	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 5
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-04-19
		PÁGINA: 1 de 1

16

FECHA

Señores

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

BIBLIOTECA

Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativa
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo de grado
FACULTAD	Ciencias agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Barrios Amaya	Johan	1016092841
Ochoa Caceres	Luisa Fernanda	1073428389

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Castañeda Fandiño	Jhon Jairo

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Análisis multitemporal de cambios del uso del suelo y cobertura en la cuenca media del río bogotá desde 2013 a 2020.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingeniero ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

03/06/2021

NÚMERO DE PÁGINAS

119 Pág.

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Teledetección	Remote sensing
2. Cambios del uso del suelo	Changes in the land
3. Imágenes satelitales	Satellite images
4. Ordenamiento territorial	Territorial ordering
5. Análisis multitemporal	Multitemporal analysis
6. SIG	SIG

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El presente trabajo de investigación presenta un análisis multitemporal sobre cambios de uso del suelo y coberturas en la cuenca media del río Bogotá, esta comprende los municipios de Subachoque, Facatativá, El Rosal, Madrid, Funza, Soacha, Mosquera, Bojacá, y Sibaté, junto con la ciudad de Bogotá empleando técnicas de procesamiento digital de imágenes de satélite utilizando como insumos productos de landsat 8 y el programa ArcGis en su versión 10,5 entre los años 2013 y 2020, con miras a propiciar información temática y documental que permita identificar y cuantificar las diferentes coberturas y cambios sucedidos, en donde se evidenció un aumento en todos los municipios del tejido urbano en 28,16%, los cultivos permanentes en 45,71% y de la actividad de extracción minera en 11,31% en total de toda la cuenca, lo que involucra la transformación del territorio, degradación de los ecosistemas, deforestación, usos de suelo equivocados, entre otras empleando la metodología Corine land cover adaptada para Colombia.

Abstract

This research work presents a multitemporal analysis on changes in land use and coverage in the middle basin of the Bogotá river, this includes the municipalities of Subachoque, Facatativá, El Rosal, Madrid, Funza, Soacha, Mosquera, Bojacá and Sibaté, together with the city of Bogotá using digital satellite image processing techniques using landsat 8 products as inputs and the ArcGis program in its version 10,5 between 2013 and 2020, with a view to providing thematic and documentary information that allows identifying and quantifying the different coverage and changes occurred, where an increase in all municipalities of the urban fabric was evidenced in 28,16%, permanent crops in 45,71% and mining extraction activity in 11,31% in total of the entire basin, which involves the transformation of the territory, degradation of ecosystems, deforestation, wrong land uses, among others using the Corine land cover methodology adapted for Colombia.

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, C. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo Flaash del software ENVI. In Revista Geográfica de América Central (Issue 53).

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.%5Cnhttp://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/6609/6743>

Aguilar, K. (2013). LOS MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS APLICADOS AL ESTUDIO DEL DETERIORO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE, EN UN SECTOR DE LA HABANA. Universidad de la Habana.

Alcaldía de Bojacá. (2020). Alcaldía de Bojacá. Generalidades.

https://bojacacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/bojacacundinamarca/content/files/000533/26642_decreto-029.pdf

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. SI_____ NO__X__.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales.

Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

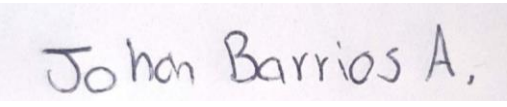

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
Análisis multitemporal de cambios del uso del suelo y cobertura en la cuenca media del río bogotá desde 2013 a 2020.pdf	Texto
2,	
3,	
4,	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
-------------------------------	----------------------

Barrios Amaya Johan	
Ochoa Caceres Luisa Fernanda	

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CAMBIOS DEL USO DEL SUELO Y COBERTURA
EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO BOGOTA DESDE 2013 A 2020.**

JOHAN BARRIOS AMAYA

LUISA FERNANDA OCHOA CACERES

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
FACATATIVÁ**

2021

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CAMBIOS DEL USO DEL SUELO Y COBERTURA
EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO BOGOTA DESDE 2013 A 2020.**

JOHAN BARRIOS AMAYA

LUISA FERNANDA OCHOA CACERES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

Ingeniera ambiental

Director

Ing. Jhon Jairo Castañeda Fandiño

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
FACATATIVÁ
2021**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Como primera instancia agradecemos a Dios por guiarnos y permitirnos llegar a este punto en nuestras vidas, agradecemos profundamente a nuestras familias por ser el apoyo incondicional en cada paso de nuestra carrera, a nuestro tutor de tesis por la paciencia, conocimientos y guía en este trabajo, a cada maestro que nos formó como profesionales y cada uno de nuestros amigos y compañeros que estuvieron a nuestro lado en el proceso siempre alentándonos a seguir adelante y nos brindaban palabras de apoyo y una sonrisa en cada momento.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por darme salud para poder lograr todos mis objetivos, a mi familia por ayudarme en estos años a estar centrado en mis decisiones, a mis amigos y amigas por su apoyo incondicional y sus risas a lo largo de la carrera, a los profesores que nos brindaron sus conocimientos y su paciencia para poder lograr nuestros sueños, en especial a mi compañera de tesis por tenerme paciencia y centrarme en los momentos más duros no solo a lo largo de este trabajo sino de la carrera. Gracias al apoyo de todos ellos he logrado conseguir llegar a este punto de mi vida y ser un ingeniero ambiental.

Johan Barrios Amaya

Agradezco a Dios por no dejarme desfallecer y hacer de este proceso uno de los mejores de mi vida, a mis padres que son el motor de todo lo que hago y gracias a ellos he llegado hasta este punto mostrando que con tenacidad y disciplina los sueños se hacen realidad, a mi hermana que siempre está para sacarme sonrisas y me demuestra que con actitud y buena vibra las cosas siempre salen bien, gracias por cada nota, dibujo y toda esa buena energía, a Santiago Carvajal por ser mi apoyo y brindarme su amor incondicional incluso en los momentos más difíciles alentándome siempre a seguir adelante, a mi familia y amigos, a cada uno le debo parte de lo que soy y agradezco infinitamente cada palabra de aliento, cada muestra de amor, cada sonrisa, y abrazo que me alentaron a creer en mí y fórmame profesionalmente siendo mejor persona cada día por medio de su ejemplo. Por último, a mi compañero de tesis, gracias por la paciencia, las risas y cada momento fácil y difícil que pasamos para cumplir el sueño de ser ingenieros ambientales.

Luisa Fernanda Ochoa Caceres

Resumen

El presente trabajo de investigación presenta un análisis multitemporal sobre cambios de uso del suelo y coberturas en la cuenca media del río Bogotá, esta comprende los municipios de Subachoque, Facatativá, El Rosal, Madrid, Funza, Soacha, Mosquera, Bojacá y Sibaté, junto con la ciudad de Bogotá empleando técnicas de procesamiento digital de imágenes de satélite utilizando como insumos productos de landsat 8 y el programa ArcGIS en su versión 10.5 entre los años 2013 y 2020, con miras a propiciar información temática y documental que permita identificar y cuantificar las diferentes coberturas y cambios sucedidos, en donde se evidenció un aumento en todos los municipios del tejido urbano en 28.16%, los cultivos permanentes en 45.71% y de la actividad de extracción minería en 11.31% en total de toda la cuenca, lo que involucra la transformación del territorio, degradación de los ecosistemas, deforestación, usos de suelo equivocados, entre otras empleando la metodología Corine land cover adaptada para Colombia.

Palabras clave: Teledetección, Cambio de usos del suelo, imágenes satelitales, ordenamiento territorial, análisis multitemporal, SIG.

Abstract

This research work presents a multitemporal analysis on changes in land use and coverage in the middle basin of the Bogotá river, this includes the municipalities of Subachoque, Facatativá, El Rosal, Madrid, Funza, Soacha, Mosquera, Bojacá and Sibaté, together with the city of Bogotá using digital satellite image processing techniques using landsat 8 products as inputs and the ArcGIS program in its version 10.5 between 2013 and 2020, with a view to providing thematic and documentary information that allows identifying and quantifying the different coverage and changes occurred, where an increase in all municipalities of the urban fabric was evidenced in 28.16%, permanent crops in 45.71% and mining extraction activity in 11.31% in total of the entire basin, which involves the transformation of the territory, degradation of ecosystems, deforestation, wrong land uses, among others using the Corine land cove methodology r adapted for Colombia.**Keywords:** Remote sensing, changes in the land, satellite images, basin, territorial ordering, multitemporal analysis, SIG.

Tabla de contenido

Introducción	6
Planteamiento del Problema	8
Justificación	14
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Marco referencial	18
Marco teórico	18
Marco conceptual	22
Metodología	31
Definición del área de estudio	31
Área de estudio	31
Obtención de imágenes	37
Procesamiento de imágenes satelitales	38
Clasificación según metodología Corine land cover	41
Descripción de las metodologías identificadas	43
Resultados y análisis	49
Conclusiones	101
Recomendaciones	103
Referencias	104
Anexos	109

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de la cuenca media del rio Bogotá.....	32
Figura 2. Resumen metodología Corine land cover utilizada para la investigación	41
Figura 3. Identificación de coberturas y usos del suelo.....	42
Figura 4. Metodología formulación de estrategias.....	49
Figura 5. Clasificación Corine land cover cuenca media del rio Bogotá.....	51
Figura 6. Mapa clasificación Corine land cover Bojacá	53
Figura 7. Clasificación Corine land cover Bojacá.....	54
Figura 8. Mapa clasificación Corine land cover El Rosal	57
Figura 9. Clasificación Corine land cover El Rosal..	58
Figura 10. Mapa clasificación Corine land cover Facatativá	60
Figura 11. Clasificación Corine land cover Facatativá	61
Figura 12. Mapa clasificación Corine land cover Funza	63
Figura 13. Clasificación Corine land cover Funza	64
Figura 14. Mapa clasificación Corine land cover Madrid	66
Figura 15. Clasificación Corine land cover Madrid	67
Figura 16. Mapa clasificación Corine land cover Mosquera	69
Figura 17. Clasificación Corine land cover Mosquera	70
Figura 18. Mapa clasificación Corine land cover Sibaté.....	72
Figura 19. Clasificación Corine land cover Sibaté	73
Figura 20. Mapa clasificación Corine land cover Soacha	75
Figura 21. Clasificación Corine land cover Soacha	76
Figura 22. Mapa clasificación Corine land cover Subachoque	78
Figura 23. Clasificación Corine land cover Subachoque.....	79
Figura 24. Mapa clasificación Corine land cover Bogotá.....	81
Figura 25. Clasificación Corine land cover Bogotá.....	82

Lista de tablas

Tabla 1. Ecosistemas de municipios pertenecientes a la cuenca media	15
Tabla 2. Aplicaciones bandas landsat 8.....	20
Tabla 3. Generalidades municipio de Bojacá	32
Tabla 4. Generalidades municipio de Madrid	33
Tabla 5. Generalidades municipio de Sibaté.....	33
Tabla 6. Generalidades municipio de Mosquera	34
Tabla 7. Generalidades municipio de Soacha.....	34
Tabla 8 Generalidades municipio de Funza.....	35
Tabla 9. Generalidades municipio de Subachoque.....	35
Tabla 10. Generalidades municipio de Facatativá.....	36
Tabla 11. Generalidades municipio de El Rosal	36
Tabla 12. Generalidades ciudad de Bogotá D.C.....	37
Tabla 13. Escalas trabajadas para mapas por el IGAC	40
Tabla 14. Características de las imágenes landsat 8 año 2013 y 2020	41
Tabla 15. Tejido urbano continuo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital.....	43
Tabla 16. Tejido urbano discontinuo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital.....	44
Tabla 17. Bosque denso alto; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital	45
Tabla 18. Bosque denso bajo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital	46
Tabla 19. Cuerpos de aguas artificiales; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital	46
Tabla 20. Zonas de extracción minera; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital	47
Tabla 21. Mosaico de pastos y cultivos; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa	48

Tabla 22. Cultivos permanentes; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa; C) Imagen satelital	49
Tabla 23. Principales cambios identificados por municipio	84
Tabla 24. Estrategias generales	85
Tabla 25. Factores a tener en cuenta.....	91
Tabla 25. Fechas de planes de ordenamiento territorial.....	94

Lista de anexos

Anexo 1. Clasificación corine land cover Bojacá.....	114
Anexo 2. Clasificación corine land cover Bogotá.....	114
Anexo 3. Clasificación corine land cover El Rosal.....	115
Anexo 4. Clasificación corine land cover Facatativá.....	115
Anexo 5. Clasificación corine land cover Funza.....	116
Anexo 6. Clasificación corine land cover Madrid.....	116
Anexo 7. Clasificación corine land cover Mosquera.....	117
Anexo 8. Clasificación corine land cover Sibate.....	117
Anexo 9. Clasificación corine land cover Soacha.....	118
Anexo 10. Clasificación corine land cover Subachoque.....	118

Introducción

La presente investigación se basa en el tema de cambios de usos del suelo y cobertura en la cuenca media del río Bogotá, esta “es una corriente de segundo orden, caracterizada por la variedad de paisajes, condiciones topográficas y climas propios de la zona Andina, cubre un área total de 589.143 hectáreas.” (Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), 2013,p. 8). Dicha cuenca esta dividida en tres sectores definidos en el acuerdo 58 de 1987, que son: la cuenca alta, media y baja, siendo de interés en la presente investigación la cuenca media, esta presenta la mayor área de ocupación equivalente a 34573.21 hectáreas según datos de (Secretaria de hacienda de Bogotá, 2021). Lo que indica que el 95% de la población que ocupa la cuenca se centra en la parte media, en donde de acuerdo a los POT de cada municipio se habilitaron 58.482 hectáreas para urbanización y expansión lo que ejerce una gran presión en el sector (Secretaria Distrital de Planeacion Bogotá, 2014).

Se evidencia que para poder analizar dicha problemática es necesario mencionar sus causas, pues los conflictos por el uso del suelo son cada vez más constantes en la región, donde según Secretaria Distrital de Planeacion Bogotá, (2014) los suelos son usados para actividades como la ganadería, la agricultura, o la construcción omitiendo la vocación de cada suelo, generando impactos ambientales y sociales significativos, poniendo en riesgo ecosistemas estratégicos que brindan importantes bienes y servicios ecosistémicos. Sumado a esto el Departamento administrativo nacional de estadísticas (DANE), (2019) informa, en 60 años la población se ha incrementado tres veces y media, donde la población del país llegaría a los 50.5 millones de habitantes, aproximadamente, este crecimiento demográfico implica un proceso de mayor demanda

de los recursos y por ende una mayor utilización de los suelos, por ello es importante identificar los núcleos de cambio, su cuantificación y posible tendencia.

Además, y como interés de la presente investigación es de mencionar “con el avance de la tecnología, los estudios multitemporales se convierten cada vez más en un instrumento importante de análisis de territorio.” (Tobón, 2020, p. 12). Siendo una herramienta eficaz para analizar los cambios sucedidos, conocer su magnitud, el lugar exacto y así poder brindar soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible de la región y la conservación de los recursos naturales, junto con la responsabilidad mencionada en CAR, (2011) en donde se da la facultad a cada municipio del manejo de los usos del suelo en su jurisdicción.

Por ejemplo a nivel internacional se han realizado sin fin de estudios que siguen la misma línea de investigación, como en Nicaragua se estudió por medio de la teledetección el cambio en el paisaje terrestre protegido Miraflores moropotense en los años 1993 y 2011, resultando de este que la responsabilidad de los factores de degradación presentes en la zona corresponde a las actividades antrópicas como la transformación de la vegetación nativa de la región con fines de realizar la actividad agrícola, sumado a la actividad ganadera, resultando paisajes altamente fragmentados y aislados disminuyendo la oportunidad de recuperación de los ecosistemas nativos (Ruiz et al., 2013). Otro de los países involucrados es México en donde se realizó un análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago, analizando un total de tres décadas encontrando como principal actividad del municipio es la agricultura aunque gracias al estudio se identificaron factores que pueden llegar a poner en riesgo el ordenamiento del territorio y por ende el funcionamiento del municipio, (Pineda, 2011). De manera similar sucede con Panamá en donde se realizó el análisis entre los años 1970-2017 para calcular el cambio del suelo a lo largo de la carretera boydroosevelt, en cinco comunidades, en donde se identificó la pérdida progresiva de

los bosques maduros de las áreas, por el aumento de la infraestructura urbana amenazando la capacidad ecológica de los bosques (Farmun & Murillo , 2019). En igual forma en Chile se realizó la detección de cambios de coberturas de uso del suelo a través de imágenes satelitales landsat TM en la IX región, Chile, destacando la disminución del suelo forestal junto con la degradación del medio ambiente (Villalobos, 2018). Con esto se ratifica la utilidad e importancia de los estudios multitemporales, pues contribuyen a la actualización y conocimiento del territorio.

Planteamiento del problema

Los usos del suelo están interrelacionados con el ordenamiento territorial como lo afirma Hernández, (2010, p. 35) “El ordenamiento territorial es la expresión espacial de una política económica, social, cultural y ecológica de cualquier sociedad, actúa como una práctica interdisciplinaria en el orden científico, con base en una estrategia para un desarrollo y orden regional equilibrado”. En donde cada suelo está clasificado dependiendo su vocación y dependiendo de esta se define el adecuado uso del suelo dentro del territorio (Instituto de hidrología, 2014).

En los últimos años en los municipios pertenecientes a la cuenca media del río Bogotá y en general en el departamento de Cundinamarca se han presentado irregularidades en cuanto a los planes de ordenamiento territorial (POT) en donde por medio de decretos se cambia la vocación del suelo pasando por ejemplo de un suelo de protección o rural a uno urbano (Fiscalía general de la nación, 2016). sumado a esto existe un vacío con respecto a las recomendaciones que realiza la corporación autónoma regional a cada municipio con respecto al manejo de los recursos naturales, déficit en información cartográfica donde se aprecie la magnitud de los cambios y las zonas críticas, y la integración en el plan de desarrollo departamental puesto que no presenta elementos de

planificación y ordenamiento de la información, y recursos con los que cuenta el departamento lo que incrementa los desequilibrios no solo sociales sino ambientales por las actividades antrópicas y la desproporción de la demanda de los bienes naturales contrastado con la capacidad del ecosistema a recuperarse, cabe mencionar que todos los municipios en sus planes de ordenamiento territorial presentan apartados referidos al cuidado, recuperación y preservación de los elementos ambientales y su vinculación al trabajo realizado en el río Bogotá, pero no cuentan con evidencias de este trabajo (Secretaría de planeación, 2020).

Además de lo mencionado anteriormente los diez municipios estudiados han recibido un alto número de personas que buscan en el centro del país mejores condiciones laborales y una mejor calidad de vida a raíz de conflictos armados, falta de oportunidades en otras regiones, escasos recursos, entre otros factores, lo que genera un cambio drástico en el uso del suelo y la cobertura vegetal de este pues si incrementa la población en determinado lugar existe una mayor demanda de vivienda y equipamientos públicos, lo que pone en riesgo variedad de ecosistemas que se encuentran en la región alterando su equilibrio natural, cambiando sus condiciones fisicoquímicas, su dinámica, poblaciones, hábitats, extensión, y hasta su microclima, de seguir así esta situación los ecosistemas de la cuenca media del río Bogotá seguirán en detrimento hasta su extinción generando en la zona déficit de servicios ecosistémicos, y una menor calidad de vida surgiendo como pregunta de investigación: ¿ qué cambios significativos se han presentado en el uso del suelo y cobertura en la cuenca media del río Bogotá en los últimos siete años?

Justificación

Los ecosistemas que presenta el área de estudio aportan importantes servicios ecosistémicos como se ve en la tabla 1, entre estos se destacan la regulación del ciclo hidrológico, abastecimiento de agua potable para la población y animales, regulación del clima, sumideros de CO₂, suministro

de oxígeno, hábitat para especies tanto endémicas como foráneas, estabilización de tierras, control de la erosión, regulación del ciclo de nutrientes y base de economías extractivas. (Camacho, Valdez & Ruiz, 2012). Los cambios en el uso del suelo y coberturas vegetales impactan a los ecosistemas cambiando sus dinámicas, equilibrio, y calidad siendo respuesta de estos cambios el proceso de desarrollo de cada uno de los municipios donde obedecen al aumento de población, aumento en las actividades agropecuarias y ganaderas, llegada de industrias, y retos regionales (CAR, 2013).

Tabla 1.

Ecosistemas de municipios pertenecientes a la cuenca media

Municipio	Ecosistemas importantes
Subachoque	Pantano de Arce, el Tablazo, río Subachoque
Facatativá	Humedales, río Botello
El Rosal	Humedales, río Subachoque, río San Francisco
Madrid	Bosque andino bajo y alto andino, matorrales xerofíticos, laguna de la Herrera, cerro Casa Blanca, río Serrezuela, ríos Subachoque, laguna Larga
Funza	chucua Gualí, Tres esquinas, río Subachoque, río Bogotá
Soacha	Humedales y paramos
Mosquera	Laguna de la Herrera, laguna Larga, río Balsillas, río Bogotá
Bojacá	Río Bojacá, río Bogotá, río Apulo, ríos manzanos, humedales
Sibaté	Humedales y paramos

Fuente: (CAR, 2013).

Por otro lado los sistemas de información geográfica como la teledetección aportan importantes instrumentos como el análisis del cambio, el porcentaje de transformación que se han llevado a cabo en los últimos años, los ecosistemas que se han visto afectados, la pérdida de hábitats y servicios ecosistémicos, siendo fundamentales para generar cartografía actualizada, toma de decisiones, y formulación de estrategias y políticas en cuanto a la planificación del territorio, y manejo de recursos naturales.

