

**Validación de la metodología Corine Land Cover para generación de mapa de cobertura
del suelo: caso cuenca del río Jordan (Tona, Santander)**

Yesenia Macías Altamiranda

Harvey Mauricio Omaña Jaimes

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Directora

Sully Gómez Isidro

Ingeniera Civil, Msc PhD

Universidad Industrial De Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2018

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Metodología	14
1.1 Recopilación de información secundaria	15
1.2 Selección y procesamiento de imágenes satelitales	16
1.2.1 Procesamiento digital de imágenes.	17
1.3 Identificación preliminar de las unidades de uso y cobertura del suelo	18
1.3.1 Reconocimiento del área de estudio.	18
1.3.2 Identificación mediante Corine Land Cover.	18
1.4 Clasificación y delimitación de las coberturas del suelo	19
1.4.1 Clasificación supervisada de imágenes.	19
1.4.2 Procesamiento posclasificación y delimitación.	21
1.4.3 Delimitación de las áreas de cobertura del suelo y obtención de mapas finales.	27
1.4.4 Validación de las unidades de cobertura.	28
1.4.5 Control de calidad.	28
1.5 Medición del cambio de coberturas	30
2. Resultados y discusión.....	30
2.1 Recopilación de información secundaria	30
2.2 Selección y procesamiento de imágenes satelitales.....	31

2.2.1	Procesamiento digital de imágenes.....	32
2.3	Identificación preliminar de las unidades de uso y cobertura del suelo	33
2.4	Clasificación y delimitación de las coberturas del suelo	41
2.4.1	Mapa en escala 1:25000 para el año 2015.....	41
2.4.2	Mapas en escala 1:100000 para los años 1987, 1997 y 2015.....	43
2.4.3	Control de calidad.....	45
2.5	Medición del cambio de cobertura	45
3.	Conclusiones y recomendaciones.....	49
	Referencias bibliográficas.....	52
	Apéndices.....	56

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Metodología de trabajo utilizada en el actual proyecto. Adaptado de: [14].....	15
Figura 2. Proceso de muestreo para generación de archivo firma en una imagen satelital. Se puede apreciar que las tomas muestras del terreno para cada tipo de cobertura identificada.	20
Figura 3. Raster obtenido en la Clasificación de probabilidad máxima	21
Figura 4. Filtro mayoritario - ArcGIS	22
Figura 5. Refinado de límites - ArcGIS	23
Figura 6. Grupo de regiones - ArcGIS	24
Figura 7. Reclasificación - ArcGIS.....	26
Figura 8. Nibble - ArcGIS	27
Figura 9. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 1.1.2. (b).....	34
Figura 10. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.3.1. (b).....	35
Figura 11. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.4.1. (b).....	35
Figura 12. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.4.2. (b).....	36
Figura 13. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.1. (b).....	37
Figura 14. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.4. (b).....	38
Figura 15. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.5. (b).....	38
Figura 16. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.2.1. (b).....	39
Figura 17. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.3.2. (b).....	40
Figura 18. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 5.1.4. (b).....	41
Figura 19. Áreas (ha) de las coberturas en los mapas de los años 1987 y 1997.....	46
Figura 20. Áreas (ha) de las coberturas en los mapas de los años 1997 y 2015.....	47

Lista de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1.</i> Sistema de coordenadas utilizado	29
Tabla 2. Resumen características de imágenes satelitales adquiridas.....	32
Tabla 3. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 2015, escala 1:25000	42
Tabla 4. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 1987, escala 1:100000	43
Tabla 5. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 1997, escala 1:100000	44
Tabla 6. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 2015, escala 1:100000	44
Tabla 7. Comparación en área y porcentual entre las coberturas de los años 1987 y 1997, escala 1:100000	45
Tabla 8. Comparación en área y porcentual entre las coberturas de los años 1997 y 2015, escala 1:100000	47
Tabla 9. Cuadro de cambio porcentual posterior a edición tras visita de verificación para mapa del año 2015, escala 1:25000.....	48

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Leyenda nacional de coberturas de la tierra para Colombia de CORINE Land Cover	56
Apéndice B. Mapa de puntos de control	59
Apéndice C. Mapas temáticos de apoyo	62
Apéndice D. Combinación color natural de las imágenes satelitales de SENTINEL 2A y LANDSAT 5 TM	66
Apéndice E. Mapas de cobertura del suelo	69
Apéndice F. Tabla de atributos de los mapas de cobertura vegetal	74
Apéndice G. Cuadro comparativo del cambio de cobertura de los años 1987, 1997 y 2015	83

Resumen

Título:

Validación de la metodología corine land cover para generación de mapa de cobertura del suelo: caso cuenca del río Jordan (Tona, Santander)*

Autores:

Yesenia Macías Altamiranda
Harvey Mauricio Omaña Jaimes**

Palabras clave:

Corine Land Cover (CLC), Cobertura de la tierra, Fotografía satelital, Cuenca del Río Jordán, Actualización de mapa.

Descripción:

La metodología Corine Land Cover (CLC) desarrollada por la Agencia Ambiental Europea (EEA) y adaptada para Colombia por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) permite la construcción de cartografía temática para la clasificación y estandarización de la cobertura del suelo. El objetivo de esta investigación fue obtener un mapa actualizado de cobertura del suelo en la cuenca del Río Jordán, ubicada en Tona, Santander y perteneciente al Páramo de Berlín. Este procesamiento digital fue realizado en el software de sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS. Fotografías satelitales adquiridas de las misiones Landsat y Sentinel-2 fueron los insumos primarios para la elaboración del mapa en escala 1:25000 con una unidad mínima cartografiable de 1,6 ha para el año 2015. Además de este resultado, también se cuantificó el cambio de las coberturas entre los años 1987, 1997 y 2015 a una escala de 1:100000. En esta región no se encontró gran diversidad de coberturas, sin embargo, se observó que la vegetación que caracteriza el ecosistema de páramo es la cobertura denominada herbazal, por su gran ocupación en la cuenca además de su presencia en las zonas de mayor elevación. Por otra parte, se pudieron apreciar los efectos consecuentes de la tendencia del aumento de la población en la zona reflejada en la deforestación y en el continuo aumento de terrenos de agricultura. Se concluye con los resultados del estudio que esta metodología es una herramienta confiable para realizar la actualización y comparación espacio temporal de la cobertura de la tierra, de gran importancia en la toma de decisiones asociadas con ordenamiento territorial, conservación de suelo y como base para futuros estudios que requieran de su uso.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Sully Gómez Isidro.

Abstract

Title:

Corine land cover methodology validation for the generation of land cover map: Jordan river basin case study (Tona, Santander) *

Authors:

Yesenia Macías Altamiranda

Harvey Mauricio Omaña Jaimes**

Key words:

Corine Land Cover (CLC), Land cover, Satellite imagery, Jordan River basin, Map updating.

Description:

The Corine Land Cover methodology (CLC) developed by the European Environment Agency (EEA) and adapted to Colombia by the Agustín Codazzi Geographic Institute (IGAC) and the Hydrology, Meteorology and Environmental Studies Institute (IDEAM) allows the construction of thematic cartography for the classification and standardization of the land cover. The objective of this research was to obtain an actualized map of land cover in the Jordan river basin, located in the municipality of Tona, at the Paramo of Berlin. This digital processing was carried out on the geographic information system (GIS) software ArcGIS. Acquired satellite imagery from the missions Landsat and Sentinel-2 was the primary input for the elaboration of the map at a scale of 1:25000 with a minimum mapping unit of 1,6 ha in 2015. In addition to this output, land cover change between 1987, 1997 and 2015 was also quantified at a scale of 1:100000. Although a considerable diversity of land cover was not found in this region, it could be observed that the characteristic vegetation land cover present in this Paramo ecosystem was the one denominated natural grasslands, due to its large occupancy in the basin and its presence in the most elevated areas. Additionally, the effects as a consequence of the increasing population rate tendency can be seen represented in deforestation and in the continuous increase of agricultural areas. It is concluded that the CLC method is a reliable tool and can be applied for both updating and comparing land cover change, of high importance as a basis for decision making related to land planning, soil conservation and also for future surveys that require to use the methodology.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sully Gómez Isidro.

Introducción

Debido a su extensa aplicación en la ingeniería, los mapas son un recurso clave en el monitoreo de la ocupación del suelo tanto natural como humana (Sanli, Abdikan, Esetlili, & Sunar, 2017). Con el continuo crecimiento de la población, la intervención humana es la principal causa del cambio del uso del suelo a la que son tan vulnerables las dinámicas de recarga de los flujos de agua subterránea de la que alrededor del mundo cerca de dos mil millones de personas dependen (WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015), (Zomlot, Verbeiren, Huysmans, & Batelaan, 2017). Entender el impacto directo que tiene el cambio de la cobertura terrestre sobre el ciclo hidrológico es fundamental para el manejo de los recursos naturales (Zomlot et al., 2017), es por esta razón que una cuantificación de este impacto debe ser considerada en nuestras políticas de manejo ambiental (Vargo, Habeeb, & Stone, 2013).

Las imágenes satelitales son el insumo primario para la obtención de mapas temáticos representativos de la cobertura terrestre, ya que sus sensores tienen la capacidad de captar escenas multiespectrales. A partir de la información tomada por los satélites se han generado iniciativas para construir bases de datos que permitan estandarizar la cobertura terrestre tales como MODIS (Vittorio & Georgakakos, 2018), GlobCover (An, Zhao, & Zhang, 2012) y CORINE Land Cover (CLC) (García-Álvarez & Olmedo, 2017), entre otros. Es precisamente CORINE Land Cover, una metodología iniciada en 1985 por la Comisión Europea, la que se empleará por ser la metodología más ampliamente usada en este tipo de estudios ya que cuenta con el mayor y más preciso recuento de variedad de tipos de coberturas de suelos (Pérez-Hoyos, García-Haro, & San-Miguel-Ayanz, 2012). Esta metodología fue adaptada para el Colombia por el IDEAM en el año 2010 (IDEAM, 2010).

El IDEAM en su documento Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, expone la base de datos de CLC para Colombia a una escala de 1:100000. Este estudio fue hecho como continuación de otros (IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA, 2008) donde se utilizaron imágenes satelitales Landsat, que con su resolución espacial de 30 m, fueron apropiadas para la construcción del mapa a escala 1:100000.

Debido al detalle requerido en este estudio, las imágenes empleadas pertenecen al sensor SENTINEL, ya que su tanto su fina resolución radiométrica como espacial permiten la generación del mapa de cobertura a una escala de 1:25000 (Rujoiu-Mare & Mihai, 2016), más que apropiada para la región donde se localiza este informe. (Cárdenas & Toscano, 2014), (Valencia & Anaya, 2009) y (Suárez-Parra, Cély-Reyes, & Forero-Ulloa, 2016) destacan la importancia de la verificación con fotografía de campo, además de la ayuda de mapas topográficos, fotografía aérea disponible, entre otros como información secundaria.

La realización de modelos de estudio climáticos, biológicos, de riesgo y de ordenamiento, entre otros, destaca la importancia de la distribución de la cobertura terrestre, ya que esta tiene un papel fundamental al afectar diversos procesos hidrológicos como la capacidad de absorción y reflectancia de la energía solar, el tiempo con el que se almacena este calor en la superficie, y la propiedad de almacenar y dirigir el agua para la producción de caudales tanto subterráneos como superficiales (Vargo et al., 2013).

De acuerdo con las características climáticas particulares que posee un ecosistema de páramo, ubicados en la región andina al norte de Sudamérica, se pueden encontrar especies faunísticas y florísticas únicas en el mundo. Las propiedades de manejo del agua que posee un ecosistema de páramo se destacan en su importancia en el ciclo hidrológico del agua, gracias a su retención de agua en grandes áreas por la fuerte presencia de la llamada "precipitación horizontal" o niebla.

Debido a las razones anteriormente expuestas, la zona de estudio donde se realizará el actual trabajo es en el Páramo de Berlín, que cuenta con un potencial hídrico que lo establece como un territorio estratégico para la oferta de servicios ambientales en el nororiente colombiano. El inadecuado manejo antrópico afecta la preservación de este delicado ecosistema (Restrepo, Suárez, & Álvarez, 2008), ya que los páramos se caracterizan por estar ubicados en zonas muy altas y húmedas. Estas propiedades son las que hacen de ellos lugares apropiados para nacimientos de agua, convirtiéndolos en principales fuentes hídricas (“Los páramos, fábricas de agua | Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte,” n.d.). El ciclo hidrológico describe el movimiento del agua sobre la tierra y en él se presentan procesos como: infiltración, evaporación, escorrentía, interceptación, etc. Los cuales se ven afectados por diversos factores dentro de los que destaca la cobertura vegetal del suelo, fue por este motivo que se decidió hacer un mapa de cobertura actualizado y con la escala más detallada que se pudiera lograr.

Este estudio busca clasificar las coberturas vegetales de la cuenca del Río Jordán, de acuerdo con la delimitación realizada por el DMI Páramo de Berlín (Restrepo et al., 2008), además se espera cuantificar el cambio de cobertura del suelo que ha generado la actividad humana en la región.

1. Metodología

Caso de estudio: La microcuenca del Río Jordán pertenece al Páramo de Berlín, y se encuentra localizada dentro del Distrito de Manejo Integrado de los recursos naturales de Berlín (DMI) (Restrepo et al., 2008).

Esta microcuenca, con un total de 13764 ha, es la más grande de las seis microcuencas que componen el páramo de Berlín. Dentro de esta microcuenca se localizan el municipio de Tona

(Santander) y el municipio de Silos (N. de Santander) con una ocupación del 85% y 15%, respectivamente. Está ubicada en el nororiente del departamento de Santander y su elevación oscila entre los 2100 msnm y los 4100 msnm, sus ecosistemas son: Páramo seco, Páramo Húmedo y Bosque Altoandino (Instituto Humboldt Colombia, CORPONOR, CDMB, & Gobernación de Santander, 2008).

La descripción del procedimiento a realizar para la obtención de los mapas de cobertura vegetal de la microcuenca del Río Jordán es descrita en la Figura 1.

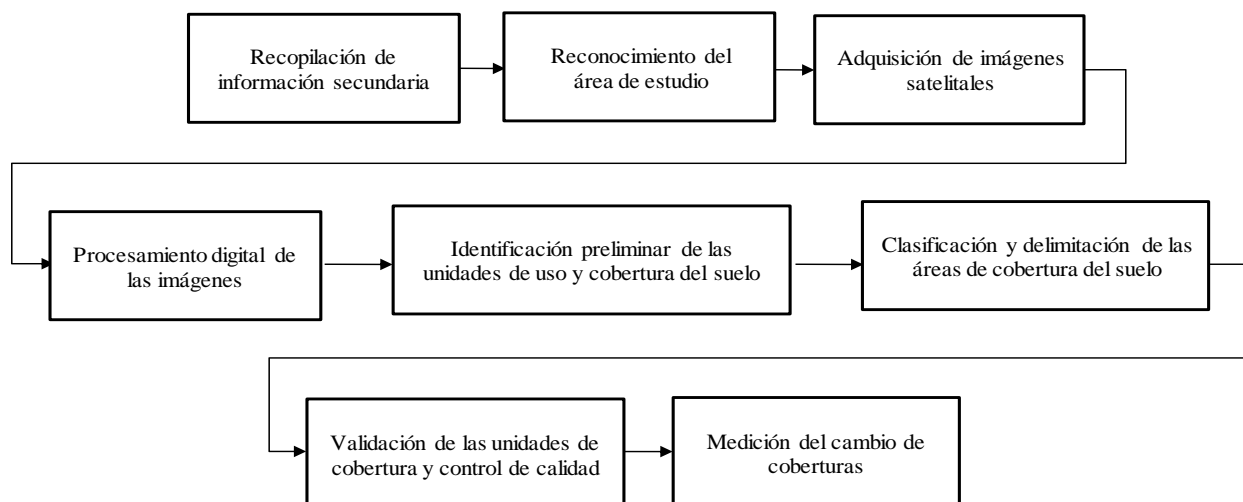


Figura 1. Metodología de trabajo utilizada en el actual proyecto. Adaptado de: [14]

1.1 Recopilación de información secundaria

Se recolectó la información secundaria como mapas cartográficos y temáticos de cobertura del suelo de la zona de estudio realizados en años anteriores, que junto con los documentos

recolectados y principalmente la Leyenda Nacional De Coberturas de la Tierra del IDEAM, sirvieron de base para identificar las principales coberturas presentes en la cuenca del Rio Jordán.

Para guardar toda la información secundaria recopilada como *shapes* temáticos y básicos y la obtenida en la construcción de los mapas de cobertura en ArcGIS, se creó un archivo de tipo *geodatabase*, la cual fue llamada *Mi_Geodatabase.gdb*, esto con el fin de facilitar el manejo de estos archivos en forma ordenada.

1.2 Selección y procesamiento de imágenes satelitales

A través de la interfaz de *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), perteneciente al Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S.G.S.), se adquirieron las imágenes satelitales empleadas en el proyecto. Las imágenes corresponden a los satélites LANDSAT 5 TM y SENTINEL 2A. y según el cálculo realizado por (Finck, 1975), estas imágenes deben tener resoluciones de mínimo 10 y 30 metros para poder cumplir con la generación del mapa es las escalas deseadas de 1:25000 y 1:100000, respectivamente.

