
IDENTIFICACIÓN DE LA PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL CON UN ESTUDIO MULTITEMPORAL BASADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MUNICIPIO DE SAN ROQUE ANTIOQUIA.

Andrés Felipe Montoya Gómez, estudiante Diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio. afmontoyago@unadvirtual.edu.co

Daniela González Flórez, estudiante Diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio. dgonzalezfl@unadvirtual.edu.co

Juan Pablo Aristizábal Henao, estudiante Diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio. jaristizabalh@unadvirtual.edu.co

John Carlos Ruiz Caicedo, director del curso Diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio. John.ruiz@unad.edu.co

RESUMEN

La pérdida de cobertura vegetal comprende una gran variedad de hallazgos y definiciones contenidas en su mayoría desde y hacia los cambios, actividades o comportamientos del uso y aprovechamiento del suelo. Para San Roque Antioquia, un municipio de gran importancia en materia de conservación forestal para Antioquia y de huella aportante a la reducción de los gases efecto invernadero que afectan al planeta. El presente documento contempla una metodología para identificar los cambios o pérdidas de cobertura vegetal para el municipio de San Roque Antioquia a través de un estudio multitemporal de imágenes landsat fotointerpretadas y detalladas en capas vectoriales correspondientes a los años 2002 al 2018 dadas desde el catálogo de mapas SIAC (IDEAM,2002,2009,2018) que permitan integrar la coloración Corine Land Cover nivel 3 con dichas capas en la herramienta informática de geoprocésamiento geográfico QGIS con el objeto de reconocer las zonas, áreas o puntos específicos de cambios o pérdidas de cobertura vegetal del municipio de San Roque.

Palabras clave: Estudio multitemporal, pérdida, cobertura vegetal, geoprocésos, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica.

IDENTIFICATION OF THE LOSS OF VEGETATION COVER WITH A MULTI-TEMPORAL STUDY BASED ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF SAN ROQUE ANTIOQUIA.

ABSTRACT

The loss of vegetation cover includes a wide variety of findings and definitions contained mostly from and towards the changes, activities or behaviors of land use and exploitation. For San Roque Antioquia, a municipality of great importance in terms of forest conservation for Antioquia and a contributing footprint to the reduction of greenhouse gases that affect the planet. This document contemplates a methodology to identify the changes or losses of vegetation cover for the municipality of San Roque Antioquia through a multi-temporal study of photo-interpreted landsat images detailed in vector layers corresponding to the years 2002 to 2018 given from the map catalog. . SIAC (IDEAM,2002,2009,2018) that allows the Corine Land Cover level 3 coloring to be integrated with these layers in the geographic geoprocessing computer tool QGIS in order to recognize the zones, areas or specific points of changes or losses of vegetation cover.

Key words: multitemporal study, loss, vegetation cover, geoprocésos, satellite images, geographic information systems.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de estudios multitemporales aplicados a la detección de cambios en las coberturas de la tierra, ha cobrado una especial importancia en el ámbito del ordenamiento territorial y la formulación de políticas para la conservación y protección de los recursos naturales.

Por consiguiente, los aportes de la teledetección a los análisis multitemporales radican en su capacidad para seguir procesos dinámicos de la naturaleza, además de aquellos que tienen su origen en las actividades antrópicas.(Chuvienco, E.-1998).

El presente documento, aborda la identificación, de la pérdida de cobertura vegetal, basado en los sistemas de información geográfica en el municipio de San Roque Antioquia, bajo un proceso de análisis multitemporal de imágenes satelitales del municipio en periodos de tiempo comprendidos entre el 2002, 2009 y 2018, cuyo análisis permitirán definir las áreas de pérdidas de cobertura del área del municipio.

CASO DE ESTUDIO

La cobertura vegetal se define como la capa vegetal natural que cubre la superficie terrestre; esta se encuentra constituida por una amplia cantidad de biomasa con diferentes características de gran importancia, principalmente porque allí se llevan a cabo las interacciones de los procesos biológicos, con los componentes físicos o abióticos, que posibilitan la prestación de los servicios ecosistémicos. (Carolina Restrepo B. -2020).

Aunque el cambio en la cobertura y usos del suelo es posible evidenciarse a través de sensores remotos de libre divulgación, en la actualidad no se ha calculado cuantitativamente los cambios producidos por las distintas dinámicas naturales y antrópicas a través del tiempo, puesto que no existen estudios que verifiquen la pérdida de coberturas a través de una comparación de imágenes satelitales de diferentes periodos de tiempo.(González et al, 2018). Por tal motivo, se pretende identificar la pérdida de cobertura de suelos en el municipio de San Roque Antioquia, durante los años 2002, 2009 y 2018. mediante un análisis multitemporal la cual permite analizar los cambios considerables en la cobertura de suelos, y las relaciones entre las dinámicas naturales y antrópicas en su área de influencia.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la pérdida de cobertura vegetal del municipio de San Roque Antioquia, a través de un estudio multitemporal utilizando sistemas de información geográfica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un análisis multitemporal de las coberturas vegetales del municipio de San Roque, utilizando la metodología Corine Land Cover.
- Identificar y clasificar los cambios y pérdidas para las coberturas vegetales del municipio de San Roque, a través de las capas de coberturas de los años 2002, 2009 y 2018.

CONTEXTO GEOGRÁFICO DE ESTUDIO

San Roque, Municipio ubicado al nordeste del departamento de Antioquia. Limita al Norte con Yolombó y Cisneros; por el oriente con maceo y Caracolí; por el Sur con San Carlos, San Rafael y Alejandría; y por el occidente con Santo Domingo (Gobernación Antioquia, 2021).

Según, (Proyección Dane, 2022). San Roque cuenta con una población de 22.271 habitantes divididos entre 3 corrimientos; Cristales, Providencia y San José del Nus y por último un casco urbano con mayor índice poblacional. Geográficamente, superficie de 446,00 Km² o 44,600 hectáreas de altitud promedio de 1,402 m.s.m, temperatura promedio de 21°C y de coordenadas (Latitud 6.467, Longitud -75) (Latitud 6°28'1"Norte, Longitud 75°0'0" Oeste) (Municipios de Colombia, 2013).

