi-Automatic Classification Plugin`.

### ¿Cómo instalar el complemento desde el repositorio oficial de SCP?

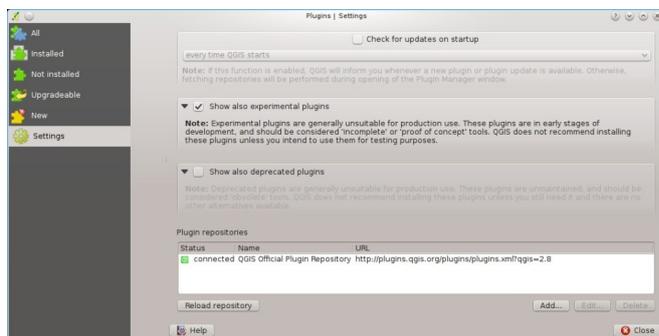
Es posible instalar el SCP usando el repositorio oficial. Este repositorio permite la instalación de la última versión del SCP (`master`), en algunos casos incluso antes de que esté disponible en el repositorio oficial de QGIS. Por esto, puede ser útil si necesitas una corrección o una nueva función que todavía no está disponible en el repositorio de QGIS. Además, la versión “`master`” en el repositorio de SCP puede ser instalada junto a la versión disponible en el repositorio de QGIS.

Para configurar el repositorio de SCP sigue estos pasos:

- Inicia QGIS 2;
- Desde el menú principal, selecciona `Complementos > Administrar e instalar complementos`;



- Clic en Configuración luego clic en el botón Añadir;



- Dentro del cuadro Detalles del repositorio ingresa:

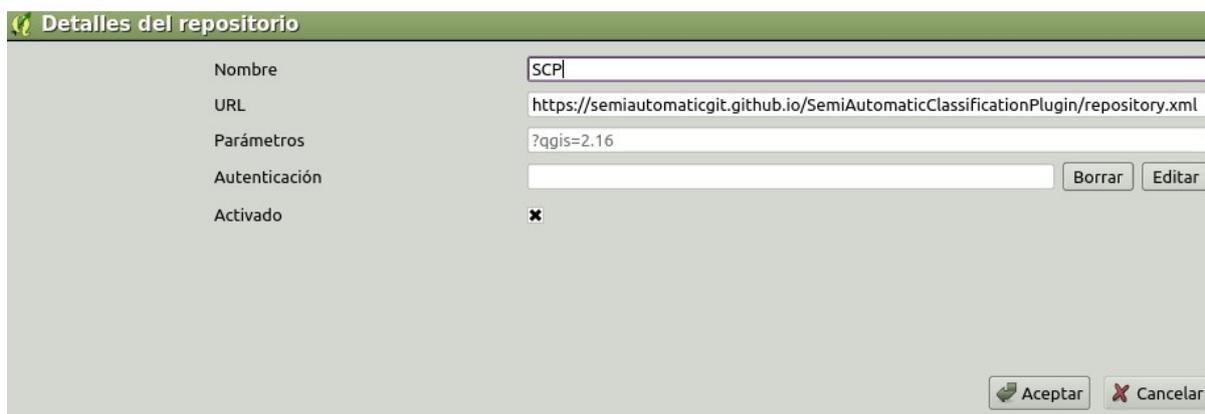
Nombre:

SCP

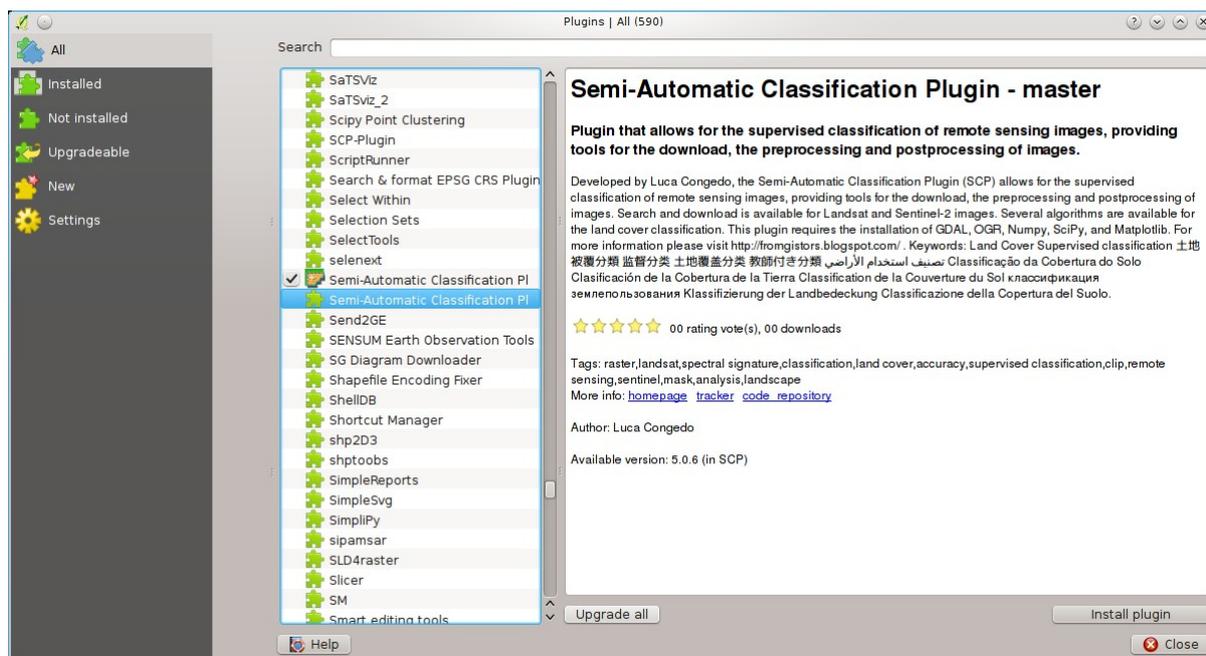
URL:

<https://semiautomaticgit.github.io/SemiAutomaticClassificationPlugin/repository.xml>

clic en Aceptar;



- Después que el repositorio se actualice, el elemento Semi-Automatic Classification Plugin - master estará listado junto con los otros complementos;



- Desde el menú Todos, selecciona el Semi-Automatic Classification Plugin - master y da clic en el botón Instalar complemento; la última versión de SCP se activará automáticamente (ignora los errores, reiniciar QGIS es necesario para completar la instalación de SCP); es posible desactivar el otro SCP instalado en el repositorio de QGIS;





#### **¿Qué bandas de la imagen debería utilizar para la clasificación semi-automática?**

En general, es preferible evitar las bandas del infrarrojo térmico. Si está usando Landsat 4, 5 o 7 debería seleccionar las bandas: 1, 2, 3, 4, 5, 7 evitando usar la banda 6 que es la del infrarrojo térmico; para Landsat 8 debería elegir las bandas: 2, 3, 4, 5, 6, 7. Generalmente se evita utilizar la banda 1 de Landsat 8 debido a que ésta es muy similar a la banda azul, y es principalmente utilizada para el estudio de aerosoles costeros. Las bandas termales de Landsat también se excluyen de las clasificaciones debido a que sus valores están principalmente relacionados a la temperatura de los objetos.

Para imágenes Sentinel-2 puedes usar las bandas: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12.

#### **¿Qué bandas Landsat pueden convertirse a reflectancia con el SCP?**

Todas las imágenes Landsat 1, 2 y 3 MSS y Landsat 4, 5, 7 y 8 descargadas desde <http://earthexplorer.usgs.gov/> y procesadas con el “Level 1 Product Generation System (LPGS)” pueden ser convertidas a reflectancia automáticamente por el SCP; los productos generados por el LPGS tienen incluido un archivo MTL que es requerido para la conversión. Desde la versión 3.11, SCP puede también convertir imágenes de [Global Land Cover Facility](ftp://ftp.glcg.umd.edu/glcg/Landsat/) (imágenes gratis disponibles desde <ftp://ftp.glcg.umd.edu/glcg/Landsat/>). En particular, imágenes que tienen un formato antiguo del archivo MTL (o un archivo .met) pueden ser procesadas a través de la conversión automática a reflectancia y la corrección DOS. Sin embargo, algunas imágenes no tienen la información requerida y no pueden ser procesadas. Además note que algunas imágenes disponibles desde Global Land Cover Facility ya están convertidas a reflectancia. Para este proceso las bandas deben ser renombradas para eliminar el 0 final existente (Ej. reemplaza B10 por B1).

#### **¿Puedo realizar la conversión de imágenes Sentinel-2 descargadas desde la web?**

Sí, puedes también convertir imágenes descargadas desde la web (de hecho es recomendable hacerlo). Debes mover todas las bandas (archivos .jp2) con el archivo .xml si está presente cuyo nombre contiene MDT\_SAF11C

en el mismo directorio. Luego selecciona este directorio en *Conversión de Sentinel-2* (página 81). Las imágenes se convertirán a reflectancia.

## ¿Cómo son convertidas las imágenes Sentinel-2 que tienen diferente resolución?

Durante la conversión a reflectancia los píxeles de las bandas de 20m son separados en 4 píxeles de 10m cuyos valores son los mismos del píxel de 20m original. El propósito de esta operación es permitir el cálculo entre bandas sin cambiar sus valores originales.