Justamente el ordenamiento del territorio se basa en tres principios según lo establecido por el Decreto 388 de 1997 en donde dos son decisivos en la parte ambiental 1). La función social y ecológica de la propiedad, la cual busca la protección de los recursos naturales del municipio. 2). El uso del suelo bajo el pilar del desarrollo sostenible que asegura la perdurabilidad en el tiempo, por esto es necesario realizar un estudio multitemporal para la identificación de las zonas críticas de cambio, generar el insumo para una adecuada planificación del territorio y lograr en la cuenca media del río Bogotá un equilibrio social económico y ambiental, proponiendo medidas que se ajusten al territorio y sugerencias ante la elaboración de los ordenamientos territoriales de la zona, así como medidas de conservación, recuperación, mitigación o restauración de las zonas ambientales afectadas por las dinámicas de cambio (Congreso de Colombia, 1997).

Objetivos

Objetivo general

Realizar un análisis multitemporal los cambios del uso del suelo y cobertura en la cuenca media del río Bogotá desde 2013 a 2020.

Objetivos específicos

1. Identificar las coberturas de uso del suelo con base en la metodología Corine Land Cover para la cuenca media del río Bogotá entre el 2013 y 2020.
2. Evaluar los cambios identificados de coberturas y usos del suelo en la cuenca media del río Bogotá desde 2013 al 2020.
3. Generar estrategias a partir de cartografía adecuada para la planificación del territorio, manejo y conservación de los recursos naturales, identificando principales cambios sucedidos.

Marco referencial

Marco teórico

Experiencias nacionales

Según Forero, Zabala & Boala (2015) “los cambios socioeconómicos ocurridos durante las últimas décadas del siglo XX y la primera del siglo XXI han producido numerosas alteraciones ambientales a diferentes escalas socio temporales”, en nuestro país instituciones públicas como el instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el instituto de hidrología y meteorología (IDEAM), Sistema de información ambiental de Colombia (SIAC) entre otras emplean en sus estudios ambientales las imágenes satelitales, estas son de vital importancia para el análisis multitemporal así como lo afirma Suárez et al., (2017) “La relevancia territorial de los sistemas de información geográfica es muy importante, pues las conclusiones que generan contribuyen a la toma de decisiones que afectarán al espacio físico y humano”. Algunas de las experiencias nacionales que tenemos son:

- Análisis de cambios de usos y coberturas del suelo en los municipios el rosal y Subachoque por Andrea rojas & diego García, octubre 2016, universidad distrital francisco José de caldas. Bogotá D.C
- Análisis espaciotemporal de la incidencia antrópica en la cuenca del río Cauca, en el departamento del Valle, Colombia por Claudia Alexandra Forero Bernal, Paola Andrea Zabala Parra, Alberto Boada Rodríguez.
- Análisis multitemporal de cambios de uso del suelo y coberturas, en la microcuenca las minas, corregimiento de la laguna, municipio de pasto, departamento de Nariño por Diego Muñoz Guerrero, Mike Rodríguez Montenegro, Mario Romero Hernández.

- Estudio de cambios de coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Hacha, Florencia-caquetá por Iván Camilo Torres Perafán, María Andrea Castro Ramón, Universidad de Manizales.
- Análisis multitemporal por teledetección del cambio de coberturas en las veredas Pantanillo y Las Palmas del municipio de Envigado en el periodo comprendido entre los años 1997 y 2016 por Gustavo Adolfo Álzate Giraldo, Diana Patricia Sánchez Gómez, Universidad Católica de Manizales.
- Análisis multitemporal mediante imágenes Landsat caso de estudio: cambio de área laderas de la Ciénaga de Tumaradó Parque Natural Los Látios por John Jairo Fonseca, Universidad Nueva Granada.
- Identificación y cuantificación de los procesos de cambio de las coberturas sobre el territorio de la cuenca alta del río Bogotá, entre 1977 y 2015 por Sandra Pilar Cortés Sánchez, Universidad Nacional.

Teledetección

La teledetección requiere que aunque sin contacto material, exista algún tipo de interacción entre los objetos observados; situados sobre la superficie terrestre, marina o en la atmósfera; y un sensor situado en una plataforma” (Universidad de Murcia, 2015). Este sistema consta de 5 elementos los cuales son: la fuente de energía donde puede ser la energía del sol (teledetección pasiva) o emitida por el mismo sensor (teledetección activa), la cubierta terrestre donde están todos los elementos como lo son la vegetación, los cuerpos de agua, las construcciones, entre otras, el sensor que es llevado sobre una plataforma, este es el encargado de captar la energía y enviarla a la base de recepción, y por último las personas que interpretan y utilizan la información.

Estos sensores de satélites miden la energía radiante proveniente de las distintas fuentes. (Villegas Rodríguez et al., 2010). Este método presenta amplias ventajas, pues estos sensores perciben longitudes de onda distintas al rango visible, pudiendo identificar diferentes coberturas gracias a su comportamiento espectral, se pueden obtener imágenes de cualquier parte de la tierra, y dichas imágenes son fáciles de adquirir. Cada imagen satelital obtenida por los sensores presenta un determinado número de bandas, en el siguiente cuadro se pueden observar una de las más importantes:

Tabla 2.

Aplicaciones de las bandas landsat 8

Sensor	Numero de banda	Nombre de la banda	Longitud de onda μm	Resolución m	Aplicación
OLI	1	Costera	0.43 – 0.45	30	Estudios costeros y de aerosoles
OLI	2	azul	0.45 – 0.51	30	Cartografía batimétrica, que distingue el suelo de la vegetación
OLI	3	Verde	0.53 – 0.59	30	Destaca los picos de máxima vegetación
OLI	4	Roja	0.63 – 0.67	30	Distingue las laderas de vegetación
OLI	5	Infrarrojo cercano NIR	0.85 – 0.88	30	Destaca el contenido de biomasa y las costas
OLI	6	Infrarroja de onda corta 1 SWIR 1	1.57 – 1.65	30	Distingue la humedad del suelo y vegetación

OLI	7		2.11 – 2.29	30	Mejora la lectura de humedad del suelo y la vegetación
OLI	8	Pancromática	0.50 – 0.68	15	Resolución de 15 m, imagen más nítida
OLI	9	Cirros	1.36 – 1.38	30	Mejor detección de la contaminación en cirros
TIRS	10	Sensor térmico infrarrojo 1 TIRS 1	10.60 – 11.19	30(100)	Resolución de 100 m, mapeo térmico y humedad estimada del suelo
TIRS	11	Sensor térmico infrarrojo 2 TIRS 2	11.50 – 12.51	30(100)	Resolución de 100 m, mapeo térmico y humedad estimada del suelo

Fuente: (USGS , 2017)

Para la presente investigación se emplearan imágenes landsat, según Corredor, (2011) “programa Landsat puede considerarse el más fructífero puesto que ha proporcionado datos multiespectrales de alta resolución a una amplia gama de usuarios durante más de 25 años, lo que representa el registro más largo de información sobre la superficie terrestre obtenido de forma global y repetitiva desde el espacio.”, este programa ha lanzado 7 misiones en donde es su segunda generación se introdujo un tipo de sensor para la cartografía temática mejorando sus aplicaciones, actualmente “el Landsat 7 está equipado con una versión mejorada del TM denominado ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) por lo que todo lo explicado en este apartado para el TM es de aplicación para el ETM+. El ETM+ incorpora a mayores una banda pancromática (0.5 a 0.9 μm) con una resolución espacial de 15 m, lo que permite obtener ampliaciones a una escala de hasta 1:25.000” Corredor, (2011).

Se debe tener presente que para la realización de este análisis la información cartográfica debe ser comparable: misma área, escala y proyección, así como la leyenda y categorías obtenidas. (Ardila & Quintero, 2013). Para lograr una adecuada clasificación y comparación, siendo estas las bases para la generación de recomendaciones basadas en la realidad actual de cada municipio perteneciente a la cuenca media del río Bogotá.

Marco conceptual

Teledetección

La teledetección es una técnica por la cual es posible la obtención de datos de la superficie terrestre, y así se pueden interpretar para lograr información en tiempo real de las coberturas de la tierra, útiles en distintos proyectos, empresas, u organizaciones (Instituto Geográfico Nacional, 2018). También puede ser vista como el registro de la radiación electromagnética, portados por navegación aérea, los cuales registran y plasman la información de acuerdo a las características físicas de la cobertura terrestre (Ardila & Quintero, 2013). También la teledetección está siendo conocida con un gran potencial para la estimación de factores ambientales importantes como salud de ecosistemas, estimación de biodiversidad, ocupación del suelo, heterogeneidad de paisajes, mostrando resultados con alta resolución espacial y temporal permitiendo estimar cambios y monitorear factores ecológicos en pro del medio ambiente (Sánchez, 2018).

ESTUDIO MULTITMEMPORAL

Es un análisis de tipo espacial, el cual se lleva a cabo mediante la comparación de coberturas de la tierra, las cuales son interpretadas en dos imágenes de diferente año tomadas generalmente de satélites espaciales o mapas, lo cual permite evaluar los cambios sucedidos entre las coberturas

identificadas dentro del espacio de tiempo seleccionado (Sanchez, 2017). además de esto permite evaluar las condiciones del medio ambiente y las repercusiones que las actividades antrópicas pueden generar en el entorno junto con esto es tener en cuenta que lo conforman un software un hardware y por ende los procesos que se deben emplear para lograr el análisis y representación de la información, (Ruiz et al., 2013). aunque también se puede definir como un método dinámico por medio del cual se lleva a cabo la interpretación de imágenes provenientes de satélites, siendo de un gran valor pues aporta a numerosos estudios basados en la superficie terrestre. (Atencia et al., 2008).

Coberturas del suelo

“El término cobertura del suelo hace referencia a la descripción de las porciones de tierra que contienen los diferentes tipos de superficies. Expone las características observables y tangibles del suelo y las clasifica según sus propiedades biofísicas” (A. Rojas & Garcia, 2016). También se pueden definir como las diferentes clases de texturas que existen en un área determinada definidas por condiciones como el clima, la topografía, las condiciones de edafología, en donde también se involucran las características socioeconómicas, condiciones culturales y factores antrópicos que se den dentro del territorio (Coporacion de cuencas del Tolima (CORCUENCAS), 2014).

Clasificación Corine Land Cover

Programa propuesto por la comunidad europea, describe un procedimiento de clasificación de los usos y coberturas presentes en la tierra para imágenes de resolución media como son las imágenes landsat, para el caso de Colombia por medio del IDEAM y el IGAC se adaptó la metodología con el fin de describir, caracterizar, clasificar y comparar las características del territorio (A. Rojas & Garcia, 2016). Está en una clasificación que permite la realización de

inventarios de las coberturas presentes en la superficie terrestre, convirtiéndose en una herramienta que facilita la toma de decisiones en relación al ordenamiento territorial y el medio ambiente. (Matoma & Cañas, 2017). También y gracias a Corine Land Cover se hace posible realizar comparaciones cualitativa y cuantitativamente dentro de los territorios, de manera precisa y actualizada. (Tobón, 2020).

Radiación electromagnética

La radiación es un modo de propagación de la energía a través del vacío. Es la energía transportada por ondas electromagnéticas y está compuesta por partículas energizadas llamadas cuantos, el grado de energía y frecuencia de los cuantos determina la longitud de onda y el color de la radiación (Mazón, y Sánchez, 2016). Aunque puede ser vista como el conjunto de ondas tanto magnéticas como eléctricas que se mueven a través del espacio a la velocidad de la luz, en donde su comportamiento está determinado por la longitud de onda característico de cada una. (Rojas, 2015).

Modelo digital de elevación

Es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo. Estos valores están contenidos en un archivo de tipo ráster, el cual se genera utilizando equipo de cómputo y software especializados. En los modelos digitales de elevación existen dos cualidades esenciales que son la exactitud y la resolución horizontal o grado de detalle digital de representación en formato digital (Mazón, y Sánchez, 2016) siendo distinguidos también por ser productos geomáticos de gran importancia en el estudio, manejo y administración del territorio, que se logra por medio de mallas de rectángulos proyectadas en planos (Mena Frau et al., 2011). Por

otro lado se puede definir como una representación de elevaciones de un determinado terreno que se lleva a cabo por medio de valores cuantitativos gracias a las representaciones que se pueden dar sobre una superficie por medio de la geometría (K. Aguilar, 2013).

Correcciones de la imagen

Las imágenes tomadas desde cualquier tipo de plataforma (aerotransportada, satelital, aeronaves remotamente tripuladas) poseen una serie de errores inherentes al proceso de adquisición de la información, por lo tanto, el producto generado no es una fiel representación del área capturada. Esto afecta la calidad de la información en formas de tono, posición y tamaño de los objetos que constituyen la escena, por este motivo debe hacerse su post procesamiento para mejorar y tratar de recrear las condiciones reales al momento de la toma de información (Pineda, 2011). Es importante tener en cuenta que las correcciones se pueden deber a tres aspectos que son: fallos en los sensores que generan píxeles incorrectos, alteraciones en el mismo satélite que provocan una distorsión en la imagen y la interferencia que se da en la atmosfera. (Universidad de Murcia, 2015). Con una adecuada corrección de las imágenes se garantiza que los cambios que se puedan evidenciar en las imágenes de satélite sean verdaderamente atribuibles netamente a modificaciones del paisaje o alteraciones del territorio.(Ambrosio et al., 2002).

Corrección radiométrica

La corrección radiométrica está diseñada para solucionar los problemas mecánicos del sensor al momento de la adquisición, los cuales ocurren comúnmente por pérdida de información en un píxel o en una o varias líneas, por averías en el sensor adicional (Universidad de Murcia, 2015).

Es una corrección que implica la restauración de líneas o visto de otra manera de píxeles que se pueden perder y generan el bandeo de la imagen.

Corrección geométrica

La corrección geométrica está diseñada para la corrección espacial de los píxeles que componen la imagen, disminuyendo las distorsiones presentes en esta al ser tomada y presentando una matriz con unas coordenadas georreferenciadas estándar. La importancia de esta corrección radica en que genera un producto georreferenciado adecuado para el desarrollo de estudios multitemporales (Álzate & Sánchez, 2018). Con la corrección geométrica se logra que cada píxel posea una localización en el sistema de coordenadas manejado y poder ser manipulada dentro de los SIG (Universidad de Murcia, 2015).

Corrección atmosférica

El objetivo de la corrección atmosférica es atenuar la distorsión de la radiancia que finalmente capta el sensor del satélite y que no corresponde a la parte de la superficie terrestre analizada, pues la radiación electromagnética se ve afectada al momento de ser atravesada por la energía solar debido a que se generan efectos de absorción y dispersión de la señal causada por partículas presentes en la columna atmosférica. El proceso de esta corrección permite pasar los valores de cada píxel de niveles digitales (ND valores en bruto) a niveles de reflectancia captadas por el sensor en la parte superior de la atmósfera (Álzate & Sánchez, 2018). Otro aporte es que gracias a la corrección atmosférica las imágenes presentan separación espectral de los objetos o coberturas permitiendo un mejor resultado para los casos de clasificaciones digitales (IDEAM, 2015).

Plan de ordenamiento territorial

El Plan de Ordenamiento Territorial - POT es el instrumento básico definido en la Ley 388 de 1997, para que los municipios y distritos del país planifiquen el ordenamiento del territorio. El POT contiene un conjunto de objetivos, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que orientan el desarrollo físico del territorio y la utilización o usos del suelo. (Secretaria Distrital de Planeacion Bogotá, 2014). es una herramienta que contribuye no solo a la planificación del uso del suelo sino también aporta a una planificación económica, social, ambiental e institucional con miras a un desarrollo sostenible. (Hernández Peña, 2010).

Cobertura y uso del suelo

Son concepto que difieren, la cobertura se refiere a la cubierta biofísica, se expresa en términos de vegetación, elementos antrópicos, afloramientos rocosos y cuerpos de agua mientras que los usos del suelo se refieren a la utilidad, actividades y acciones que las personas ejecuten sobre una superficie (Álzate & Sánchez, 2018), la cobertura también hace referencia a las clases de texturas en un área determinada propias de un lugar que se dan por condiciones propias del lugar, perteneciendo todo lo que ocupa un espacio en la capa de la tierra (Coporacion de cuencas del Tolima (CORCUENCAS), 2014).

Sistema de información geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta informática que sirve para ingresar, almacenar, gestionar, recuperar, actualizar, analizar y producir información, sus datos están relacionados con las características de los lugares o zonas geográficas, permitiendo conocer qué cosas se encuentran en una ubicación dada (Correa, 2018), los sistemas de información geográfica también pueden referirse a sistemas que se orientan a la gestión y procesamiento de

datos espaciales convirtiéndose una de las herramientas mas eficaces para aplicar en investigaciones sobre ciencias de la tierra y temas ambientales (Alonso Sarría, 2006).

Sensores remotos

De acuerdo con Schowengerdt 1997 un sensor remoto es el conjunto de dispositivos que aprovechan el reflejo de la luz de un objeto en la superficie de la tierra para capturar sus propiedades espectrales, lo cual se logra por medio de mediciones hechas desde aeroplanos y satélites. Estas medidas son datos obtenidos a distancia que quedan capturados en fotografías aéreas o imágenes satelitales (Correa, 2018), también pueden definirse como la ciencia por medio de la cual se obtiene información bien sea de un objeto o un área determinada a través de datos tomados por medio de dispositivos espaciales basadas en radiación reflejada y emitida (Pérez, 2007).

Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales son una representación de datos, que por sí solas no pueden brindar la información que sea requerida, para extraerla, organizarla, procesarla, interpretarla y llevarla a un mapa digital o análogo. Previamente es necesario planear para las imágenes la elección de la resolución más adecuada que según Ness & Golay, (2015) depende de las características de la escena y la variación deseada, del conocimiento previo de la zona de estudio y los niveles de referencia para la clasificación de los objetos en la imagen, así como la determinación de las variables que deben ser involucradas y las relaciones existentes entre ellas mismas para obtener la información precisa y apropiada, lo cual es posible gracias a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), junto con lo anterior poseen características como lo son colores, resolución, elevación, es de mencionar que como todo productor presenta una serie de desventajas debidas a

factores como las condiciones meteorológicas. (Suárez et al., 2017). Gracias a las imágenes satelitales es posible enriquecer el conocimiento de manera ágil y actualizada de las características de la tierra (Zavala & Zavala, 2002).

Escala

Es la relación de proporcionalidad que existe entre una distancia medida. En el terreno y su correspondiente medida en el mapa (IGAC, 2015), por medio de la escala es como es posible la representación de la realidad en espacios mas reducidos como factores de multiplicación (Serrano, 2015). También es un concepto que puede verse como la elación matemática que existe entre la representación en un plano, maqueta, o mapa y la realidad que representa sus características en cuanto a su tamaño pudiendo ser escala de ampliación o de reducción y puede ser visualizada de dos manera la escala numérica o grafica (Tomas, 2010).

Firma espectral

La forma en la cual un objeto refleja, emite o absorbe la energía que conforma un patrón espectral (Karszenbaum & Barraza, 2010), así cada tipo de cobertura terrestre ya sea bosque, cuerpos de agua, suelos que han sido cultivados, suelos con erosión, entre muchos otros van a distinguir un tipo de energía que es la que reflejan y emiten (Moreno et al., 2015). Gracias a la interacción que se da entre las superficies terrestres y la radiación es como se logra la diferenciación de las diferentes texturas.

Mapa Temático

Son mapas elaborados con un propósito especial, según su contenido se pueden clasificar en: geológicos, catastrales, turísticos, de suelos, entre otros (IGAC, 2015), son aquellos mapas que son diseñados con fines de presentar alguna característica o tema en específico, en donde la fuente de

los datos puede venir de diversos autores, y generar un solo material de salida.(Hastad et al., 2009).

Se debe tener presente que los mapas temáticos pueden ser cualitativos y cuantitativos y sus componentes son una base geográfica, y la capa correspondiente al tema a tratar para obtener por resultado una salida grafica que contribuya al desarrollo de un tema.(Gutiérrez, S.F)

Procesamiento Digital de Imágenes

Implica un conjunto de métodos para obtener algún tipo de información presente en imágenes satelitales o aéreas (Karszenbaum & Barraza, 2010), el procesamiento de las imágenes genera la agrupación de ciencias como son la electrónica, las matemáticas, la óptica, la informática y por supuesto la fotografía, que han promovido avances significativos en el desarrollo de tecnologías que facilitan cada vez mas el desarrollo de las herramientas para el análisis de la cobertura terrestre (Mendez, 2008). Así que el procesamiento se puede ver como un proceso en el cual los datos que se tienen a disposición son sometidos a una serie de procesos y operaciones para obtener un resultado (Mejía, 2005).

