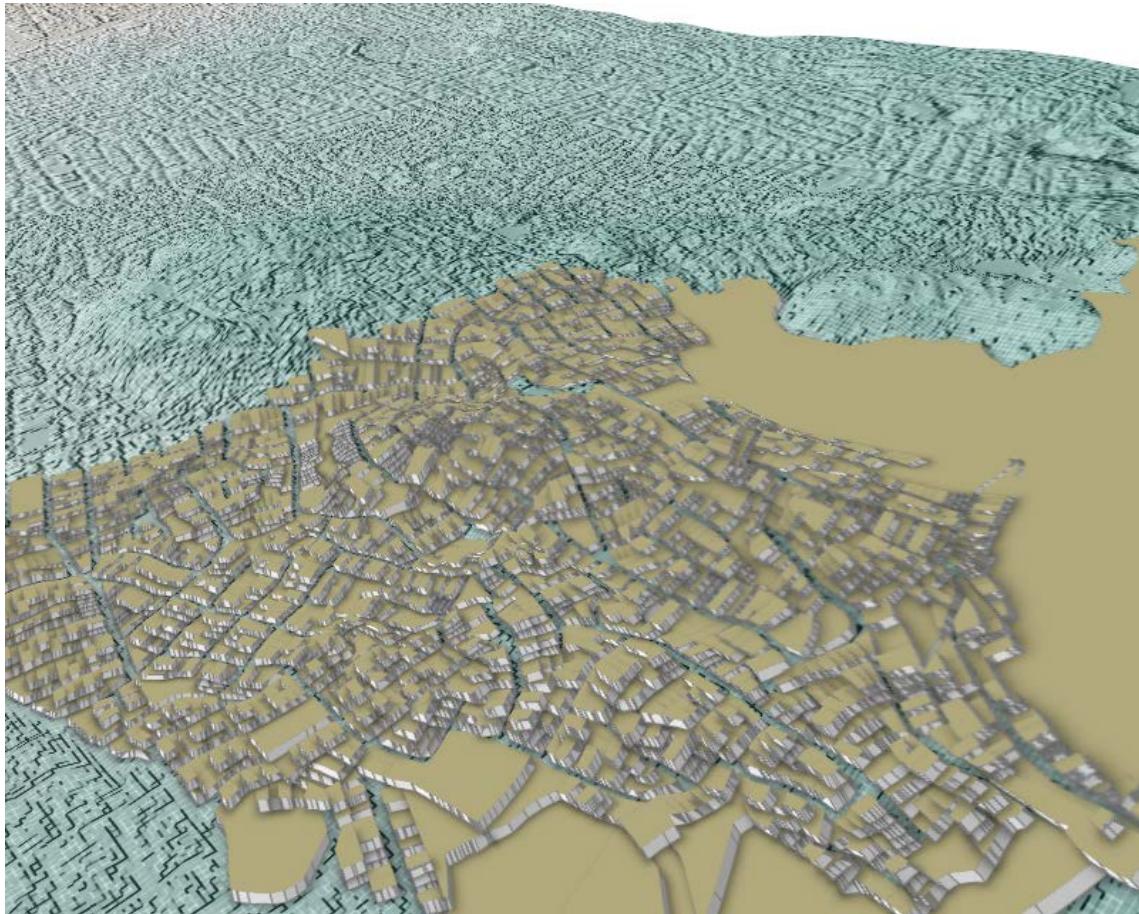


Percepción Remota básica con QGIS



Verónica Totolhua (@yoltotolhua)

Comunidad QGIS México

www.qgis.mx

Contenido

0 Introducción (modelos, Geografía y otras geocosas).

 Modelos para la información geográfica

 ¿Qué es la Percepción Remota?

 Interpretación de imágenes de satélite

 Corrección Atmosférica para Landsat 8

 El clásico NDVI

 La navaja suiza llamada QGIS: GDAL, SCP, GRASS, SAGA y Orfeo Toolbox.

 ¿Qué es un UI/NDBI?

 El invitado: LiDAR

1 Descarga e instalación de QGIS en Windows.

2 Cálculo del NDVI con imágenes MODIS.

3 Corrección atmosférica

4 Cálculo del NDVI/UI/NDBI con imágenes LANDSAT / Sentinel.

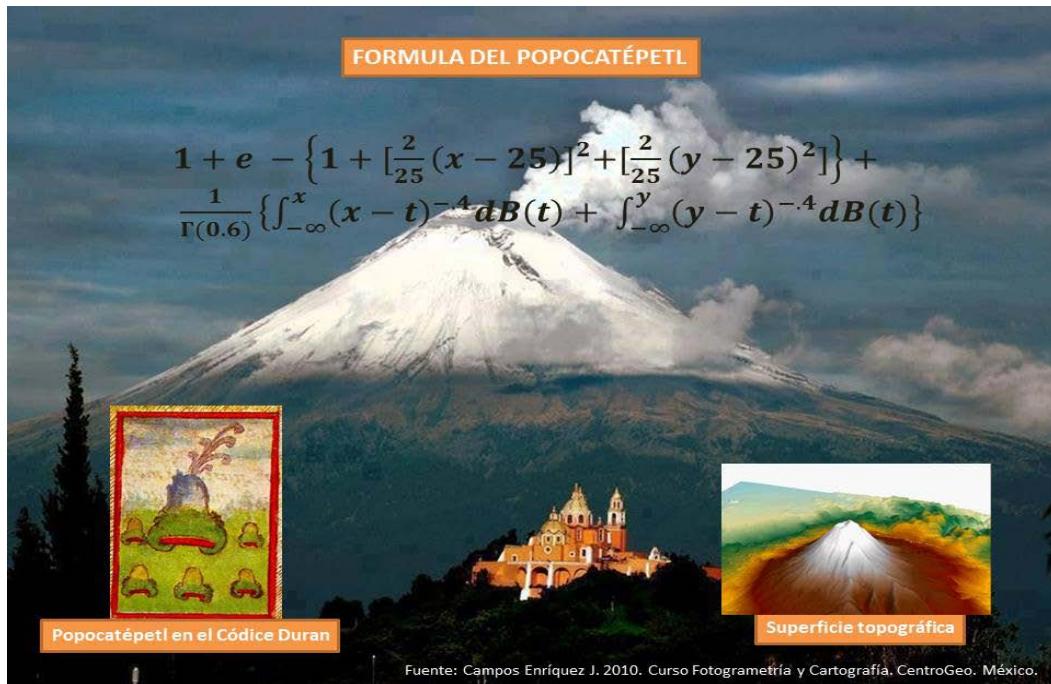
5 Clasificación supervisada y no supervisada de coberturas (SAGA, SCP y Orfeo Toolbox).

6 Exploración de un Modelo digital de elevación de alta resolución LiDAR, Tipo terreno con QGIS (Opcional).



Introducción

Modelos para la información geográfica



El territorio es un unidad integral, que en su interior alberga combinaciones de elementos ambientales de distintos géneros, entre los que están los que definen los rasgos físicos abióticos – morfoestructuras, clima, relieve y agua- y bióticos –suelos, vegetación y fauna- del ambiente natural así como los antropismos, que incluyen a todos los elementos en un sinfín de relaciones que le dan funcionalidad y rigen su comportamiento. En un mapa se pueden integrar esas distintas relaciones temporales y espaciales de adquisición de conocimiento en un determinado estudio (Muñoz y García, 2002).

Los datos disponibles acerca del territorio son una parte imprescindible del Sistema de Información Geográfica (SIG), el cual integra modelo geográfico de la realidad.

Victor Olaya (2006) nos propone tres modelos que componen un SIG: el modelo conceptual, el modelo de representación y el modelo de almacenamiento.



Figura 1. Modelos en un SIG.(Timlinson, 2007, pag.2).

La “realidad” es un fenómeno tal cual es, que a través de un proceso de percepción directa, llamado “fenosistema”, se obtiene una imagen sensitiva y posterior a una valoración en una imagen cognoscitiva (García y Muñoz, 2002).

El modelo conceptual de la realidad geográfica y su comportamiento, es una serie de componentes e interrelaciones entre los componentes de cada fenómeno dependiendo del tipo de estudio, algunas disciplinas han propuesto una serie de metodologías al respecto como la Geografía en alguna de sus expresiones como la Geografía Cultural, Geografía Ambiental, Geografía del Territorio, la Cartografía, Geografía Humana, el Análisis integrado del Paisaje, la Geoecología, entre otros.

Ejemplo de un modelo conceptual basado en cuatro principios: la causalidad, extensión, correlación/conexión y evolución.

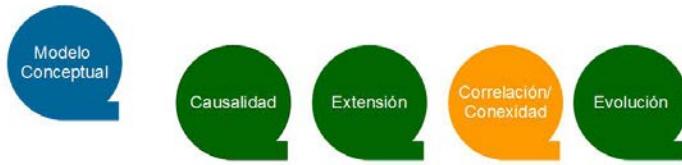


Figura 3. Modelo conceptual.

El modelo de representación es una forma de recoger el modelo conceptual y características propias reduciéndolo a una serie finita de elementos. Es la organización lógica de los componentes de datos y la forma en que se interrelacionan los componentes, su expresión con las estructuras de datos vectorial y raster.

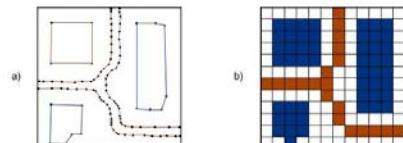


Figura 5.3: Comparación entre los esquemas del modelo de representación vectorial (a) y raster (b).

Figura 4. Modelo de representación.

Las relaciones proporcionan una forma de hacer explícita las relaciones espaciales entre fenómenos de acuerdo a las relaciones direccionales, relaciones topológicas, relaciones comparativas, relaciones de distancia y relaciones difusas.

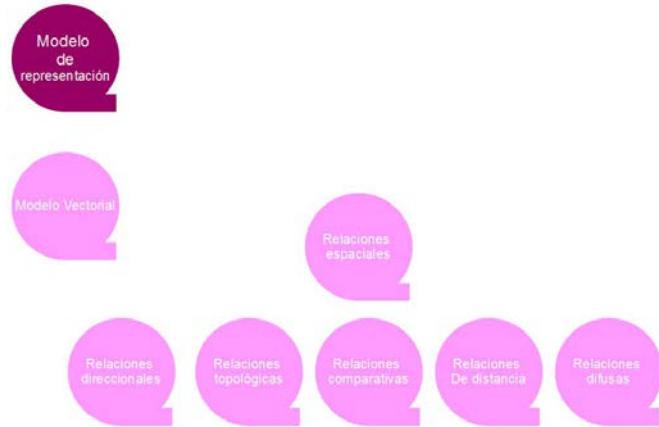


Figura 5. Relaciones en el modelo de representación.

El modelo raster (o de teselado) constituye una codificación de los datos geográficos, las porciones del Territorio y su representación digital, suelen constituir una malla regular de cuadriláteros, rectángulos, triángulos, hexágonos y koch snowflakes.

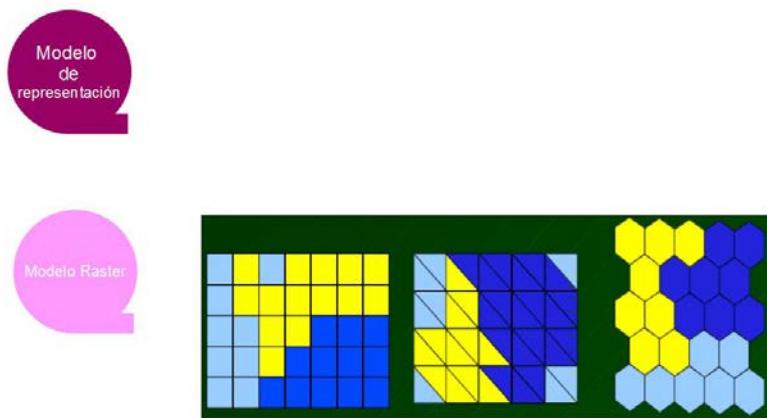


Figura 6. Modelo raster o ateselado.

La estructura regular de la malla raster permite conocer las coordenadas de las celdas sin necesidad de almacenar estas, sino tan sólo recogiendo alguno parámetros de la malla como la localización de la celda base (x,y), la orientación global o el tamaño de la celda.

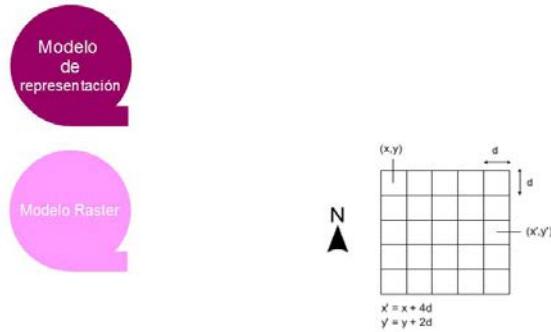


Figura 5.5: La estructura regular de la malla raster permite conocer las coordenadas de las celdas sin necesidad de almacenar estas, sino tan solo recogiendo algunos parámetros de la malla como la localización de una celda base (x,y), la orientación global o el tamaño de celda (d).

Figura 8. Estructura de un raster.

Algunas operaciones con raster incluyen la reclasificación: reetiquetado, agregación de categorías y creación de intervalos (conversión de una variable continua a una discreta). La superposición: estadísticas, lógicas, distancia y conectividad.

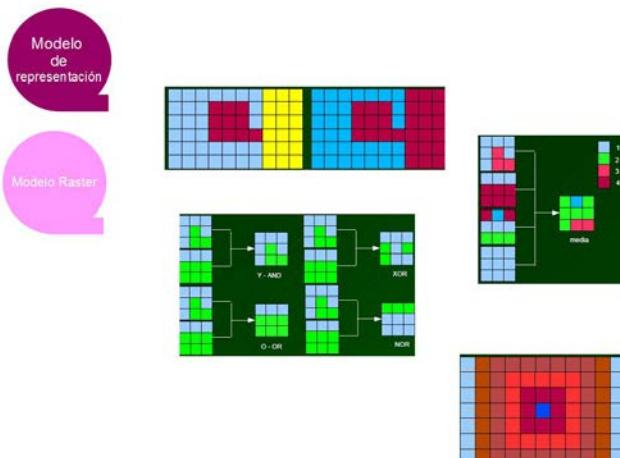


Figura 9. Operaciones con imágenes raster.

Por último, el modelo de almacenamiento plantean básicamente un esquema de conversión de unidades básicas (raster y vectorial) a valores numéricos de la forma más eficiente. Dos objetivos

son la minimización del espacio ocupado por los datos en un dispositivo de almacenamiento y la maximización de la eficiencia de los cálculos con los recursos disponibles en una computadora (Memoria, Procesador, sistema operativo, etc.). Aquí aludimos al término de interoperabilidad en el manejo de formatos de información geográfica que permitan el intercambio de información entre distintos fuentes de información geográfica, bases de datos espaciales, servicios Web, servicios de localización, entre otros.

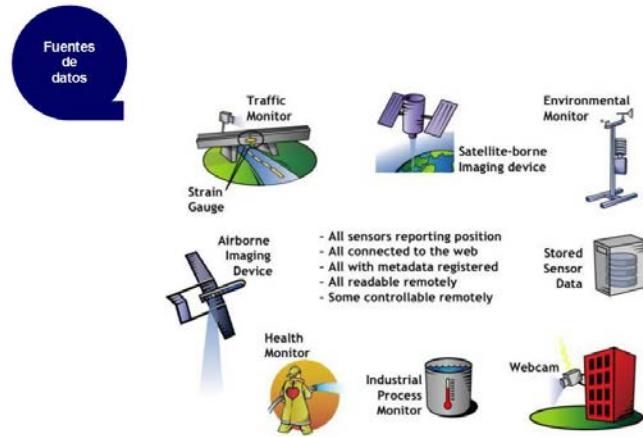


Figura 10. Fuentes remotas de información de un SIG.

Escala (Quattrochi, Wentz, Lam, Emerson, 2017)

La escala es la relación entre la realidad y su representación, ya sea como técnica cartográfica o como noción geográfica, en donde se explica a qué nivel se observa un fenómeno.

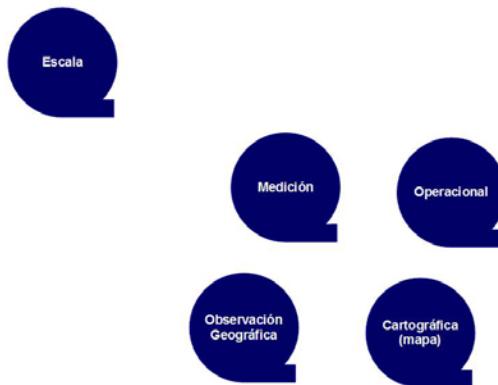


Figura 11. Escala.

La escala es la relación entre la realidad y su representación, ya sea como técnica cartográfica o como noción geográfica, en donde se explica a qué nivel se observa un fenómeno. El autor, propone la escala de medición como la resolución utilizada para definir un objeto o imagen (ejemplo, resolución de pixel). La escala operacional es la extensión en la cual un proceso opera en el ambiente. La escala de observación geográfica es la extensión espacial de estudio y podría incluir comúnmente una gran área que abarca, a su vez, un gran número de procesos (variables) y la escala cartográfica (mapa) es la proporción entre las medidas “reales” y su representación con el mapa.

¿Qué es la Percepción Remota (PR)?

La **Percepción remota** como fuente de datos es el estudio y medida de las características de una serie de objetos (en nuestro caso elementos de la superficie terrestre) sin que exista contacto físico. Para ello, se miden las perturbaciones que el objeto provoca en su entorno, principalmente las de tipo electromagnético. Las fotografías aéreas fueron el primer producto de la teledetección, pero hoy en día existen otros que, basados en esa misma idea de registro de información, pueden ser empleados como fuentes de datos espaciales dentro de un SIG.

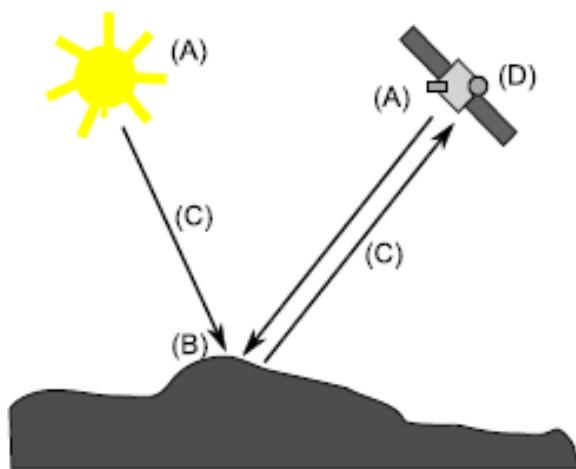


Figura 6.1: Esquema de un sistema de teledetección.

Los elementos del proceso de PR son:

- Una fuente de radiación (A).
- Unos objetos (B) que interactúan con la radiación o la emiten.
- Una atmósfera (C) por la que se desplaza la radiación, tanto desde la fuente hasta el objeto como desde el objeto hasta el receptor.
- Un receptor (D) que recoge la radiación una vez que esta ha sido perturbada o emitida por los objetos. El receptor va a generar como producto final una imagen (en términos de un SIG, una capa ráster), en cuyas celdas o píxeles se va a contener un valor que indica la intensidad de la radiación. Estos valores son valores enteros que indican el nivel de dicha radiación dentro de una escala definida (habitualmente valores entre 1 y 256), y se conocen dentro del ámbito de la PR como Niveles Digitales (ND).

La radiación electromagnética es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza y deriva del campo electromagnético, el cual es ejercido por las partículas cargadas eléctricamente. Estas ondas se desplazan a la velocidad de la luz, y se pueden describir con los parámetros habituales, tales como la longitud de onda o la frecuencia. Una mayor longitud de onda (y por lo tanto una menor frecuencia) tiene asociada una mayor energía de la radiación. La radiación electromagnética puede cubrir de forma continua todo un amplio rango de valores de longitudes de onda. Este rango se conoce como espectro electromagnético.

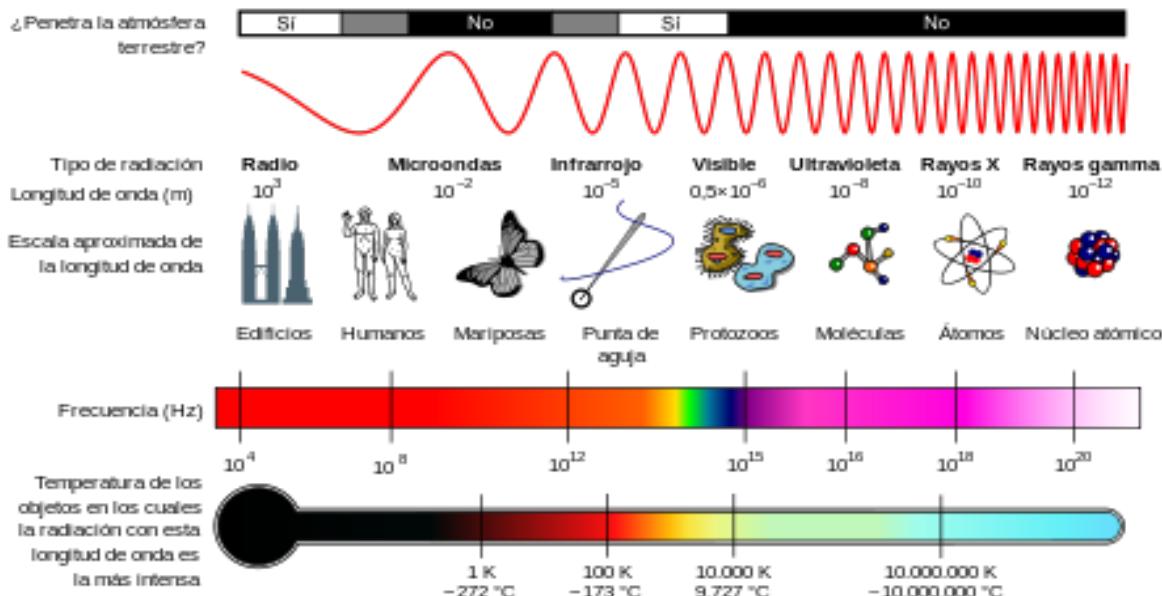


Figura 13. Espectro electromagnético.

La radiación emitida por una fuente de radiación es alterada por la presencia de los distintos objetos, que interactúan con ella. Independiente de su procedencia, para toda radiación se dan tres fenómenos fundamentales al alcanzar un objeto:

Absorción. El objeto toma la energía de la radiación.

Transmisión. La radiación atraviesa el objeto y continúa su camino.

Reflexión. La radiación “rebota” en el objeto y vuelve al espacio.

Los satélites que observan la Tierra obtienen información diversa de:

- Recursos naturales
- El clima y fenómenos meteorológicos
- Los océanos
- El crecimiento urbano
- La agricultura, ganadería, pesca y forestería.
- Catastro
- Desastres naturales
- Seguridad nacional, entre otros.

Los satélites más comunes:

- a. Satélites de recursos naturales (Landsat y SPOT).
- b. Meteorológicos (GOES, NOAA, Seawifs y MODIS).
- c. Satélites de alta resolución (Ikonos, Quickbird, Geoeye y WorldView).
- d. Equipo radar (ERS, ENvisat y RadarSat).

Los dispositivos instalados en las plataformas de los satélites destinados a captar la energía electromagnética, reflejada o emitida, por los objetos de la superficie terrestre observados. Existen 2 tipos de sensores, según el tipo de energía detectada.

Muchas plataformas, muchas aplicaciones

La altitud del sensor desempeña un papel importante para determinar la finalidad

Las imágenes modernas se capturan desde una amplia gama de altitudes que van desde el nivel del suelo a más de 22.000 millas sobre la Tierra. Las imágenes que proceden de cada altitud ofrecen distintas ventajas para cada aplicación. Aunque no pretende ser un inventario exhaustivo, este diagrama desglosa algunas de las altitudes de sensor más utilizadas:



Figura 14. Satélite Geosíncrono, Heliosíncrono y satélite atmosférico. (ESRI, 2016).

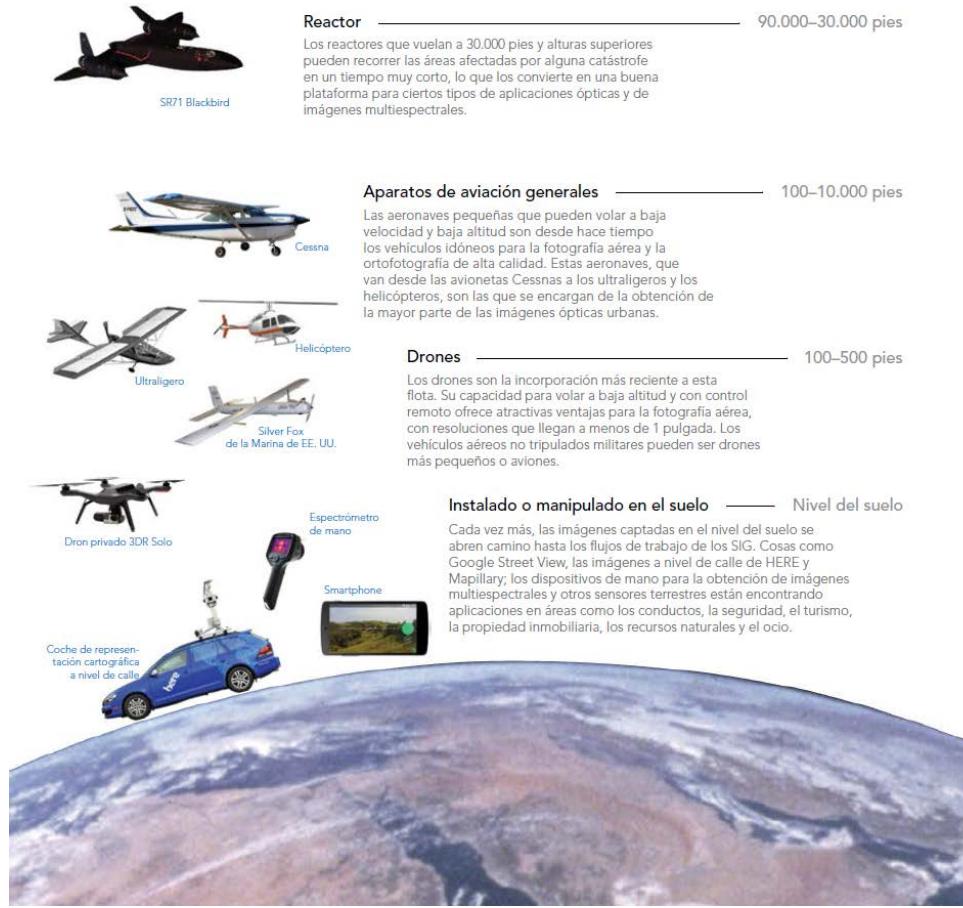
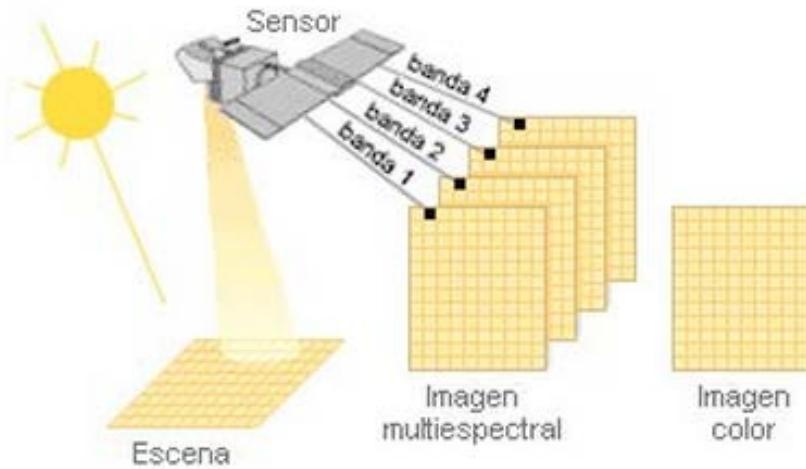


Figura 15. Reactor, aviones, drones, espectrometro y dispositivos móviles. (ESRI, 2016).

Como resultado de las mediciones de los sensores a bordo de los satélites, la medición de la radiación a específicos rangos (bandas) se cuantifican y convierten en una imagen digital compuesta de pixeles (picture element) que tiene un valor discreto (Digital Number –DN-).



Esquema de adquisición y generación de una imagen

Figura 16. Imagen multiespectral.

La resolución de las imágenes de satélite

Resolución espacial realizada en pixel está determinada por la resolución geométrica o IFOV, es decir, detección del tamaño, distancia focal y altitud del sensor;

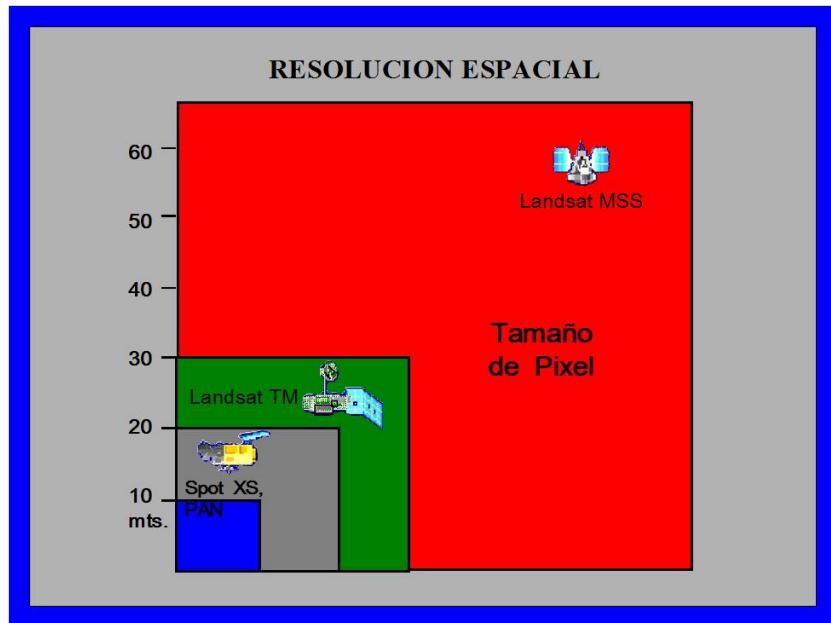


Figura 17. Resolución espacial (INEGI, 2018)

Resolución espectral es el número y ubicación en el espectro electromagnético de las bandas espectrales en sensores multiespectrales para cada banda correspondiente a una imagen;

Resolución radiométrica es medida en bits (dígitos binarios), es la cantidad de valores de brillo disponible correspondiente al máximo valor de los DNs; por ejemplo una imagen con 8 bits de resolución tiene 256 niveles de brillo;

La resolución temporal implica el tiempo de revisita del satélite en la misma área de la Tierra. Por ejemplo La familia de satélites Landsat de la NASA (National Aeronautics and Space Administration of USA).

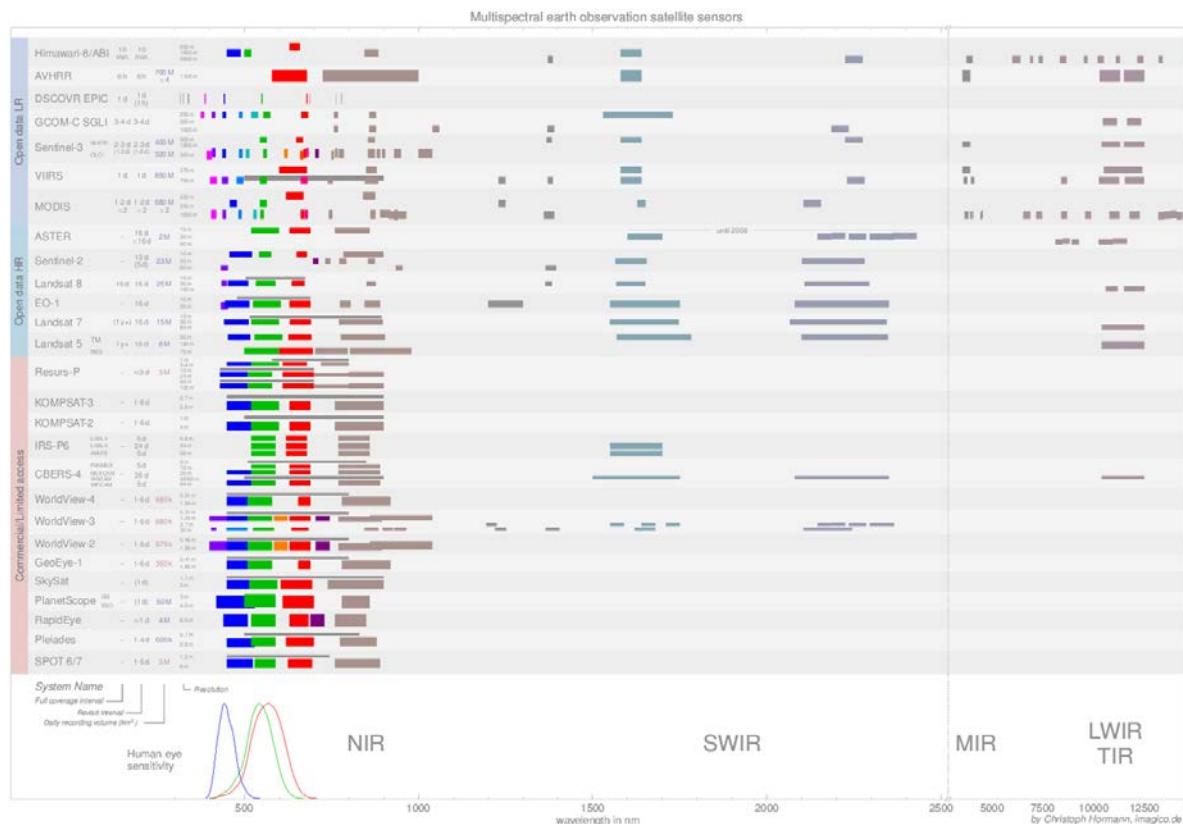


Figura 18. Bandas espectrales de las imágenes de satélite.

Firma espectral

De la misma forma, una imagen con varias bandas contiene información sobre la intensidad de la radiación reflejada en distintas partes del espectro. Puesto que cada objeto refleja de forma diferente la radiación en cada una de esas partes, pueden igualmente emplearse para identificar objetos particulares si se conoce la respuesta de estos en determinadas bandas. Aparece así el concepto de firma espectral como la respuesta característica de un tipo dentro del espectro electromagnético.

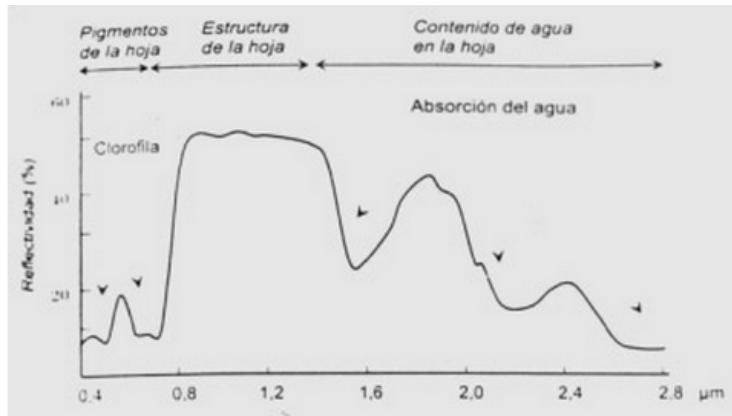


FIGURA 3: REFLECTIVIDADES DE UNA HOJA DE UNA PLANTA SANA A DISTINTAS LONGITUDES DE ONDA

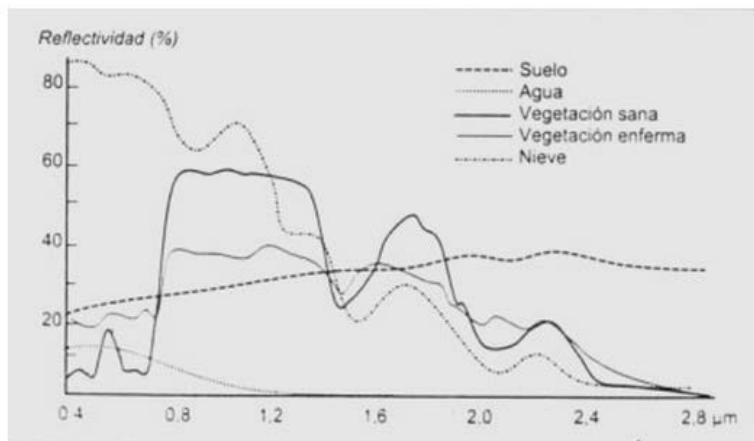


FIGURA 4: REFLECTIVIDADES DE DISTINTOS ELEMENTOS DE LA NATURALEZA A DISTINTAS LONGITUDES DE ONDA

Aplicaciones de la Percepción remota

Monitoreo de la construcción del aeropuerto en Beijing, China, utilizando imágenes de los satélites Sentinel.



Figura 21. Aeropuerto de Beining, China (SentinelHUb, 2018).

Deforestación en Rondônia en el oeste de Brasil, imágenes del Satélite MODIS.



Figura 22. Deforestación NASA (Lindsey, 2000).

Procesamiento digital de imágenes de satélite (INEGI, 2018)

Proceso con el cual la información digital de imágenes es transformada, mejorada o corregida mediante herramientas de software. Algunas operaciones son georreferencia, ortorectificación, balanceo, filtrado, mosaico, clasificación, entre otros.

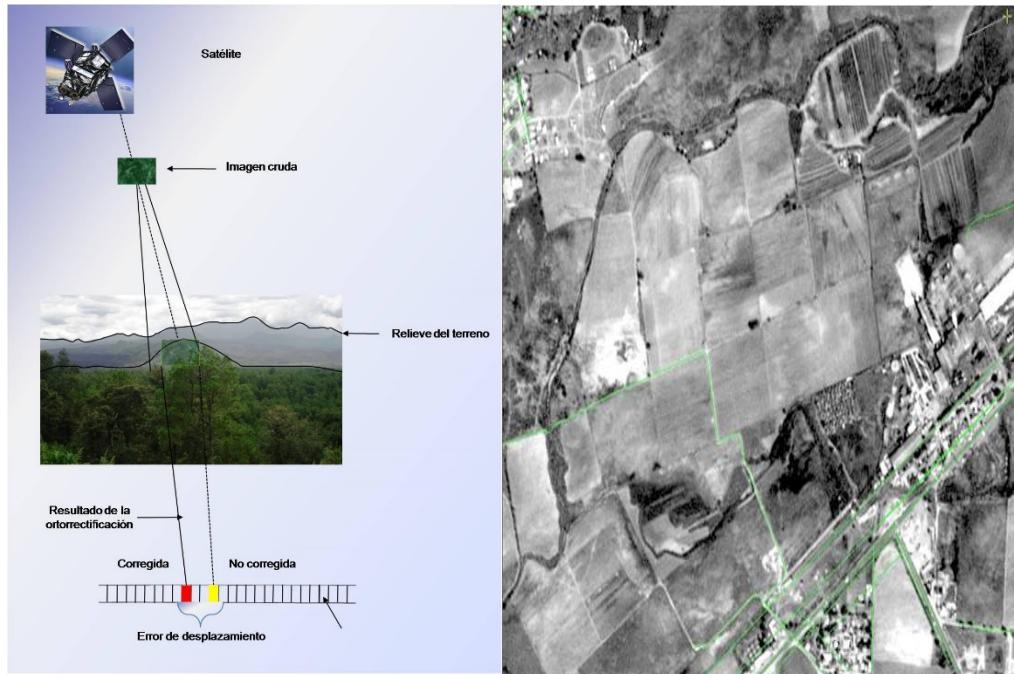


Figura 23. Proceso de ortorectificación. (INEGI, 2018).

Interpretación de imágenes de satélite (Riebeek, 2013)

La identificación de cinco características principales: la escala; los patrones, formas y texturas; los colores y sombras; el norte y los conocimientos previos.

Escala

Se pueden identificar distintas cosas a distintas escalas, por ejemplo, el seguimiento de una inundación, a gran detalle puede incluso mostrar casas y negocios inundados. A escala regional podríamos mencionar a el área metropolitana, a mesoescala se pueden identificar las montañas y valles y a escala hemisférica al movimiento de los sistemas atmosféricos causantes de las inundaciones.



Figura 24. Planta de tratamiento con LandSat.

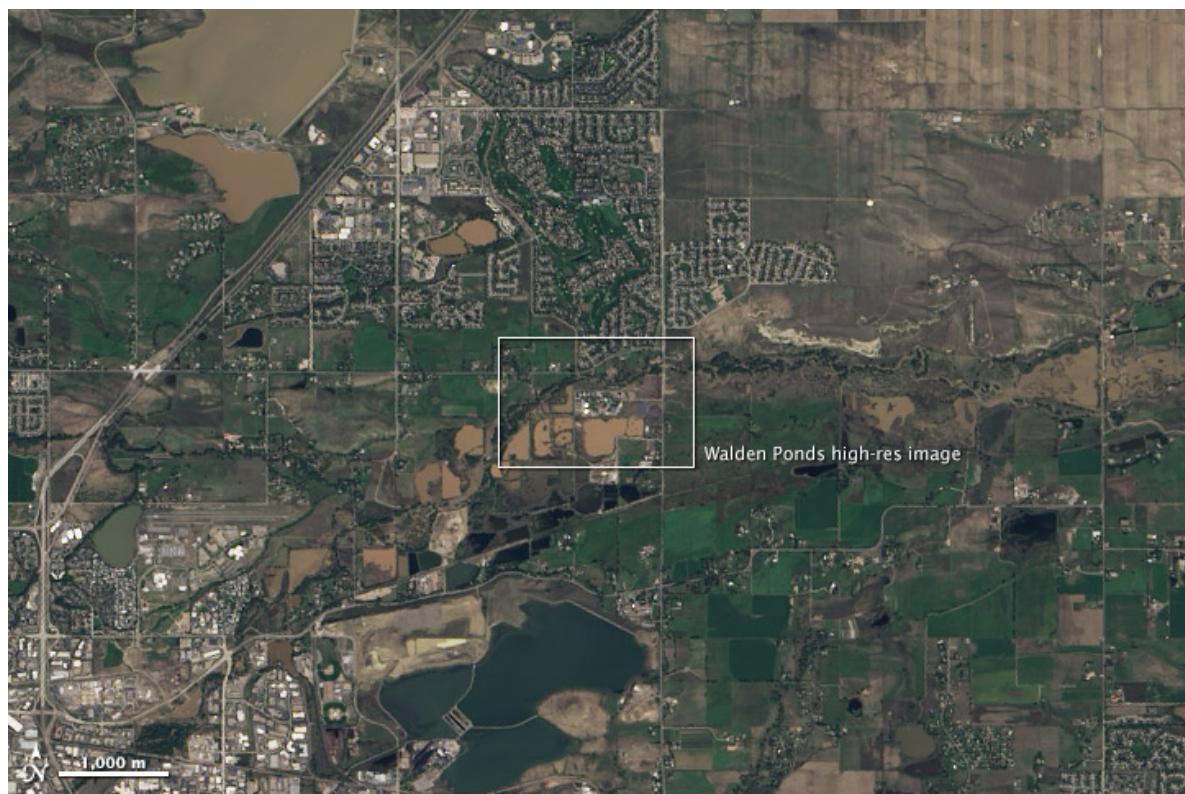


Figura 25. Planta de tratamiento con WorldView.

Patrones, formas y texturas

Los cuerpos de agua son las formas más simples de identificación porque tienden a proporcionar una forma única. Las parcelas con formas geométricas, círculos y rectángulos que destacan de patrones aleatorios en la naturaleza. Las líneas rectas, por lo regular, implica la presencia humana.



Figura 26. Patrones regulares con EO1 TEAM.

Los patrones geológicos en los paisajes son más claros en las imágenes de satélite. Los volcanes y cráteres son circulares; las cordilleras tienen formas sinuosas. Los rasgos geológicos tienen estructuras visibles. Los cañones en formaciones onduladas con sombreados. Las montañas también lucen como arrugas o protuberancias.

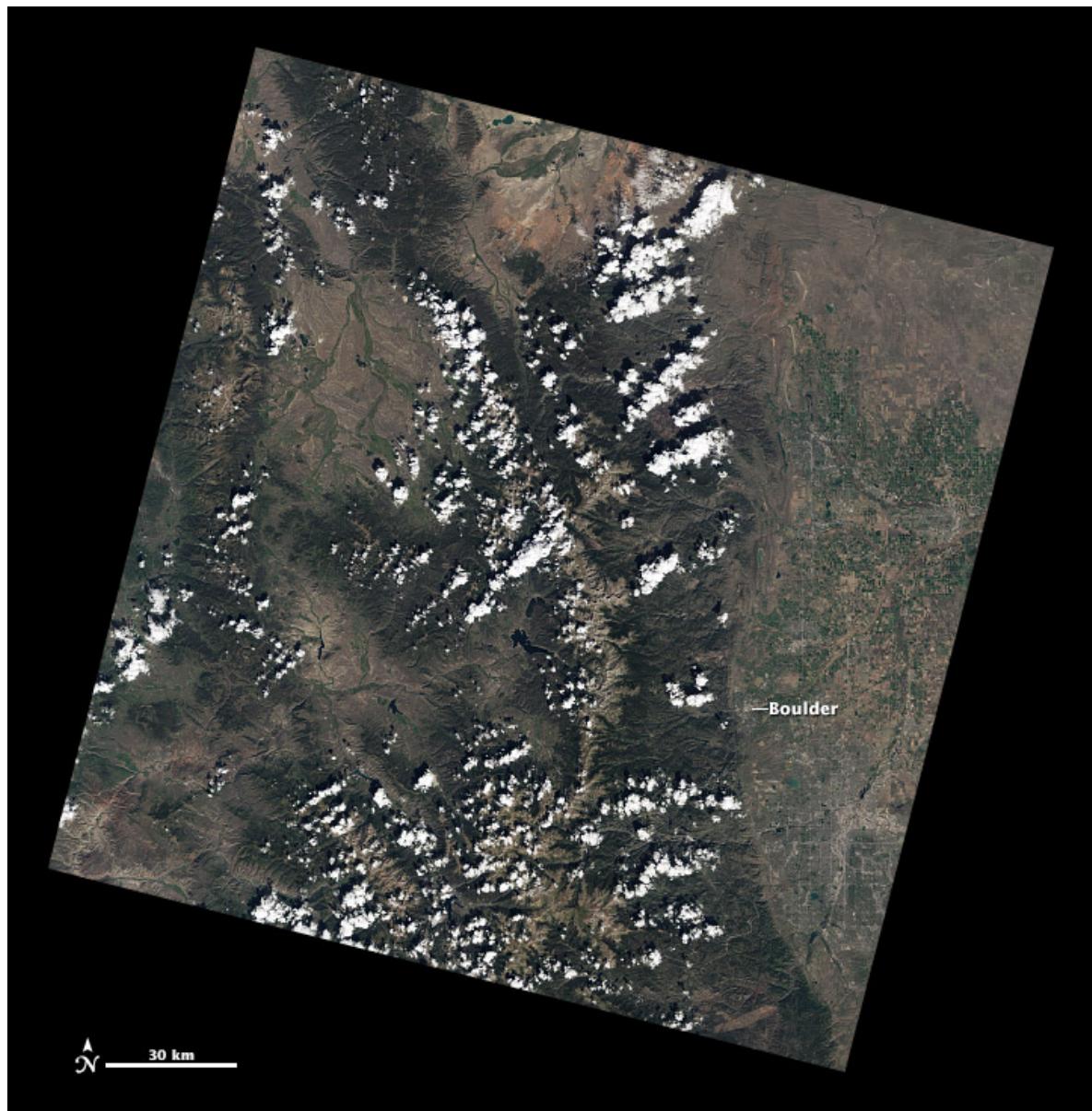


Figura 27. Patrones geológicos con MODIS.

La visibilidad de los rasgos geográficos es afectada por las nubes, influenciados por los flujos de aire de la atmósfera. Ocasionalmente las sombras nos hacen difícil notar las diferencias entre montañas y cañones (Relief inversion). Esto sucede porque la mayoría espera una iluminación desde la esquina superior izquierda. Se recomienda rotar la imagen donde la luz aparece desde la parte superior.

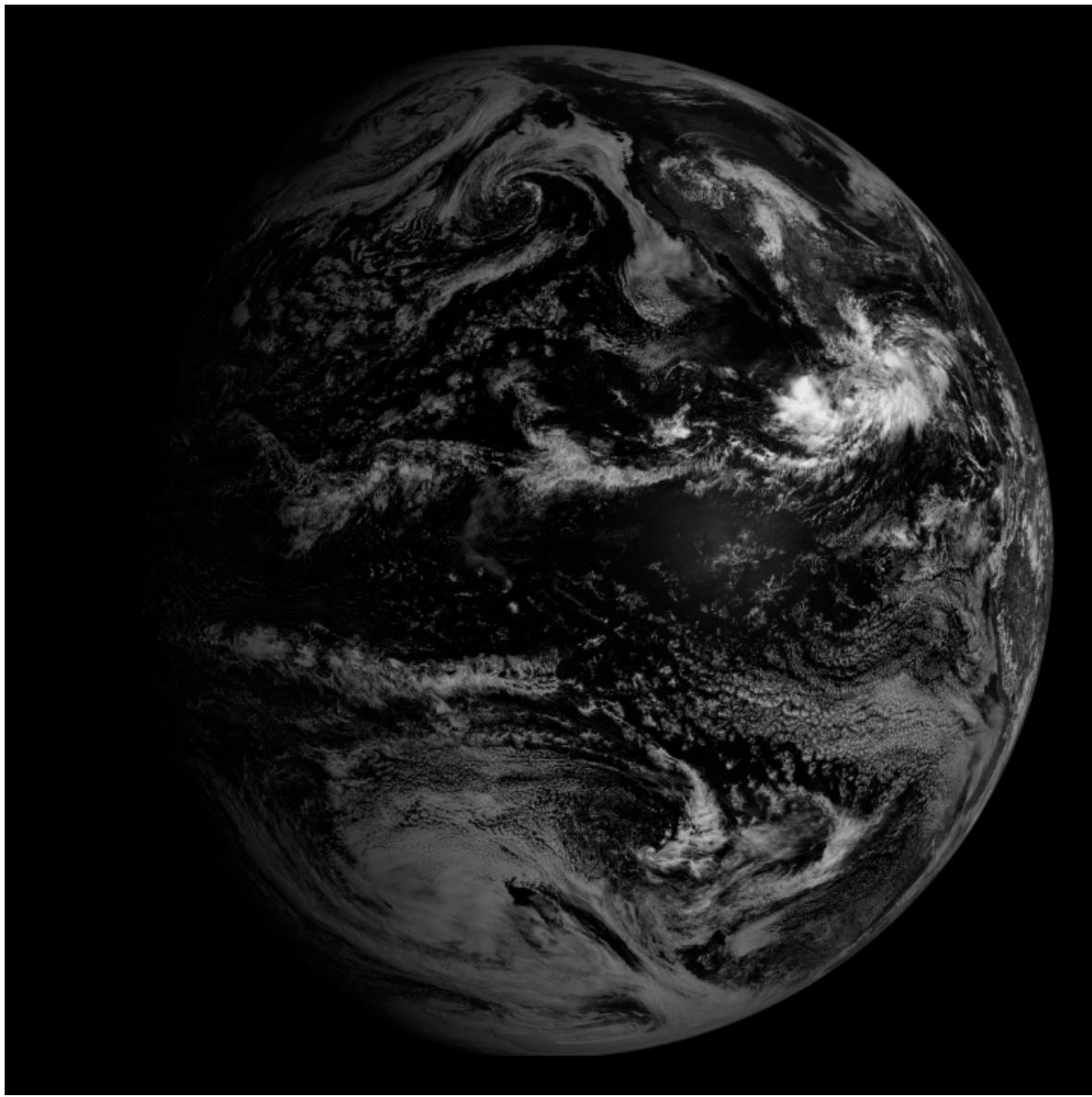


Figura 27. Flujos de aire con GOES.

Colores

Los colores dependen del tipo de luz y satélite que lo mide. Las imágenes de color verdadero usan luz visible: rojo, verde y azul. Los falsos colores incorporan luz infrarroja. La luz del solar hace posible ver patrones sobre la superficie oceánica porque el agua dulce gris, plata o blanca.



Figura 28. Diferencias de ecosistemas con MODIS.

Los pastizales tienden a ser de color verde pálido, mientras que los bosques son de color verde oscuro. La agricultura tiene un tono más brillante que la vegetación natural. En algunas ubicaciones (altitudes medias y altas), el color de las plantas depende de la estación. En primavera, la vegetación tiende a ser más pálido que la vegetación en verano; la vegetación en otoño tiende a ser roja, naranja, amarillo y broceado, en invierno es marchita y sin hojas.

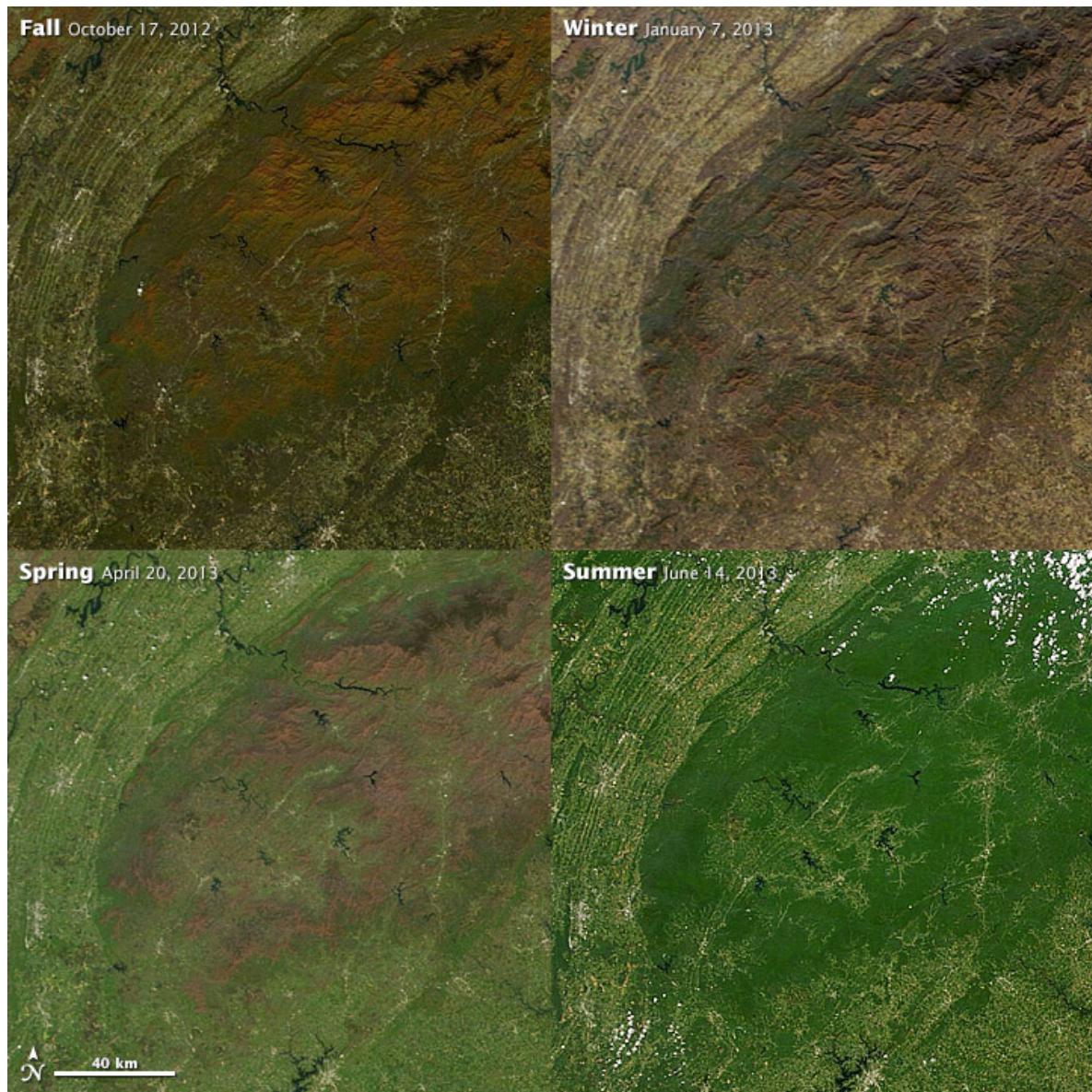


Figura 29. Cambios de la vegetación con las estaciones con MODIS.