Adicionalmente, para obtener las imágenes se tuvieron en cuenta aspectos como:

Cobertura de nubes: Debido a que la cobertura de nubes dificulta la visualización y por lo tanto la interpretación de la fotografía, se seleccionaron fotos que tuvieran bajo porcentaje o ausencia de nubes en el área de estudio.

Ubicación: Se tuvo en cuenta que la fotografía a descargar cubriera completamente la zona de estudio.

1.2.1 Procesamiento digital de imágenes. En esta etapa se realizaron proyecciones, cortes y combinaciones de bandas para facilitar la interpretación y análisis de las imágenes satelitales. Todos los pasos de esta etapa se realizaron a través del software ArcGIS.

1.2.1.1 Proyecciones. Las proyecciones se hicieron con el propósito de obtener los *shapefiles* (Cuenca Jordán, ríos, vías, mapas de coberturas, etc.) y las imágenes satelitales en el mismo sistema de coordenadas para así tener todos los datos debidamente georreferenciados.

1.2.1.2 Cortes. Se empleó la herramienta *clip* (Recorte) de ArcGIS en las fotos satelitales para recortar únicamente el área deseada y así facilitar y agilizar en el software los procesos descritos en la sección 2.4. Esto debido a que las imágenes satelitales disponibles vienen en extensiones amplias de tierra.

1.2.1.3. Combinaciones de bandas. Las combinaciones de bandas se realizan con el fin de poder reconocer mejor los diferentes tipos de vegetación presentes, por ejemplo, se pueden visibilizar fácilmente con una combinación de bandas que resalte, a pesar de no ser en el color natural de la tierra, la reflexión solar correspondiente a cada cobertura, que permita diferenciarlas con facilidad. Estas combinaciones dependen del tipo de satélite.

ArcGIS permite realizar estas combinaciones que se hacen, cada una de ellas, con tres bandas de cuatro que son de frecuente oberturas y uso: azul, verde, rojo e infrarrojo cercano.

Adicionalmente se tiene en cuenta que para el mapa en escala 1:25000 se trabajó únicamente con las bandas que tienen una resolución espacial de 10 metros, para obtener el nivel de detalle deseado.

1.3 Identificación preliminar de las unidades de uso y cobertura del suelo

1.3.1 Reconocimiento del área de estudio. Se realizó una primera visita de campo al área de estudio para observar la zona, tomar fotografías que permitieran posteriormente determinar las diferentes coberturas presentes; estas mismas fueron georreferenciadas con sistemas de posicionamiento con soporte A-GPS y GLONASS de dispositivo móvil.

1.3.2 Identificación mediante Corine Land Cover. Se procedió a la interpretación e identificación de las coberturas presentes en las imágenes satelitales teniendo como base la Leyenda de Coberturas Nacionales del IDEAM adaptada para Colombia.

Esta Leyenda nacional es una base de datos donde están todas las coberturas adoptadas de CORINE Land Cover para el país. La Leyenda inicia en cinco niveles que se desglosan en subniveles permitiendo el incremento de detalle para estudios de mejores escalas. Esta base de datos se puede ver en el Apéndice A.

En el actual estudio se alcanzó un tercer nivel jerárquico en la base de datos de coberturas. Esto se realizó con el fin de obtener el más alto grado de nivel jerárquico en cada uno de los cinco primeros niveles de la base de datos para las escalas definidas posibles con la resolución de las imágenes satelitales.

En (IDEAM, 2010) se exponen instrucciones guías adicionales para la identificación de cada cobertura.

1.4 Clasificación y delimitación de las coberturas del suelo

Una vez identificados los diferentes tipos de coberturas en base a las imágenes y la leyenda adoptada se inició el procedimiento para la elaboración de los mapas de coberturas; este procedimiento aplicado por (Grupo de investigación GEOMÁTICA Universidad Industrial de Santander, 2015), fue realizado a través del software ArcGIS y consta de las siguientes fases:

1.4.1 Clasificación supervisada de imágenes. La clasificación supervisada de imágenes es un método semiautomático presentado como barra de herramientas del software y permite la creación de archivos firma espectrales por categorías de cobertura, seleccionando muestras del valor de pixel por cada categoría sobre las imágenes satelitales multibanda.

Para obtener una mejor clasificación, se tomaron suficientes números de muestras de las imágenes satelitales en sus dos combinaciones de bandas más usadas: color natural y falso color.

En la Figura 2 se muestra el proceso de muestreo realizado en una de las imágenes correspondiente al año 1987 donde fueron escogidas 784 muestras de todos los tipos de cobertura.

Una vez obtenido el archivo firma, se utilizó la herramienta de *Clasificación de probabilidad máxima*. Esta herramienta permite clasificar el raster de entrada la herramienta, el cual viene siendo la fotografía satelital sobre la que se tomaron las muestras, dando como resultado otra imagen tipo raster que tiene identificadas las distintas clases de coberturas.

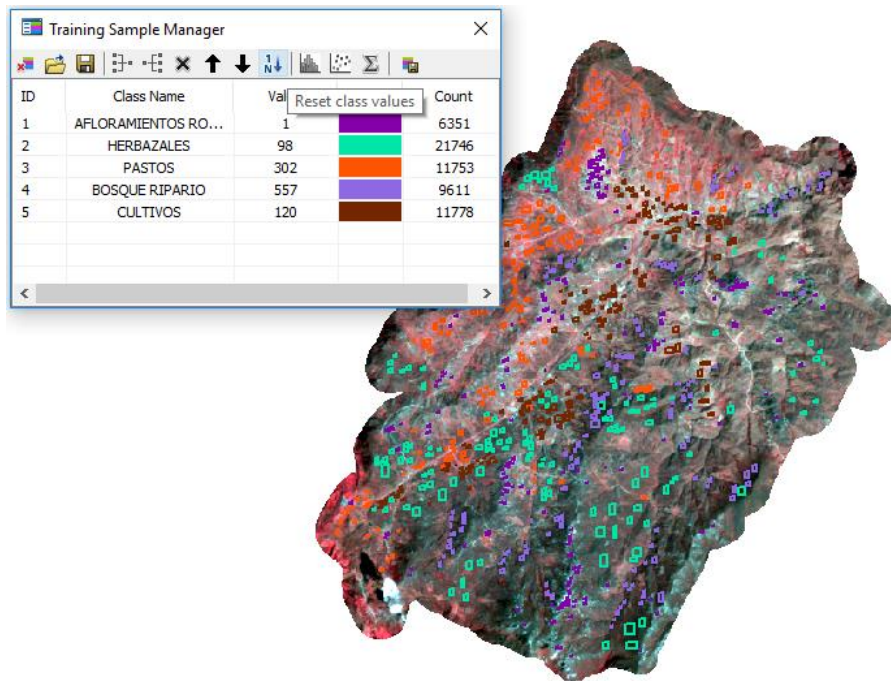


Figura 2. Proceso de muestreo para generación de archivo firma en una imagen satelital. Se puede apreciar que las tomas muestras del terreno para cada tipo de cobertura identificada.

La herramienta asigna cada píxel a una de las clases diferentes según las medias y varianzas de las firmas espectrales de clase (almacenadas en un archivo de firma). El archivo raster de salida de la Clasificación de probabilidad máxima se observa en la Figura 3.

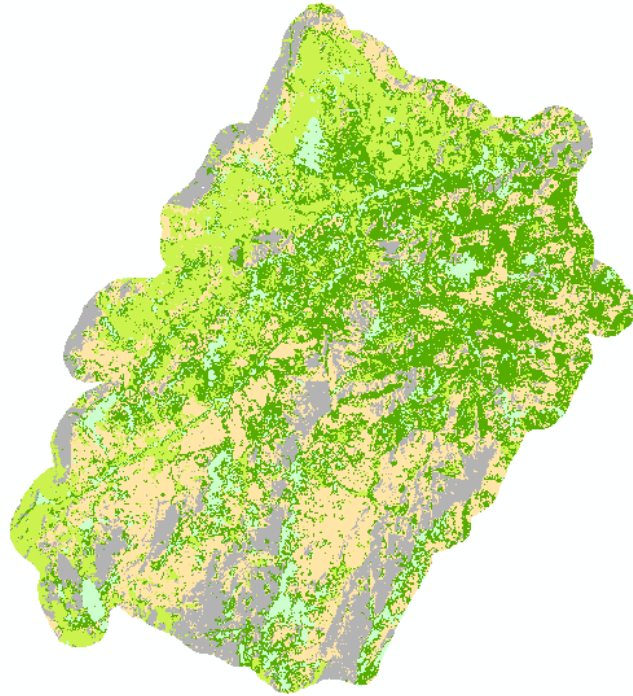


Figura 3. Raster obtenido en la Clasificación de probabilidad máxima

1.4.2 Procesamiento posclasificación y delimitación. Una vez clasificadas las imágenes empleando la herramienta de Clasificación de máxima probabilidad, estas pueden tener zonas incorrectamente clasificadas que no corresponden al tipo de cobertura presente o están por debajo al umbral de área mínimo definido.

Debido a esto, se emplearon herramientas de limpieza para mejorar la interpretación, la definición de los límites de las coberturas y procesar aquellas zonas mal clasificadas. Las técnicas que regularmente se emplean para limpiar la imagen clasificada son filtrado, suavizado de límites de clase y la eliminación de pequeñas regiones aisladas.

1.4.2.1. Filtro mayoritario. Esta herramienta reemplaza las celdas del raster clasificado de acuerdo con las celdas limítrofes a ella. La herramienta se utilizó de manera que cada celda se reemplazara con sus celdas colindantes.

El llenado de datos de la herramienta se puede apreciar en la Figura 4 en la cual se puede ver en la opción *Number of neighbors to use: FOUR*, es decir, el núcleo del filtro serán los cuatro vecinos directos (ortogonales) a la celda actual y *Replacement threshold: MAJORITY*, es decir, la mayoría de las celdas deben tener el mismo valor y ser contiguas. Tres de cuatro o cinco de ocho celdas conectadas deben tener el mismo valor.

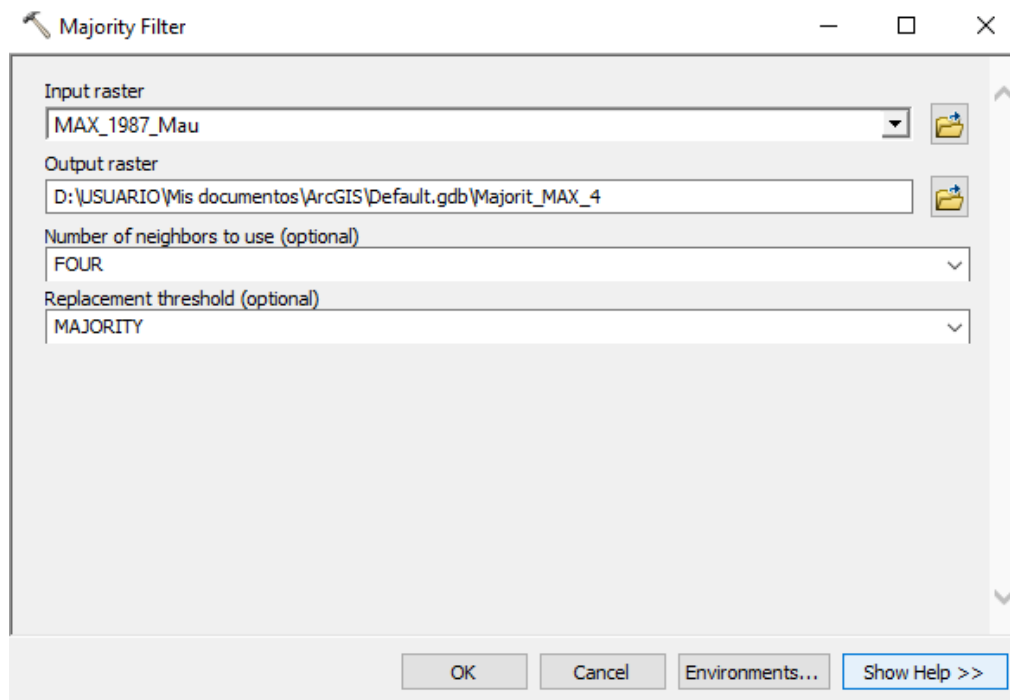


Figura 4. Filtro mayoritario - ArcGIS

1.4.2.2 Refinado de límites. Esta herramienta suaviza los límites entre diferentes coberturas expandiéndolos y encogiéndolos en zonas basadas en los valores dentro de la vecindad de las ubicaciones individuales.

El llenado de datos de la herramienta se muestra en la Figura 5 donde se puede ver en la opción *Sorting technique: ASCEND*, es decir, ordena las zonas por tamaño en orden ascendente. Las zonas con áreas totales más pequeñas tienen una prioridad mayor de expandirse en áreas totales más grandes y se activa la opción de expandir y encoger las celdas.

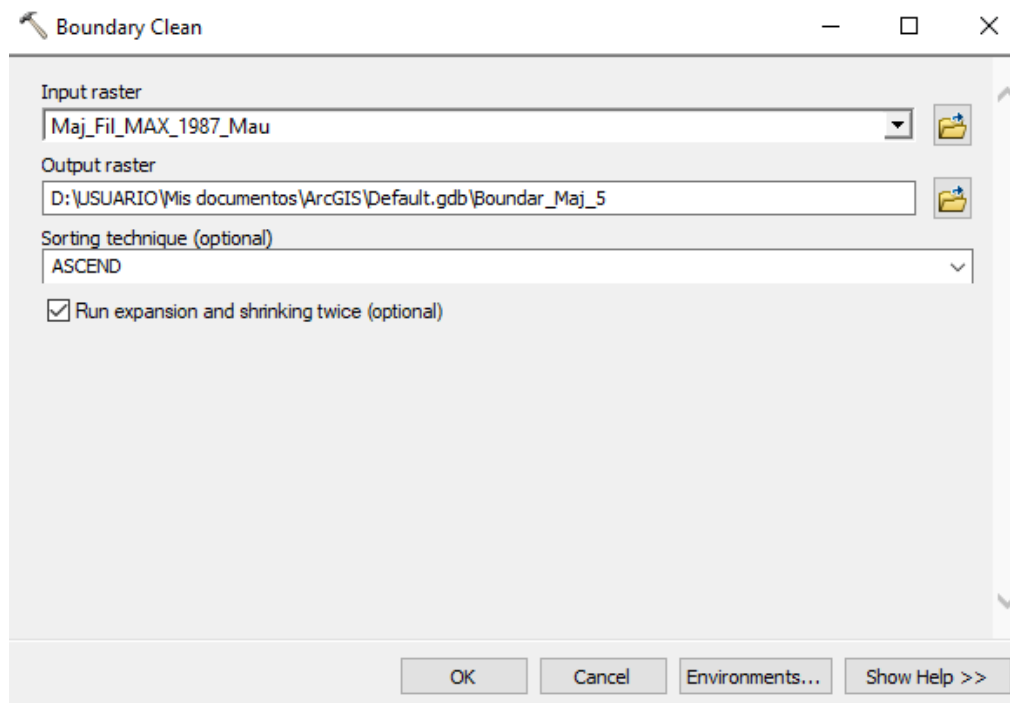


Figura 5. Refinado de límites - ArcGIS

1.4.2.3. Generalización de la imagen eliminando pequeñas zonas aisladas. Es un proceso que permite eliminar las zonas del ráster clasificado que se encuentran por debajo del área mínima cartografiable.

Grupo de regiones. Una zona se compone de todas las celdas en un ráster con el mismo valor. Las regiones son un conjunto contiguo de celdas del mismo tipo de zona. Las zonas pueden incluir

varias regiones desconectadas. Cuando las regiones se deben procesar de forma separada, cada una se debe identificar como una entidad individual.

La herramienta *Grupo de regiones* asigna un único valor a cada región (ArcGIS, n.d.-b). La primera región escaneada recibe el valor uno, la segunda el dos, y así sucesivamente, hasta haber asignado un valor a todas las regiones. La asignación se desplaza de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo.

El llenado de datos de la herramienta se muestra en la Figura 6 donde se puede ver en la opción *Number of neighbors to use: FOUR*, es decir, se define la conectividad entre celdas del mismo valor sólo si las celdas están directamente a la izquierda, a la derecha, arriba o abajo de cada uno de los cuatro vecinos más cercanos y en *Zone grouping method: WITHIN*, es decir, que las únicas zonas que pueden ser agrupadas son las que pertenezcan a la misma zona y cumplan el requerimiento anterior.