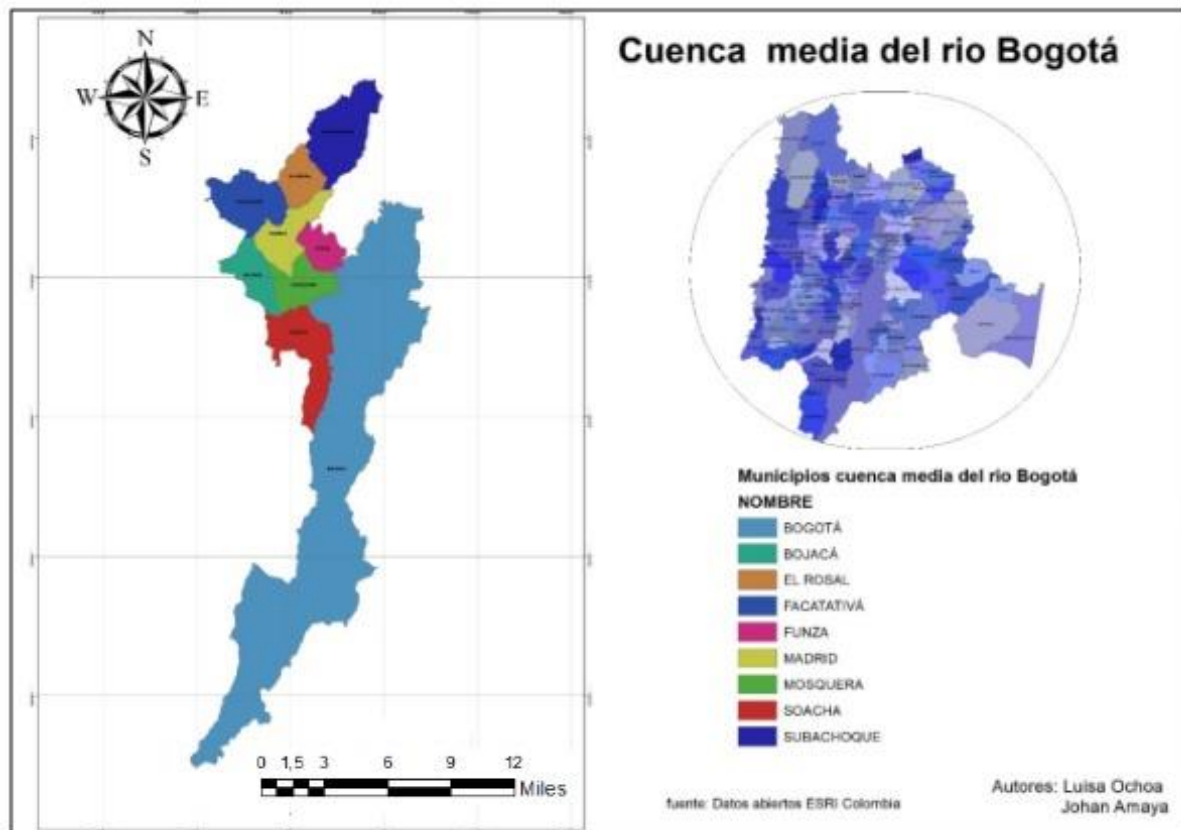
Metodología

Definición del área de estudio

Se eligió la cuenca media del río Bogotá de la cual se recolectaron datos espaciales suficientes para el análisis de información cartográfica por medio de sistemas de información geográfica, con la ayuda del software ArcGIS 10.7.

Área de estudio.

Como lo menciona CAR, (2016) por medio del acuerdo 58 de 1987, la corporación autónoma regional CAR, se establecieron tres cuencas para el río Bogotá, divididas en cuenca alta, media y baja, en donde el área interés se ubica en la cuenca media, dicha cuenca está conformada por 11 municipios, en donde es de suma importancia para todos los municipio pues aproximadamente el 30% de las actividades económicas como la pecuaria, agricultura e industrial se desarrollan en esta y son la base para el desarrollo de la región (Gomez, 2015). Junto con lo anterior es importante mencionar que la cuenca media del río Bogotá, presenta la mayor área de ocupación, por presentar características como lo son zonas planas y alto desarrollo de sus poblaciones presentando como ejemplo el distrito capital del país.

Figura 1.*Mapa de la cuenca media del río Bogotá*

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3*Generalidades municipio de Bojacá*

Coordenadas	4°44'01"N 74°20'32"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2598 msnm
Distancia con la capital del país	40 km
Limites	Zipacón, Madrid, Facatativá, Mosquera, Soacha, san Antonio del Tequendama, tena, y la mesa

Área del municipio	109 km ²
Temperatura promedio	14 °C
Actividades económicas	Floricultura, agricultura, turismo y gastronomía

Fuente: (Alcaldía de Bojacá , 2020)

Tabla 4.

Generalidades municipio de Madrid

Coordenadas	4°43'50"N 74°15'50"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2554 msnm
Distancia con la capital del país	21 km
Limites	Tenjo, Subachoque, el rosal, Bojacá, Funza, Mosquera y Facatativá.
Área del municipio	121 km ²
Temperatura promedio	16 °C
Actividades económicas	Industria y floricultura

Fuente:(alcaldía de Madrid , 2020)

Tabla 5.

Generalidades municipio de Sibaté

Coordenadas	4°29'27"N 74°15'34"O
Provincia	Soacha
Altitud media	2600 msnm
Distancia con la capital del país	27 km
Limites	Soacha, pasca, Fusagasugá, Silvania y granada
Área del municipio	125,6 km ²
Temperatura promedio	16 °C
Actividades económicas	Turismo, producción de pastos, ganadería, e industrias

Fuente:(Alcaldía de Sibate , 2020)

Tabla 6.*Generalidades municipio de Mosquera*

Coordenadas	4°42'28"N 74°13'58"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2516 msnm
Distancia con la capital del país	10 km
Limites	Funza, Bojacá, Madrid, Bogotá y Soacha
Área del municipio	107 km 2
Temperatura promedio	17 °C
Actividades económicas	Agricultura, ganadería, e industrias

Fuente:(Alcaldia de Mosquera , 2020)

Tabla 7.*Generalidades municipio de Soacha*

Coordenadas	4°34'41"N 74°12'52"O
Provincia	Soacha
Altitud media	2565 msnm
Distancia con la capital del país	30,5 km
Limites	Mosquera, san Antonio del Tequendama, Bogotá, Sibaté y pasca
Área del municipio	184 km 2
Temperatura promedio	15 °C
Actividades económicas	Minería, agricultura e industrias

Fuente:(Municipio de Soacha , 2020)

Tabla 8.*Generalidades municipio de Funza*

Coordenadas	4°43'03"N 74°12'34"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2548 msnm
Distancia con la capital del país	10 km
Limites	Tenjo, cota, Mosquera, Bogotá y Madrid
Área del municipio	70 km ²
Temperatura promedio	14 °C
Actividades económicas	Comercio y agricultura

Fuente:(Alcaldia de funza , 2020)

Tabla 9.*Generalidades municipio de Subachoque*

Coordenadas	4°55'41"N 74°10'25"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2663 msnm
Distancia con la capital del país	22 km
Limites	Supatá, Pacho, Zipaquirá, San Francisco, Tabio, El rosal, Madrid Y tengo
Área del municipio	212 km ²
Temperatura promedio	15 °C
Actividades económicas	Turismo e industrias

Fuente:(ALcaldia de Subachoque , 2020)

Tabla 10.*Generalidades municipio de Facatativá*

Coordenadas	4°48'53"N 74°21'19"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2586 msnm
Distancia con la capital del país	36 km
Limites	El Rosal, San Francisco, Bojacá, Zipacón, Anolaima, Madrid, La Vega, Sasaima y Alban
Área del municipio	158 km ²
Temperatura promedio	14 °C
Actividades económicas	Industrias, agricultura y ganadería, y comercio.

Fuente:(Alcaldía de Facatativa, 2020)

Tabla 11.*Generalidades municipio El Rosal*

Coordenadas	4°51'07"N 74°15'46"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2685 msnm
Distancia con la capital del país	36 km
Limites	Subachoque, San Francisco, Madrid y Facatativá
Área del municipio	86.5 km ²
Temperatura promedio	14 °C
Actividades económicas	Agricultura y sector pecuario

Fuente:(Alcaldía El Rosal , 2020)

Tabla 12.*Generalidades ciudad de Bogotá D.C*

Coordenadas	4°36'46"N 74°04'14"O
Provincia	Sabana occidente
Altitud media	2640 msnm
Distancia con la capital del país	36 km
Limites	Meta, Huila, Chía, Arbeláez, Cabrera, Cota, Funza, Mosquera, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Soacha y Venecia
Área del municipio	1775 km ²
Temperatura promedio	14 °C
Actividades económicas	Principal centro económico con alto número de empresas tanto nacionales como extranjeras

Fuente:(Alcaldia mayor de Bogotá , 2020)

Obtención de imágenes satelitales

Las imágenes landsat de los años 2013 y 2020 que se emplearon en el presente estudio fueron obtenidas a través de la plataforma earth Explorer, en donde dichos satélites contribuyen al cumplimiento de objetivos relacionados con el monitoreo preciso de la tierra (European Space Agency(ESA), 2018). También cabe destacar que earth Explorer tiene un alto valor pues facilita la versatilidad en el manejo del programa de procesamiento de las imágenes como lo es ArcGIS, presenta información actualizada y permite el cálculo de índices ambientales para el estudio de los componentes del suelo además de contar con la corrección radiométrica en sus últimos satélites (Arias Gutierrez & Barragan Rodriguez, 2020).

Junto con lo anterior se optó por la utilización de imágenes landsat 8, así como lo afirma Mishra & Helder, (2014). Dicho satélite fue lanzado el 11 de febrero de 2013, con una serie de características como lo son un radiómetro de barrido multicanal OLI, uno infrarrojo TIRS, el primero de estos tiene un rango de trabajo de nueve longitudes de onda proporcionando una resolución de 15 m, mientras que el segundo tiene por objetivo obtener características relacionadas con procesos de transferencia de calor humedad en ámbitos como la agricultura y gestión del recurso hídrico.

En cuanto a los parámetros de búsqueda que se tomaron en cuenta para la selección de las imágenes se estableció una nubosidad máxima de 10%, en las fechas establecidas para el estudio desde el mes de febrero, en donde en el año 2013 es del mes de diciembre y la imagen del mes de 2020 es del mes de marzo y únicamente del sensor landsat 8, en donde se seleccionaron las imágenes que menos nubosidad presentaban.

Además de las imágenes landsat se realizó una verificación por medio de la plataforma Google earth para comprobar que realmente el uso del suelo es el real, buscando la correlación de las texturas observadas.

Procesamiento de las imágenes satelitales

Para el adecuado procesamiento de las imágenes satelitales, se empleó el software ArcGIS en su versión 10.8. Dicho programa es un sistema completo que permite a los usuarios la recopilación, administración, análisis y distribución de la información geográfica disponible (Environmental systems research institute (ESRI), 2020). Gracias a la gran gama de herramientas que presenta mencionado software, se facilita la toma de decisiones, se contribuye a la resolución de

problemas, es más eficiente el proceso de planificación y comunicación, siendo un método efectivo y de bajos costos.

Inicialmente se realizó el recorte de la imagen, al contorno de la cuenca media del río Bogotá, empleando el sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá, debido a que las imágenes pertenecen al satélite de landsat 8 no se realizó orto rectificación, pero si se tuvieron en cuenta las correcciones de radiancia y reflectancia, en donde la reflectancia así como dice Aguilar, Mora & Vargas, (2014) la corrección atmosférica o reflectancia es útil para eliminar el efecto producido por aerosoles y la radiancia que trae consigo el sensor obteniendo una imagen con mejor calidad visual, mientras que la radiancia contribuye a adaptar los valores de pixel que son generados por la atmosfera mientras se da el proceso de adquisición de los datos (Gis&Beers, 2018). Mencionadas correcciones se hicieron por medio del software ArcGIS, arctoolbox, con la herramienta llamada “radiance with atmospheric correction” y “reflectance with atmospheric correction”.

La escala manejada se basó en los criterios de la metodología Corine land cover adaptada para Colombia, en donde dicha metodología a escala 1:100000 fue un proceso en donde se consolido la caracterización de las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio colombiano, (IDEAM), 2015). Generando un concepto en donde todos los criterios estén unificados, así la aplicación dela metodología permite un conocimiento de las condiciones de los recursos naturales, las diferentes formas de ocupación y usos del suelo y una identificación con el territorio (Suárez et al., 2017). Además de esto la escala 1:100.000, como menciona en su estudio, Corredor, Cardenas & Ordoñez, (2011) es una escala que presenta varias ventajas como lo son una información detallada, visión amplia de la zona de estudio, se ajusta a limitaciones como el tiempo, permite que se puedan generar procesos de compatibilidad con estudios similares y que usen una

escala menor y se puede generar la actualización de mapas de manera sencilla, factores que aportan al enriquecimiento del proyecto y genera un estudio dinámico.

Otro factor a tener en cuenta es la unidad mínima de mapeo, en donde se determinó en base a la escala trabajada junto con la tabla de valores predeterminados por el IGAC.

Tabla 13.

Escalas trabajadas para mapas por el IGAC

ESCALA	UNIDAD MINIMA DE MAPEO CODIGOS 2 AL 5 PRIMER NIVEL (HA)	UNIDAD MINIMA DE MAPEO CODIGO 1 PRIMER NIVEL (HA)	CUBRIMIENTO PROPORCIONAL PLANCHA RECTANGULAR GRILLA IGAC (KM ²)
1:500.000	625	125	38.400
1:250.000	156	31	9.600
1:100.000	25	5	2.400
1:50.000	6,25	1.25	600
1:25.000	1,5625	0,3125	150
1:10.000	0,25	0,05	37,5
1:5.000	0,0625	0,0125	9,38

Fuente:(IGAC , 2017)

Así según la escala seleccionada, la unidad mínima de mapeo, para la investigación es de 25 hectáreas para los niveles 2 al 5, y 5 hectáreas para el nivel 1, siendo estos valores la unidad más pequeña que se puede representar, según Matoma & Cañas, (2017) es necesario definir dicha unidad pues con eso se garantiza que se pueda trabajar sobre dichos mapas en estudios posteriores y que estos presenten coherencia y facilite los procesos de interpretación.

Características de las imágenes

Las imágenes empleadas en el estudio multitemporal cuentan con las siguientes características, tanto la del año 2013 como la del 2020 fueron obtenidas por medio de la plataforma earth Explorer del sensor y la versión landsat 8.

Tabla 14.

Características de las imágenes landsat 8 año 2013 y 2020

<i>Características</i>	<i>Imágenes landsat</i>
Path	08
Row	57
Fecha adquisición	16 de septiembre de 2020
Fecha de procesamiento	05 de octubre de 2020
% nubosidad	0-10%
Resolución espacial	30 metros

Fuente:(European Space Agency(ESA), 2018)

Clasificación según la Metodología Corine land cover

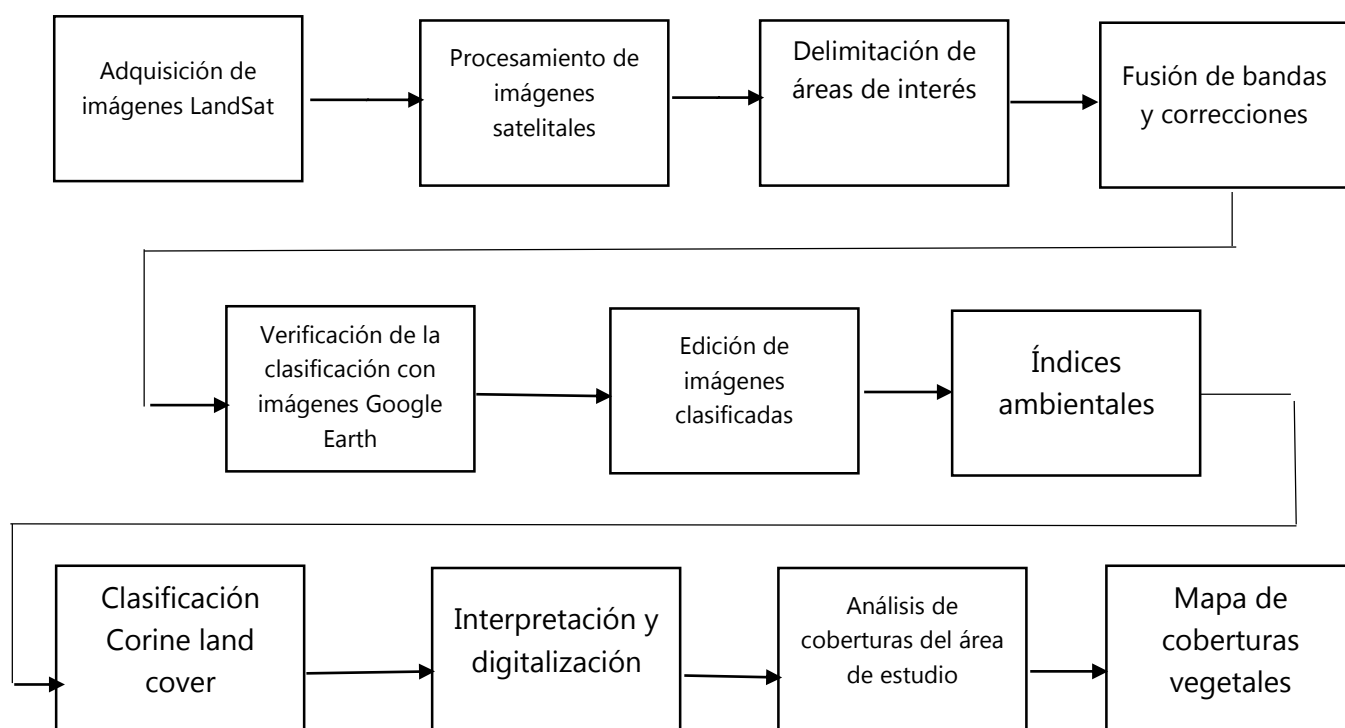
Para la adecuada determinación visual de las coberturas, se realizó la selección de áreas representativas de cada una de las coberturas aplicables al estudio según la metodología Corine land cover, en donde se creó una nube de puntos distribuida sobre toda la extensión de la zona de estudio, con esto y gracias a la firma espectral se identificaron áreas con el mismo uso de suelos por la similitud de píxeles, dicha descripción corresponde a la clasificación supervisada. Según Jenni & Gustavo, (2016) los pasos para lograr la clasificación supervisada se basan en la adecuada identificación de los píxeles que presentan similitud, teniendo en cuenta que sean áreas representativas pues son la base de la clasificación, también Matoma & Cañas, (2017)mencionan con este tipo de clasificación el error disminuye puesto que el mismo programa calcula la

estadística necesaria para la correcta clasificación como lo son el rango, la media, la desviación típica, la covarianza entre otros.

Metodología Corine land cover

Figura 2.

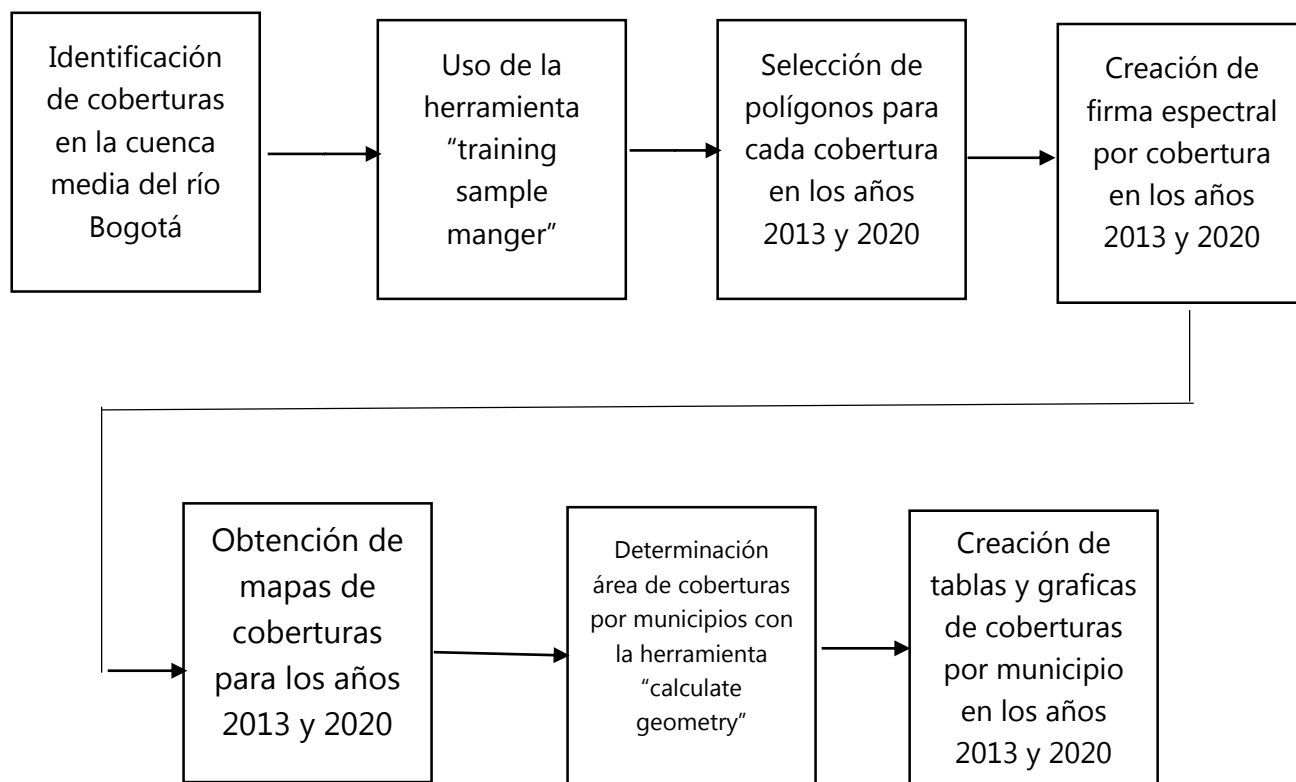
Resumen metodología Corine Land Cover utilizada para la investigación.



Fuente: *modificado de López (2010)*

Figura 3.

Identificación coberturas y cambios del uso del suelo

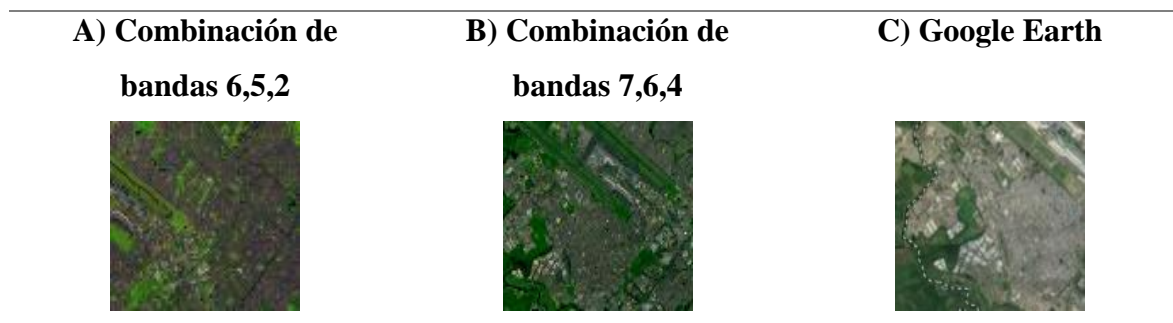


Tejido Urbano Continúo

Espacios conformados por edificaciones, zonas verdes, aunque en menor proporción que las diferentes edificaciones de vivienda, infraestructuras viales, casas individuales, áreas deportivas además de centros públicos de interés; aglomerados en un espacio cercano con gran actividad económica.