En los océanos, el fitoplactón –plantas flotantes colorean el agua en una gran variedad de azules y verdes-, la vegetación sumergida como los corales proporcionan sombras negras y marrón en la costa.



Figura 30. Sedimentos vistos con LandSat.

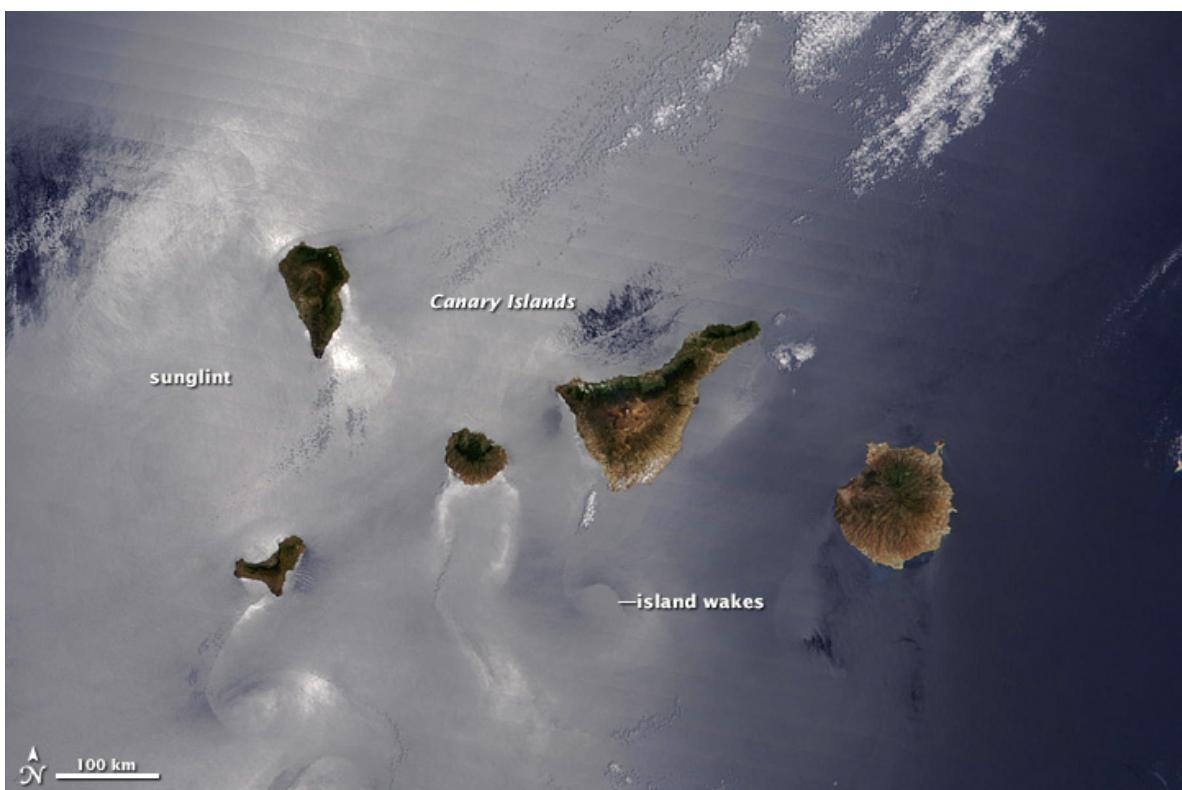


Figura 31. Color de sedimentos alrededor de las Islas Canarias con MODIS.

El suelo desnudo tiene un color más café oscuro u oscurecido. El color depende del contenido de minerales del suelo. En algunos desiertos es rojo o rosa porque contiene óxidos. Cuando el suelo es blanco o pálido, especialmente en lagos, debido a la sal, silicones o calcio basado en minerales. En el caso de los flujos volcánicos pueden presentar un color café, gris o negro.

Las áreas densamente pobladas son típicamente grises o gris claro (plata) por la concentración de concreto y otros materiales de construcción. Algunas ciudades tienden a estar más café o de todo rojizo, dependiendo del tipo de material de los techos.

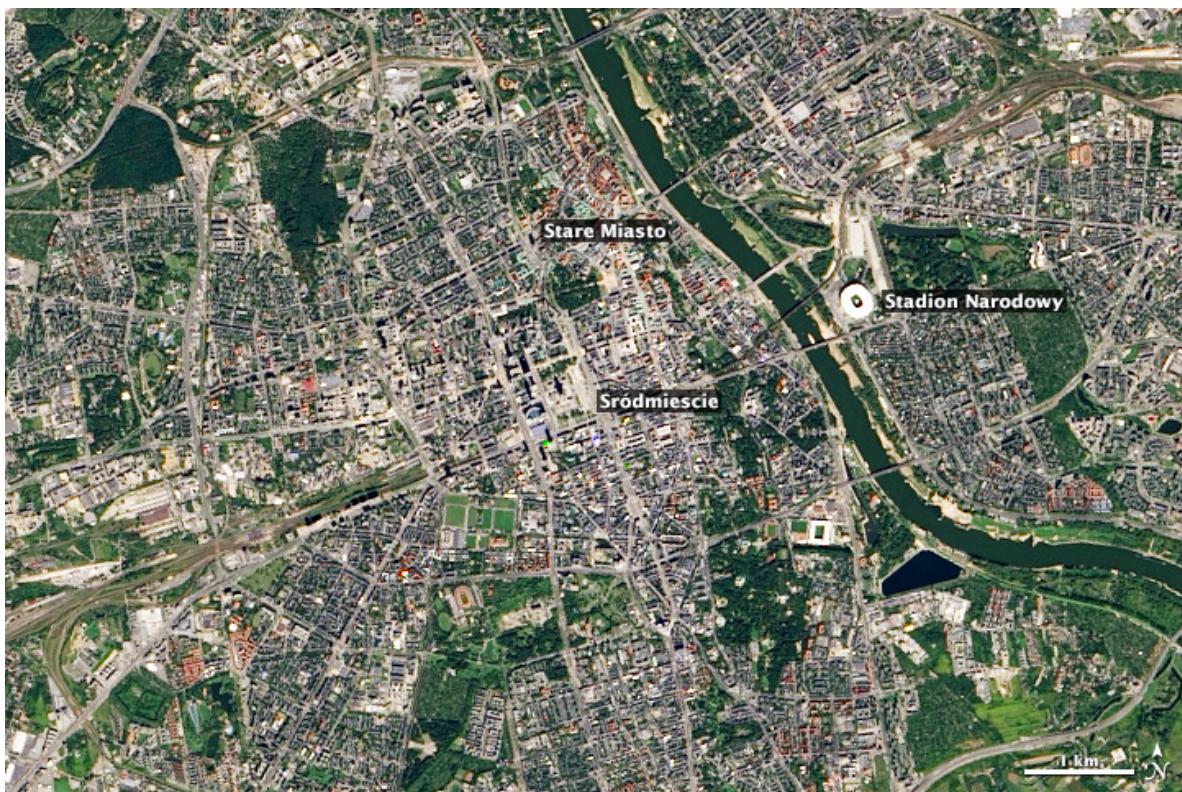


Figura 32. Ciudades tomadas con LandSat.

Las nubes son blancas y grises, presentan sombras sobre el terreno que reflejan la forma de las nubes. El humo es más suavizado que las nubes y van de color de café a gris. El humo de la quema de combustibles es negro. La neblina no tiene rasgos distintivos van de gris pálido a un blanco. La neblina densa es opaca, pero se pude ver a través de neblina más delgada.

EL polvo varía en color, dependiendo de la fuente. En general es ligeramente bronceado, blanco, rojo, marrón oscuro e incluso negro debido a diferentes contenidos minerales. Las plumas volcánicas también varían en apariencias dependiendo del tipo de erupción. Las plumas de vapor y gas son blancas. Las plumas de ceniza son marrones, la ceniza volcánica resuspendida también es de color marrón.

La combinación del contexto, forma y textura te ayudará a notar diferencias. Las sombras proyectadas por las nubes o las montañas pueden confundirse fácilmente con otras características de la superficie oscura: agua, bosque o tierras quemadas.

Identificar el norte

Es un punto de referencia familiar, se puede orientar respecto a él o con otros rasgos como un lago, cordillera, etc.

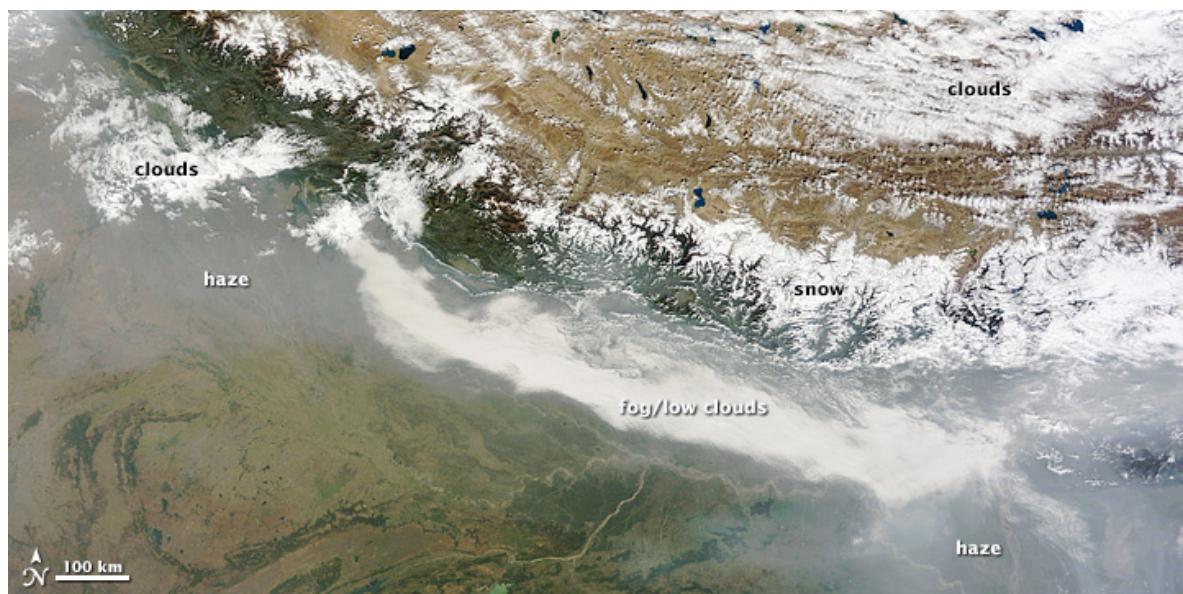


Figura 33. El Himalaya con MODIS.

Conocimiento previo

El conocimiento del lugar aplicado a un evento, por ejemplo un incendio forestal origina un tono marrón oscuro en un bosque como resultado de la quema. Además se permite la conexión con estudios sociales, económicos, históricos (población, transporte, producción alimentaria), geología (actividad volcánica, tectónica), biología y ecología (crecimiento de plantas y ecosistemas), política y cultura (uso de agua, suelo), química (contaminación atmosférica) y salud (contaminación, hábitat, enfermedades epidemiológicas).

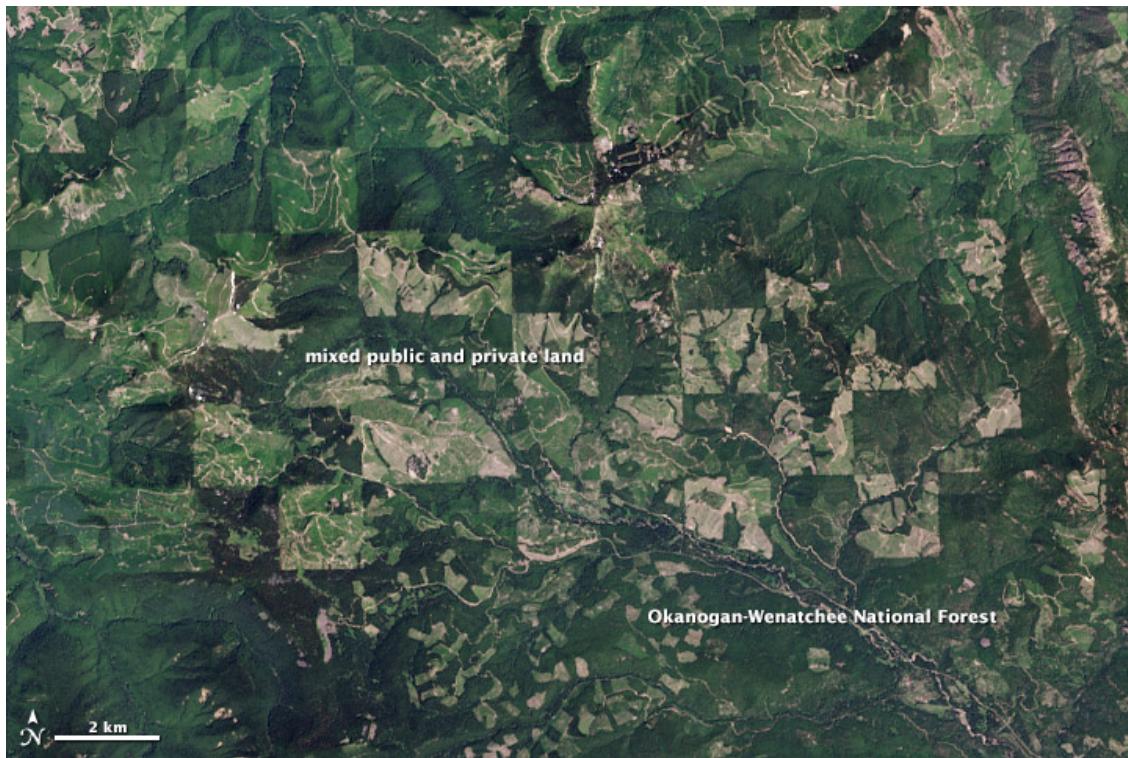


Figura 32. Areas protegidas con LandSat.

Composición de bandas en RGB (gisandbeer, 2018)

Color natural: LandSat 8 (4, 3,2), Sentinel 2B (4, 3,2)

Falso color (para zonas urbanas): Landsat 8 (7, 6,4), Sentinel 2B (12, 11,4)

Infrarrojo (para vegetación): Landsat 8 (5, 4,3), Sentinel 2B (8, 4,3)

Agricultura: Landsat 8(6,5,2), Sentinel 2B (11,8A,2)

Penetración de radiación en atmósfera: Landsat 8 (7,6,5), Sentinel 2B (12,11,8A)

Usos del suelo/masas de agua: Landsat 8 (5,6,4), Sentinel 2B (8A, 11,4)

Infrarrojo de onda corta: Landsat 8 (7,5,4), Sentinel 2B (12, 8A,4)

Análisis de vegetación: Landsat 8 (6,5,4), Sentinel 2B (11,8A,4)

Análisis de vegetación sana: Landsat 8 (5,6,2), Sentinel 2B (8A,11,2)

Índice NDVI: Landsat 8 (5-4)/(5+4), Sentinel 2B (8-4)/(8+4)

Índice NDWI: Landsat 8 (3-5)/(3+5), Sentinel 2B (3-8)/(3+8)

Índice NDSI: Landsat 8 (3-6)/(3+6), Sentinel 2B (3-11)/(3+11)

Corrección Atmosférica para Landsat 8 (Bravo, 2016)

Los productos de Landsat Level-1 son entregados como números digitales, los cuales son convertidos a unidades absolutas de radiancia o reflectancia (Young, 2017). La corrección atmosférica tiene el propósito de evaluar y eliminar las distorsiones que la atmósfera introduce en los valores de radiancia que llegan al sensor desde la superficie terrestre.

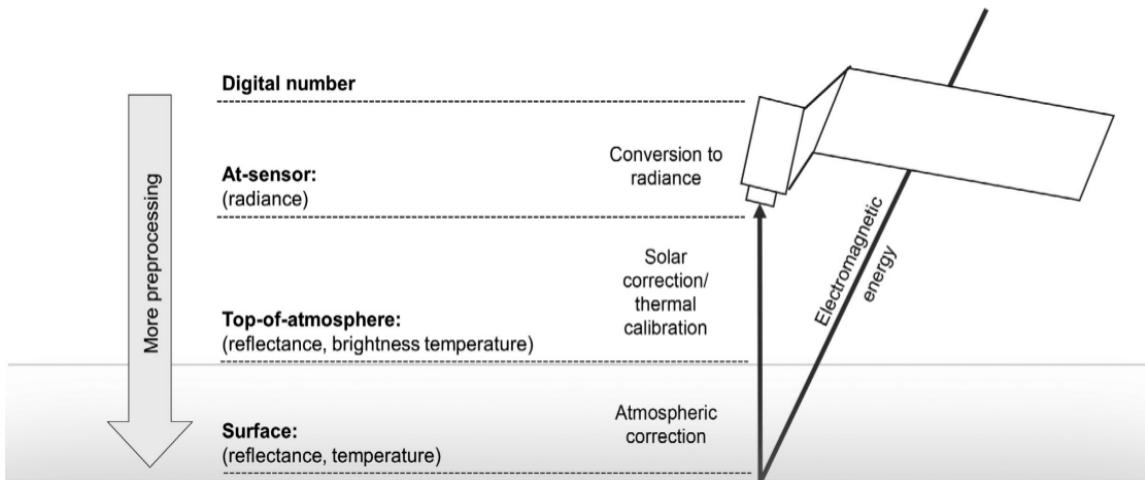


Figura 33. Conversión de valores DN a valores de radiante, reflectancia, temperatura de brillo, reflectancia y temperatura.

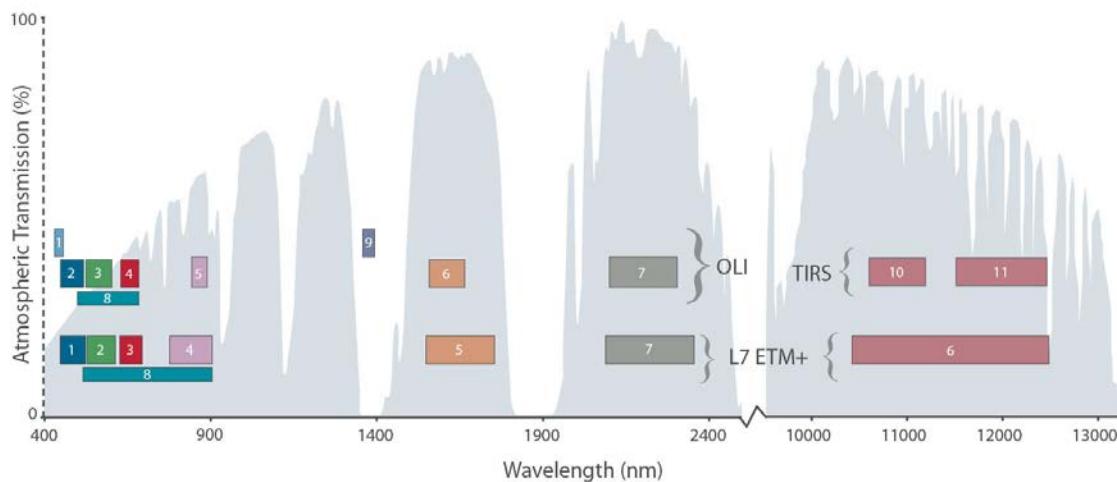


Figura 33A. Los rangos de las bandas en el Espectro electromagnético con Landsat 7 y LandSat 8.

Landsat-7 ETM+ Bands (μm)			Landsat-8 OLI and TIRS Bands (μm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514	30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601	30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692	30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898	30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31 - 12.36	<i>100 m TIR-1</i>	<i>10.60 – 11.19</i>	Band 10
			<i>100 m TIR-2</i>	<i>11.50 – 12.51</i>	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896	15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

Tabla 1. Rangos de las bandas espectrales.

El proceso de conversión de valores DN a TOA radiance es por medio de la multiplicación con unos factores de escala que se encuentra en el archivo de metadatos de la escena LandSat.

Conversion to TOA Radiance

OLI and TIRS band data can be converted to TOA spectral radiance using the radiance rescaling factors provided in the metadata file:

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

where:

- L_λ = TOA spectral radiance (Watts/($\text{m}^2 * \text{srad} * \mu\text{m}$))
- M_L = Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)
- A_L = Band-specific additive rescaling factor from the metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)
- Q_{cal} = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

Figura 34. Formula de conversión de valores DN (Qcal) a radiancia (L_λ).

Conversion to TOA Reflectance

OLI band data can also be converted to TOA planetary reflectance using reflectance rescaling coefficients provided in the product metadata file (MTL file). The following equation is used to convert DN values to TOA reflectance for OLI data as follows:

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p$$

where:

- $\rho\lambda'$ = TOA planetary reflectance, without correction for solar angle. Note that $\rho\lambda'$ does not contain a correction for the sun angle.
- M_p = Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)
- A_p = Band-specific additive rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)
- Q_{cal} = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

Figura 35. Formula de conversión de valores DN (Qcal) a reflectancia ($\rho\lambda'$).

La reflectancia ($\rho\lambda'$) con una corrección para el angulo solar es con la siguiente formula:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$$

where:

- $\rho\lambda$ = TOA planetary reflectance
- θ_{SE} = Local sun elevation angle. The scene center sun elevation angle in degrees is provided in the metadata (SUN_ELEVATION).
- θ_{SZ} = Local solar zenith angle; $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$

Figura 36. Formula de ajuste de reflectancia ($\rho\lambda$).

El clásico NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

El NDVI es calculado desde las bandas visibles e IR reflejada por la vegetación. La vegetación sana absorbe más la luz visible y refleja una gran porción de luz en el IR.

La vegetación en senescencia refleja mayor luz visible y menor luz infrarroja, por lo tanto, valores bajos de NDVI.

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

Los resultados reflejan en un rango de -1 a +1.

Valores cercanos a +1 (0.8-.09) indica una alta posibilidad de “verdor”.

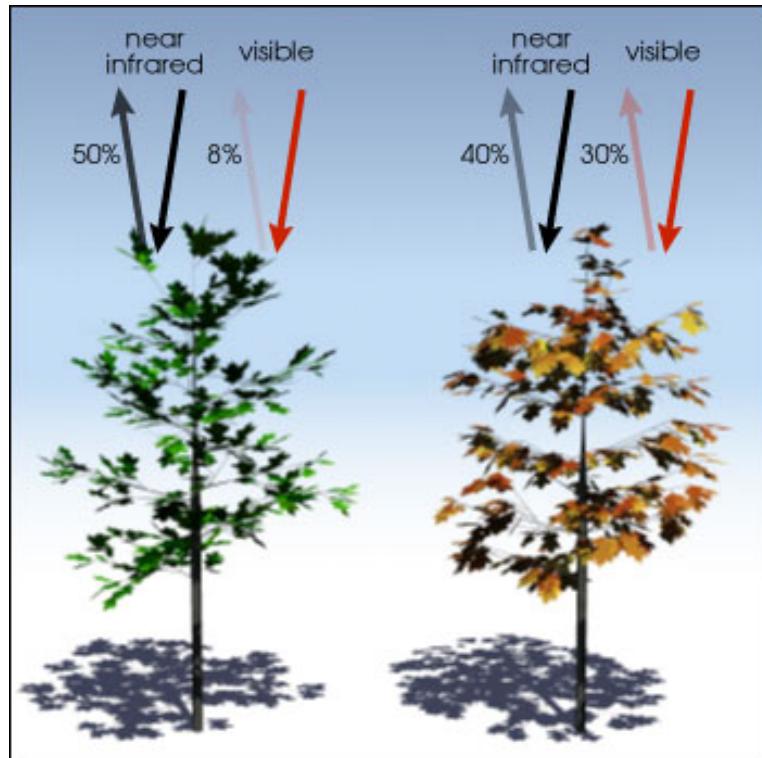


Figura 37. Reflectividad en la vegetación.

La navaja suiza llamada QGIS: GDAL, SCP, GRASS, SAGA y Orfeo Toolbox.

QGIS es un sistema de información Geográfica libre y de Código Abierto. En el año 2002, Gary Sherman inicio el desarrollo de QGIS, un Sistema de Información Geográfica que permite la creación, edición, visualización, análisis y publicación de información geoespacial en varios Sistemas operativos como Windows, Mac, Linux, BSD y próximamente en Android.



Figura 38. La navaja Suiza QGIS. Imagen original de Vitorinox.

En el año 2007, el proyecto QGIS es incubado por el movimiento OsGeo, y así en el año 2009, la versión 1 de QGIS es lanzada. La siguiente [animación](#), creada con Gource muestra cómo ha evolucionado el código de QGIS desde el año 2002 hasta el año de 2011.



Figura 39. Gary Sherman, fundador del proyecto QGIS.



Figura 40. [Screen splash](#) de la primera versión de QGIS: Versione ALFA 0.0.1 – Giugno 2002.

La última versión de QGIS es la 3 Girona, en la cual se utiliza python 3 y QT 5, siguiendo el camino del manejo de estandares abiertos, Geopackage, conexión a bases de datos como Posgresql con Postgis, Spatial Lite, la integración con Orfeo Toolbox, GRASS, SAGA GIS, R Statistics y servidores como GeoGig, GeoNode, GeoCat y Geoserver.



Figura 41. Características de QGIS 3 Girona.

El primer protagonista: GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)

GDAL es una biblioteca que maneja formatos raster y vectorial, soporta una gran variedad de formatos, y es posible ejecutar desde la línea de comandos para el procesamiento y cambio de formatos. Otras operaciones son la consulta, reproyección, combinación (merge), creación de contornos vectoriales, modelos de elevación, tiles virtuales (VRT), entre otros. En mayo de 2018 se encuentra la versión 2.3.0.

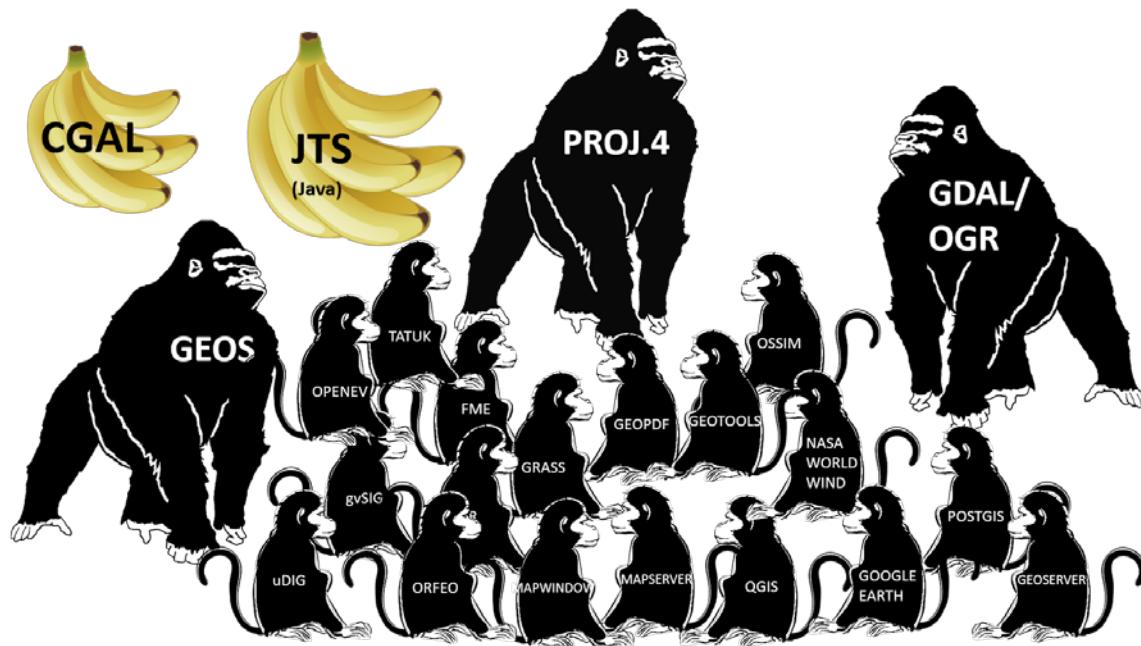


Figura 42. Bibliotecas que utilizan los Software Libres Geoespaciales.

El segundo protagonista: GRASS (Geographic Resources Analysis Support System)

Desarrollado en 1982 por el Cuerpo de Ingenieros del Laboratorio de Investigación de Ingeniería de la Construcción del Ejército de los Estados Unidos (USA-CERL). Es uno de los primeros proyectos de la Fundación OSGeo. La última versión estable es la GRASS GIS 7.4.

GRASS GIS tiene una vasta cantidad de herramientas en el manejo de archivos raster y vectoriales, SQL y 3D, así como aplicaciones de análisis del terreno, geomorfología, geoestadística, procesamiento de imágenes de satélite, LIDAR, Batimetría, series de tiempo, tablas de colores, animaciones, análisis de redes, GPS, interpolación, remuestreo, entre otros. Es posible interactuar con otros Sistemas como AMB, C++, GMT, Java, Octave, Paraview, PHP, Python, SAGA, Sextante, Shell, VTK y archivos bat.



Figura 43. Logo de GRASS GIS.

El tercer protagonista: SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses)

SAGA es soportado por el Departamento de Geografía de Göttingen, Alemania. Es un GIS híbrido, desarrollado en lenguaje C++; también proporciona una línea de comandos que permite scripting batch/bash y una interface en python que proporciona un acceso directo a la API de SAGA.



Figura 44. Logo de SAGA GIS.

El cuatro integrante es: Semiautomatic Classification Plugin

Es un plugin que permite realizar clasificaciones supervisada y no supervisada de imágenes de satélite, además proporciona herramientas de descarga de imágenes de acceso abierto (Landsat, Sentinel-2, Sentinel-3, ASTER y MODIS), herramientas de preprocesamiento, postprocesamiento y la calculadora raster.

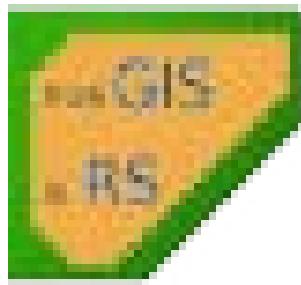


Figura 45. Logo del plugin semiautomatic Classification Plugin.

El quinto integrante es: Orfeo Toolbox

Es un proyecto de software de código abierto para el manejo de información de imágenes de satélite incluye un visor, y apps que son compatibles con Bash, python o QGIS, además de su API desarrollado en C++.

Entre sus funcionalidades podemos mencionar la manipulación de imágenes, preprocesamiento como la corrección atmosférica (TOA), Pan-sharpening, Stereo-rectification, etc; Extracción de rasgos; segmentación de imágenes y la clasificación de imágenes empleando varios tipos de algoritmos como K-means, SVM, machine learning, entre otros.



Figura 46. Logo de Orfeo ToolBox

¿Qué es un UI (Urban Index de Kawamura) y NDBI (Índice de Diferencia Normalizada Edificada)? (Gis&Beers, 2018)

El NDBI se utiliza en la estimación de zonas con superficies edificadas o en desarrollo de construcción contra zonas naturalizadas con vegetación o desnudas. Este Índice junto con el índice NDVI y el índice UI son una vía de análisis territorial en estudios urbanísticos, infraestructuras y la comparación de la evolución de las urbes en el tiempo. Otras aplicaciones son predicción de escorrentías de cuencas y planeación de uso de suelo.

El cálculo del índice NDBI requiere de las bandas de análisis del infrarrojo (SWIR y NIR – 11 y 8 para Sentinel-2). La relación es expresada:

$$\text{NDBI} = (\text{SWIR-NIR}) / (\text{SWIR+NIR})$$

En el caso de Sentinel-2

$$\text{NDBI} = (\text{B11} - \text{B08}) / (\text{B11} + \text{B08})$$

Al igual que el valor NDVI, los valores resultantes oscilan entre -1 y 1, donde:

- Valores negativos indican zonas con presencia de vegetación.
- Valores intermedios a determinar zonas desnudas, cultivos en crecimientos
- Valores positivos zonas territoriales con coberturas de suelo edificadas o infraestructuras antrópicas.

El UI o Urban Index de Kawamura incorpora la banda VNIR:

$$\text{UI} = (\text{SWIR-VNIR}) / (\text{SWIR+VNIR})$$

Referencias:

- Bernal M., 2018, QGIS en la construcción de ciudades sustentables caso de éxito SEDATU, SEMARNAT y GIZ en la elaboración de Planes Municipales de Desarrollo Urbano. Recuperado de <http://www.qgis.mx/2018/03/qparty-2018/>
- Bravo C., et.al., 2016, Curso de Agroclimatología, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Chuvieco E., 2008, Teledetección ambiental, Barcelona, España, Editorial Ariel.
- Congedo L., 2016, Semi-Automatic Classification Plugin Documentation, DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>
- García A., Muñoz J., 2002, El paisaje en el ámbito de la Geografía, México, Instituto de Geografía, UNAM.
- Gisandbeer, 2018, Combinaciones RGB de imágenes satélite Landsat y Sentinel. Recuperado el 23 de mayo de 2018 de <http://www.gisandbeers.com/combinacion-de-imagenes-satelite-landsat-sentinel-rgb/>
- GDAL, 2018, Geospatial Data Abstraction Library. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <http://www.gdal.org/>
- GRASS, 2018, GRASS GIS. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://grass.osgeo.org/>
- SAGA, 2018, System for Automated Geoscientific Analyses. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <http://www.saga-gis.org/en/index.html>
- SAGA, 2018, Saga tutorials. Recuperado el 24 de mayo de 2018 de <https://sagatutorials.wordpress.com/atmospheric-correction/>
- Landsat Missions, 2018, Using the USGS Landsat 8 Product. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>.
- Lindsey, R. 2000, Amazon Deforestation. Recuperado el 5 de mayo de 2017 de <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/deforestation.php>.
- Mappinggis, 2018, Descargar imágenes Sentinel con QGIS, Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://mappinggis.com/2018/05/como-descargar-imagenes-sentinel-con-qgis/>
- NDBI, 2018, SENTINEL Hub, Recuperado el 15 de mayo de 2018 de https://www.sentinel-hub.com/develop/documentation/eo_products/Sentinel2EOproducts
- Olaya, V. 2006, Libro SIG. Recuperado el 5 de mayo de 2018 de <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- OTB, 2018, Orfeo Tool Box. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://www.orfeo-toolbox.org/>
- QGIS, 2018, QGIS project. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de <https://www.qgis.org/en/site/>
- INEGI, 2018, Imágenes del Territorio. Recuperado el 5 de mayo de 2018 de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/elementos.aspx>

LasTools, 2018, How to install LASTools tollbox in QGIS. Recuperado el 12 de junio de 2018 de <https://rapidlasso.com/2013/09/29/how-to-install-lastools-toolbox-in-qgis/>

LIDAR, 2016, Descarga de datos LIDAR, Recuperado el 12 de junio de 2018 de <https://mappinggis.com/2016/09/descargar-datos-lidar-gratis/>

Riebeek, H. 2013, How to interpret a Satellite image: Five tips and strategies. Recuperado el 5 de mayo de 2018 de <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/ColorImage/>

Robinson A.H., 1995, Elements of Cartography, USA, John Wiley & Sons, Inc.

SentinelHub, 2018, Time-lapse: Construction of the new Beijing International Airport Daxing. Recuperado el 5 de mayo de 2018 de https://www.youtube.com/watch?v=YJfAn0c_yE.

Tecnología LIDAR, 2018, Aspectos teóricos/metodológicos. Recuperado el 12 de junio de 2018 de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/lidar.aspx>

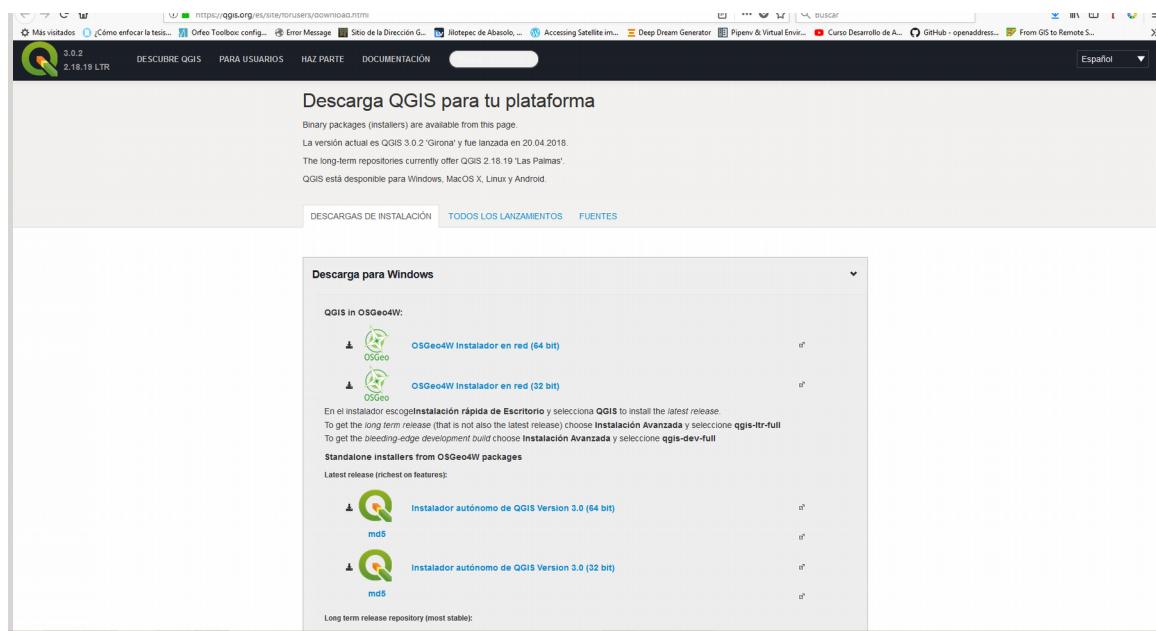
Tomlinson, R., 2007, Pensando en el SIG, RedLands, California, EsriPress.

Uruga D., 2018, Complemento para la clasificación semiautomática SCP, UAM-Iztapalapa. Recuperado de <http://www.qgis.mx/2018/03/qparty-2018/>

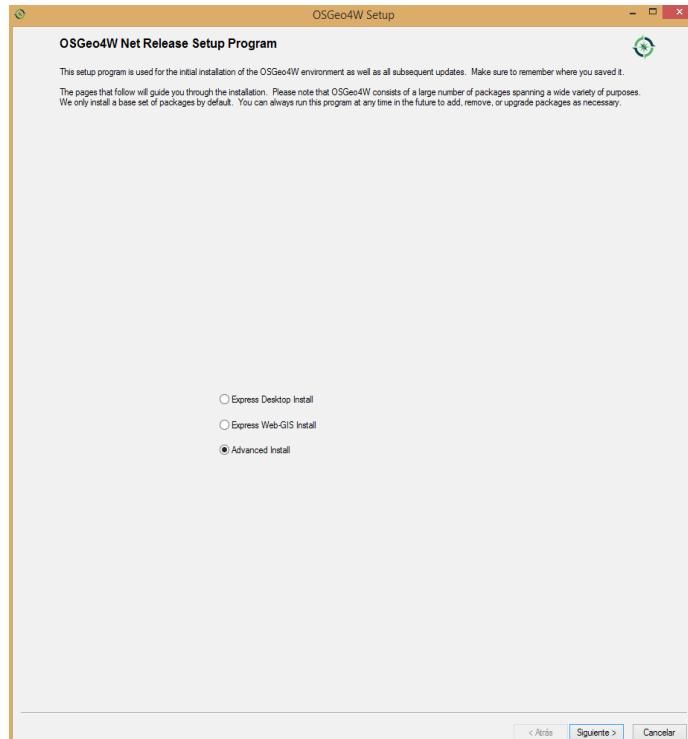
Young N., et. al., 2017, A survival guide to Landsat Preprocessing, Ecology, 98(4), 2017, pp.920-932.

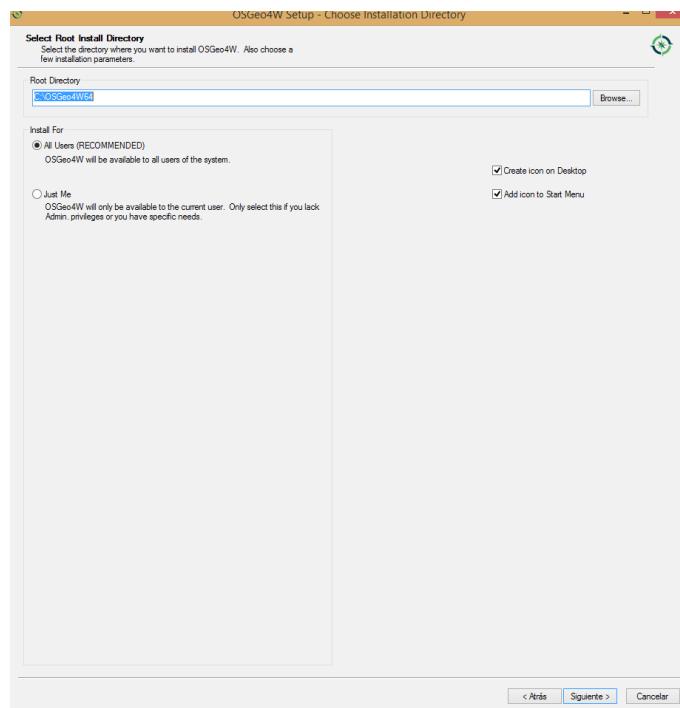
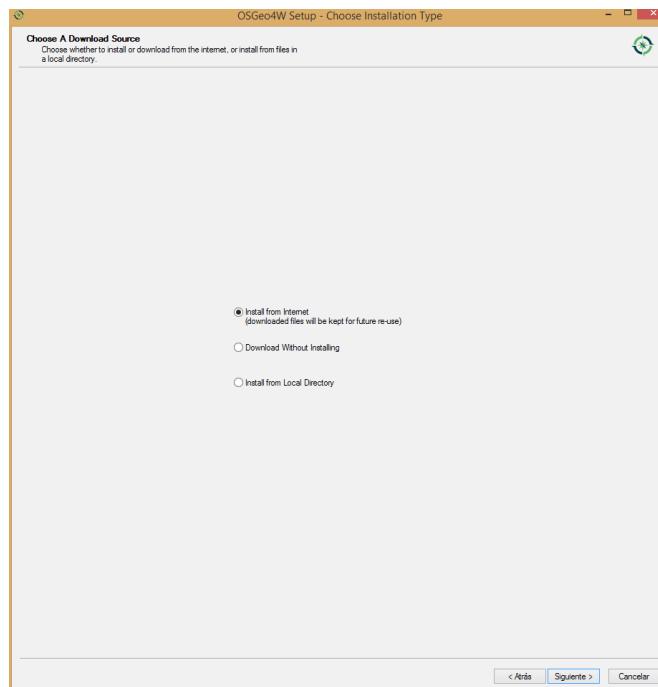
1 Descarga e instalación de QGIS en Windows.

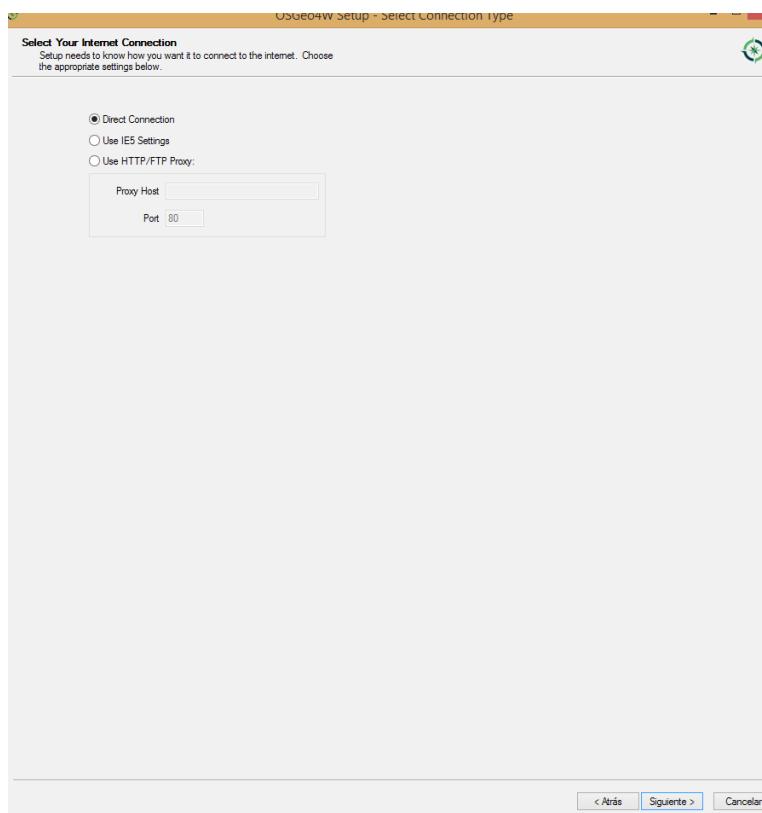
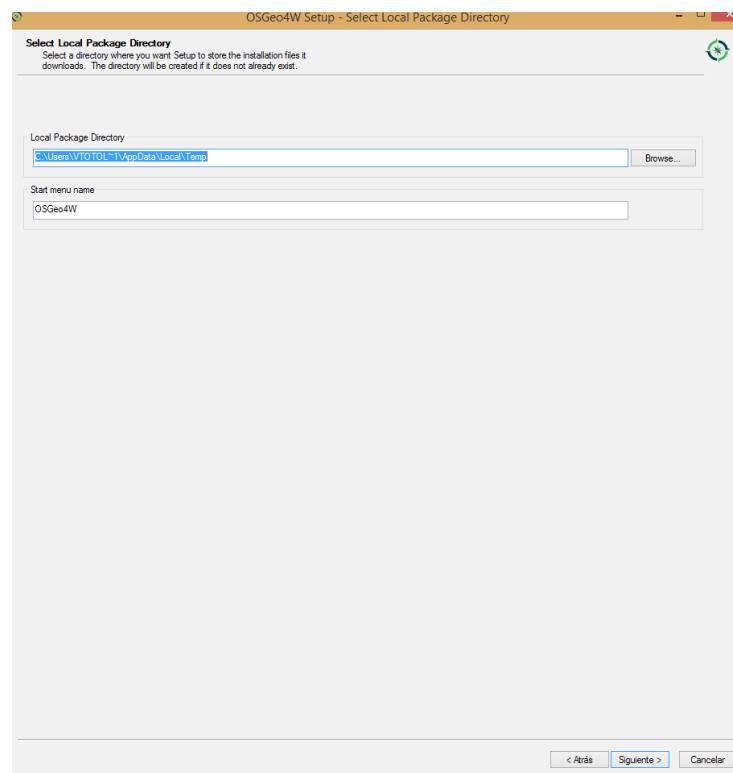
Descarga el instalador OSGeo4W 64 bits

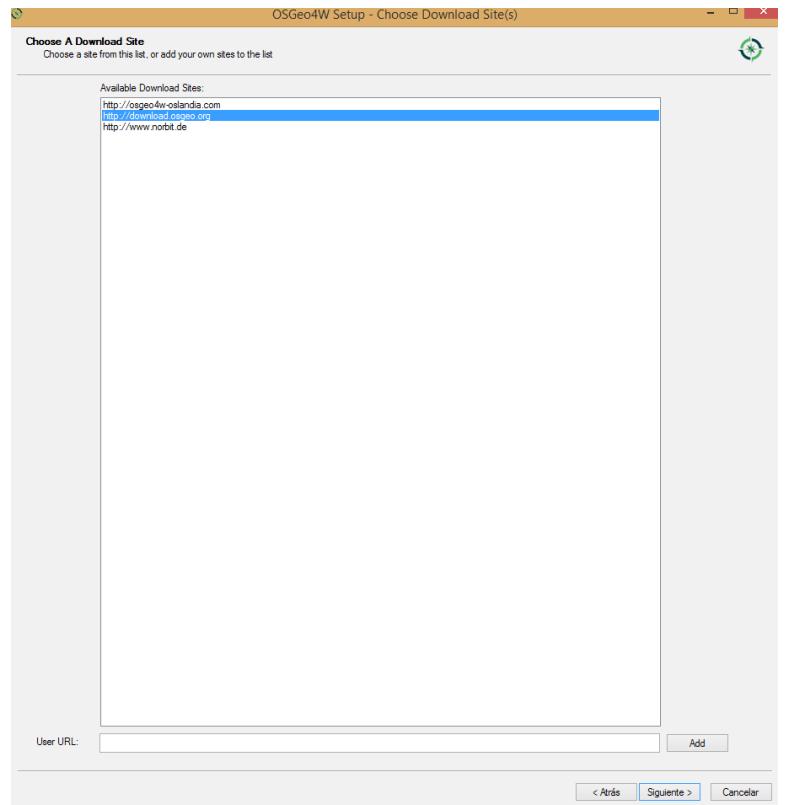


2 Advanced Install









OSGeo4W Setup - Select Packages

Select Packages
Select packages to install

Search: qgis | Clear

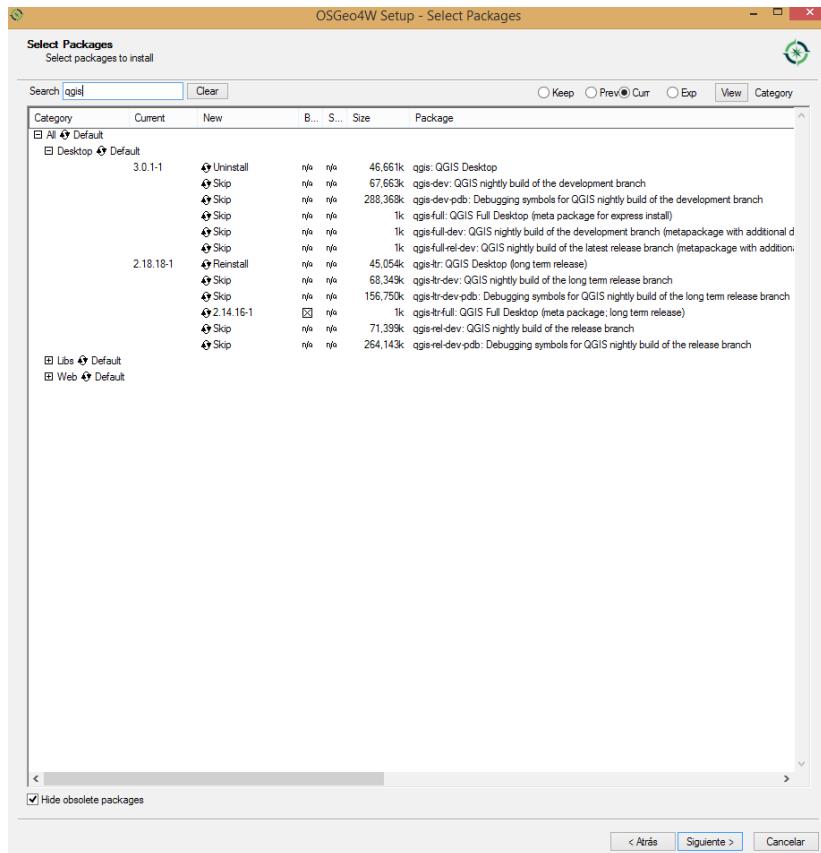
Category Current New B... S... Size Package

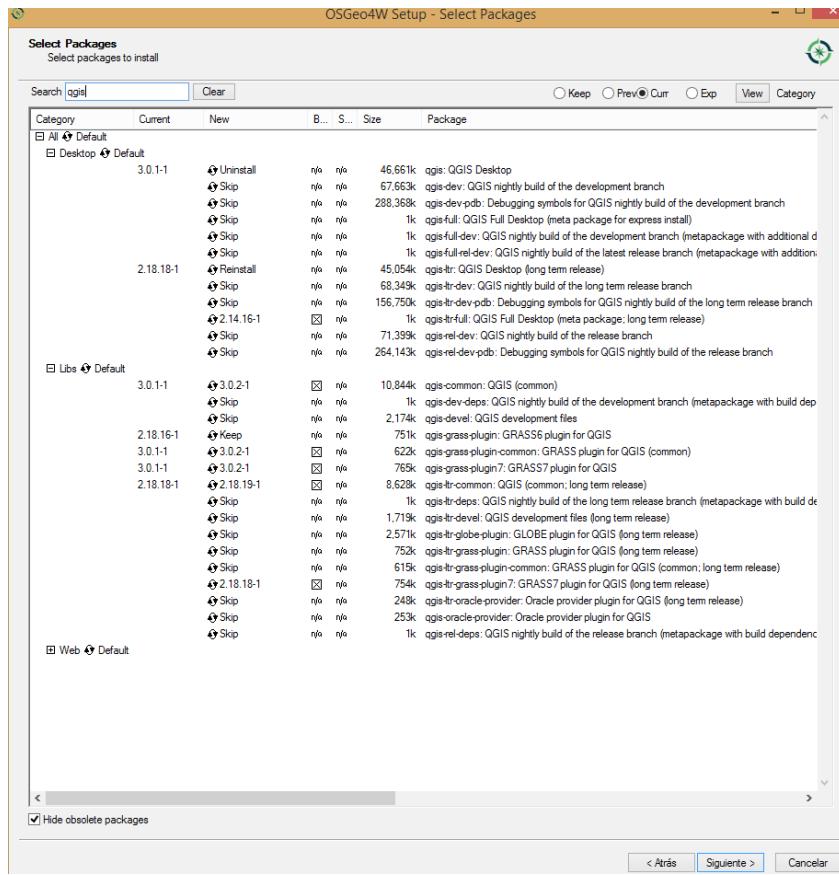
Keep Prev Curr Exp View Category

Category	Current	New	B...	S...	Size	Package
All Default						
Desktop Default						
3.0.1-1						
	Uninstall	n/a	n/a	46,661k	qgis: QGIS Desktop	
	Skip	n/a	n/a	67,653k	qgis-dev: QGIS nightly build of the development branch	
	Skip	n/a	n/a	288,368k	qgis-dev-pdb: Debugging symbols for QGIS nightly build of the development branch	
	Skip	n/a	n/a	1k	qgisfull: QGIS Full Desktop [meta package for express install]	
	Skip	n/a	n/a	1k	qgisfull-dev: QGIS nightly build of the development branch [metapackage with additional dev dependencies]	
	Skip	n/a	n/a	1k	qgisfull-rel-dev: QGIS nightly build of the latest release branch [metapackage with additional dev dependencies]	
2.18.18-1	Reinstall	n/a	n/a	45,054k	qgis-ltr: QGIS Desktop (long term release)	
	Skip	n/a	n/a	68,343k	qgis-ltr-dev: QGIS nightly build of the long term release branch	
	Skip	n/a	n/a	155,750k	qgis-ltr-dev-pdb: Debugging symbols for QGIS nightly build of the long term release branch	
2.14.16-1						
	Skip	n/a	n/a	1k	qgis-ltr-full: QGIS Full Desktop [meta package; long term release]	
	Skip	n/a	n/a	71,393k	qgis-rel-dev: QGIS nightly build of the release branch	
	Skip	n/a	n/a	264,143k	qgis-rel-dev-pdb: Debugging symbols for QGIS nightly build of the release branch	
Libs Default						
Web Default						

< Atrás Siguiente > Cancelar

Hide obsolete packages





Referencias:

QGIS México, 2016. Recuperado el 5 de mayo de 2018 de <http://www.qgis.mx/2016/10/instalacion-avanzada-de-qgis-con-osgeo4w/#comment-59>

2 Calculo de NDVI con imágenes de satélite MODIS

En este ejercicio, utilizaremos las herramientas básicas de QGIS con el fin de reclasificar, a partir de un Índice de vegetación (NDVI) obtenido de imágenes MODIS, zonas con mayor NDVI en el estado de Michoacan, México.