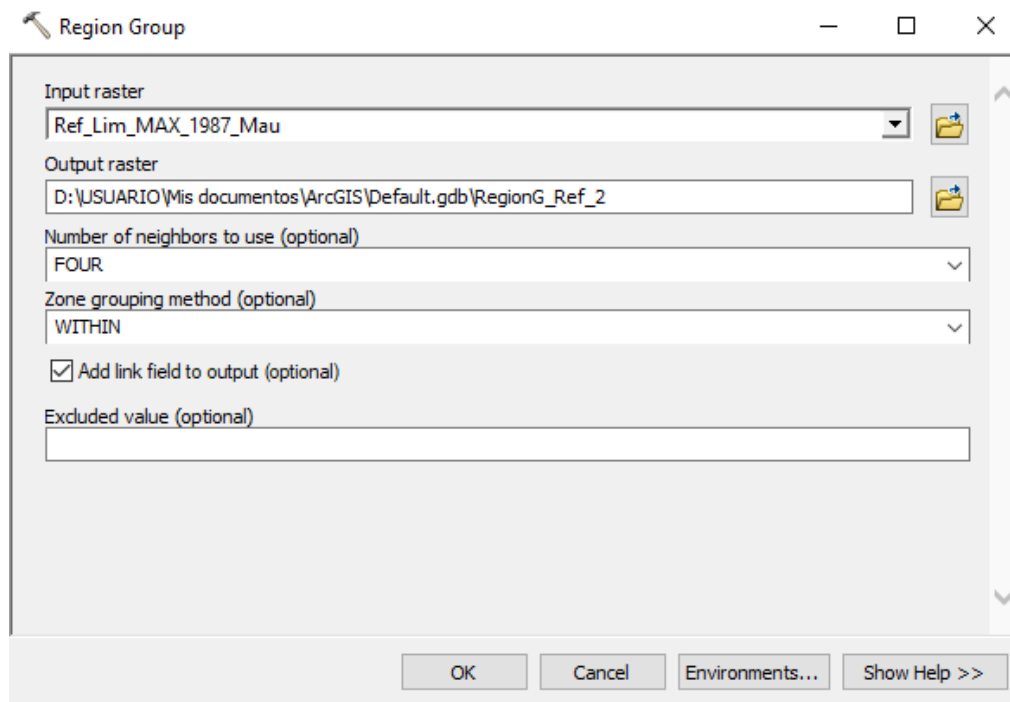


Figura 6. Grupo de regiones - ArcGIS

Reemplazo de zonas regiones menores al umbral. En este raster de grupo de regiones se calcularon las áreas de todas las regiones mediante la herramienta *Zonal geometry as table* para luego usar la herramienta *Extracción por atributos* y quitar todas las áreas menores a la unidad mínima cartografiada establecida, que, según (Finck, 1975), para una escala 1:25000 es de 1,6 ha, y para escala 1:100000 es de 25 ha, ambas representando un área real de 0,025 cm².

Reclasificación. Las herramientas de reclasificación cambian o reclasifican los valores de las celdas a valores alternativos mediante diversos métodos. Puede reclasificar un valor a la vez o grupos de valores de una sola vez utilizando campos alternativos, basándose en criterios, como intervalos especificados (por ej. agrupar los valores en 10 intervalos), o por área (por ej. agrupar los valores en 10 grupos que contienen la misma cantidad de celdas). Las herramientas están diseñadas para permitirle cambiar fácilmente varios valores de un ráster de entrada a valores alternativos, deseados o especificados (ArcGIS, n.d.-a).

La reclasificación, mostrada en la Figura 7, se realizó con el ráster de grupo de regiones y el campo LINK (este campo es el que guarda los valores originales de las celdas del ráster) y se hace para reasignar los valores iniciales a las regiones.

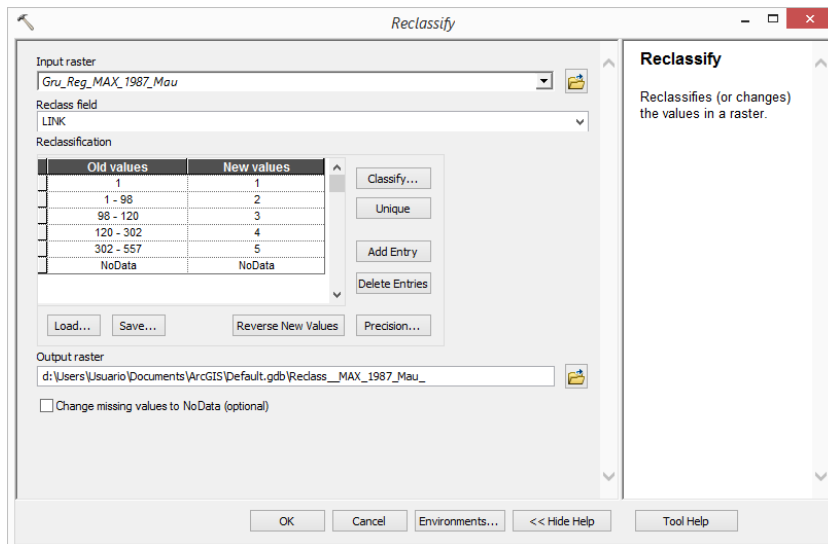


Figura 7. Reclasificación - ArcGIS

Nibble. Esta herramienta disuelve aquellas celdas con valor *NoData* en el ráster de celdas eliminadas que se utiliza como ráster máscara, combinado con el ráster reclasificado, obteniendo como resultado una combinación de estas celdas *NoData* con celdas vecinas.

El llenado de datos de la herramienta se muestra en la Figura 8, donde se puede ver en la opción *Input ráster* se selecciona el ráster con valores *NoData* y en *Input raster mask* se selecciona el ráster obtenido con *Reclasificación*.

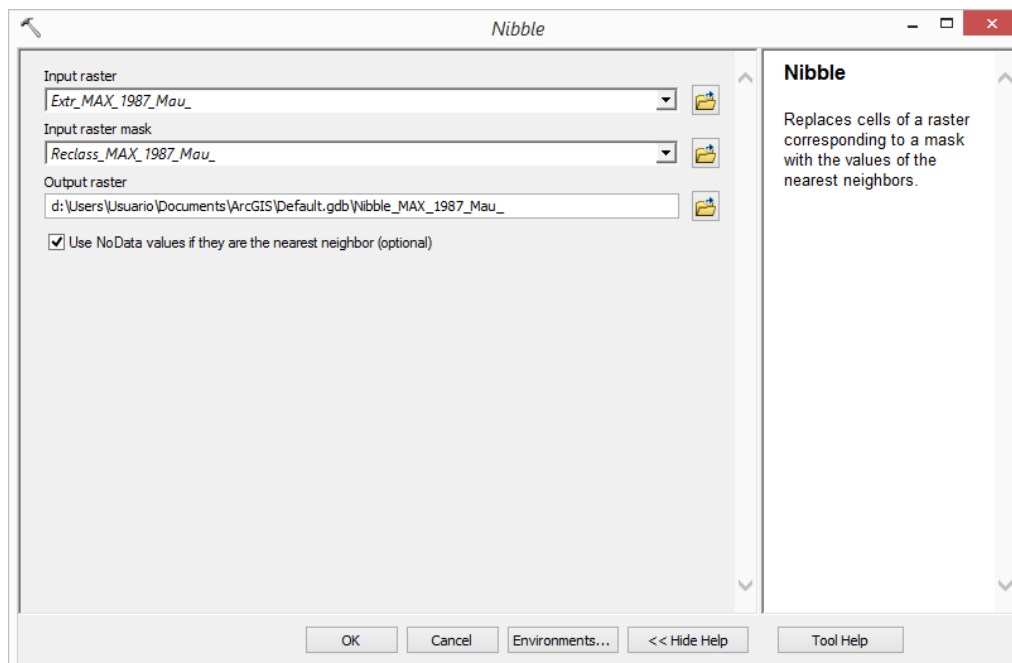


Figura 8. Nibble - ArcGIS

1.4.3 Delimitación de las áreas de cobertura del suelo y obtención de mapas finales. El siguiente paso del procedimiento es convertir la imagen tipo raster obtenido en el *Nibble*, a polígonos mediante la herramienta *Raster to polygon*. El *shapefile* resultante se sometió a una revisión y reclasificación de los polígonos, con la herramienta *Editor*.

Técnicas empleadas de edición fueron: fusión de polígonos de diferentes coberturas para convertirlo en el más predominante, recorte de polígonos donde se presente error en la cobertura clasificada de acuerdo con fotointerpretación de las imágenes satelitales y creación de nuevos polígonos.

Este procedimiento se repite para realizar todos los mapas, teniendo en cuenta que cuando se esté construyendo estos, se debe principalmente mantener áreas mayores al umbral establecido para ambas escalas a cartografiar.

1.4.4 Validación de las unidades de cobertura. Se realizó una última visita a la zona de estudio para tomar más fotografías y validar las unidades de coberturas ya identificadas en las imágenes satelitales. En esta verificación se hace una medición de la exactitud que tuvo la metodología, comparando el cambio en área tanto de forma numérica como porcentual. Los puntos de control sobre la cuenca pueden verse en el Apéndice B.

1.4.5 Control de calidad. El control de calidad se realiza en caso de que se desee hacer una revisión de la eficiencia del trabajo hecho. De acuerdo a (IDEAM, 2012a) y consta de los siguientes pasos:

1.4.5.1 Conformidad semántica. Comprende la revisión de las normas de atributos de la cobertura, las cuales están constituidas por los campos Código, Insumo, Apoyo, Confiabilidad y Cambio (para reinterpretación). Los campos por defecto incluidos son: *Shape Has, Shape Lenght, Shape Area.*

A continuación, se describen los atributos requeridos:

Código: Es el código de la Leyenda Nacional. Tiene de 3 a 6 dígitos, y se escribe sin puntos: “321”. Formato de columna tipo “*Short Integer*”.

Insumo: Corresponde a la referencia de la imagen satelital que sirvió para la digitalización de los polígonos. La norma de escritura es: Tipo de imagen *Path/Row* Año/mes/día “Landsat 953 2008/11/28” Formato de columna tipo “*Text*”.

Apoyo: contiene las referencias de los datos auxiliares que sirvieron para interpretar el polígono (fotografías aéreas, cartografía temática o básica, otro tipo de imágenes o *Google Earth*). Formato de columna tipo “*Text*”.

Confiability: Aquí se indica el grado de certeza de la fotointerpretación de un polígono dado por el intérprete se determina con Sí o No, si la interpretación es confiable o no lo es. Por ejemplo, la duda sobre la interpretación de un polígono se indica con No y si no existen dudas en la interpretación, este campo se debe completar con Si. Formato de columna tipo “Text”.

1.4.5.2 Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas proyectadas utilizado para la estructuración de los datos en el proyecto Corine Land Cover es MAGNA Colombia Bogotá con datos oficial para Colombia, de acuerdo al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS (IGAC, 2004) cuyas características se pueden apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Sistema de coordenadas utilizado

Sistema de coordenadas proyectadas	MAGNA Colombia Bogota
Proyección	Transverse Mercator
Factor de escala	1
Longitude of central meridian	74°04'39.028500" W
Latitude of origin of projection	4°35'46.321500" N
Falso este	1000000 meters
Falso Norte	1000000 meters
Unidad lineal	Metro (1,0)

1.4.5.3 Conformidad temática. Esta conformidad se refiere a que el polígono interpretado efectivamente corresponda al tipo de cobertura que indica el intérprete en el campo CODIGO y que corresponde al código de la cobertura, de acuerdo con la Leyenda Nacional.

1.4.5.4 Conformidad topológica. Una vez avalada la calidad temática de cada plancha, se realiza el control de calidad topológico, en el cual se evalúa el proceso de delimitación de las diferentes unidades de cobertura, analizando los aspectos técnicos alusivos a la relación entre cada una de ellas, especialmente en lo relacionado con posibles inconsistencias asociadas a la presencia de polígonos sin cerrar completamente, existencia de polígonos adyacentes con el mismo código, polígonos con más de un código, polígonos menores a 25 ha, o de 1.6 ha.

1.5 Medición del cambio de coberturas

Una vez se verificaron las coberturas de suelo presentes en la zona de estudio, se contó con las coberturas finales en los mapas actuales (año 2015). Acto seguido, se procedió a realizar la medición del cambio de cobertura de suelo entre los años 1987 y 1997 y entre los años 1997 y 2015. Esta comparación es propuesta de forma cuantitativa de acuerdo con el porcentaje de área de ocupación de cada tipo de cobertura de la base de datos de CORINE presentes en los años escogidos.

2. Resultados y discusión

2.1 Recopilación de información secundaria

La información secundaria obtenida de (Restrepo et al., 2008) y (IDEAM, 2012b) en formato *shapefile* con la que se cuenta puede verse en el Apéndice C y descrita a continuación:

Vías principales: Este *shapefile* fue obtenido del estudio realizado por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) y fue posteriormente completado en sus vías secundarias. Se usó principalmente en la fase de validación de coberturas como guía de rutas y se utilizó en la representación final de los mapas.

Drenajes sencillos: Este *shapefile* se utilizó en la representación final de los mapas. Además, sirvió de ayuda para entre otras cosas, la fotointerpretación de la cobertura tipo Bosque ripario.

Microcuencas: Con este *shapefile* se hace una selección por atributos para elegir la microcuenca perteneciente a la del Río Jordán, luego se exporta esta como un archivo aparte para ser usado como límite de nuestro trabajo.

Uso actual: Este *shapefile* se presenta en una escala de 1:25000. Sirvió como insumo donde se pudieron mirar las coberturas del año 2007 en una leyenda diferente a CLC.

Cobertura de la tierra: Mapa temático de cobertura de uso del suelo de Colombia, descargado en formato *shapefile* de la página web del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) en escala 1:100000, este mapa hace referencia a las coberturas de los años 2010-2012.

2.2 Selección y procesamiento de imágenes satelitales

Las imágenes adquiridas de LANDSAT 5 TM tienen una resolución espacial de 30 metros y se usan para los años 1987 y 1997 en escala 1:100000, mientras que las imágenes de SENTINEL 2A

tienen una resolución de 10 metros usadas el año 2015 en escala 1:25000 y adicionalmente un mapa de ese mismo año en escala 1:100000, el cual tendrá como fin compararlo con el mapa de 1997 para observar y cuantificar cuánto han cambiado las coberturas del suelo del páramo en ese transcurso de tiempo. Este grupo de imágenes adquiridas y posteriormente procesadas pueden ser encontradas en el Apéndice D.

En la Tabla 2 se pueden ver las especificaciones técnicas de cada una de las imágenes adquiridas.

Tabla 2. Resumen características de imágenes satelitales adquiridas

ID de Entidad	Fecha Adquisición	Sensor	Banda	Intervalo Espectral	Resolución Espacial [m]	Cobertura de Nubes	Formato
LT04_L1TP_007055	26/12/1987	LANDSAT 5	1	0.450-0.520 μm (Azul)	30	5%	.TIF
_19871226_2017021			2	0.520-0.600 μm (Verde)	30		
0_01_T1_B1			3	0.630-0.690 μm (Rojo)	30		
LT05_L1TP_007055	13/12/1997		4	0.760-0.900 m (Infrarojo Cercano)	30	12%	.TIF
_19971213_2016122			5	1.550-1.750 m (Infrarojo Cercano)	30		
8_01_T1			6	10.400-12.500 m (Infrarojo Térmico)	120		
			7	2.080-1.350 m (Infrarojo Medio)	30		
S2A_OPER_MTD_L	28/12/2015	SENTINEL 2A	2	0.490 μm (Azul)	10	45%	.jp2
1C_TL_MTI_20151			3	0.560 μm (Verde)	10		
228T200504_A0026			4	0.665 μm (Rojo)	10		
96_T18NYN			8	0.842 μm (Infrarojo Cercano)	10		
			5	0.705 μm (Infrarojo Cercano)	20		
			6	0.740 μm (Infrarojo Cercano)	20		
			7	0.783 μm (Infrarojo Cercano)	20		
			8A	0.865 μm (Infrarojo Cercano)	20		
	11	1.610 μm (SWIR 1)	20				
	12	2.190 μm (SWIR 2)	20				

2.2.1 Procesamiento digital de imágenes

2.2.1.1 Proyecciones. Tanto las imágenes como los mapas fueron proyectados al sistema de coordenadas MAGNA Colombia Bogotá.

2.2.1.2 *Corte*. En el caso de SENTINEL 2A, cubren un área de 12056 km², y las de LANDSAT de 47684 km². Por otra parte, el área de la cuenca de estudio tiene una extensión de 137 km², es decir, tan sólo 0,28% y 1,14% de las fotografías, respectivamente.

2.2.1.3 *Combinaciones de bandas*. Las combinaciones que se usaron en el proyecto para el análisis de la cobertura son descritas a continuación:

Color natural: Donde tonos azules indican cuerpos de agua, la vegetación se muestra en tonalidades verdes, el suelo aparece en tonos marrones, el suelo desnudo y la roca en tonos amarillentos y el tejido urbano en tonos grises.

Falso color (vegetación): Donde la vegetación exuberante y los cultivos aparecen en rojo, los suelos expuestos en tonos verdes, las tierras degradadas en tonos amarillentos y plateados y el tejido urbano y la roca en azul metálico.

2.3 Identificación preliminar de las unidades de uso y cobertura del suelo

De acuerdo con las dos visitas de campo, la primera el 7 de noviembre del 2017 y la segunda el 25 de marzo del 2018, la información secundaria y las imágenes satelitales se identificaron en la Cuenca Jordán las coberturas definidas de acuerdo a (IDEAM, 2010) y mostradas a continuación:

1.1.2. Tejido urbano discontinuo: Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas

artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 21.