MARCO TEÓRICO

Análisis multitemporal: Los análisis multitemporales consisten en la realización de un estudio espacial, mediante la comparación de las coberturas vegetales interpretadas en imágenes de satélites, fotografías aéreas o mapas de una misma zona para diferentes periodos de tiempo. Este análisis nos permite evaluar los cambios las coberturas vegetales que han sido clasificadas, deduciendo evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio. (Chuvieco, 1990).

Capa vectorial: Hace referencia a la existencia de unidades individualizadas en el espacio geográfico que tienen determinadas propiedades comunes y representan unidades que realmente existen en el área de estudio. Estas pueden ser naturales (topográficas, cursos de agua) o artificiales (infraestructuras). (Veloza, JP. 2017).

Capa ráster: Los datos ráster se componen de píxeles (también conocidos como celdas de la cuadrícula). Define unidades artificiales mediante la superposición de una malla regular sobre el área de estudio. el espacio que comprende cada una de estas celdas constituye una unidad de observación (pixel) para la que se recoge la información temática. (Veloza, JP. 2017).

Geoprocesos: los Geoprocesamientos, denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten realizar análisis complejos, integrando datos de diferentes fuentes que, al crear una base de datos georreferenciada, posibilitan automatizar la producción de materiales cartográficos, obtener imágenes en relieve, de estructuras espaciales y paisajes que permitan la visualización antes y después de cualquier tipo de modificación ambiental (LANG; BLASCHKE, 2019).

Metodología Corine Land cover: Esta metodología adaptada para Colombia, permitió generar la clasificación esquemática de la cobertura de forma específica, dividiéndolos en 5 grupos, que para este caso de estudio se desarrollo mediante el nivel 3.

Áreas húmedas: son aquellas coberturas conformadas por terrenos inundables, que a su vez también pueden estar también cubiertos por una capa de vegetación (IDEAM, 2010).

Territorios artificiales: estos son aquellos que comprende áreas pobladas, es decir las ciudades o pueblos y zonas periféricas que se han plantado en el proceso de transformación para fines comerciales, industriales y de servicios recreativos (IDEAM, 2010).

Territorios agrícolas: son aquellos terrenos que se destinan al cultivo de materiales primas para luego mediante un proceso industrial o ningún proceso, permiten suplir necesidades del ser humano, entre ellas la alimentación, además esta categoría de pastos en cultivos, que se pueden generar en rotación y en descanso o barbecho. “Abarca las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas” (IDEAM, 2010).

Bosques y áreas seminaturales: estas áreas son las que conforman el grupo de coberturas vegetales de tipo arbustivo, herbáceo y boscoso, la cuales se pueden encontrar en diferentes pisos altitudinales, también incluyen otro tipo de coberturas como las plantaciones forestales y la catalogadas como vegetación secundaria o en transición (IDEAM, 2010).

Capa de cobertura del suelo

La “cobertura” de la tierra, es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra; por tanto, esta cobertura no solamente describen la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como cuerpos de agua, áreas forestales, zonas agrícolas, zonas desérticas, entre otras coberturas de importancia.

METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se desarrolló el paso a paso mediante un conjunto de procedimientos en temas de la planificación, investigación y documentación de todos los elementos del área de interés, con el fin de lograr los objetivos específicos planteados.

Para la delimitación de las coberturas presentes en el municipio de San Roque, departamento de Antioquia, para los años 2002, 2009 y 2018, como primer paso, fue necesario la utilización de imágenes satelitales Landsat, las cuales fueron obtenidas en el portal web del Servicio Geológico de los Estados Unidos – USGS. En este sentido, para el desarrollo de este documento, fue necesario el cumplimiento de las siguientes actividades:

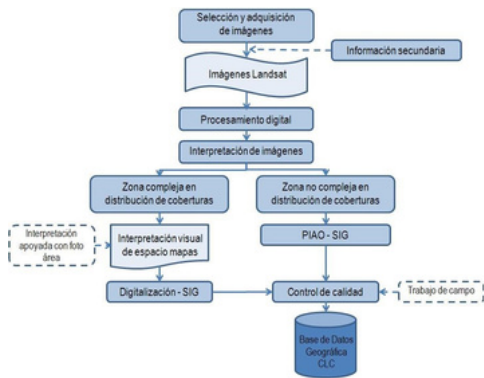
Obtención y caracterización de las imágenes

Inicialmente se obtienen los insumos necesarios para realizar un análisis multitemporal para los periodos de tiempos comprendidos entre el año 2000 al 2108 a través de dos registros nacionales del recurso de catálogo de mapas del sistema de información ambiental de Colombia (SIAC) capas de tipo Shape o vectoriales llamadas en el subtema mapas cobertura tierra: Cobertura de la tierra periodo 2000_2002 , Cobertura de la tierra periodo 2005_2009 extraídas de (SIAC,2002) y por último una capa vectorial poligonizada desde una imagen Ráster nombrada (GRA-INT-DCAA-04-01) para el estudio de la geología del suelo e identificación de los componentes bióticos y abióticos del territorio de San Roque Antioquia para el estudio de impacto ambiental del proyecto Gramalote Colombia (EIA,I-2250-EIA-R00,2015).

Implementación de la metodología Corine Land Cover.

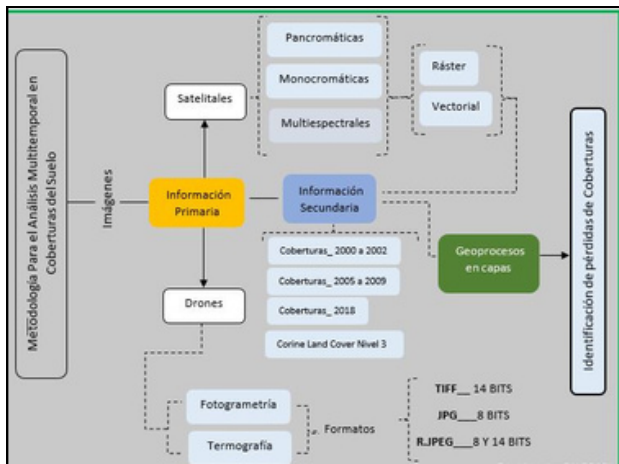
Para la identificación y determinación de las coberturas en el municipio de San Roque, departamento de Antioquia, fue necesario la utilización de la metodología Corine Land Cover, la cual permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, obtenidas a partir de la utilización de imágenes satélites; para ello fue necesario seguir su esquema metodológico con el fin de poder interpretar las coberturas.