Descarga de datos

MOD13Q1: MODIS / Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250 m SIN Grid V006

Este Grid consiste de 4800 renglones y 4800 columnas con una resolución de 250 por pixel. El algoritmo elige los mejores pixeles de las adquisiciones en un periodo de 16 días. El archivo DHF contiene la reflectancia de las bandas 1 (Red), 1 (NIR, 3 (Blue) y 7(MIR), así como cuatro capas de observación. Este producto generado en Nivel 2 Gridded daily Surface Reflectance product. Eso implica que no requiere corrección radiométrica, geométrica y atmosférica. Más detalles de la información

en:

https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod13q1_v006

The screenshot shows a web browser window with the title "MOD13Q1 V006 | LP DAAC :: NASA Land Data Products and Services - Google Chrome". The address bar indicates a secure connection. The main content area contains several tables of data:

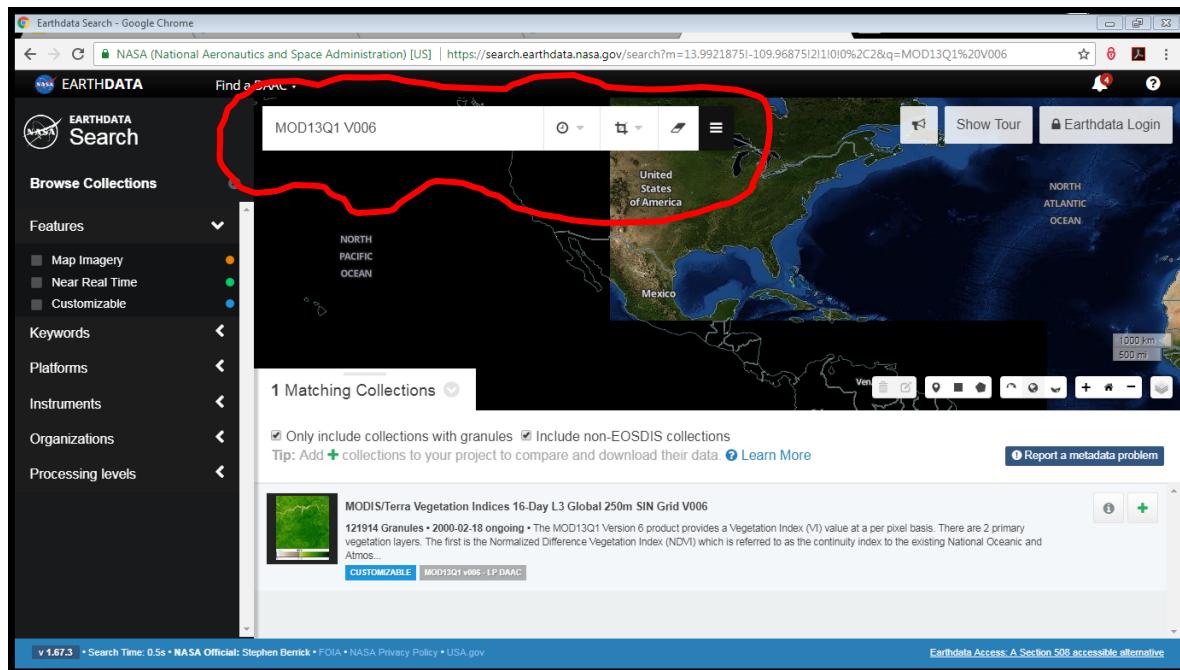
Description	Characteristics	Documentation	Tools	Resources	Top of Page
Columns/Rows	4800 x 4800				
Pixel Size	250 m				

Data Layer Characteristics						
SDS Name	Description	Units	Data Type	Fill Value	Valid Range	Scale Factor
250m 16 days NDVI	16 day NDVI average	NDVI	16-bit signed integer	-3000	-2000 to 10000	0.0001
250m 16 days EVI	16 day EVI average	EVI	16-bit signed integer	-3000	-2000 to 10000	0.0001
250m 16 days VI Quality	VI quality indicators	Bit field	16-bit unsigned integer	65535	0 to 65534	N/A
250m 16 days red reflectance	Surface Reflectance Band 1	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0 to 10000	0.0001
250m 16 days NIR reflectance	Surface Reflectance Band 2	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0 to 10000	0.0001
250m 16 days blue reflectance	Surface Reflectance Band 3	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0 to 10000	0.0001
250m 16 days MIR reflectance	Surface Reflectance Band 7	Reflectance	16-bit signed integer	-1000	0 to 10000	0.0001
250m 16 days view zenith angle	View zenith angle of VI Pixel	Degree	16-bit signed integer	-10000	0 to 18000	0.01
250m 16 days sun zenith angle	Sun zenith angle of VI pixel	Degree	16-bit signed integer	-10000	0 to 18000	0.01
250m 16 days relative azimuth angle	Relative azimuth angle of VI pixel	Degree	16-bit signed integer	-4000	-16000 to 18000	0.01
250m 16 days composite day of the year	Day of year VI pixel	Julian day	16-bit signed integer	-1	1 to 366	N/A
250m 16 days pixel reliability	Quality reliability of VI pixel	Rank	8-bit signed integer	-1	0 to 3	N/A

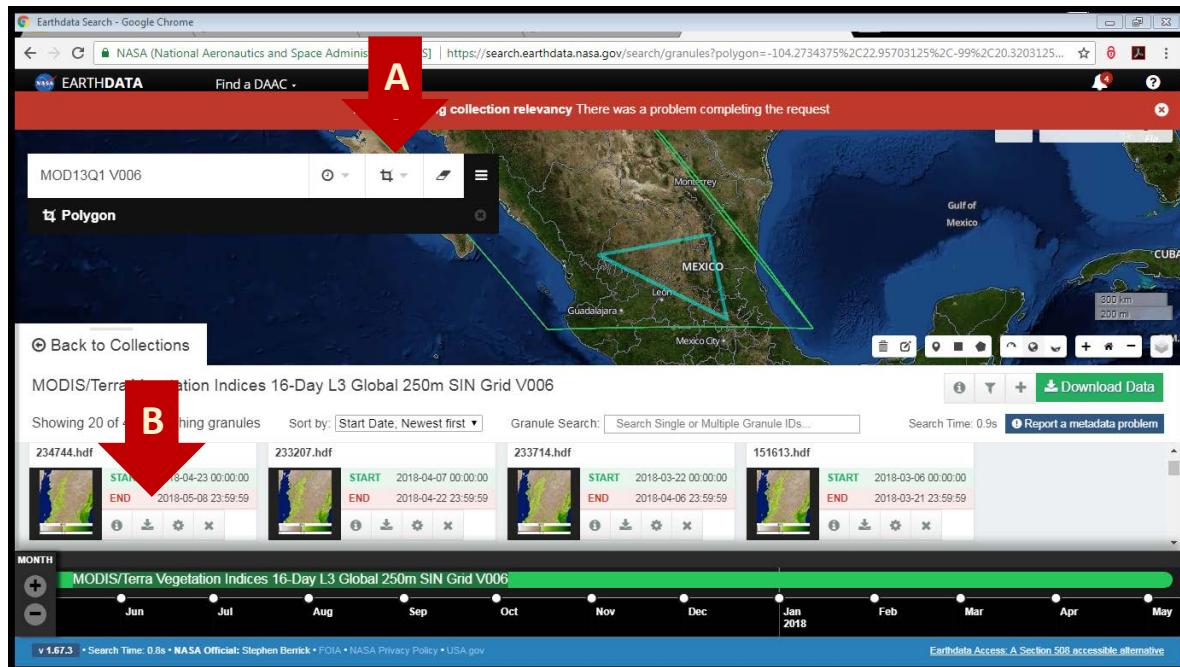
Herramienta de búsqueda de datos

Realizar la búsqueda en la dirección: en <https://search.earthdata.nasa.gov>

Previamente se recomienda generar una cuenta Earthdata, con esta permitirá la descarga de la información. En la barra de búsqueda, introducir el nombre del producto “MOD13Q1”

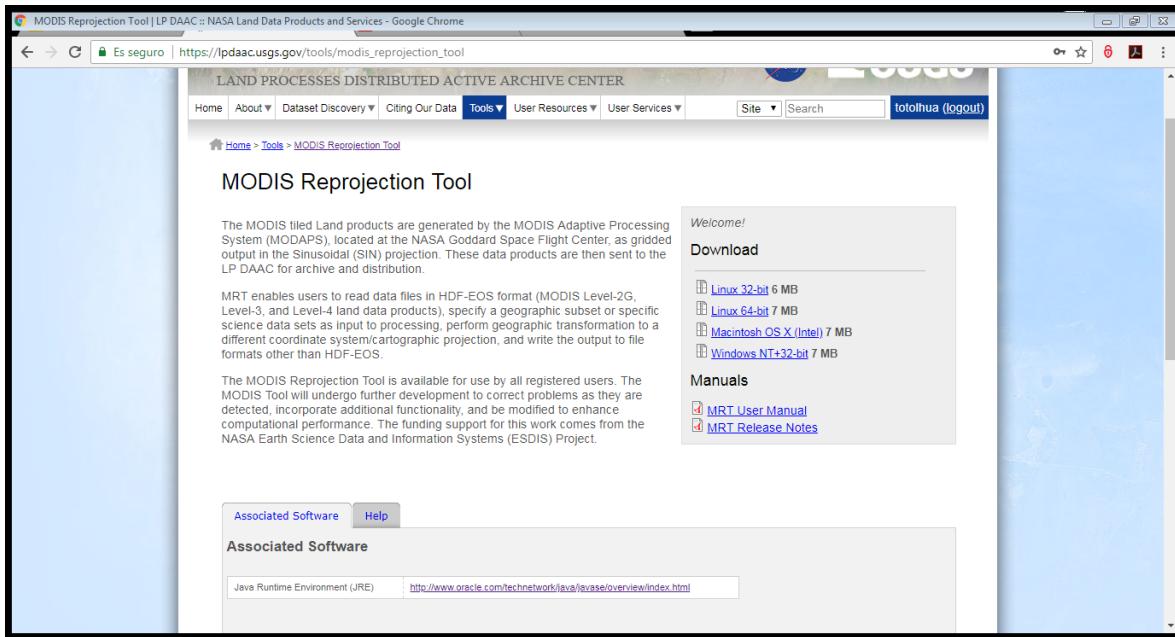


En el ejercicio se recomienda seleccionar un polígono de búsqueda del centro de México (A), con el fin de que obtengamos dos imágenes, la parte norte y sur, con las cuales realizaremos el mosaico. Los resultados se desplegarán en la parte inferior, descargar las imágenes con el ícono de descarga (B). Para fines del ejercicio, descargamos la última imagen de la zona norte y la última imagen de la zona sur de México.



Herramienta MODIS Reprojection Tool

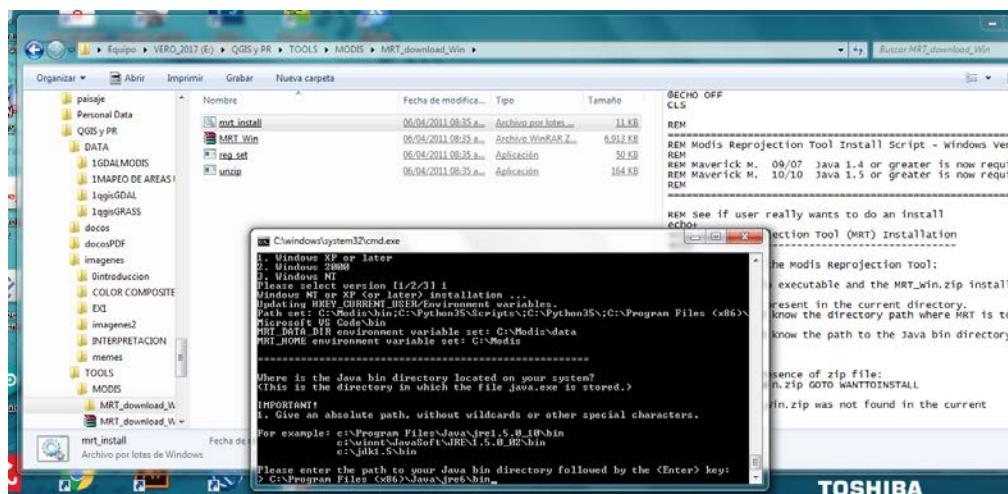
Con el fin de reproyectar y cambiar de formato la banda de NDVI de cada archivo con extensión hdf. La dirección de acceso a esta herramienta es:



https://lpdaac.usgs.gov/tools/modis_reprojection_tool

A su vez, como otras herramientas es necesario contar con la cuenta Earthdata, ya creada previamente. Es necesario contar con Java mayor a 1.5.

En el directorio descomprimido, ejecutar el archivo mrt_install.bat, el programa solicita una carpeta de instalación, se recomienda en C:\MODIS por los detalles de permisos en los archivos del sistema operativo; el programa de instalación también solicitará el directorio de instalación de java; para continuar en cada paso ingrese una letra “y” (implica yes).



```

C:\windows\system32\cmd.exe
(This is the directory in which the file java.exe is stored.)
IMPORTANT!
1. Give an absolute path, without wildcards or other special characters.
For example: c:\Program Files\Java\jre1.5.0_10\bin
c:\winnt\JavaSoft\JRE\1.5.0_02\bin
c:\jdk1.5\bin

Please enter the path to your Java bin directory followed by the <Enter> key:
> C:\Program Files <x86>\Java\jre6\bin

Found C:\Program Files <x86>\Java\jre6\bin\java.exe. Testing Java version...

java version "1.6.0_17"
Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.6.0_17-b04)
Java HotSpot(TM) Client VM (build 14.3-b01, mixed mode)

IMPORTANT! The Java version must be 1.5 or greater.

If your Java version is less than 1.5, please install a newer version
of Java, and then reinstall MRT.

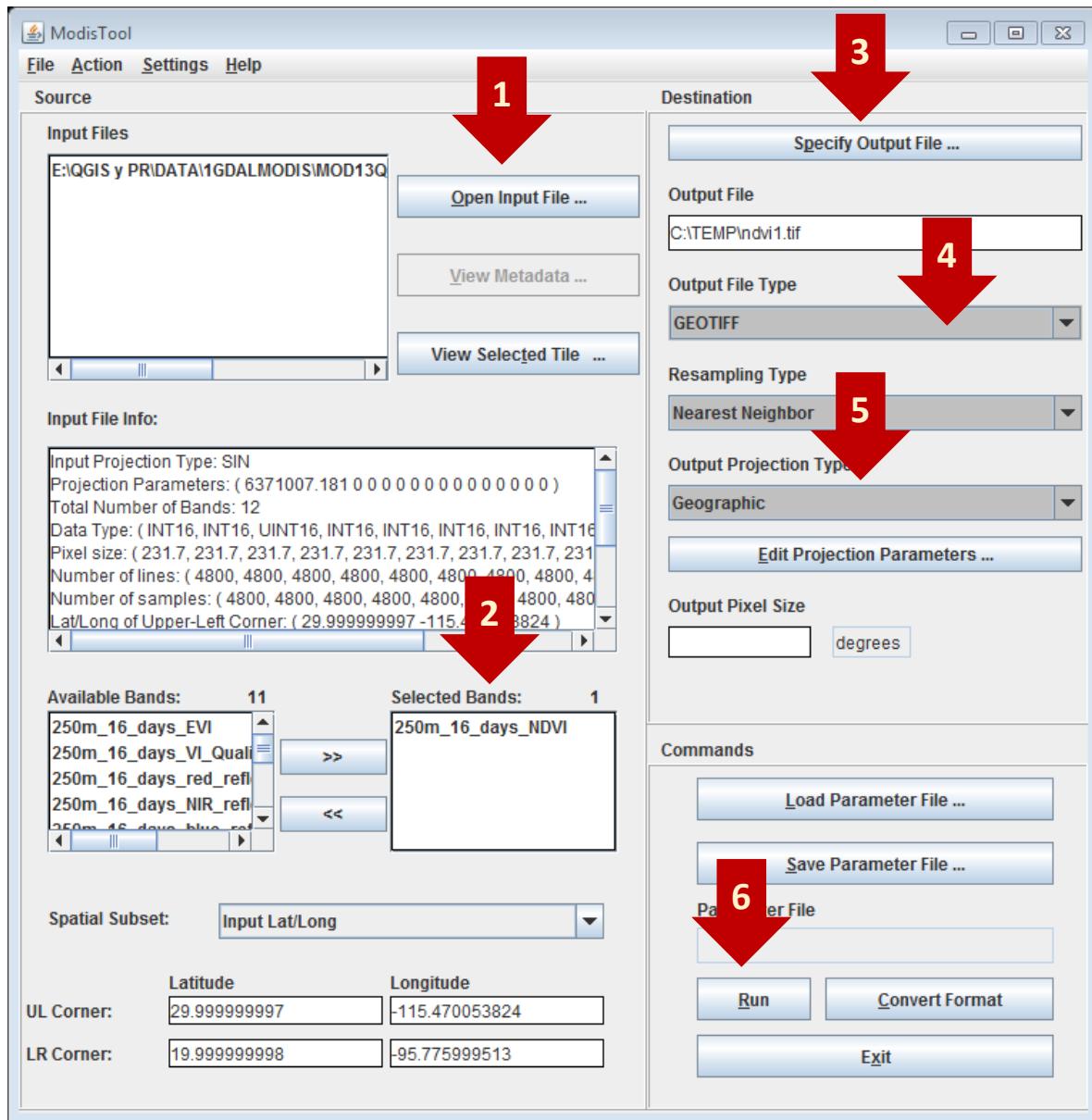
Java software may be obtained on the World Wide Web at http://java.sun.com.

Would you like to keep this Java path? [y/n] y

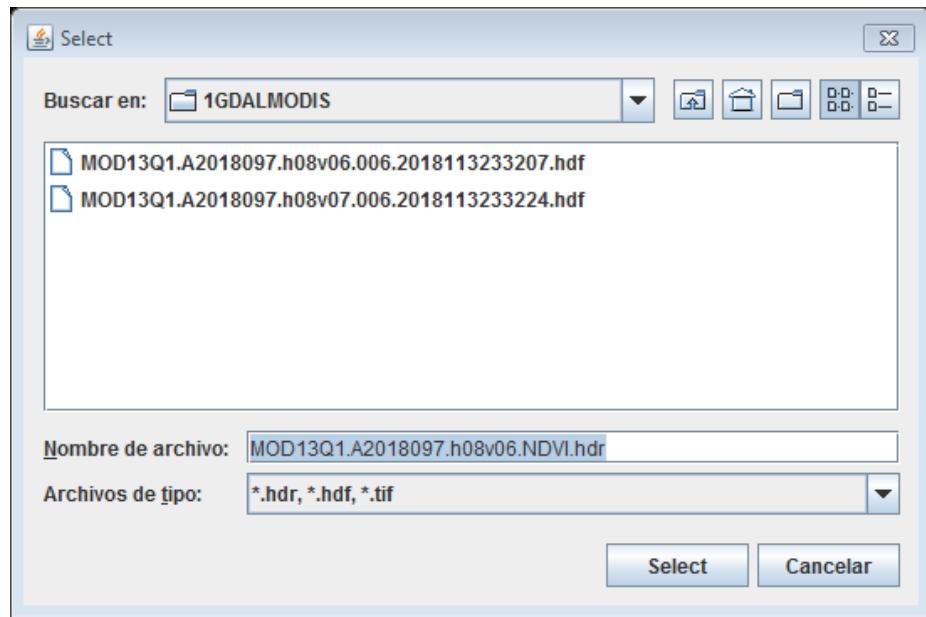
```

Finalizada la instalación de MODIS Reprojection Tools, si se instaló en el directorio C:\MODIS entonces el programa ejecutable ModisTools se encuentra en la subcarpeta bin.

W0A (C:) ▶ Modis ▶ bin				
	Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
	cathhead.prm	06/04/2011 08:35 a...	Archivo PRM	1 KB
	dumpmeta	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	441 KB
	fcgtiff	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	59 KB
	gtiff composite	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	495 KB
	hdf2rb	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	867 KB
	hdflist	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	559 KB
	mod09.prm	06/04/2011 08:35 a...	Archivo PRM	1 KB
	mod09ghk	06/04/2011 08:35 a...	Metarchivo de OS/2	15 KB
	ModisTool	11/05/2018 11:40 a...	Archivo por lotes ...	1 KB
	M _r ModisTool	06/04/2011 08:35 a...	Icono	4 KB
	ModisTool	06/04/2011 08:35 a...	Executable Jar File	137 KB
	MRTBatch	06/04/2011 08:35 a...	Executable Jar File	27 KB
	mrtmosaic	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	1.003 KB
	resample	06/04/2011 08:35 a...	Aplicación	1.059 KB



En el paso 1, seleccionar el archivo MODIS, para mi caso se llama: MOD13Q1.A2018097.h08v06.006.2018113233207.hdf

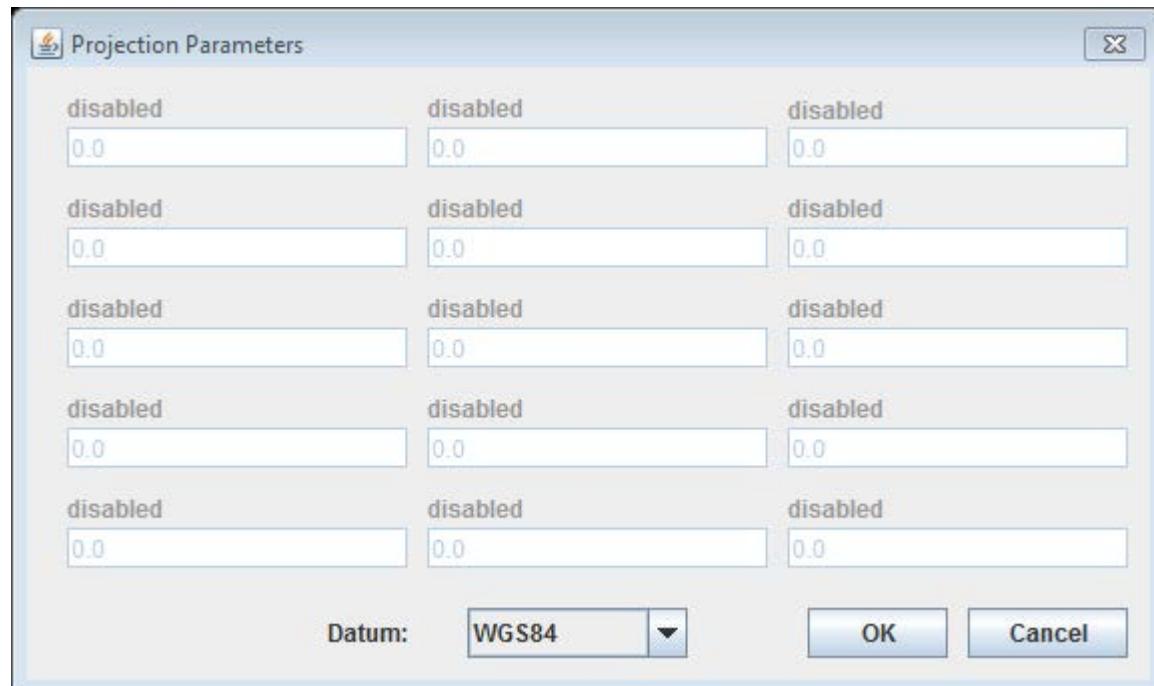


En el paso 2, seleccionar sólo la banda 250_16_days_NDVI

En el paso 3, indicar el nombre de salida con una extensión, por ejemplo: ndvi.A2018097.tif

En el paso 4, seleccionar el formato Geotiff

En el paso 5, indicar la proyección Geographic, recordemos que los archivos tienen una proyección sinusoidal, posteriormente editar los parámetros de proyección y elegir el Datum WGS84

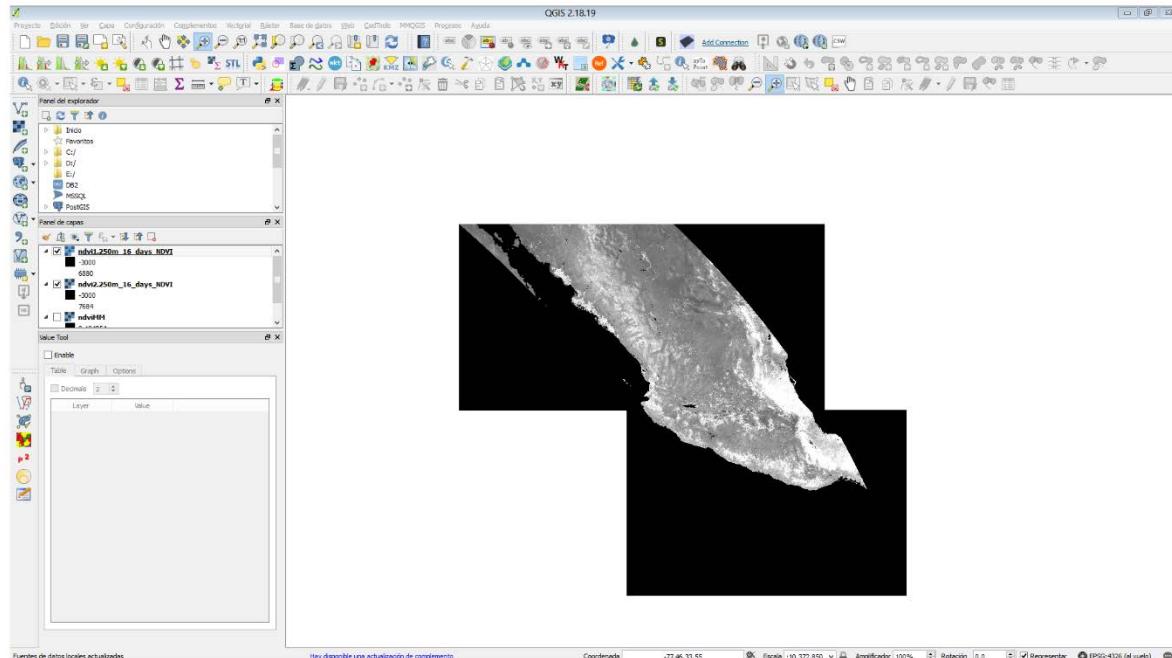


En el paso 6, correr (run)

Realizar el mismo procedimiento con el otro archivo MODIS utilizando MODIS Reprojection Tool.

El protagonista QGIS

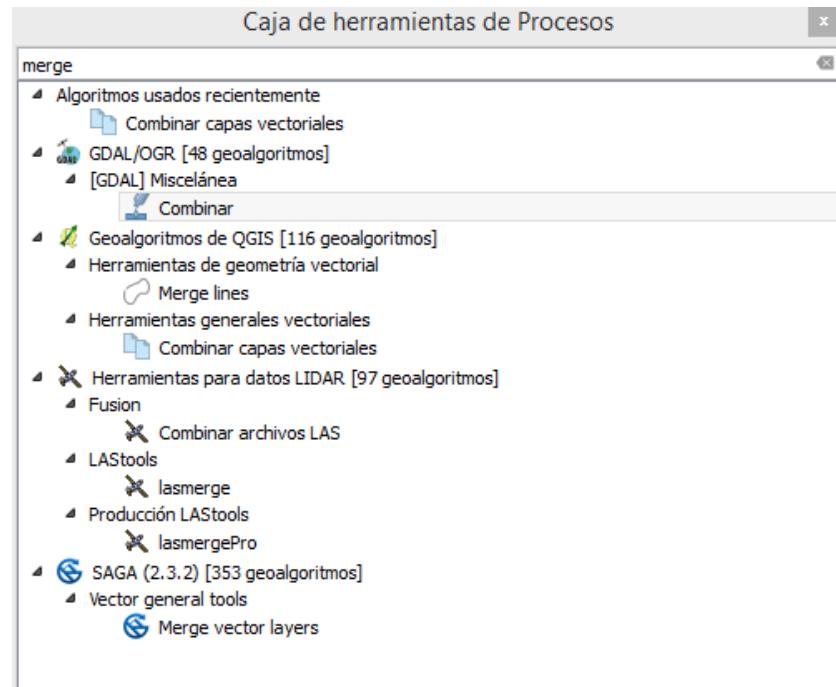
Ahora, cargamos los archivos que contienen los valores de NDVI en QGIS



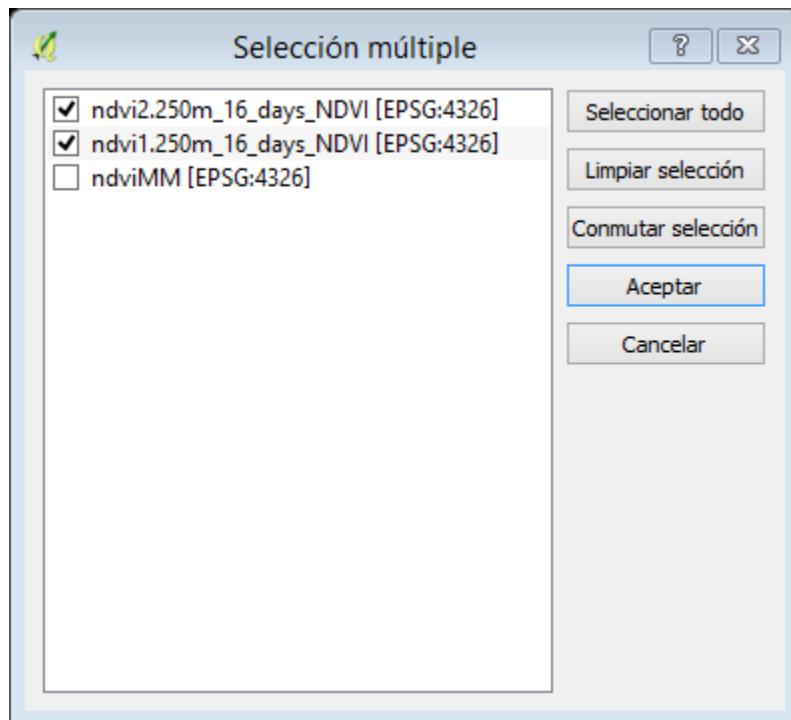
Mosaico:

En el menú principal -> procesos -> caja de herramientas-> buscar combinar (o merge)

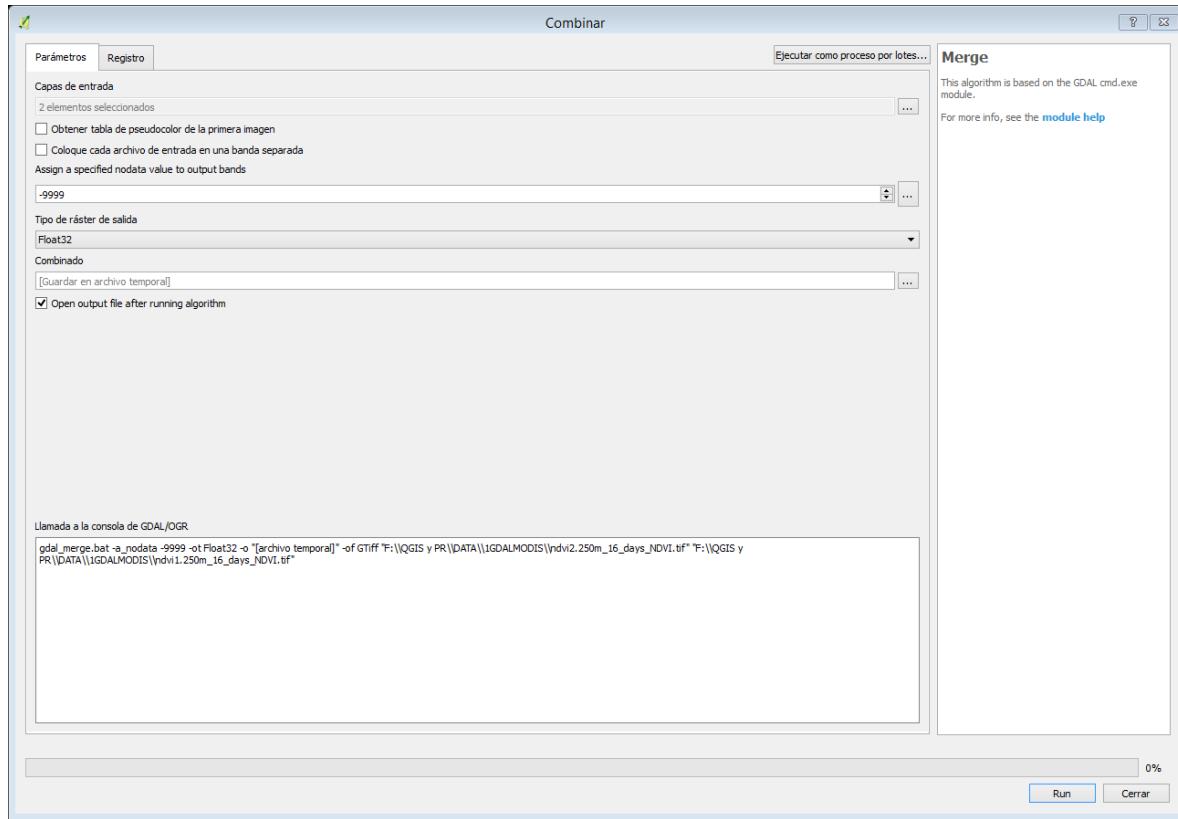
De la caja de herramientas, seleccionamos la herramienta **Combinar**.



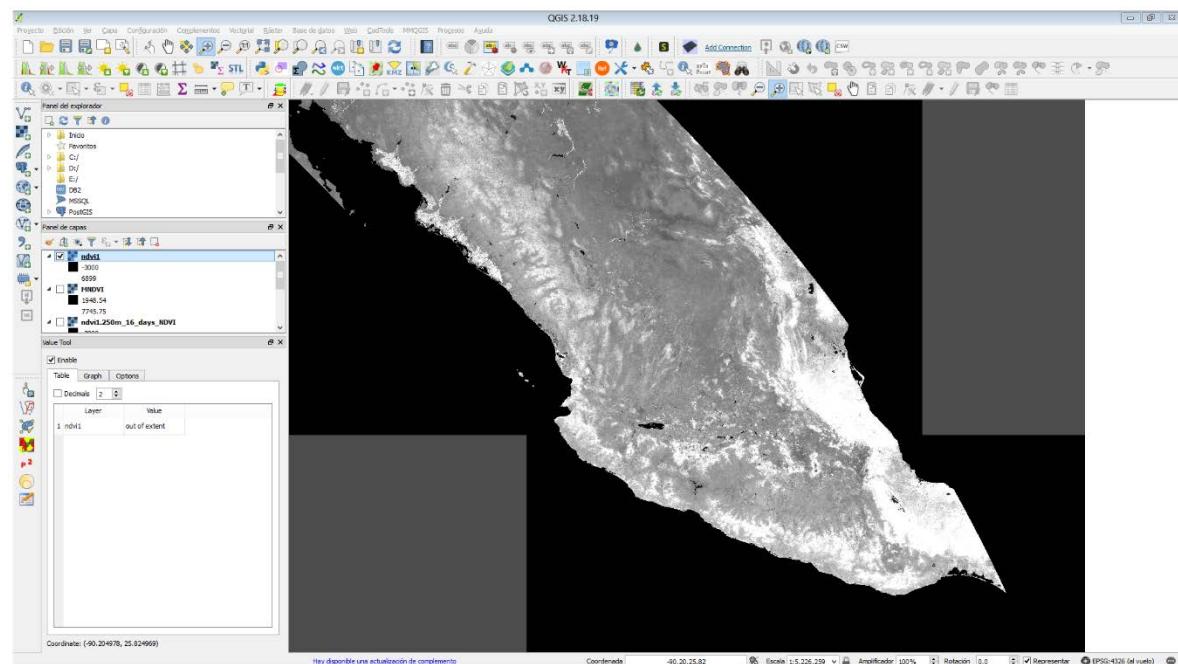
Seleccionar las dos capas



Se dejan los demás parámetros, a menos que se requiera otro valor de nodata, dejar el valor por default.



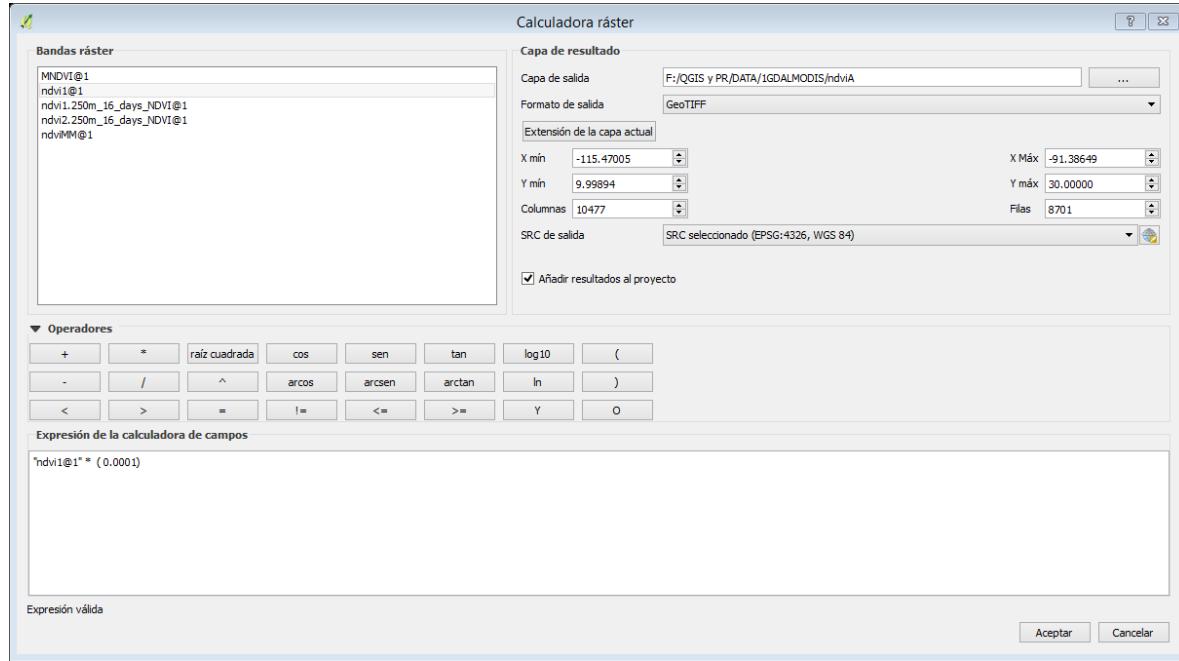
El mosaico de salida luce así, se recomienda guardarlo en un archivo.



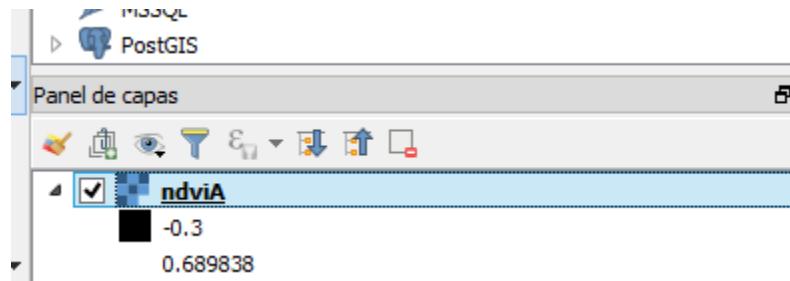
Ahora realizaremos el ajuste de los valores, por medio de un factor de ajuste (0.0001), esta información se encuentra indicada en la página de descripción del producto **MOD13Q1**.

Menú principal -> Raster -> Calculadora raster

Agregamos el mosaico ndvi y se multiplica por el factor de ajuste

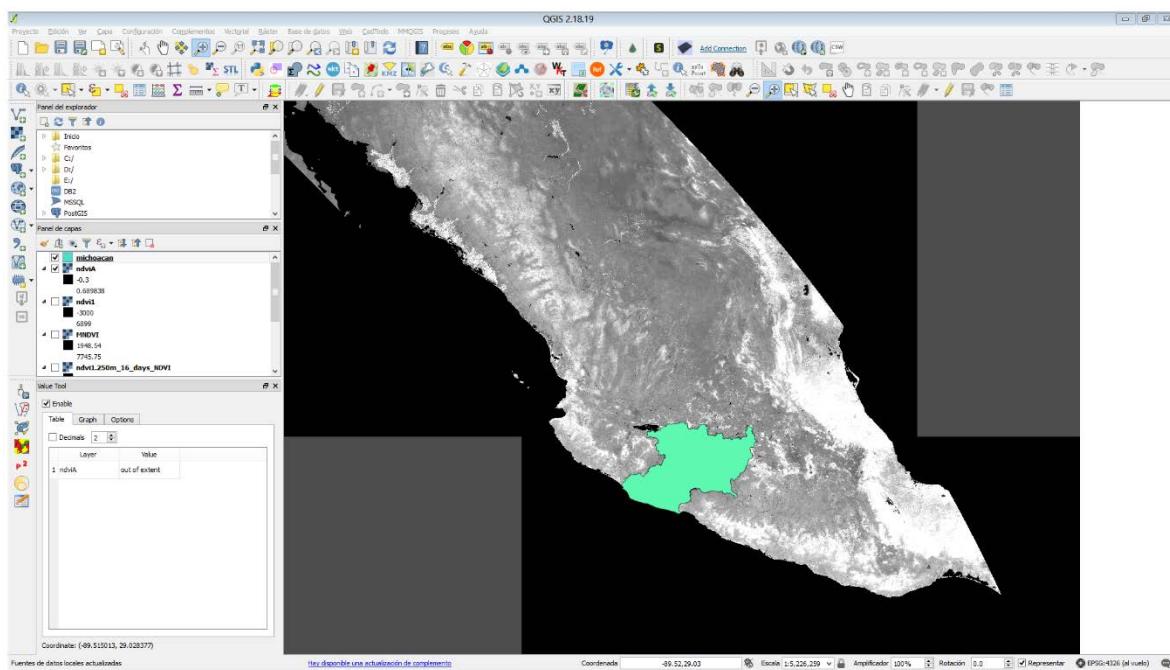


Observa los valores que ya corresponden al NDVI



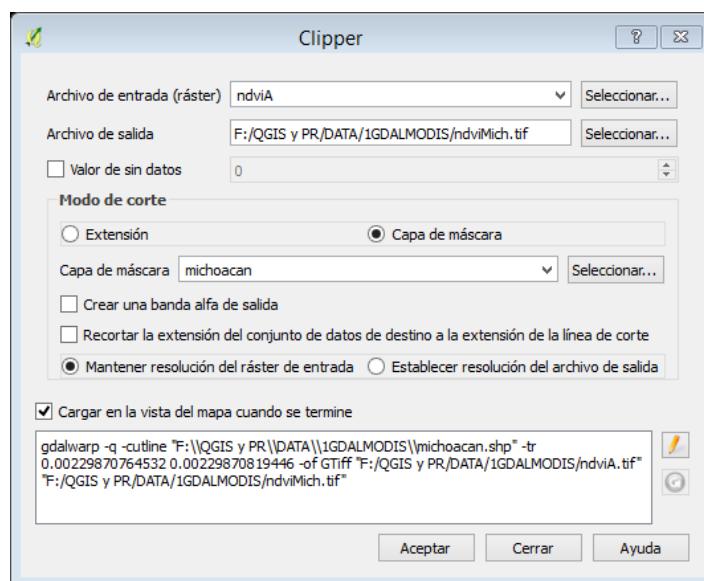
Clip del Estado de Michoacán

Sólo seleccionaremos el estado de Michoacan, el archivo shape se obtuvo del Marco Estadístico Estatal, descargado desde la página de INEGI.

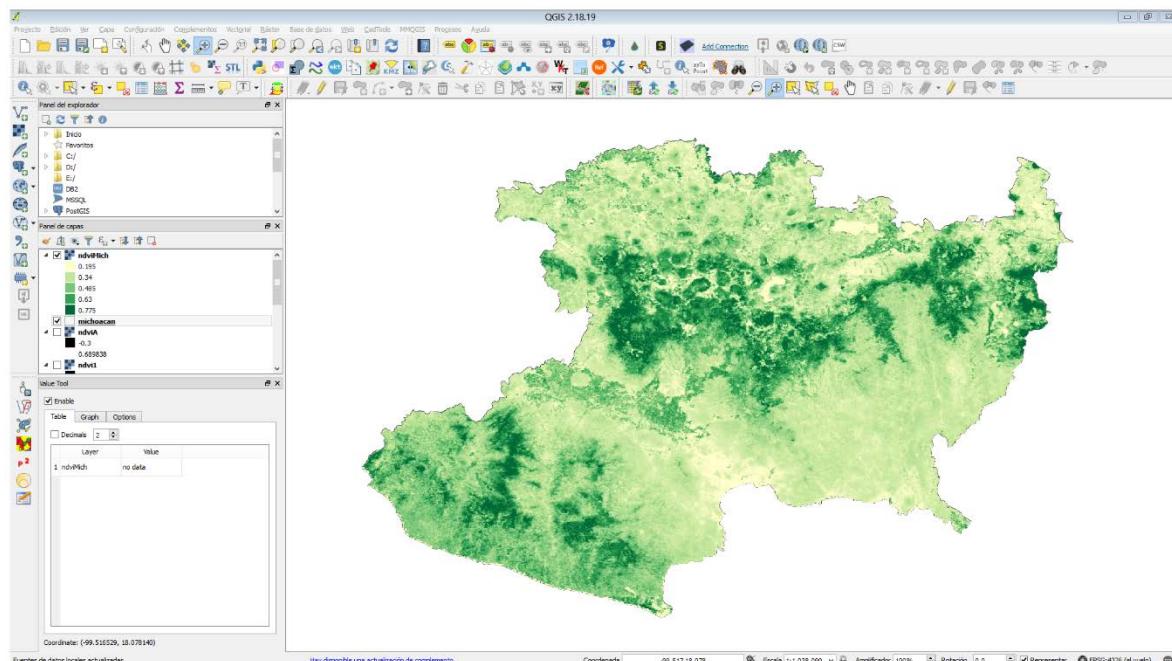
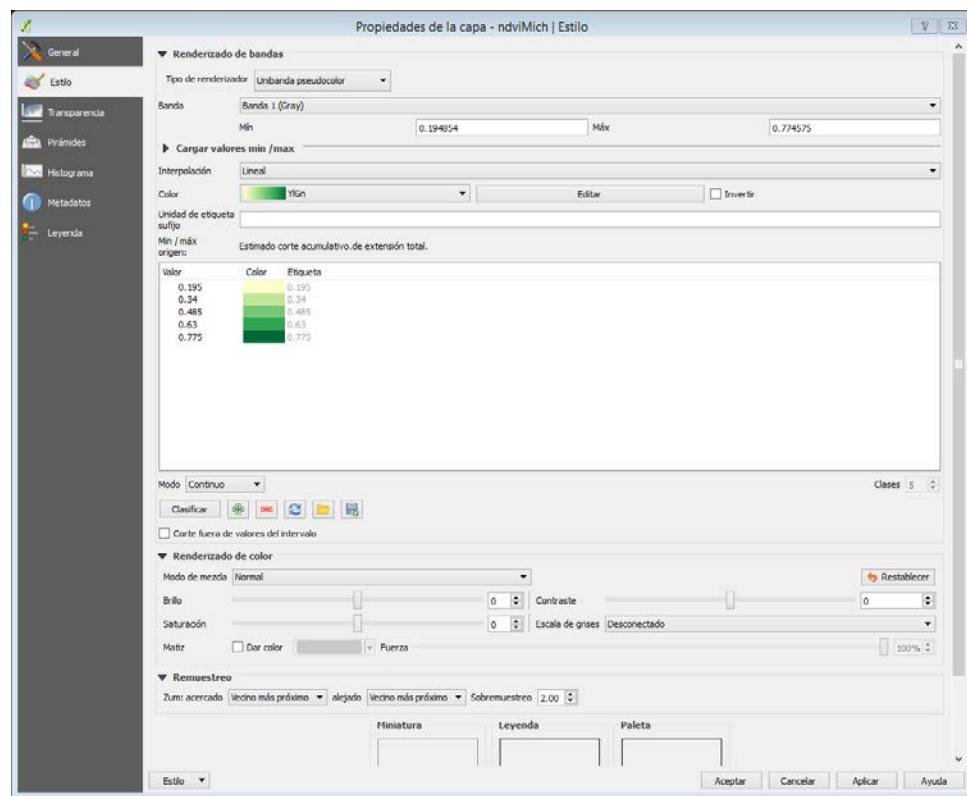


Menú principal -> Raster -> extracción -> Clipper

Indicamos la opción de capa de máscara y seleccionamos la capa de Michoacán.



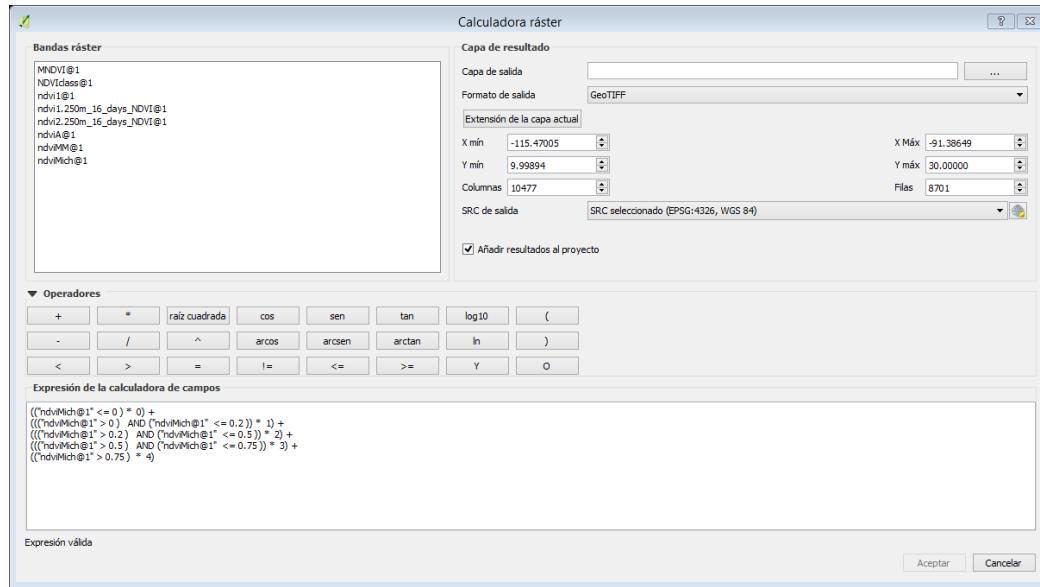
Estilizamos la capa de salida del NDVI por medio de las propiedades de la capa.



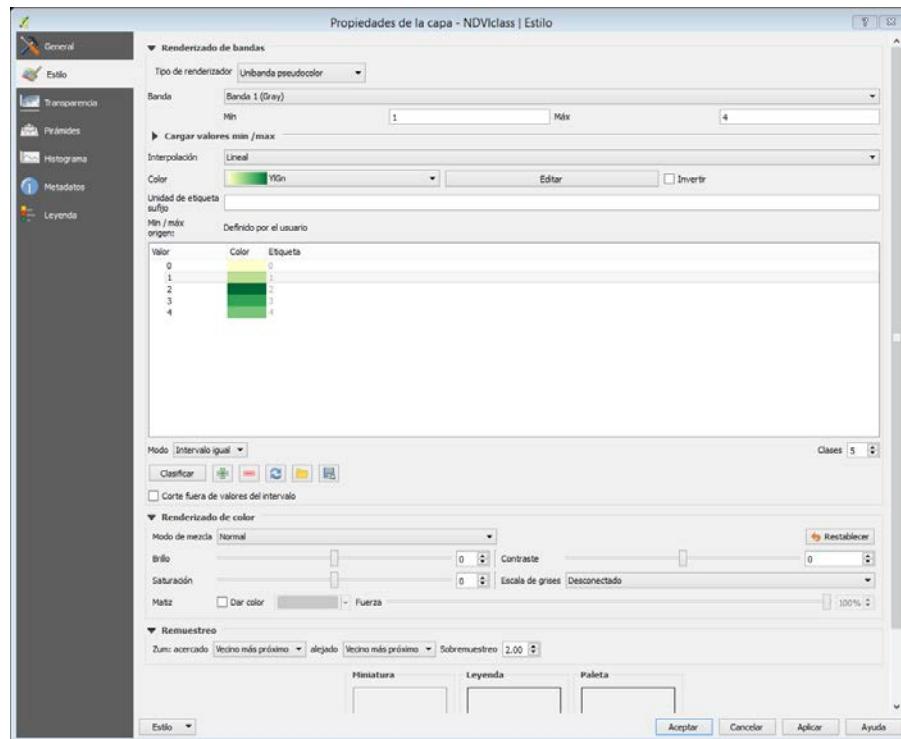
Reclasificación de pixeles.

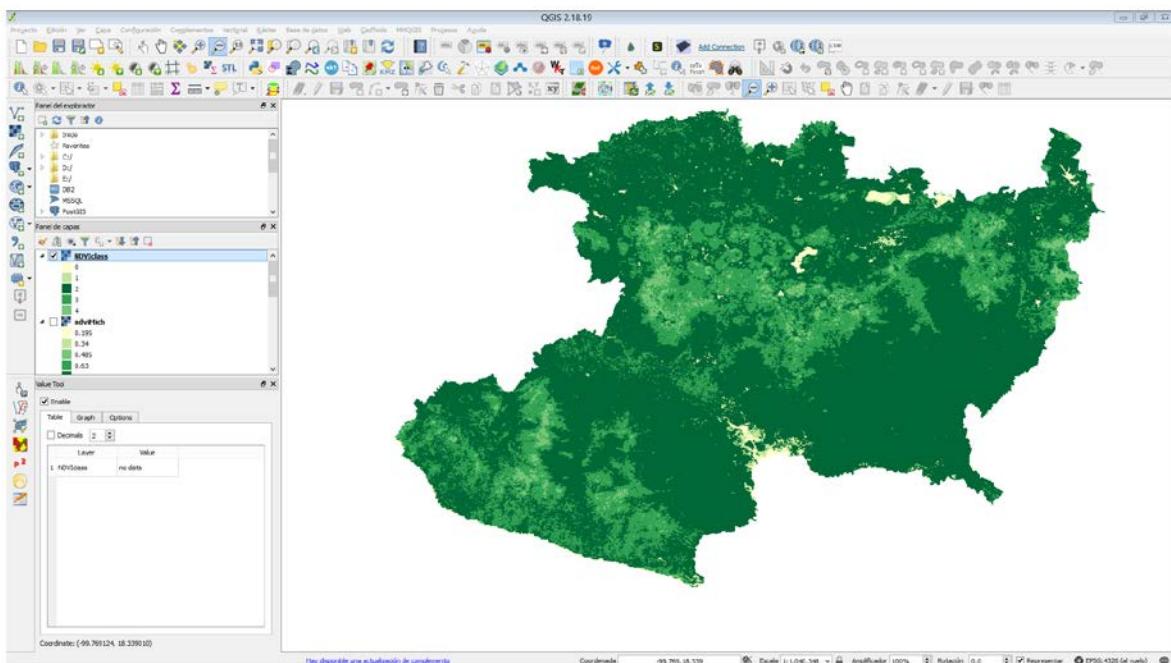
Haremos una reclasificación con cuatro clases: de 0 a 2, 2 a 5, 5 a 7.5 y 7.5 a 1.