Tabla 15.

Tejido urbano continuo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth



Fuente: Elaboración propia

Tejido Urbano Discontinuo

Espacios de pequeñas edificaciones en especialmente conformado de casas aledañas a las urbanizaciones principales, la delimitación de estas áreas se puede dificultar dado al gran porcentaje de cobertura vegetal que se unifican con las pequeñas estructuras urbanísticas. Con infraestructura de menor cantidad y calidad que en las zonas urbanísticas de mayor tamaño.

Tabla 16.

Tejido urbano discontinuo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth




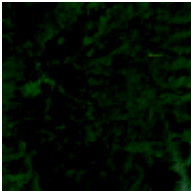

Fuente: Elaboración propia

Bosque Denso Alto

Cobertura vegetal densa constituida en su mayoría por especies arbóreas endémicas de la zona con los doseles uniéndose formando grandes extensiones de árboles con un promedio de altura del dosel de mayor a los 15 metros.

Tabla 17.

Bosque denso alto; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth.

A) Combinación de	B) Combinación de	C) Google Earth
bandas 6,5,2	bandas 7,6,4	
		

Fuente: Elaboración propia

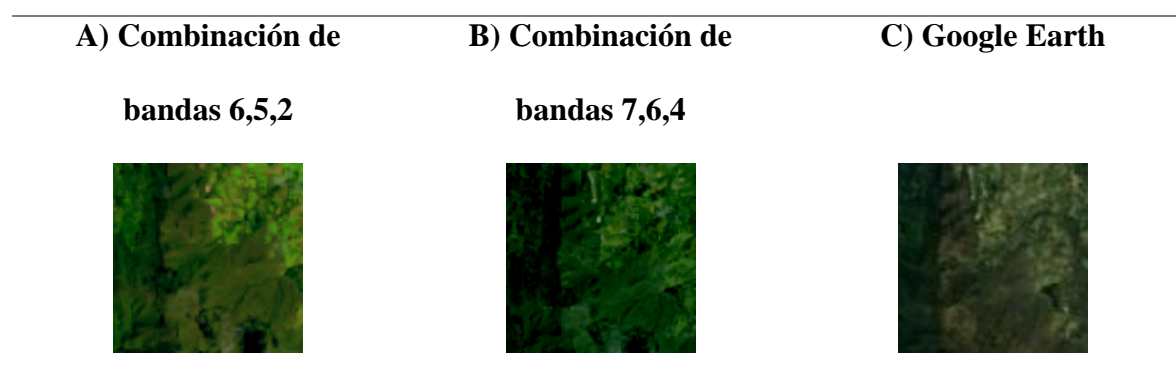
Bosque Denso Bajo

Cobertura vegetal densa constituida en su mayoría por especies arbóreas endémicas de la zona con los doseles uniéndose formando grandes extensiones de árboles con un promedio de altura del dosel de inferior a los 15 metros. Estos espacios de coberturas no han sido intervenidos para la

preservación selectiva de algunas especies, por lo que no ha sido alterado su estructura y funcionalidad original.

Tabla 18.

Bosque denso bajo; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth





Fuente: Elaboración propia

Cuerpos De Aguas Artificiales

Coberturas de agua de fuente artificial, creadas por el hombre para almacenar grandes cantidades de agua destinadas para diferentes causas como el abastecimiento de poblaciones en tiempos de sequía, riego de cultivos, fines turísticos y para la generación de electricidad

Tabla 19.

Cuerpos de aguas artificiales; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth

A) Combinación de	B) Combinación de	C) Google Earth
bandas 6,5,2	bandas 7,6,4	
		




Fuente: Elaboración propia

Zonas De Extracción Minera

Áreas en las cuales se extraen y se acumulan diferentes materiales extraídos del suelo por lo general ubicadas en diferentes montañas, utilizadas para diferentes industrias como lo son las construcciones y las joyerías entre otras, estas extracciones se realizan a cielo abierto.

Tabla 20.

Zonas de extracción minera; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth

A) Combinación de	B) Combinación de	C) Google Earth
bandas 6,5,2	bandas 7,6,4	
		

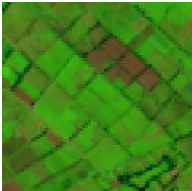


Fuente: Elaboración propia

Mosaico De Pastos y Cultivos

Coberturas de tierras dedicadas y ocupadas por pastos y cultivos, distribuidas en parcelas de un tamaño no mayor a las 25 ha, los cuales no tiene un patrón específico al tratarse de predios individuales.

Tabla 21.

Mosaico de pastos y cultivos; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth

A) Combinación de	B) Combinación de	C) Google Earth
bandas 6,5,2	bandas 7,6,4	
		




Fuente: Elaboración propia

Cultivos Permanentes

Áreas destinadas a los cultivos de ciclo vegetativo mayor a un año, de las cuales se pueden obtener varias cosechas sin la necesidad de replantar, dentro de las cuales se incluyen los cultivos de herbáceas y cultivos arbóreos.

Tabla 22.

Cultivos permanentes; A) Imagen Landsat 8 combinación de bandas verdadera; B) Imagen Landsat 8 combinación de bandas falsa fuente: autores; C) Imagen satelital fuente: Google Earth

A) Combinación de	B) Combinación de	C) Google Earth
bandas 6,5,2	bandas 7,6,4	
		

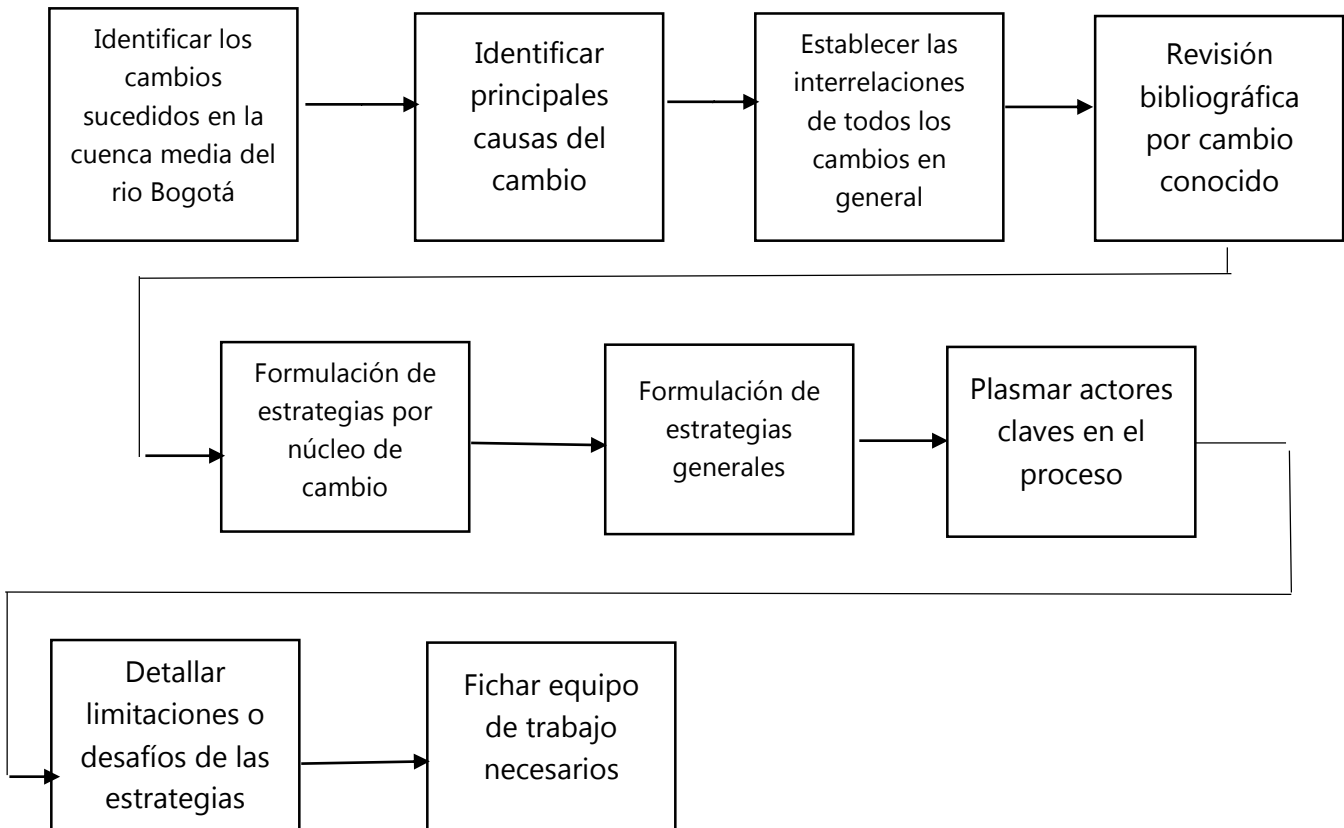
Fuente: Elaboración propia

Formulación de estrategias

La formulación de estrategias es una herramienta que contribuye a la adecuada toma de decisiones en el presente con el fin de lograr un futuro deseado, por ende la adecuada formulación debe tener bases sólidas, un diagnóstico, resultados, cifras, o datos que den cuenta de la situación actual sobre el cual se vayan a proponer las medidas a tomar, (Instituto de hidrología, 2005). así recogiendo las etapas del proceso y con la diversificación de autores sobre estrategias frente a los problemas identificados y su combinación de enfoques es como se logra la formulación de estrategias del territorio (Avendaño, Delgado, & Rodríguez, 2017).

Figura 4.

Metodología formulación de estrategias.



Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión.

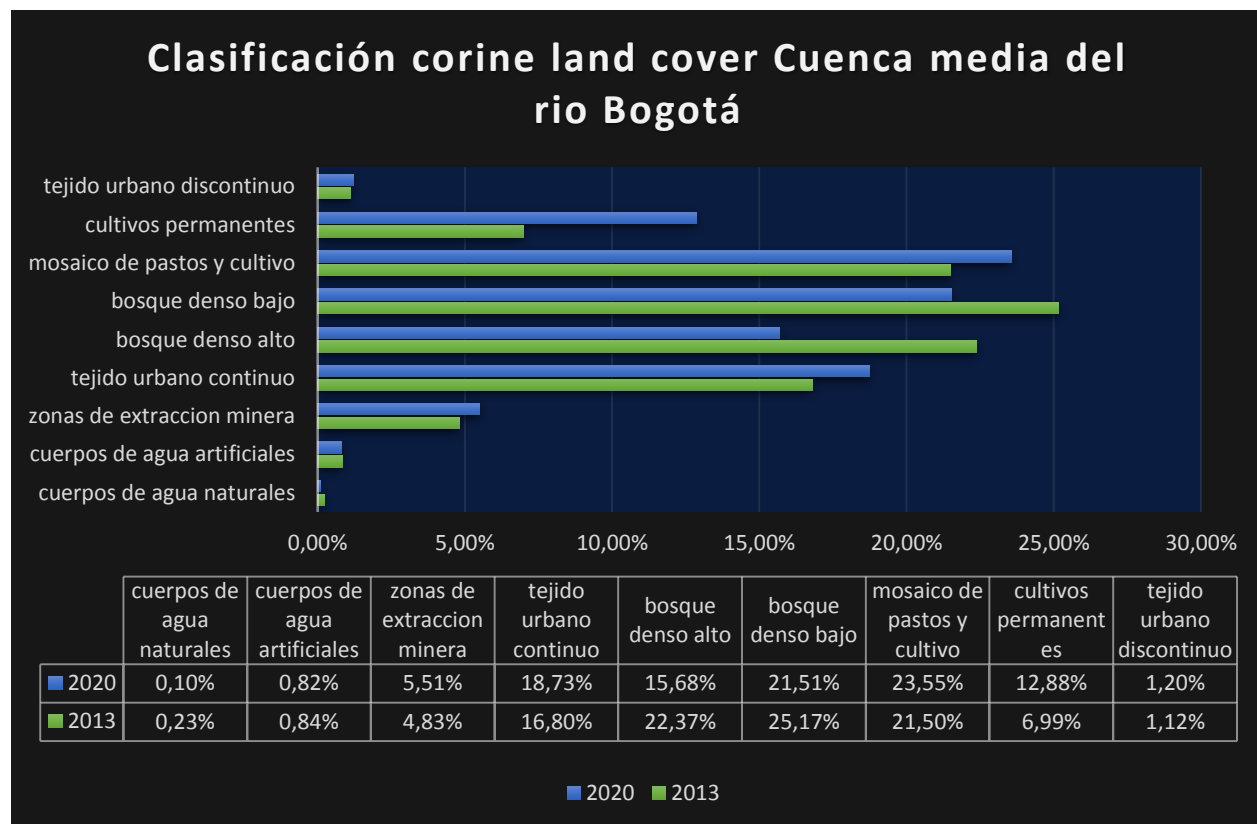
Corine Land Cover

Según objetivo 1: identificar las coberturas de uso del suelo con base en la metodología Corine land cover para la cuenca media del río Bogotá entre el 2013 y 2020.

Según objetivo 2: Evaluar los cambios identificados de coberturas y usos del suelo en la cuenca media del río Bogotá desde 2013 a 2020.

Figura 5.

Clasificación Corine Land Cover cuenca media del río Bogotá.



Fuente: Elaboración propia

La cuenca media del río Bogotá en los últimos 7 años según la metodología Corine land cover, presenta cambios importantes en cuanto a sus usos del suelo, esto debido a las dinámicas de desarrollo, expansión, crecimiento y avances que se han dado en la región, en donde 7 de los 10 municipios pertenecientes a la cuenca están dentro de los primeros puestos que cuentan con mayor concentración de proyectos dentro de los cuales se pueden encontrar agroquímicos, energía, hidrocarburos, infraestructura, y minería (Autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA),

2020). la existencia y ejecución de dichos proyectos genera que las coberturas de tejido urbano y zonas de extracción minera hallan aumentado del 2013 al 2020 en 2.69% en toda la cuenca, mientras que las coberturas de cuerpos hídricos tanto naturales como artificiales y bosques de la cuenca media han disminuido en un 10.5%, evidencia de que los ecosistemas han sido transformados reduciendo la extensión de mencionadas coberturas, generando una mayor área de zonas transformadas y territorios artificializados CAR, (2016). Junto con lo anterior es de importancia mencionar que la cuenca media del río Bogotá cuenta con 75% de población urbana y el restante 25% es población rural, siendo datos importantes pues la expansión urbana que ha presentado la cuenca paso de tener una ocupación en cuanto a tejido urbano de 17.92% a 20% en el año 2020 siendo el sector de la cuenca con mayor porcentaje de ocupación, también cobra importancia la expansión de la frontera agrícola la cual se ha tomado parte de los bosques para el establecimiento de cultivos y actividades pecuarias con un porcentaje de incremento en los 7 años de 7.94%, por dichas razones uno de los mayores conflictos que presenta la cuenca es el ordenamiento territorial y uso del suelo, por dispersión de recursos junto con esfuerzos en cuanto a información, gestión, tecnología, planificación, y financiación para la planeación de recursos, gestión de inspecciones, monitoreos, regulaciones, sanciones y demás (Secretaria Distrital de Planeacion Bogotá, 2014). Ante las características presentadas en la cuenca, y los cambios identificados, se dio la importancia de verificar y analizar los cambios de cada uno de los municipios que componen la cuenca media analizando todos los factores que se pueden ver involucrados y así obtener una visión mas clara acerca de la situación actual de la cuenca media del río Bogotá en cuanto a los usos del suelo y coberturas. Los cambios del uso del suelo, generan impactos en la cuenca por las dinámicas que se presenta en cada municipio, por ende, se realiza el análisis de cada municipio para relacionar cada uno de los cambios de uso de suelo así:

Municipio de Bojacá

Figura 6.

Mapa clasificación Corine land cover Bojacá

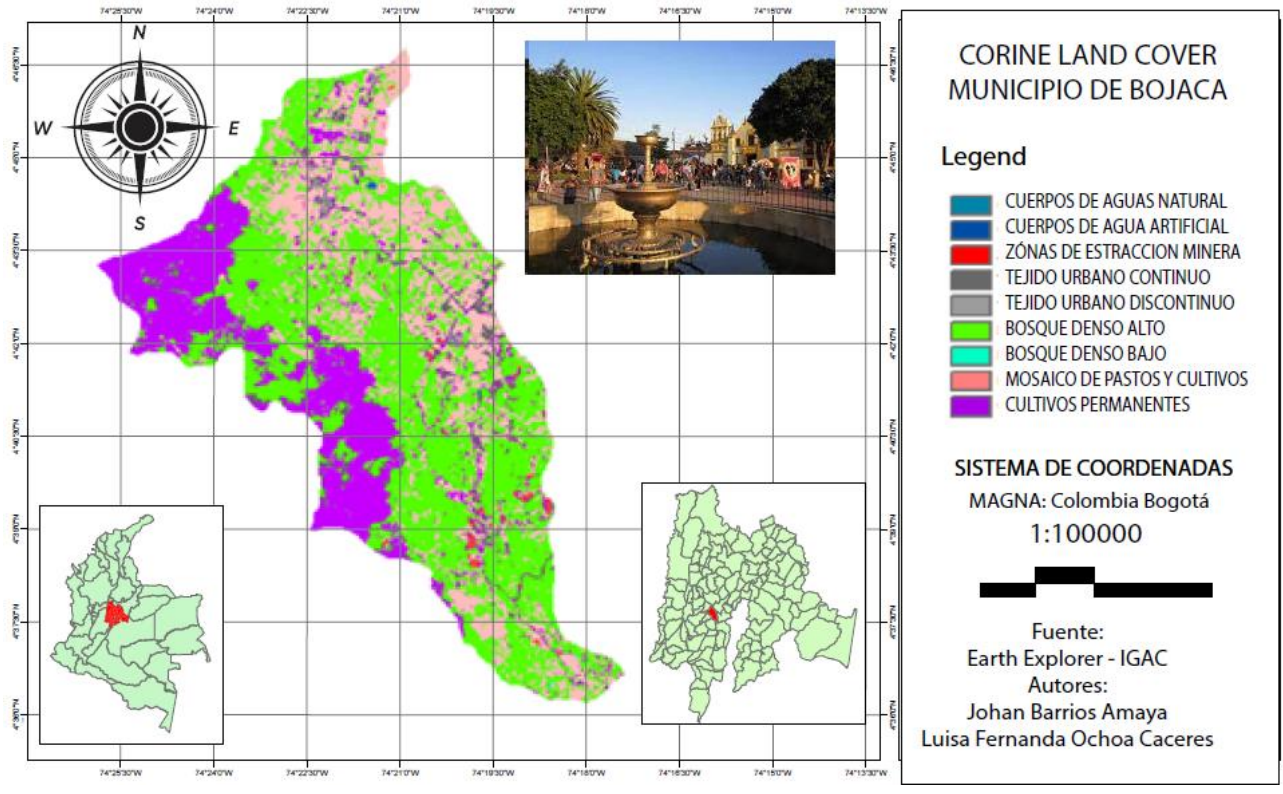
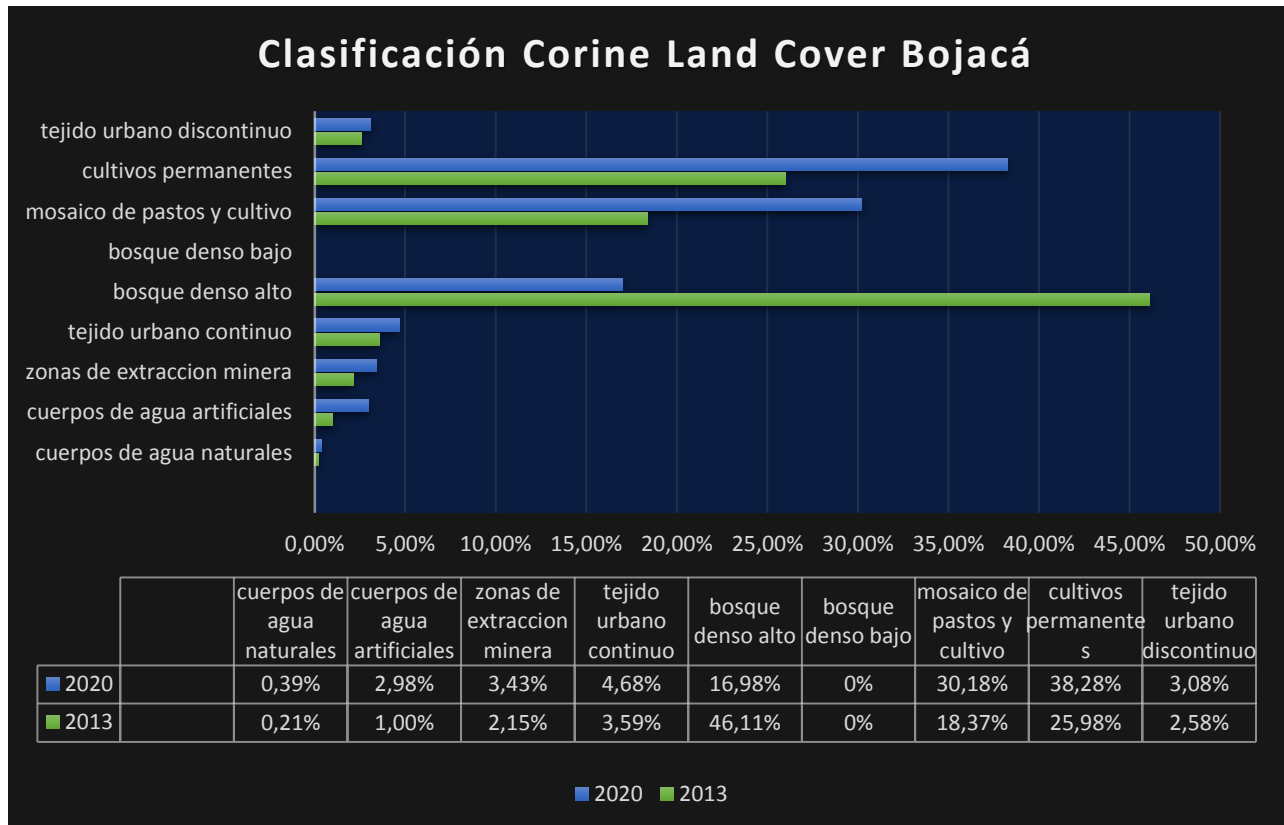


Figura 7.*Clasificación Corine Land Cover Bojacá*

Fuente: Elaboración propia

Los cambios presentados entre los años 2013 y 2020 en el municipio de Bojacá en su mayoría son cambios que representan un impacto negativo sobre el ambiente, en donde la afectación principal está reflejada en la disminución del bosque denso alto con un 29,13% menos en el año 2020, esto se da en base a diversos factores como lo son las actividades económicas predominantes en el municipio que constan así como menciona (Alcaldía de Bojacá, 2020). en el municipio la economía se basa en tres aspectos importantes, el primer lugar lo ocupa la agricultura con una predominancia en cultivos de papa, zanahoria, maíz, lechuga, frutas como mora, uchuva,

tomate de árbol, granadilla, fresa y ciruela, seguido de esto se encuentra la actividad ganadera de doble propósito en donde se encuentran aproximadamente en todo el municipio un total de 6.000 ejemplares en 241 fincas (FEDEGÁN, 2014). Y por último esta la actividad basada en el turismo los fines de semana.