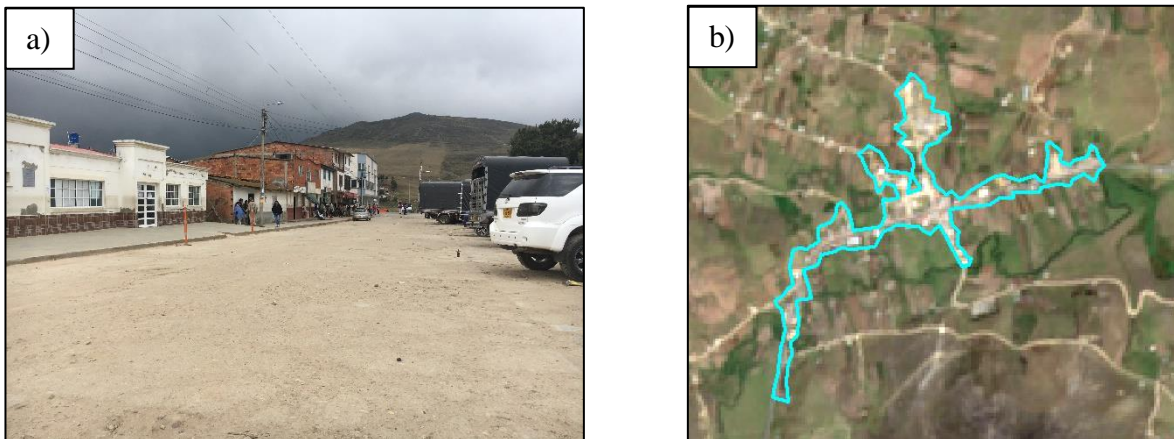


Figura 9. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 1.1.2. (b)

2.3.1 Pastos Limpios: Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2012a). Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 22.

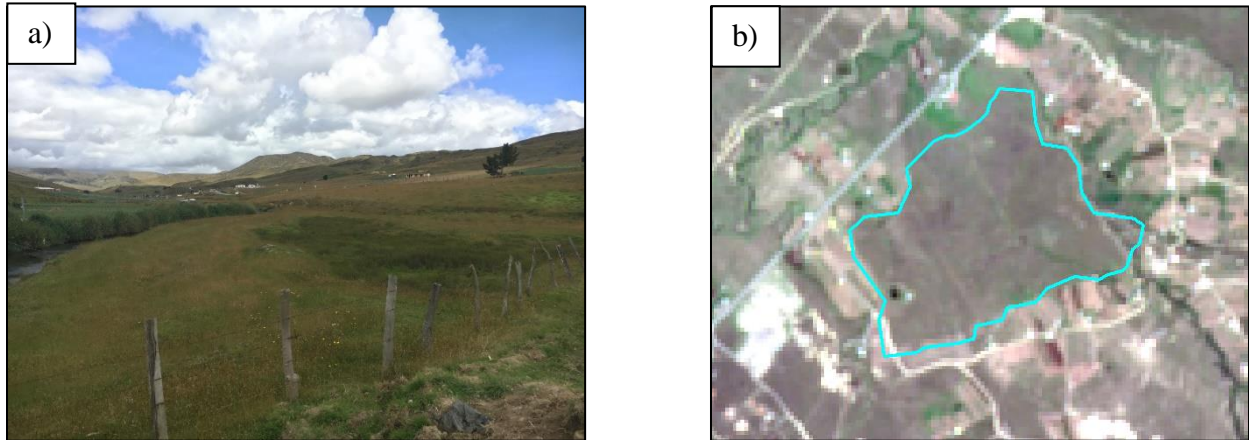


Figura 10. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.3.1. (b)

2.4.1. Mosaico de cultivos: Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 23.

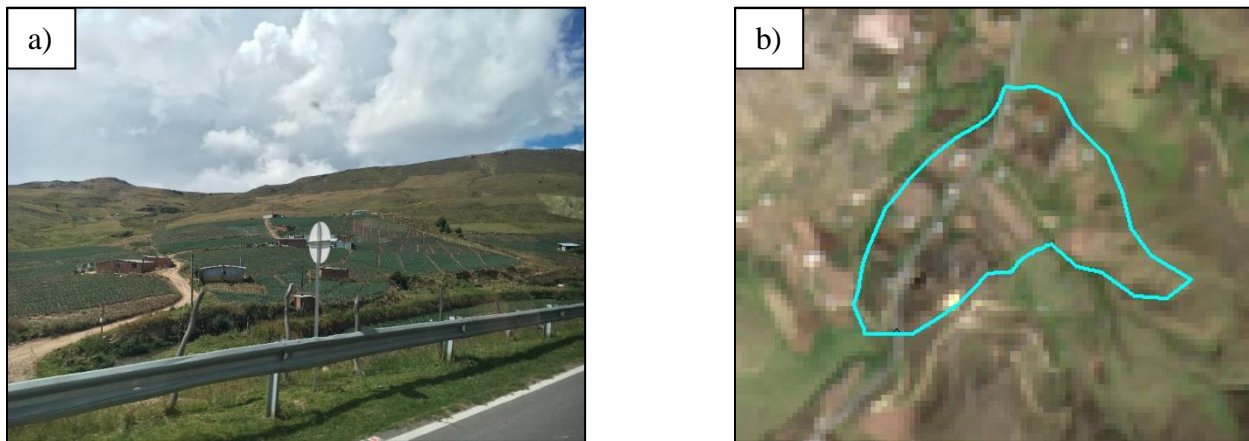


Figura 11. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.4.1. (b)

2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos: Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 24.

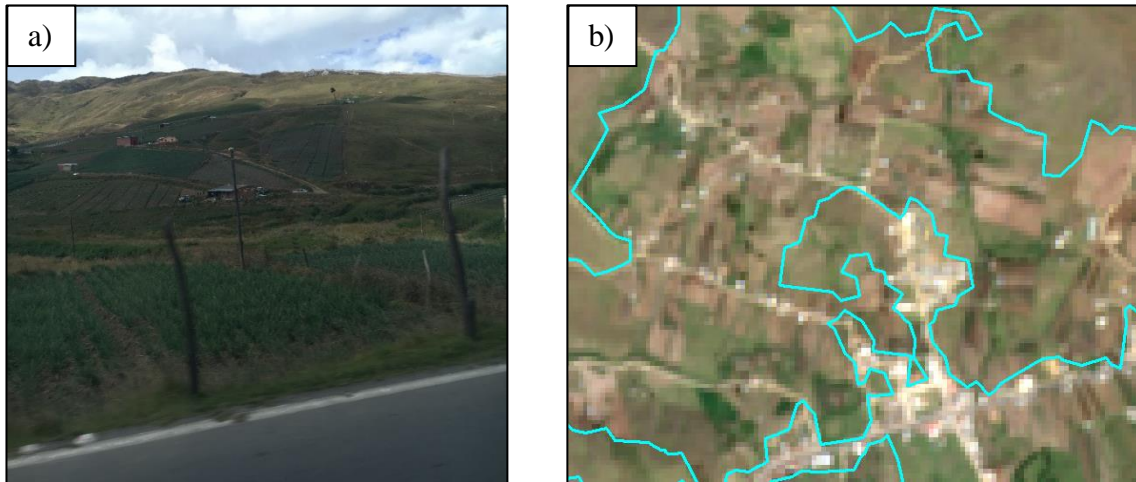


Figura 12. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 2.4.2. (b)

3.1.1. Bosque denso: Es una cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbóreos, los cuales forman un estrato de copas. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999). Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 25.

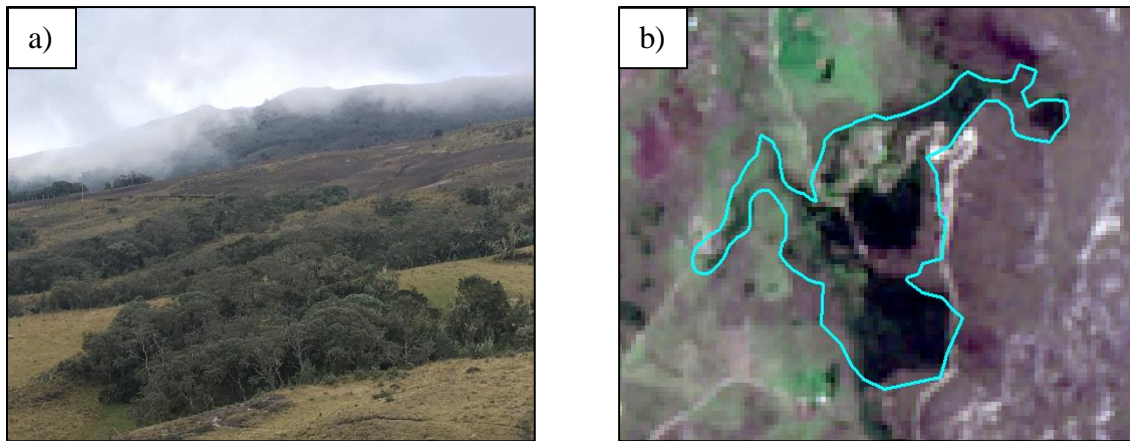


Figura 13. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.1. (b)

3.1.4. Bosque de galería y ripario: Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 26.

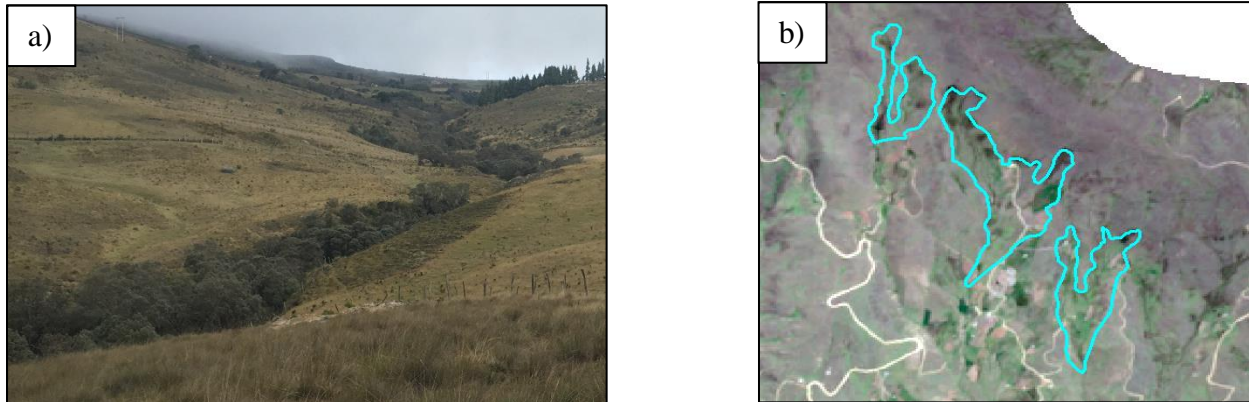


Figura 14. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.4. (b)

3.1.5. Plantación forestal: Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 27.

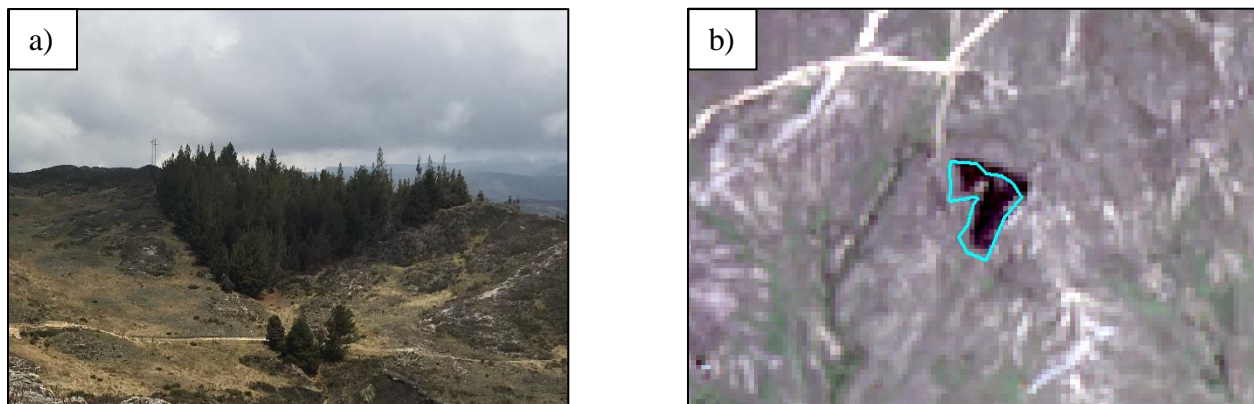


Figura 15. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.1.5. (b)

3.2.1. Herbazal: Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Se localizan principalmente en áreas con limitaciones de suelos y de clima, como la altillanura de la Orinoquía, y las zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña (IGAC, 1999). Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 28.

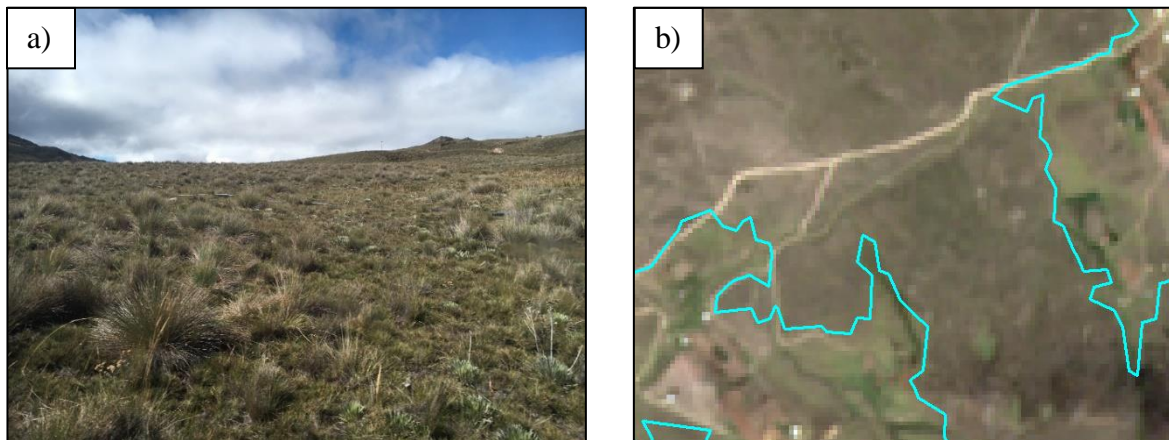


Figura 16. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.2.1. (b)

3.3.2. Afloramientos rocosos: Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glaciaria. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. Se localizan principalmente en las áreas de fuerte pendiente, donde predominan los sustratos de rocas duras y resistentes, asociadas con fallas y deformaciones geológicas, volcanes y glaciares de montaña, localizados en

la región andina. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 29.

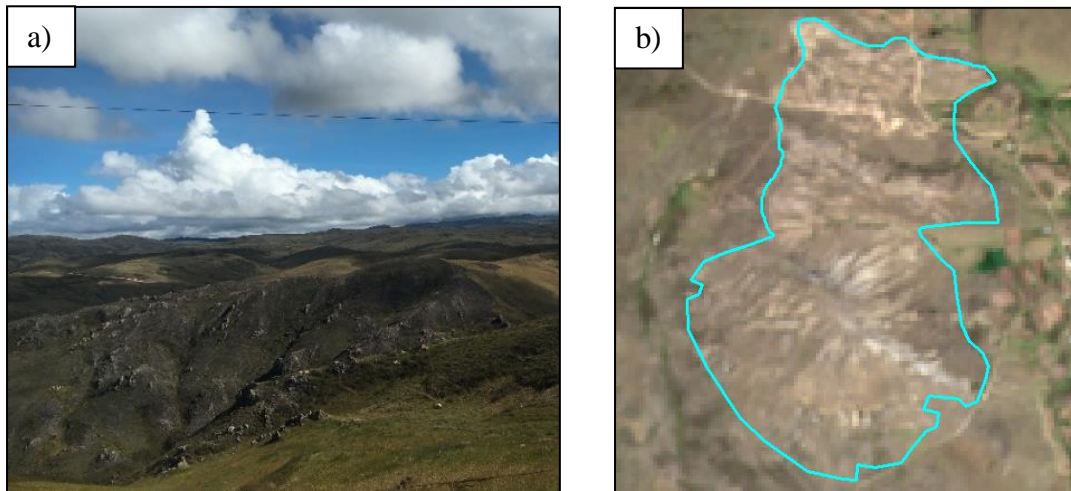


Figura 17. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 3.3.2. (b)

5.1.4. Cuerpos de agua artificiales: Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos. Una muestra de esta cobertura fotografiada y delimitada en imagen satelital puede verse a continuación, en la Figura 30.