La primera opción es utilizando la Calculadora Raster



Estilizamos la capa resultado:

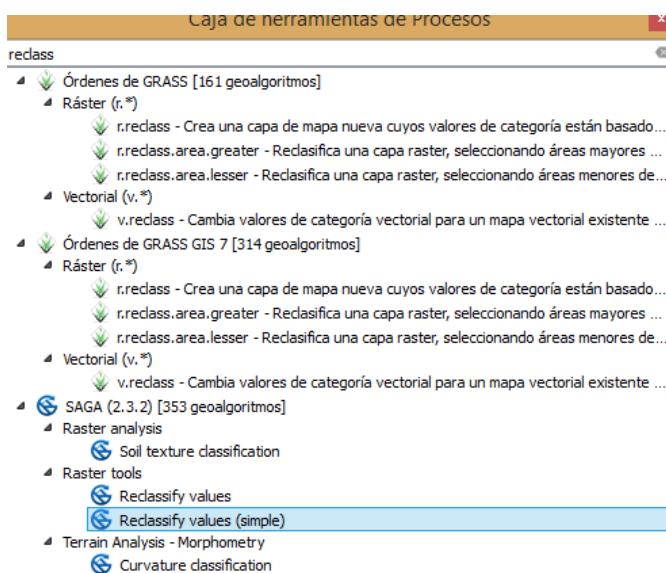




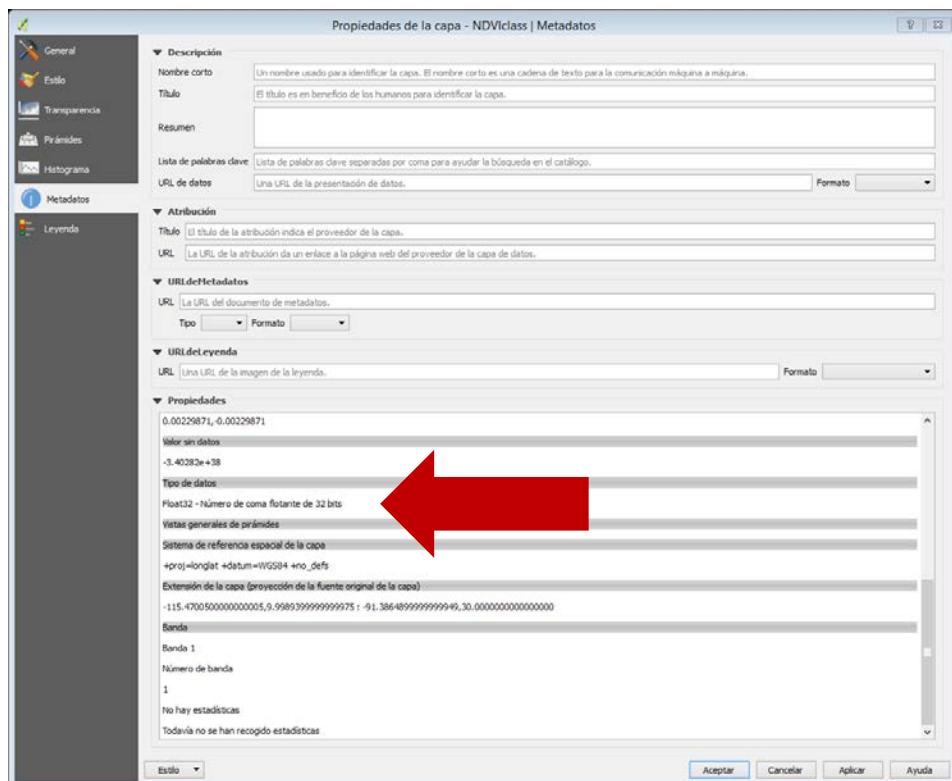
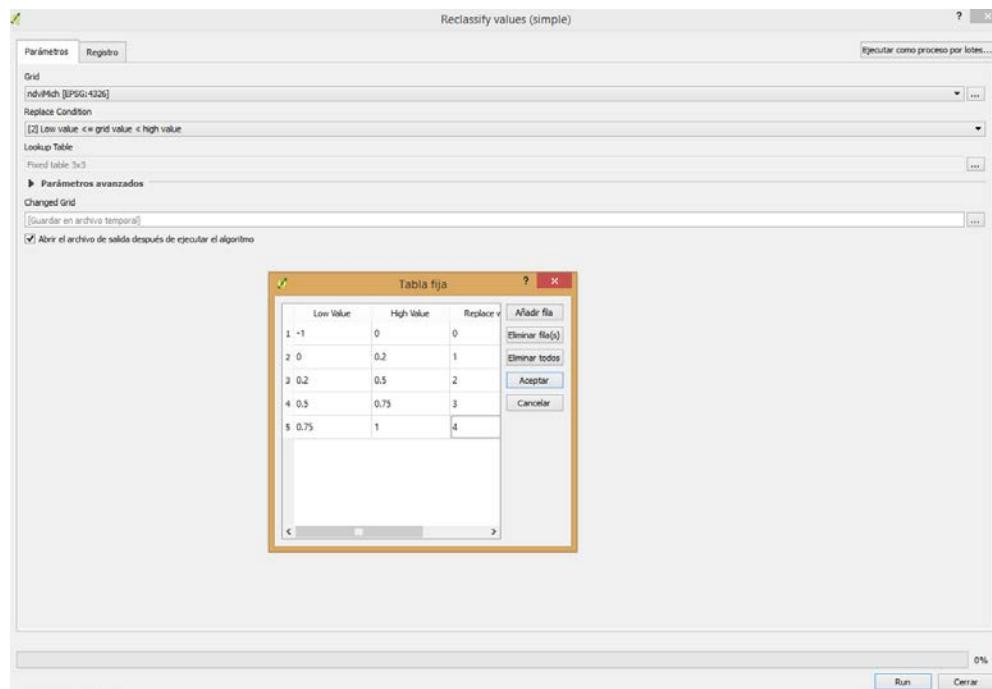
La otra forma de reclasificación es por medio de la herramienta de SAGA.

Nota: se recomienda que los nombres de directorios y archivos se nombren sin caracteres especiales y espacios.

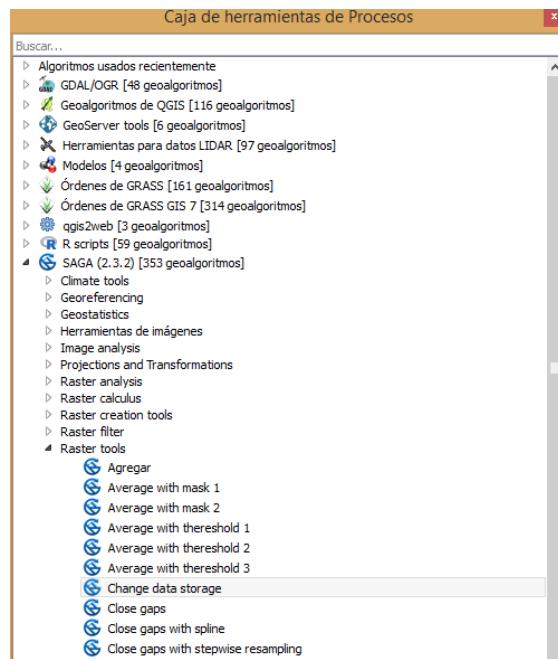
Menú principal -> Procesos -> Buscar Reclass -> Elegir Reclassify (simple)



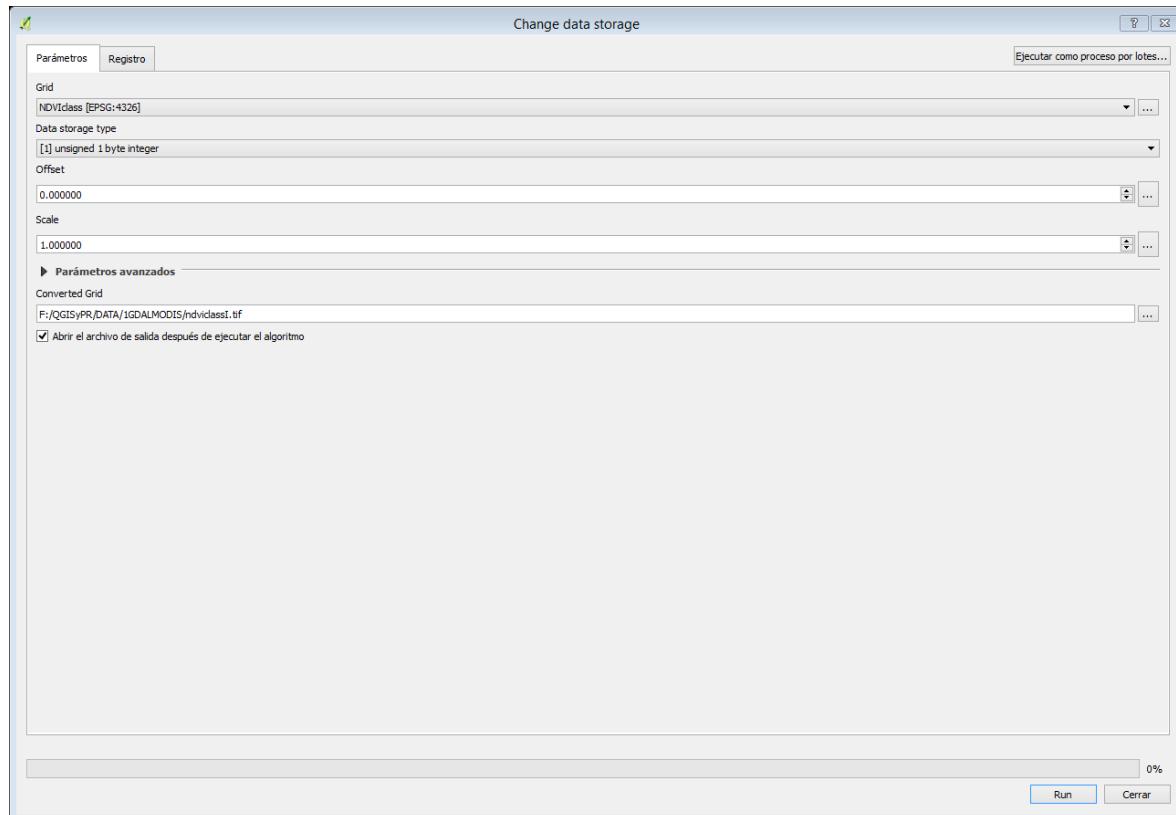
En la condición elegir la opción [2] y llenar con los valores de la tabla. Se recomienda guardar los resultados en un archivo.



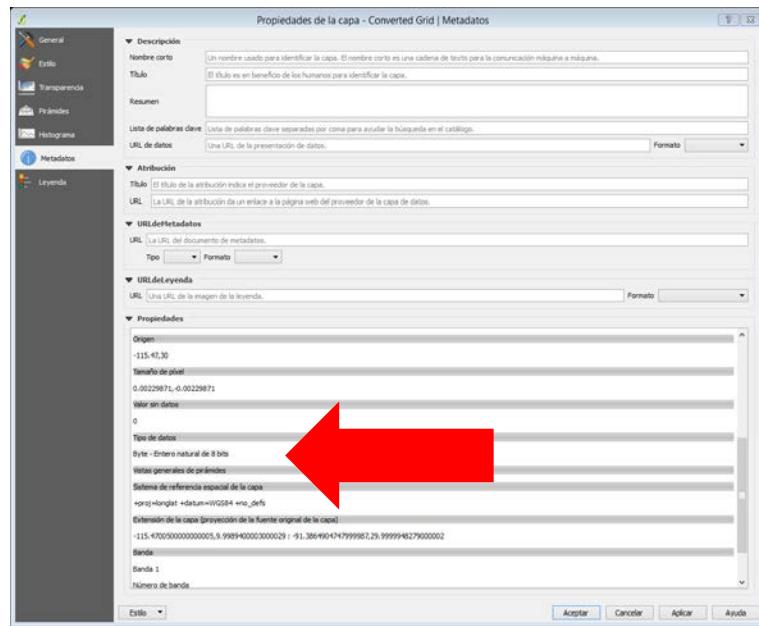
Ahora, cambiaremos el tipo de datos de la capa, esto es, de Float32 a entero sin signo. Desde la caja de herramientas **SAGA -> Raster tools -> Convert data storage type**



Se indica el tipo de datos [1] unsigned 1 byte integer

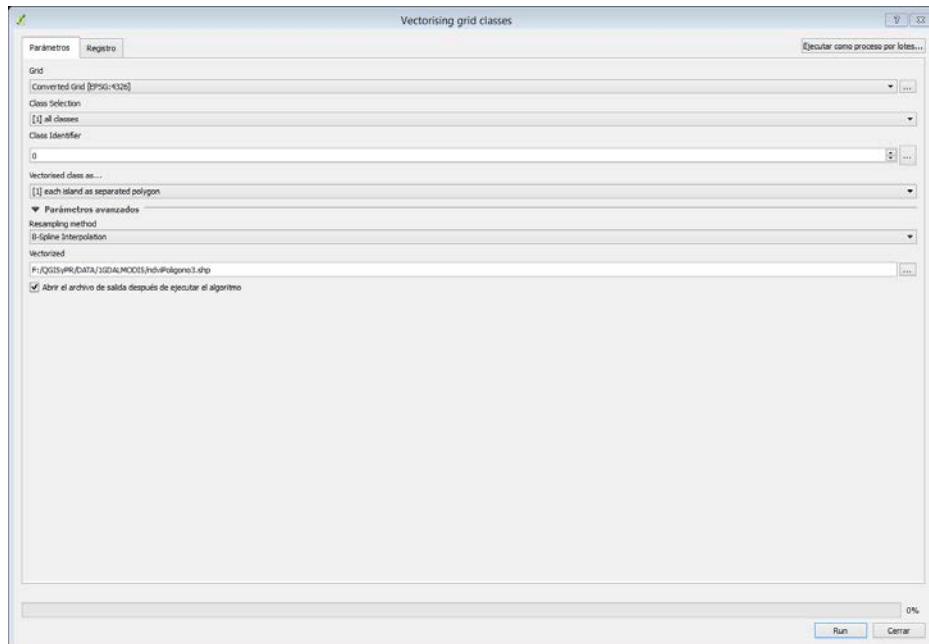


Se comprueba el tipo de dato, se hace esto con el fin de convertir en formato vectorial las clases (0,1,2,3,4).

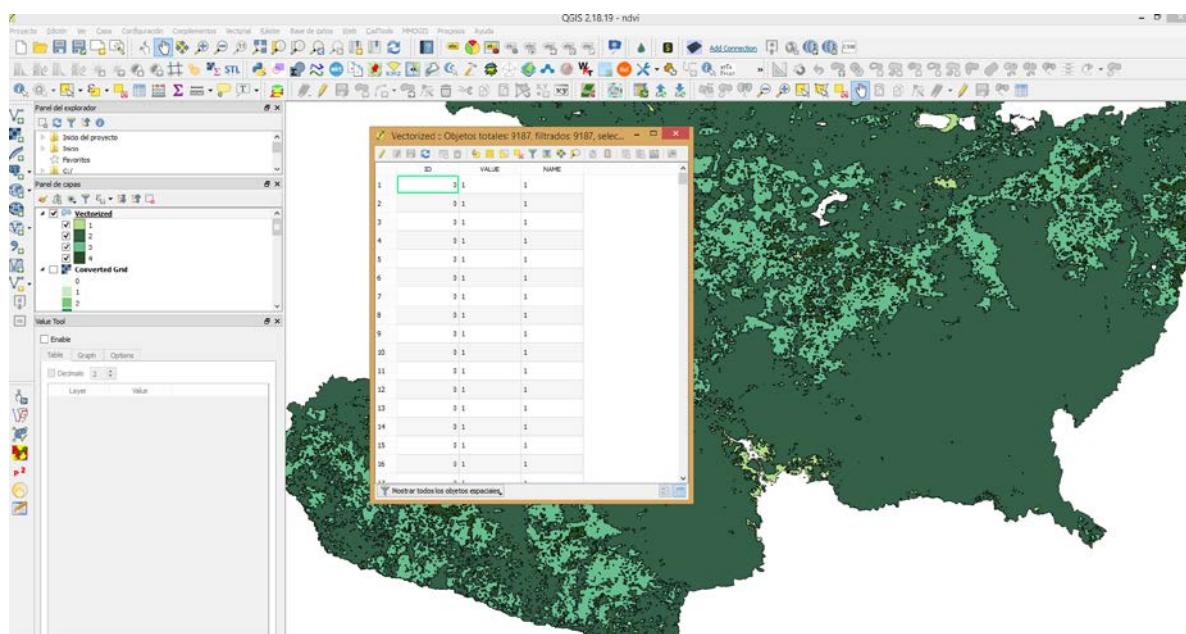


Poligonizar las clases de la capa raster

Los resultados de la reclasificación de pixeles podemos cambiarlos a un archivo vectorial mediante la herramienta **Vectorising grid classes (SAGA)** desde la caja de herramientas, los valores se tomaran de las cinco clases previamente identificadas.



Finalmente se agrega el valor de la clase a la capa de polígono del NDVI.



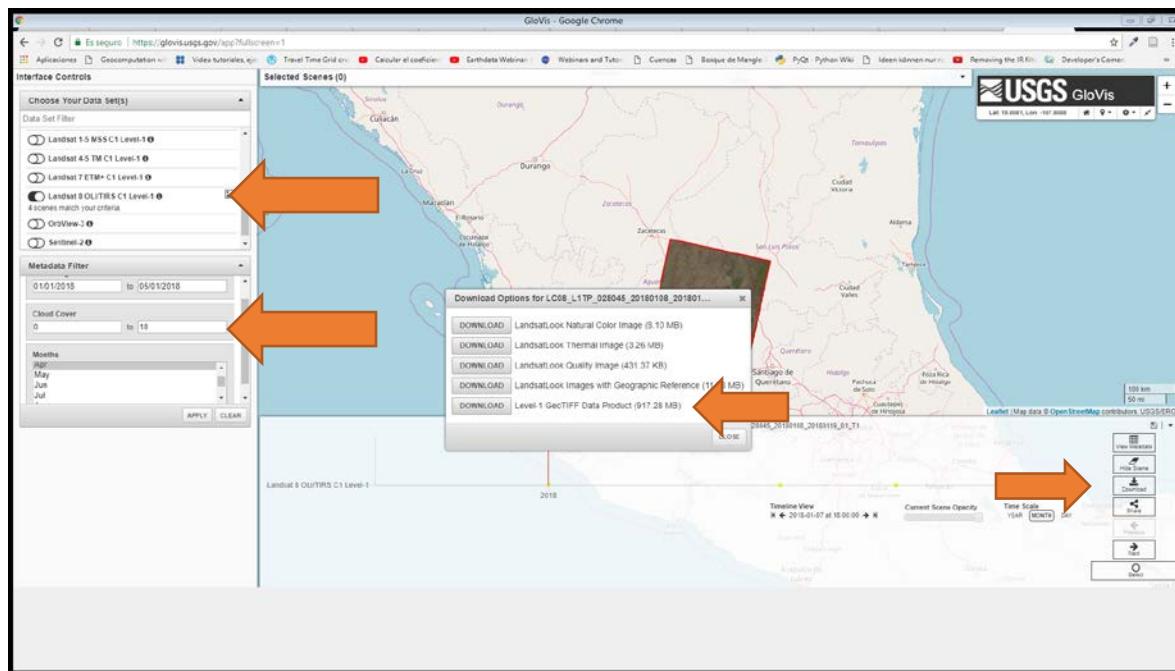
3 Corrección Atmosférica

En este ejercicio, realizaremos una corrección atmosférica de las bandas IR y banda R de una escena de Landsat 8 con el fin de realizar un NDVI.

Descarga de datos en la dirección <https://glovis.usgs.gov>

NOTA: Es necesario registrarse en la plataforma UGSG Glovis.

Seleccionar Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1, con un porcentaje de nubes de 0% a 10%, seleccionar el tipo de archivo de descarga: Level -1 GeoTiff Data Product.



Las escenas se descargan con un archivo comprimido, el cual contiene las bandas en formato TIF, así como dos archivos de metadatos. En este caso los parámetros de la reflectancia se encuentran en el archivo con sufijo MTL, por ejemplo LC08_L1TP_027046_20150226_20170228_01_T1_MTL.txt

Identifiquemos los parámetros en el archivo MTL, puede abrirlo con un editor como Wordpad o Notepad++

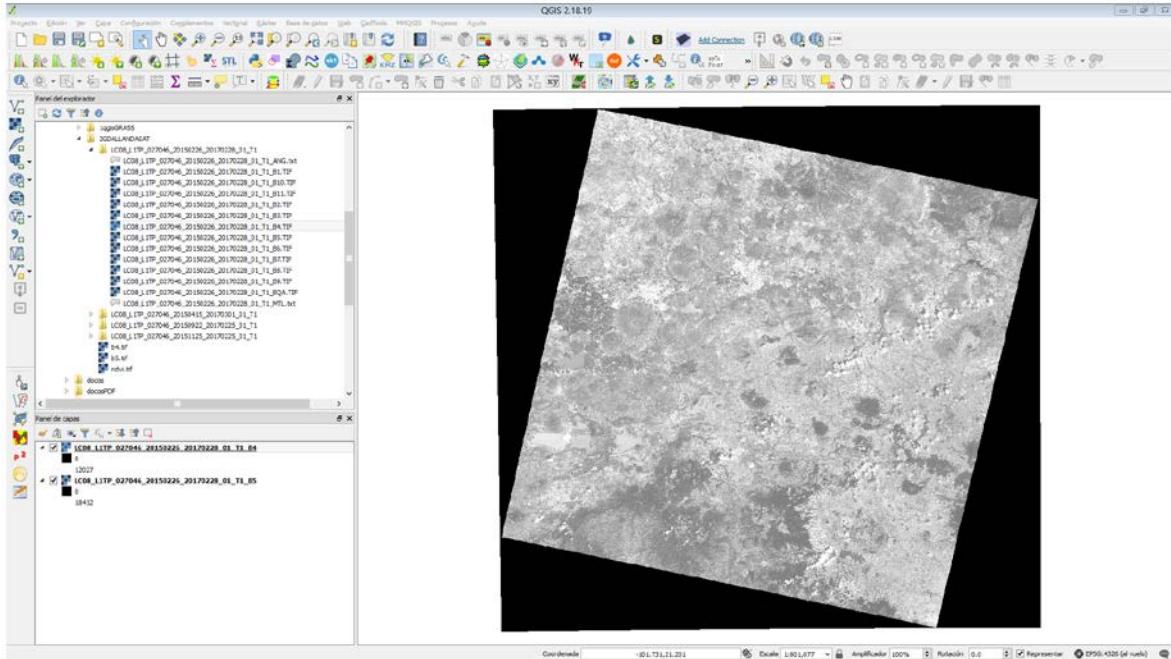
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05

REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05

REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000

REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000

Ahora, en QGIS, cargamos las bandas 4 y 5 de la escena Landsat.

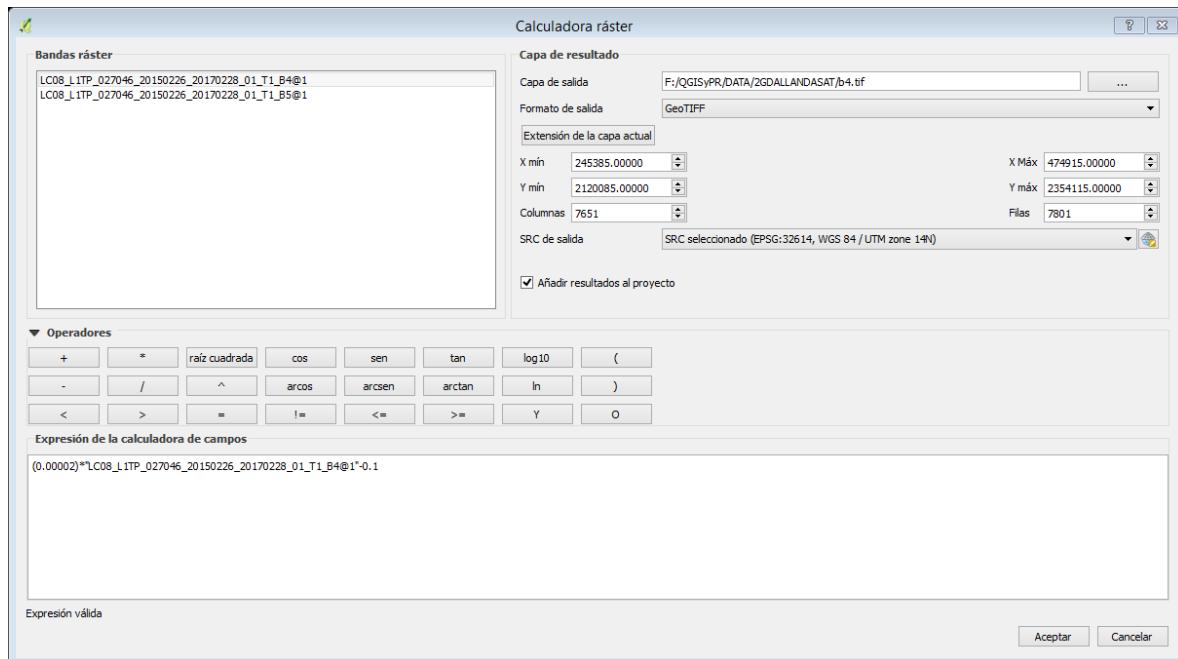


En el menú principal -> raster -> calculadora raster

Colocaremos la fórmula de conversión de valores DN a reflectancia en la calculadora raster, para cada banda, correspondiente a su factor de ajuste. Por ejemplo la banda 4
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 y REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000

Formula:

$$(0.00002) * "LC08_L1TP_027046_20150226_20170228_01_T1_B4@1" - 0.1$$



Realizar el mismo proceso con la banda 5.

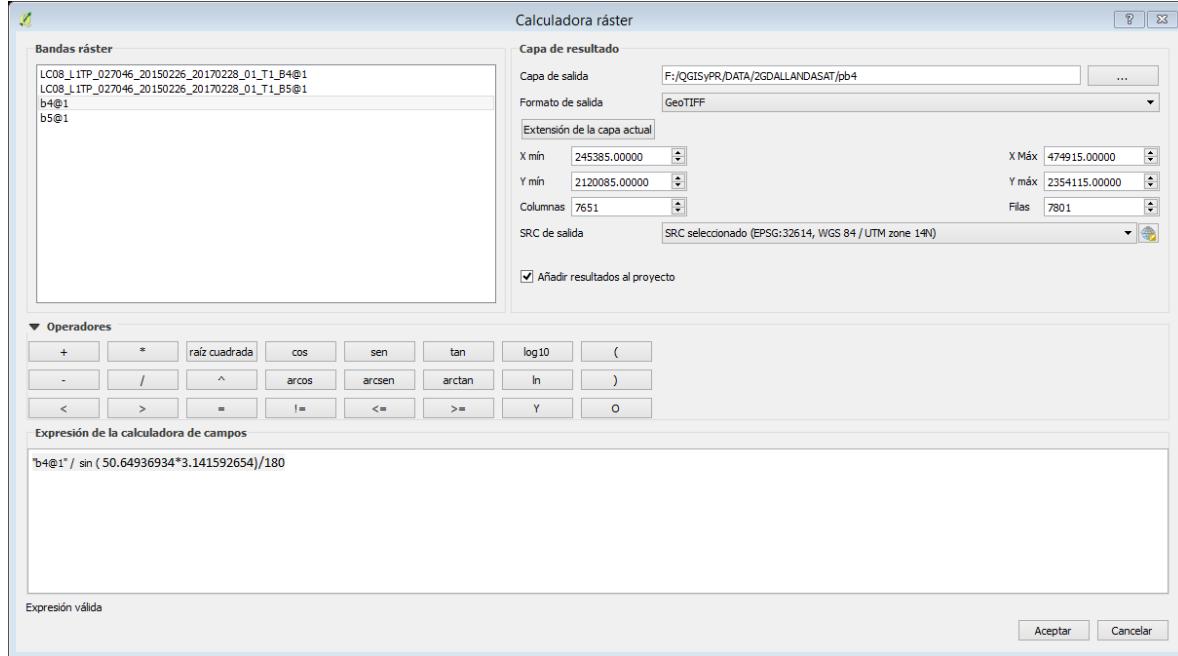
El siguiente paso es la corrección por el ángulo solar, buscamos en el archivo MTL.txt, el parámetro

SUN_ELEVATION = 50.64936934

Nuevamente en la calculadora raster ingresamos la siguiente fórmula para la banda 4:

"b4@1" /sin ((50.64936934*3.141592654)/180)

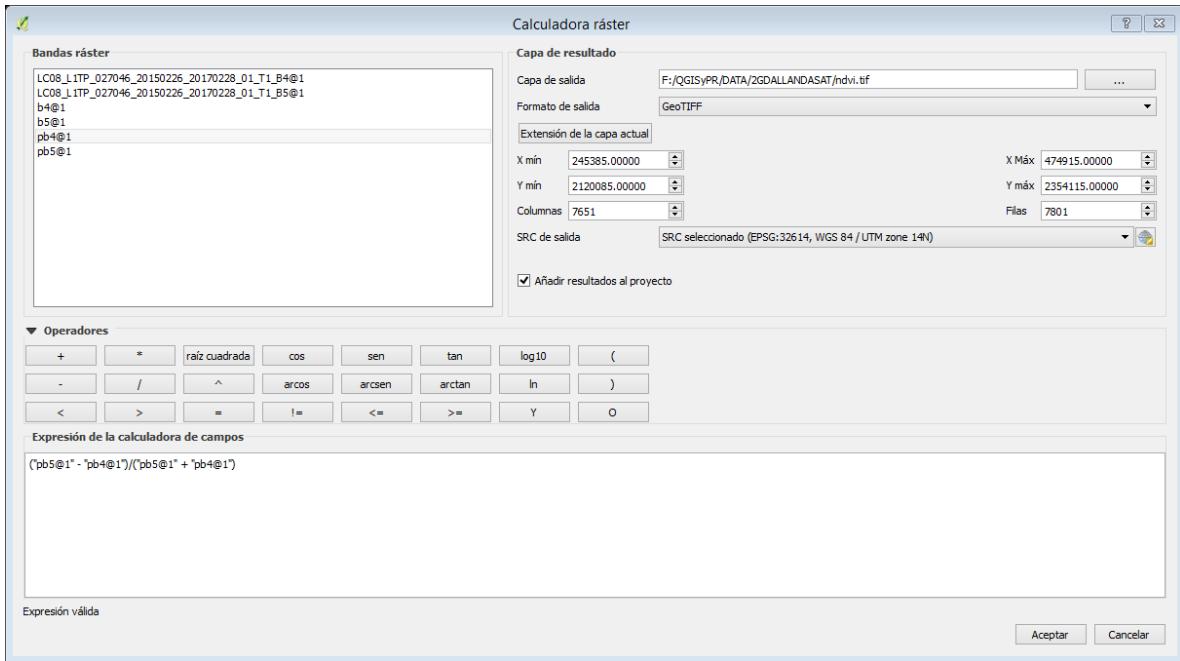
Esto es así porque las unidades que maneja la calculadora raster en QGIS se encuentran en radianes.



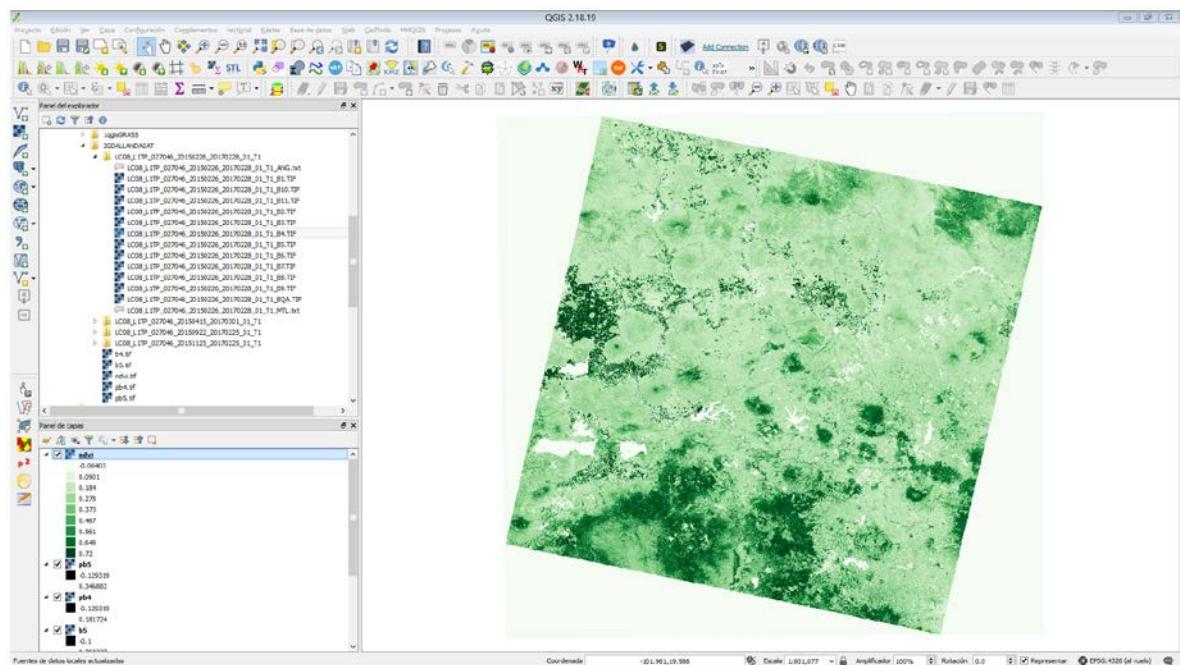
Realizar el mismo procedimiento con la banda 5

Por último realizamos el NDVI con las bandas 4 y 5. Recordemos que es la expresión:

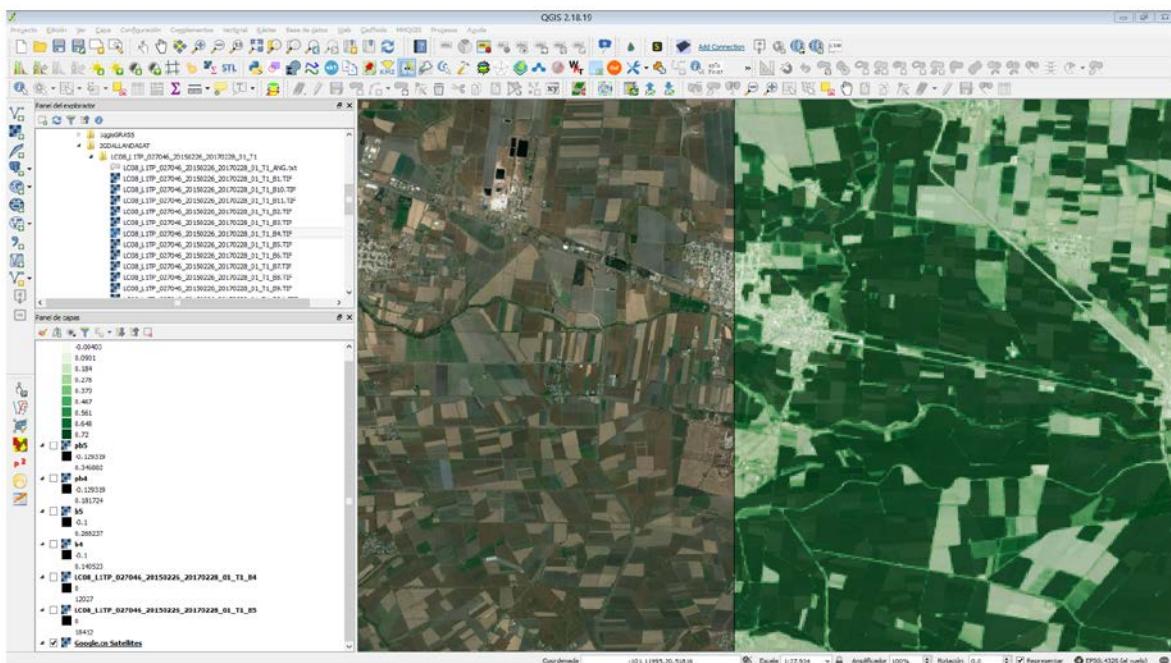
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$



Y voalá!!! Obtenemos nuestro NDVI utilizando una escena Landsat



Si colocamos un servicio de mapas con el plugin QuickMapServices podemos obtener una referencia de una mapa base. Con el plugin Swipe podemos comparar ambas imágenes.



NOTA: Considerar las unidades de la calculadora que se utilice en el cálculo del seno o coseno.

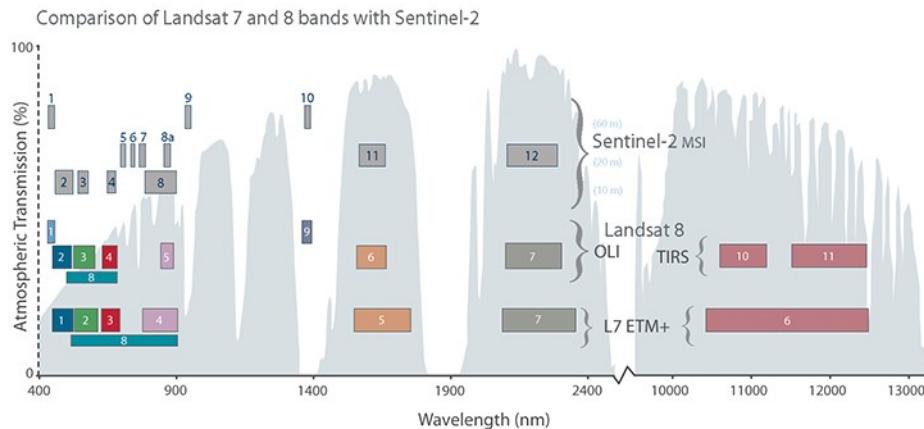
5 Cálculo del NDBI con Sentinel -2

En este ejercicio, realizaremos el cálculo del índice NDBI con una escena Sentinel-2 e interpretaremos los resultados que permitan diferenciar las zonas con construcciones.

Las seis misiones Sentinel pertenecen al proyecto Copérnico, el cual está diseñado para “proporcionar información precisa, actualizada y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana”.

Misiones Sentinel:

- Sentinel-1: enfocado en imágenes terrestres y oceánicas diurnas y nocturnas.
- Sentinel-2: cuenta con un escáner multiespectral (bandas visibles e infrarrojas) permite el monitoreo de los cambios en la Tierra, la vegetación y aplicaciones de Cambio Climático, su resolución es de 10 metros.



La imagen muestra las bandas espectrales de LandSat 7 ETM+, Landsat 8 y Sentinel-2 MSI

- Sentinel-3 brinda servicios globales de vigilancia terrestre y oceánica.
- Sentinel-4 y Sentinel-5 proporciona datos de vigilancia de la composición atmosférica.
- Sentinel-6 intenta realizar altimetría de alta precisión.

Los tipos de productos Sentinel-2

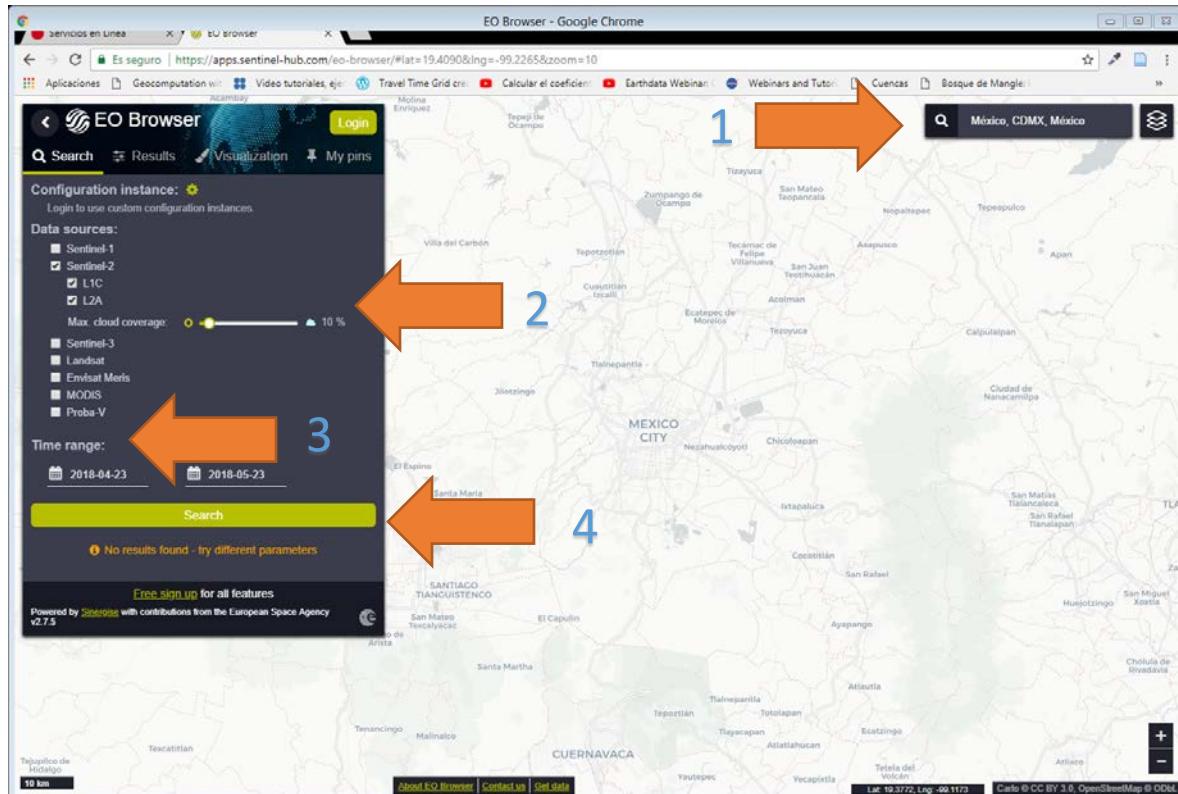
Nombre	Descripción	Volumen
Level-1C	Top-of-atmosphere reflectances in cartographic geometry	600 MB (each 100x100 km ²)

Level-2A	Bottom-of-atmosphere reflectance in cartographic geometry	800 MB (each 100x100 km2)
----------	---	---------------------------

Parámetros	SENTINEL 2
Altitud de Órbita	786km
Bandas Espectrales	13 Spectral Bands (443-2190nm) with visible and Near-Infrared bands (10m), red edge and shortwave infrared bands (20m) and three atmospheric correction bands (60m)
Ancho Pasada	290km
Distancia de Muestreo (GSD)	10-60m
Lanzamiento/Expectativa de vida	2022
Tiempo Revisita	10 días (se reducirá a 5 con el lanzamiento del Sentinel-2B)

Descarga de datos en la Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>)

Es necesario registrarse en la plataforma Sentinel Hub. Es posible realizar una búsqueda de algún lugar (1). En la pestaña de búsqueda se selecciona el producto de Sentinel – 2 con un 10% de nubosidad (2), la selección de un rango de tiempo (3) y finalmente se le da click al botón de búsqueda (4).



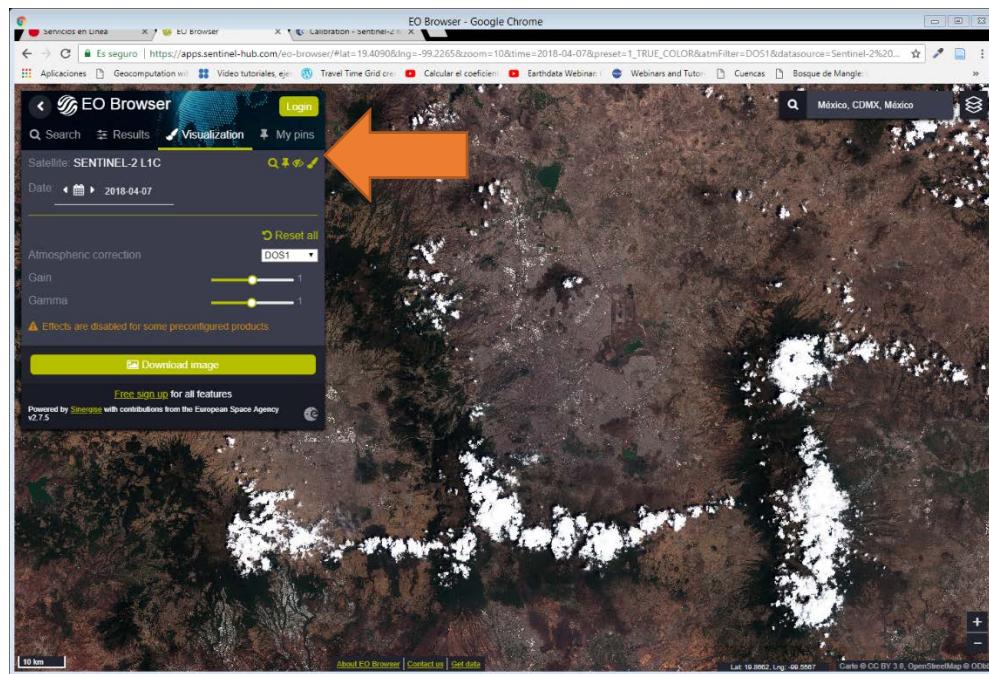
En la sección de “Results” observaremos las distintas imágenes que cumplen las condiciones de búsqueda.

The screenshot shows the EO Browser interface with the search results page. On the left, there is a sidebar titled "Results" showing three search results for Sentinel-2 L1C imagery. Each result includes a thumbnail, date (2018-05-22), time (5:16:56 PM), cloud cover (6.1%, 3.74%, 3.41%), coordinate system (EPSG 4326, EPSG 4326, EPSG 4326), and resolution (14QMF, 14QNF, 14QLF). Below the results is a "Visualize" button. The main area displays a map of Mexico City and surrounding regions, with a blue rectangular overlay highlighting a specific area. The map includes labels for various cities and towns like Tlalnepantla, Chimalhuacán, Cuernavaca, and Ajusco. At the bottom of the map, coordinates Lat: 19.9539, Lng: -99.0031 and a copyright notice "Carto © CC BY 3.0, OpenStreetMap © OSM" are visible.

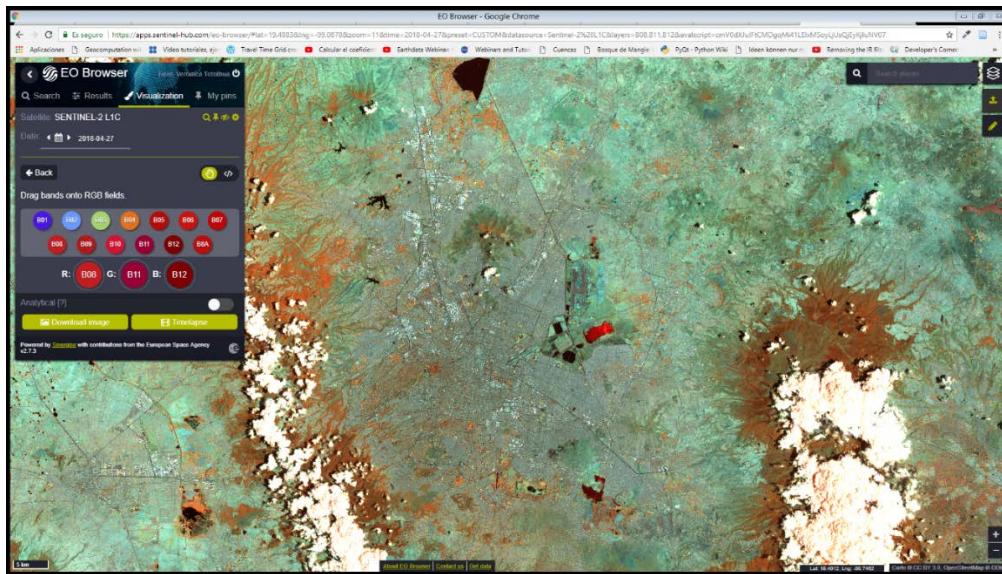
Si seleccionamos una imagen y la visualizamos en color verdadero (combinación de bandas 4,3,2). En el botón “Download image” se puede descargar en formato jpg.

The screenshot shows the EO Browser interface with a detailed satellite view of Mexico City. On the left, a sidebar titled "Satellite SENTINEL-2 L1C" shows the date selected as 2018-04-07. Below the date, there is a list of rendering options: "True color Based on bands 4,3,2" (selected), "False color Based on bands 8,4,3", "False color (urban) Based on bands 12,11,4", "NDVI Based on combination of bands (B5 - B4)/(B5 + B4)", "Moisture Index Based on combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)", "SWIR Based on bands 12,8A,4", and "NDWI Based on combination of bands (B3 - B8)/(B3 + B8)". Below the rendering options is a "Download image" button. The main area displays a high-resolution satellite image of Mexico City, showing urban areas in brown and green vegetation in shades of green and blue. At the bottom of the map, coordinates Lat: 19.9518, Lng: -99.0031 and a copyright notice "Carto © CC BY 3.0, OpenStreetMap © OSM" are visible.

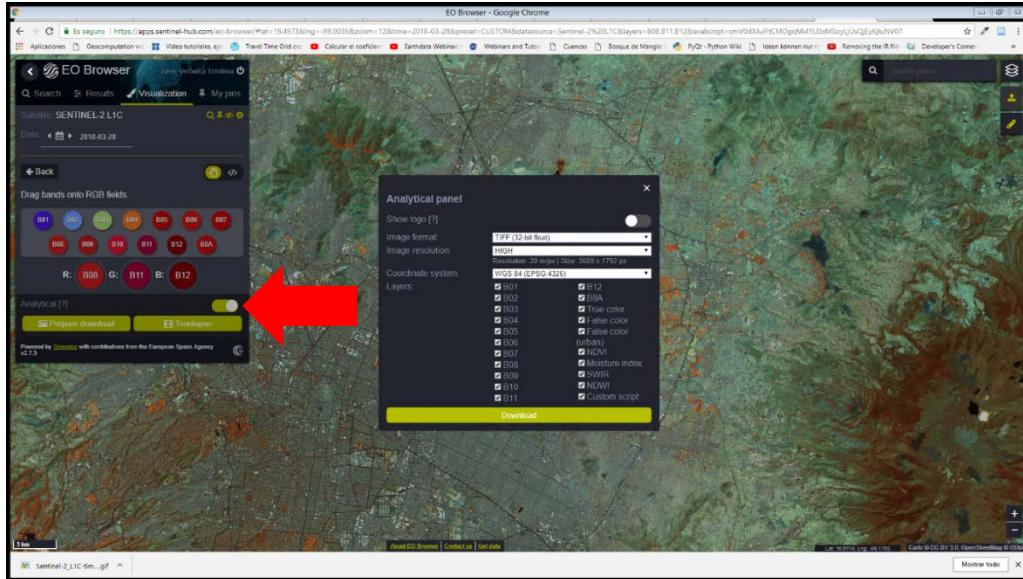
En el ícono “show visualization” se configuran los parámetros de calibración: corrección atmosférica, gain y gamma (<https://earth.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/calibration>).



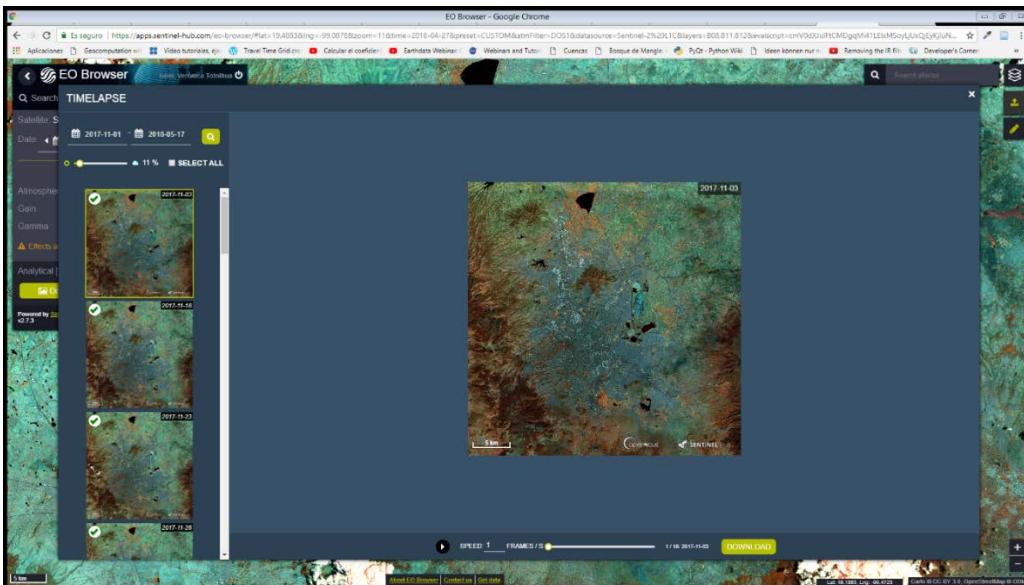
En la sección de visualización, en el área de “custom”, se puede seleccionar distintos tipos de bandas espectrales de la misión Sentinel – 2.



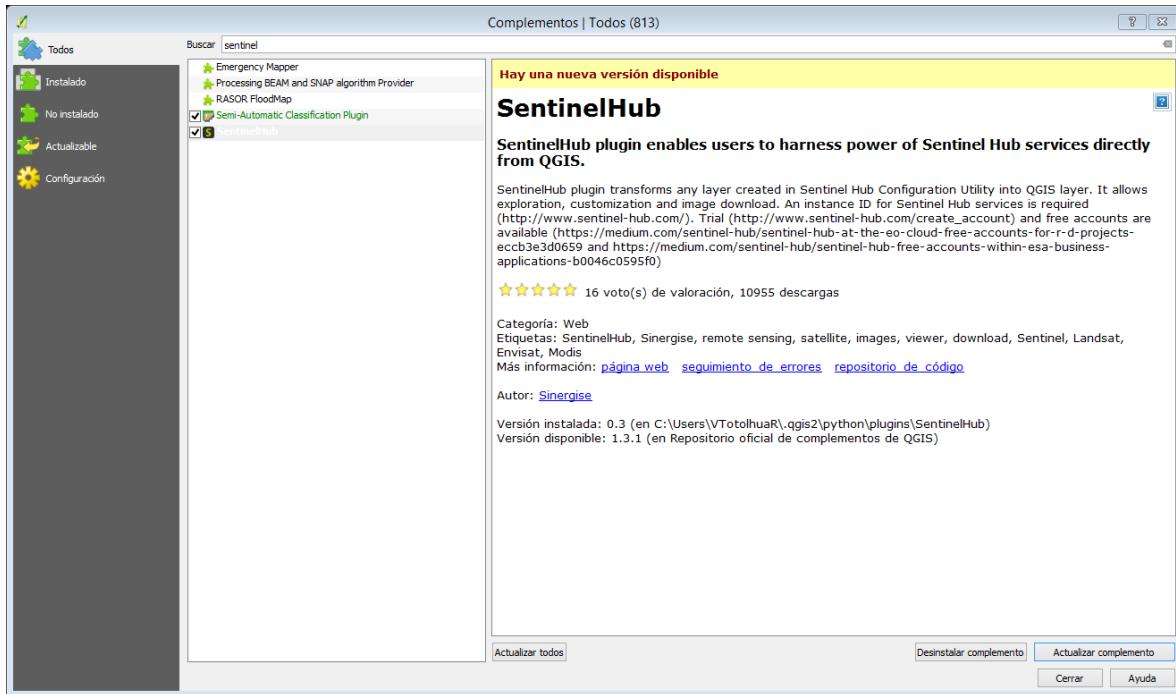
Si se requiere la descarga de otros parámetros como el tipo de formato del archivo, la resolución, logo, el sistema de referencia coordenado, las bandas espectrales y productos Sentinel como NDVI, índice de humedad, SWIR, NDWI, o bien un stack personalizado, active el botón de “Analytical”.



Es posible la realización de animaciones (TimeLapse) con una búsqueda predefinida, esto, desde el botón “Timelapse”.



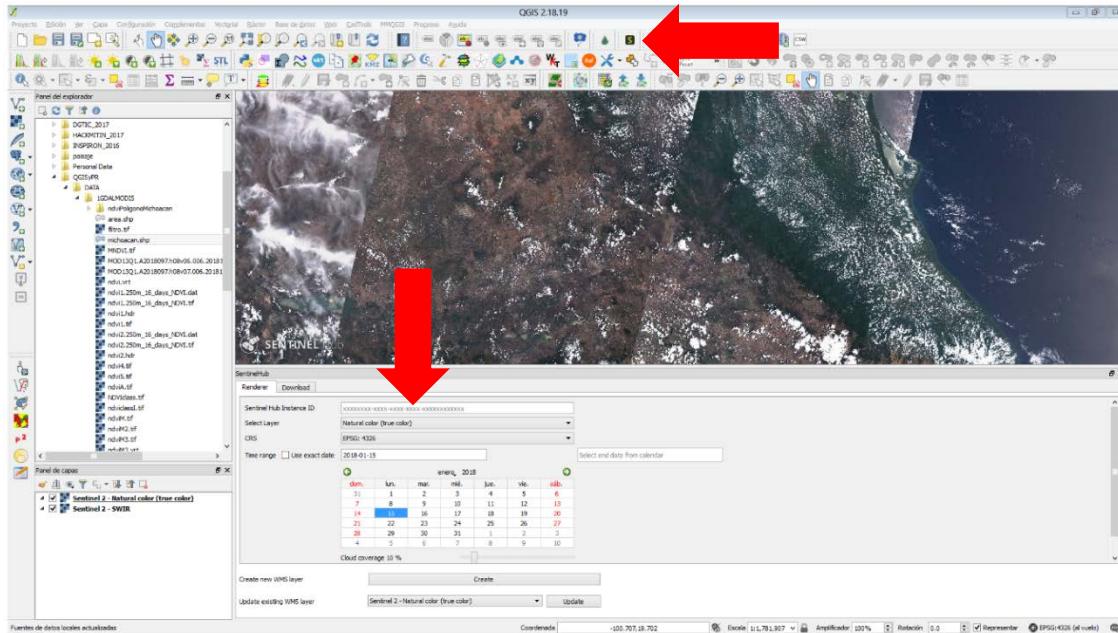
Si bien se puede descargar directamente desde la plataforma de Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>) en este caso lo haremos desde el plugin de “Sentinel Hub” para QGIS.