## ¿Se puede aplicar la conversión Landsat y la corrección DOS a bandas recortadas?

Sí, se puede recortar las imágenes antes de la conversión a reflectancia, después copiar el archivo MTL (incluido en el conjunto de datos Landsat) dentro del directorio que tiene las bandas recortadas. Si desea aplicar la corrección DOS (la cual es una técnica basada en imagen) deberá convertir las bandas Landsat originales (la imagen completa) y luego recién recortar las bandas resultantes de la conversión (Ej. bandas convertidas a reflectancia).

## ¿Puedo aplicar la corrección DOS a bandas con borde negro (Ej. con el valor SinDatos)?

Si quieres aplicar la corrección DOS a una banda entera que tiene valores SinDatos (borde negro con valor = 0) tienes que marcar la casilla “Usar valor SinDatos” y poner el valor en 0. Es así porque DOS es una técnica basada en imagen y los valores SinDatos deben ser excluidos del cálculo.

## ¿Cómo quitar la cobertura de nubes a las imágenes?

La corrección DOS1 no remueve las nubes de una imagen. Sin embargo, las imágenes Landsat 8 incluyen la banda 9 que identifica las nubes (vea este enlace [NASA site](#)). Puede usar esta banda para crear una máscara.

Para otros satélites Landsat, las nubes pueden ser enmascaradas usando el enfoque descrito en el siguiente [artículo](#). También puede ver el siguiente [vídeo-tutorial](#).

## ¿Cómo puedo crear manualmente un ráster virtual en QGIS?

Para crear manualmente un ráster virtual multi-espectral en QGIS:

1. desde el menú “Ráster” selecciona “Miscelánea > Construir ráster virtual (catálogo)”;
2. clic sobre el botón “Seleccionar...” y elegir las bandas Landsat (en orden numérico);
3. seleccionar Archivo de salida (por ejemplo “rgb.vrt”); marque “Separar” (las bandas serán separadas) y haz clic sobre “Aceptar”.

## Después del pan-sharpening de imágenes Landsat 8 ¿por qué las bandas NIR siguen teniendo 30m de resolución?

La banda Landsat 8 pancromática no es adquirida en la región del Infrarrojo Cercano (NIR) (mira *Satélite Landsat* (página 143)). Por lo tanto el proceso pan-sharpening puede mejorar la resolución de bandas NIR y SWIR (mira *Pan-sharpening* (página 148)), para que parezca tener 30m de resolución. Sin embargo todas las ráster pan-sharpened tienen 15m de resolución que permiten realizar cálculos ráster.



### Obtengo errores en la clasificación. ¿Cómo puedo mejorar la precisión?

Muchos materiales tienen firmas espectrales similares (Ej. suelo y construcciones; o bosque y arbustos densos), que pueden causar errores en la clasificación si los ROIs y sus firmas espectrales no son adquiridos correctamente. Para mejorar los resultados, puedes intentar coleccionar más ROIs sobre esas áreas, de este modo enseñas al algoritmo sobre esas áreas similares; también despliega las firmas espectrales de esas áreas en *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123) para analizar sus similitudes. También puedes usar la *Umbral de firma* (página 73) para esas firmas y reducir la variabilidad de las mismas (solo los píxeles similares a las firmas de entrada serán clasificados). El *Land Cover Signature Classification* (página 156) es también útil para clasificar materiales específicos que pueden ser espectralmente similares a otros.

### ¿Es posible usar los mismos datos de entrada para otras imágenes?

Sí, es posible si todas las imágenes tienen el mismo número de bandas. Sin embargo, si las imágenes son adquiridas en diferentes meses, los cambios en la cobertura del suelo (especialmente el estado de la vegetación) afectarán la firma espectral (Ej. el mismo píxel tiene diferente firma espectral en diferentes períodos). Los efectos atmosféricos pueden afectar las imágenes de modo diferente. Eso puede reducir la precisión en la clasificación. Por lo tanto, es recomendable siempre coleccionar ROIs y firmas espectrales para cada imagen.

### ¿Cuál es la diferencia entre clases y macroclases?

Por favor mira *Clases y Macroclases* (página 153).

### ¿Puedo usar el SCP con imágenes de drones o fotografías aéreas?

Sí, puedes usarlo si tienen por lo menos 4 bandas. Con menos de 4 bandas, los algoritmos semi-automático de clasificación son incapaces de clasificar la cobertura del suelo correctamente. Existen métodos alternativos de clasificación, como las clasificaciones orientadas a objetos que no están implementadas en SCP.