Mencionadas actividades están soportadas en el uso del suelo, ante mayor crecimiento de la agricultura y la ganadería, más unidades de suelo se requieren, por ende la expansión agrícola y ganadera en el municipio es la principal razón por la cual los bosques se ven disminuidos, confirmando dicha razón el hecho de que en los 7 años analizados el mosaico de pastos y cultivos, junto con los cultivos permanentes incluyendo la actividad floricultora, aumentaron un 24.10%, generado también por las estrategias locales y gubernamentales denominadas “procesos regionales” basadas en el apoyo a pequeños productores en donde generan incentivos por llevar a cabo las actividades económicas, situación que no sucede con la protección y conservación de los bosques y recursos naturales, en donde dichas medidas solo están plasmadas en el papel y los beneficios que se reciben por dicha protección no son conocidos por la población, aunque sea evidente que la cobertura vegetal está altamente intervenida. (Alcaldía Municipal de Bojacá , 2000). Las anteriores actividades además de afectar los ecosistemas naturales, afecta la disponibilidad de agua, en donde se ve un aumento de 1.98% en los cuerpos de aguas artificiales debido a la demanda hídrica que actividades como el riego, y la hidratación de los animales demanda contar con depósitos de agua que garanticen el recurso en el sitio de la actividad y de manera constante.

En el municipio también se presentó el aumento de tejido urbano continuo y discontinuo, indicando crecimiento en la población urbana, así como rural, en donde según datos de (DANE, 2020). La población presento un aumento de 2394 personas que llegaron al municipio, lo que requiere de una mayor disponibilidad de tierras con fines de construcción para la satisfacción de las necesidades de

los habitantes, así como aumento la necesidad de actividades extractivas, en donde hubo un crecimiento de 1.28%, en donde en el municipio solo se registran 8 permisos, sin embargo como menciona (Gobernación de Cundinamarca, 2019). El municipio según inspecciones realizadas en campo cuenta con un aproximado de 19 títulos de extracción de materiales de construcción, 5 de arena y grava, y 3 de arcilla, lo que indica la realización de la actividad de manera fraudulenta, afectando no solo el lugar en donde se realiza la extracción sino también su zona de influencia.

Municipio del rosal

El rosal

Figura 8.

Mapa clasificación Corine land cover El Rosal

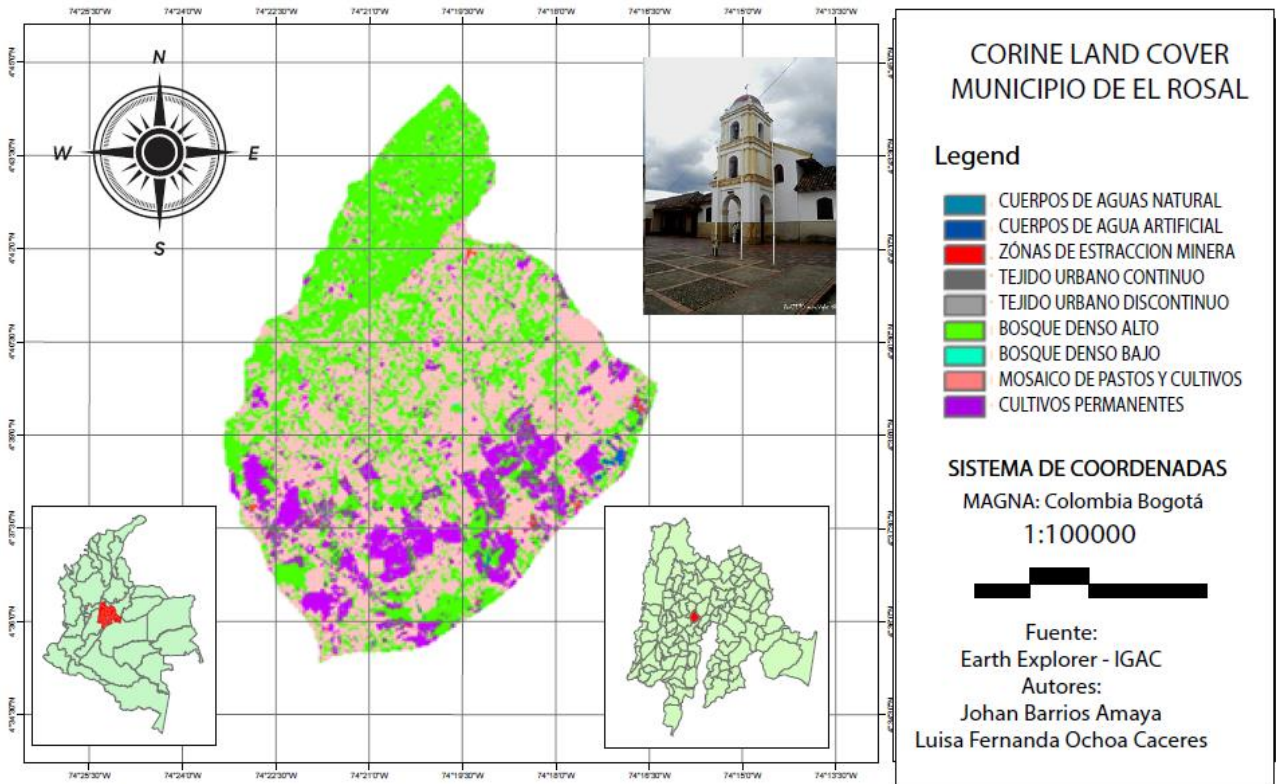
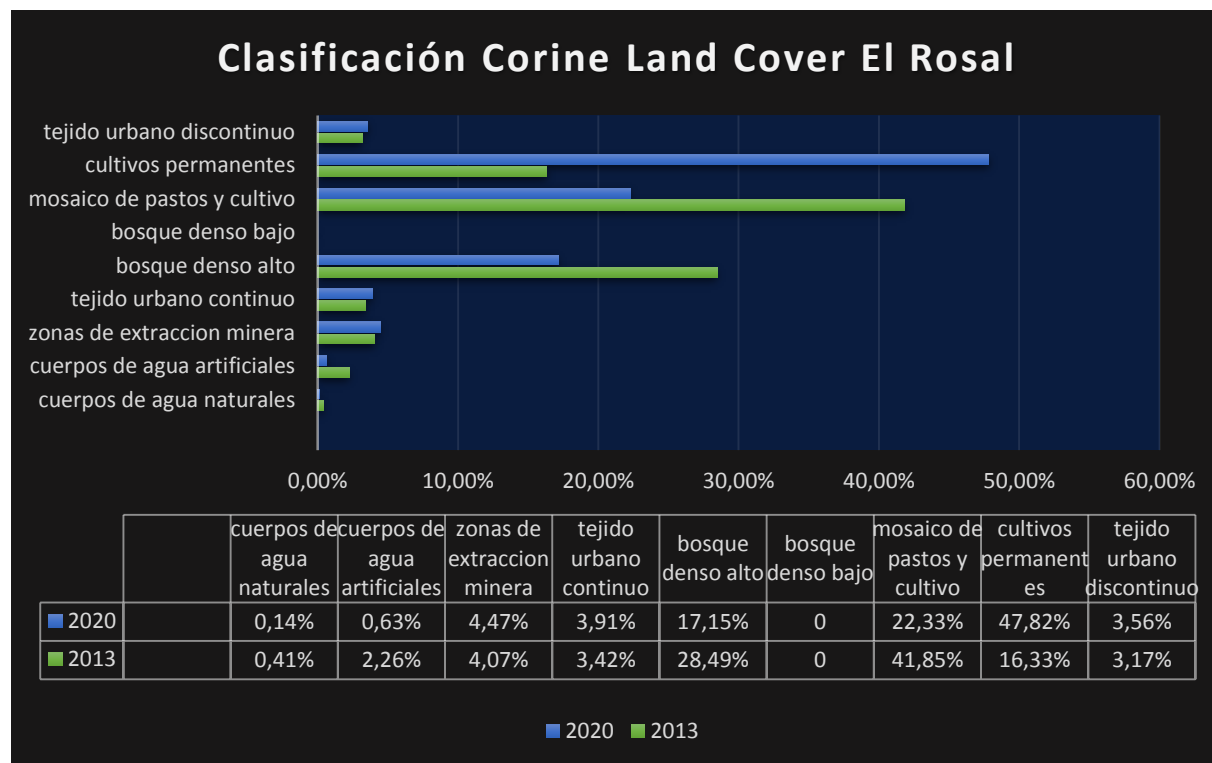


Figura 9.*Clasificación Corine Land Cover El Rosal*

Fuente: Elaboración propia

El municipio del Rosal, presento un incremento importante en la expansión de los cultivos permanentes pasando de tener un porcentaje de 16.33% en el año 2013 a un 47.82% en 2020, en donde como lo menciona Rojas & Garcia, (2016) los suelos en el municipio del Rosal son la base de la economía, ocupando el sector floricultor el primer lugar de importancia, pues son varias las fincas que se dedican al cultivo y exportación de flores, cultivo que ocupa varias áreas de suelo y permanece por muchos años, aunque también existen cultivos de papa, arveja, y zanahoria, pero de manera menos extensiva, por esto el sector de la flores con la generación de empleos, aporte a la economía local y avance para el municipio hace que dichas actividades sean apoyadas no solo por las entidades de control sino por la población, en donde los impactos ambientales que genera dicha

industria sean omitidos o no tenidos en cuenta al momento de otorgar permisos, además de esto las empresas dedicadas a la exportación de flores no son obligadas a tener programas que mitiguen los impactos ambientales, dichos procesos dependen de manera autónoma de cada empresa si los llevan a cabo o no, además de esto como lo menciona (Ministerio de agricultura (Min agricultura), 2015). Colombia es el segundo país que más vende flores en los mercados internacionales después de Holanda, en donde el sector es uno de los gremios que más presenta expansión y crecimiento, lo que lleva a la conclusión que dicha actividad está fuera de parar su expansión y crecimiento no solo en el municipio sino en el país.

De hecho el aumento de los cultivos permanentes así como del mosaico de pastos, explica la disminución en cuanto a cobertura vegetal representado en el bosque denso alto con un 11.34% menos que en el año 2013, por ende la expansión de la actividad económica predominante así como de los cultivos presentes en el municipio, generan la pérdida de los bosques y vegetación nativa para el establecimiento de dichas economías, sumado a esto y junto con la actividad minera que se da en la zona basada en la explotación de gravas y agregados, que aunque solo aumento un 0.40%, su impacto por la realización de la actividad implica varios factores negativos en contra del ambiente, sumado a la evidencia de la disminución y contaminación del recursos hídrico, (Secretaría de desarrollo, 2020), afectando la disponibilidad y calidad de las principales fuentes hídricas como lo son acuíferos, quebradas, humedales y río Subachoque que abastecen el acueducto y por ende todas las actividades económicas suplen su necesidad hídrica de dichas fuentes, al mismo tiempo, el crecimiento de la población por la llegada de más personas al municipio y su crecimiento económico hace que sea una necesidad el crecimiento urbano tanto urbano como rural en donde presento un aumento de 0.87%, con un incremento de 8455 personas, en los 7 años pasados.

Municipio de Facatativá

Figura 10.

Mapa clasificación Corine land cover Facatativá

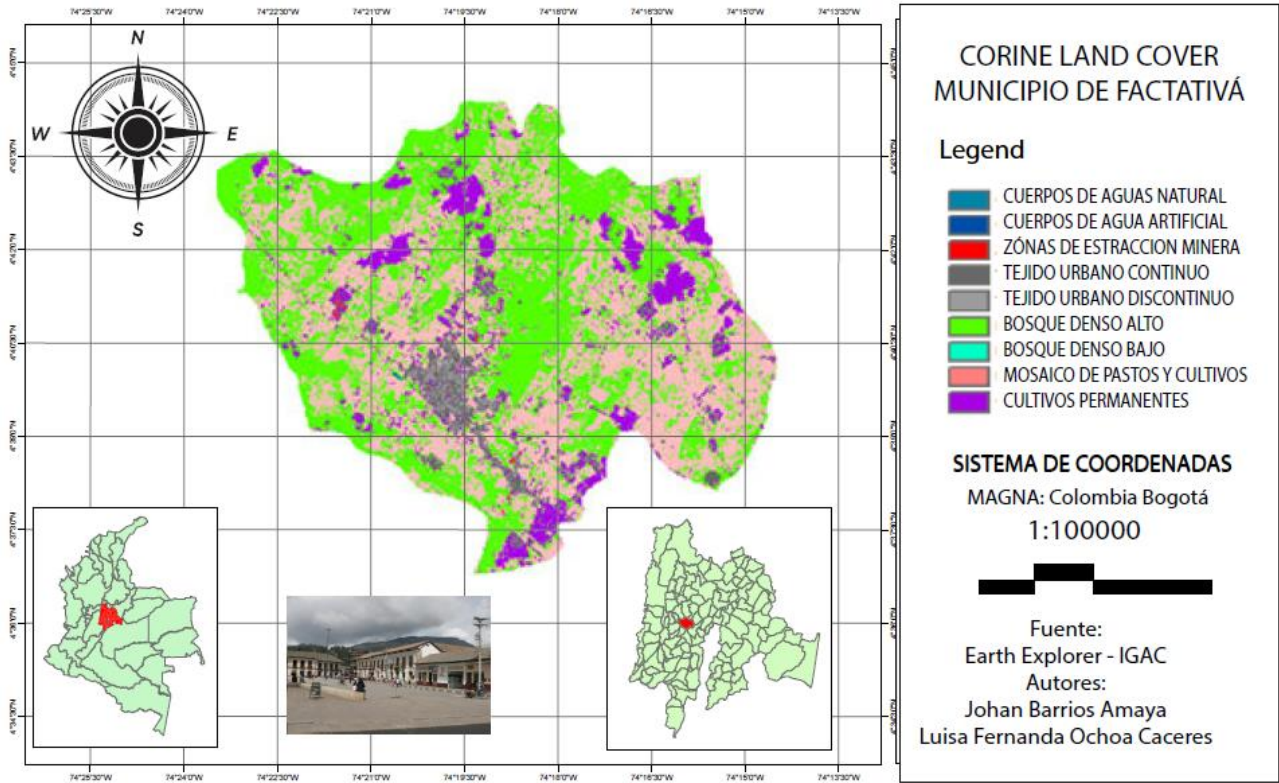
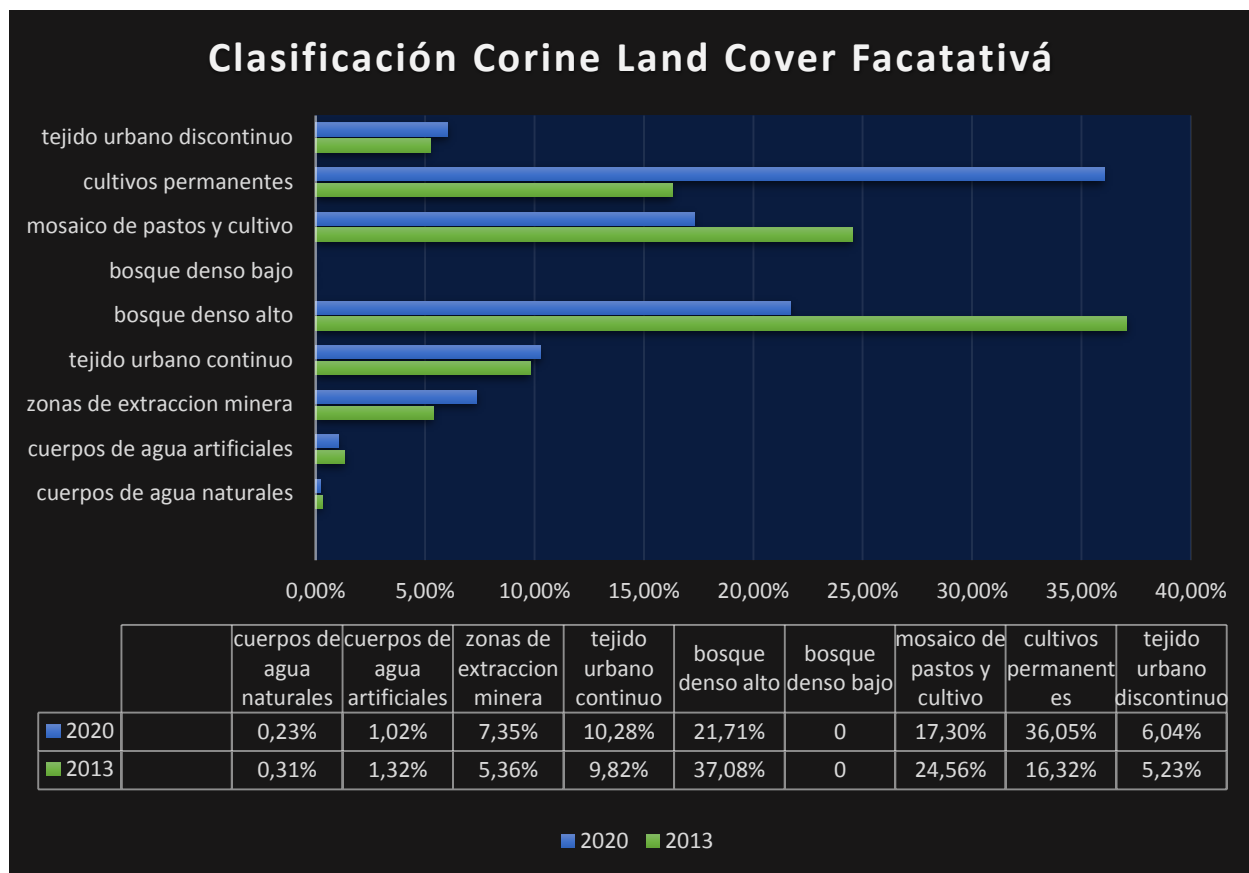


Figura 11.*Clasificación Corine Land Cover Facatativá*

Fuente: Elaboración propia

El principal cambio que se presenta en el municipio de Facatativá, es la expansión de la frontera agrícola, aumentando un 20% en los 7 años estudiados, junto con el mosaico de pastos y cultivos con un porcentaje de aumento de 7.26%, lo que indica un crecimiento de la economía basada en el sector primario como lo menciona Alcaldía de Facatativá, (2020). La principal actividad está relacionada con los cultivos de flores, papa, maíz, hortalizas y fresas junto con altas tasas de producción de leche, en este punto es importante mencionar que a pesar de no tener el mayor número de fincas, el municipio tiene el primer lugar en cabezas de ganado (Forero &

Giraldo, 2017). El municipio también ha presentado un incremento en cuanto a la llegada de industrias dedicadas a la fabricación y distribución de cosméticos, joyas, jabones, la fabricación de alimentos, calzado, ropa, entre otros (Cámara de comercio de Facatativá (CCF), 2019). Dicha llegada de empresas al municipio genera una expansión urbana y crecimiento en cuanto a infraestructuras y equipamientos tanto públicos como privados, pues mencionadas industrias generan una tasa de empleo importante y por ende se da la migración de personas al municipio, lo que conlleva más espacio para la construcción de viviendas, hospitales, colegios, entre otros, situación que también se ve reflejada en los datos emitidos por (DANE, 2020) en donde menciona que el Facatativá es el municipio con más habitantes de la sabana occidente con un total de 155.978 habitantes.

Como consecuencia al crecimiento y desarrollo que ha presentado el municipio, los componentes ambientales se ven fuertemente afectados, evidenciados en la disminución en un 15.36% de los bosques, disminución en las fuentes hídricas, los cuales la mayoría son extraídos de pozos profundos con un inventario de 146 pozos perdida de ecosistemas, sumado a la falta de participación y preocupación por parte de los habitantes, en donde está primando el factor económico pues en muchas ocasiones es la misma población la que destruye el entorno ambiental, así como le asegura Forero & Giraldo, (2017), los instrumentos de planificación del municipio presenta desactualización desde el año 2009 en donde no se han llevado medidas a cabo, ni un estudio dedicado a la actualización del sistema de gestión ambiental.

Municipio de Funza

Figura 12.