Es necesario la configuración del Plugin Sentinel Hub, accede a la página de configuración de Sentinel Hub y aceptar la versión Trial: <https://apps.sentinel-hub.com/configurator>

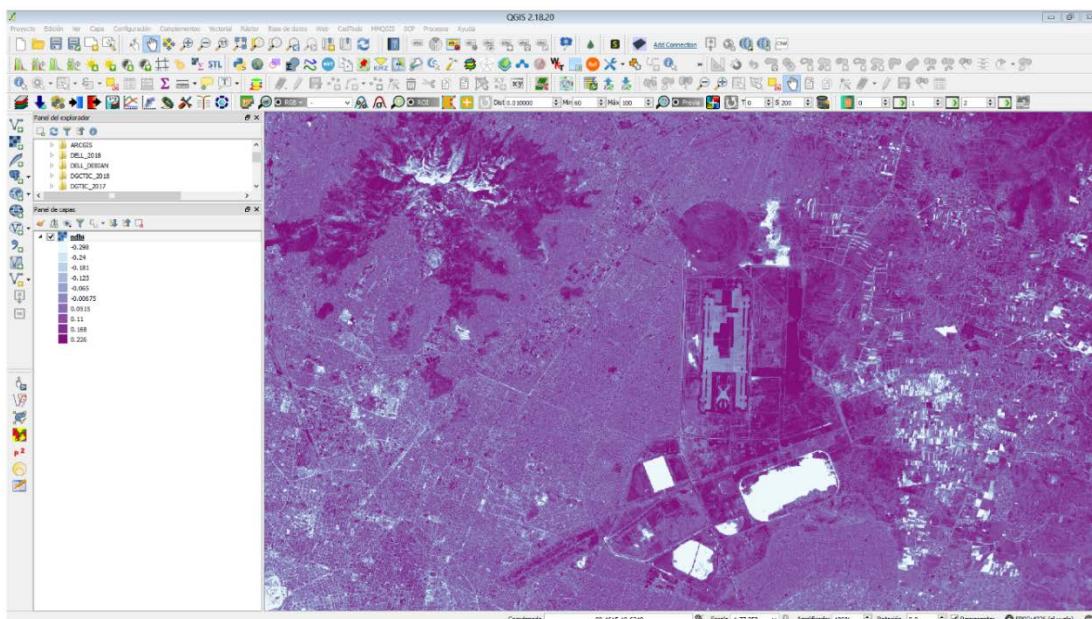
The screenshot shows the "Sentinel Hub Configuration Utility" interface. At the top, there's a "Login" button. Below it, a red arrow points down to the main configuration area. The main area has a header "Sentinel Hub Configuration Utility" and a sub-header "Configurations". There's a blue button "+ Add new configuration". Below that, a section titled "Simple WMS instance" shows a table with one row. The first column is "ID" with a dropdown menu. The second column contains the value "85419420-f243-4b6d-9b02" followed by a redacted portion of the string. There's also a small "Edit" button. The entire "ID" column and its content are highlighted with a red border.

En QGIS, aparece un ícono con una letra “S”, al activar este aparece una sección en la interfaz de QGIS. En la pestaña “Renderer”: Se indica el ID de la instancia, el tipo de layer, el tipo de proyección, la cobertura de nubes y el rango de fecha de la escena. En la pestaña “Download” se indica el tipo de imagen y carpeta de descarga.



Realizar el índice NDBI (Índice de Diferencia Normalizada Edificada) con la calculadora raster en QGIS. **Menú principal -> raster -> calculadora raster**

En el caso de Sentinel-2 NDBI = $(B11 - B08)/(B11 + B08)$

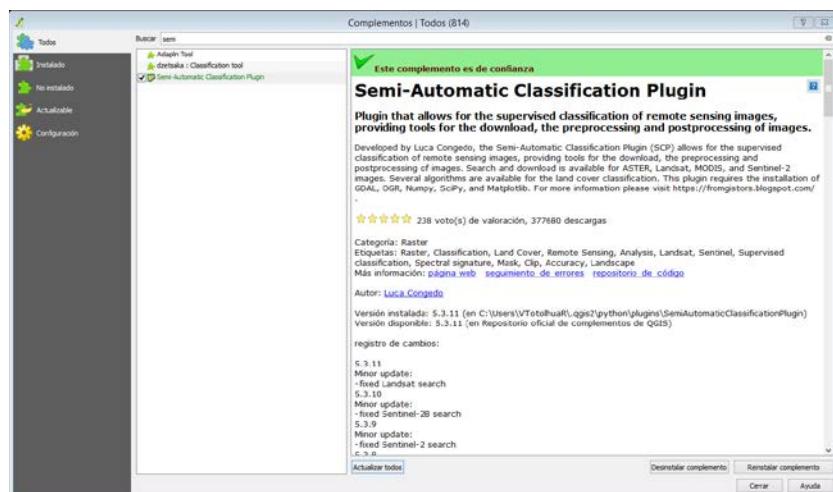


5A Clasificación supervisada y no supervisada de coberturas (SCP, SAGA, y Orfeo Toolbox).

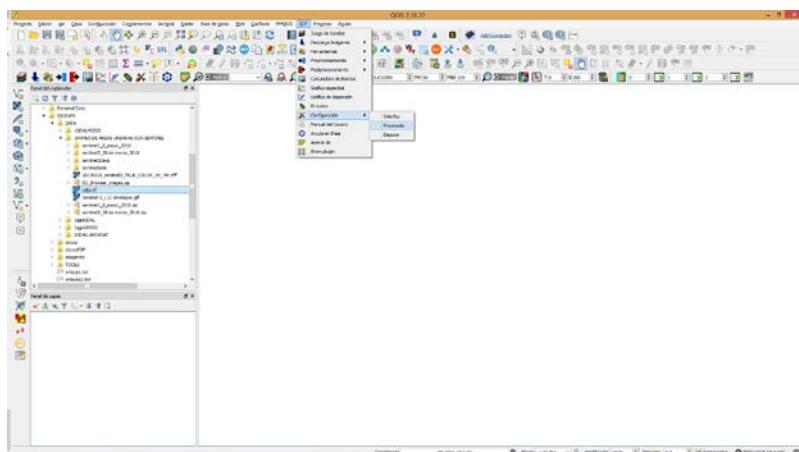
En este ejercicio, realizaremos clasificaciones supervisadas y no supervisadas utilizando varias herramientas de software libre geoespacial, empleando imágenes de satélite MODIS, LandSat 8 y Sentinel.

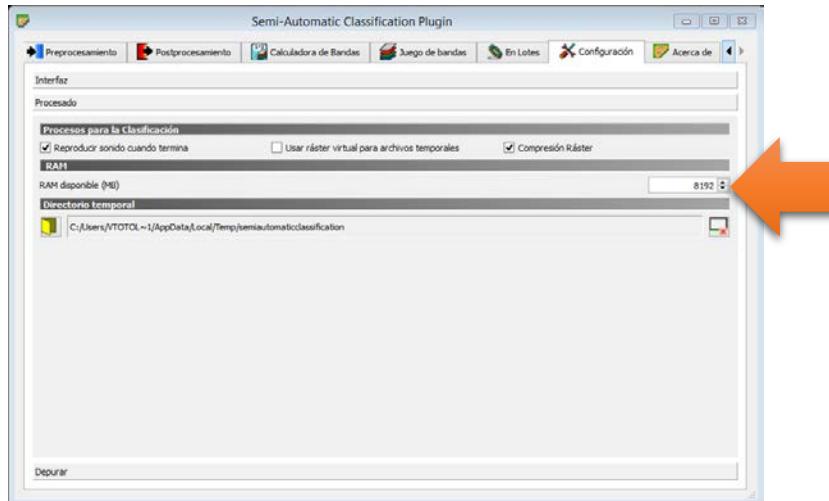
1 Clasificación supervisada Semi-Automatic Classification Plugin (SCP).

En primer paso es la instalación del plugin SCP desde el menú “Complementos” -> Buscar “semi-Automatic Classification Plugin”.



Ahora, se inicia la configuración inicial de SCP. En el menú principal “SCP” -> Configuración -> Procesado. Se recomienda la configurar la mitad de la memoria RAM física de la computadora. Por ejemplo si tiene 16 GB indique 8192 MB (8 GB).





Cabe indicar que con el plugin SCP es posible la descarga de información LandSat 8, Sentinel-2m ASTER y MODIS; previo registro en los sitios de descarga mencionados en prácticas anteriores:

USGS, ASTER, <http://ers.cr.usgs.gov>

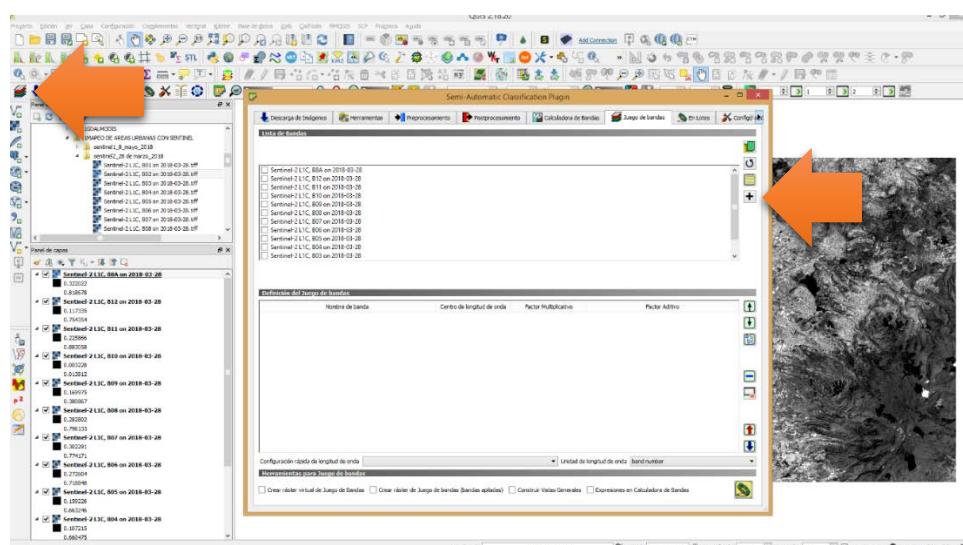
Sentinel, <https://scihub.copernicus.eu/apihub>, <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

MODIS, <https://urs.earthdata.nasa.gov>

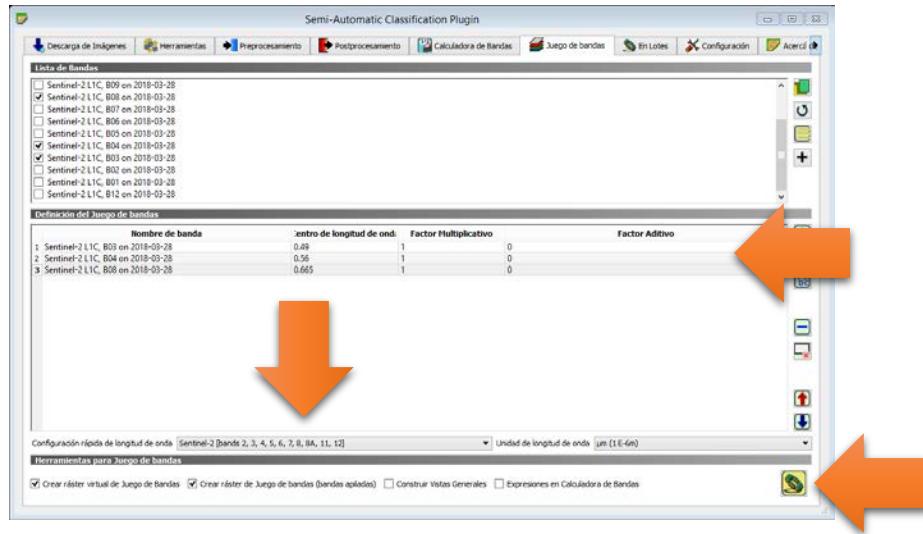
Otro sitio recomendable de descarga de imágenes de satélite es LandViewer, <https://eos.com/landviewer/>

NOTA: Se recomienda que los nombres de los directorios y archivos no contengan espacios en blanco, puede utilizar un guion bajo en su lugar.

El siguiente paso es agregar las bandas de **Sentinel – 2**, previamente descargada en la práctica anterior, en QGIS y elaboraremos un juego de bandas (**Stack 8,4,3**). O bien el icono o por medio del menú principal -> SCP -> juego de bandas.

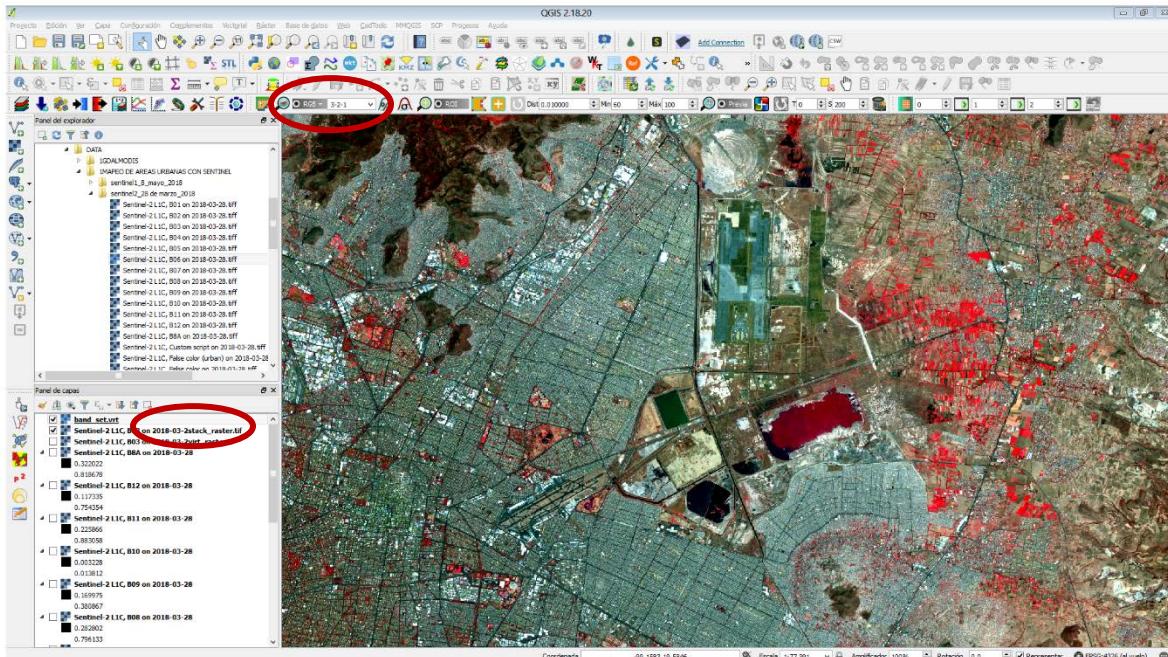


Agrega las bandas 3,4, 8 en la sección inferior con ese orden. En la parte inferior en el recuadro “Configuración rápida de longitud de onda” selecciona Sentinel-2. Y seleccionar el botón de “ejecutar”.

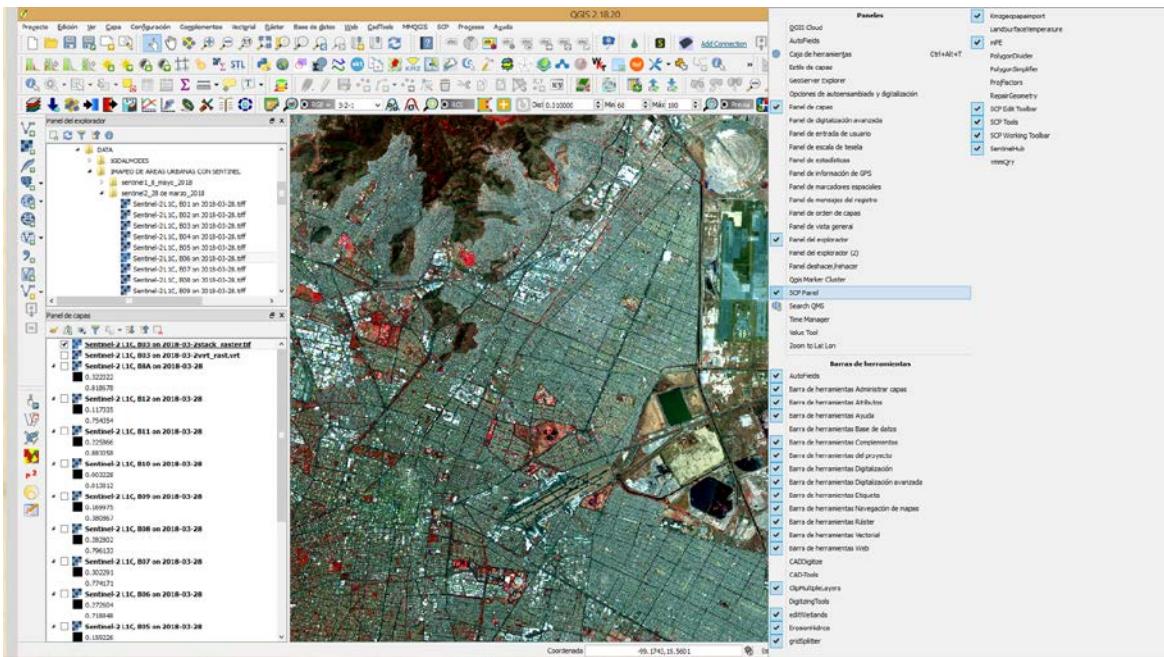


Proporciona una carpeta, donde guardara los resultados.

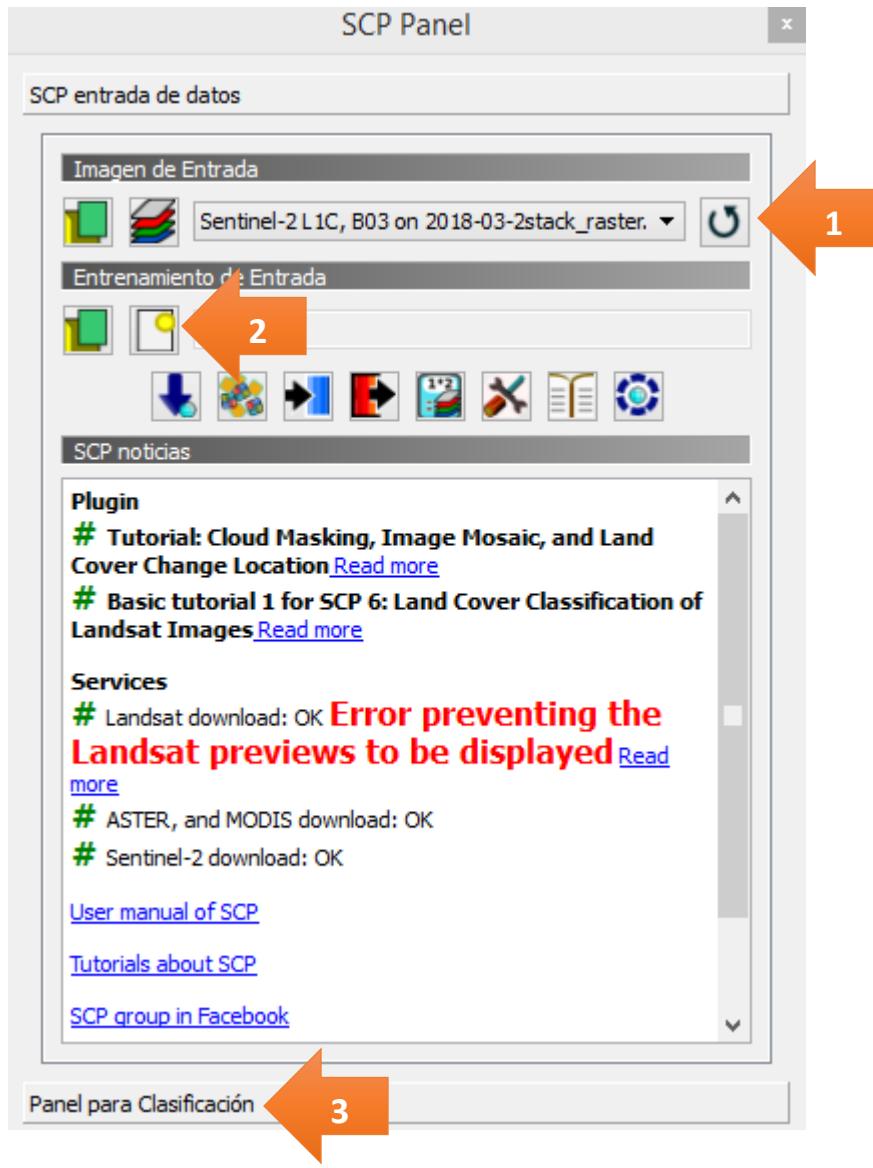
Ahora, seleccionamos la capa con sufijo Stack y en la parte superior indicamos la combinación RGB 3-2-1 en el menú SCP. Observamos con hace un cambio de la imagen en Falso color. Los colores rojos indican la respuesta en el IR (Infrarrojo) de la vegetación.



En el panel SCP, seleccionamos la “imagen de entrada”, la imagen con sufijo stack ; refresca el botón en caso de que no aparezca(1). Si no encuentra la ventana, da click en el botón derecho de en alguna sección vacía de las herramientas e indica el panel SCP.

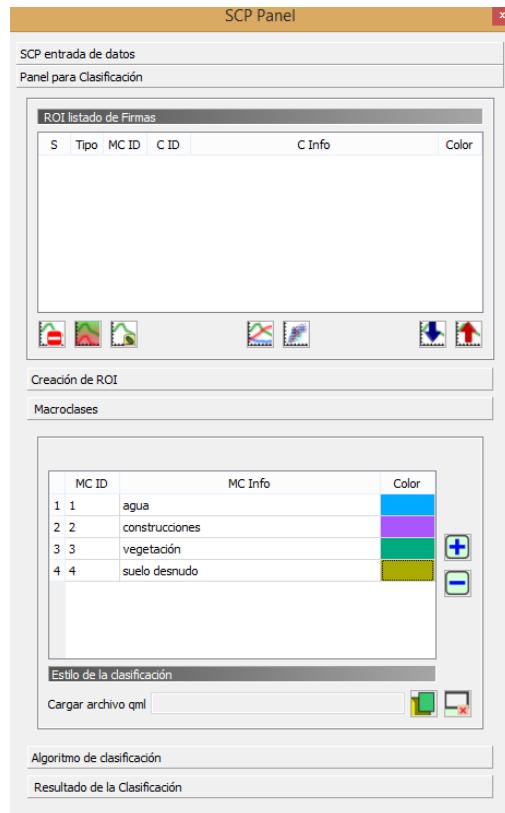


Creamos un archivo de áreas de entrenamiento (2) e indicamos un nombre de archivo, este se puede utilizar en futuras clasificaciones. Y abrimos el panel para Clasificación (3).

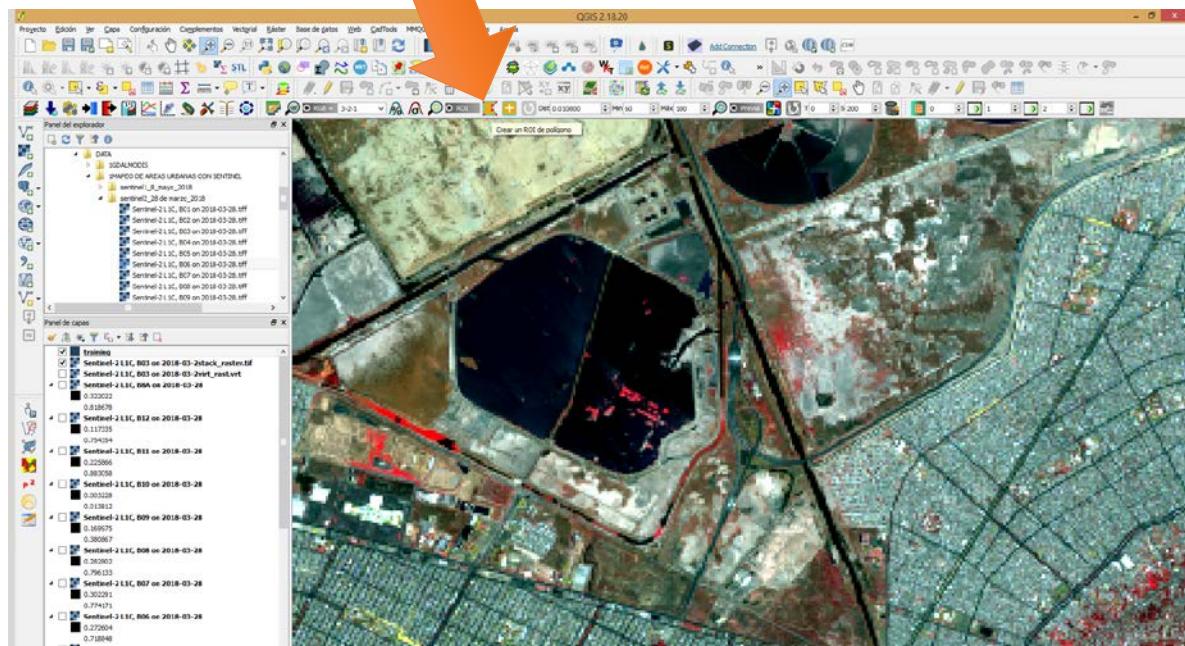


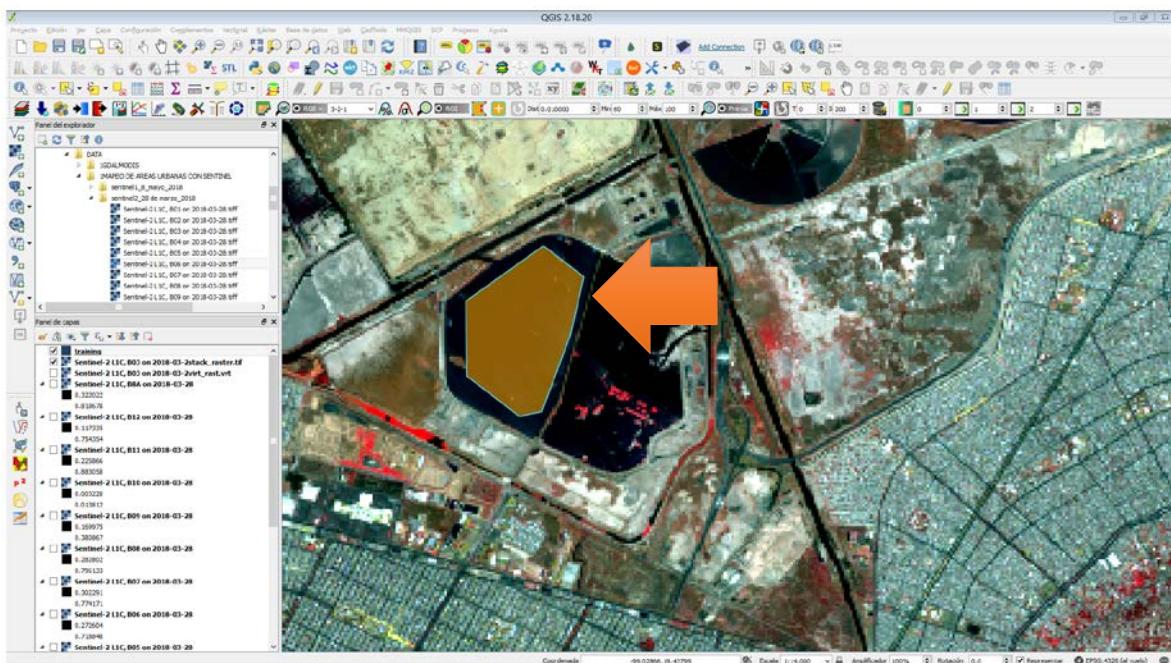
Ahí, crearemos Macroclases (MC ID). Hacer click en la sección de “Macroclases” e ingresamos las siguientes utilizando el botón de “+”:

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

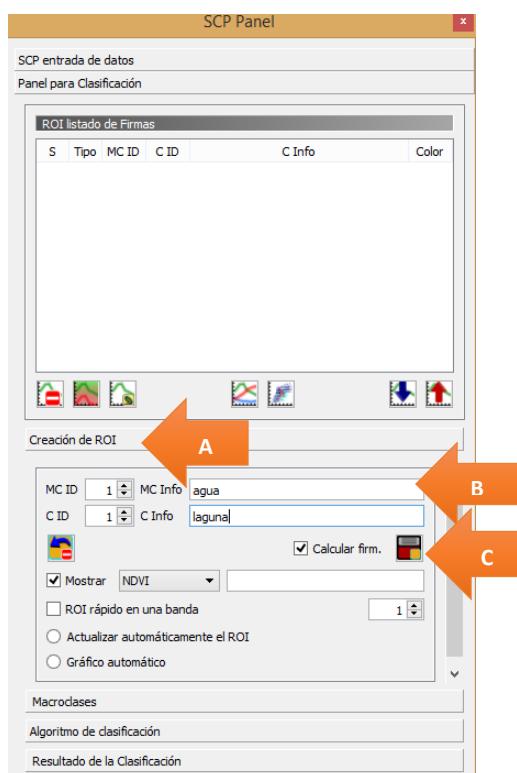


Estamos listos para iniciar la clasificación supervisada. Se pueden elegir polígonos o bien zonas parecidas por medio de dos iconos. Iniciemos con el polígono, activando la sección de ROI (Región de Interest). Con el puntero trazamos un polígono, por ejemplo, en un cuerpo de agua.

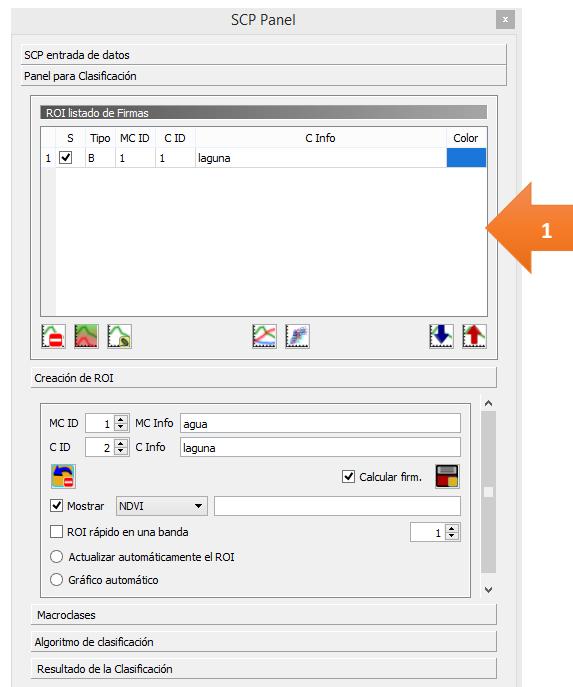




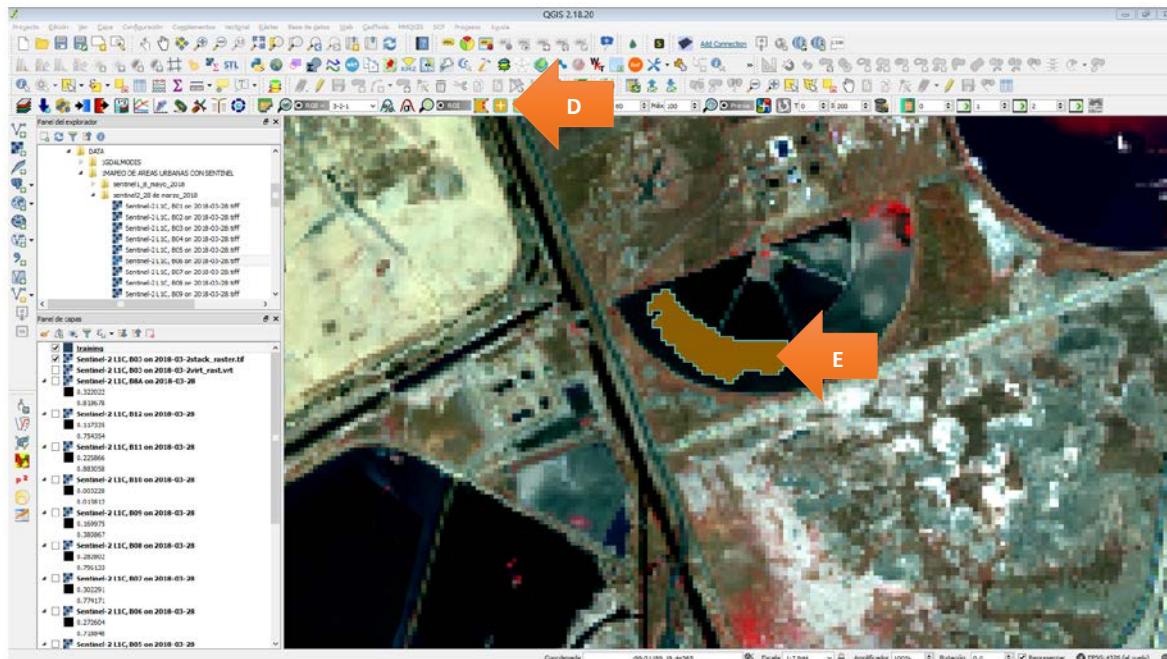
Volvemos al panel SCP y seleccionamos la sección “Creación de ROI”(A). Indicamos la Macroclase “agua”, además podemos indicar una clase (C ID) como “laguna” (B). Y guardamos en el ícono (C).



Agrega el ROI en el “ROI listado de Firmas” (1).

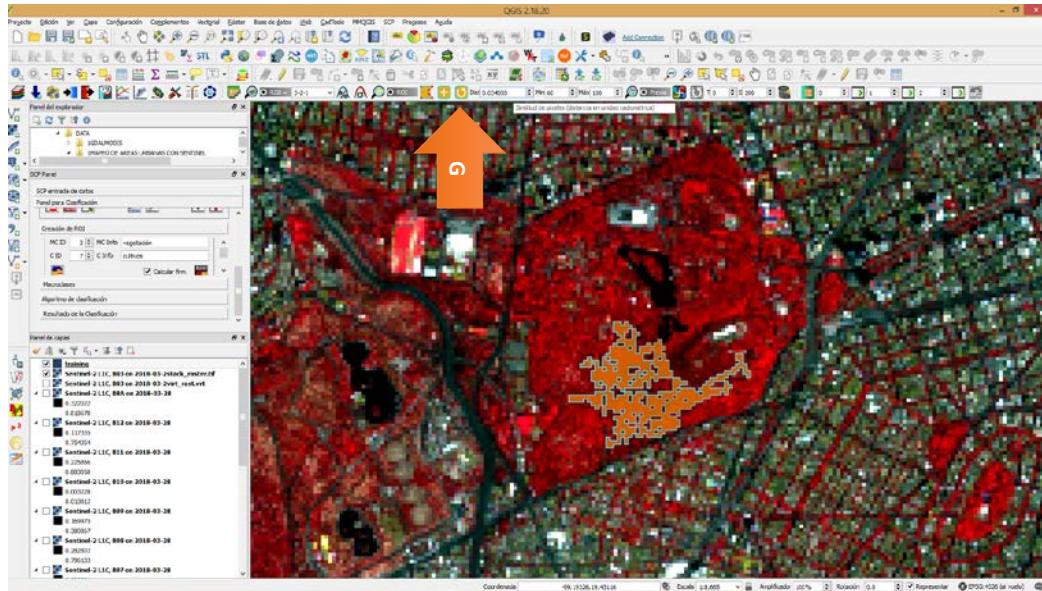


El otro tipo de selección es con la similitud de pixeles por medio de la herramienta “+” (D) y con un click sobre el área que consideremos, SCP indicará u polígono (E).

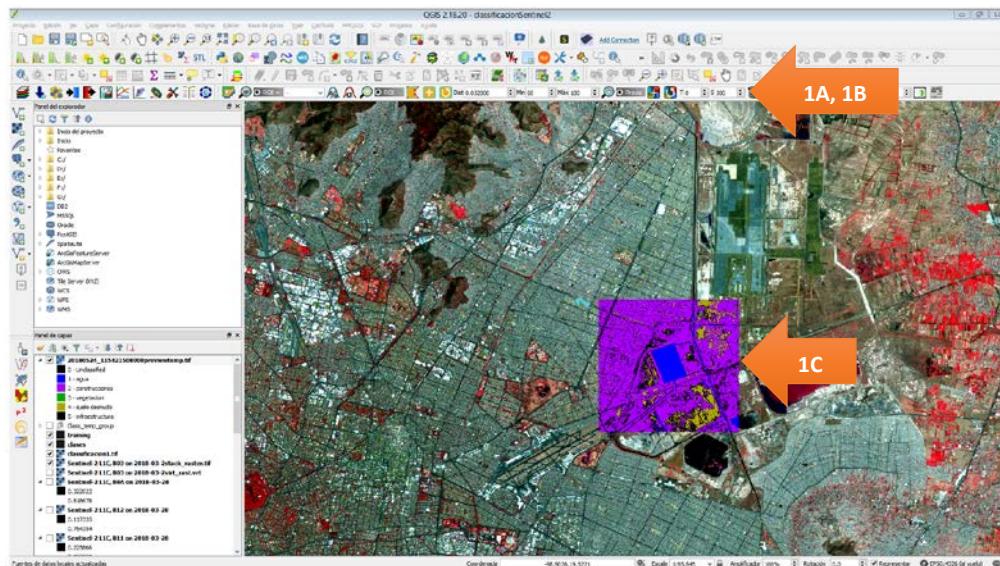


Volvemos a la ventana “SCP Panel” y agregamos el ROI al listado de Firmas. Así sucesivamente con las demás clases.

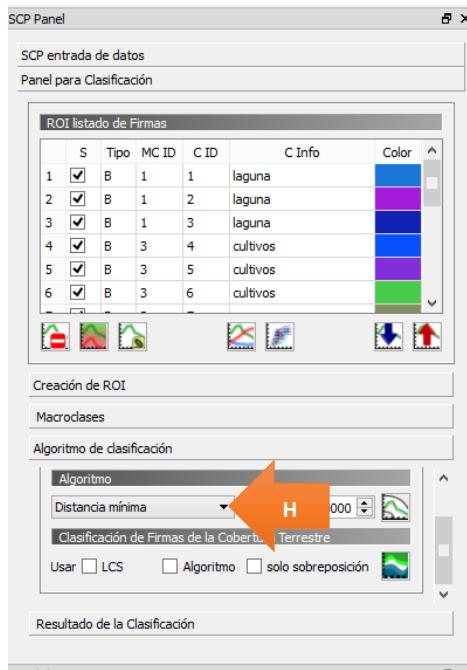
Se puede aumentar distancia de unidad radiométrica (F). Rehacer el ROI en el mismo punto con el icono de flecha circular (G). Sugerimos realizar cinco muestreos por clase.



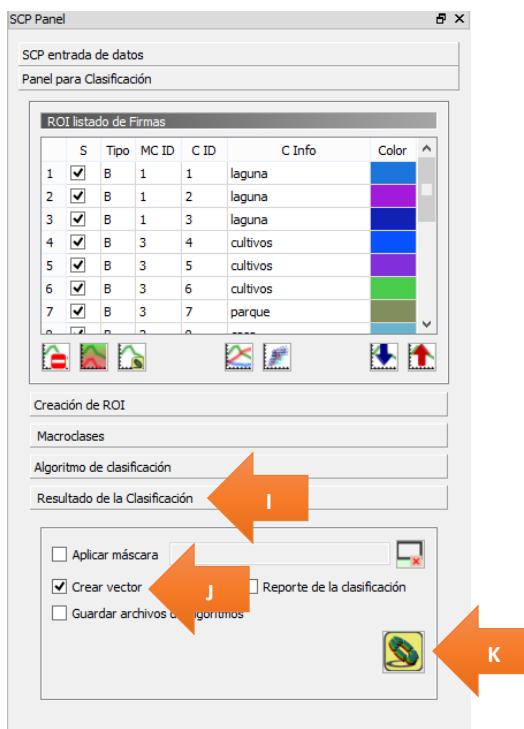
Asimismo, se puede observar la vista previa de la clasificación activamos el botón de “vista previa” del menú de SCP (1A), dar click en el ícono del signo de “+” (1B) y sobre el mapa indica una zona (1C). Es posible hacer el área de vista previa más grande con el parámetro “S”.



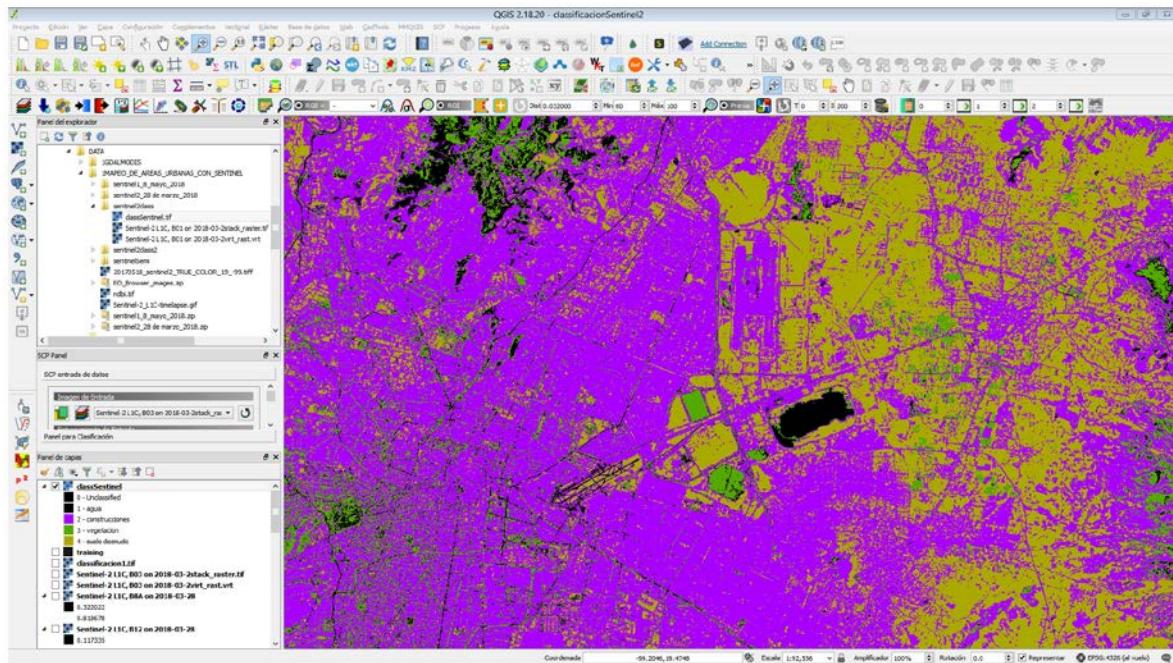
En el panel SCP, en la sección de “Algoritmo de clasificación” se encuentran tres tipos: Distancia mínima, Máxima probabilidad y mapeo de Angulo espectral. Para fines del ejercicio dejamos el primer algoritmo.



En la sección de “Resultado de Clasificación” (I), opcionalmente “Crear vector” (J) y ejecutamos (K).



Se solicita un nombre de archivo de salida, y ahora tendremos la clasificación final de las clases, en un archivo raster y un archivo vectorial (Considere que este geoprocreso conlleva tiempo).



5B Clasificación supervisada y no supervisada de coberturas (SCP, SAGA, y Orfeo Toolbox).

En este ejercicio, realizaremos una clasificación no supervisada empleando imágenes de satélite LandSat 8.

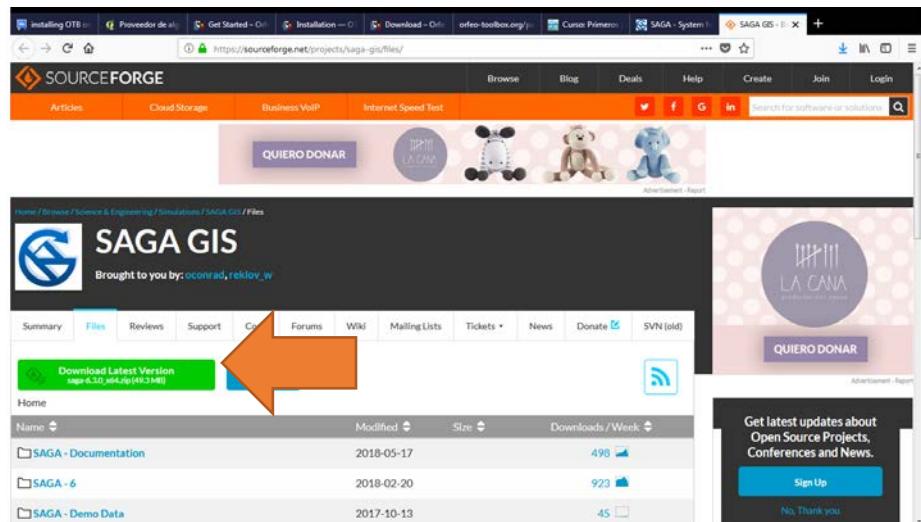
El juego de bandas para diferentes aplicaciones:

- **Color natural:** LandSat 8 (4, 3,2), Sentinel 2B (4, 3,2)
- **Falso color (para zonas urbanas):** Landsat 8 (7, 6,4), Sentinel 2B (12, 11,4)
- **Infrarrojo (para vegetación):** Landsat 8 (5, 4,3), Sentinel 2B (8, 4,3)
- **Agricultura:** Landsat 8(6,5,2), Sentinel 2B (11,8A,2)
- **Penetración de radiación en atmósfera:** Landsat 8 (7,6,5), Sentinel 2B (12,11,8A)
- **Usos del suelo/masas de agua:** Landsat 8 (5,6,4), Sentinel 2B (8A, 11,4)
- **Infrarrojo de onda corta:** Landsat 8 (7,5,4), Sentinel 2B (12, 8A,4)
- **Análisis de vegetación:** Landsat 8 (6,5,4), Sentinel 2B (11,8A,4)
- **Análisis de vegetación sana:** Landsat 8 (5,6,2), Sentinel 2B (8A,11,2)
- **Índice NDVI:** Landsat 8 (5-4)/(5+4), Sentinel 2B (8-4)/(8+4)
- **Índice NDWI:** Landsat 8 (3-5)/(3+5), Sentinel 2B (3-8)/(3+8)
- **Índice NDSI:** Landsat 8 (3-6)/(3+6), Sentinel 2B (3-11)/(3+11)

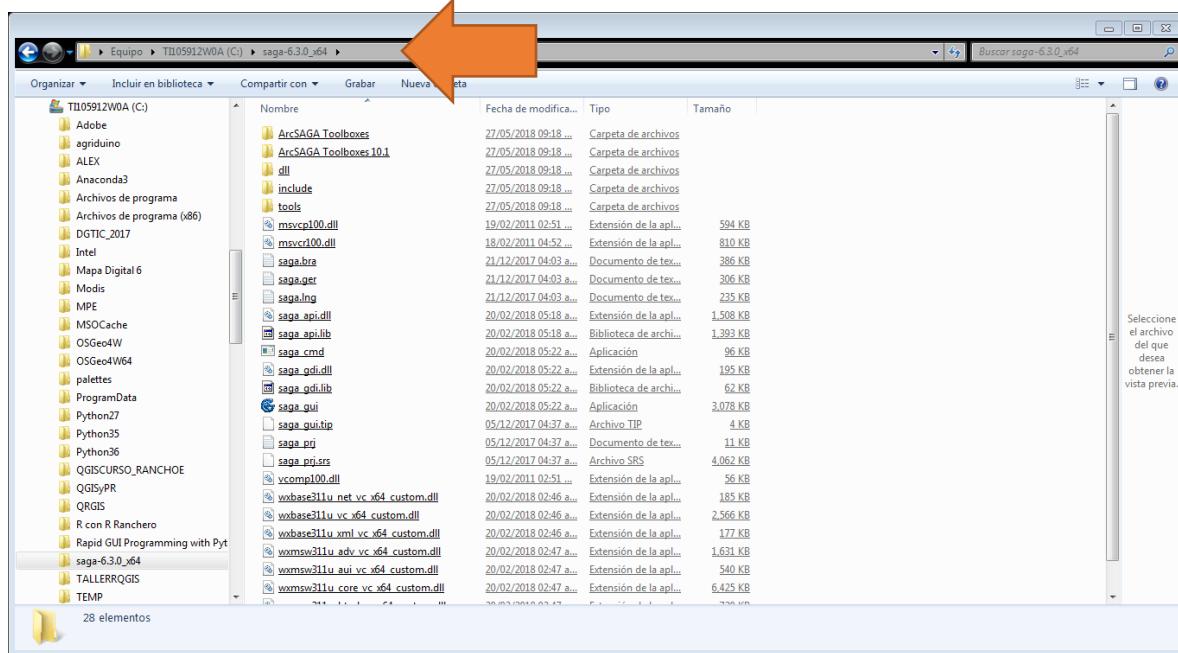
2 Clasificación no supervisada con SAGA

Descarga el software de SAGA desde la página <https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/>

Instalación de SAGA desde el installer de OsGeo4W-setup-x86_64, en el caso del Sistema operativo Windows.

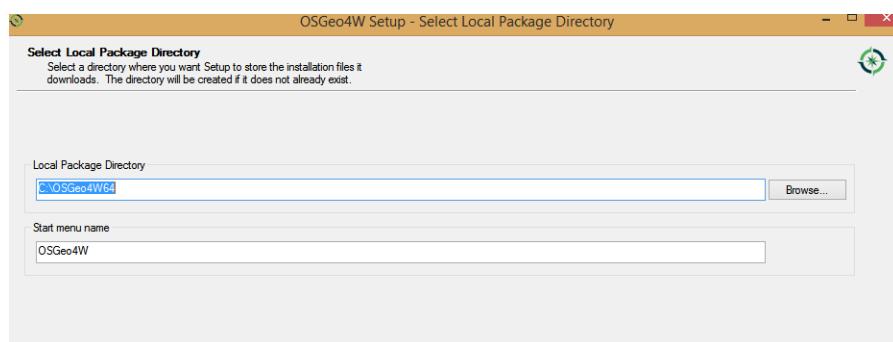


Se recomienda descomprimir la carpeta, de tal forma que tenga la siguiente estructura:

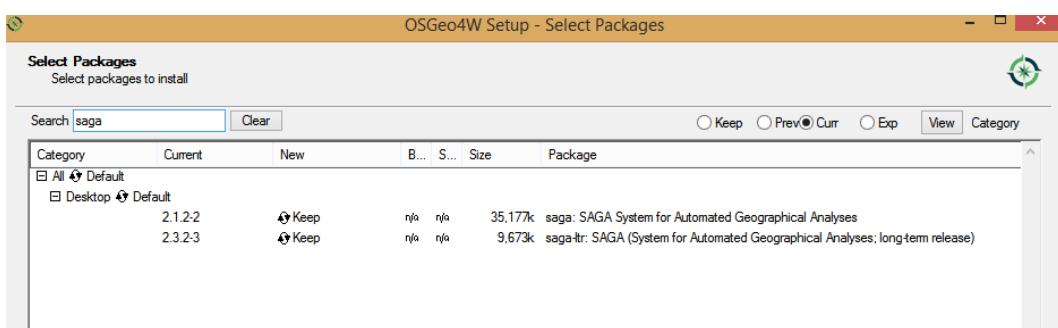


En el caso de utilizar el instalador de OSGEO4w, hacerlo en la opción de “Advanced Install” -> “Install from Internet”

Se recomienda dejar el mismo directorio de instalación en OSGeo4W64.

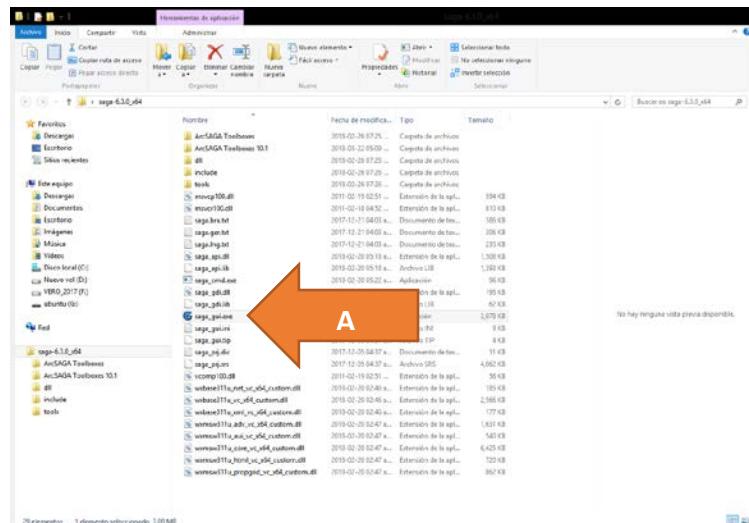


Elegir “Direct Connection” -> “un sitio de descarga” -> buscar “SAGA” e indicar las versiones de la imagen.

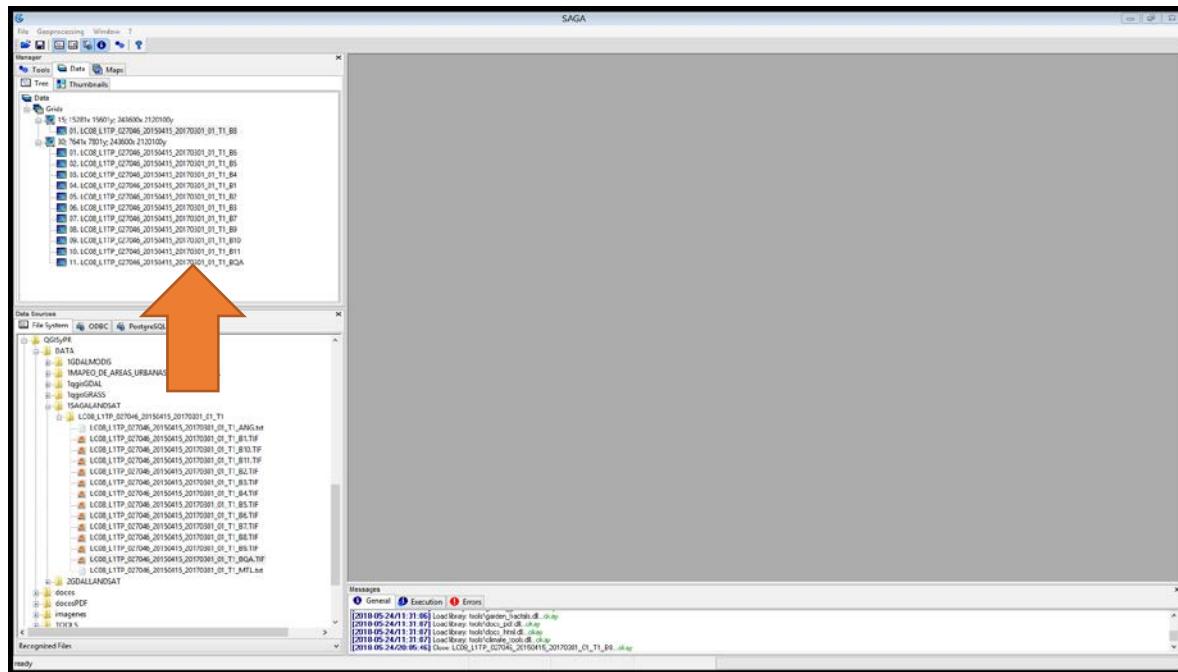


Seguir los siguientes pasos por default y terminar la instalación.