## ¿Por qué solo usar la banda 10 del Landsat 8 en la estimación de la temperatura de la superficie?

Muchos métodos han sido desarrollados para estimar la temperatura de la superficie. El método descrito en el tutorial para la estimación de temperatura requiere solo una banda. Por otro lado, USGS recomienda a los usuarios abstenerse de confiar en los datos de la Banda 11 de Landsat 8 en análisis cuantitativos de datos del Sensor Infrarrojo Térmico (mira [Changes to Thermal Infrared Sensor \(TIRS\) data by USGS](#)).

#### **Advertencia [12]: La siguiente firma será excluida si se usa *Máxima Probabilidad*. ¿Por qué?**

El ROI es muy pequeño (o demasiado homogéneo) para el *Máxima Probabilidad* (página 154) algoritmo porque ese ROI tiene una matriz de covarianza singular. Deberías crear ROIs más grandes o no usar el algoritmo de *Máxima Probabilidad* en el proceso de clasificación.



## ¿Cómo puedo reportar un error?

Si encuentra un error con el Semi-Automatic Classification Plugin por favor siga estos pasos para obtener la información necesaria (archivo log):

1. cierra QGIS si está abierto;
2. open QGIS, open the Plugin tab *Depurar* (página 121) and check the checkbox  *Records events in a log file* ;
3. click the button *Test dependencies*  in the tab *Depurar* (página 121) ;
4. **carga los datos en QGIS (o abre un proyecto de QGIS grabado con anterioridad) y repite los pasos que causaron el error**
  - si el problema pudiera estar relacionado con los datos de la imagen, por favor usa [este conjunto de datos](#) ;
5. si un mensaje de error aparece (como el de la siguiente imagen), copia todo el contenido del mensaje en un archivo de texto;
6. open the tab *Depurar* (página 121) and uncheck the checkbox  *Records events in a log file*, then click the button  and save the **log file** (which is a text file containing information about the Plugin processes);
7. abra el **log file** y copie todo el contenido del archivo;
8. únete en Facebook al [grupo](#) o a la comunidad de Google+ [community](#) , inicia un nuevo comentario y copia el mensaje de error del **log file** (o sube el archivo).

## Problemas con la creación de ráster virtual. ¿Por qué?

La creación automática de un ráster virtual después de la conversión a reflectancia de una imagen Landsat, no es requerida para la clasificación. Pueden ocurrir errores si la ruta de destino contiene caracteres especiales (como letras acentuadas) o espacios; intenta renombrar directorios (Ej. cambia “nuevo directorio” por “nuevo\_directorio”). Si continúas teniendo el mismo error puedes crear un ráster virtual manualmente.