Figura 1. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000, IDEAM



Fuente: Instituto de meteorología y estudios ambientales IDEAM e Instituto geográfico Agustín Codazzi IGAC. 2007

Figura 2 .Diagrama Metodológico



Fuente: (Autores,2023)

La interpretación de los datos obtenidos se realizó mediante la identificación visual de las coberturas naturales presentes en el municipio de San Roque, siguiendo la metodología propuesta por IDEAM; estas coberturas constan de una estructura de datos de las capas geográficas, presente en el diccionario de datos, en el cual se identifican el tipo de datos, el tamaño, descripción, el dominio, etc., que irán de acuerdo a la clasificación de las coberturas de la Corine Land Cover nivel 3.

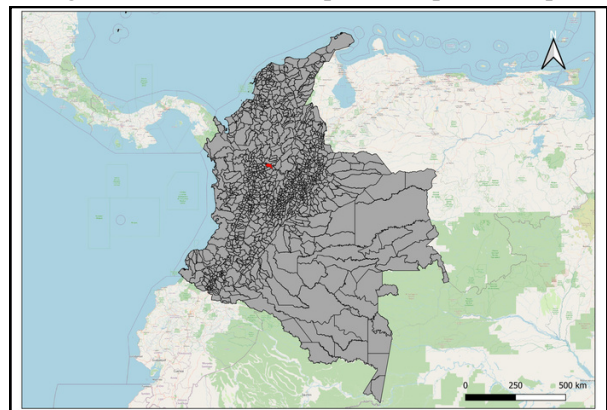
DESARROLLO Y ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO.

Para el desarrollo del caso de estudio de pérdidas de coberturas vegetales del municipio de San Roque Antioquia se obtiene la información primaria necesaria para realizar un análisis multitemporal de capas vectoriales a través de los sistemas de información geográfica para los periodos de tiempo comprendidos entre los años 2000 al 2018 a través de tres registros nacionales del recurso de catálogo de mapas del sistema de información ambiental de Colombia (SIAC). Capas de formato Shape llamadas Municipios_Colombia, en el subtema de mapas para coberturas de la tierra: Cobertura de la tierra periodo 2000_2002 , Cobertura de la tierra periodo 2005_2009 extraídas de (SIAC,2002) y por último una capa vectorial poligonizada desde una imagen Ráster nombrada Coberturas_tierra 2018 (GRA-INT-DCAA-04-01) para el estudio de la geología del suelo e identificación de los componentes bióticos, abióticos y soporte del material documental del estudio de impacto ambiental del proyecto Gramalote Colombia (EIA,I-2250-EIA-R00,2015).

Para las identificaciones en pérdidas de cobertura vegetal del municipio de San Roque Antioquia desde las capas y los años anteriormente mencionados se designaron los siguientes pasos de geoprocésamiento de capas vectoriales:

- Obtención de la capa San Roque_Municipio.

Figura 3. Obtención de la capa San Roque_Municipio.



Fuente:(IDEAM,2019)

Cargada la capa vectorial Municipios_Colombia en el panel de capas del software Qgis se procede a seleccionar el objeto de valor de nombre municipio San Roque para ser guardado como objeto y por consiguiente reflejarse en el panel de capa como una capa real bajo el sistema de referencia de coordenadas MAGNA-SIRGAS de ID de la autoridad EPSG:4686 definido para los geoprocursos del caso de estudio.

- **Corte.**

Los parámetros de la capa de entrada varían según la cobertura y año analizar, por ejemplo: para extraer las coberturas del año 2018. La capa de entrada es coberturas_Tierra 2018 y la capa de superposición es la capa de San Roque_Municipio. La capa resultante del geoprocuro son las áreas de coberturas propias del municipio de San Roque para el año 2018 como lo indica su capa de entrada. Para el análisis multitemporal de pérdidas de cobertura es de carácter preciso realizar dicho proceso para cada una de las capas correspondientes a los años a analizar (2002,2009 y 2018).

Posteriormente, obtenidas las capas para: Coberturas_San Roque_2002, coberturas_San Roque_2009 y Coberturas_San Roque_2018 se procede a identificar los campos de atributos de cada una de las capas como: Objeto, código, nivel, área entre otros.

- **Modificación de tabla de atributos.**

Desde el panel de tabla de atributos de cada una de las capas (Coberturas_San Roque_2002, coberturas_San Roque_2009 y Coberturas_San Roque_2018) y en uso de la herramienta de borrar campo, crear campo nuevo y actualizar campo se fijan los campos necesarios como: Objeto, código, nivel y área como lo indica.

Figura 4. Reconocimiento de los campos de atributo para capas vectoriales

OBJECTID	codigo	nivel_3	Area ha
1	14752	111 1.1.1. Tejido urbano continuo	49,271
2	14789	111 1.1.1. Tejido urbano continuo	26,497
3	14792	111 1.1.1. Tejido urbano continuo	7,864
4	14798	111 1.1.1. Tejido urbano continuo	25,559
5	14413	231 2.3.1. Pastos limpios	61,766
6	14419	231 2.3.1. Pastos limpios	42,405
7	14639	231 2.3.1. Pastos limpios	223,430
8	14640	231 2.3.1. Pastos limpios	50,626
9	14647	231 2.3.1. Pastos limpios	265,112
10	14693	231 2.3.1. Pastos limpios	333,047

Fuente: (Autores,2023)

Dicho proceso se realiza para comparar y diferenciar los cambios entre los polígonos y áreas existentes entre la intersección de las capas de estudio.