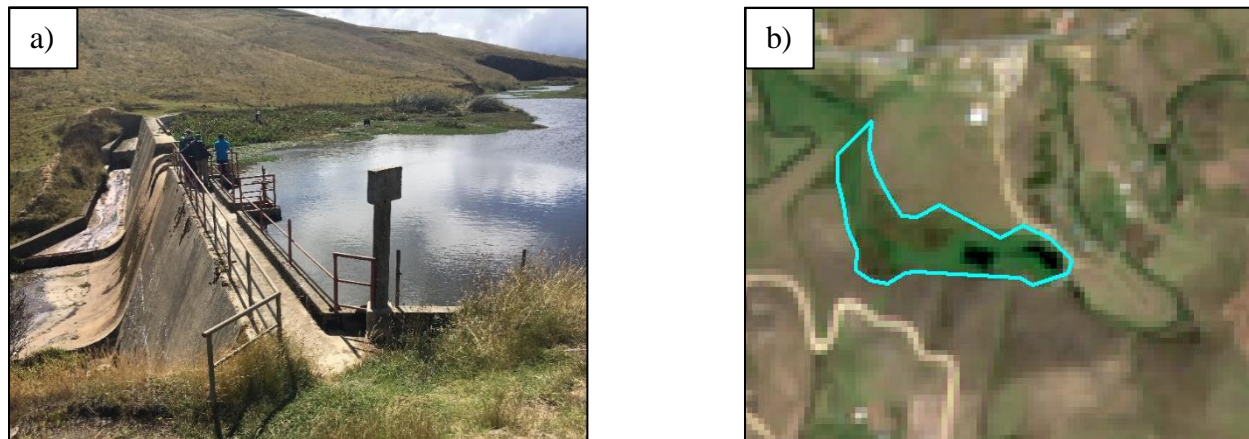


Figura 18. Registro fotográfico (a) y delimitación de cobertura 5.1.4. (b)

2.4 Clasificación y delimitación de las coberturas del suelo

En este capítulo se presentan los resultados estadísticos de los mapas finales. En total se generaron cuatro mapas de cobertura que pueden verse en el Apéndice E y son descritos a continuación:

2.4.1 Mapa en escala 1:25000 para el año 2015. En la Tabla 3 se muestran los tipos de coberturas identificados junto con el área en hectáreas y en porcentaje que ocupan en la cuenca.

Tabla 3. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 2015, escala 1:25000

Leyenda	Área [Ha]	Porcentaje
3.2.1. Herbazal	7707.89	56.00%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2830.53	20.56%
2.3.1. Pastos limpios	1698.98	12.34%
3.3.2. Afloramientos rocosos	1193.75	8.67%
3.1.4. Bosque ripario	164.37	1.19%
2.4.1. Mosaico de cultivos	102.51	0.74%
3.1.1. Bosque denso	40.4	0.29%
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	19.56	0.14%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	4.57	0.03%
3.1.5. Plantación forestal	1.69	0.01%
Total	13764	100.00%

La cobertura que ocupa el mayor porcentaje de área de la cuenca es el herbazal, vegetación natural característica de paramo (Suárez-Parra et al., 2016), (Andean Geological Services Ltda., 2015) y es allí donde se pueden encontrar los frailejones; también es aquí donde se almacena la mayor cantidad de agua en el suelo, la cual alimenta ríos y quebradas y sirve de reserva para las épocas de sequía.

La siguiente cobertura que destaca en la cuenca con respecto al área son los mosaicos de pastos y cultivos junto con los pastos limpios en tercer lugar; estos cultivos se componen principalmente de cebolla larga y uno que otro cultivo de papa, y los pastos limpios los cuales se usan para el pastoreo del ganado.

La cobertura de menos área es la plantación forestal que ocupa únicamente un 0.01 por ciento del área total, esta cobertura se refiere a bosques de coníferas, los cuales no son propios de la zona y fueron plantados aquí por la misma gente que ocupa el páramo como planes de forestación años atrás.

2.4.2 Mapas en escala 1:100000 para los años 1987, 1997 y 2015. Estos mapas se hicieron para comparar el cambio que se ha venido produciendo en la cobertura del suelo en periodos de aproximadamente 10 años; primero para comparar el cambio entre los años 1987 y 1997 y por último entre los años 1997 y 2015. Para los años 1987 y 1997 la mejor escala que se pudo alcanzar es 1:100000 razón por la cual se elaboró un mapa en esa misma escala para el año 2015.

A continuación, en las Tablas 4 y 5 se presentan las coberturas identificadas para los años 1987 y 1997.

Tabla 4. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 1987, escala 1:100000

Leyenda	Área [Ha]	Porcentaje
3.2.1. Herbazal	5707.96	41.47%
2.3.1. Pastos limpios	2896.98	21.05%
3.3.2. Afloramientos rocosos	2241.81	16.29%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1555.92	11.30%
3.1.4. Bosque ripario	1201.48	8.73%
2.4.1. Mosaico de cultivos	160.24	1.16%
Total	13764	100%

Las ocupaciones de las coberturas de la tierra para el año 1987 se distribuyen completamente entre los niveles 2 y 3 de la leyenda nacional, donde las zonas de bosques y áreas seminaturales (herbazal, afloramientos rocosos y bosques riparios), se extienden en aproximadamente un 65% del área de la cuenca. Por otra, parte, la cobertura más extensa de territorio agrícola son los pastos limpios con un 21,05%.

Tabla 5. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 1997, escala 1:100000

Leyenda	Área [Ha]	Porcentaje
3.2.1. Herbazal	6912.05	50.22%
3.3.2. Afloramientos rocosos	2327.71	16.91%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2078.81	15.10%
2.3.1. Pastos limpios	1235.09	8.97%
3.1.4. Bosque ripario	989.28	7.19%
2.4.1. Mosaico de cultivos	221.48	1.61%
TOTAL	13764	100%

En los resultados de coberturas se puede notar que la cobertura que predomina en el páramo para el año 1997 es el herbazal, así como los afloramientos rocosos y los mosaicos de pastos y cultivos.

En la Tabla 6 se muestran los tipos de coberturas identificados junto con el área en hectáreas y en porcentaje que ocupan en la cuenca para el año 2015.

Tabla 6. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje para el año 2015, escala 1:100000

Leyenda	Área [Ha]	Porcentaje
3.2.1. Herbazal	8007.89	58.18%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	3106.49	22.57%
2.3.1. Pastos limpios	1377.71	10.01%
3.3.2. Afloramientos rocosos	1150.02	8.36%
2.4.1. Mosaico de cultivos	65.89	0.48%
3.1.4. Bosque ripario	56.26	0.41%
Total	13764	100%

Dado el detalle de la escala 1:100000, en el mapa no se observaron algunas coberturas las cuales si se vieron en el mapa 1:25000, estas son: bosques densos, plantación forestal, tejido urbano discontinuo y cuerpos de agua artificiales.

2.4.3 Control de calidad. En caso de que se requiera hacer un control de calidad, en el Apéndice F se presentan las tablas de atributos de los mapas, las cuales contienen todos los campos requeridos mencionados en la metodología.

2.5 Medición del cambio de cobertura

La medición del cambio se hizo cuantitativamente, comparando las áreas en hectáreas de las coberturas. En la Tabla 7 se muestran las coberturas, el área en hectáreas de cada año y la diferencia entre estos, una diferencia positiva significa que la cobertura ha aumentado, por lo tanto, la negativa significa que la cobertura ha disminuido.

Tabla 7. Comparación en área y porcentual entre las coberturas de los años 1987 y 1997, escala 1:100000

Leyenda	1987	1997	Diferencia (ha)	Porcentaje
2.3.1. Pastos limpios	2896.98	1235.09	-1661.89	-57%
2.4.1. Mosaico de cultivos	160.24	221.48	61.23	38%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1555.92	2078.81	522.89	34%
3.1.4. Bosque ripario	1201.48	989.28	-212.20	-18%
3.2.1. Herbazal	5707.96	6912.05	1204.08	21%
3.3.2. Afloramientos rocosos	2241.81	2327.71	85.89	4%

En la Figura 19 se muestra un diagrama de barras comparativo de las coberturas entre los años 1987 y 1997.

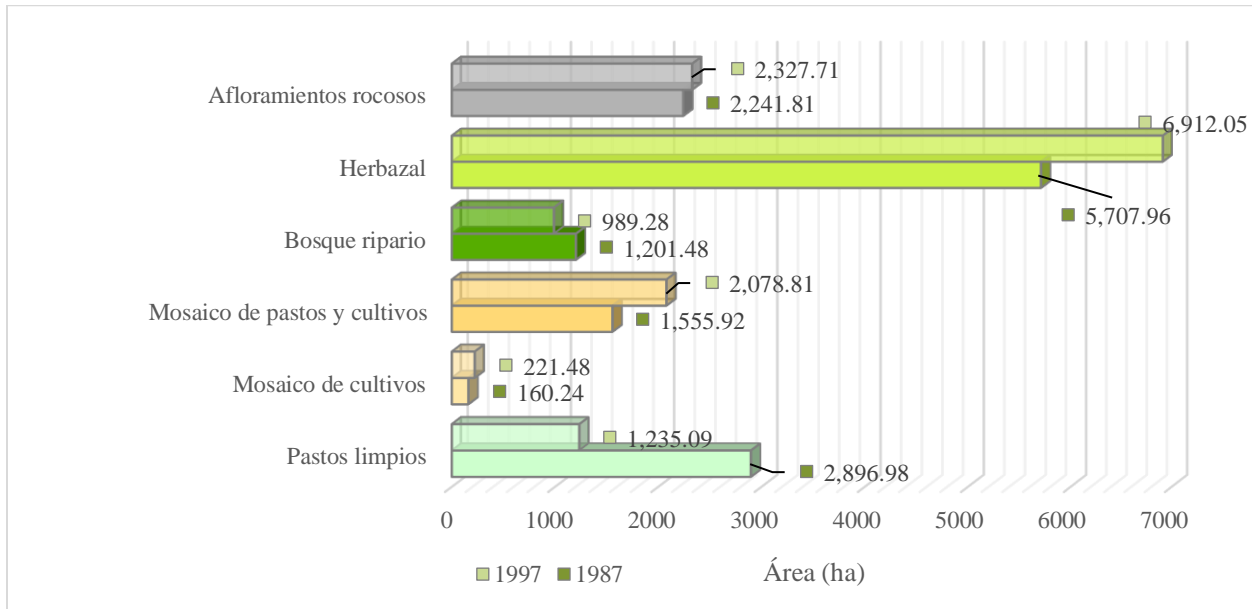


Figura 19. Áreas (ha) de las coberturas en los mapas de los años 1987 y 1997

Los cambios más notorios entre estos años se ven en los mosaicos de pastos y cultivos, los cuales aumentan aproximadamente 523 ha al año 1997. Aumentan las zonas de herbazales, estas son zonas naturales donde posiblemente se revegetalizó con el fin de aumentar la cobertura típica de ese ecosistema por intervención antrópica, esta puede ser una de las razones de su aumento en la cobertura, así como no se descarta una posible mala interpretación en alguno de los dos años. Disminuyen los pastos limpios, esto se debe a que en algunas zonas donde antes había pastos limpios ahora hay cultivos, así también se explica el aumento en el mosaico de pastos y cultivos y de mosaico de cultivos.

En la Tabla 8 y en la Figura 20 se muestra la comparación realizada entre los años 1997 y 2015.

Tabla 8. Comparación en área y porcentual entre las coberturas de los años 1997 y 2015, escala 1:100000

Leyenda	1997	2015	Diferencia	Porcentaje
3.1.4. Bosque ripario	989.28	56.26	-933.02	-94%
2.4.1. Mosaico de cultivos	221.48	65.89	-155.59	-70%
3.3.2. Afloramientos rocosos	2327.71	1150.02	-1177.69	-51%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2078.81	3106.49	1027.68	49%
3.2.1. Herbazal	6912.05	8007.89	1095.84	16%
2.3.1. Pastos limpios	1235.09	1377.71	142.62	12%

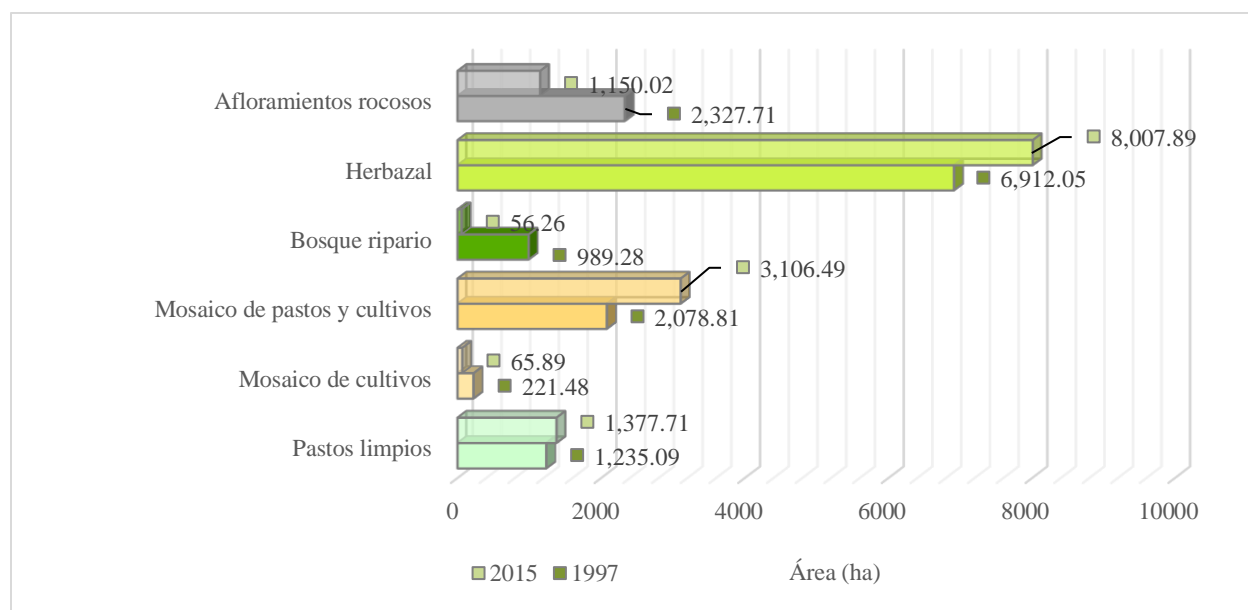


Figura 20. Áreas (ha) de las coberturas en los mapas de los años 1997 y 2015

Igualmente, como se vio en la comparación de coberturas entre los años 1987 y 1997, entre 1997 y 2015 también se ve un aumento en los mosaicos de pastos y cultivos y en los herbazales. El bosque ripario disminuye en una medida de 933 ha.

Los mosaicos de pastos y cultivos tienden siempre a aumentar con el paso de los años, en el año 1987 los cultivos se localizaban principalmente a lo largo de la carretera nacional, con el pasar de los años se fueron haciendo caminos secundarios a lo ancho de la cuenca y son en estos caminos donde ahora se ven también los cultivos.

Adicionalmente en el apéndice G se puede ver un cuadro y una figura comparativa del cambio de las coberturas entre todos los años (1987, 1997 y 2015).

Cambio posterior a la verificación de coberturas: En la Tabla 9 se muestra cuánta diferencia porcentual hubo entre las coberturas de los mapas en 1:25000 del 2015 tras la visita de verificación realizada y su posterior edición de acuerdo a las anotaciones hechas.

Tabla 9. Cuadro de cambio porcentual posterior a edición tras visita de verificación para mapa del año 2015, escala 1:25000

Leyenda	Á. Antes (ha)	Á. Después (ha)	% Antes	% Después	% Cambio
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	17.22	19.56	0.13%	0.14%	0.017%
2.3.1. Pastos limpios	1741.88	1698.98	12.65%	12.34%	0.311%
2.4.1. Mosaico de cultivos	70.04	102.51	0.51%	0.74%	0.236%
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2725.68	2830.53	19.80%	20.56%	0.762%
3.1.1. Bosque denso	18.79	40.40	0.14%	0.29%	0.157%
3.1.4. Bosque ripario	150.51	164.37	1.09%	1.19%	0.101%
3.1.5. Plantación forestal	0.00	1.69	0.00%	0.01%	0.012%
3.2.1. Herbazal	8056.01	7707.89	58.53%	56.00%	2.528%
3.3.2. Afloramientos rocosos	979.88	1193.75	7.12%	8.67%	1.554%
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	4.49	4.57	0.03%	0.03%	0.001%
Total	13764.27		100%	100%	5.68%

Tras la visita de verificación, se pudo calcular, que aproximadamente el 94% de las coberturas previamente cartografiadas no presentaron cambio. Por otra, parte, las mayores diferencias a la interpretación se encontraron en los herbazales, presentes principalmente en las zonas altas de la

cuenca, que se sobreestimaron principalmente en zonas donde se encontraban afloramientos rocosos y pastos.

Otro cambio significativo fue el aumento de cultivos en general (mosaico de cultivos y mosaico de pastos y cultivos). Ya que la visita se hacía a lo largo de las vías de la zona donde principalmente se encontraban estas coberturas, era sencillo de corregir las interpretaciones previamente hechas.

3. Conclusiones y recomendaciones

La teledetección combinada con la habilidad de interpretación de imágenes apoyados en el manejo de herramientas de sistemas de información geográfica SIG fueron clave para el desarrollo del proyecto. El mundo avanza continuamente en estos aspectos y las nuevas misiones satelitales como SENTINEL 2A, permiten la adquisición gratuita y el manejo de imágenes multibanda en mejores resoluciones de las que antes estaban a disposición.

El implemento de herramientas SIG a través del software ArcGIS permitió manejar la información de manera ágil, ordenada y sencilla. En el actual estudio se realizó desde la manipulación y procesamiento de las imágenes satelitales hasta la edición y obtención final de los mapas de coberturas vegetales.