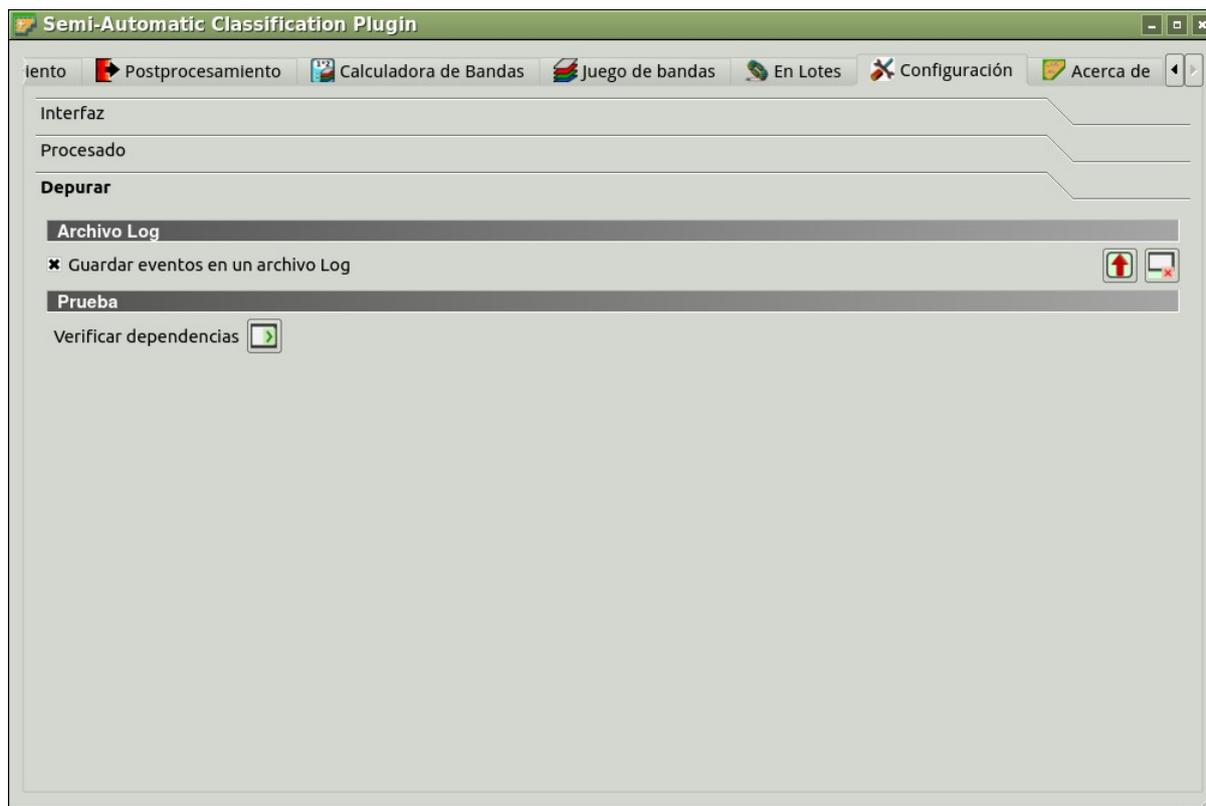


Figura 29.1: Debug

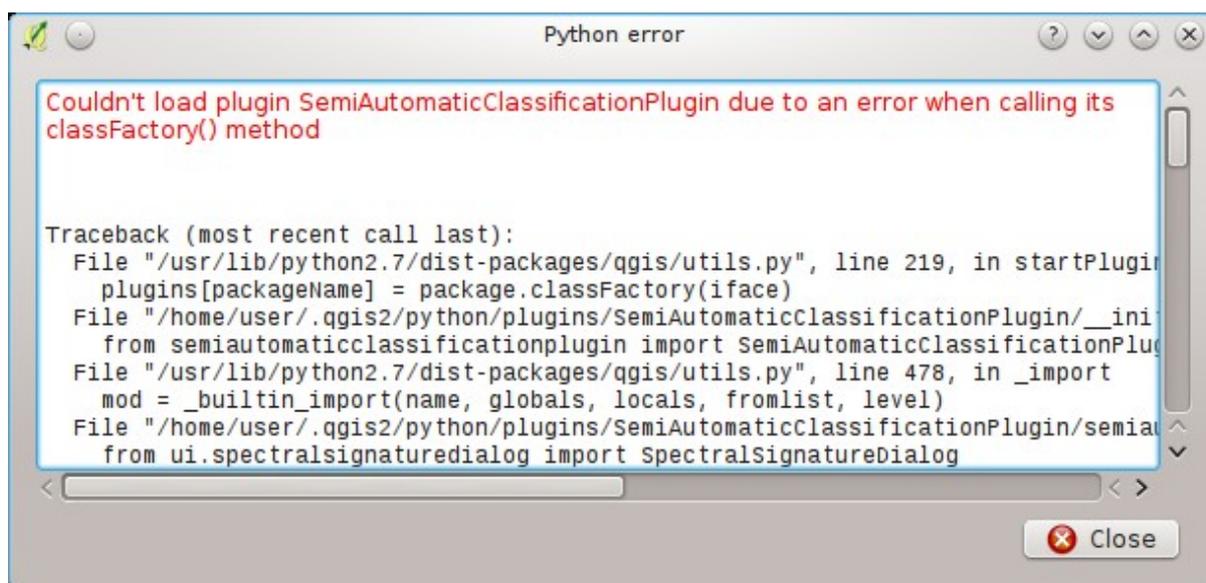


Figura 29.2: Error message

## Error [26] ‘La versión de Numpy está desactualizada’. ¿Por qué?

QGIS 32bit podría tener una versión antigua de Numpy por defecto; para actualizar Numpy:

1. descarga [este archivo](#) (que se basa en WinPython installer y PyParsing);
2. descomprime el archivo con 7-zip;
3. copia el contenido del directorio extraído dentro del directorio `apps\Python27\Lib\site-packages` dentro del directorio de instalación de QGIS (Ej. `C:\Program Files (x86)\QGIS Chugiak\apps\Python27\Lib\site-packages`) sobrescribiendo los archivos `pyparsing`, `numpy`, `matplotlib`, y `scipy`.

Alternativamente debería poder instalar QGIS y Numpy con el [Instalador avanzado OSGeo4W](#).

## Error ‘Plugin is damaged. Python said: ascii’. ¿Por qué?

Puede estar relacionado con una instalación errónea. Por favor desinstala QGIS e instálalo de nuevo con privilegios de administrador. Borra también el directorio `.qgis2` en tu directorio de usuario. Después arranca QGIS e intenta instalar el complemento siguiendo la guía [Instalación del Complemento](#) (página 7).