- **Propiedades de los layers.**

Para el caso de pérdidas de coberturas vegetales del municipio de San Roque se realiza una clasificación de los campos de la tabla de atributos con el propósito de dar reasignación a la coloración (Corine Land Cover, nivel 3) de los objetos de valor presentes en la capa que puedan ayudar a la identificación de los polígonos y sus cambios entre periodos de tiempo.

Figura 5. clasificación de los campos de la tabla de atributos.

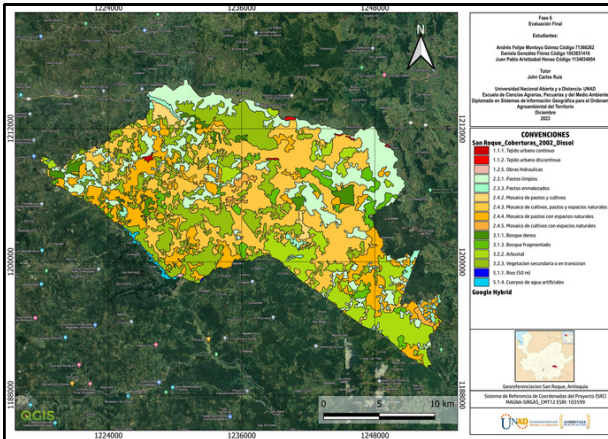
Símbolo	Valor	Legenda
[Red]	1.1.1. Tejido urbano continuo	1.1.1. Tejido urbano continuo
[Light Green]	2.3.1. Pastos limpios	2.3.1. Pastos limpios
[Light Green]	2.3.2. Pastos arbolados	2.3.2. Pastos arbolados
[Light Green]	2.3.3. Pastos enmalezados	2.3.3. Pastos enmalezados
[Light Green]	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
[Light Green]	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
[Light Green]	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
[Light Green]	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
[Light Green]	3.1.1. Bosque denso	3.1.1. Bosque denso
[Light Green]	3.1.2. Bosque abierto	3.1.2. Bosque abierto
[Light Green]	3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3. Bosque fragmentado
[Light Green]	3.1.4. Bosque de galería y ripario	3.1.4. Bosque de galería y ripario
[Light Green]	3.1.5. Plantación forestal	3.1.5. Plantación forestal
[Light Green]	3.2.2. Arbustal	3.2.2. Arbustal
[Light Green]	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
[Light Green]	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
[Light Green]	5.1.1. Ríos	5.1.1. Ríos
[Light Green]	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales

Fuente: (Autores,2023)

Teniendo las tres capas (Coberturas_San Roque_2002, coberturas_San Roque_2009 y Coberturas_San Roque_2018) categorizadas bajo el mismo código de colores en RGB nivel 3 de Corine Land Cover se procede a realizar el proceso de intersección de capas para identificar los cambios entre coberturas según el periodo de tiempo analizado.

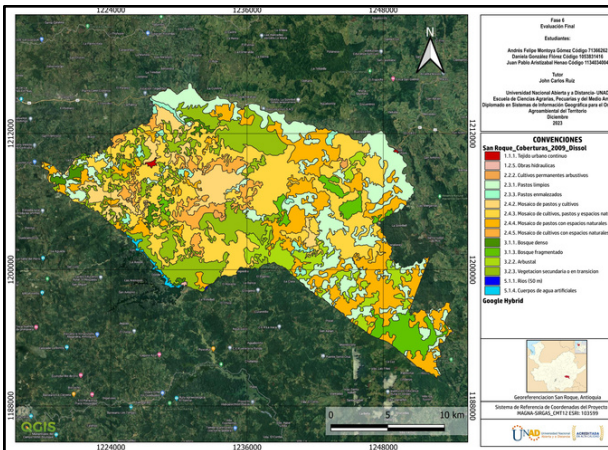
Resultado categorización de los layers de las capas (Coberturas_San Roque_2002, coberturas_San Roque_2009 y Coberturas_San Roque_2018).

Figura 6. Mapa de valoración de coberturas 2002



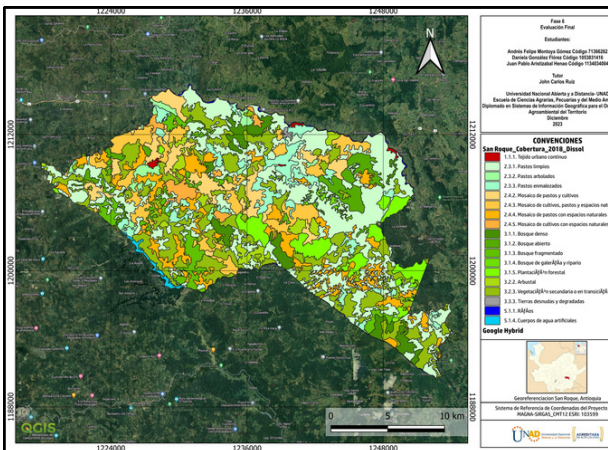
Fuente: (Autores,2023)

Figura 7. Mapa de valoración de coberturas 2009



Fuente: (Autores,2023)

Figura 8. Mapa de valoración de coberturas 2018



Fuente: (Autores,2023)

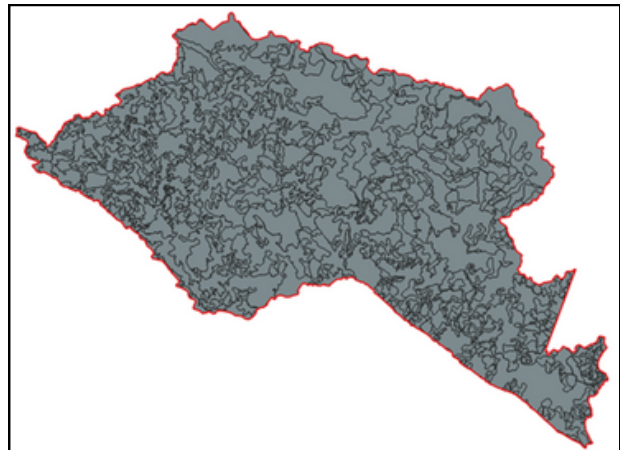
Si bien se puede apreciar cambios entre las coberturas para los periodos de tiempo comprendidos entre 2002 al 2018 es pertinente sustentar que áreas presentaron disminución o cambios en dichos años bajo un análisis cuantitativo.