Mapa clasificación Corine land cover Funza

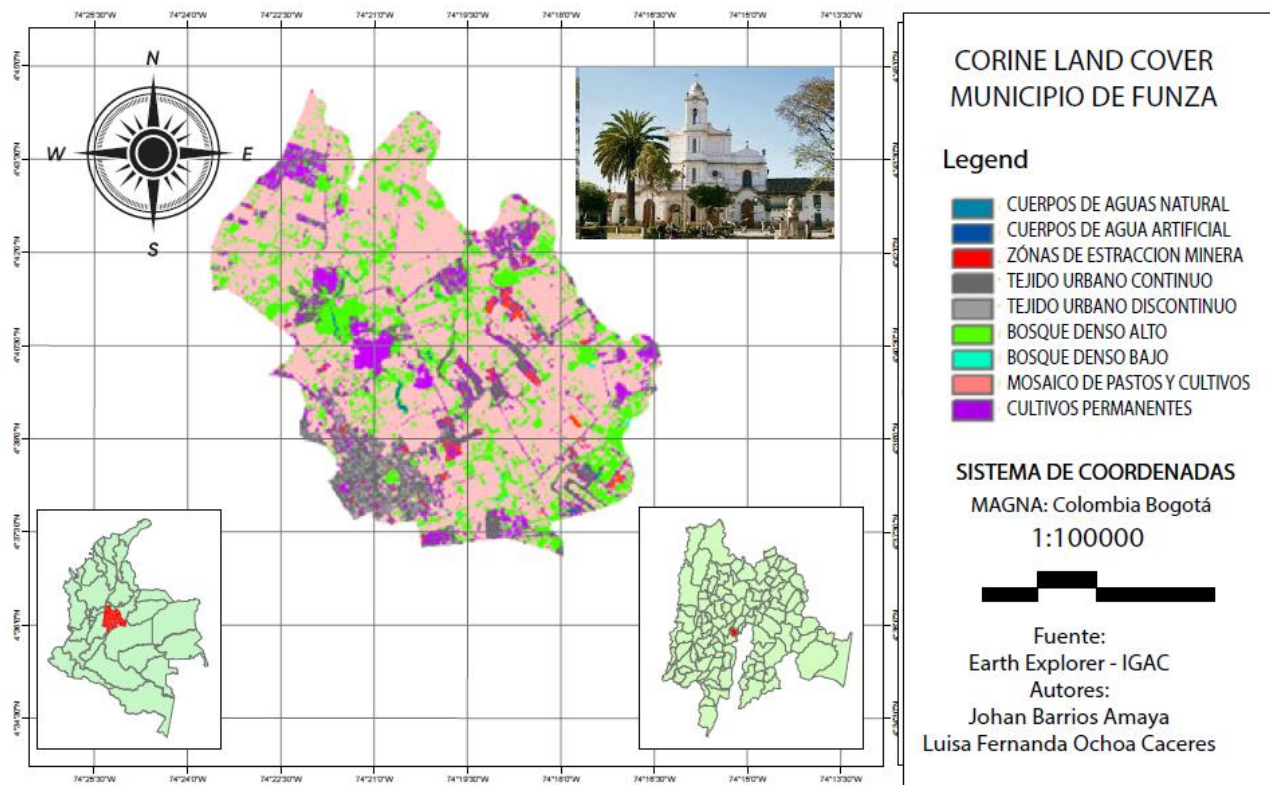
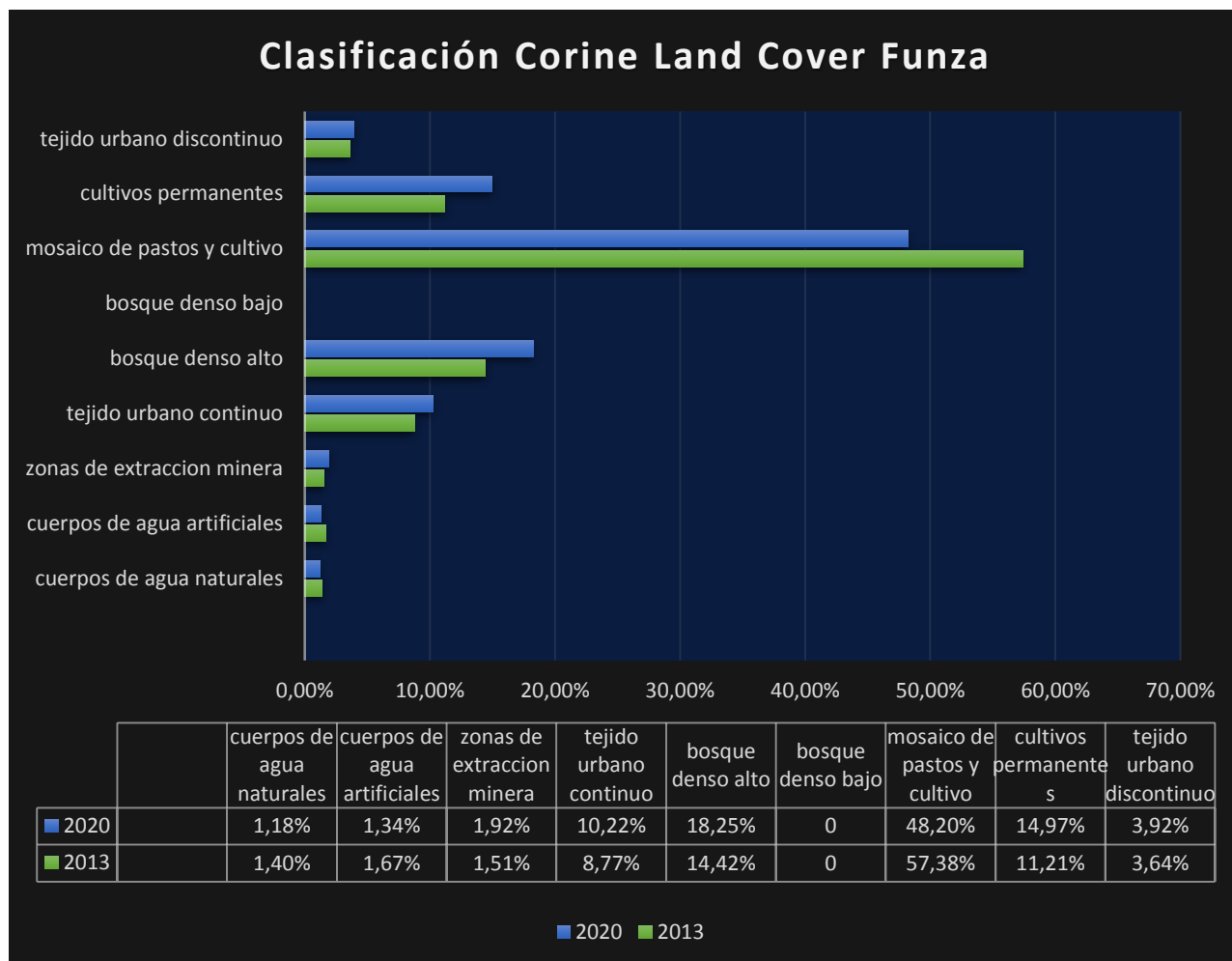


Figura 13.*Clasificación Corine Land Cover Funza*

Fuente: Elaboración propia

El municipio de Funza presenta aspectos positivos en dos componentes: bosque que paso de 14.42% en 2013 a 18.25% en 2020 con aumento en los 7 años de 3.84% y mosaico de pastos y cultivos que paso de tener 57.38% en 2013 a 48.20% en 2020, en respuesta a que el municipio presenta un enfoque importante en su ordenamiento territorial sobre la protección de sus ecosistemas estratégicos como lo son el sistema de chucuas y humedales, rondas hídricas y zonas de

manejo ambiental. (Cortes, 2007), con el trabajo que se ha adelantado se ha logrado la recuperación del bosque y rondas hídricas, además de las más de 1300 hectáreas de humedales,(Alcaldía de Funza, 2020). La evidencia de la disminución de coberturas de pastos y cultivos, ratifica el hecho de que el municipio de Funza está realizando una transición de una economía basada en cultivos y ganadería en donde a 2020 presento una disminución de 12.93%, a una economía que se concentra en el sector urbano en actividades como servicios, industrias manufactureras, y transformación de materias primas, es por esto que el tejido urbano continuo presenta un aumento de 1.45%, y las demás coberturas no superan el 1% en cambios.

Como resultado, la alcaldía por medio del acuerdo N.º 013 DE 2014, modifico parte del plan básico de ordenamiento territorial cambiando el uso de predios urbanos con fines de proyectos de vivienda de interés prioritario, ante la necesidad de más viviendas para poder cubrir la necesidad de llegada y aumento de población,(Concejo municipal de Funza, 2000). En donde al año 2020 presenta un total de 84.053 habitantes, con un aumento de 23.482 desde el censo realizado en el año 2005, siendo este un factor que crece exponencialmente. (Consejo municipal de Funza, 2020).

Municipio de Madrid

Figura 14.

Mapa clasificación Corine land cover Madrid

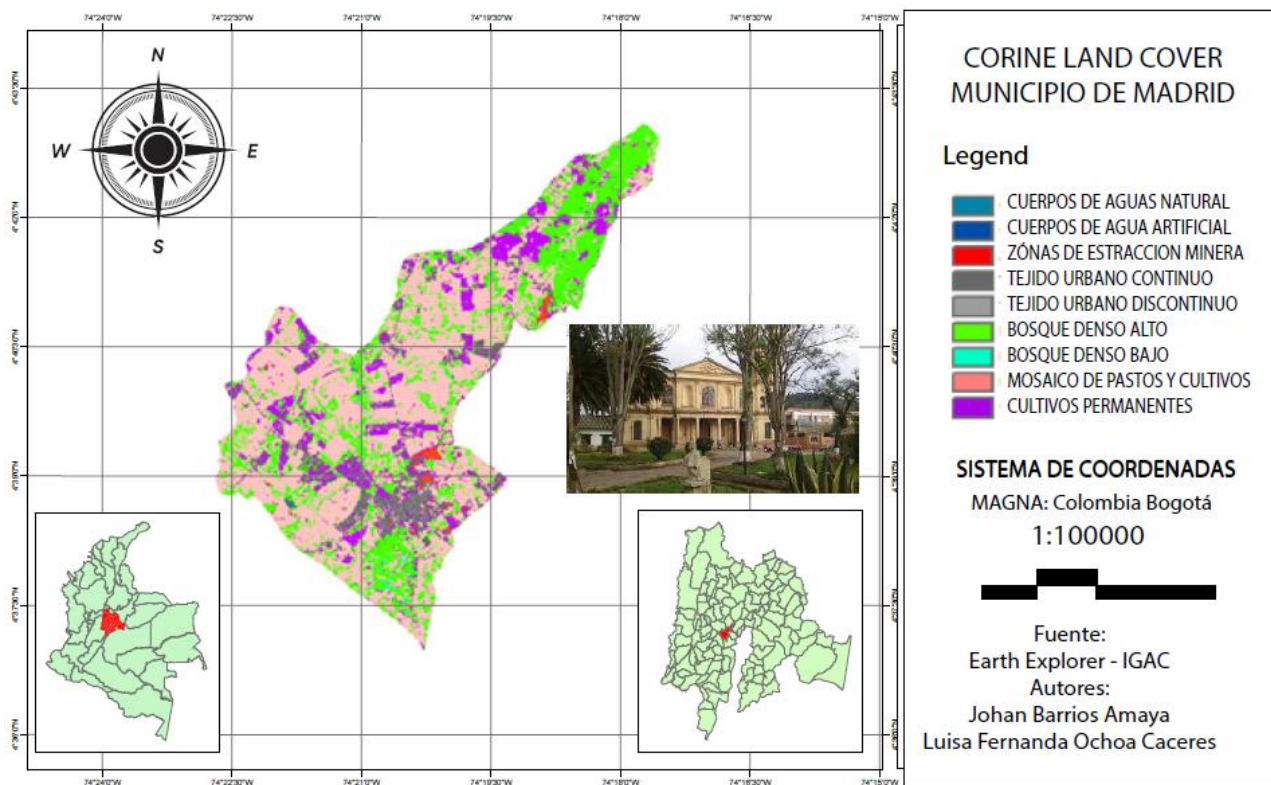
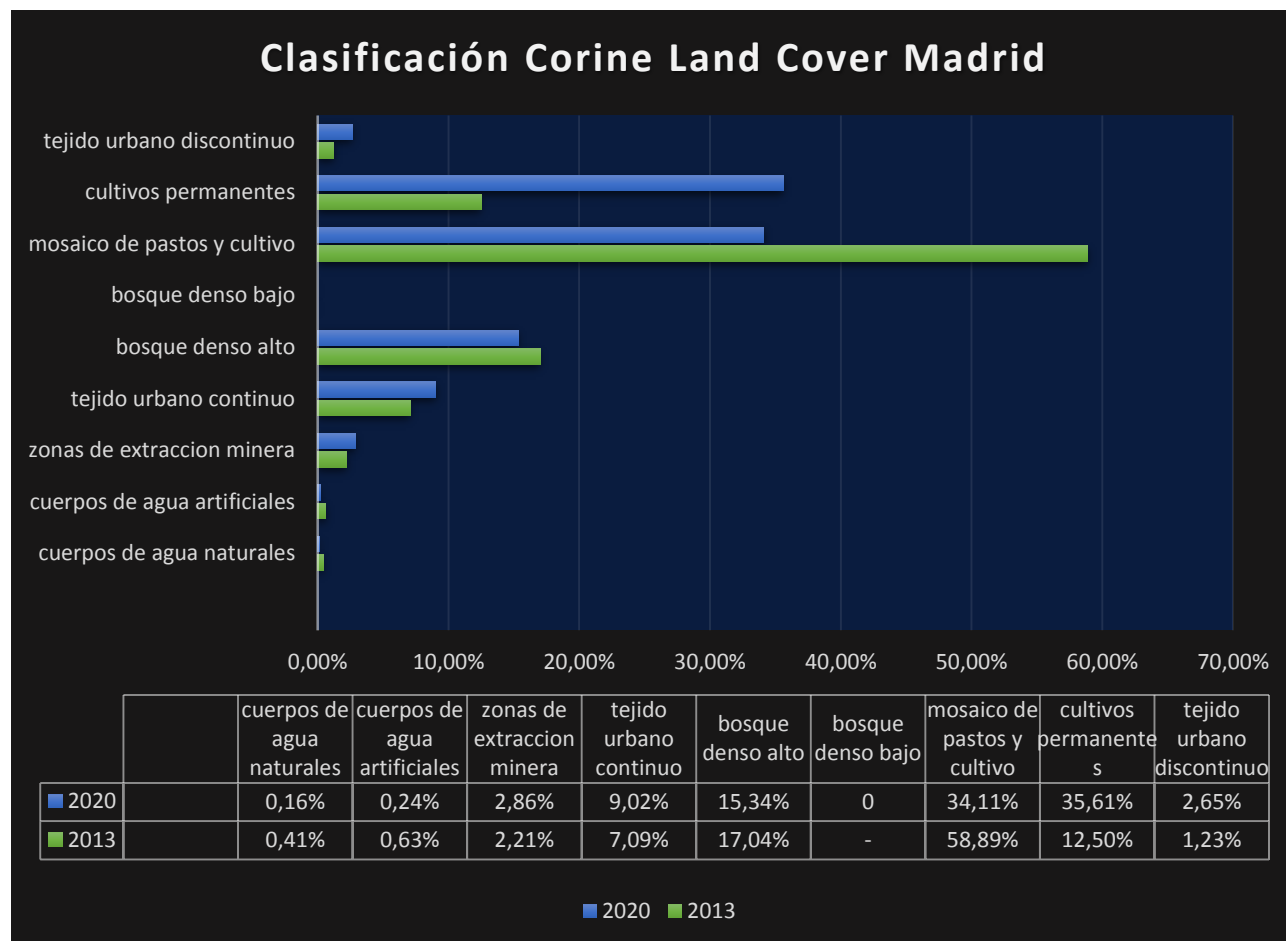


Figura 15.*Clasificación Corine Land Cover Madrid*

Fuente: Elaboración propia

En el municipio de Madrid, existe una disminución en cuanto al mosaico de pastos y cultivos de un 24.78%, esto indica que el municipio no presenta fuerte influencia de actividades rurales que implican el uso del suelo para desarrollar actividades a pequeña escala como la ganadería o la agricultura en áreas de terreno pequeña, lo que también favorece la conservación de la cobertura vegetal que a pesar de estar en un proceso de expansión urbana, su porcentaje de pérdida de bosque es el 1.70%, al no ser muy representativa dicha pérdida conduce a que los

sistemas hídricos del municipio y en general sus ecosistemas no presenten un impacto fuerte. aunque presento un aumento significativo de cultivos permanentes como lo es el sector floricultor, que está presente en el municipio como afirma Emilio & Cubillos, (2009) desde el año 1968, y hasta la fecha se ha venido expandiendo al introducir no solo inversionistas sino nuevos tipos de flores, generando que varias de dichas compañías se asienten en el municipio contando al año 2018 con 67 empresas, aunque también cabe mencionar que el sector floricultor no es el único que hace presencia en el municipio como lo son industrias manufactureras, comercializadoras, de servicios, de transporte, de construcción en donde en el municipio también se lleva a cabo la explotación minera con un incremento de 0.65%.

El hecho de que la actividad llevada a cabo en el sector rural haya presentado una disminución, es un indicador de la migración campo-ciudad, en donde la llegada de industrias junto con las ya existente crea un ambiente apto para dicha transición pues brindan oportunidades de empleo y estabilidad para la población, mencionado hecho influye en el crecimiento del tejido urbano que se ha dado de 3.35%, contando con una población de 77.627 habitantes(Gobernación de Cundinamarca, 2019).

Municipio de Mosquera

Figura 16.

Mapa clasificación Corine land cover Mosquera

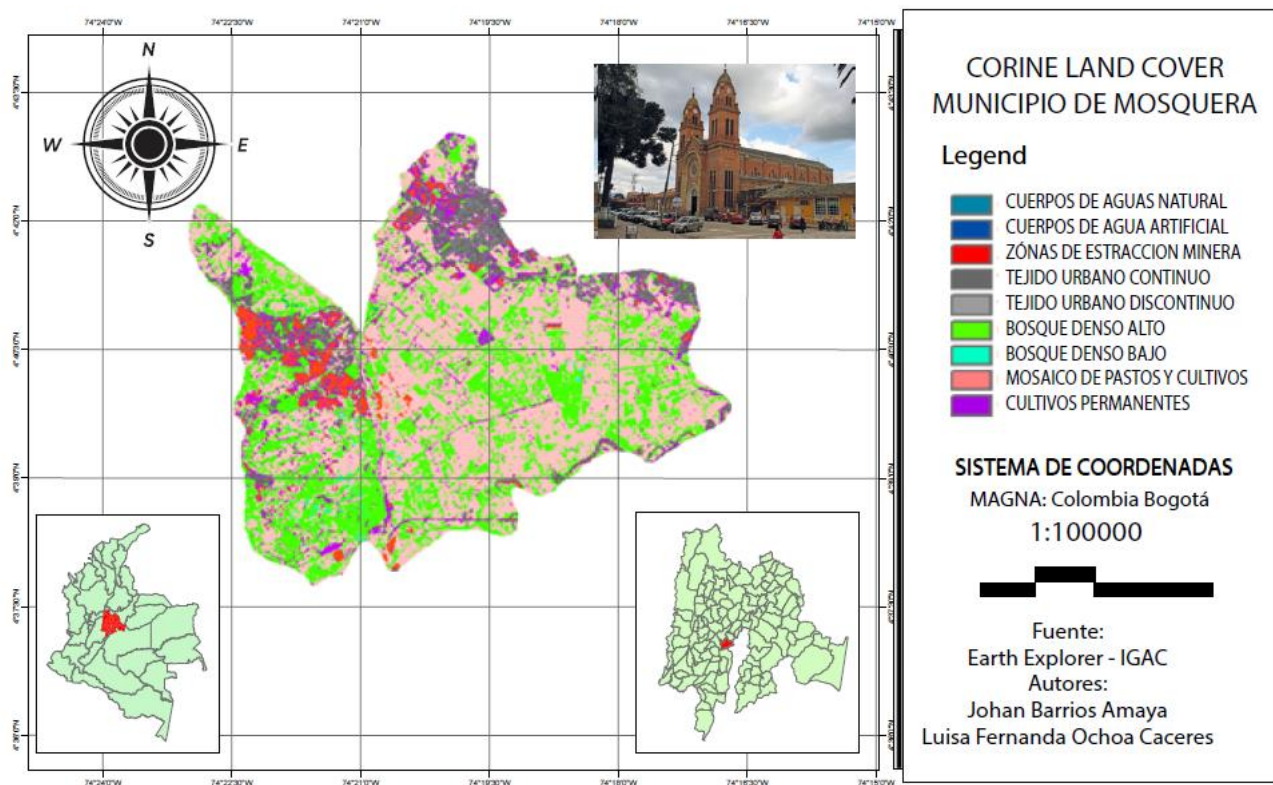
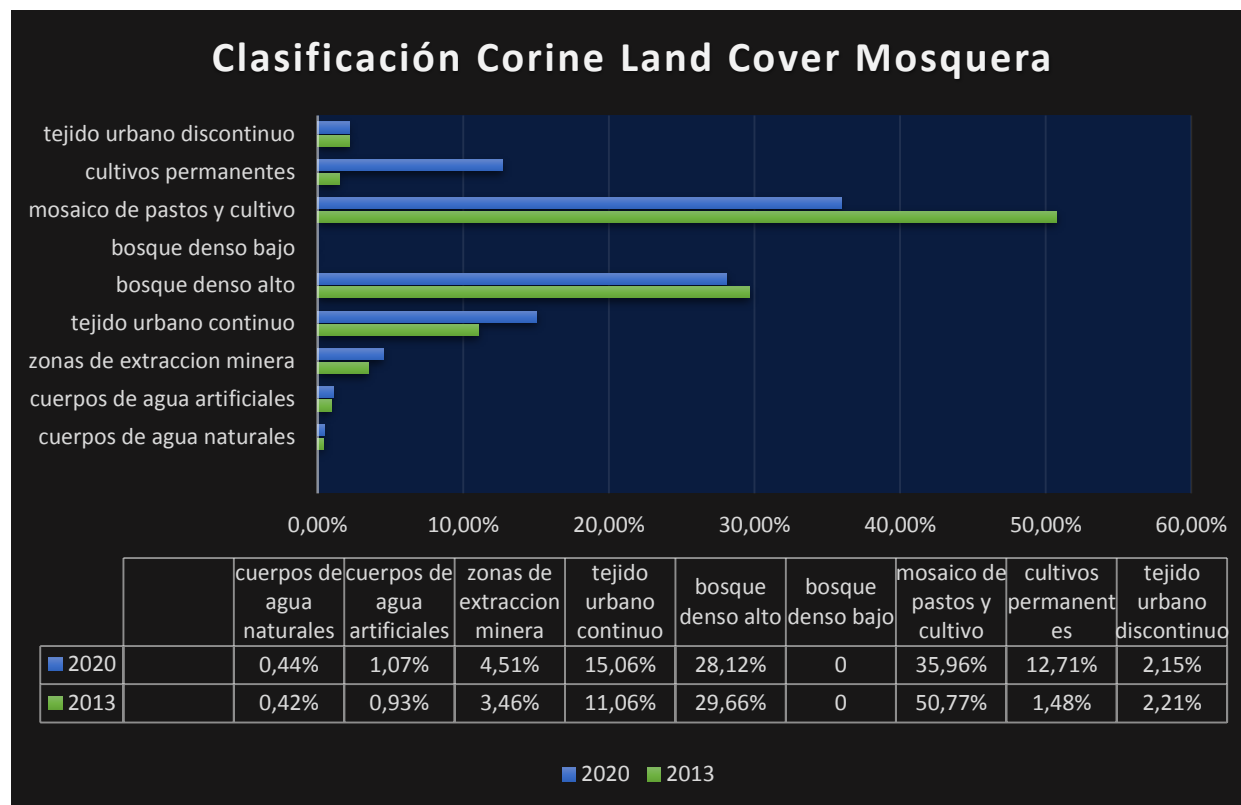


Figura 17.*Clasificación Corine Land Cover Mosquera*

Fuente: Elaboración propia

En el municipio de Mosquera, se presentó una disminución del 14.81% en los 7 años del mosaico de pastos y cultivos, quedando a la fecha con 35.96% en actividades ganaderas con la explotación de la raza Holstein y normanda, para la distribución de leche y venta e carnes, y algunas de las fincas presentes en el territorio también se dedican a la cría de cerdos y pollos, ahora bien caso contrario sucede con los cultivos permanentes, estos ocupan un porcentaje de 12.71% el cual viene en aumento, debido a la presencia de grandes fincas como los plasma Secretaria de hacienda, (2021) que se dedican a la actividad agrícola de forma intensiva, en donde todo el año se

obtiene producción en masa de dichas haciendas donde algunas ya cuentan con alta tecnificación en su actividad, cabe destacar que aunque se encuentra dentro de la zona del sector floricultor en el municipio no se ha generado esta actividad de manera importante contando con pocas fincas dedicadas a mencionada actividad.