También puede estar relacionado al nombre de usuario que contiene caracteres especiales. Por favor intenta la instalación creando un nuevo usuario sin caracteres especiales (Ej. “usuario”).

**Además, si el mensaje de error contiene algo como:** `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii').lower()`

puede estar relacionado con un problema conocido de Matplotlib (una librería de Python); para solucionar esto, puedes (reportarlo a [stackoverflow](#)):

1. abrir en un editor de texto el archivo `font_manager.py` que está dentro del directorio `C:\PROGRA~1\QGISCH~1\apps\Python27\lib\site-packages\matplotlib\`. La ruta puede cambiar según la versión del sistema operativo y de QGIS.
2. **busca la línea** `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii').lower()`
3. **y reemplaza por la línea** `sfnt4 = sfnt4.decode('ascii', 'ignore').lower()`

Alternativamente, intenta instalar QGIS a través del [instalador OSGeo4W](#), el cual incluye una versión actualizada de Matplotlib.

## Error [50] ‘Internet error’. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué?

El mensaje de error generalmente incluye alguna información sobre el problema. Primero verifica el nombre de usuario y la contraseña.

También, podría haber una interrupción del servicio. Para imágenes Sentinel-2 revisa este sitio web <https://scihub.copernicus.eu/news/> por mensajes sobre el estado del servicio.

En caso de continuar el mismo error, por favor sigue estos pasos [¿Cómo puedo reportar un error?](#) (página 269).

## Error [56] ‘SSL error de conexión’. No se puede descargar imágenes Sentinel-2. ¿Por qué?

Primero revisa el nombre de usuario y la contraseña.

Este problema puede estar relacionado con el protocolo SSL (TLS v1.1 y TLS v1.2) requerido para descarga de Sentinel-2. Como se describe aquí <https://docs.python.org/2/library/ssl.html> los protocolos TLS v1.1 y TLS v1.2

están disponibles solo en Python 2.7.9+ con openssl version 1.0.1+. QGIS pudiera tener una versión previa de Python donde TLS v1.1 y TLS v1.2 no están disponibles. Por lo tanto el proceso de descarga de Sentinel-2 falla.

Una solución temporal para Windows OS:

**Advertencia:** esto podría dañar otras funciones de QGIS, pero afortunadamente puedes instalar múltiples versiones de QGIS.

1. Cierra QGIS si está abierto
2. Descarga e instala Python [para 32bit](#) o [para 64bit](#) en función de la versión instalada de QGIS
3. Copia y reemplaza `C:\python27\python.exe` en "QGIS installation folder"\bin\ (e.g. `C:\Program Files (x86)\QGIS Chugiak\bin\`)
4. Copia y reemplaza `C:\python27\pythonw.exe` en "QGIS installation folder"\bin\
5. Copia y reemplaza todo el contenido de `C:\python27\` en "QGIS installation folder"\apps\python27\
6. Inicia QGIS y si todo salió bien deberías poder buscar y descargar imágenes Sentinel-2 usando SCP

En caso de continuar el mismo error, por favor sigue estos pasos [¿Cómo puedo reportar un error?](#) (página 269).

## Este complemento está dañado 'matplotlib requires pyparsing >= 1.5.6'. ¿Por qué?

Está relacionado con este problema <https://hub.qgis.org/issues/14952> que solo afecta a QGIS 32bit. Con la instalación de QGIS 64bit debería funcionar. Como solución puedes instalar la versión previa de [QGIS 2.8 32bit](#).

## Error al instalar el plugin, posiblemente faltan dependencias. ¿Por qué?

El plugin requiere la instalación de librerías GDAL, NumPy, SciPy y Matplotlib, las cuales deberían haber sido parte del instalador de QGIS. Si la instalación del plugin falla, y obtiene un mensaje acerca de posibles dependencias faltantes, usted debería intentar instalar o actualizar QGIS y las dependencias requeridas. Nótese que para evitar este error, las dependencias Python no deberían ser instaladas a través de Anaconda.

## ¿Qué puedo hacer con SCP?

SCP posibilita la **clasificación de la cobertura del suelo** en imágenes de sensores remotos mediante *Clasificación supervisada* (página 151). Puedes producir un ráster de cobertura terrestre usando uno de los *Algoritmos de clasificación* (página 154) disponibles en SCP. Estos algoritmos requieren firmas espectrales de ROIs como entrada (para las definiciones lee *Breve Introducción a la Teledetección* (página 139)) que definen las clases de cobertura terrestre que serán identificadas en la imagen.