• Intersección de Capas.

Para sustentar los cambios entre coberturas se procede a usar la herramienta de geoprocso para capas vectoriales (intersección) por ejemplo: para mirar los cambios entre los polígonos o coberturas de los años comprendidos entre 2002 a 2009 se procede ingresando la capa de entrada Coberturas_San Roque_2002 con la capa de superposición Coberturas_San Roque_2009 y para obtener los cambios de coberturas de los años entre 2009 a 2018 se procede a ingresar la capa de entrada Coberturas_San Roque_2009 frente a la capa de superposición Coberturas_San Roque_2018 obteniendo de ambos procesos dos capas vectoriales.

• Capas de salida de intersección.

Figura 9. Coberturas_San Roque_2002 Vs Coberturas_San Roque_2009.



Fuente: (Autores,2023)

Figura 10. Coberturas_San Roque_2009 Vs Coberturas_San Roque_2018



Fuente: (Autores,2023)

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Para el análisis de los datos de salida de cada uno de los procesos de intersección de capas vectoriales es pertinente conocer las medidas de área en hectáreas (ha) de cada una de las coberturas antes del geoproceto de intersección de las capas (Coberturas_San Roque_2002, coberturas_San Roque_2009 y Coberturas_San Roque_2018) con el propósito de conocer los datos cuantitativos de cada uno de los atributos presentes en la capa de partida y posterior análisis del cambio cuantitativo y cualitativo para los periodos de tiempo comprendidos entre 2002 a 2009, 2009 a 2018. Adicionalmente dentro de la dinámica de cambios de cobertura podríamos sustraer de esté los cambios entre 2002 a 2018.

Proceso de recolección de datos de los atributos de la capa a priori a la intersección.

- Áreas de cobertura por campo de Atributo en la capa Coberturas_San Roque_2002 a priori al Geoproceto de interseccion.

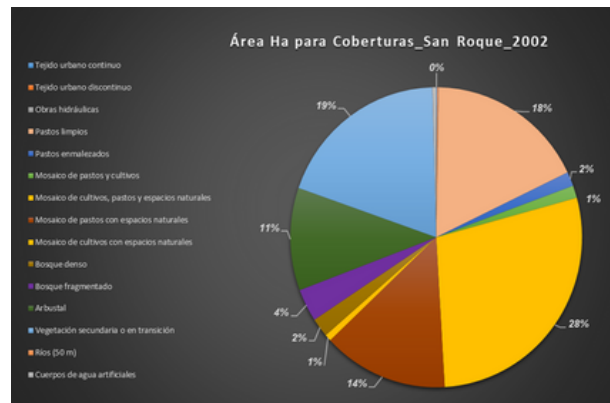
Tabla 1. Valor por hectárea de los atributos de la capa coberturas 2002

Tipo de Coberturas San Roque_2002	Área Ha
1.1.1. Tejido urbano continuo	44,51
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	58,29
1.2.5. Obras hidráulicas	17,16
2.3.1. Pastos limpios	7.474,52
2.3.3. Pastos enmalezados	654,91
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	568,21
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12.023,76
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.900,15
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	309,50
3.1.1. Bosque denso	870,40
3.1.3. Bosque fragmentado	1.503,24
3.2.2. Arbustal	4.699,28
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	8.179,23
5.1.1. Ríos (50 m)	8,75
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	164,07
Total Área Cobertura_San Roque_2002	42.475,98

Fuente: (Autores,2023)

Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2002.

Gráfico 1 .Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2002.



Fuente: (Autores,2023)

- Áreas de cobertura por campo de Atributo en la capa Coberturas_San Roque_2009 a priori al Geoproceto de intersección.

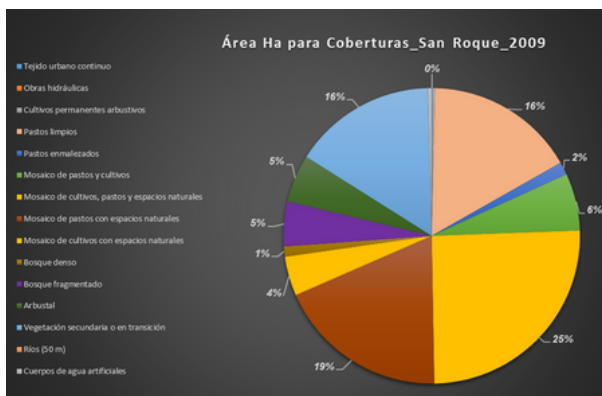
Tabla 2. Valores por hectárea de los atributos de la capa coberturas 2009

Tipo de Coberturas San Roque_2009	Área Ha
1.1.1. Tejido urbano continuo	44,51
1.2.5. Obras hidráulicas	17,16
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	104,45
2.3.1. Pastos limpios	6.954,79
2.3.3. Pastos enmalezados	595,19
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.657,47
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	10.745,31
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	7.947,69
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	1.829,68
3.1.1. Bosque denso	469,01
3.1.3. Bosque fragmentado	2.087,03
3.2.2. Arbustal	2.218,38
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	6.632,48
5.1.1. Ríos (50 m)	8,75
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	164,07
Total Área cobertura_San Roque_2009	42.475,97

Fuente: (Autores,2023)

Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2009.

Gráfico 2. Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2009.



Fuente: (Autores,2023)

Áreas de cobertura por campo de Atributo en la capa Coberturas_San Roque_2018 a priori al Geoproceso.

Tabla 3. Valor por hectárea de los atributos de la capa coberturas 2018

Tipo de Coberturas San Roque_2018	Área Ha
1.1.1. Tejido urbano continuo	109,19
2.3.1. Pastos limpios	11.555,48
2.3.2. Pastos arbolados	763,19
2.3.3. Pastos enmalezados	2.379,99
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.719,46
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3.264,77
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	3.709,88
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	702,09
3.1.1. Bosque denso	1.817,92
3.1.2. Bosque abierto	1.377,04
3.1.3. Bosque fragmentado	1.778,50
3.1.4. Bosque de galería y ripario	270,95
3.1.5. Plantación forestal	2.258,22
3.2.2. Arbustal	947,28
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	8.295,99
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	59,95
5.1.1. Ríos	255,41
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	210,69
Total Área cobertura San Roque_2018	42.476,00

Fuente: (Autores,2023)

Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2018.