Además de la parte agrícola, el municipio cuenta con las industrias y canteras como motor de su economía, pues cuenta con la existencia de materiales no renovables de interés económico principalmente para la construcción de vías, con un total de 30 títulos mineros aprobados, a 2018 (Ayala et al., 2018). en donde no se tiene un registro confiable de las explotaciones que se hacen de manera fraudulenta correspondiendo a esta actividad un 4.51% del uso total de suelo, presentando conflictos no solo por el uso del suelo sino, así como lo menciona Alcaldía de Mosquera, (2020) la minería ha generado problemas que afectan mayormente a los bosques los cuales han disminuido un 1.54%. en cuanto a las industrias estas también han generado una expansión y llegada de nuevas empresas que en el municipio un lugar apropiado por sus condiciones geográficas, y al mismo tiempo se da el proceso de urbanización y llegada de más personas incrementando la necesidad de infraestructura y más espacios para cubrir las necesidades de la población que ha presentado un aumento de 57.7% con respecto a los datos del año 2005 (DANE, 2005).

A pesar de las actividades económicas que se dan y todos los procesos antrópicos, el recurso hídrico es uno de los cuales no ha presentado afectación en cuanto a su disponibilidad debido a la riqueza natural con la que cuenta el municipio como lo son el Rio Bogotá, balsillas, Bojacá, Subachoque, el distrito de manejo integrado el Gualí, el humedal la tingua, laguna de la herrera y Meandro el Say (Secretaria de hacienda, 2021).

Municipio de Sibaté

Figura 18.

Mapa clasificación Corine land cover Sibaté

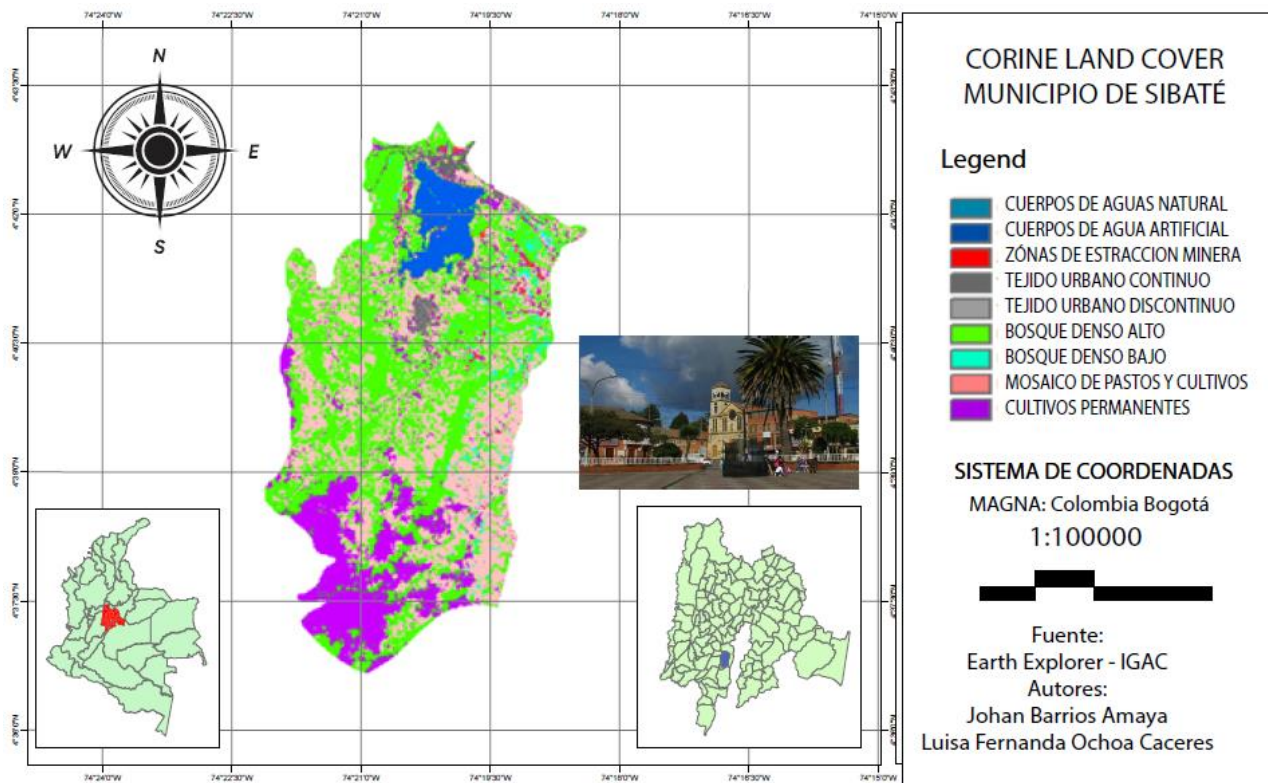
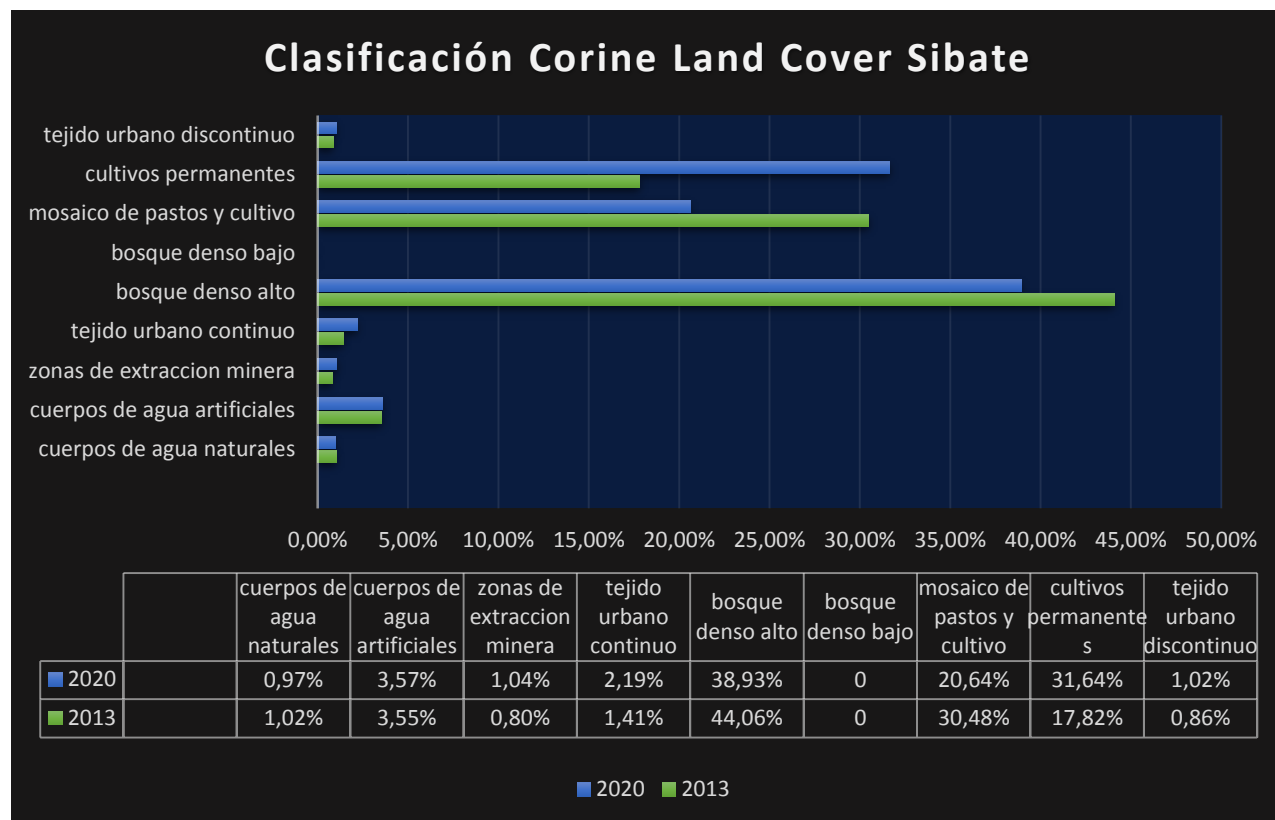


Figura 19.*Clasificación Corine Land Cover Sibaté*

Fuente: Elaboración propia

El municipio presenta una disminución en la ocupación del suelo por parte del mosaico de pastos y cultivos, de un 9.85% este indicador es un ratificante de la falta de oportunidades y deterioro ambiental del municipio lo que hace, así como lo asegura (Alcaldía de Sibate, 2018) en su plan de ordenamiento desde el año 2002, se ha generado que los campesinos pierdan su vocación agrícola y se dé el cambio de vida rural a urbana, en donde esto se ve alimentado por el dinamismo

que se da en Soacha y Bogotá, es por esto que dentro del municipio la expansión urbana también ha presentado un aumento de 0.78%.

A pesar de lo anterior la segunda cobertura predominante en el municipio son los cultivos permanentes, ocupando el primer lugar la cobertura vegetal con un 38.93% que se da en los nacimientos de las quebradas Unegato y dos quebradas como lo afirma CAR, (2014), esto se da por que el municipio presenta la característica de contar con 98.67% de suelo rural y el restante como suelo urbano, es por esto que la agricultura en la región es ya una actividad tradicional contando con el cultivo de productos como la papa, la fresa y la arveja además del cultivo de flores, cabe mencionar que en sus planes de gobierno se hace un enfoque a la conservación y fortalecimientos del sistema ambiental, con esto también se logra el fortalecimiento de la mitigación del embalse de muña, que recibe gran cantidad de residuos (Cámara de comercio de Bogotá (CCB), 2018).

Conjuntamente el suelo también se ha visto afectado por la actividad minera que se da en donde está en los 7 años se registra un uso de 1.04%, este sector se caracteriza por la extracción de arenas de peña y receberas, como lo plasma CAR, (2014), en donde el municipio por ser una actividad que años anteriores no tenía mucho peso, no existe medidas propias a la expansión, generando conflictos ambientales y por uso del suelo.

Municipio de Soacha

Figura 20.

Mapa clasificación Corine land cover Soacha

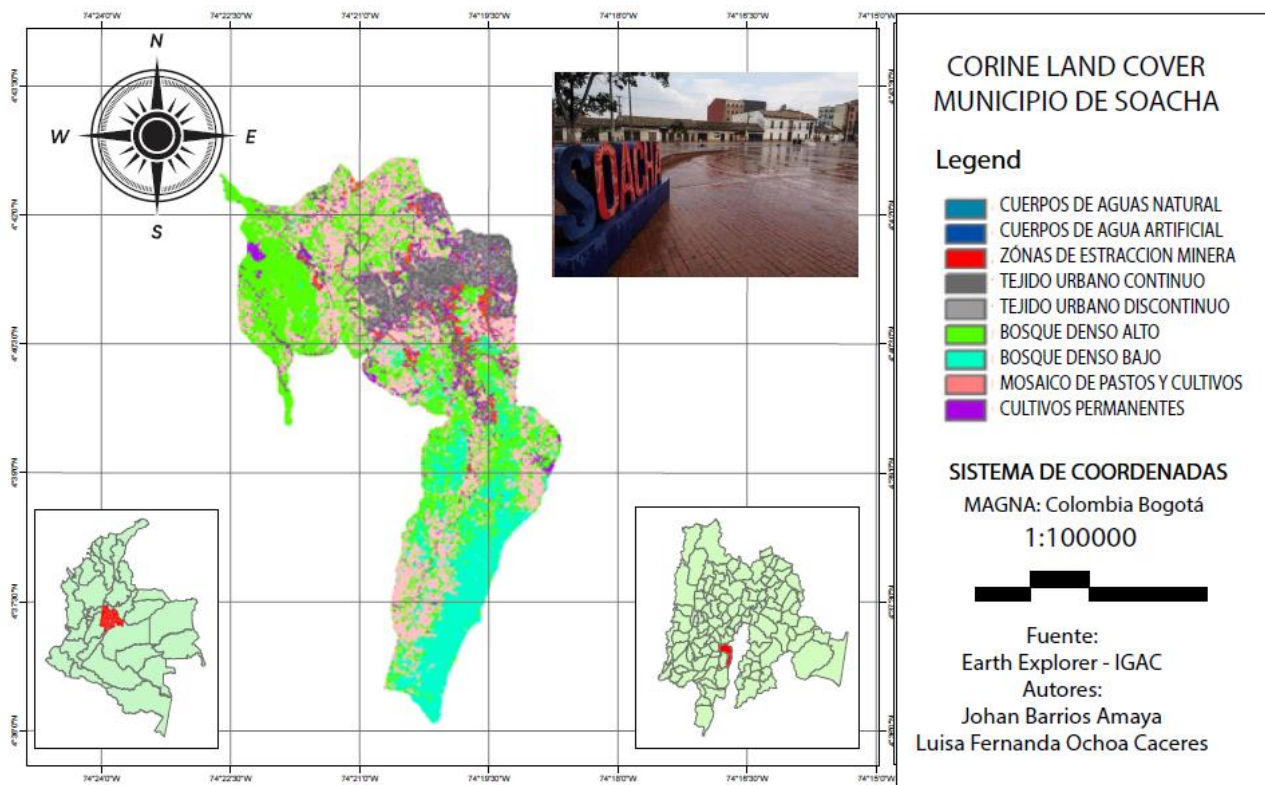
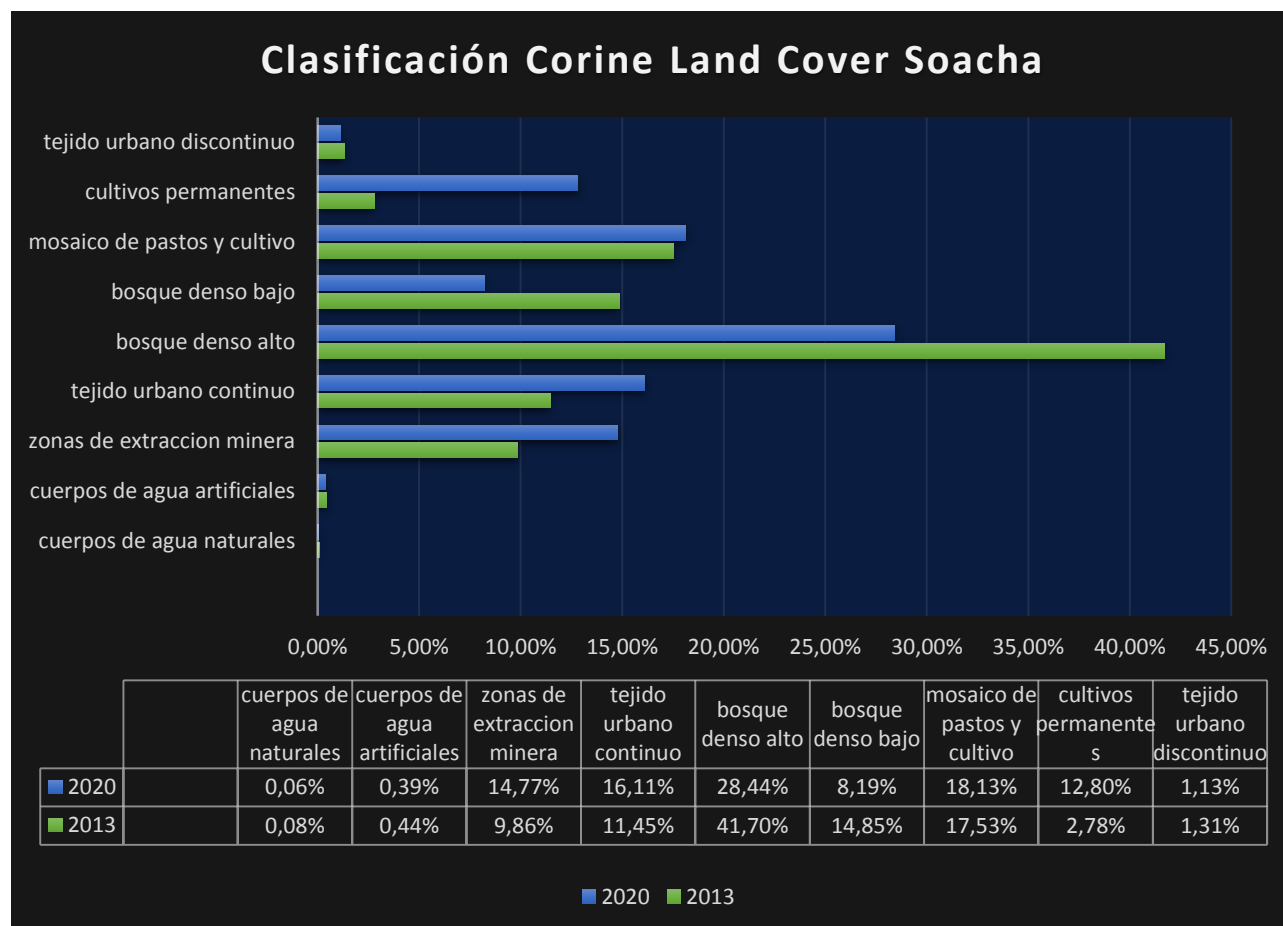


Figura 21.*Clasificación Corine Land Cover Soacha*

Fuente: Elaboración propia

El principal cambio presentado en este municipio es la disminución del 13.26% del bosque existente, aunque aún es la cobertura con mayor ocupación de suelo, gracias a la reserva forestal protectora nombrada futuras generaciones Sibaté I Y II localizada en la vereda Hungría, distrito de manejo integrado sector salto del Tequendama cerro Manjui, humedal de tierra blanca, y humedal de Neuta (CAR,2016). Por esto aún se conserva la cobertura vegetal y ecosistemas, aunque estos

han presentado la disminución por el aumento generado en los cultivos permanentes y el mosaico de pastos y cultivos con un aumento conjunto de 10.61% siendo la segunda cobertura predominante en el municipio, en donde Soacha es el que más aporta al PIB del departamento, donde no solo se mueve la agricultura y ganadería que son actividades importantes en la economía de un alto porcentaje de población, sino que ha presentado avances y crecimiento en el establecimiento de industrias desde el año 90 (Mapas y estadísticas de Cundinamarca, 2020). Sumado a lo anterior se han presentado situaciones de invasiones de suelo por la alta expansión de la ciudad y el crecimiento de la población, con un total de 576.000 habitantes según DANE, (2019), donde también es el municipio que alberga mayor cantidad de habitantes después de la ciudad de Bogotá.

Así mismo las zonas de extracción minera presentaron un aumento de 4.91%, en donde la actividad extractiva es una de las principales generadoras de ingresos para la población, en donde existen grandes áreas de explotación de canteras y areneras, aumentando su área con el paso de tiempo y omitiendo las zonas amortiguación o de recuperación, por falta de control por parte de las autoridades locales y regionales (Alcaldía de Soacha, 2020). Dicho esto, también es un atractivo para que las industrias dedicadas a esto se establezcan en el municipio, junto con la realización de la actividad ilícita, en donde existen registros actualizados de la ilegalidad.

Municipio de Subachoque

Figura 22.