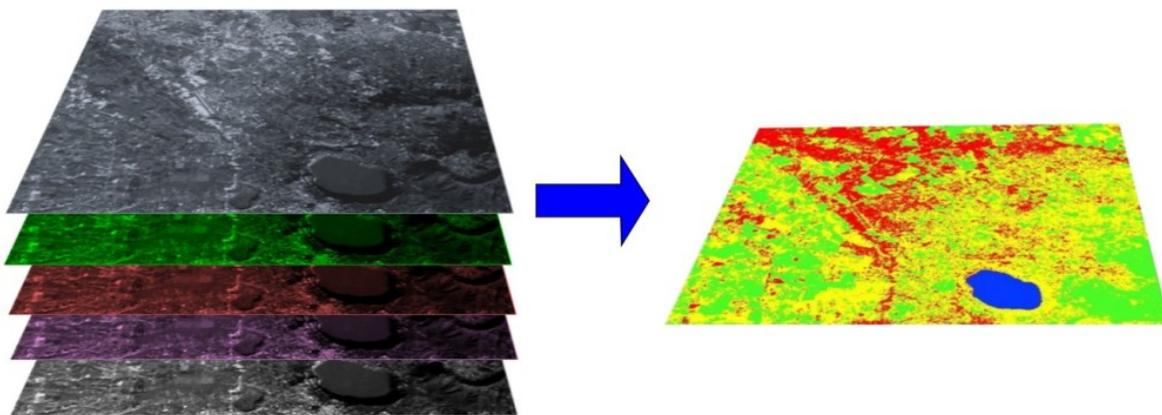


Figura 30.1: *Imagen multispectral procesada para producir una clasificación de la cobertura del suelo*  
(Imagen Landsat proporcionada por USGS)

SCP puede trabajar con **imágenes multispectrales** adquiridas por satélites, aviones, o drones. También SCP permite la búsqueda y descarga de imágenes gratis (mira *Descarga de Imágenes* (página 51)). No puedes usar con SCP, ortofotos con menos de 4 bandas, datos SAR y LIDAR.

**Imagen de entrada** en SCP se denomina *Conjunto de bandas* (página 111), la cual es usada como entrada para la clasificación. SCP dispone de varias herramientas para el *Preprocesamiento* (página 78) de imágenes descargadas, como la conversión a reflectancia y la manipulación de bandas.

**Resultados de la clasificación** pueden ser evaluados con las herramientas *Exactitud* (página 93) y *Reporte de la clasificación* (página 96). Los rásters también pueden ser manipulados usando herramientas de *Postprocesamiento* (página 93) como *Clasificación a vectorial* (página 98), *Reclasificación* (página 98), *Editar ráster* (página 101) directamente, *Filtrado de la Clasificación* (página 103), *Erosión de la clasificación* (página 105), y *Dilatación de la Clasificación* (página 106).

El *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123) y el *Gráfico de Dispersión* (página 131) permiten el **análisis de firmas espectrales y ROIs**. También varias *Herramientas* (página 66) están disponibles para la creación fácil de un ROI y edición de firmas espectrales.

**Calculadora Ráster** está disponible a través de la perfecta integración de *Calculadora de Bandas* (página 107) con las bandas de *Conjunto de bandas* (página 111), calculando expresiones matemáticas e índices espectrales. También se puede calcular un ráster de salida basados en *Reglas de decisión* (página 109).

La herramienta *En Lotes* (página 113) permite la ejecución automática de varias funciones de *SCP* usando una interfaz de script.

Ver los *Tutoriales Básicos* (página 173) para más información y ejemplos.

## Cómo contribuir a SCP

Puedes contribuir con *SCP* corrigiendo o agregando funcionalidades (mira *¿Dónde está el código fuente de SCP?* (página 276)), o traduciendo el manual de usuario (mira *¿Cómo puedo traducir este manual del usuario a otro lenguaje?* (página 275)).

Además, usted puede donar a este proyecto en el siguiente enlace: <https://fromgistors.blogspot.com/p/donations.html>.

## Recursos gratis y valiosos sobre teledetección y SIG

The following links are valuable resources:

- The Landsat 8 Data Users Handbook by USGS;
- The Landsat 7 Science Data Users Handbook by NASA;
- Remote Sensing Note by JARS.
- Webinar: Fundamentals of Remote Sensing by NASA.
- Webinar: NASA Remote Sensing for Land Management by NASA.
- Webinar: Creating and Using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from Satellite Imagery by NASA.
- Webinar: Remote Sensing of Forest Cover and Change Assessment for Carbon Monitoring by NASA.
- Webinar: Introduction to Remote Sensing for Conservation Management by NASA.