Gráfico 3. Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia para 2018.

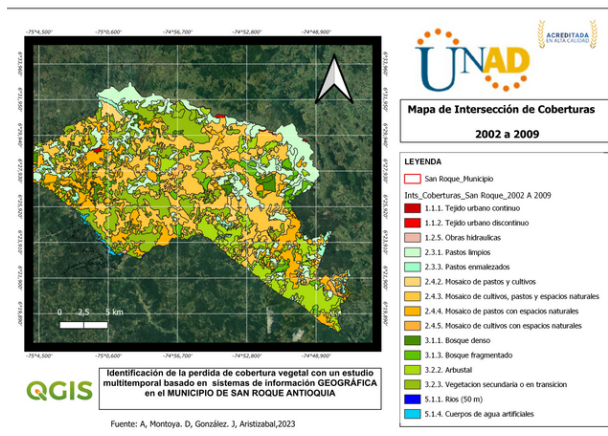


Fuente: (Autores,2023)

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

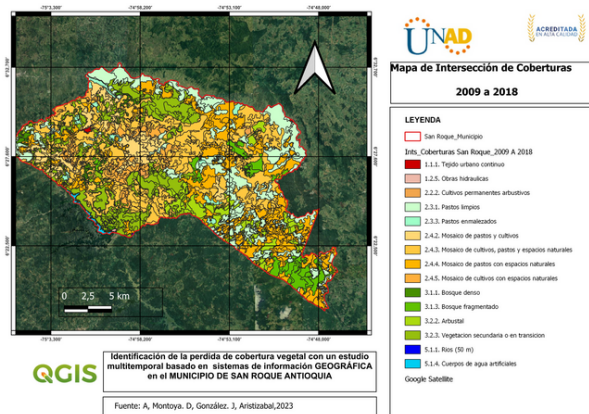
Se obtuvo los siguientes cambios de cobertura por la intersección de las capas 2002 a 2009 teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover nivel 3.

Figura 11. Mapa de intersección de Coberturas_San Roque_2002 a 2009



Fuente: (Autores,2023)

Figura 12. Mapa de intersección de Coberturas_San Roque_2009 a 2018



Fuente: (Autores,2023)

Datos de intersección de capas Coberturas_2002 y Coberturas_2009.

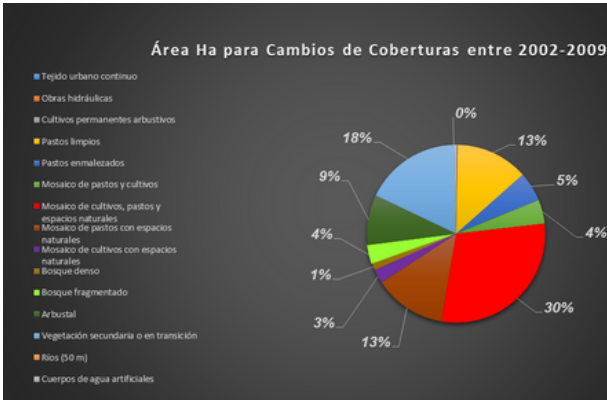
Tabla 4. Valores por hectárea de la capa resultante para coberturas entre 2002 a 2009

Cambios entre coberturas 2002_2009	Área Ha
Tejido urbano continuo	44,51
Obras hidráulicas	44,31
Cultivos permanentes arbustivos	31,14
Pastos limpios	5.588,64
Pastos enmalezados	2.280,73
Mosaico de pastos y cultivos	1.852,76
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12.540,61
Mosaico de pastos con espacios naturales	5.553,39
Mosaico de cultivos con espacios naturales	1.084,70
Bosque denso	515,04
Bosque fragmentado	1.469,01
Arbustal	3.860,69
Vegetación secundaria o en transición	7.446,33
Ríos (50 m)	0,00
Cuerpos de agua artificiales	164,07
Total Área para cambios entre Coberturas San Roque entre 2002_2009	42.475,93

Fuente: (Autores,2023)

Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia entre 2002_2009.

Gráfico 4 .Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia 2002 a 2009.



Fuente: (Autores,2023)

• Datos de intersección de capas Coberturas_2009 y Coberturas_2018.

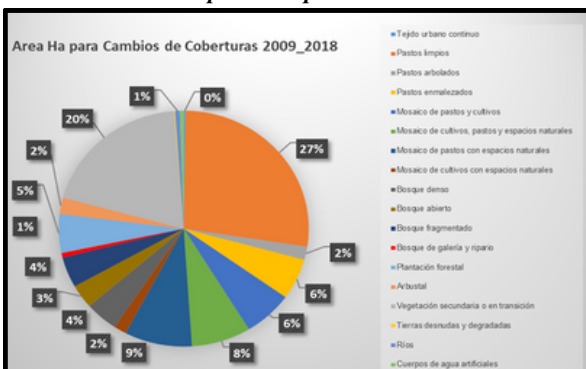
Tabla 5 . Valores por hectarea de la capa resultante para coberturas entre 2009 a 2018

Cambios entre coberturas 2009_2018	Area Ha
Tejido urbano continuo	109,19
Pastos limpios	11.555,55
Pastos arbolados	763,18
Pastos enmalezados	2.379,97
Mosaico de pastos y cultivos	2.719,52
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3.264,75
Mosaico de pastos con espacios naturales	3.709,90
Mosaico de cultivos con espacios naturales	702,06
Bosque denso	1.817,93
Bosque abierto	1.377,04
Bosque fragmentado	1.778,50
Bosque de galería y ripario	270,94
Plantación forestal	2.258,25
Arbustal	947,25
Vegetación secundaria o en transición	8.296,11
Tierras desnudas y degradadas	59,95
Ríos	255,42
Cuerpos de agua artificiales	210,69
Total Área para cambios entre Coberturas San Roque entre 2009_2018	42.476,20

Fuente: (Autores,2023)

Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia entre 2009_2018.