Al realizar dos mapas para el año 2015 en diferentes escalas se pudo apreciar que en la escala más fina se lograron identificar nueve coberturas diferentes, mientras que en el mapa de 1:100000 solo se lograron representar seis coberturas, tales como tejido urbano discontinuo, el cual se unió a los mosaicos de pastos y cultivos, los bosques densos pasaron a formar parte de los herbazales y los cuerpos de agua artificiales de los pastos limpios. Estas combinaciones se realizaron determinando si las coberturas presentes cumplían el área mínima cartografiable para escala de 1:100000, pero, además teniendo en cuenta que, al hacer una comparación del cambio con

coberturas de otros años, estas debían coincidir para evitar errores de cálculo. El criterio empleado para estas modificaciones fue la predominancia de las coberturas contiguas.

Con el análisis de los cambios de cobertura se pudo observar y determinar que uno de los cambios más notorios y que destacó principalmente por el efecto que tienen las prácticas agrícolas y ganaderas sobre el ecosistema de subpáramo, fue el aumento de los cultivos y pastos limpios.

Los mosaicos de pastos y cultivos aumentaron de 2078.81 a 3106.49 hectáreas entre los años 1997 y 2015, respectivamente, es decir, un total de 1027.68 ha. El aumento de esta cobertura se ve reflejado en la deforestación, en la disminución de los mosaicos de cultivos, ya que se empiezan a ver con mayor frecuencia pastos intercalados de cultivos y no es posible dada a la escala dejarlos como mosaicos de cultivos y en los herbazales, el cual el cambio no es muy notorio ya que se puede ver que no todas las zonas deforestadas fueron usadas para cultivos, otras de ellas fueron solo taladas probablemente para usar únicamente la madera y en esas zonas la vegetación boscosa se ve reemplazada por la natural, a este efecto se le llama proceso de paramización (Amat Garcia & Vargas Rios, 2002). Por otra parte, para el año 2015 en el mapa de escala 1:25000 se determinaron plantaciones forestales principalmente de pinos como consecuencia de planes de reforestación, sin embargo, esta especie que no es propia de la zona consume una gran cantidad de agua y minerales del suelo, afectando la fauna y flora.

Otro cambio notorio es el aumento de los herbazales, el cual se puede ver en los mapas que coincide en su mayoría con la disminución de los bosques riparios; a este fenómeno se le denomina proceso de paramización en las memorias del congreso mundial de paramos del año 2002, y se refiere a el reemplazo de la vegetación boscosa por la vegetación natural de paramo (Amat Garcia & Vargas Rios, 2002), por otro lado, otra posible causa de este aumento se deba a que la vegetación boscosa ha disminuido hasta el punto que ya en la escala 1:100000 no se puede representar, por lo

tanto se toma como herbazal, no implicando así que esta cobertura haya desaparecido por completo, así que se recomienda para futuros estudios de cambios de cobertura mejorar la escala de los mapas.

Con base en los resultados cartográficos para cada uno de los años trabajados, se puede decir que la cobertura que ocupa más área en la cuenca del río Jordán corresponde a los herbazales. El nivel jerárquico general del estudio no permite especificar en esta diversa especie vegetal resistente a condiciones extremas como se presentan en la zona con el clima frío. Esta cobertura, de acuerdo con los resultados y a literatura revisada, es vegetación característica de ecosistemas de páramo y subpáramo y permite retener la humedad del ambiente. Se presentó siempre un aumento de la cobertura en ambas comparaciones, este aumento se ve representado en cifras de 1204 y 1096 hectáreas para los años 1997 y 2015, respectivamente, ocupando el 41, 50 y 58 por ciento del área total de la cuenca para los años 1987, 1997 y 2015, respectivamente, creciendo desde los límites de la cuenca donde se encontraban altitudes cercanas a los 3700 msnm, donde se coincidió con la presencia de afloramientos rocosos.

Referencias bibliográficas

- Amat García, G., & Vargas Rios, O. (2002). Congreso mundial de paramos memorias tomo I, Mayo de 2002.
- An, Y., Zhao, W., & Zhang, Y. (2012). Accuracy assessments of the GLOBCOVER dataset using global statistical inventories and FLUXNET site data. *Acta Ecologica Sinica*, 32(6), 314–320. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2012.09.001>
- Andean Geological Services Ltda. (2015). *Mapa de Cobertura (Corine Land Cover) - Formulación del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Parque Natural Regional Páramo de Rabanal, Municipio de Samacá (Boyacá)*.
- ArcGIS. (n.d.-a). Comprender la reclasificación. Retrieved January 15, 2018, from <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-reclassification.htm>
- ArcGIS. (n.d.-b). Crear zonas individuales con Grupo de regiones. Retrieved January 7, 2018, from <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/creating-individual-zones-with-region-group.htm>
- Cárdenas, G., & Toscano, Y. (2014). *Elaboración Del Mapa De Coberturas, Aplicando La Metodología “Corine Land Cover”, Para La Provincia De García Rovira En El Departamento De Santander*. Universidad Industrial de Santander.
- Finck, A. (1975). Vink, A. P. A.: Land use in advancing agriculture. (Advanced Series in Agric. Science 1). Springer, Berlin 1975. 394 Seiten, 115 Tab., 94 Abb., Format 25 × 17, Leinen, 60 DM. *Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde*, 139(5). <https://doi.org/10.1002/jpln.19761390523>
- García-Álvarez, D., & Olmedo, M. T. C. (2017). Changes in the methodology used in the

production of the Spanish CORINE: Uncertainty analysis of the new maps. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 63, 55–67.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.07.001>

Grupo de investigación GEOMÁTICA Universidad Industrial de Santander. (2015). *Estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Municipio de Vélez, Departamento de Santander. Volumen IV: Determinación de la amenaza del área rural.* Bucaramanga.

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

IDEAM. (2012a). Manual de Control de Calidad para el Procedimiento de Cobertura de la Tierra (2.0, p. 20). Bogotá.

IDEAM. (2012b). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000, Periodo 2010-2012, 1.

IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena - Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000.* Bogotá.

IGAC. (1999). *Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) - Colombia.* Bogotá: IGAC,.

IGAC. (2004). Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum Oficial de Colombia. Retrieved from <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/4b831c00469f7616afeebf923ecdf8fe/adopcion.pdf?MOD=AJPERES>

Instituto Humboldt Colombia, CORPONOR, CDMB, & Gobernación de Santander. (2008).

Declaratoria de un área de manejo especial en el Páramo de Berlín.

Los páramos, fábricas de agua | Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. (n.d.). Retrieved May

7, 2018, from

<http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/los-paramos-fabricas-de-agua>

Pérez-Hoyos, A., García-Haro, F. J., & San-Miguel-Ayanz, J. (2012). Conventional and fuzzy

comparisons of large scale land cover products: Application to CORINE, GLC2000, MODIS and GlobCover in Europe. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 74, 185–

201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.09.006>

Restrepo, J., Suárez, C. A., & Álvarez, M. Y. (2008). Plan integral de manejo del Distrito de

Manejo Integrado de los recursos naturales “Páramo de Berlín.” In *CDMB (Corporación Autónoma Regional Para La Defensa De La Meseta De Bucaramanga)* (p. 103).

Bucaramanga.

Rujoiu-Mare, M.-R., & Mihai, B.-A. (2016). Mapping Land Cover Using Remote Sensing Data

and GIS Techniques: A Case Study of Prahova Subcarpathians. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 244–255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.029>

Sanli, F. B., Abdikan, S., Esetlili, M. T., & Sunar, F. (2017). Evaluation of image fusion methods

using PALSAR, RADARSAT-1 and SPOT images for land use/ land cover classification. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 45(4), 591–601.

<https://doi.org/10.1007/s12524-016-0625-y>

Suárez-Parra, K. V, Cély-Reyes, G. E., & Forero-Ulloa, F. E. (2016). Validación de la metodología

Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso

microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 1–15.

Valencia, G., & Anaya, J. (2009). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER CON IMÁGENES IKONOS. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 39–52.

Vargo, J., Habeeb, D., & Stone, B. (2013). The importance of land cover change across urban–rural typologies for climate modeling. *Journal of Environmental Management*, 114, 243–252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.007>

Vittorio, C. A. Di, & Georgakakos, A. P. (2018). Land cover classification and wetland inundation mapping using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 204, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.11.001>

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. <https://doi.org/978-92-3-100071-3>

Zomlot, Z., Verbeiren, B., Huysmans, M., & Batelaan, O. (2017). Trajectory analysis of land use and land cover maps to improve spatial–temporal patterns, and impact assessment on groundwater recharge. *Journal of Hydrology*, 554, 558–569. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2017.09.032>

Apéndices

Apéndice A. Leyenda nacional de coberturas de la tierra para Colombia de CORINE Land Cover

Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto nivel	Sexto nivel	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo				
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo				
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales		1.2.1.1. Zonas industriales		
				1.2.1.2. Zonas comerciales		
		1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados		1.2.2.1. Red vial y territorios asociados		
				1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados		
		1.2.3. Zonas portuarias		1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales		
	1.2.4. Aeropuertos		1.2.3.2. Zonas portuarias marítimas			
			1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada			
			1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada			
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.2.5. Obras hidráulicas				
		1.3.1. Zonas de extracción minera		1.3.1.1. Otras explotaciones mineras		
				1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos		
				1.3.1.3. Explotación de carbón		
				1.3.1.4. Explotación de oro		
				1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción		
				1.3.1.6. Explotación de sal		
		1.3.2. Escombreras y vertederos		1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto		
				1.3.2.2. Escombreras		
				1.3.2.3. Vertederos		
			1.3.2.4. Relleno sanitario			
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas		1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas			
			1.4.1.2. Parques cementerios			
			1.4.1.3. Jardines botánicos			
			1.4.1.4. Zoológicos			
			1.4.1.5. Parques urbanos			
			1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas			
	1.4.2. Instalaciones recreativas		1.4.2.1. Áreas culturales			
			1.4.2.2. Áreas deportivas			
			1.4.2.3. Áreas turísticas			

Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto nivel	Sexto nivel
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos anuales o transitorios	2.1.1. Otros cultivos anuales o transitorios			
		2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz		
			2.1.2.2. Maíz		
			2.1.2.3. Sorgo		
			2.1.2.4. Cebada		
			2.1.2.5. Trigo		
		2.1.3. Olefinosas y leguminosas	2.1.3.1. Algodón		
			2.1.3.2. Ajonjolí		
			2.1.3.3. Fríjol		
			2.1.3.4. Soya		
			2.1.3.5. Maní		
		2.1.4. Hortalizas	2.1.4.1. Cebolla		
			2.1.4.2. Zanahoria		
			2.1.4.3. Remolacha		
		2.1.5. Tubérculos	2.1.5.1. Papa		
	2.2 Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.1.5.2. Yuca		
			2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos		
			2.2.1.2. Caña		
			2.2.1.2. Banano y plátano		
			2.2.1.3. Tabaco		
			2.2.1.4. Papaya		
			2.2.1.5. Amapola		
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos		
			2.2.2.2. Café		
		2.2.2.3. Cacao			
		2.2.2.4. Viñedos			
		2.2.2.5. Coca			
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos		2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos			
		2.2.3.2. Palma de aceite			
		2.2.3.3. Cítricos			
	2.2.3.4. Mango				
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados				
	2.2.4.2. Cultivos y árboles plantados				
2.2.5. Cultivos confinados					
2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios				
	2.3.2. Pastos arbolados				
	2.3.3. Pastos enmalezados o enastrojados				
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos				
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos				
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales				
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales				
	2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales				

Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto nivel	Sexto nivel											
3. BOSQUE Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable											
					3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable									
			3.1.2. Bosque abierto	3.1.2.1. Bosque abierto alto	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable										
					3.1.2.2. Bosque abierto bajo	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable									
			3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3.1.5.1. Plantación de coníferas	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas									
						3.1.4. Bosque de galería y ripario	3.1.5. Plantación forestal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado	3.2.1.1.2.3. Arrachal
		3.2.1.2. Herbazal denso						3.2.1.2.1. Herbazal denso arenoso	3.2.1.2.2. Herbazal denso rocoso							
		3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo										
					3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	3.3.1.1. Playas	3.3.1.2. Arenales	3.3.1.3. Campos de dunas						
		3.3. Áreas abiertas, son o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.2. Afloramientos rocosos				3.3.3. Tierras desnudas o degradadas	3.3.4. Zonas quemadas	3.3.5. Zonas glaciares y nivales						
				3.3.2. Afloramientos rocosos	3.3.3. Tierras desnudas o degradadas	3.3.4. Zonas quemadas	3.3.5. Zonas glaciares y nivales									
								3.3.5.1. Zonas glaciares	3.3.5.2. Zonas nivales							
				3.3.3. Tierras desnudas o degradadas	3.3.4. Zonas quemadas	3.3.5. Zonas glaciares y nivales	3.3.5.1. Zonas glaciares	3.3.5.2. Zonas nivales								
							3.3.5.1. Zonas glaciares	3.3.5.2. Zonas nivales								

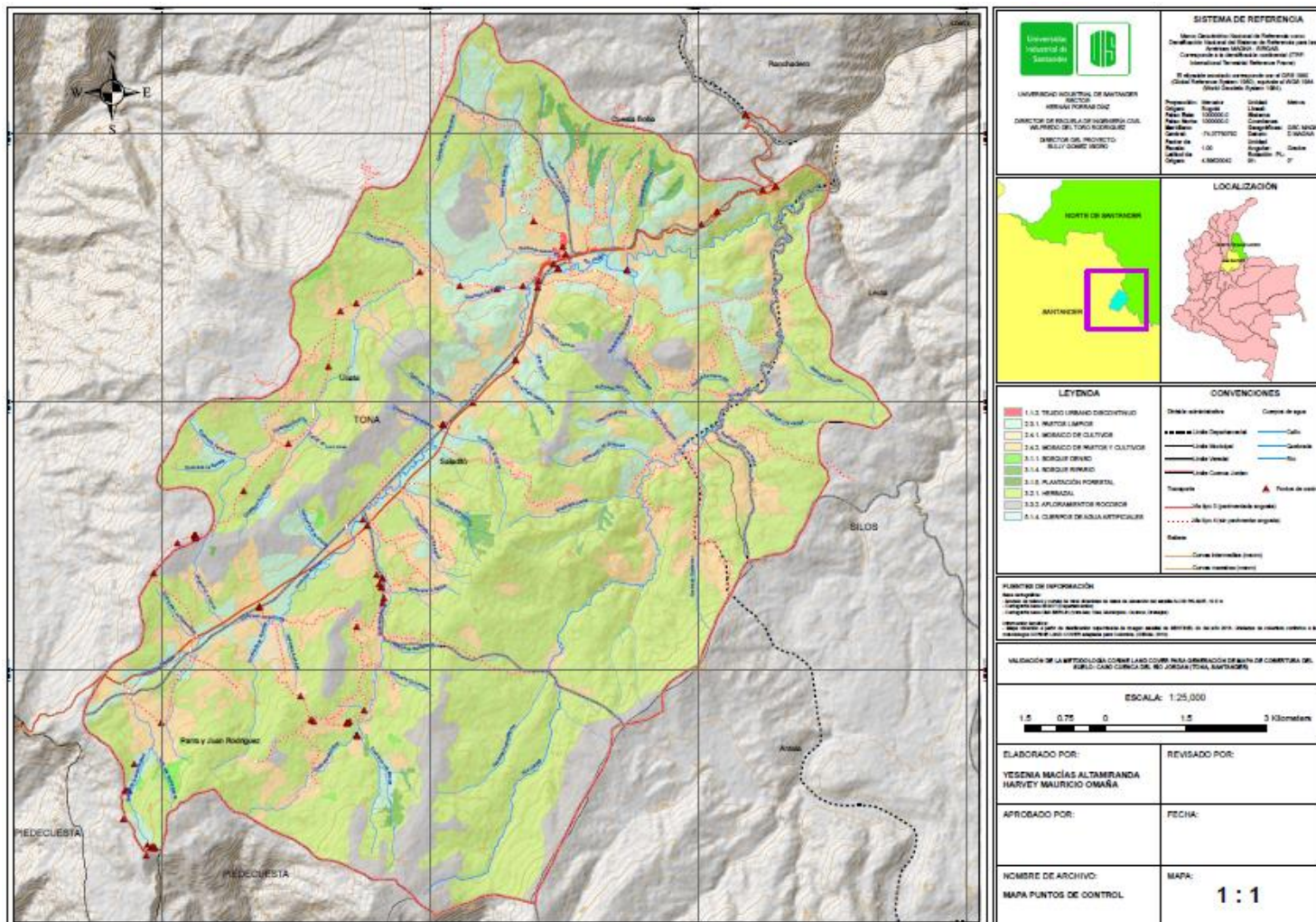
Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Cuarto nivel	Quinto nivel	Sexto nivel	
4. ÁREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas pantanosas				
		4.1.2. Turberas				
		4.1.3. Esteros				
		4.1.4. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua				
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros				
		4.2.2. Salitral				
		4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar				
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)				
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales				
5.1.3. Canales						
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales		5.1.4.1. Embalses				
				5.1.4.2. Lagunas de oxidación		
				5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental		
	5.2. Aguas marítimas	5.2.1. Lagunas costeras				
		5.2.2. Estuarios				
		5.2.3. Mares y océanos	5.2.3.1. Otros fondos			
			5.2.3.2. Fondos coralinos someros			
			5.2.3.3. Praderas de pastos marinos someras			
			5.2.3.4. Fondos someros de arenas y cascajo			
		5.2.4. Estanques para acuicultura				

Fuente: Adaptado de ¹

Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .xlsx, bajo el nombre Apéndice A.