## Otros tutoriales sobre SCP, incluso en lenguajes diferentes al Inglés.

Existen muchos tutoriales sobre *SCP* en internet. A continuación una lista incompleta de estos recursos:

- Francés: Suivre l'impact des feux de forêts par imagerie satellite avec le plugin Qgis SCP;
- Alemán: 2015 Jakob Erfassung von Landnutzungsveränderungen mit FOSS Image Processing Tools;
- Italian: Classificazione e Mosaico di Varie Immagini Landsat;
- Coreano: QGIS Semi-Automatic Classification Plugin;

- Portugués: Classificacao supervisionada de imagens Sentinel-2 com QGIS e SCP;
- Portugués: Avaliação do erro de uma imagem de satélite usando o QGIS e o SCP;
- Portugués: Conversão Sentinel-2 para refletância com QGIS SCP;
- Portugués: Criar composições coloridas no QGIS com SCP;
- Portugués: Corte de imagem Sentinel-2 usand QGIS e SCP;
- Portugués: Classificação Supervisionada de Imagens Orbitais com o Semi-Automatic Classification Plugin;
- Portugués: Tutorial Classificação e caracterização de imagens de satélites;
- Portugués: Aprendizagem Supervisionada usando o SCP no QGIS;
- Portugués: Classificação supervisionada utilizando o QGIS e SCP;
- Russian: Landsat Semi-Automatic Classification Plugin QGIS;
- Español: Ejercicio Clasificación Semiautomática Plugin (SCP);
- Español: Aplicaciones de Teledetección con el QGIS y el plugin Semi-Automatic Classification;
- Español: Descarga de Landsat 8, 7, 5 y 4 Semi Automatic Classification Plugin Qgis 2.8;
- Sueco: Landsat 8 och fjärranalys med QGIS;
- Ukrainian: Semi-Automatic Classification 5.0;
- Ukrainian: ;

## ¿Cómo puedo traducir este manual del usuario a otro lenguaje?

Es posible traducir fácilmente el Manual del Usuario a cualquier idioma, debido a que está escrito en lenguaje reestructurado de marcas (usando Sphinx). Sin embargo tu contribución es fundamental para la traducción del manual a tu lenguaje. Las siguientes guías ilustran los pasos principales para la traducción. La cual puede efectuarse:

- usando el servicio en línea gratuito Transifex;
- usando los archivos gettext.po.

Antes de traducir, por favor lee este documento <[http://docs.qgis.org/testing/en/docs/documentation\\_guidelines/do\\_translations.html#translate-a-manual](http://docs.qgis.org/testing/en/docs/documentation_guidelines/do_translations.html#translate-a-manual)> de la guía de traducción de QGIS, la cual te ayudará a comprender reStructuredText.

### Método 1. Traducción usando el servicio en línea gratuito Transifex

Esta probablemente es la forma más fácil de traducir el manual usando un servicio en línea.

#### 1. únete al proyecto del Manual de Semi-automatic Classification

Ve a la página <https://www.transifex.com/semi-automatic-classification/semi-automatic-classification-plugin-manual>. Haz clic en el botón `Help translate`. Puedes suscribirte usando tus cuentas de Google o Facebook, o registrando una nueva cuenta gratuita.

#### 2. Selecciona tu idioma

Selecciona tu idioma y haz clic en el botón `Join team`. Si tu idioma no está en el listado, clic en el botón `Request language`.

#### 3. Traducción

Existen varios archivos para traducir, los cuales se refieren a las secciones de la documentación de SCP. Para traducir la interfaz de SCP, debes seleccionar el archivo `semiautomaticclassificationplugin.ts`.

### Método 2. Traducir usando los archivos gettext.po

Para elegir usar este método, deberías estar familiarizado con GitHub. Este método de traducción permite la traducción de los archivos PO en modo local.

1. Descargar los archivos de traducción

Ve hasta el proyecto GitHub [https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationManual\\_v4/tree/master/locale](https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationManual_v4/tree/master/locale) y descarga los archivos .po para tu lenguaje (puedes añadir tu lenguaje si no está listado), o puedes bifurcar el repositorio. Cada archivo .po es un archivo de texto que se refiere a una sección del Manual del Usuario.

2. Edita los archivos de traducción

Ahora puedes editar los archivos .po. Es conveniente editar estos archivos usando uno de los siguientes programas: por ejemplo [Poedit](#) para Windows y Mac OS X, o [Gtranslator](#) para Linux o [OmegaT](#) (basado en Java) para Windows, Linux y Mac OS X.

## ¿Dónde está el código fuente de SCP?

Puedes encontrar el código fuente de SPC en el siguiente enlace <https://github.com/semiautomaticgit/SemiAutomaticClassificationPlugin>