Gráfico 5.Porcentajes de los atributos sobre el territorio de San Roque Antioquia 2009 a 2018.



Fuente: (Autores,2023)

RESULTADOS

Para los cambios o transformaciones de coberturas vegetales que representan gran valor ecosistémico para el municipio de san Roque Antioquia, en los periodos de tiempo comprendidos entre 2002 a 2018 frente al territorio se presentaron los siguientes datos:

- Para el Bosque denso en el 2002 presentaba una cobertura de 870,40 hectáreas y los cambios presentados entre este mismo año hacia el 2009 reduce su porcentaje de cobertura frente al territorio del 1% con 515,04 hectáreas. Para el periodo comprendido entre 2009 al 2018 aumenta las unidades de bosque denso con una participación porcentual en el territorio del 4% con un crecimiento de 1.817,93 hectáreas.
- Para el Bosque Abierto las hectáreas presentes en 2002 en el territorio son sin caracterización cuantitativa, para el periodo de tiempo entre 2002 al 2009 no presenta cobertura alguna aún. Tan solo hasta el 2018 se registraron en la capa coberturas_2018 1.377,04 hectáreas presentes incidiendo sobre el territorio general con tan solo el 3% de cobertura vegetal para bosque denso abierto.
- Para el bosque fragmentado caracterizado para el 2002 con un total de 1.503,24 hectáreas con una incidencia porcentual frente al territorio de San Roque del 4% y las transiciones entre 2002 al 2009 de esta cobertura es un aumento de 1.469,01 hectáreas conservando el 4% de incidencia en el territorio. Entre el periodo comprendido de 2009 al 2018 sigue el índice de crecimiento de la cobertura de bosque fragmentado para un total de 1.778,50 hectáreas, pero sin crecimiento porcentual frente al territorio para un 4%.

- Para el bosque de galería y ripario en 2002 iniciamos con una cobertura sin valoración e identificación, la transición entre coberturas de 2002 al 2009 conservan la incidencia del 0% frente al territorio, tan solo hasta la transición entre 2009 a 2018 se reflejan datos de presencia de cobertura de bosque de galería y riparia con 270,95 hectáreas con un 1% frente al territorio general para coberturas vegetales de San Roque Antioquia.

Tabla 6. Cambios en las coberturas vegetales de San Roque Antioquia

Tipos de Coberturas San Roque	Área Ha 2002	Área Ha 2009	Área Ha 2018	Área Ha Intersección 2002 a 2009	Área Ha Intersección 2009 a 2018	Diferencia de los resultados entre coberturas de intersección de 2002 a 2018
1.1.1. Tejido urbano continuo	44,51	44,51	109,19	44,51	109,19	64,68
1.2.5. Obras hidráulicas		17,16		44,31		-44,31
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	58,29					0,00
2.2.2. Tejidos permanentes arbustivos		104,45		31,14		-31,14
2.3.1. Pastos limpios	7.474,52	6.954,79	11.555,48	5.588,64	11.555,55	5.966,91
2.3.2. Pastos arbolados			763,19		763,18	763,18
2.3.3. Pastos enmalezados	654,91	595,19	2.379,99	2.280,73	2.379,97	99,24
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	568,21	2.657,47	2.719,46	1.852,76	2.719,52	866,76
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12.023,76	10.745,31	3.264,77	12.540,61	3.264,75	-9.275,86
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.900,15	7.947,69	3.709,88	5.553,39	3.709,90	-1.843,49
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	309,5	1.829,68	702,09	1.084,70	702,06	-382,64
3.1.1. Bosque denso	870,4	469,01	1.817,52	515,04	1.817,93	1.302,89
3.1.2. Bosque abierto			1.377,04		1.377,04	1.377,04
3.1.3. Bosque fragmentado	1.503,24	2.087,03	1.778,50	1.469,01	1.778,50	309,49
3.1.4. Bosque de galería y ripario			270,95		270,94	270,94
3.1.5. Plantación forestal			2.258,22		2.258,25	2.258,25
3.2.2. Arbustal	4.699,28	2.218,38	947,28	3.860,69	947,25	-2.913,44
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	8.179,23	6.632,48	8.295,99	7.446,35	8.296,11	849,78
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas			59,95		59,95	59,95
5.1.1. Ríos (50 m)	8,75	8,75	255,41		255,42	255,42
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	164,07	164,07	210,69	164,07	210,69	46,62
Total Área Cobertura_ San Roque_ 2002_ 2009_ 2018	42.475,98	42.475,97	42.476,00	42.475,93	42.476,20	0,27

Fuente: (Autores,2023)

Factores de riesgo para pérdidas de Cobertura.

- Tejido Urbano continuo, entre 2002 a 2009 su índice de cobertura del 5% para el territorio de San Roque Antioquia con 44,51 hectáreas se incrementa en 2% para los periodos entre 2009 a 2018 con un total de 109,19 hectáreas. Estos resultados inciden en la migración de actividades agropecuarias, agrícolas o pecuarias hacia otras coberturas vegetales a su vez terminando en las coberturas que representan para el territorio de San Roque Antioquia los bienes y servicios eco sistémicos más importantes del territorio.

- Pastos Limpios, Considerado en el presente estudio con uno de los factores más representativos para perdida de cobertura vegetal del municipio de San Roque Antioquia ya que la transición entre 2002 a 2018 con un total de 7.474,52 hectáreas para 2002 con una incidencia en el territorio del 18 % y para el 2018 del 27% con 11,555,55 hectárea se concluye que un poco más $\frac{1}{4}$ del territorio comprenden coberturas de pastos limpios.

- Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Cobertura de mayor porcentaje en el territorio de san Roque Antioquia con un total para 2002 de 12.023,76 hectáreas y el 28% de incidencia en el territorio y para el 2018 una reducción de participación por modificaciones de actividades en las coberturas hacia pastos limpios como indica los siguientes datos:

Tabla 7. Cobertura pastos limpios, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Cobertura	2002	2009	2018	Total General
Pastos limpios	7.474,52	6.954,79	11.555,55	25.984,86
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	12.023,76	10.745,31	3.264,75	26.033,82

Fuente: (Autores,2023)

Sin embargo, es la cobertura que conserva datos de impacto ambiental aún con trasformaciones dentro de área representativa frente al territorio.