¹ IDEAM, *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.,*

Apéndice B. Mapa de puntos de control

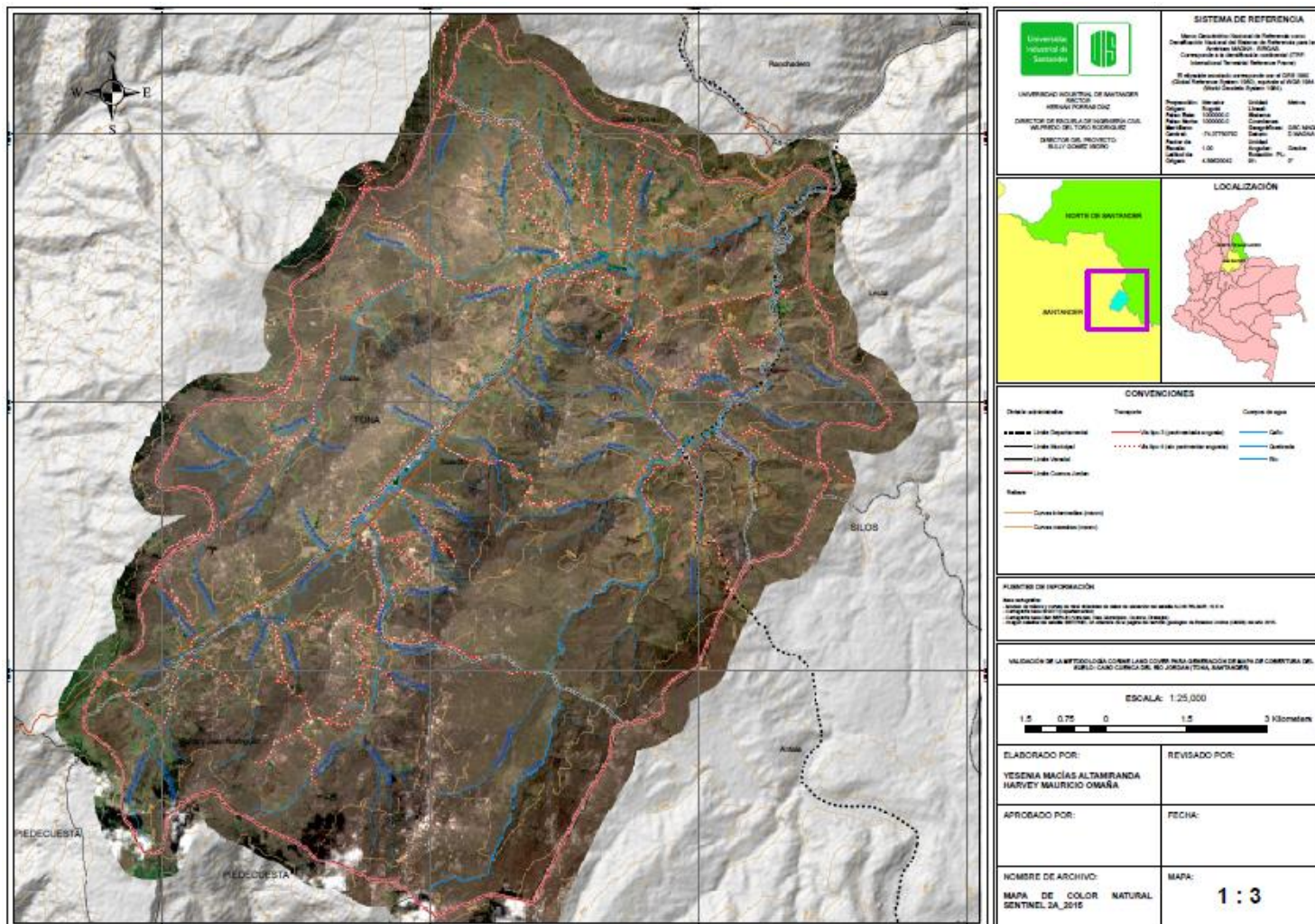


Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .pdf, bajo el nombre Apéndice B

Apéndice C. Mapas temáticos de apoyo

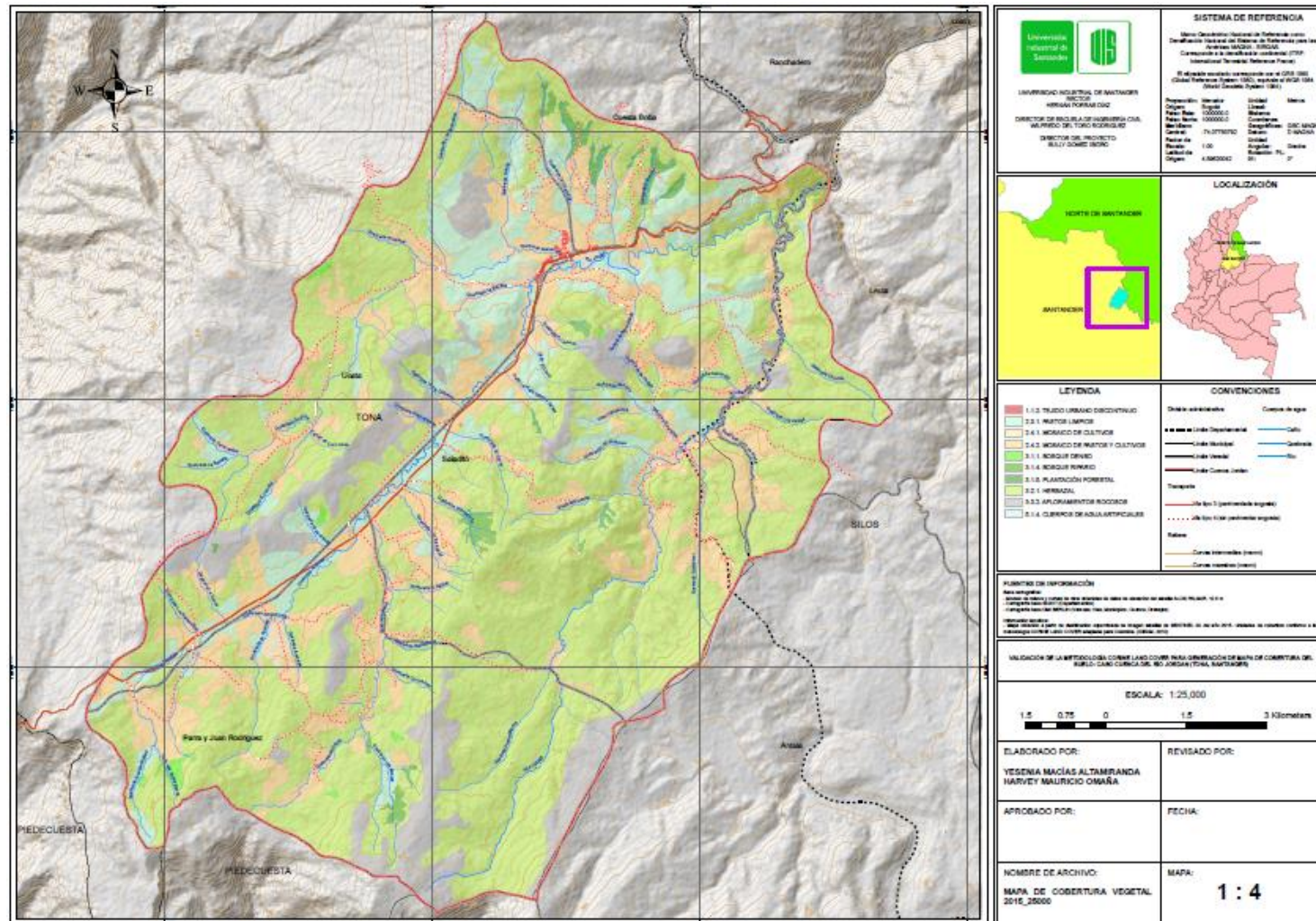
Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .pdf, bajo el nombre Apéndice C.

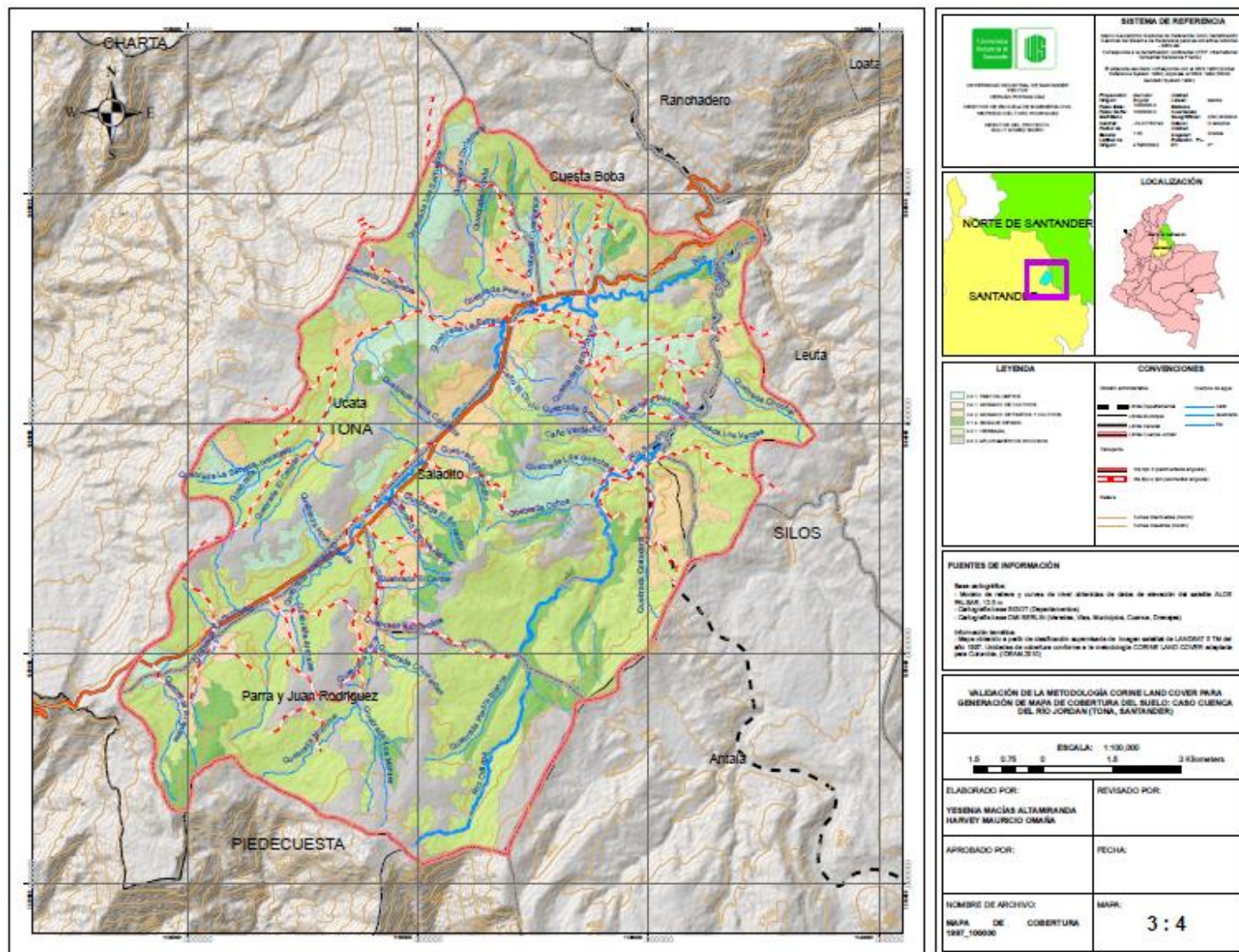
Apéndice D. Combinación color natural de las imágenes satelitales de SENTINEL 2A y LANDSAT 5 TM



Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .pdf, bajo el nombre Apéndice D.

Apéndice E. Mapas de cobertura del suelo





Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .pdf, bajo el nombre Apéndice E.

Apéndice F. Tabla de atributos de los mapas de cobertura vegetal

LEYENDA	CODIGO_CLC	Shape_Leng	Shape_Area	AREA_HA	INSUMO	APOYO	CONFIABILI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2539,39309605000	257958,49076100000	25,79584907610	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5105,85161626000	631437,68886700000	63,14376888670	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	9512,20489010000	885059,31420800000	88,50593142080	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7958,35475459000	1028795,14420000000	102,87951442000	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5800,94659855000	1096355,40105000000	109,63554010500	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	11894,63325540000	1611463,65051000000	161,14636505100	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7991,47502984000	1744463,46074000000	174,44634607400	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	10451,71430030000	2394806,09137000000	239,48060913700	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	86285,28007880000	19319485,04730000000	1931,94850473000	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	2866,32082514000	294537,64267900000	29,45376426790	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	2651,68944307000	315567,00794800000	31,55670079480	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3695,46668430000	428631,21139800000	42,86312113980	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3595,18926033000	563681,43158600000	56,36814315860	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2655,27273148000	252085,38491000000	25,20853849100	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2935,14427505000	257261,99125000000	25,72619912500	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3432,45423611000	278181,15510200000	27,81811551020	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3113,34817897000	489702,89594600000	48,97028959460	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4632,32225520000	511839,48707400000	51,18394870740	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	8085,16121491000	987956,20506000000	98,79562050600	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	12826,34189700000	1978215,48938000000	197,82154893800	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	12907,55486660000	2024970,36138000000	202,49703613800	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	21369,34290520000	2340950,04290000000	234,09500429000	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	25711,94173990000	6438045,45297000000	643,80454529700	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4753,55912480000	256959,64407200000	25,69596440720	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4531,88143198000	407964,95144500000	40,79649514450	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	3955,86275820000	417508,51494000000	41,75085149400	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	5973,44272612000	559240,68135900000	55,92406813590	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	5534,32978730000	623750,61394900000	62,37506139490	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	7206,98458120000	684152,67601100000	68,41526760110	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	9253,60581332000	879070,74192500000	87,90707419250	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	12671,53024640000	982063,14293800000	98,20631429380	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	7814,28449395000	997520,60194500000	99,75206019450	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	8503,50811416000	1213828,56991000000	121,38285699100	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	NO
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	9699,90969823000	1785848,73947000000	178,58487394700	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	30602,80030580000	3206923,18931000000	320,69231893100	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	3874,01605108000	268877,29382200000	26,88772938220	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4984,39457038000	324474,06693800000	32,44740669380	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	2582,03540055000	332216,84819200000	33,22168481920	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4975,52556125000	451005,21030600000	45,10052103060	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4881,43408908000	488170,45333500000	48,81704533350	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	9277,78813863000	818407,96067700000	81,84079606770	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	16710,97791200000	2258447,77424000000	225,84477742400	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	17165,06418520000	3686965,37685000000	368,69653768500	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH	SI

3.2.1. HERBAZAL	321	71069,76695890000	17239563,99150000000	1723,95639915000	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.2.1. HERBAZAL	321	135089,43392000000	31211492,87740000000	3121,14928774000	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3547,17611125000	253111,98015200000	25,31119801520	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3648,45324168000	299016,62829400000	29,90166282940	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4493,18940765000	364354,80585900000	36,43548058590	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4047,80014009000	387339,05390200000	38,73390539020	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3543,86265679000	519581,04337400000	51,95810433740	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4761,56369659000	549087,43792800000	54,90874379280	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5127,88731611000	913629,98793900000	91,36299879390	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5616,60131656000	1227515,74766000000	122,75157476600	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	8500,36590706000	2125483,86589000000	212,54838658900	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	8193,37275676000	2238004,96576000000	223,80049657600	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	16401,04278180000	2863818,91104000000	286,38189110400	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	37608,19337710000	4663925,18615000000	466,39251861500	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	41921,36378110000	6013232,11362000000	601,32321136200	Landsat 755 1987/12/26	GOOGLE EARTH SI