El programa SAGA se encuentra instalado en una carpeta como la siguiente imagen (A). El archivo ejecutable tiene una extensión saga_gui.exe



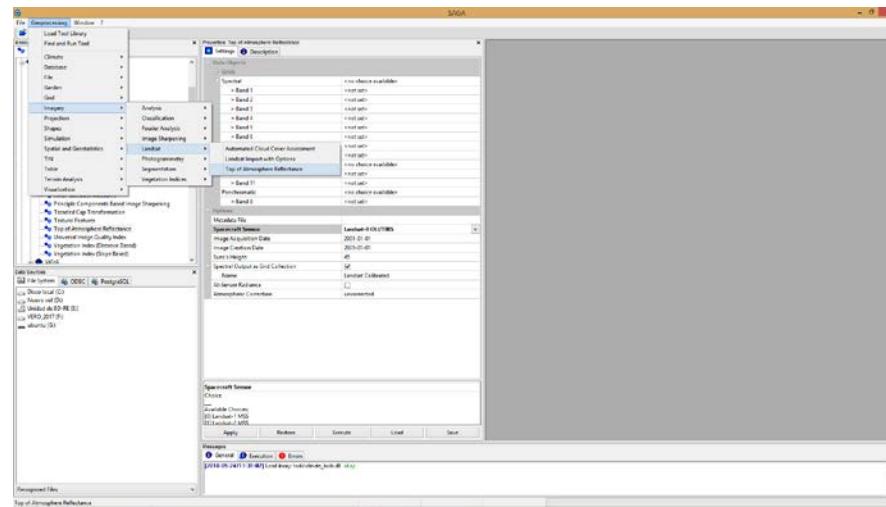
Carga las capas de la escena LandSat 8 en SAGA



Corrección atmosférica

La clasificación no supervisada clasificará áreas con la misma respuesta espectral. El tipo de imagen que utilizaremos será la imagen de Landsat 8. Y en SAGA realizaremos la corrección atmosférica, el cual incorpora el algoritmo de GRASS (i.landsat.toar) de Tizado.

Menú principal -> “Geoprocessing” -> “Imagery” -> “Landsat” -> Top of Atmosphere Reflectance (TOA)



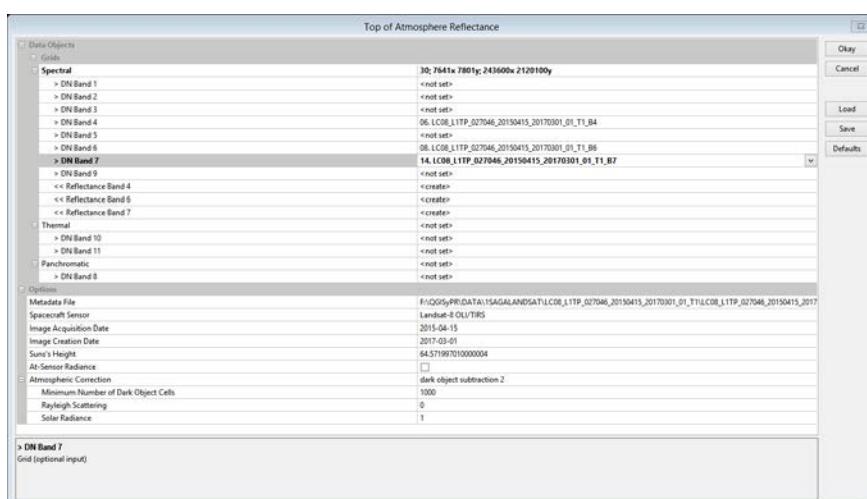
Selecciona las bandas DN Band que corresponda a capa banda del archivo LandSat 8, y por medio del cual se realizará el Stack, identifiable por medio de un sufijo. Por ejemplo para la banda 1 el sufijo será B1.

En spaceCraft Sensor: Landsat 8 OLI/TIRS

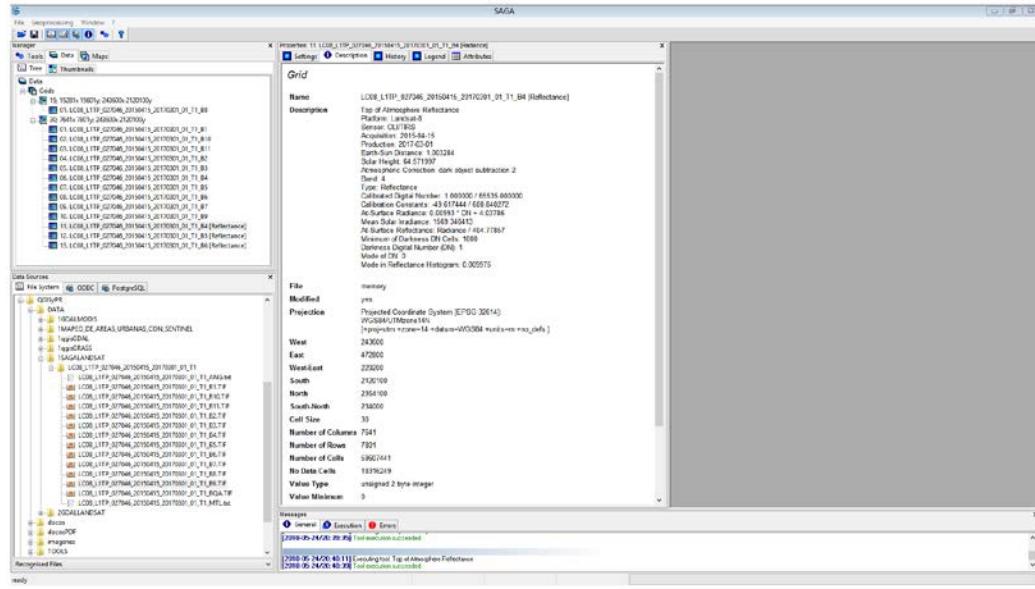
Metadata file: seleccionar el archive .TML de la escena Landsat.

Atmospheric Correction: DOS2

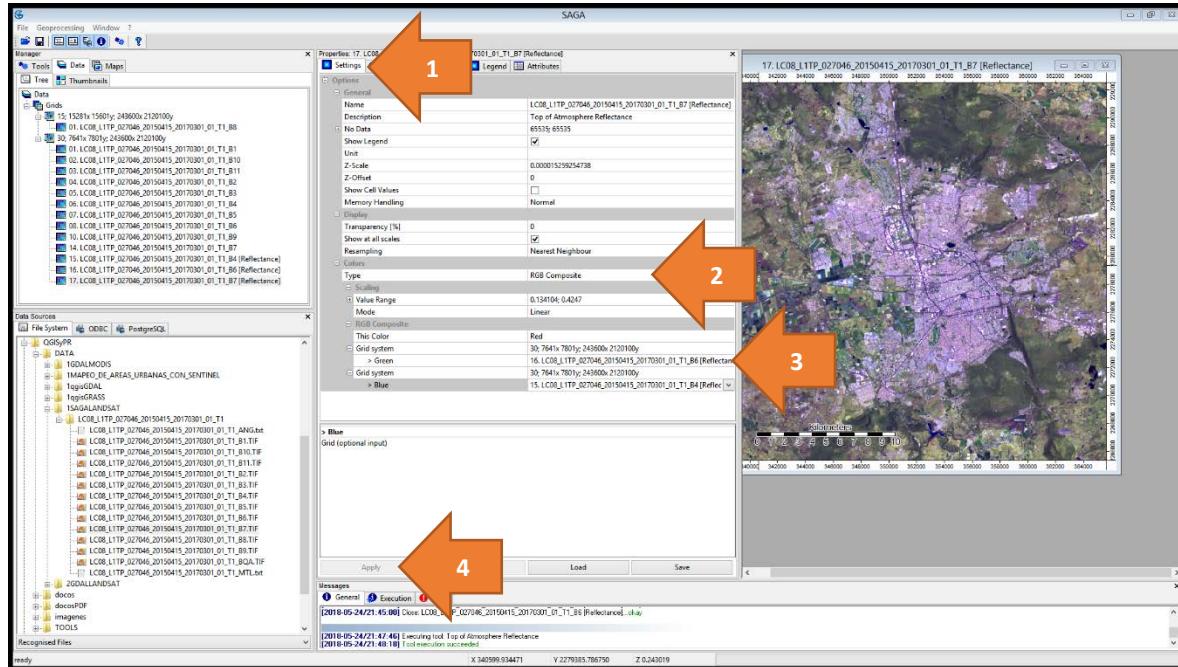
Damos click al botón de “okay”.



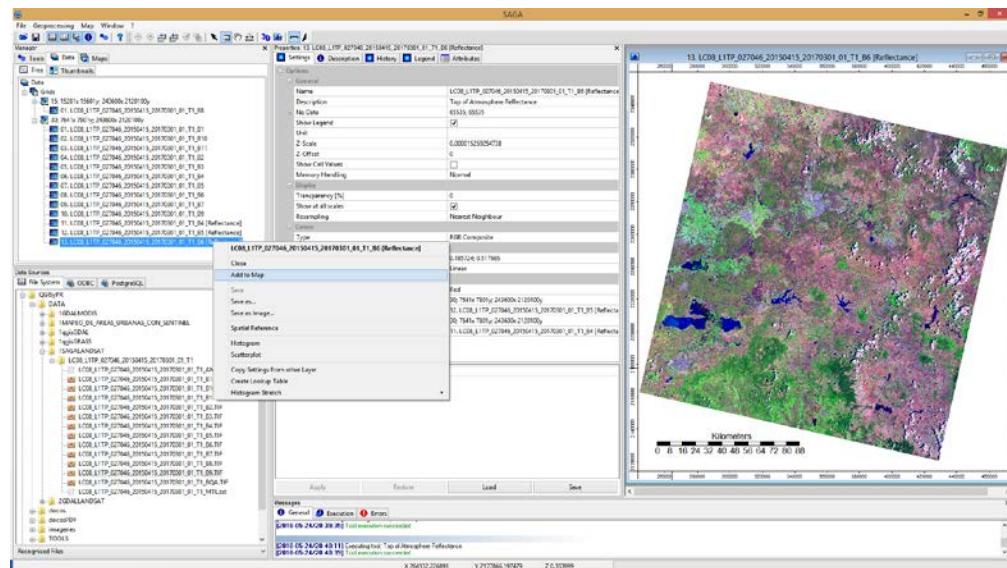
SAGA agrega la etiqueta [Reflectance] a las bandas con la corrección atmosférica, en la pestaña de descripción se indican las características del TOA.



Activa la banda 7 [Reflectance], en la pestaña de settings (1), se indica Type: RGB Composite (2). En la sección Green selecciona la banda 6 [Reflectance] y en el Blue selecciona la banda 4 [Reflectance](3). Dar click a “Apply” (4).



Agrega la vista del mapa con botón derecho sobre la capa o doble click (mouse).

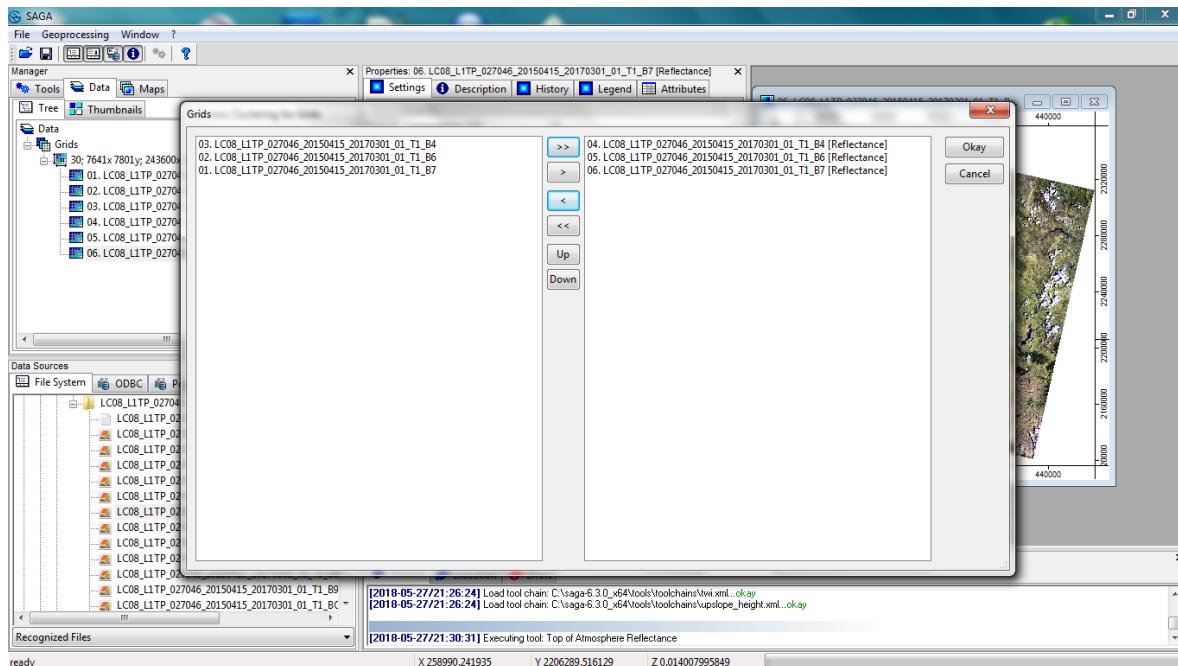


Clasificación no supervisada con el algoritmo K-means

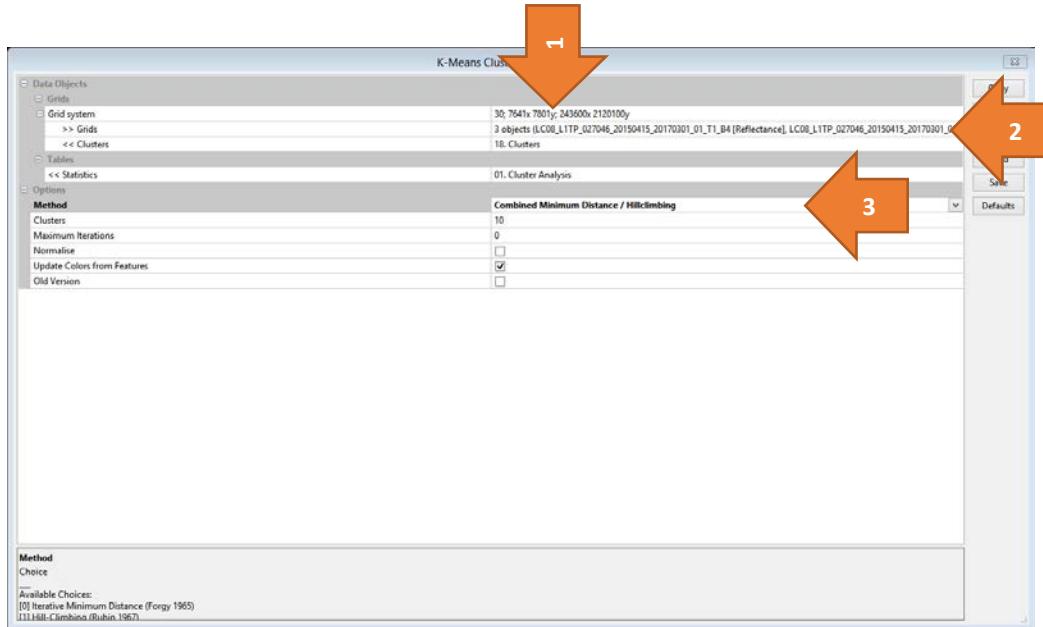
Menú principal -> Imagery -> Classification -> Unsupervised -> K-means Clustering for grids

Grid System (1)

Grids: elegir las tres capas con corrección atmosférica (2).

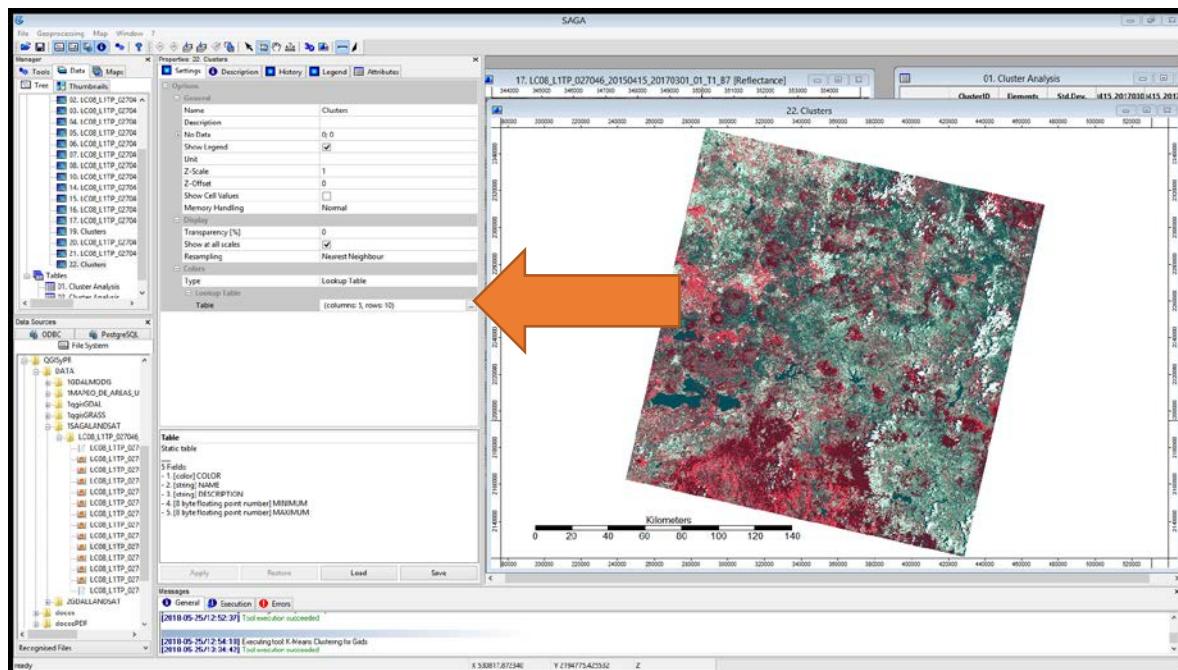


Method (3)



El proceso tardará unos minutos...Cuando el geoprocreso termina en la sección inferior de mensajes aparecerá: "Tool execution suceeded"

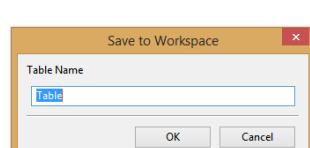
SAGA creará un raster con nombre “Cluster”, el cual coloca dentro del árbol de datos (Data). Además de una tabla Cluster Analysis. Activar la capa “Cluster” y en la pestaña “Settings” seleccionar la tabla asociada, da un click en el botón con tres puntos “...”



Por medio de la identificación visual, distinguir si las clases que hizo el método K-means corresponde con las clases de agua (clase 1), vegetación (clase 2), poblaciones (clase 3) y nubes(clase 4) y renombrar el registro correspondiente en el campo NAME.

	COLOR	NAME	DESCRIPTION	MINIMUM	MAXIMUM
1	blue	agua		1.000000	1.000000
2	green	vegetacion 1		2.000000	2.000000
3	purple	vegetacion 2		3.000000	3.000000
4	orange	nubes		4.000000	4.000000
5	dark brown	vegetacion 3		5.000000	5.000000
6	teal	poblaciones		6.000000	6.000000
7	orange	poblaciones 2		7.000000	7.000000
8	red	vegetacion 4		8.000000	8.000000
9	grey	vegetacion 5		9.000000	9.000000
10	magenta	poblaciones 3		10.000000	10.000000

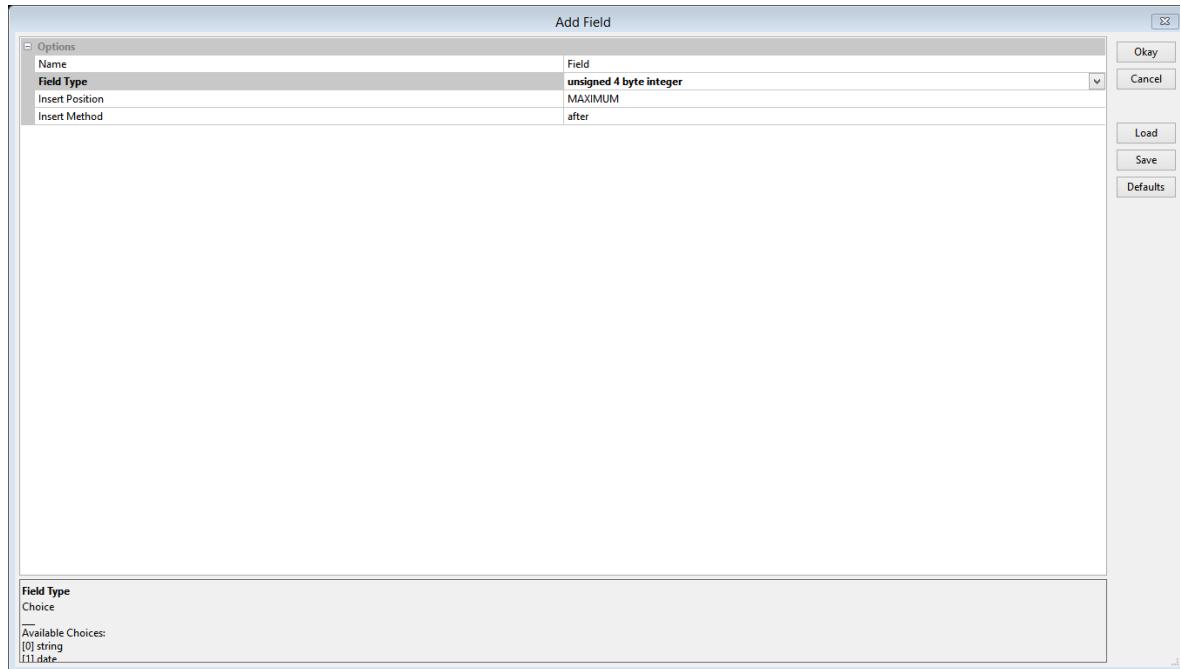
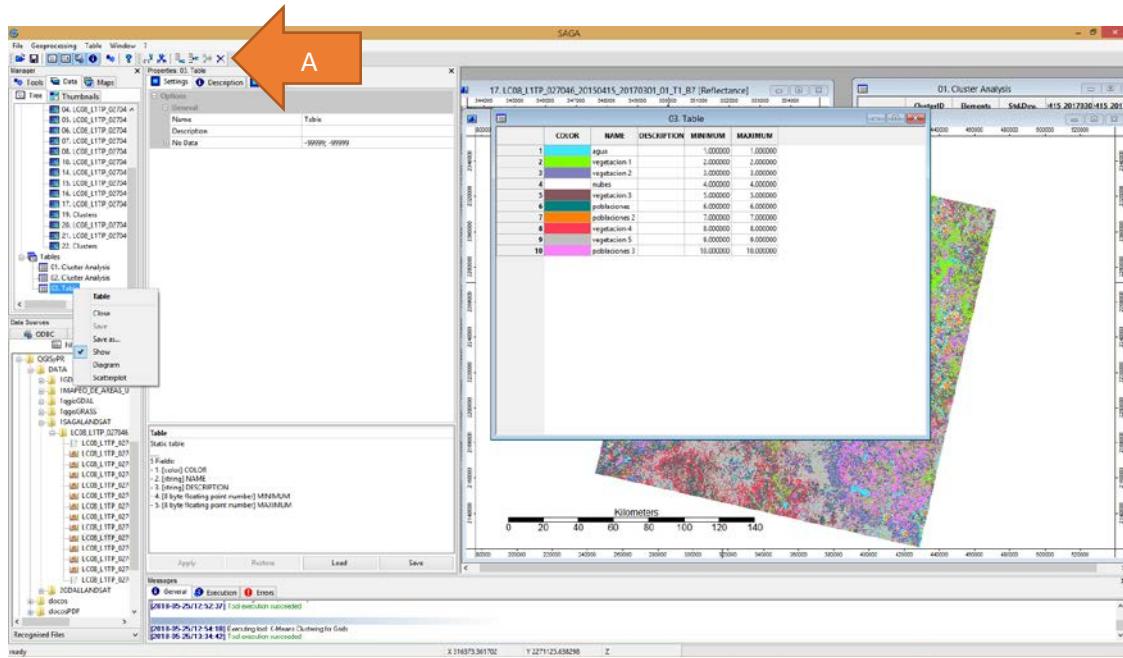
Terminado el cambio de las etiquetas en la columna NAME, se salva la tabla con el botón de “Workspace”.



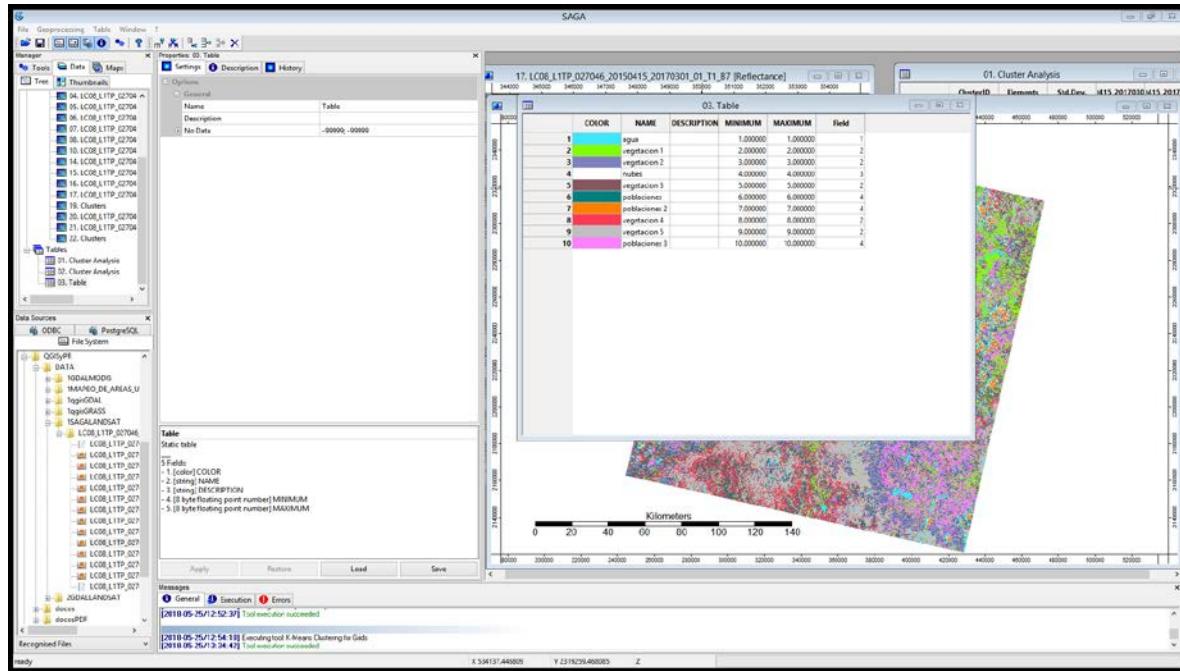
	COLOR	NAME	DESCRIPTION	MINIMUM	MAXIMUM
1	blue	agua		1.000000	1.000000
2	green	vegetacion 1		2.000000	2.000000
3	purple	vegetacion 2		3.000000	3.000000
4	orange	nubes		4.000000	4.000000
5	dark brown	vegetacion 3		5.000000	5.000000
6	teal	poblaciones		6.000000	6.000000
7	orange	poblaciones 2		7.000000	7.000000
8	red	vegetacion 4		8.000000	8.000000
9	grey	vegetacion 5		9.000000	9.000000
10	magenta	poblaciones 3		10.000000	10.000000

En la pestaña de datos (Data) se agrega una tabla “Table” con el botón derecho damos click a “show” y observamos la tabla que es una copia de la tabla asociada a la capa “Clusters”. Ahora, agregamos

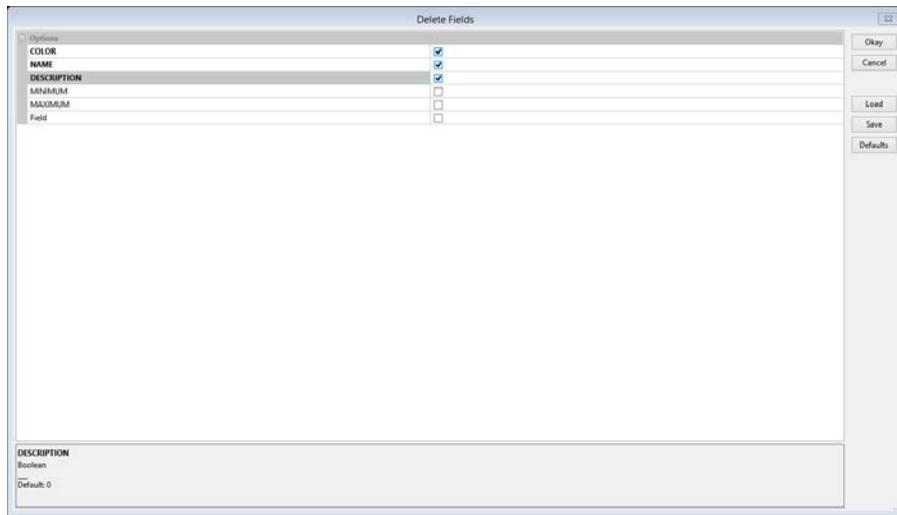
un campo para lograr la reclasificación de las clases (1,2,3,4). En el momento de activar la ventana de “Table”, aparecen los iconos de edición de campos (A).



En el nuevo campo “Field”, asigna el nuevo valor de reclasificación, por ejemplo agua -> 1, vegetación -> 2, población -> 4, nubes -> 3.



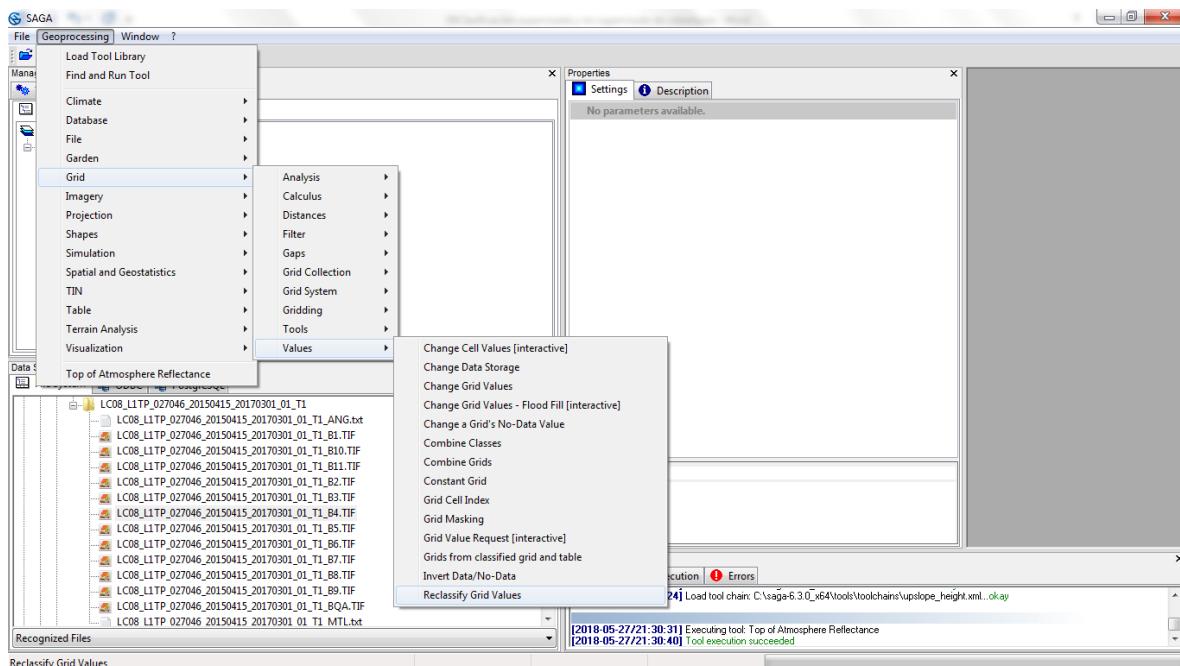
Borrar los campos COLOR, NAME y DESCRIPTION por medio de los iconos de edición de la tabla.



La tabla queda de la siguiente forma:

	MINIMUM	MAXIMUM	Field	
1	1.000000	1.000000	1	
2	2.000000	2.000000	2	
3	3.000000	3.000000	2	
4	4.000000	4.000000	3	
5	5.000000	5.000000	2	
6	6.000000	6.000000	4	
7	7.000000	7.000000	4	
8	8.000000	8.000000	2	
9	9.000000	9.000000	2	
10	10.000000	10.000000	4	

Menú principal > Geoprocessing > Grid > Values > Reclassify Grid Values



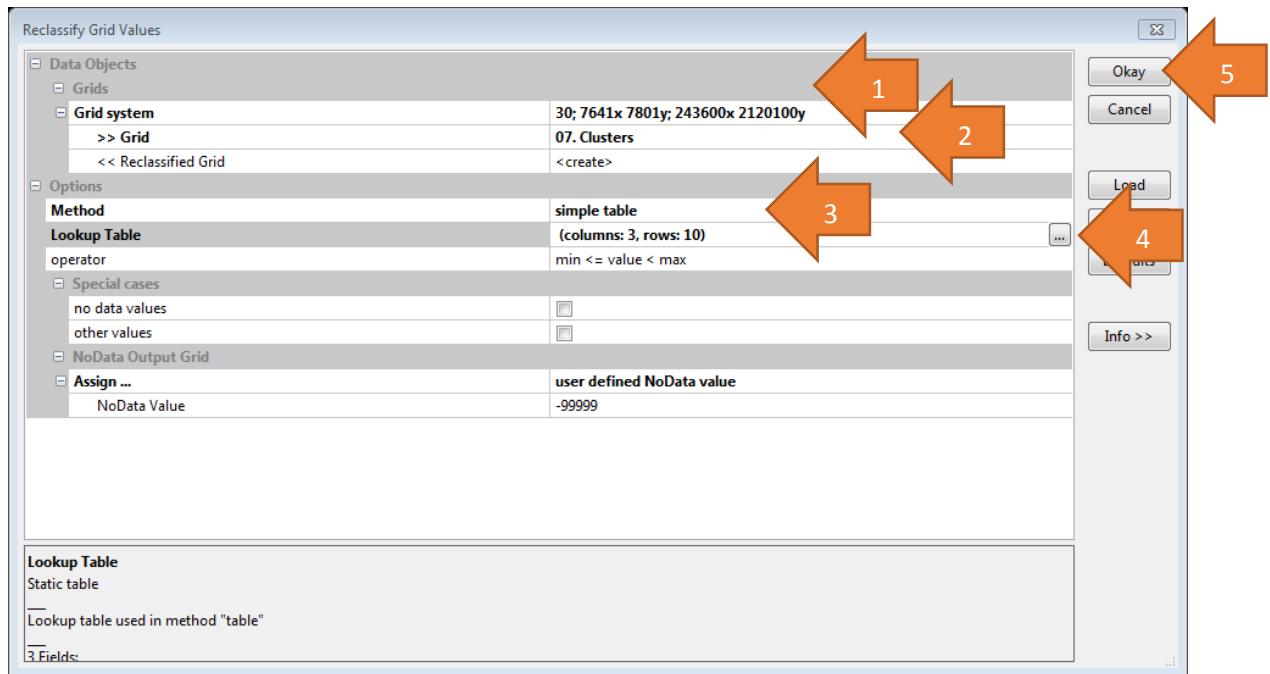
Se selecciona el Grid system (1)

Grid: la capa “Cluster”(2)

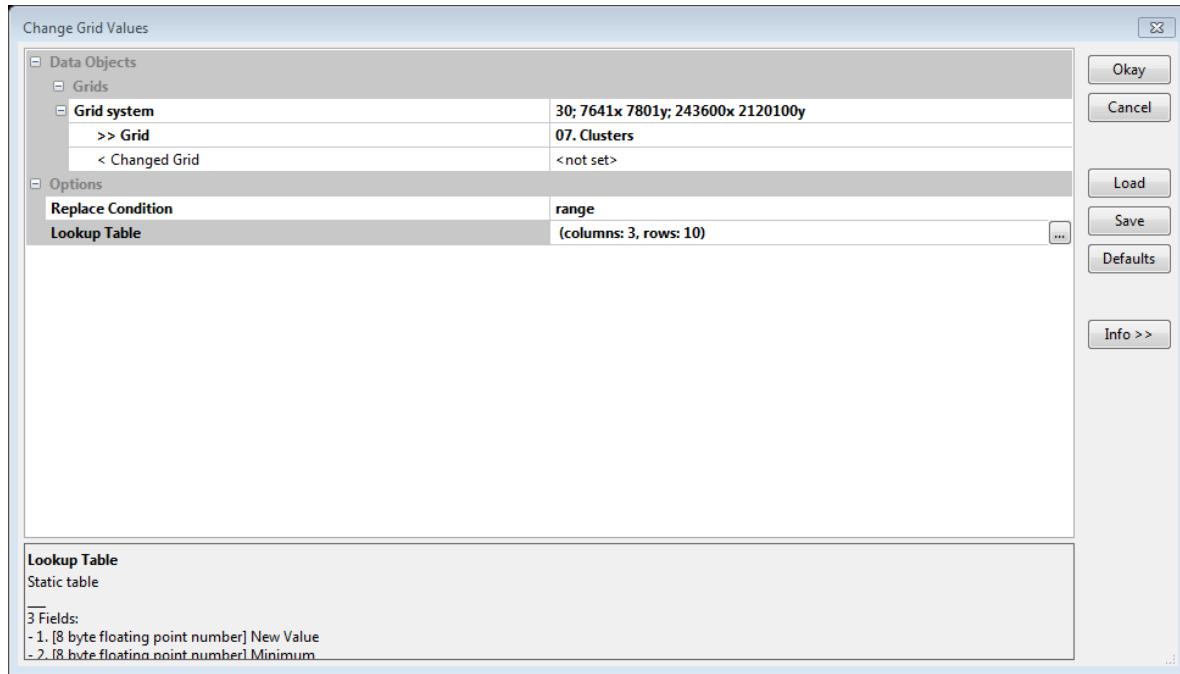
Method: simple table (3)

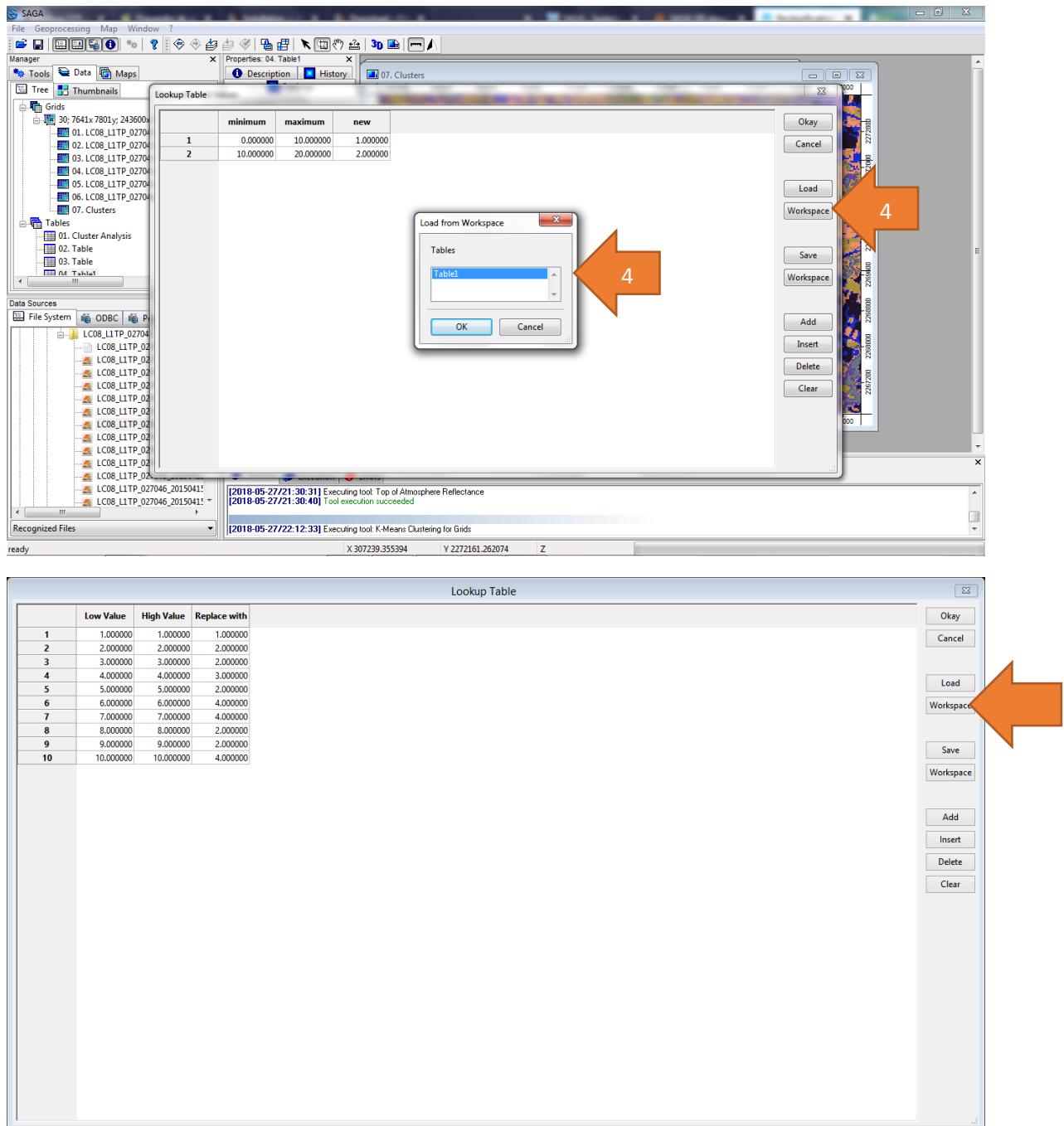
Lookup Table: seleccionar la tabla previamente modificada (4)

Okay (5)

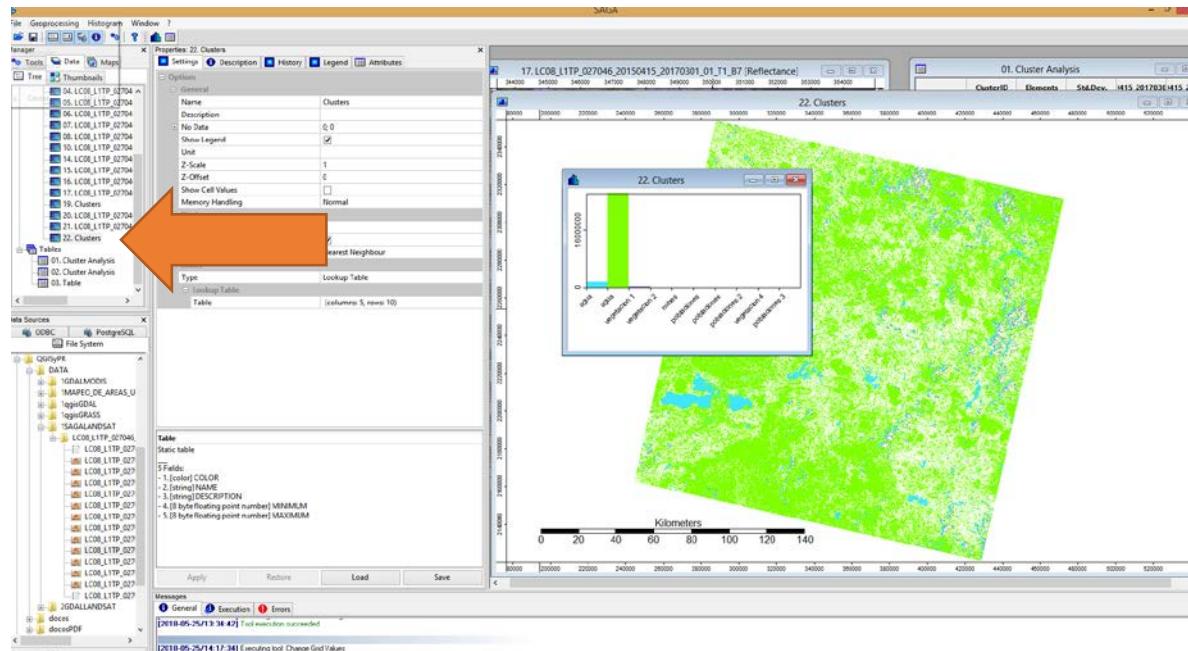


Otro método es Menú principal > Geoprocessing > Grid > Values > Change Grid Values

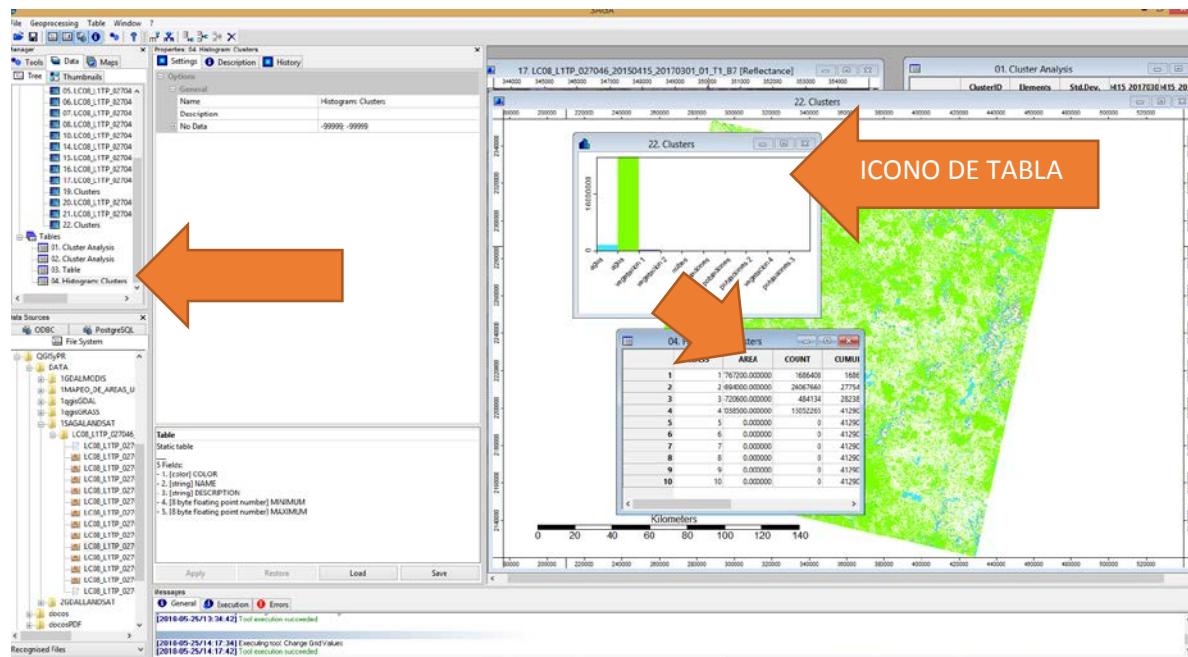




El Histograma de la capa “Clusters” con el botón derecho y se observan las nuevas clases.

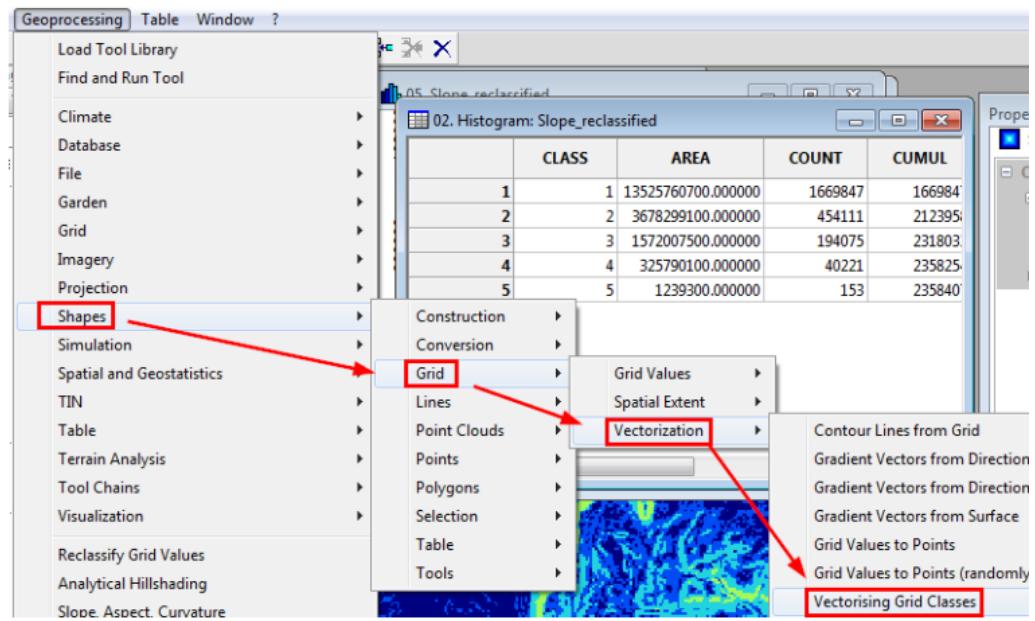


Si se desea abrir la tabla de histograma con el botón izquierdo sobre la ventana del histograma, ahí se encuentra información del tamaño de las superficies.



Es posible la vectorización del raster clasificado con:

Geoprocessing>Shapes>Grid>Vectorisation>Vectorising Grid Classes.

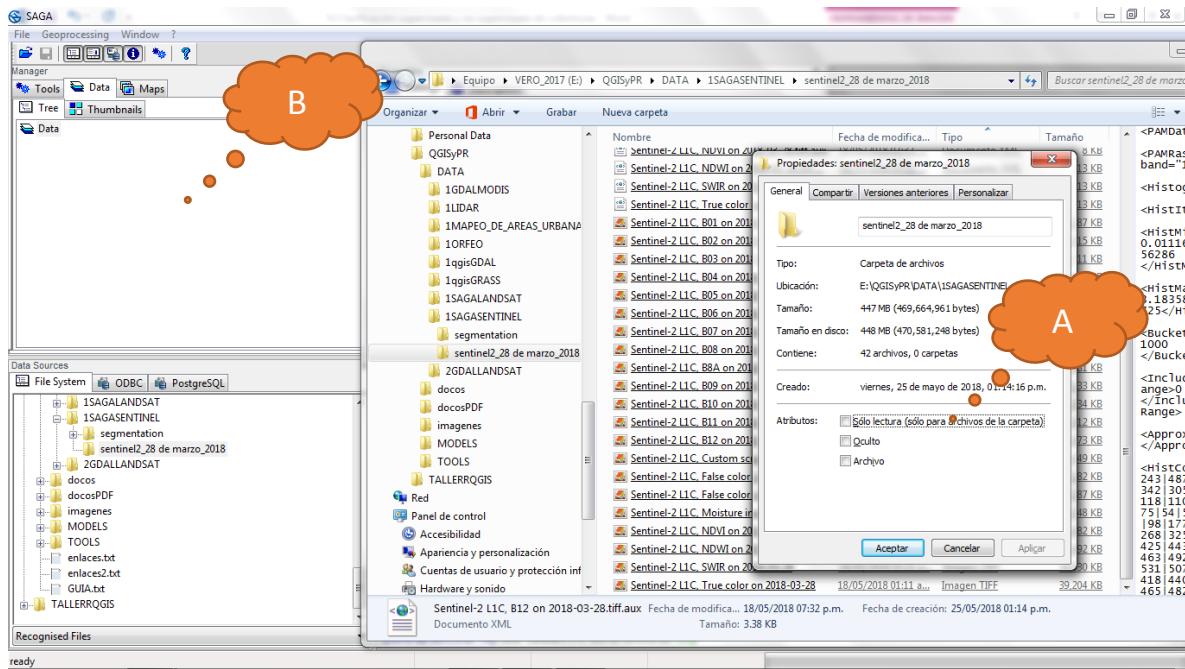


5C Clasificación supervisada y no supervisada de coberturas (SCP, SAGA, y Orfeo Toolbox).

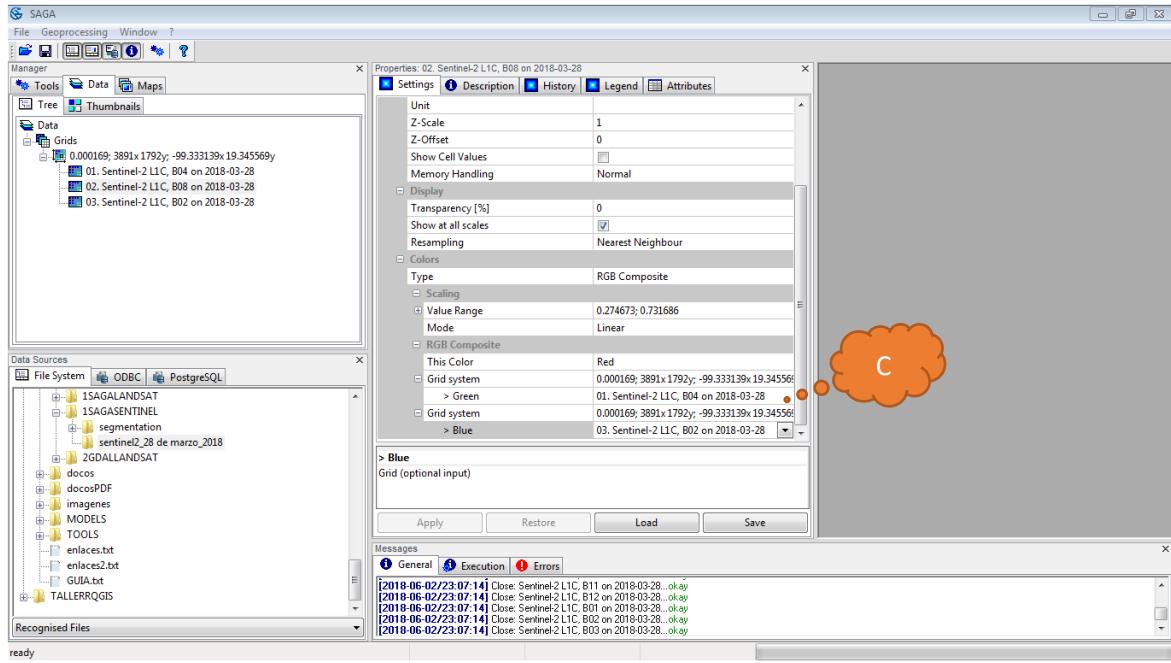
Segmentación con SAGA

Un enfoque de análisis de imágenes basado en objetos (OBIA) para la clasificación de imágenes segmenta una imagen en regiones espectrales homogéneas. La segmentación de imágenes es el proceso de agrupar múltiples píxeles adyacentes en polígonos 'Objetos' basados en características espectrales similares. Esto difiere de los métodos de análisis de imágenes estándar que clasifican cada píxel de forma aislada; el enfoque OBIA generalmente produce un producto de mapa más limpio, más significativo para los usuarios humanos.

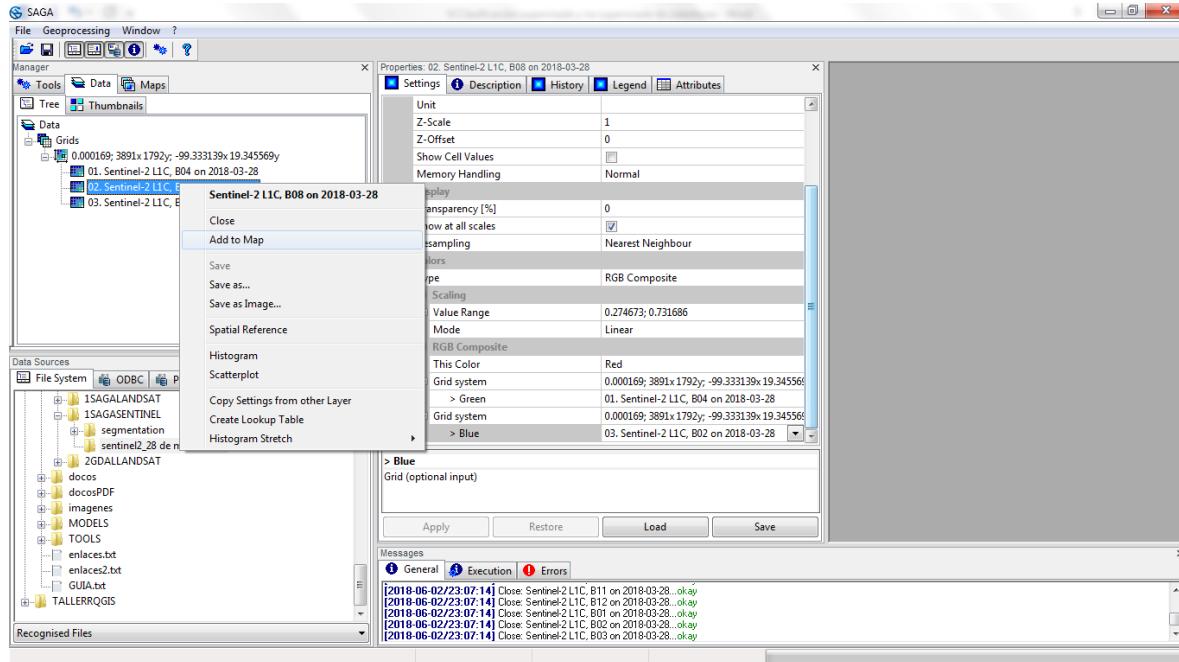
En este ejercicio, utilizaremos una imagen Sentinel-2, descargada con una corrección atmosférica desde la página de Sentinel Hub. Asegúrense que la carpeta tenga permisos de lectura para que SAGA pueda leerlo (A). O bien, desde el explorador de Windows, seleccione las bandas de Sentinel-2 y arrastra las capas de las bandas 2,4 y 8 (B) a la pestaña de Data.