- Mosaico de pastos con espacios naturales, cobertura con índices que de caracterización de pastos en su área de cobertura. Las transiciones de esta se marcan para el 2002 con un total de 5.900,15 hectáreas del 14% de incidencia frente al territorio de San Roque Antioquia y para el 2018 su índice es del 9% para un total de 3.709,90 hectáreas.

CONCLUSIONES

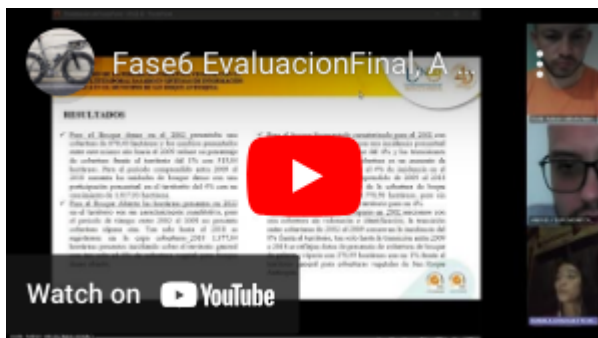
Dentro del análisis multitemporal para las capas de cobertura vegetal para los años comprendidos del 2002 a 2009 y 2009 a 2018 del municipio de San Roque Antioquia se logró determinar a través de los geoprocursos de capas vectoriales con ayuda de los sistemas de información geográfica la dinámica de los cambios de cobertura vegetal y que posibles actividades podrían relacionarse al cambio de las coberturas vegetales del municipio de San Roque Antioquia.

Mediante el proceso de intersección logramos determinar que la diferencia para la cobertura de bosques densos es de 1.302,89 hectáreas, observando un aumento en el área para los periodos comprendidos entre 2009 y 2018. Con un total de 1.817,93 hectáreas.

VIDEO DE SUSTENTACIÓN.

Enlace del vídeo:

<https://youtu.be/peMX7iwPCFM>



Fuente: (Autores,2023)

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Chuvieco, E. (1990). "Fundamentos de teledetección espacial". Ediciones RIALP. pag.148-156.
<http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>
- 2- Veloza, JP. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales y usos del suelo de la reserva forestal protectora-productora "casablanca" en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: aportes para el ordenamiento territorial municipal. Instituto geográfico Agustín Coddazi. Bogotá
https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf
- 3- Blaschke, T., Lang, S., & Möller, M. (2005). Object-based analysis of remote sensing data for landscape monitoring: Recent developments. In Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (pp. 2879-2885).
<https://uni-salzburg.elsevierpure.com/en/publications/object-based-image-analysis-beyond-remote-sensing-the-human-persp-2>

- 4- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). RECUPERACIÓN DE COBERTURA VEGETAL EN ÁREAS DISTURBADAS. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Guia-Metodologica-PT-Cobertura-Vegetal.pdf>
- 5- IDEAM. (2004). Catalogo de mapas SIAC, Sistema de información ambiental de Colombia. Capa cobertura de la tierra 2002. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>.
- 6- IDEAM. (2013). Catalogo de mapas SIAC, Sistema de información ambiental de Colombia. Capa cobertura de la tierra 2009. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>.
- 7- IDEAM. (2019). Catalogo de mapas SIAC, Sistema de información ambiental de Colombia. Cobertura de la tierra 2018 <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>.
- 8- Gramalote. (2015). LISTADO DE MAPAS EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL GRAMALOTE. Capa cobertura de la tierra 2018. https://www.cornare.gov.co/Licencia_Ambiental/Gramalote/documentos/Listado_mapas_EIA.pdf
- 9- IGAC.(2007). INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Levantamiento Semidetallado de las Coberturas Terrestres, Departamento de Antioquia. Bogotá. 250 Pp., CD-ROOM. <https://www.igac.gov.co/>
- 10- IGAC. (2007). INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras, Departamento de Antioquia. Bogotá. 992 Pp., CD-ROOM. <https://www.igac.gov.co/>
- 11- ALCALDÍA DE SAN ROQUE, (2020). Alcaldía Municipal. Plan de Desarrollo 2004 – 2007. <https://www.sanroque-antioquia.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-unidos-con-valores-san-roque-sigue>
- 12- ALCALDÍA DE SAN ROQUE. (2020). Plan de Desarrollo Municipal de San Roque, 2008-2011. <https://www.sanroque-antioquia.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-unidos-con-valores-san-roque-sigue>
- 13- IGAC. (2007) .INSTITUTO DE METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM E INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, Definición de usos alternativos y sostenibles para la ocupación de las tierras a nivel nacional (Colombia). <http://www.ideam.gov.co/>
- 14- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.(2016) Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49650911012.pdf>
- 15- Universidad de La Salle (2021) Estudio multitemporal del cambio de cobertura y usos del suelo a través de un análisis de imágenes satelitales en el Bajo Cauca Antioqueño. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2957&context=ing_ambiental_sanitaria

- 16- UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES (2021) análisis multitemporal de pérdida cobertura vegetal y su relación con los movimientos en masa a partir de la evidencia de ocurrencias conocidas (inventario de procesos morfodinámicos) del municipio de cartago, valle del cauca. https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/3233/1/Analisis_multitemporal_perdida_cobertura_vegetal_relacion_movimiento_masa_a_partir_evidencia_ocurrencias_conocidas_Inventario_procesos_morfodinamicos_Municipio_Cartago_Valle_Cauca.pdf
- 17- Universidad Militar Nueva Granada Colombia (2011) Aplicación de la metodología corine land cover en la determinación de los cambios de cobertura en el parque natural los flamencos. <https://www.redalyc.org/pdf/911/91123440008.pdf>
- 18- CORNARE (2011) evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de cornare. convenio cornare-gobernación de antioquia n° 2011-cf-12-0051 y 217-2011 municipio de san roque. <https://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/SAN-ROQUE/Informe-Municipio-de-San-Roque.pdf>