GENERACIÓN DE MAPA DE COBERTURA DE SUELO
RÍO JORDAN

LEYENDA	CODIGO_CLC	Shape_Leng	Shape_Area	AREA_HA	INSUMO	APOYO	CONFIABILIDAD
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2539,39309605000	257958,49076100000	25,79584907610	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	3651,49691918000	452849,17963000000	45,28491796300	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5319,88539061000	531342,22759800000	53,13422275980	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4870,52374346000	557168,59975200000	55,71685997520	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	3659,71445602000	596356,74623700000	59,63567462370	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5271,05739291000	621851,83958200000	62,18518395820	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5651,99608576000	870793,16199700000	87,07931619970	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	9512,20489011000	885059,31421000000	88,50593142100	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	9268,03399438000	1324934,44818000000	132,49344481800	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7991,47502984000	1744463,46074000000	174,44634607400	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	9479,64611764000	1875137,04867000000	187,51370486700	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	17550,71776160000	2633009,66649000000	263,30096664900	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	2772,22523578000	308785,06552800000	30,87850655280	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	2651,68944307000	315567,00794800000	31,55670079480	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	2384,20868554000	380744,40526700000	38,07444052670	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3695,46668430000	428631,21139800000	42,86312113980	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	5190,10151363000	781066,37291300000	78,10663729130	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2560,18666874000	256851,14466900000	25,68511446690	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2723,86756249000	304807,22461800000	30,48072246180	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2544,01568754000	330515,05652400000	33,05150565240	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2967,15348751000	375455,29535400000	37,54552953540	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3251,20053557000	469473,64385300000	46,94736438530	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3113,34817897000	489702,89594600000	48,97028959460	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4770,04859252000	527417,73537800000	52,74177353780	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3920,23363196000	535846,44212300000	53,58464421230	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4144,08021149000	657852,31269900000	65,78523126990	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3532,56342348000	667391,62279600000	66,73916227960	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	6393,78031603000	736371,90561300000	73,63719056130	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4894,43894545000	762863,25819000000	76,28632581900	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	6281,68593902000	890718,31028500000	89,07183102850	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	7520,09557113000	927773,36080000000	92,77733608000	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	12459,81470280000	2448812,15969000000	244,88121596900	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	23516,62021250000	2905849,69782000000	290,58496978200	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	34600,28368970000	7500417,17643000000	750,04171764300	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	3621,22367783000	260945,45043000000	26,09454504300	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	2760,97881318000	319455,37521700000	31,94553752170	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4304,67320938000	323439,53758000000	32,34395375800	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4437,40948698000	382644,61417000000	38,26446141700	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	3955,86275820000	417508,51493900000	41,75085149390	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4508,49934211000	428148,20722500000	42,81482072250	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	5534,32978731000	623750,61394600000	62,37506139460	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	12743,44887000000	930279,96484400000	93,02799648440	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	8503,50811415000	1213828,56991000000	121,38285699100	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	9699,90969824000	1785848,73948000000	178,58487394800	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	30602,80030580000	3206923,18931000000	320,69231893100	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4984,39457039000	324474,06693900000	32,44740669390	Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO

GENERACIÓN DE MAPA DE COBERTURA DE SUELO
RÍO JORDAN

3.2.1. HERBAZAL	321	4625,68178512000	421384,24835200000	42,13842483520 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4485,94517716000	473931,31120000000	47,39313112000 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4383,24952058000	513835,81933500000	51,38358193350 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	3805,21809829000	691499,42681000000	69,14994268100 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	15066,70547420000	2110411,63781000000	211,04116378100 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	12372,33776770000	2116101,44897000000	211,61014489700 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
3.2.1. HERBAZAL	321	15547,15770210000	3584144,74813000000	358,41447481300 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	17165,06418520000	3686965,37685000000	368,69653768500 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	43889,64691960000	6860288,82119000000	686,02888211900 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
3.2.1. HERBAZAL	321	25157,42950840000	7185730,47979000000	718,57304797900 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	74084,43679920000	17993188,13460000000	1799,31881346000 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	97606,74943950000	23158565,88930000000	2315,85658893000 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3705,69492788000	308205,93089800000	30,82059308980 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	2999,81030709000	313805,13567200000	31,38051356720 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4047,80014010000	387339,05390100000	38,73390539010 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3543,86265679000	519581,04337400000	51,95810433740 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5608,65955023000	696341,88132000000	69,63418813200 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5127,88731612000	913629,98794100000	91,36299879410 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5364,24956224000	938871,27506200000	93,88712750620 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	5616,60131658000	1227515,74766000000	122,75157476600 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	NO
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	8128,61675689000	2109127,34387000000	210,91273438700 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	8193,37275675000	2238004,96576000000	223,80049657600 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	15960,20501050000	2596721,70961000000	259,67217096100 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	37275,76332800000	5014738,82127000000	501,47388212700 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	41930,16907160000	6013185,13026000000	601,31851302600 Landsat 755 1997/12/13	GOOGLE EARTH	SI

GENERACIÓN DE MAPA DE COBERTURA DE SUELO
RÍO JORDAN

LEYENDA	CODIGO_CLC	Shape_Leng	Shape_Area	ÁREA HA	INSUMO	APOYO	CONFIABILI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4460,88480195000	478426,54780000000	47,84265478000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	3902,34762053000	528372,48397500000	52,83724839750	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6721,82756524000	591253,03551600000	59,12530355160	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7621,89275424000	635180,88055700000	63,51808805570	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6280,80376169000	635689,34073300000	63,56893407330	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4302,40258425000	662375,10868900000	66,23751086890	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6362,30092535000	728578,56180400000	72,85785618040	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5092,94667188000	798116,41989200000	79,81164198920	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	321	5753,77560590000	852290,44416300000	85,22904441630	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7525,83983049000	1036021,29458000000	103,60212945800	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	12025,75915450000	1239403,81278000000	123,94038127800	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	12268,97504050000	1602613,53018000000	160,26135301800	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	12792,54207900000	1887922,16972000000	188,79221697200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	15678,42736410000	2100903,82122000000	210,09038212200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3852,73978718000	323464,22379900000	32,34642237990	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3084,58893949000	335437,15939800000	33,54371593980	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2396,96854182000	254568,27427800000	25,45682742780	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2611,79817395000	272476,61316900000	27,24766131690	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3892,96453255000	272607,34013900000	27,26073401390	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3691,69944853000	303876,91536000000	30,38769153600	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3234,81209332000	336711,95279100000	33,67119527910	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	2956,07594912000	351306,16216300000	35,13061621630	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3698,56512620000	376491,66038500000	37,64916603850	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3786,21470188000	381153,82408200000	38,11538240820	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3198,57356067000	383899,58163500000	38,38995816350	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3737,95804850000	386841,32844500000	38,68413284450	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4411,16559884000	388282,09822200000	38,82820982220	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4975,30156450000	399587,46246900000	39,95874624690	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	4032,72786782000	426742,22866600000	42,67422286660	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3832,10556668000	453111,69833000000	45,31169833000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	3365,32833360000	457671,71320900000	45,76717132090	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	6532,05711899000	738281,47096800000	73,82814709680	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	7023,63598033000	860634,86153000000	86,06348615300	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	6493,46182880000	873882,60944400000	87,38826094440	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	6842,46798500000	934542,78632600000	93,45427863260	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	11729,44228220000	1037478,67080000000	103,74786708000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	10607,98343210000	1058092,25944000000	105,80922594400	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	9079,87748105000	1119893,09264000000	111,98930926400	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	14704,45014540000	1303374,86922000000	130,33748692200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	8131,34926777000	1539484,82197000000	153,94848219700	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	15166,41580580000	2512113,31173000000	251,21133117300	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	17543,65435940000	2743021,68017000000	274,30216801700	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	28211,40588530000	3772828,98475000000	377,28289847500	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	40942,54132080000	7125934,23415000000	712,59487712600	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	3631,15570311000	256447,70049800000	25,64477004980	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4843,32048534000	306140,38374200000	30,61403837420	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	2433,94941433000	286553,79476100000	28,65537947610	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	2747,35194223000	341115,58428100000	34,11155842810	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	3551,65547068000	416732,60512400000	41,67326051240	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	10151,12430810000	1186875,01642000000	118,68750164200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	10564,87749500000	1568744,12869000000	156,87441286900	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	27997,64941030000	4241848,58461000000	424,18485846100	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	62648,50419320000	12353154,61200000000	1235,31546120000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	206149,53885900000	59683894,79260000000	5968,38947926000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3999,10611879000	320681,83942400000	32,06818394240	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	SI

GENERACIÓN DE MAPA DE COBERTURA DE SUELO
RÍO JORDAN

3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	2632,28363187000	372587,047257000000	37,25870472570	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4509,03207693000	537953,060649000000	53,79530606490	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3700,06169803000	665750,993277000000	66,57509932770	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3990,79373777000	720388,054284000000	72,03880542840	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	10497,50560280000	1844150,177350000000	184,41501773500	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	20135,48743490000	3226890,788720000000	322,68907887200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	24514,07722120000	3811781,880250000000	381,17818802500	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	HA TEM	ARTICA	SI

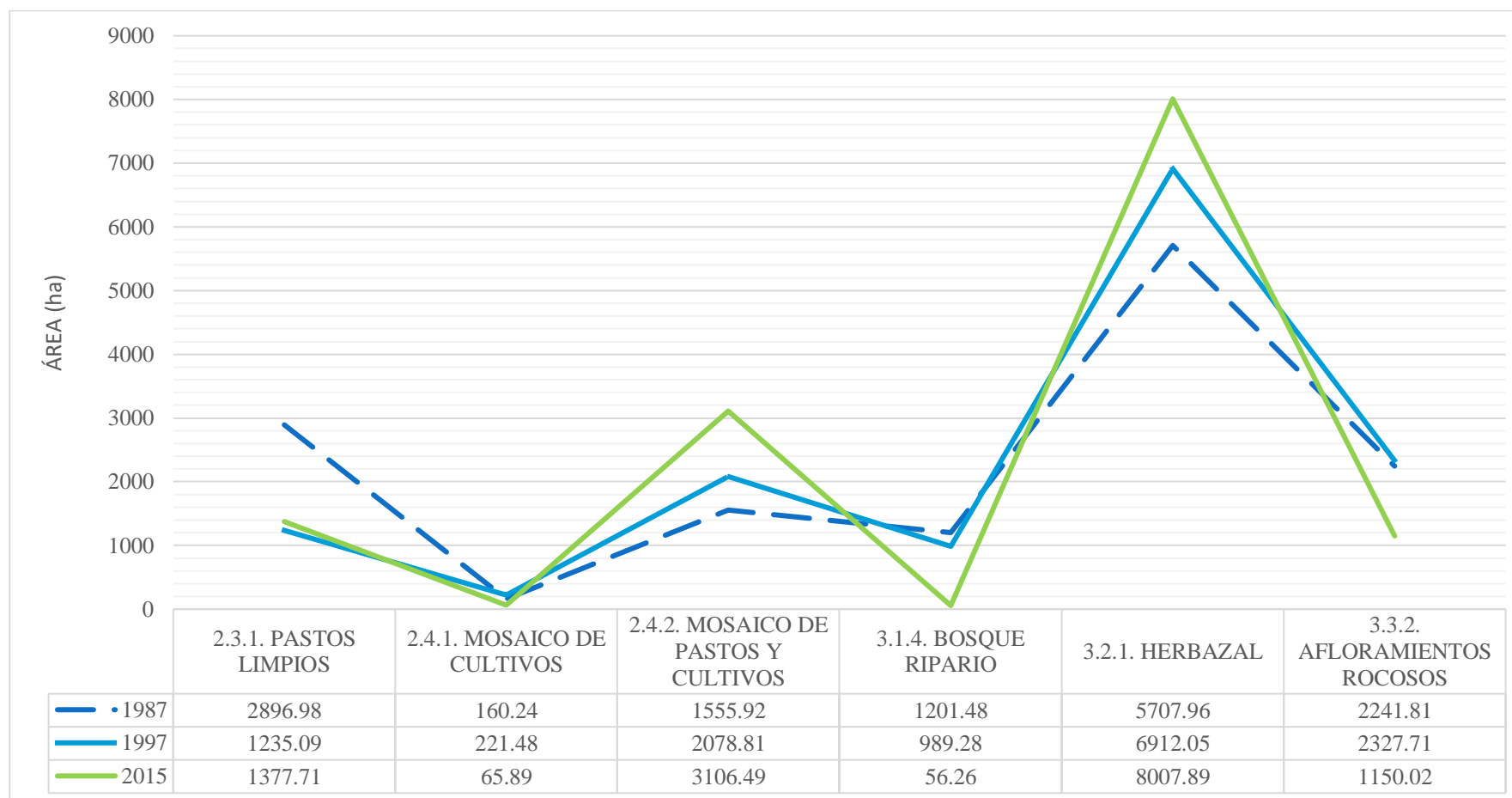
GENERACIÓN DE MAPA DE COBERTURA DE SUELO
RÍO JORDAN

LEYENDA	CODIGO	CShape_Leng	Shape_Area	ÁREA HA	INSUMO	APOYO	CONFIABIL
1.1.2. TEJIDO URBANO DISCONTINUO	112	5522,61802680999	195638,19392000000	19,56381939200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	946,17508386100	40430,23643150000	4,04302364315	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1058,86063213000	40800,87742920000	4,08008774292	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1010,08379102000	43427,98300660000	4,34279830066	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1403,54879150000	60247,88778570000	6,02478877857	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2258,81584969000	83821,42504130000	8,38214250413	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1221,78249797000	89294,22636150000	8,92942263615	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1195,84878988000	89518,09045770000	8,95180904577	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1316,08407867000	92215,66911420000	9,22156691142	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2337,61241898000	118872,49770200000	11,88724977020	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1707,51667989000	136319,68153900000	13,63196815390	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	1685,24727315000	142609,24954200000	14,26092495420	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2360,64331047000	147756,34457300000	14,77563445730	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	3162,45757020000	182238,01254000000	18,22380125400	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2091,04640153000	196838,03731900000	19,68380373190	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2600,37128807000	217696,38179200000	21,76963817920	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	2675,94575702000	221287,45512200000	22,12874551220	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	3082,43702843000	275976,71887800000	27,59767188780	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4335,87873655000	322169,23913200000	32,21692391320	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5955,42930537000	387459,40669000000	38,74594066900	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4460,88480195000	478426,54780000000	47,84265478000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4826,86763134000	481146,11239900000	48,11461123990	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6721,82756524000	591253,03551600000	59,12530355160	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7621,89274948000	635180,88071600000	63,51808807160	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6280,80376169000	635689,34073300000	63,56893407330	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	4302,40258425000	662375,10868900000	66,23751086890	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	6362,30092535000	728578,56180400000	72,85785618040	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	8576,44731576000	746231,02098600000	74,62310209860	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5092,94667188000	798116,41989200000	79,81164198920	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA NO
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	5753,77560590000	852290,44416300000	85,22904441630	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	7525,83986695000	1036021,30624000000	103,60213062400	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	11165,73999480000	1139751,17701000000	113,97511770100	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	11557,72518330000	1372626,13518000000	137,26261351800	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	12792,54207900000	1887922,16972000000	188,79221697200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.3.1. PASTOS LIMPIOS	231	16618,65428750000	2055219,58433000000	205,52195843300	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	863,95115142100	48391,37210960000	4,83913721096	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	1553,52963438000	91607,56649370000	9,16075664937	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	1649,96832004000	92006,90641760000	9,20069064176	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	1760,02571917000	134164,30788400000	13,41643078840	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	242	3852,73978718000	323464,22379900000	32,34642237990	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.4.1. MOSAICO DE CULTIVOS	241	3084,58893949000	335437,15939800000	33,54371593980	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	780,15398126100	41161,60938230000	4,11616093823	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	900,40932396000	47058,62623220000	4,70586262322	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	952,79463780000	54184,48088290000	5,41844808829	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1053,66968462000	54642,34063750000	5,46423406375	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM IITICA Y FOTOGF SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1290,97361731000	56269,06472380000	5,62690647238	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	963,10798784500	68095091619900000	6,80950916199	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1314,34098915000	83883,83296590000	8,38838329659	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1667,21461274000	88202,31810950000	8,82023181095	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1187,59726422000	97169,80992180000	9,71698099218	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1924,98694753000	99652,63012960000	9,96526301296	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI
2.4.2. MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS	242	1303,43689310000	100514,94150700000	10,05149415070	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM IITICA SI

3.1.4. BOSQUE RIPARIO	314	4843,32048534000	306140,38374200000	30,61403837420	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.1.5. PLANTACION FORESTAL	315	645,65124584400	16932,01801910000	1,69320180191	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	2433,94941433000	286553,79476100000	28,65537947610	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	2747,35193748000	341115,58412300000	34,11155841230	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	3551,65547068000	416732,60512400000	41,67326051240	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	4195,03959354000	641268,75355900000	64,12687535590	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	10239,15721560000	1141291,88837000000	114,12918883700	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	10564,87749590000	1568744,12869000000	156,87441286900	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	33231,93023850000	3655075,47744000000	365,50754774400	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	64877,19363410000	12118471,16460000000	1211,84711646000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.2.1. HERBAZAL	321	224107,76002300000	56909678,24980000000	5690,96782498000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	924,52001080600	47226,37157620000	4,72263715762	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	1122,60472141000	61853,76863240000	6,18537686324	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	NO
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	1696,57329098000	97185,79688450000	9,71857968845	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	2054,91022768000	100117,15016900000	10,01171501690	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	2792,75241923000	245063,03163500000	24,50630316350	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3999,10611879000	320681,83942400000	32,06818394240	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	2632,28363187000	372587,04725700000	37,25870472570	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	4509,03207693000	537953,06064900000	53,79530606490	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3700,06169803000	665750,99327700000	66,57509932770	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	3990,79353778000	720388,05454900000	72,03880545490	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	10497,50554810000	1844150,17569000000	184,41501756900	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	20135,48743490000	3226890,78872000000	322,68907887200	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
3.3.2. AFLORAMIENTOS ROCOSOS	332	26347,32990180000	3697700,21570000000	369,77002157000	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH Y CARTOGRAF	IA TEM	ITICA	SI
5.1.4. CUERPOS DE AGUA ARTIFICIALES	514	1205,81153983000	45684,23689210000	4,56842368921	SENTINEL2A 2015/12/28	GOOGLE EARTH, CARTOGRAF	IA TEM	ITICA Y FOTOGF	SI

Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .xlsx, bajo el nombre Apéndice F.

Apéndice G. Cuadro comparativo del cambio de cobertura de los años 1987, 1997 y 2015



Nota: Se adjunta en el archivo digital la hoja de cálculo, en formato .xlsx, bajo el nombre Apéndice G.