Ahora realizamos un **Stack RGB**, seleccionando las propiedades de la banda 8, en la sección de color -> **Type RGB Composite**, en Green selecciona la banda 4 y en Blue selecciona la banda 2. Al final dar click en el botón "Apply" (C).

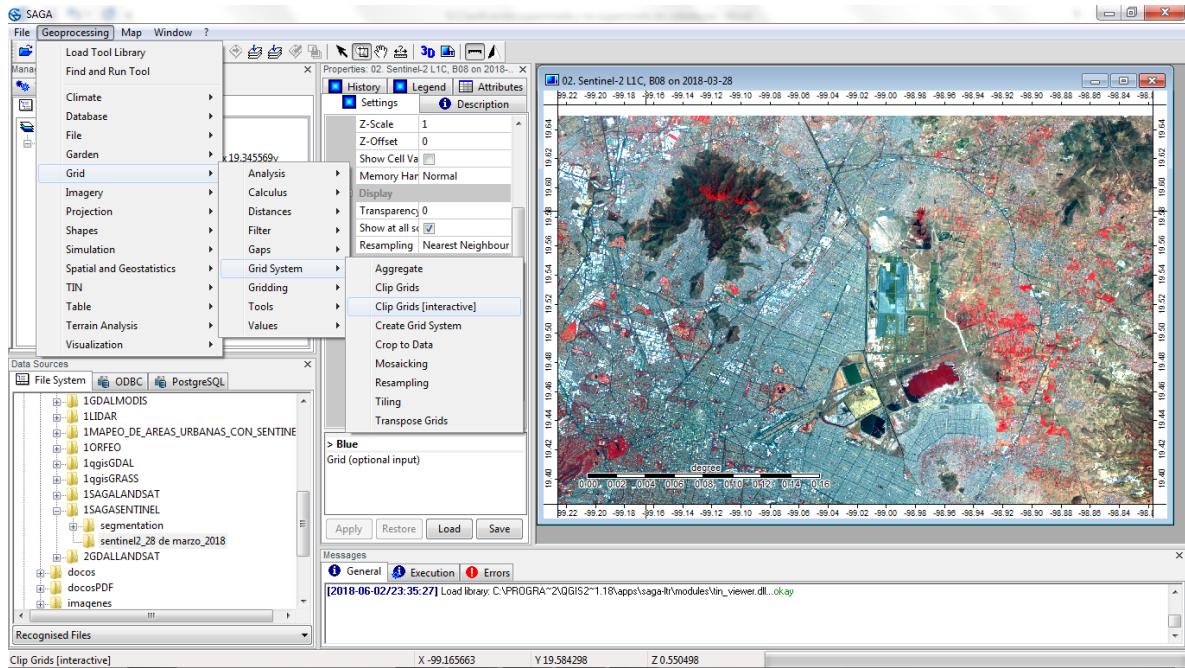


Agregamos la banda 8 a un nuevo mapa

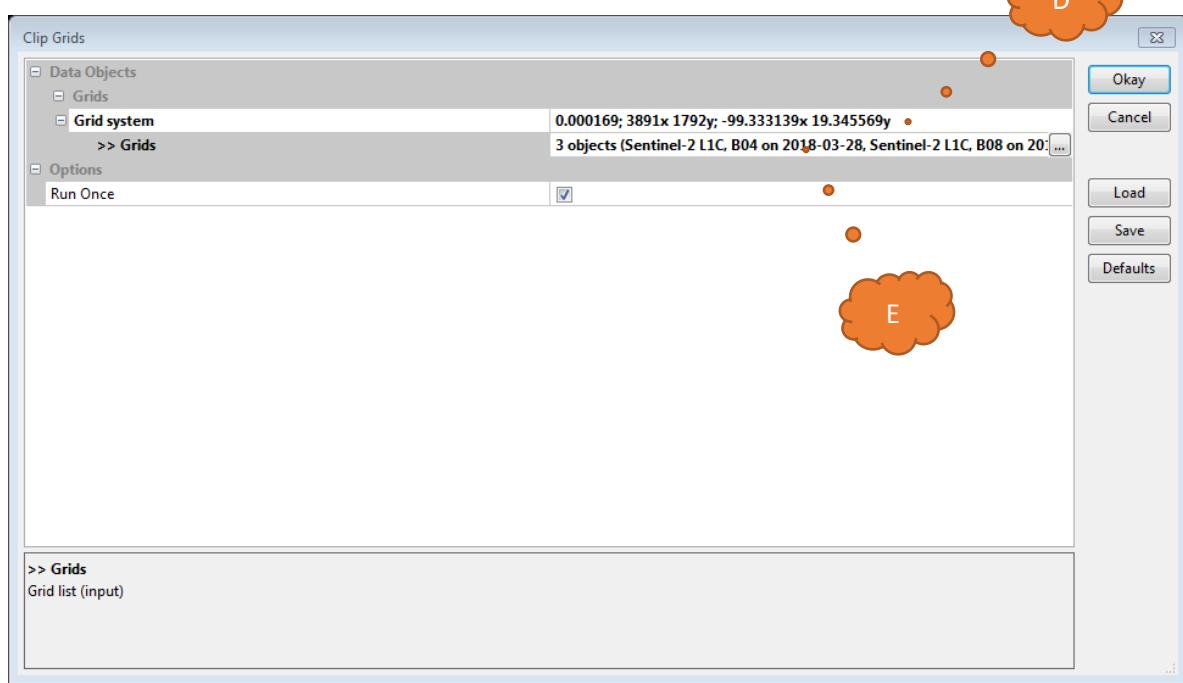


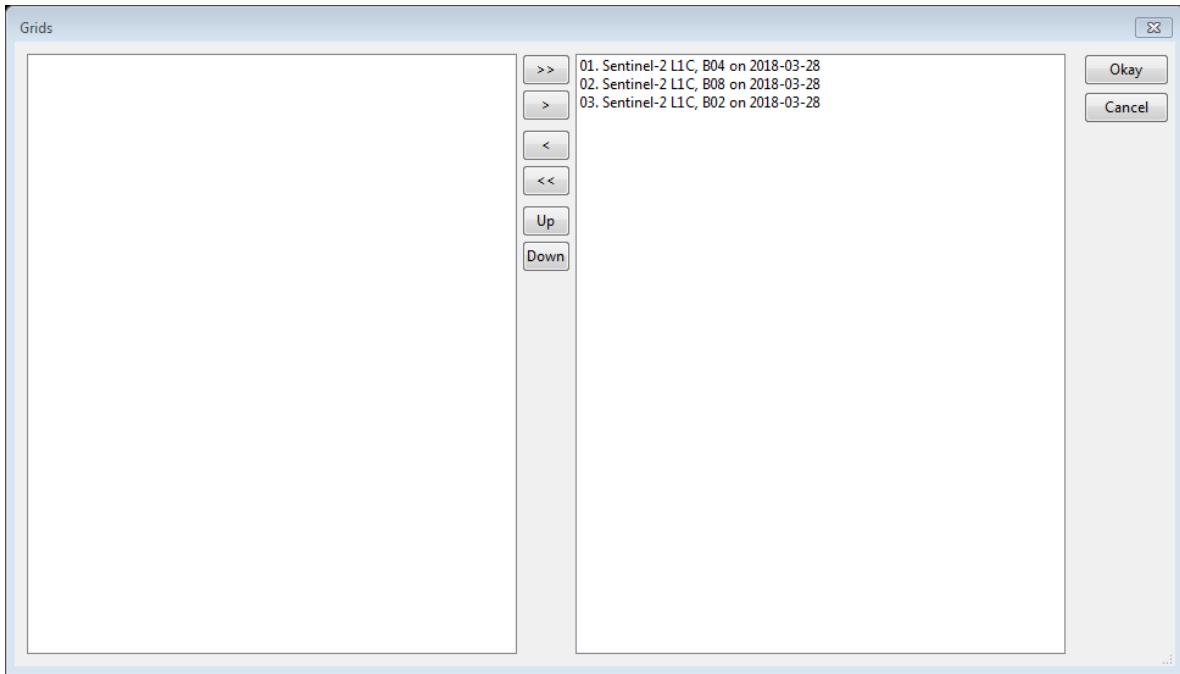
Realizaremos un corte del área del Nuevo aeropuerto con la siguiente herramienta:

Geoprocessing > Grid>Grid System > Clip Grids interactive

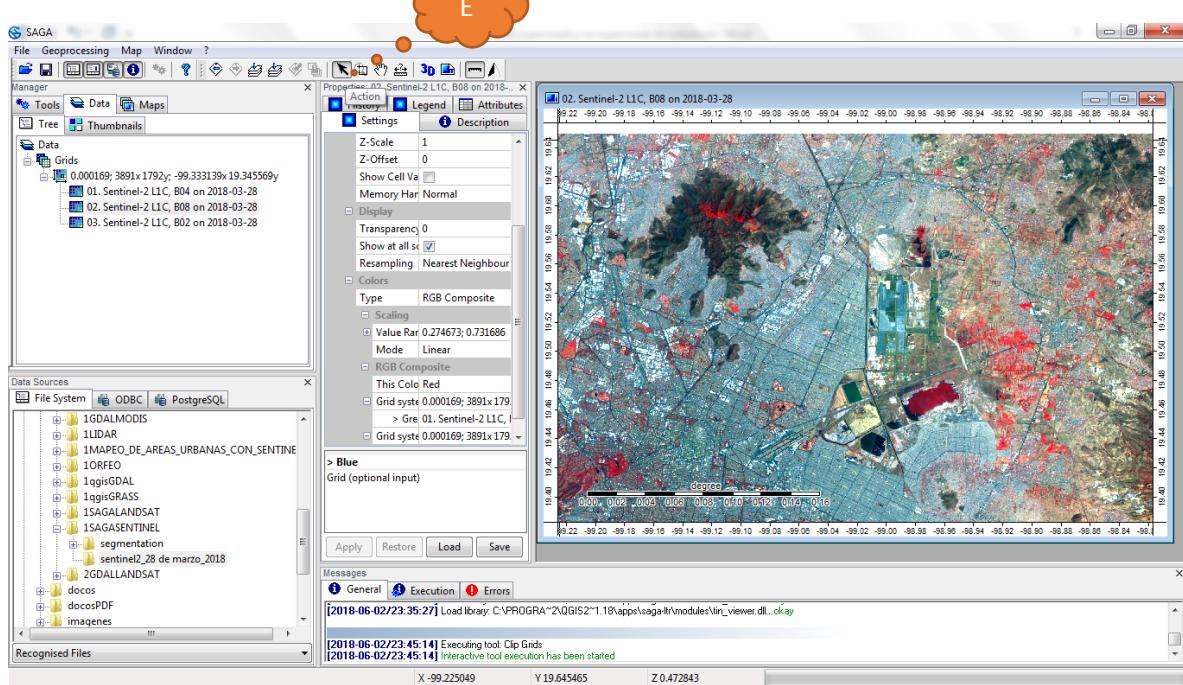


Indicamos el extent por default (D), en el área de grid indicamos las tres bandas (E).

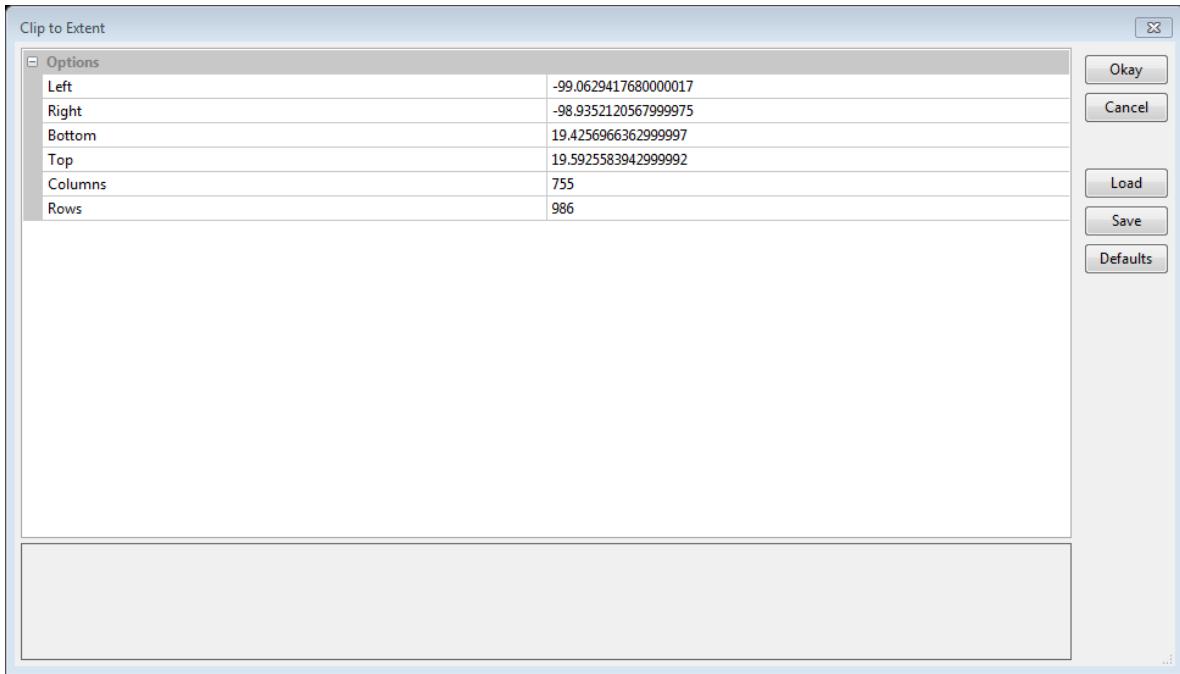




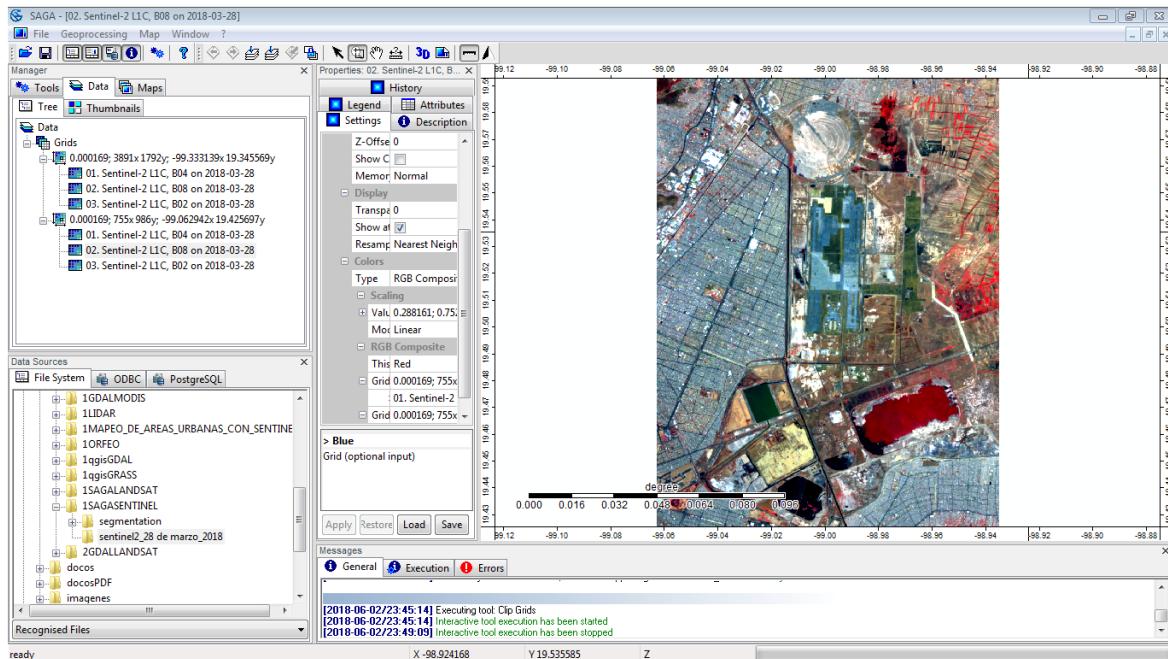
Activamos el icono de “Action” (E).



Trazamos un rectángulo, que abarque el área de corte, aparecerá una ventana “Clip to Extent”.
Damos click al botón “Okay”.



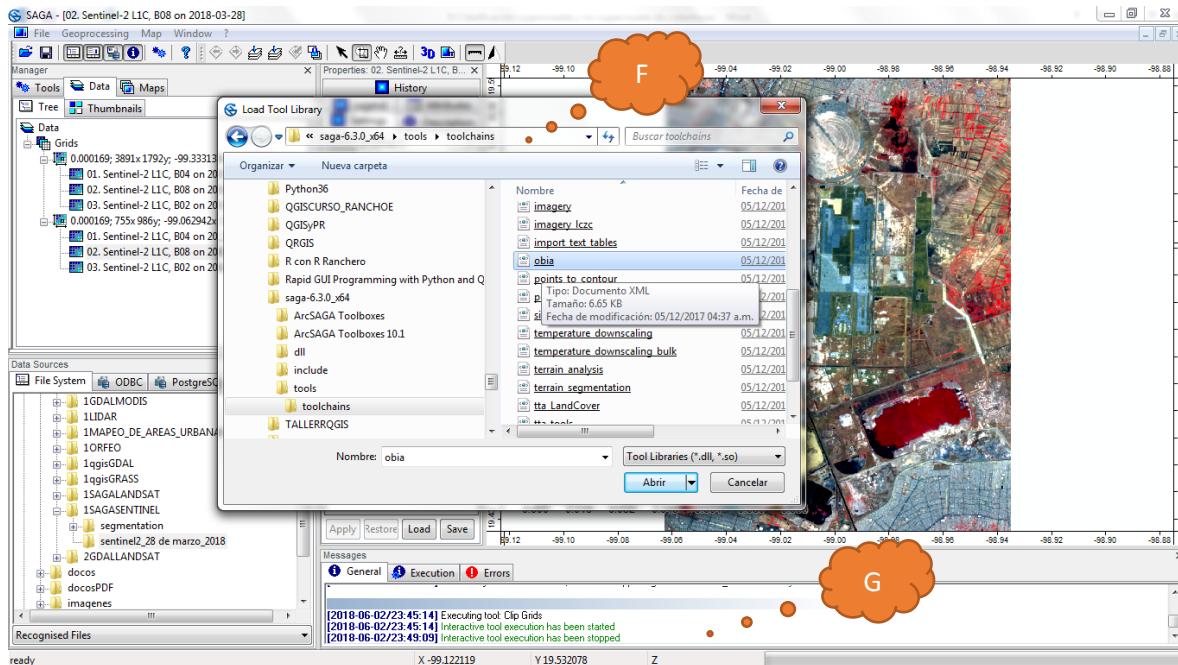
El nuevo corte se añadirá a la pestaña de datos. Seleccionamos la banda 8, de la nueva área de corte y hacemos un “RGB Composite”; de la misma forma que se realizó al inicio con la escena Sentinel-2 completa y agregamos a un nuevo mapa.



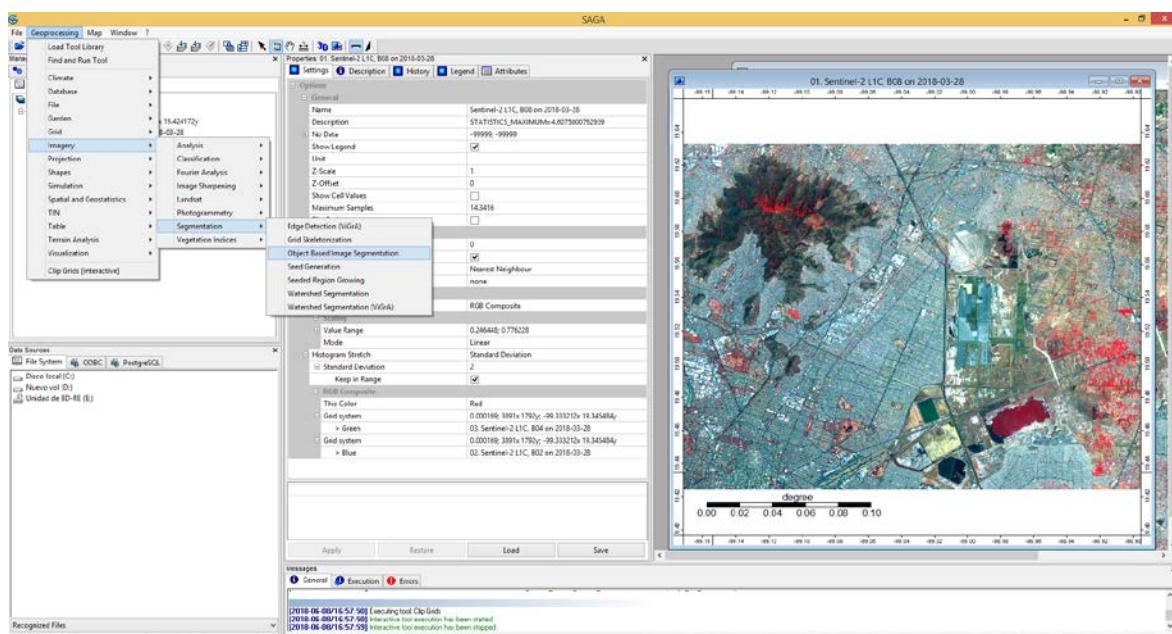
Realizamos el geoprocreso de segmentación:

Geoprocessing >imagery>Segmentation>Object Based Image segmentation

NOTA: En caso de que no aparezca la herramienta en el menú Geoprocessing -> Load Tool Library y buscar en la carpeta de instalación de SAGA > tools > toolchains y buscar el archivo “obia” (F). En la sección de mensajes indicará “Load tool chain: C:\saga-6.3.0_x64\tools\toolchains\obia.xml...okay” (G)



Continuamos con el geoprocесamiento de la **segmentación**.



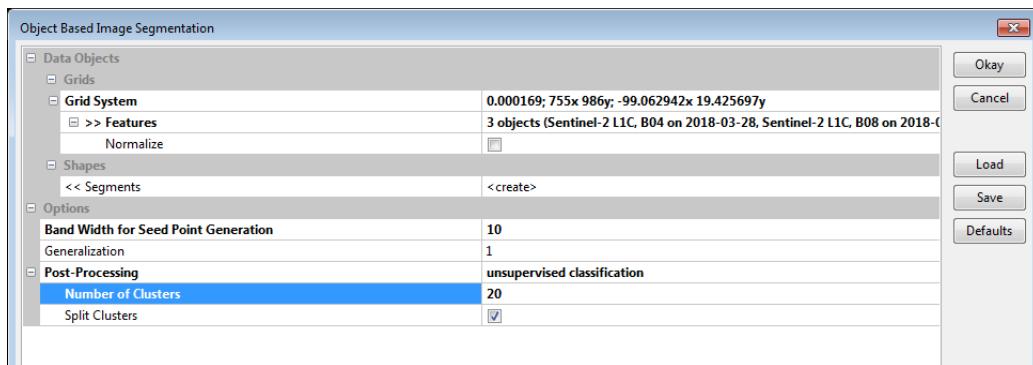
Se indica el “extent” del stack de las bandas cortadas, en Features, seleccionar las tres bandas, en las opciones:

Band Width for Seed Point Generation: 10

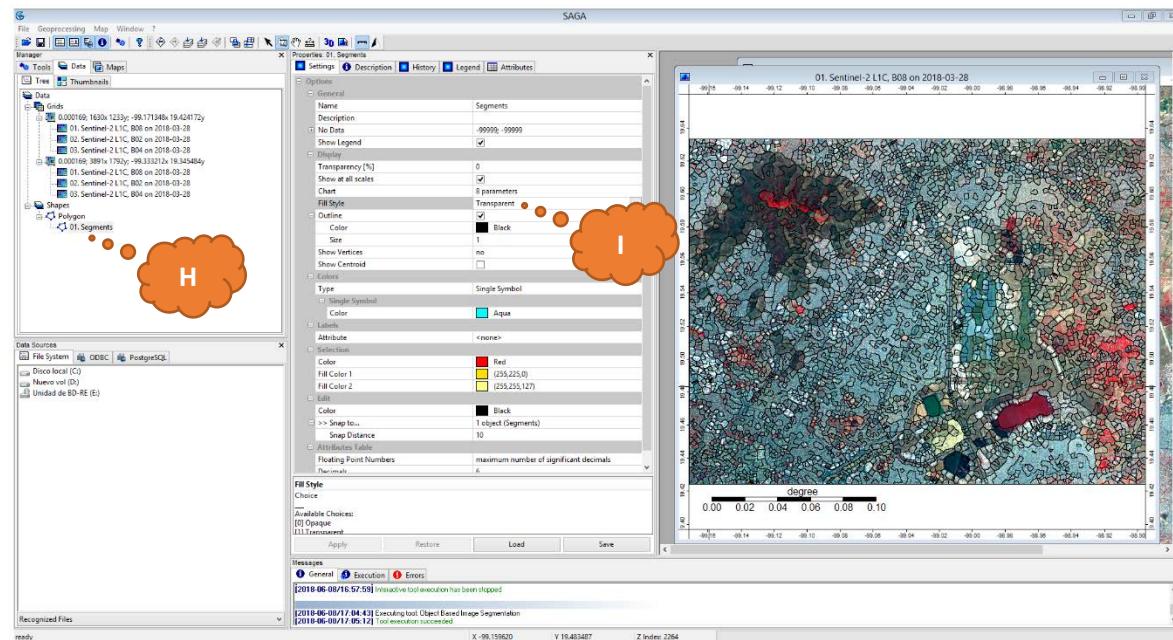
Postprocessing: Unsupervised classification

Number of cluster: 20

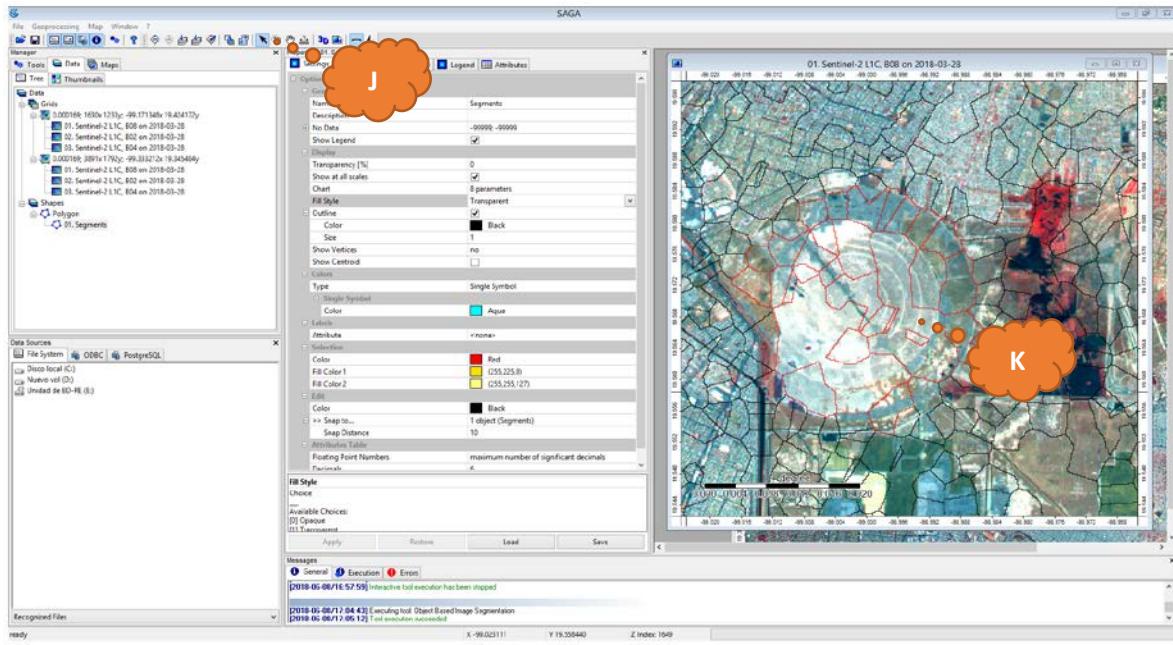
Se permite la division de los clusters (split clusters)



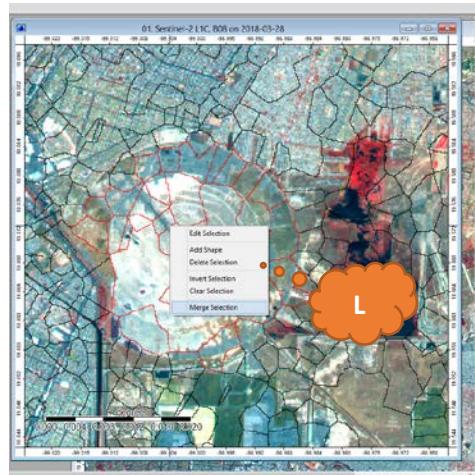
El resultado de la herramienta genera una capa vectorial dentro de la pestaña de “Data”. Agregamos la capa 01.Segments al mapa del corte (H). Seleccionamos un relleno transparente (I).



Con la herramienta de flecha (J), podemos hacer una mezcla de los clusters. Con la tecla de **ctrl + mouse** se seleccionan los cluster de mezcla (K), los clusters seleccionados cambian a un color rojo.

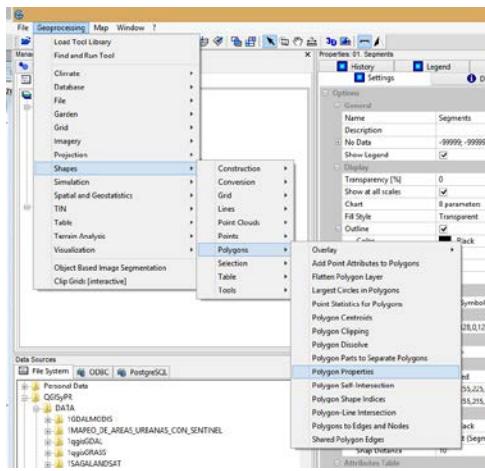


Y con el botón derecho del mouse sobre la selección -> merge selection (L)

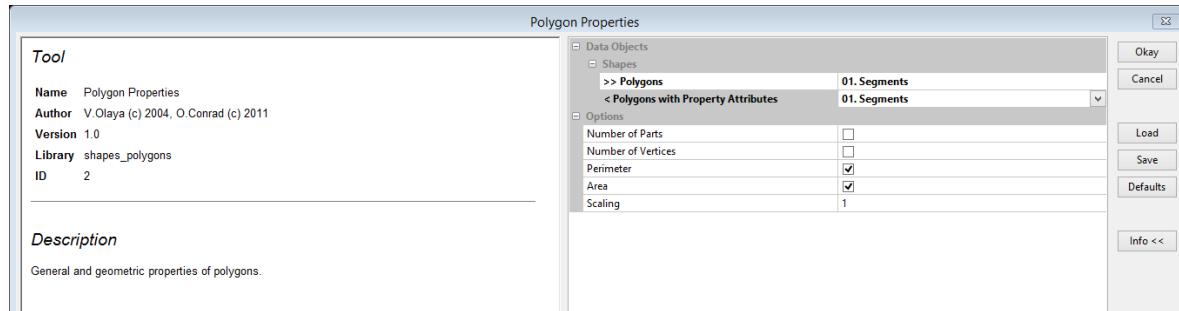


El siguiente paso en el cálculo de las estadísticas de la capa vectorial “Segments”.

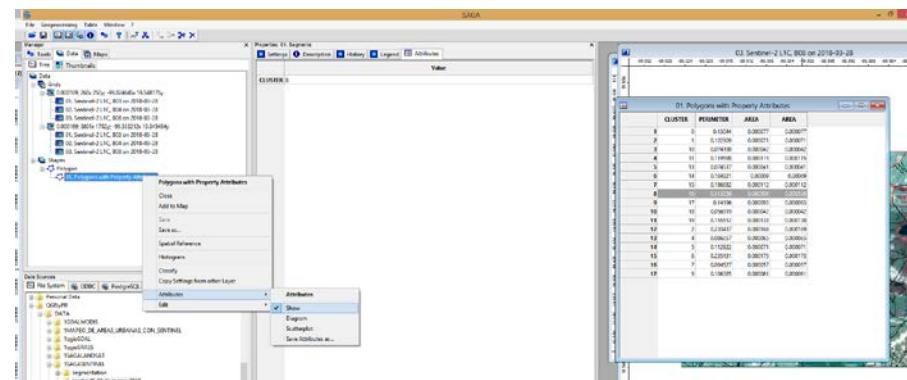
Geoprocessing > Shapes>Polygons>Polygon Properties



Indicamos los siguientes parámetros.

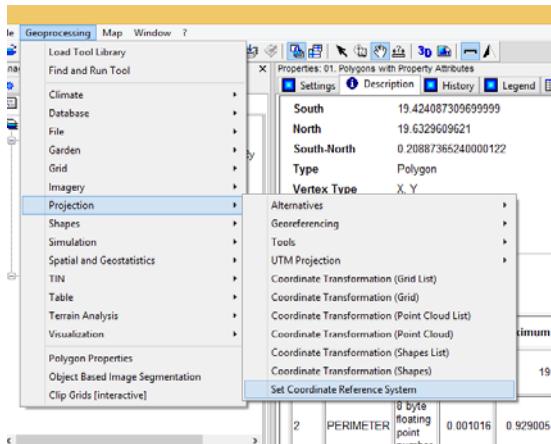


En la sección de **Data-> Shapes-> Polygon** el nombre de la capa cambia a: **01.Polygons with Property Attributes**.

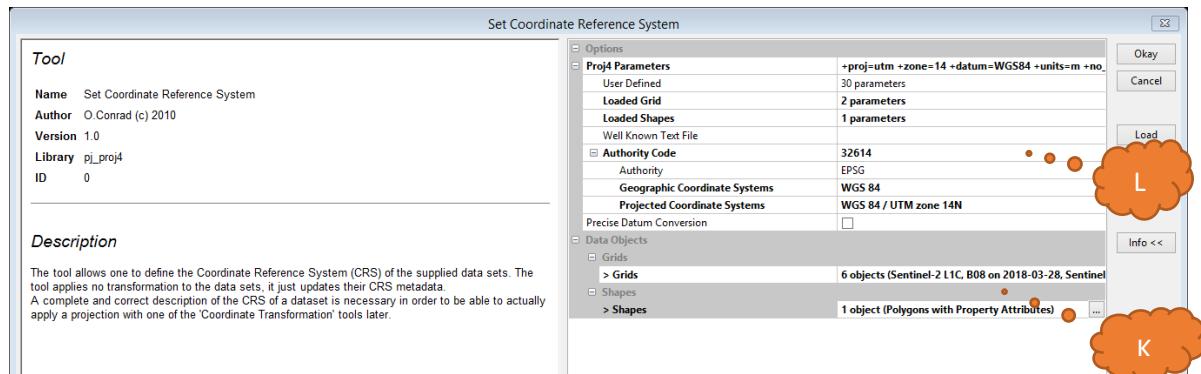


Como los resultados están en coordenadas geográficas, cambiemos el Sistema Coordenado del mapa.

Geoprocessing > Projection > Set Coordinate Reference System



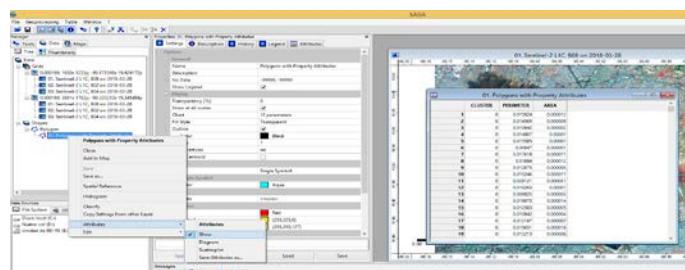
Seleccionamos el extent de la imagen cortada (banda 8 del stack) y el archivo shape (K) e indicamos el código 32614, este corresponde a la zona UTM 14 N (L).



En la ventana de mensajes aparece el resultado de la ejecución.

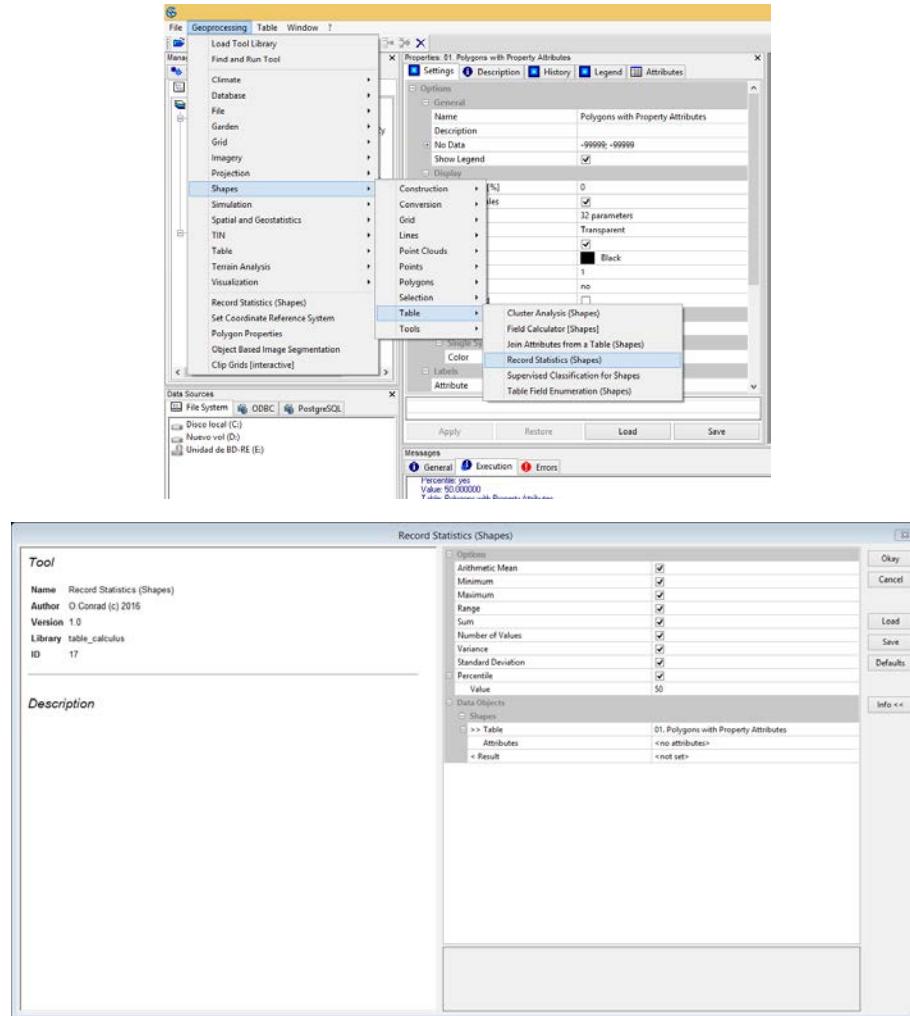


Agregamos un campo en la tabla de atributos del **shape 01.Polygons with Property Attributes** con el botón derecho del mouse-> **attributes** -> **show**



Cálculo de las estadísticas (shape)

Geoprocessing > shape > table >record statistics



Se agregarán los campos en la tabla de atributos de la capa **01. Polygons with Property Attributes**

01. Polygons with Property Attributes									
	CLUSTER	PERIMETER	AREA	HA	Average	Median	Minimum	Maximum	Range
1	0	0.001016	0	0	0.000254	0	0.001016	0.001016	0.001016
2	10	0.001016	0	0	2.500254	0	10	10	0.001016
3	0	0.001016	0	0	0.000254	0	0.001016	0.001016	0.001016
4	15	0.001016	0	0	3.750254	0	15	15	0.001016
5	0	0.000999	0	0	0.751271	0	1	1	0.000999
6	7	0.000992	0.000001	0	1.751271	0	7	7	0.000992
7	17	0.000431	0.000001	0	4.251553	0	17	17	0.000432
8	2	0.000999	0.000001	0	0.501525	0	2	2	0.000999
9	18	0.004743	0.000001	0	4.501186	0	18	18	0.004744
10	7	0.000999	0.000001	0	1.751525	0	7	7	0.000999
11	15	0.005082	0.000001	0	3.751271	0	15	15	0.005083
12	5	0.006776	0.000001	0	1.501444	0	6	6	0.006777
13	19	0.000992	0.000001	0	3.751384	0	19	19	0.000992
14	16	0.005759	0.000001	0	4.091444	0	16	16	0.005761
15	17	0.007793	0.000001	0	4.251448	0	17	17	0.007794
16	6	0.008131	0.000001	0	1.502033	0	6	6	0.008132
17	15	0.008131	0.000001	0	3.752033	0	15	15	0.008132
18	0	0.006437	0.000001	0	0.001661	0	0.006437	0.006437	0.006438
19	1	0.00576	0.000001	0	0.251444	0	1	1	0.005761
20	6	0.008131	0.000001	0	1.502033	0	6	6	0.008132

5E Clasificación supervisada y no supervisada de coberturas (SCP, SAGA, y Orfeo Toolbox).

En este ejercicio realizaremos una clasificación supervisada empleando el algoritmo Support Vector Machine (SVM) de Orfeo Tool Box, el cual, es reconocido porque se basa en varios núcleos (lineal, polinomio, gaussiano, etc.). En la imagen los círculos en verde y azul representan diferentes clases, X1 y X2 son los valores en dos diferentes bandas espectrales (por ejemplo banda R y banda IR).

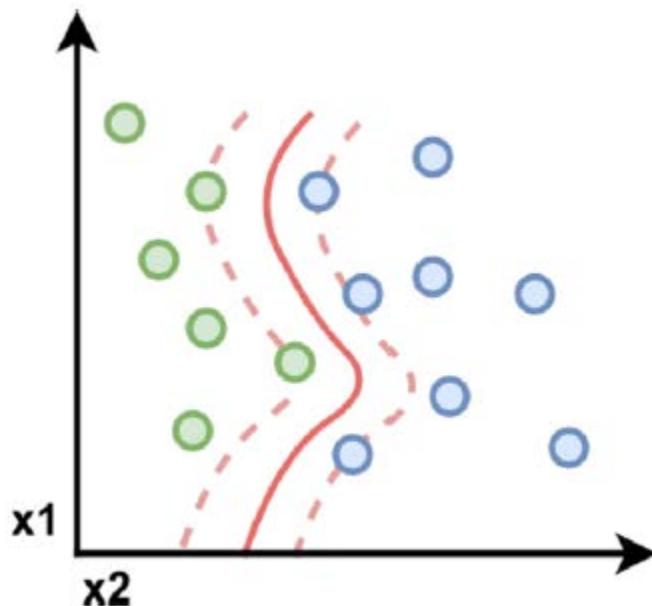


Figura 1. Funcionamiento del algoritmo SVM. (Baghdadi N., 2018, p.231).

Descarga del software Orfeo Tool Box desde el sitio Web: <https://www.orfeo-toolbox.org/>

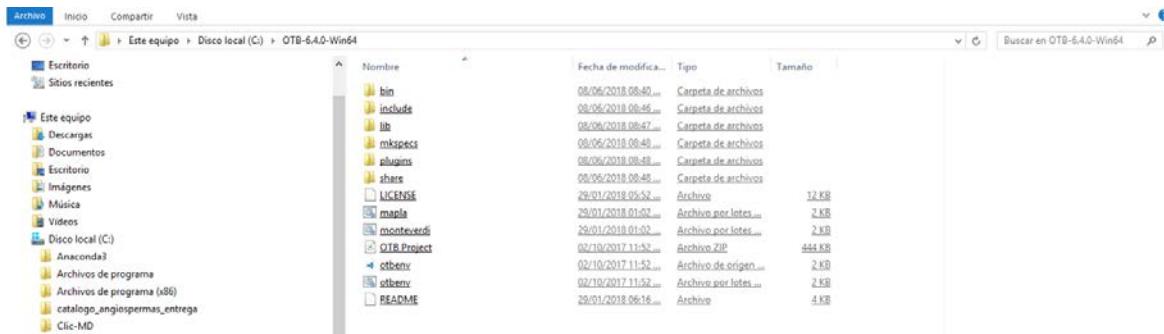
The screenshot shows the official website for Orfeo ToolBox (<https://www.orfeo-toolbox.org/>). The header features the logo and the text "Orfeo ToolBox" with the subtitle "OrfeoToolBox is not a black box". Below the header is a banner image showing various remote sensing applications. The main content area has a heading "Open Source processing of remote sensing images" and two buttons: "Download OTB 6.4.0" and "Clone with Git". A detailed description of the project follows, mentioning its open-source nature, state-of-the-art remote sensing capabilities, and various applications like ortho-rectification and classification. At the bottom, there's a cookie consent message with "Accept" and "Read More" buttons.

Descargar la versión para Windows a 64 bits

The screenshot shows the "Download - OTB" page for the Windows 64-bit version. It features a large yellow arrow pointing to the "Windows 64 bits" section where the "OTB" download button is located. Below this, there are sections for "Windows 32 bits" and "Mac OS X". The "Linux (64 bits)" section is collapsed. At the bottom, there's a cookie consent message with "Accept" and "Read More" buttons.

Extraer la carpeta del software Orfeo Toolbox, se recomienda la siguiente estructura dentro de la estructura de archivos

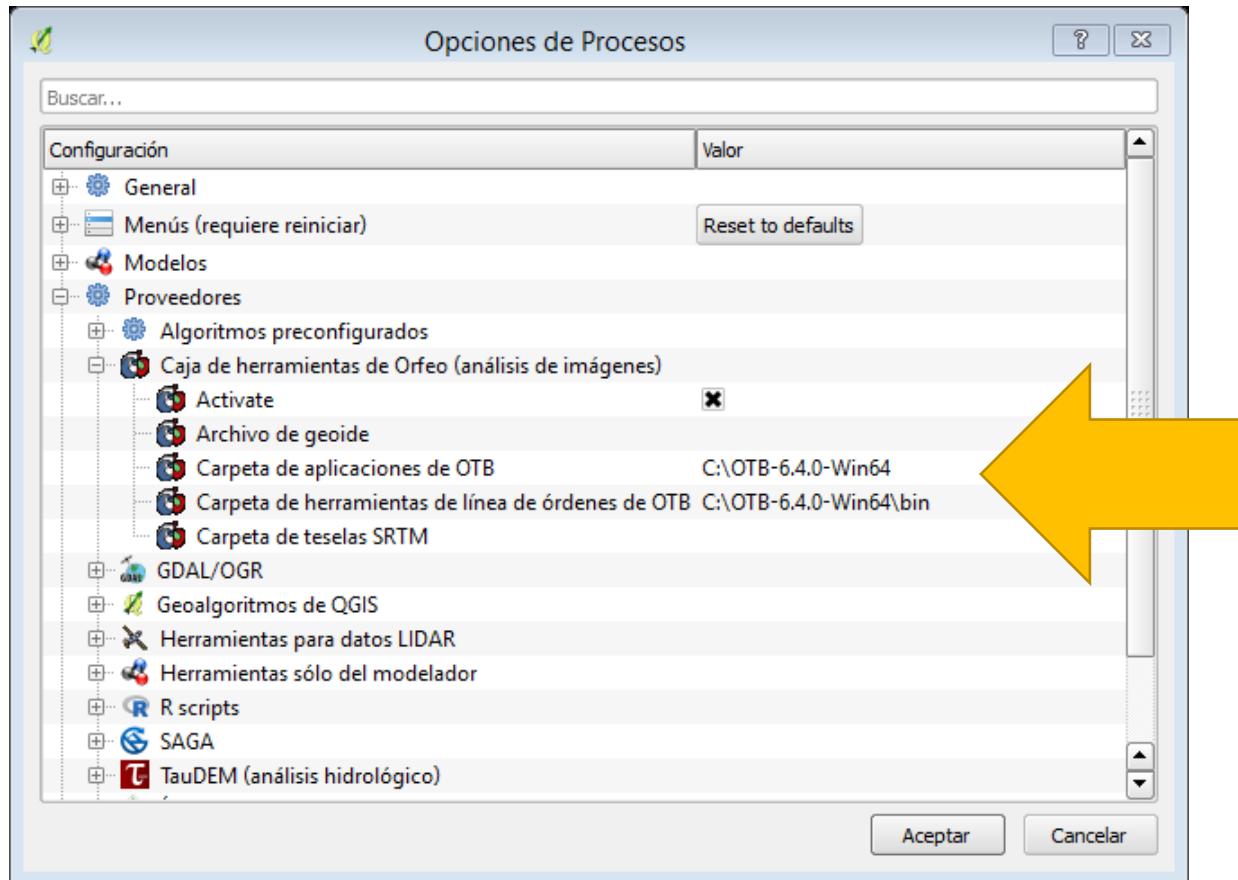
C:\OTB-6.4.0-Win64



En seguida dentro de QGIS, configuraremos Orfeo Toolbox (OTB).

En el menú principal -> Procesos -> Opciones

Activamos OTB e indicamos la ruta donde se encuentra el Software OTB, dando doble click sobre el campo de cada ruta.

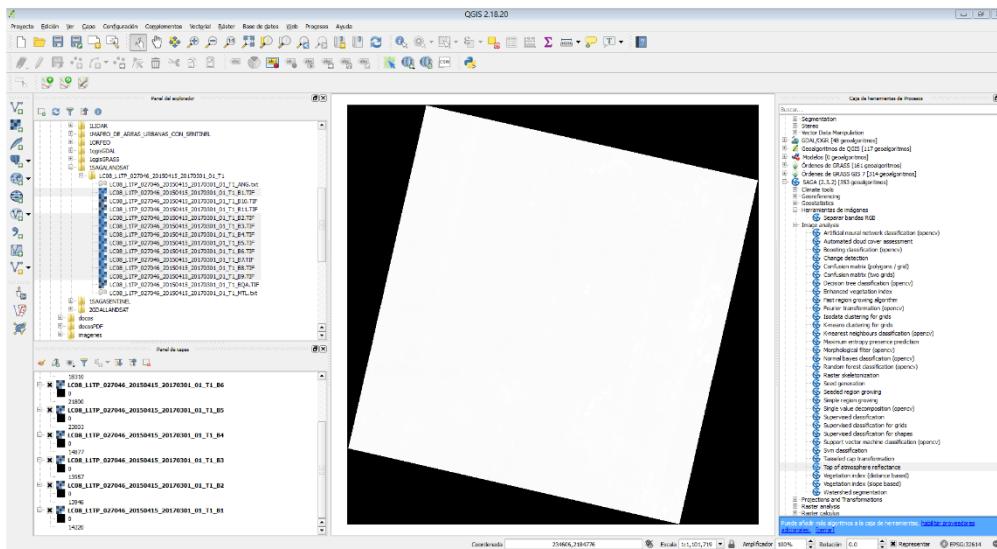


Datos

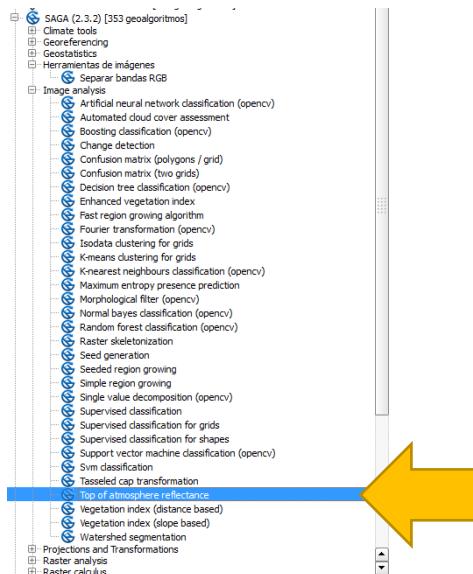
En este caso utilizaremos una escena Landsat 8, se puede realizar la corrección atmosférica por medio de la calculadora raster, el Semiautomatic Classification plugin o bien, con la herramienta de SAGA: “Top of Atmosphere Reflectance (TOA)”. Si las escenas ya tienen este procesamiento siga hasta la **Preparación de los datos de referencia**.

TOA con SAGA

En primer lugar, agregamos de la banda 1 a la banda 7 de la escena de Landsat 8.

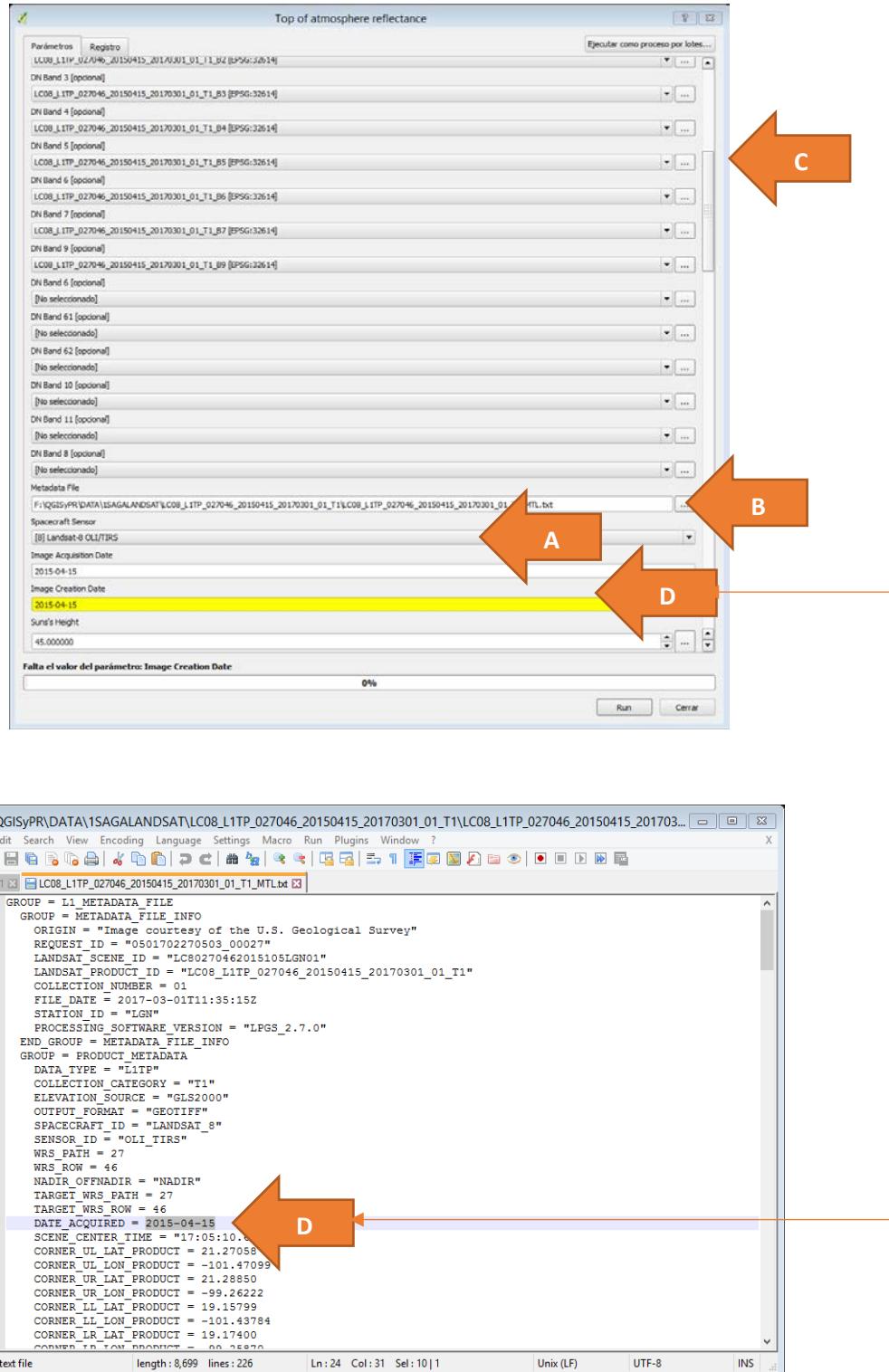


Con la herramienta de SAGA, realizaremos la corrección atmosférica.

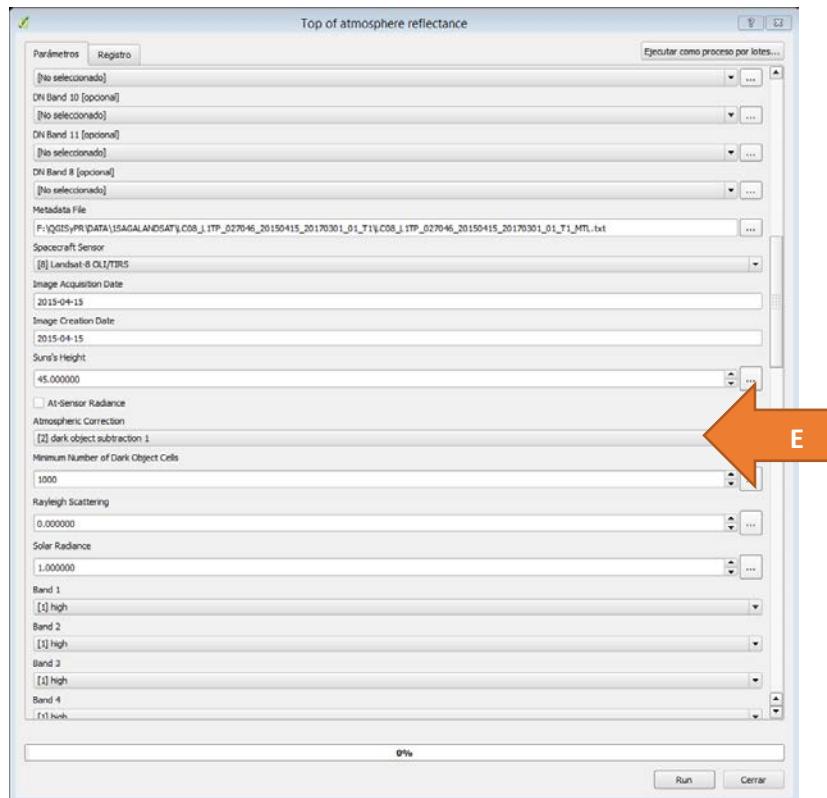


Seleccionamos el tipo de sensor: [8] Landsat-8 OLI/TIRS (A), el archivo de metadatos MTL.txt (B), las bandas 1 a la 7 (C). La fecha de adquisición de la escena (Image Acquisition Date e Image Creation

Date) se encuentra dentro del archivo de metadatos con sufijo MTL.txt por medio de la palabra "DATE_ACQUIRED" (D).

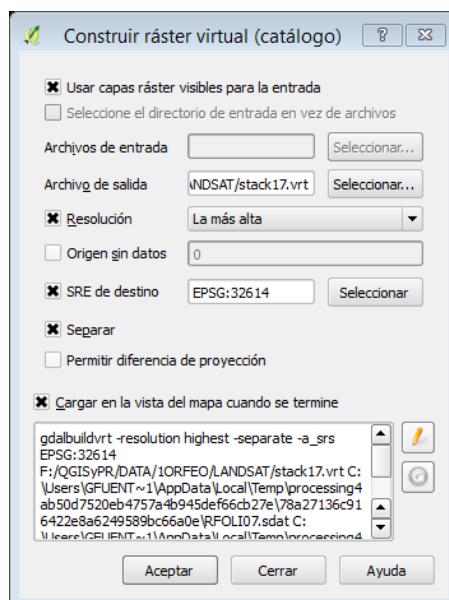


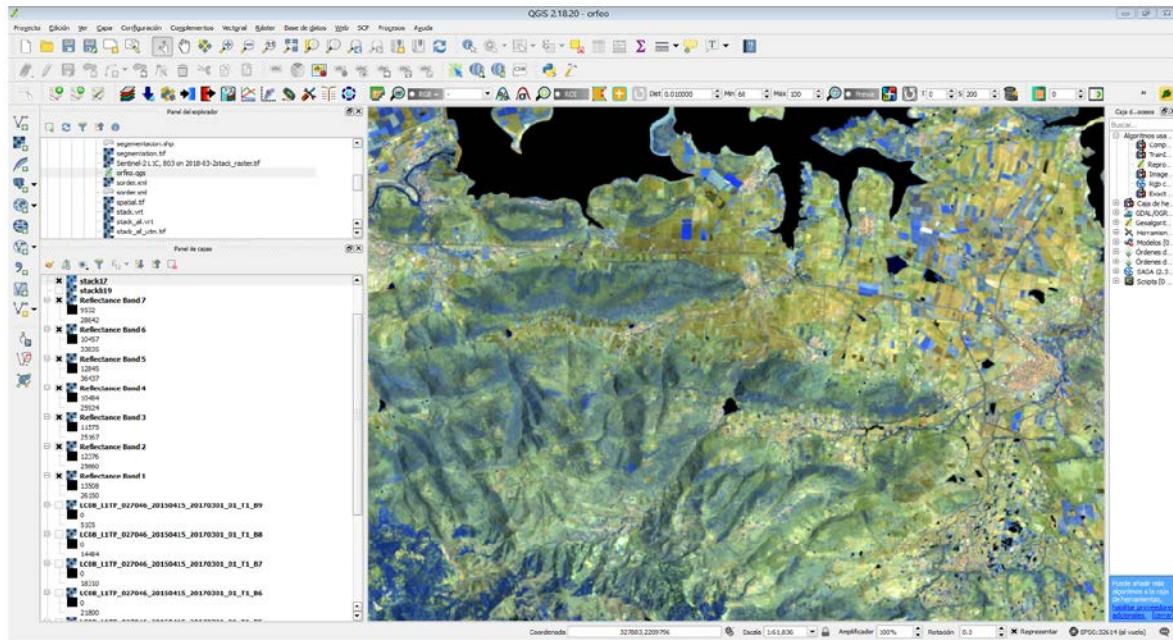
Indicar el tipo de Corrección Atmósferica: [2] dark object subtraction 1 (E).



Preparación de los datos de referencia

El siguiente paso es la realización de un Stack, primero hacemos visibles las bandas con el proceso de TOA (1-7)



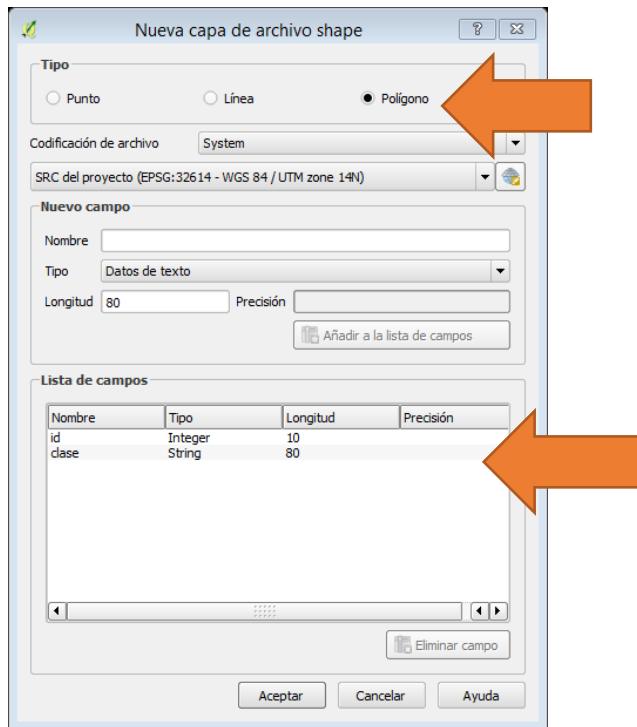


Selección de las bandas con la corrección atmosférica

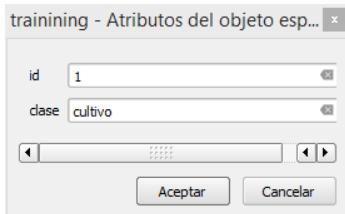
Es necesario una capa vectorial de entrenamiento de las clases, para ello, agregamos una nueva capa y trazamos polígonos para cuatro clases:

ID clase
1 cultivo
2 zona urbana
3 cuerpos de agua
4 nubes

Menú principal -> Capa->Nueva capa de archivo shape

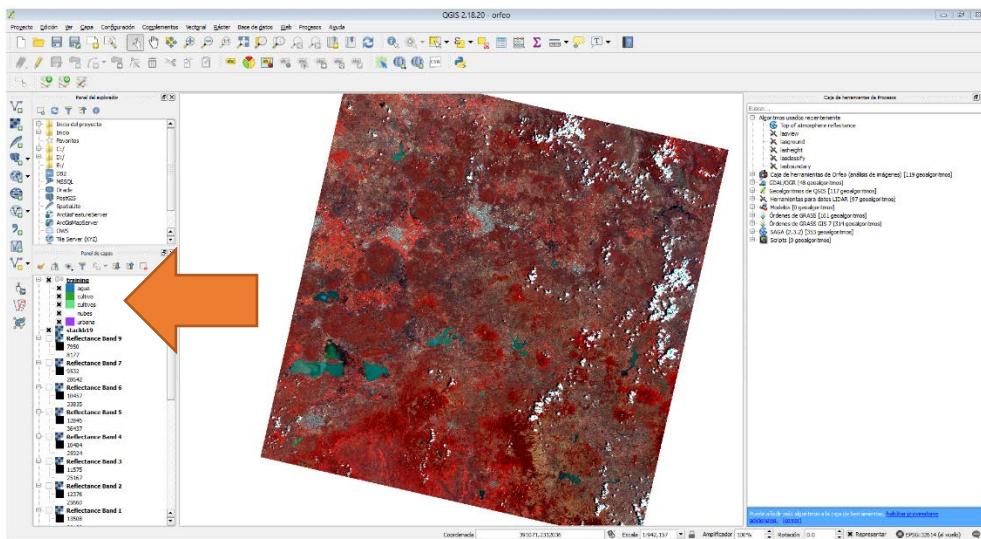


En modo edición sobre la capa, se crean los polígonos de cada clase.



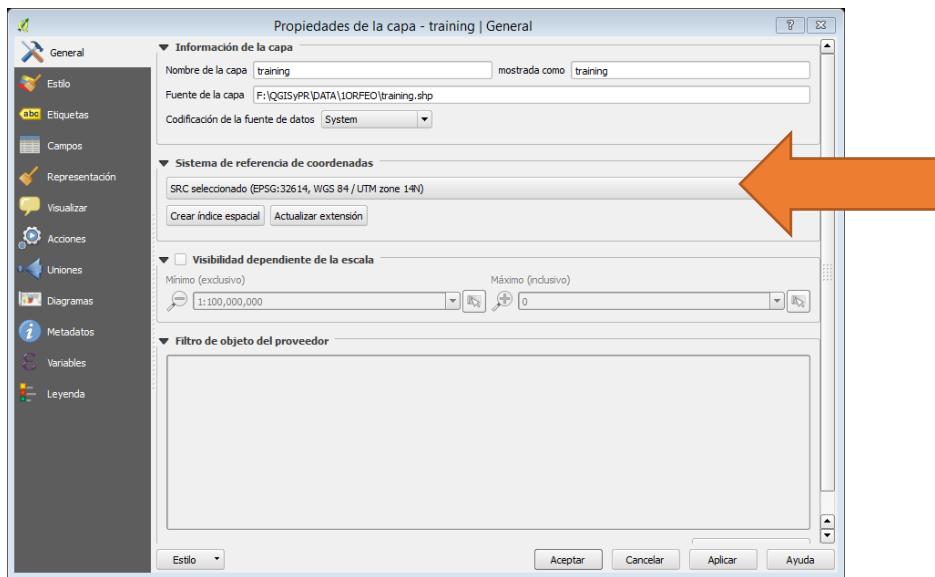
La tabla de atributos de la nueva capa “**training**” tiene la siguiente estructura, se realizaron 32 polígonos de la capa:

training :: Objetos totales: 32, filtrados: 32, seleccionados: 0	
	id
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	3
13	3
14	3
15	3
16	3
17	3
18	3
19	3
20	4
21	4
22	4
23	4
24	4

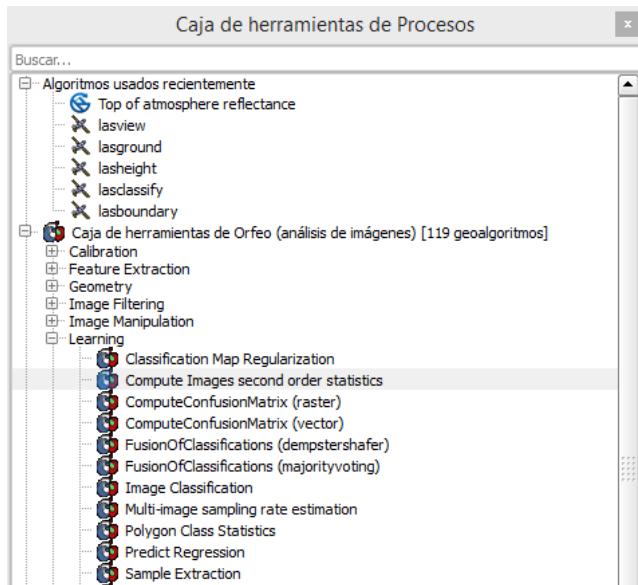


Salva y cierra el modo de edición de la capa “training”.

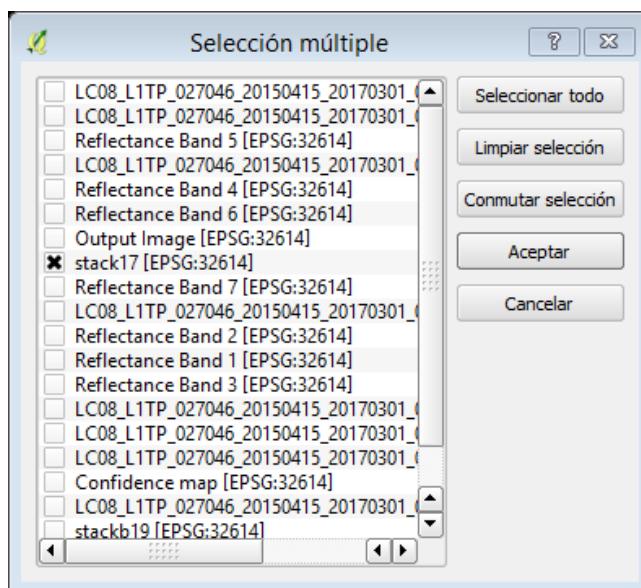
Asegurarse que las capas tengan la misma proyección por ejemplo:



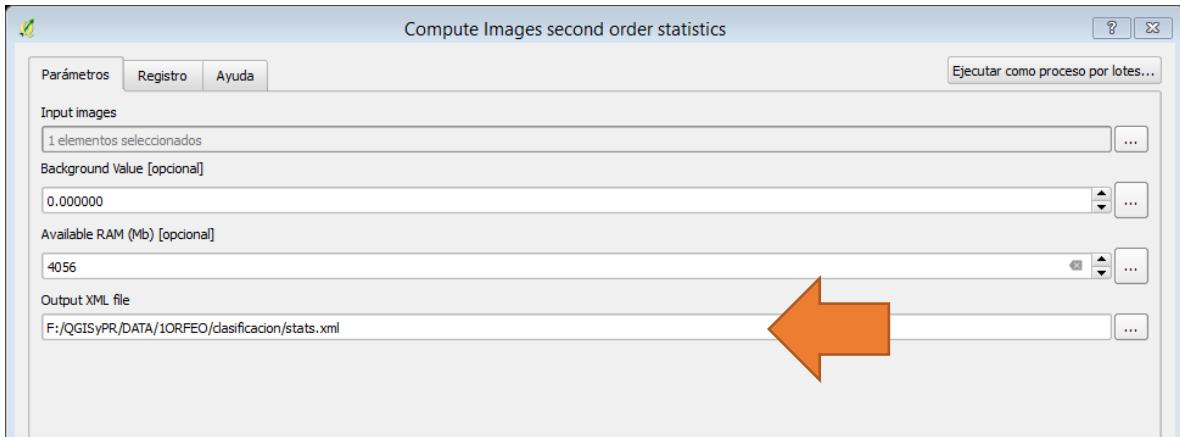
1 Compute Images second order stastistics



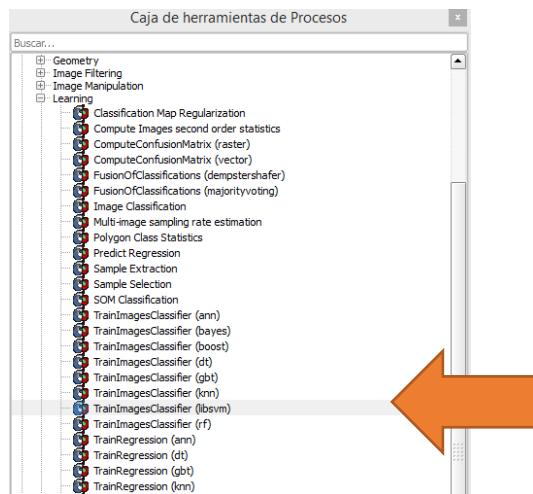
Seleccionar la capa **stack17**



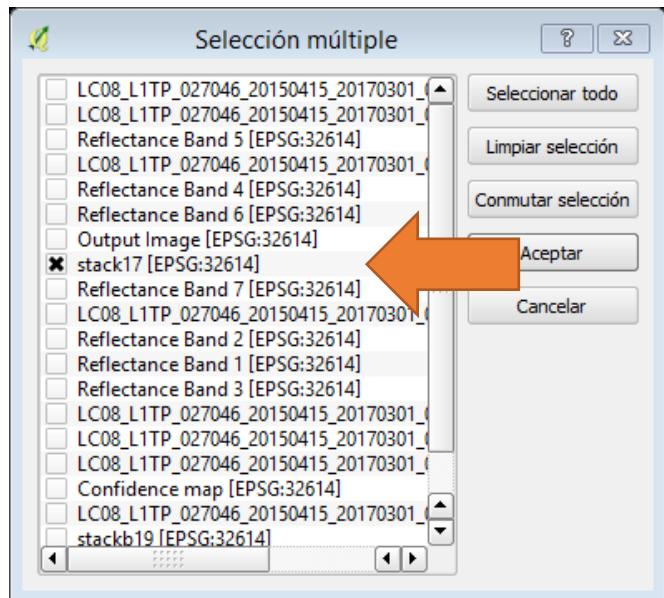
Guardar el archivo de estadísticas



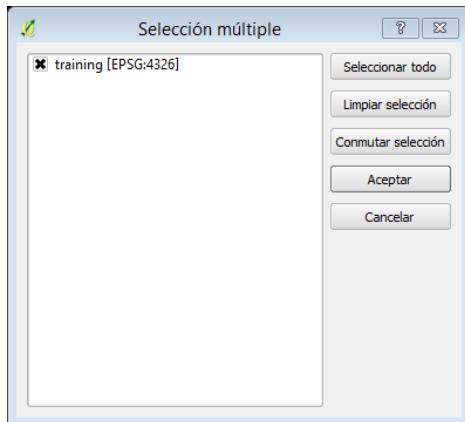
2 Ejecución de la clasificación -TrainimagesClassifier (libsvm)-



En “Input image list” seleccionar la capa de Stack



En “**Input Vector Data List**” seleccionar la capa de Stack

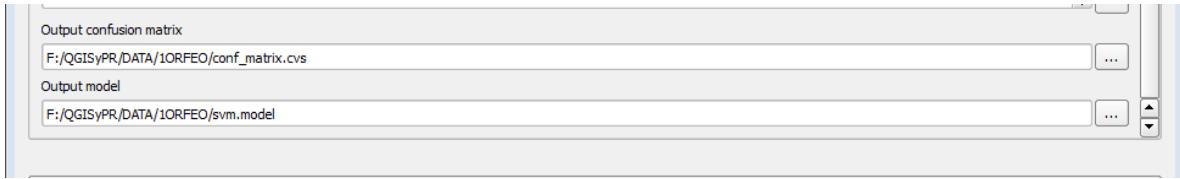


En la sección de “**Input XML image statics file [opcional]**” seleccionar el archivos de estadísticas generado en el paso anterior stats.xml

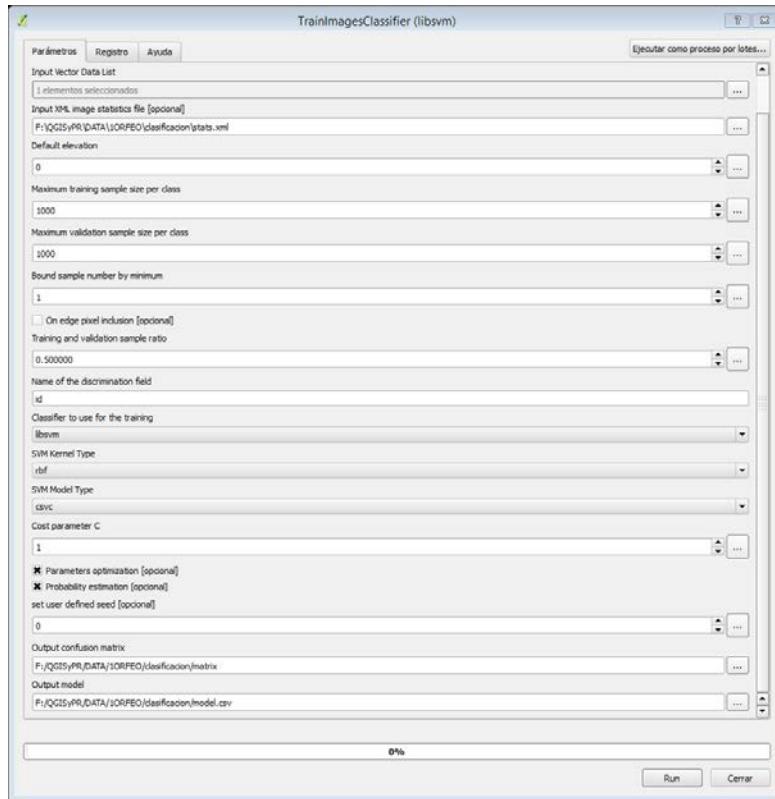
En la sección “**Name of the discrimination field**”: id (es el identificador de la tabla de atributos de la capa de entrenamiento).

Name of the discrimination field	<input type="text" value="id"/>
----------------------------------	---------------------------------

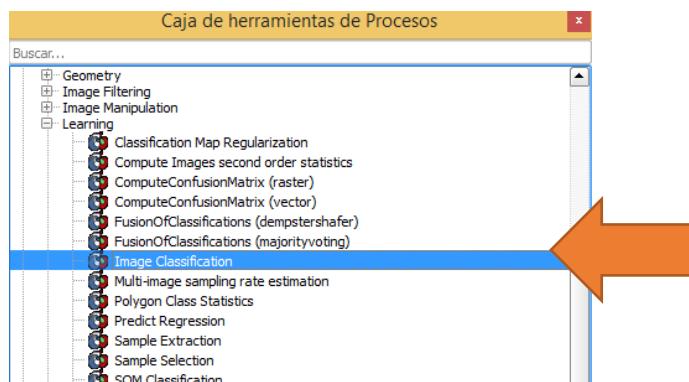
Guardar la matriz de confusión y el modelo de salida.



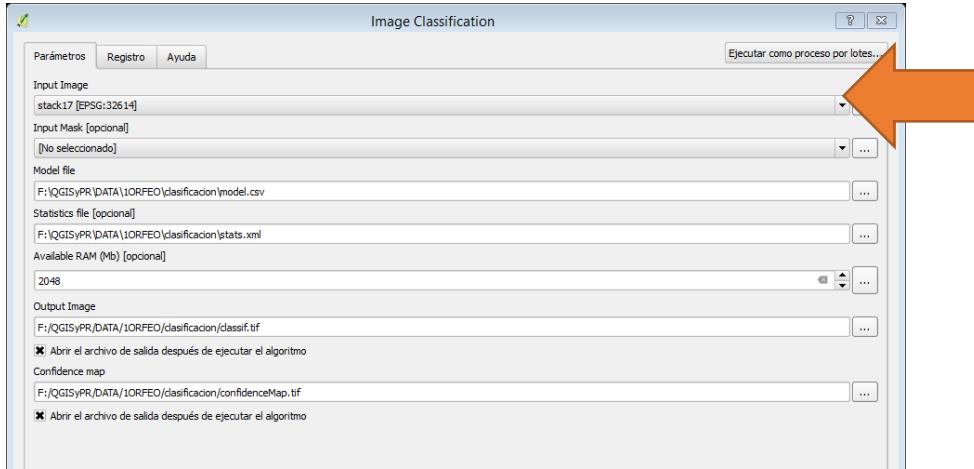
Los parámetros quedan de la siguiente forma:



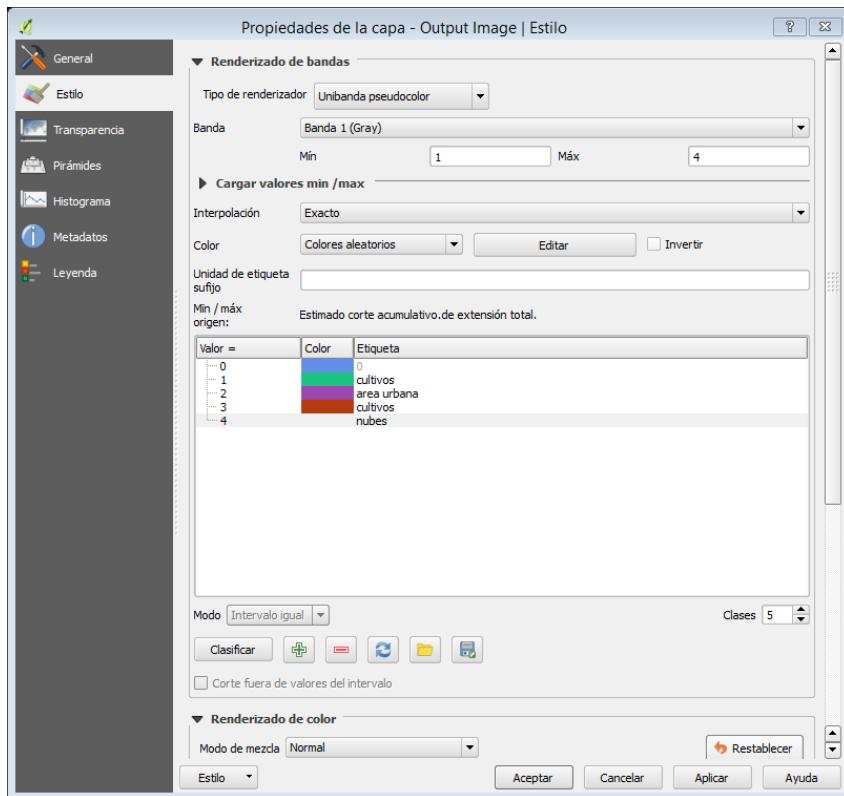
3 Image Classification

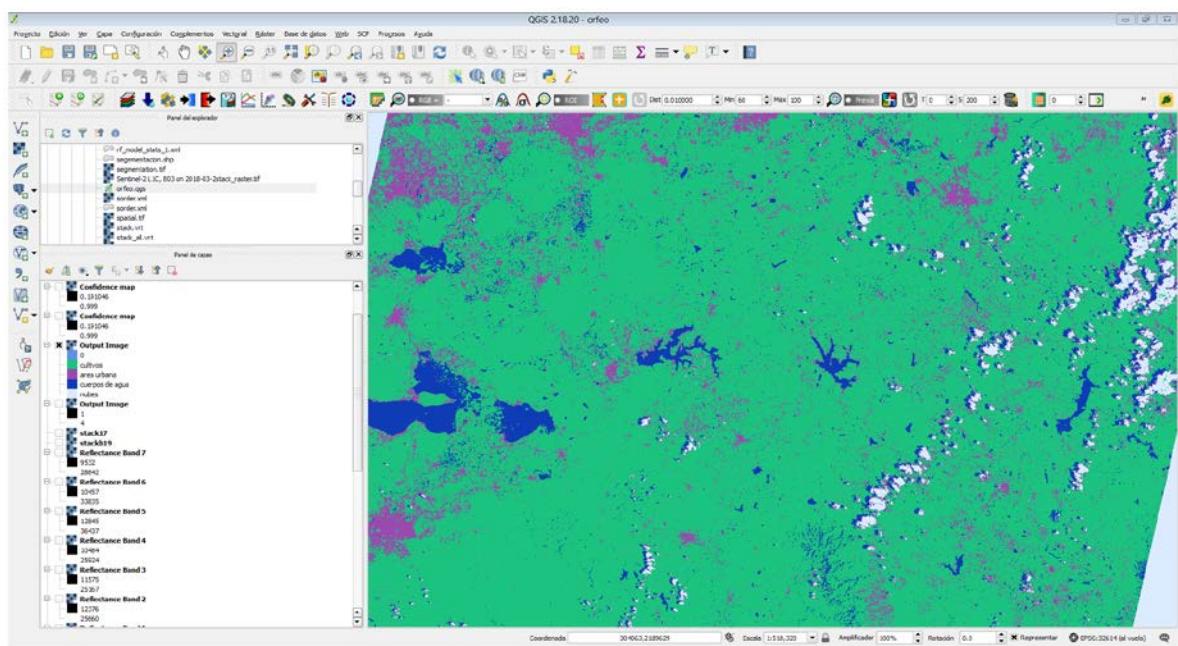


Seleccionar el **stack17** y el archivo del modelo (svm.model) previamente generado. Guardar la capa de clasificación y el “confidence map”.



Estilizamos la capa de clasificación que ya tiene los valores de las clases (1-4)





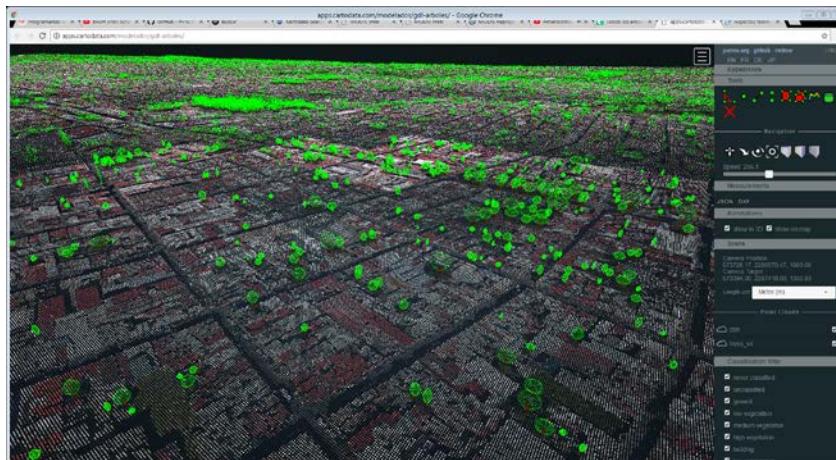
6 El invitado LIDAR

En este ejercicio, exploraremos las herramientas de LASTools

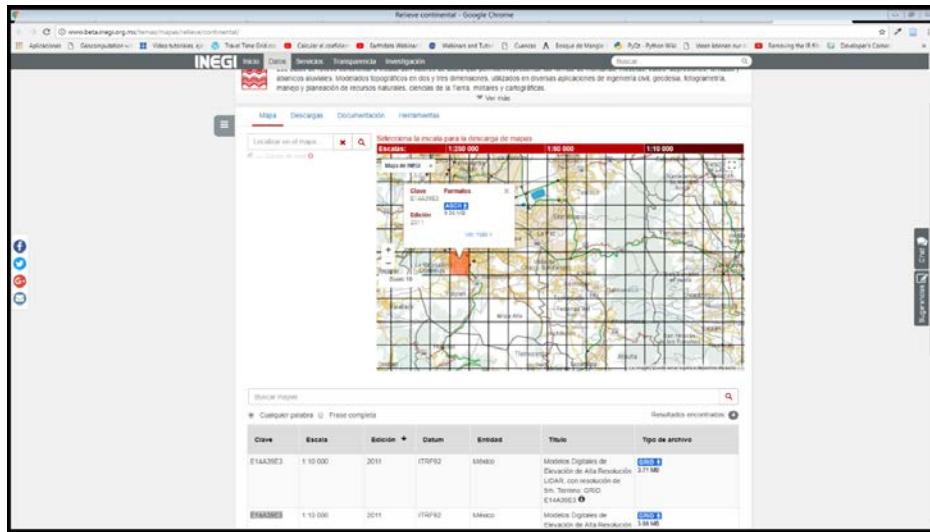
La tecnología LIDAR (Light Detection And Ranging –detección por luz y distancia). Es la integración de las tecnologías de GPS, Unidad de medición Inercial y sensor láser, se utiliza en la colecta de datos de altitud con esos datos se pueden definir superficie del terreno y generar Modelos Digitales de Elevación (MDE). El sensor aerotransportado consta de un telemetro de luz láser y de un espejo que desvía el haz perpendicularmente a la trayectoria del avión, generando una serie de pulsos de luz que al entrar en contacto con los objetos o el terreno refleja al sensor parte de la energía del pulso emitido. Por la generación de nubes de puntos, se eliminan los retornos que representan anomalías altimétricas (puntos altos y bajos); enseguida los puntos de la nube se comparan con puntos de control terrestre con el objeto de reducir errores sistemáticos en altura; finalmente, se aplica un proceso de ajuste entre líneas que permite reducir otros errores a fin de procurar la redundancia en áreas de sobre posición (INEGI, 2018).



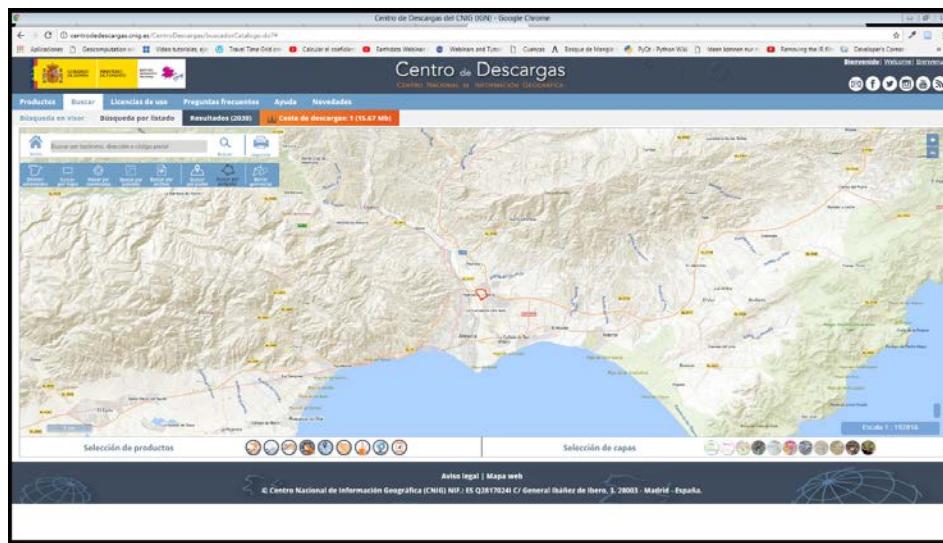
Un ejemplo del uso de este tipo de información se encuentra en el Proyecto: Arbolado del municipio de Guadalajara.[\[http://apps.cartodata.com/modelados/gdl-arboles/\]](http://apps.cartodata.com/modelados/gdl-arboles/)



En el caso de INEGI proporciona Modelos de superficie y Modelos del terreno con base en vuelos LIDAR a 5 metros.[\[http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/reieve/continental/\]](http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/reieve/continental/)



En este ejemplo emplearemos la información de Instituto Geográfico de España (IGE) [<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/buscarCatalogo.do?>]



La zona de ejemplo se encuentra en Almería, España.

Instalación de Lastools

Descargar desde la página [<https://rapidlasso.com/2013/09/29/how-to-install-lastools-toolbox-in-qgis/>]

apidlasso.com/2013/09/29/how-to-install-lastools-toolbox-in-qgis/

rapidlasso GmbH
fast tools to catch reality

Products LASTools BLAST LiDAR zip PulseWaves Blog Events Support Contact

download

@LA lasview
RT @LA lasinfo
@MarsC lasground
not only lasclassify
a few @ las2dem
<https://t.co/la2iso>
RT @LA cloud of lascolor
format. t lasgrid
available lasvarian

how to install LAStools toolbox in QGIS

Posted on September 29, 2013 by marlin isenburg

The more complex installation instructions are only relevant for older QGIS versions. Starting with QGIS 2.10 or newer you can skip directly to step 4 and disregard most of step 6.

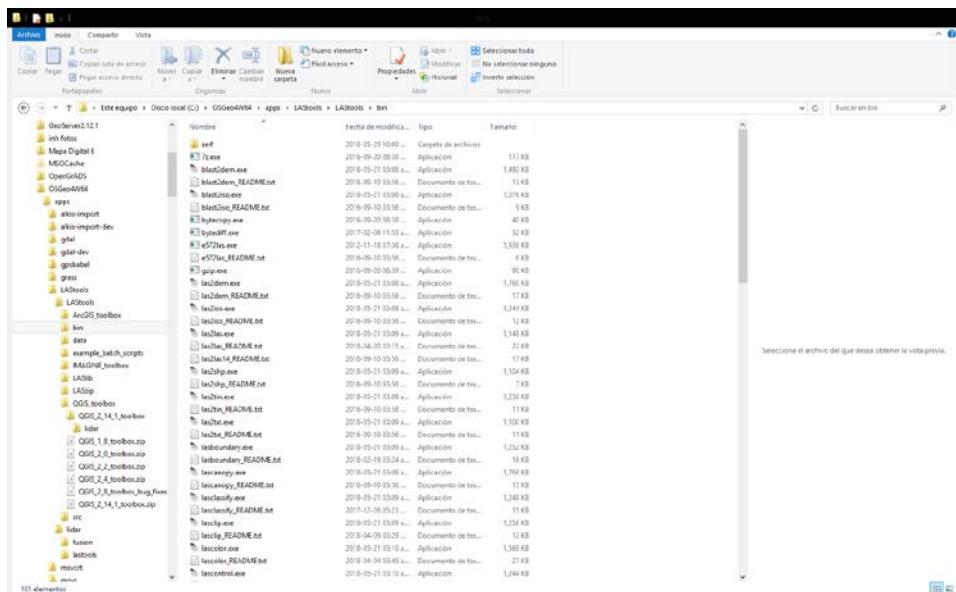
We had an ArcGIS LiDAR processing toolbox since April 2012 and now we have one for QGIS as well. It has been tested successfully with QGIS 1.8.0-

Search ... Search



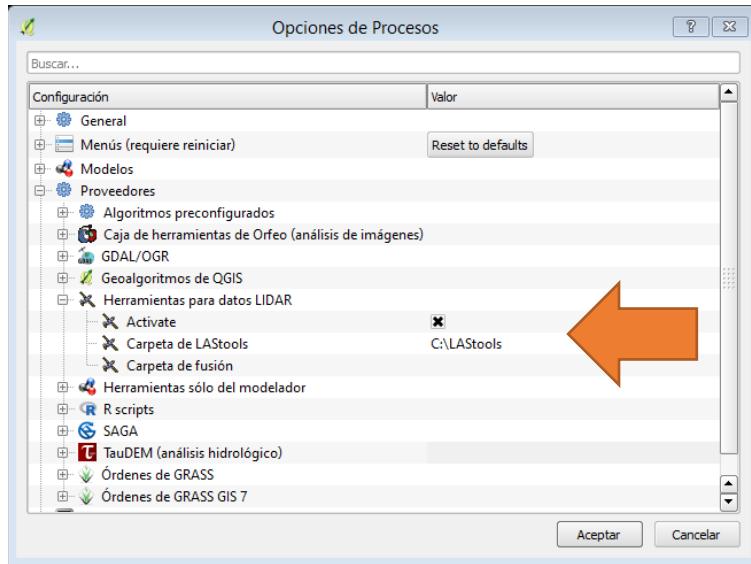
Recent Posts
LASmoores: Maeva Dang

Cuando se descomprime la carpeta, se recomienda colocar la carpeta en C:\LAStools, de tal forma que tenga la siguiente ruta C:\LAStools\bin

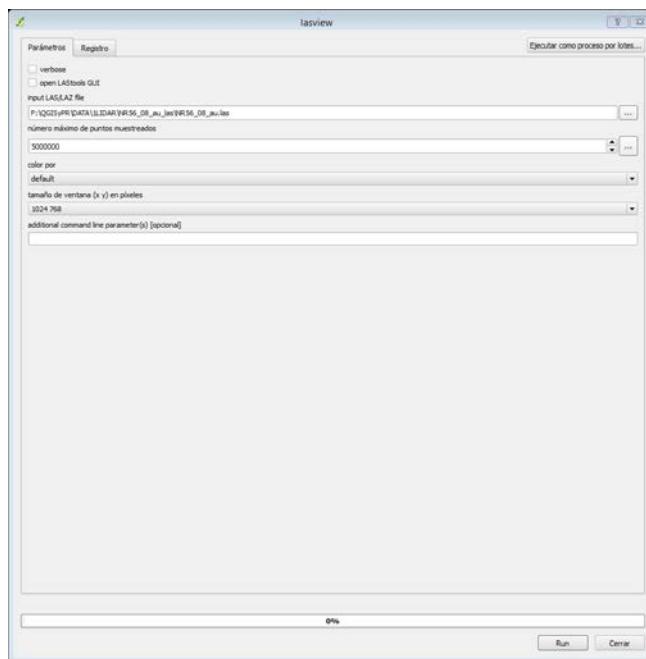


En QGIS, se configura el acceso a las herramientas LasTools

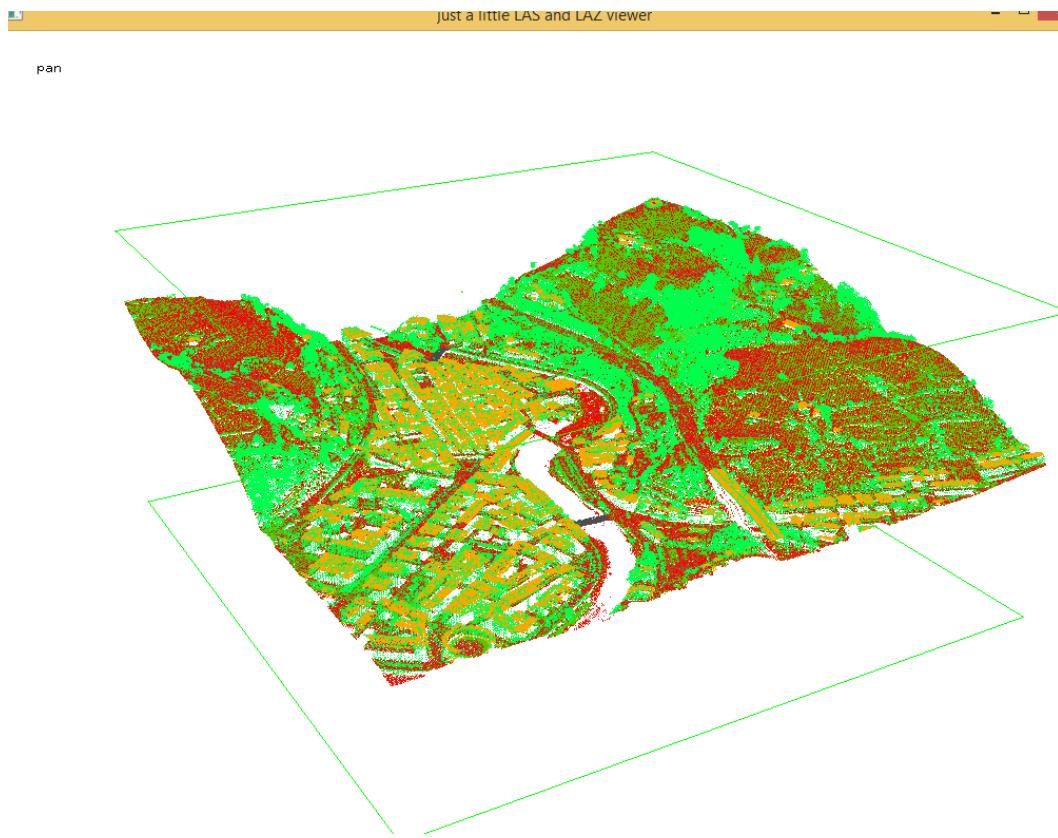
Menú principal -> Procesos -> Opciones -> Proveedores -> Herramientas para datos LIDAR



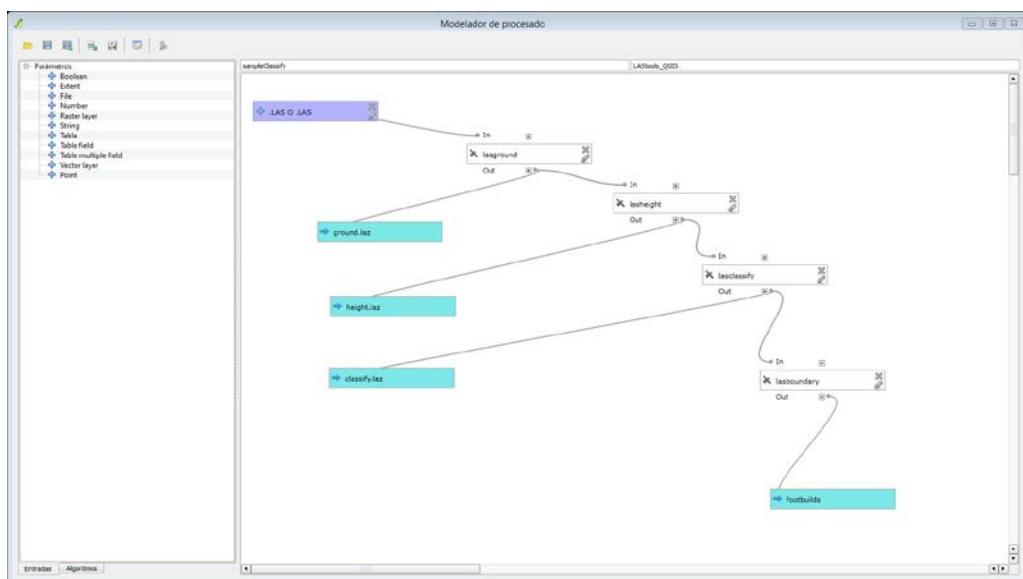
Visualizar el archivo LIDAR. Buscar en la caja de herramientas a “**lasview**” y buscamos el archivo con extensión .las de la descarga del IGE.



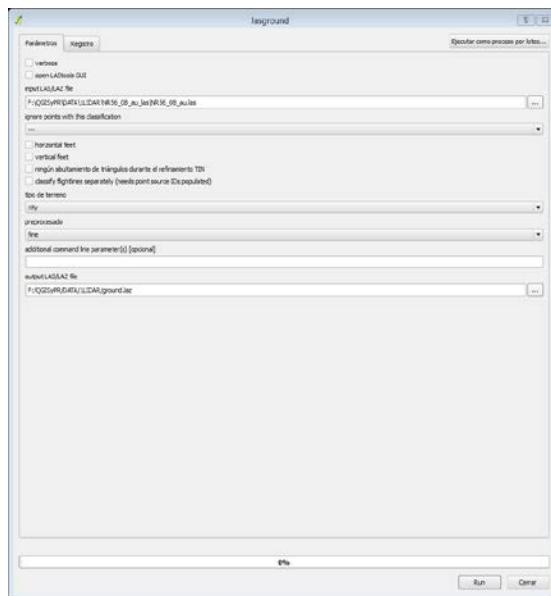
Experimente el movimiento utilizando las teclas **ctl**, **shift** y **atl**. Además con el botón izquierdo del mouse observe las opciones.



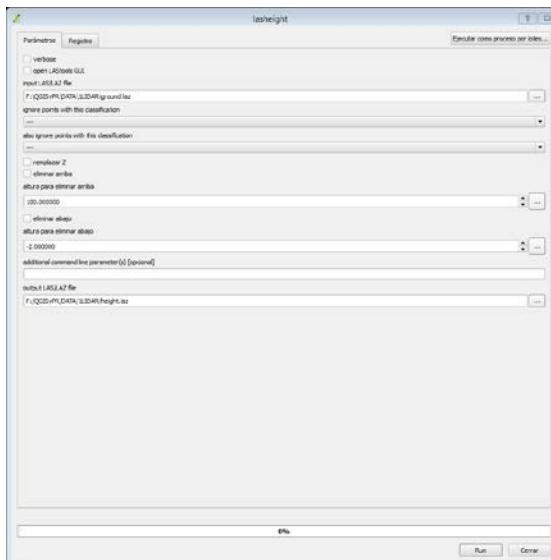
El ejercicio consta de una clasificación de las zonas con construcciones. Se seguirá el siguiente procedimiento con las herramientas **lasground**, **lasheight**, **lasclassify** y **lasboundary** (busque en la caja de herramientas cada una).



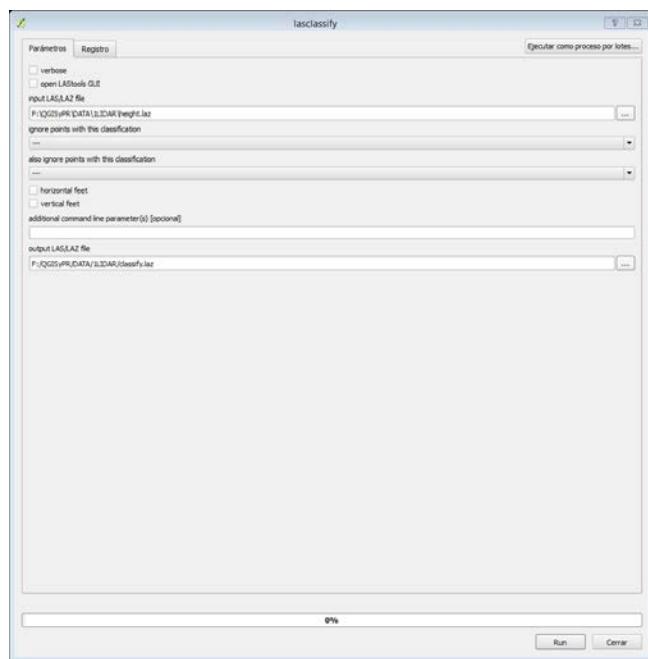
1 lasGround



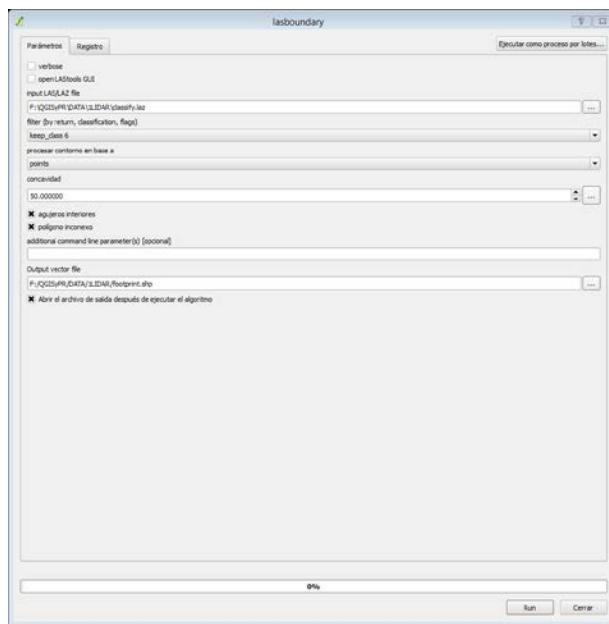
2 lasheight



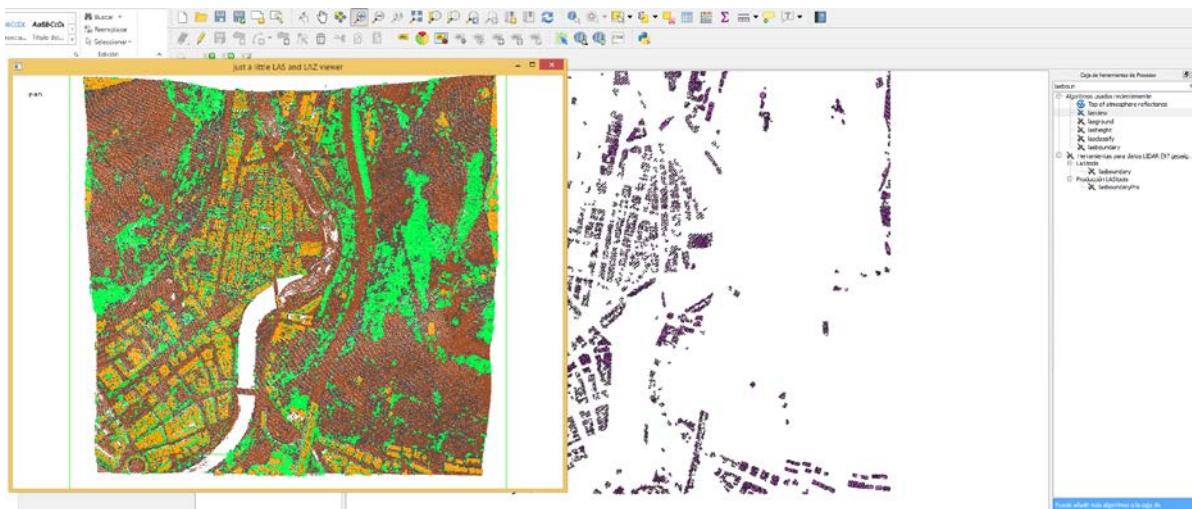
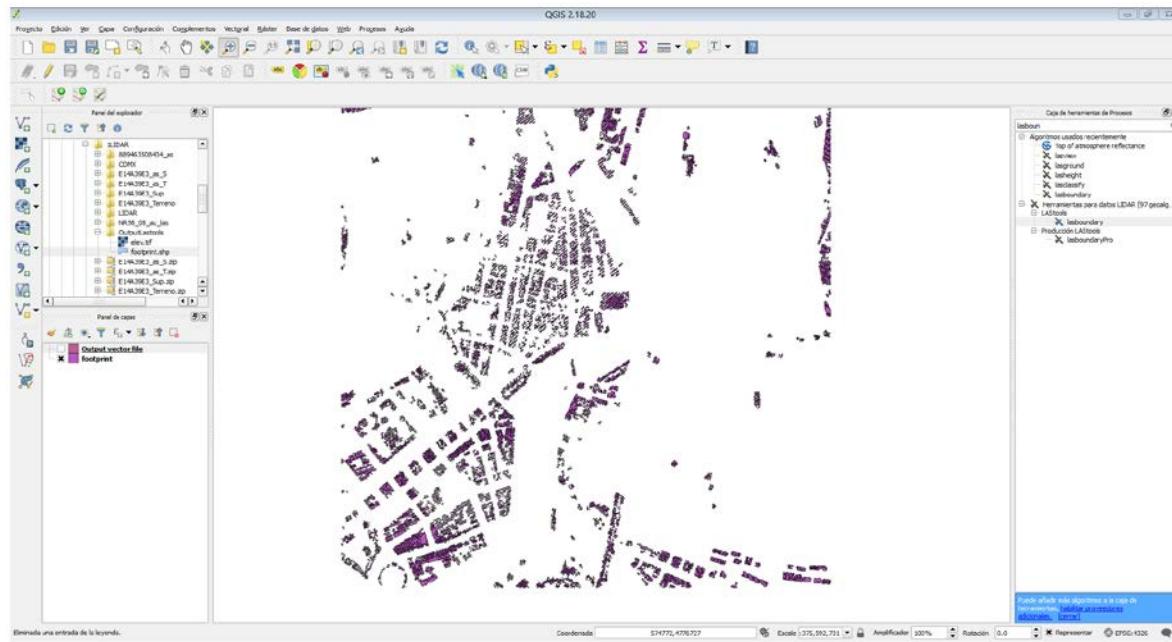
3 lasclassify



4 lasboundary. Se indica el parámetro keep_class 6, porque está relacionado con las construcciones.



Al final, se obtiene un archivo shape con los polígonos de las zonas con construcciones detectado desde el archivo LIDAR.



Por último se invita explorar las potenciales en despliegue 3D de QGIS3