Mapa clasificación Corine land cover Subachoque

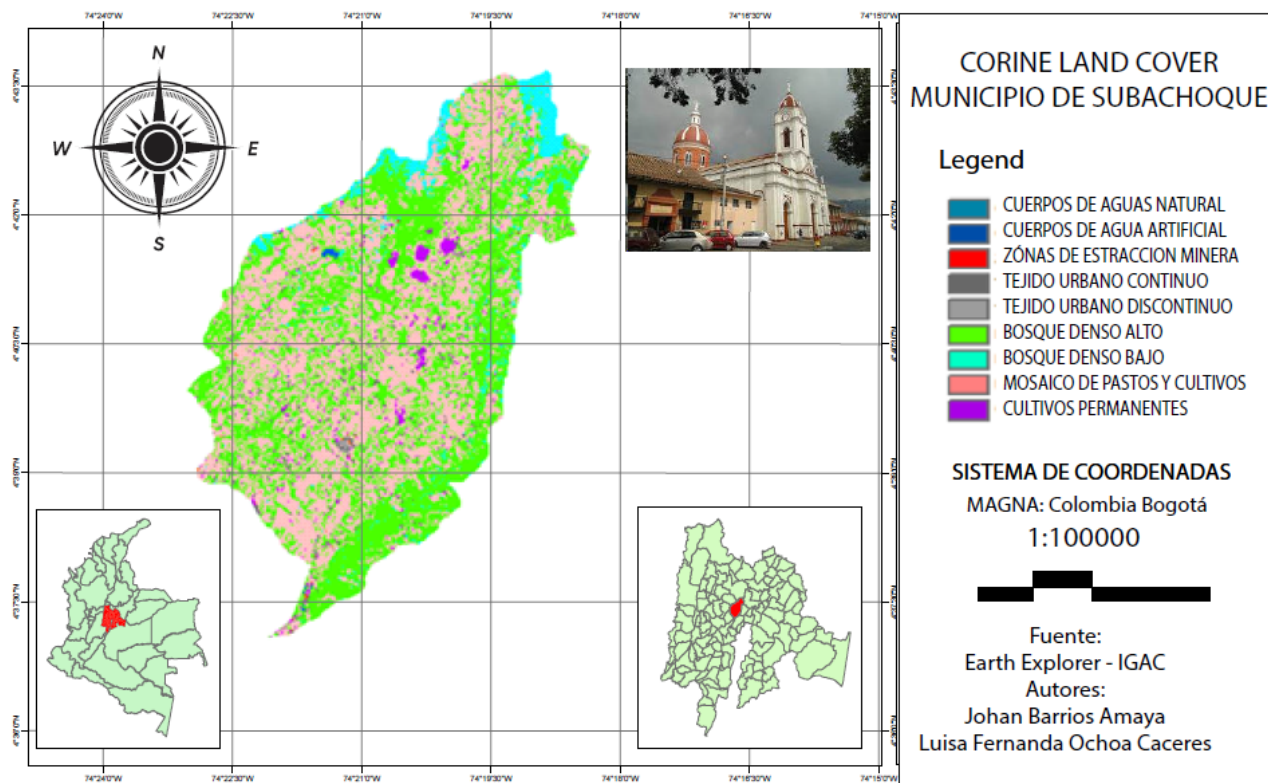
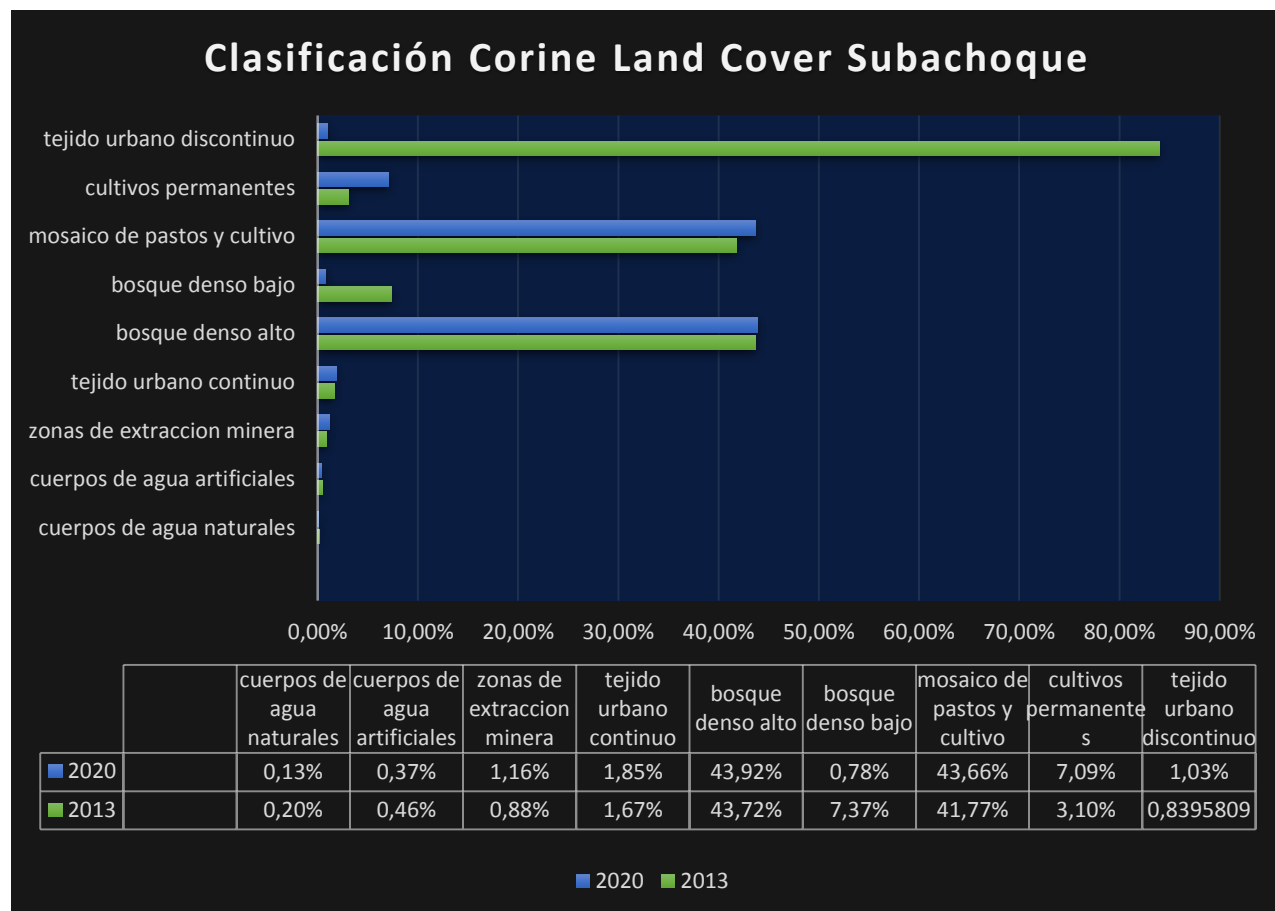


Figura 23.*Clasificación Corine Land Cover Subachoque*

Fuente: Elaboración propia

El municipio de Subachoque a comparación con los otros municipios no presenta un cambio significativo en la mayoría de sus coberturas en donde por ejemplo las coberturas como fuentes hídricas, zonas de extracción minera, tejido urbano continuo, bosque denso alto, y tejido urbano discontinuo sus porcentajes de cambio con respecto al año 2013 no superan el 1%, el cambio más representativo fue la disminución de 6.59%, del bosque denso bajo, seguido de la duplicación en

cuanto a cultivos permanentes y por ultimo esta un aumento de 1.89% en mosaico de pastos y cultivos.

Con base a lo anterior, el aumento en cuanto al uso del suelo en actividades agrícolas se da porque en el municipio es la actividad base de la economía, en donde según (Gobernación de Cundinamarca, 2018) el municipio cuenta con 2260 predios destinados a la actividad agrícola con cultivos como papa, arveja, zanahoria, maíz y durazno y 1548 productores con ganado bovino, porcino, avícola, y un bajo porcentaje de apícolas y acuícola junto con el pastoreo. Al ser la base de la economía, la expansión que ha presentado justifica la disminución de bosques por la necesidad de más suelos para la actividad económica. Otra actividad importante es la ejecución de actividades turísticas en donde se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales, esto también aporta a la degradación de los ecosistemas naturales, junto con el aumento de la población que se da de a poco pasando de tener 16117 habitantes en 2005 a tener 18092 habitantes en 2020 (DANE, 2020), dicho aumento se reparte en la zona urbana rural que conjuntamente creció un 0.38%.

Por otro lado el bosque denso alto solo tuvo una disminución de 0.21%, puesto que Subachoque cuenta con áreas de protección como lo son: reserva forestal protectora de la cuenca del rio Bogotá, complejo paramo guerrero, nacimiento del rio Subachoque, y pantano arce, reserva natural de la sociedad civil el Avendal, laguna el Verjon, la laguna Tibagota, y quebrada el Carrizal, (Alcaldía de Subachoque, 2020). Lo que no ha permitido que sean empleados para otros usos y así lograr su conservación.

Bogotá D.C

Figura 24.

Mapa clasificación Corine land cover Bogotá

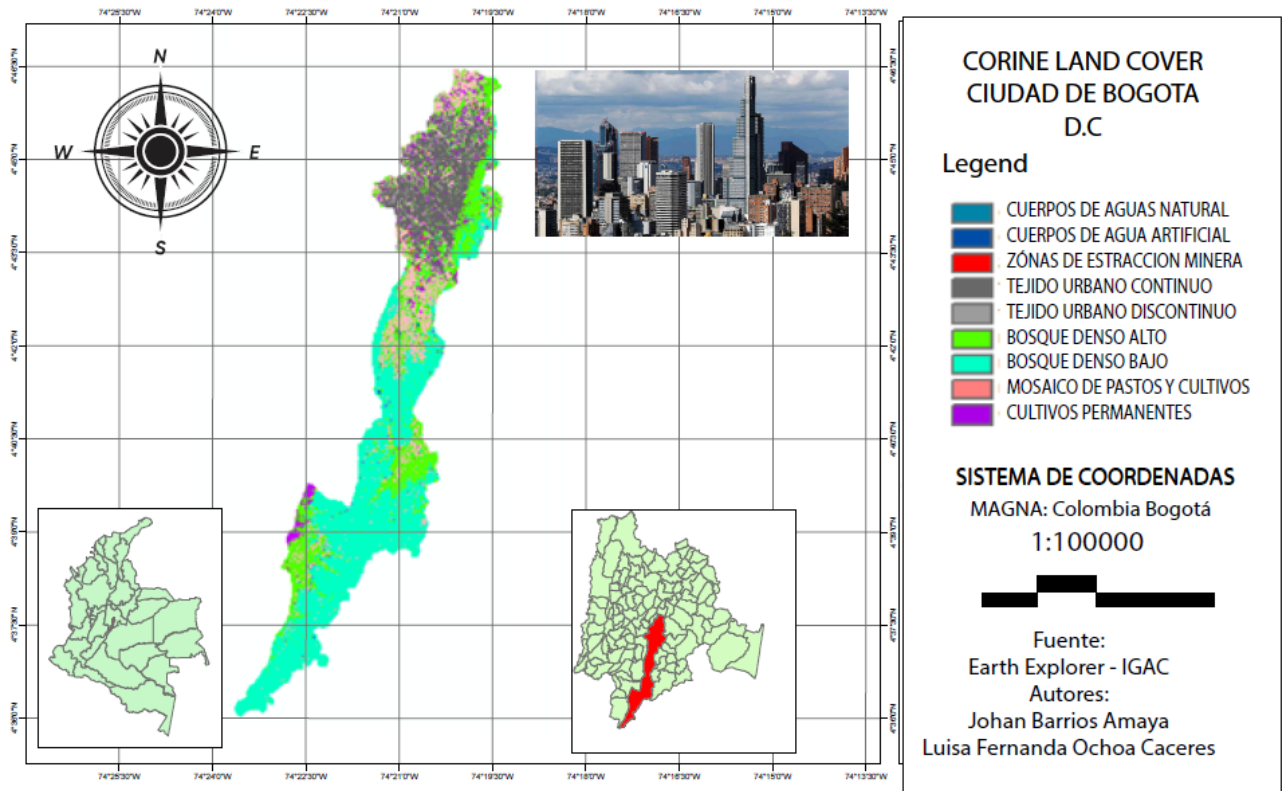
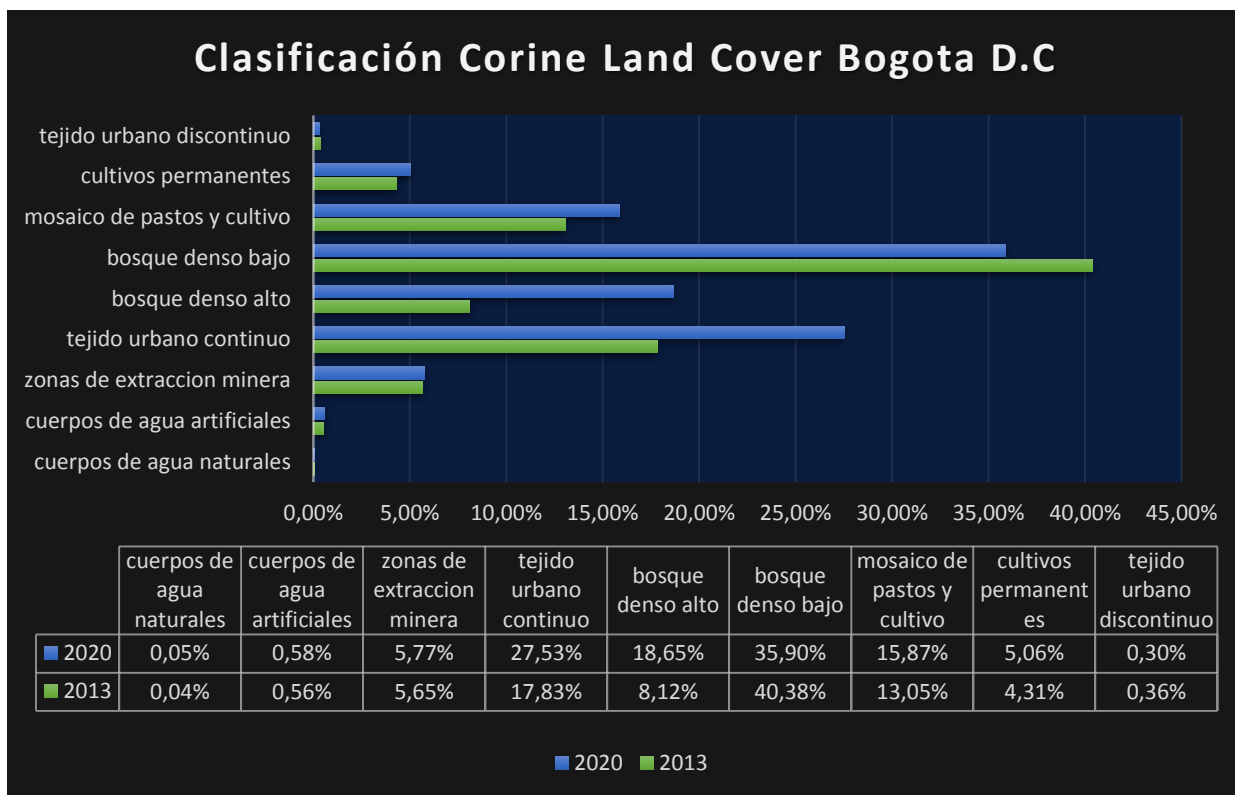


Figura 25.

Clasificación Corine Land Cover Bogotá D.C.



Fuente: Elaboración propia

La ciudad de Bogotá, presenta en su territorio dos coberturas dominantes, una de ellas y la ocupa la mayor ocupación de suelo es el bosque denso bajo, que junto con el bosque denso alto suman un porcentaje de ocupación del 54.55%, esto debido a los múltiples ecosistemas contando con los cerros orientales que rodean la ciudad siendo esta una reserva forestal protectora, en donde hace parte de la conexión de la conservación de los páramos Sumpaz, guerrero y Chingaza. (Zimmermann, 2017). También cuenta con el parque nacional natural Sumapaz que comparte con los departamentos de huila, meta y Cundinamarca, el jardín botánico José celestino mutis, el parque ecológico montaña conformado por tres cerros, junto con un amplio inventario de fuentes hídricas como quebradas, humedales y ríos. (CAR, 2019). Todo esto genera que la conservación y

coberturas de vegetación en la ciudad no sea un porcentaje bajo y se den acciones para que dichas coberturas no presenten disminución con el paso del tiempo.

Por otro lado la segunda cobertura corresponde al tejido urbano ocupando un 27.83% del total del territorio, por ser la capital del país, ha llevado a la concentración de la mayor actividad económica en la ciudad desde los años 90, presentando un crecimiento exponencial en los últimos años (UNFPA(United Nations Population Fund), 2017). Esta concentración de empresas, industrias y población hace que Bogotá sea la que más aporta al PIB nacional, siendo una de las economías más dinámicas del país, encontrando actividades como agricultura y ganadería con un aumento de 3.57% en los 7 años de estudio, explotación minera con un incremento de 0.12%, industrias manufactureras, comercio, actividades financieras, inmobiliarias, comunicación, defensa, entretenimiento, y servicios públicos (Cámara de comercio de Bogotá (CCB), 2018). Además, es la ciudad que mayor número de población tiene, con un total de 7.181.569 habitantes, lo que ha generado también contribuido a la expansión urbana. (DANE , 2020).

Según objetivo 3: generar estrategias a partir de la cartografía adecuada para la planificación del territorio, manejo y conservación de los recursos naturales, identificando principales cambios sucedidos.

Tabla 23.

Principales cambios identificados por municipio

Principales cambios			
Municipio	Cobertura con mayor % de cambio	Segunda cobertura con mayor % de cambio	Tercera cobertura con mayor % de cambio
Bojacá	bosque denso alto	cultivos permanentes	mosaico de pastos y cultivos
El Rosal	cultivos permanentes	mosaico de pastos y cultivos	bosque denso alto
Facatativá	cultivos permanentes	bosque denso alto	tejido urbano continuo
Funza	mosaico de pastos y cultivos	bosque denso alto	tejido urbano continuo
Madrid	mosaico de pastos y cultivos	cultivos permanentes	tejido urbano continuo
Mosquera	mosaico de pastos y cultivos	cultivos permanentes	tejido urbano continuo
Soacha	bosque denso alto	cultivos permanentes	zonas de extracción minera
Subachoque	bosque denso alto	cultivos permanentes	mosaico de pastos y cultivos
Sibaté	cultivos permanentes	mosaico de pastos y cultivos	bosque denso alto
Bogotá	bosque denso alto	tejido urbano continuo	mosaico de pastos y cultivos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24.

Estrategias generales

Cambios identificados	estrategias
Aumento en las zonas de extracción minera	1. Creación y articulación de zonas mineras en donde se puedan identificar las zonas que son aptas y potenciales, para lograr un trabajo conjunto no solo en cuanto a la extracción sino a todos los factores que implica la minería.
	2. Divulgación y control del cumplimiento de la legislación nacional, tanto de cada municipio como del departamento.
	3. Realizar una evaluación sobre los componentes ambiental, social, y económico, para dimensionar los impactos generados y así implementar programas de mitigación.
	4. Implementar tecnología apropiada para identificar actividades ilícitas
	5. Recuperar las zonas en abandono, por medio de restauración, plantación de especies endémicas, bombardeo de semillas, o empleo de estas zonas para zonas de recreación como parques, o infraestructuras.

-
6. Delimitar zonas para definir los límites de la extracción, así mismo definir zonas aptas para poder aplicar los planes de manejo ambiental.
-

Aumento en
el tejido urbano

1. Ante la falta de control de la expansión urbana y aumento creciente de la población se hace necesario tomar medidas que reduzcan la fertilidad y por ende aumenten el nivel de vida, como lo son educación sexual y reproductiva efectiva, servicios de planificación universales, promoción de los derechos de las mujeres y niños tanto para la población urbana como rural, (Ness, 2015), al garantizar la divulgación y puesta en marcha de dichos servicios indispensables para la región, se mejora no solo la calidad ambiental pues ante menos población es menor la presión que se ejerce sobre los recursos naturales, una planificación debe iniciar con el control de factores determinantes como la población.
 2. Realizar en base a proyecciones la planificación del crecimiento de cada municipio y verificar esto con los territorios disponibles para la expansión urbana, al contar con cartografía actualizada sobre los usos del suelo se tiene un inventario de suelos disponible y se puede generar un proceso ordenado de crecimiento teniendo en cuenta los aspectos sociales, económicos y ambientales
-

-
3. Revisar asentamientos ilegales en la cuenca media del río Bogotá, en donde estos generalmente se encuentran en zonas de importancia ambiental y lograr la recuperación de las zonas.
 4. Llevar un control a las constructoras, en donde se hace indispensable que cada empresa presente el estudio de suelos además de los permisos adecuados antes de realizar la venta de viviendas y bodegas, para así evitar conflictos de uso de suelo y asentamientos en lugares estratégicos ecológicamente.
 5. Actualizar constantemente la ocupación del suelo en cada municipio para tener claro la disponibilidad de tierras y la capacidad de carga de cada uno.

Disminución de
cobertura vegetal

1. Vinculación de empresas a las asociaciones que se dedican a promover y certificar buenas prácticas ambientales definir y dar a conocer el límite de los territorios CAR, ejerciendo control y vigilancia, para promover su conservación y apropiación del territorio.
 2. Dar a conocer los bonos de carbono para el aprovechamiento de los recursos conservados que son propiedad civil
-

-
3. Promocionar la infraestructura verde, arborizada urbana, edificios vegetales.
 4. Planificar y formar corredores biológicos a través de la cuenca media del río Bogotá, que conecten
 5. Metas de restauración a corto plazo, mediano y largo plazo, dentro de la cuenca
 6. Promocionar el ecoturismo como una herramienta para el fortalecimiento de la educación ambiental, y la apropiación de territorio vinculando a la población en los programas de recuperación, conservación, restauración y mitigación de los impactos ya generados.

aumento en mosaico de pastos y cultivos

1. Realizar un inventario con el fin de conocer en que se está usando el suelo y quienes intervienen, así cada municipio puede identificar las debilidades en sus procesos de producción y generar oportunidades de mejora en los territorios.
 2. Crear e implementar programas para mejorar los procesos de producción y realizar la concientización sobre las buenas prácticas como lo son los sistemas agrosilvopastoriles, cercas vivas, barreras naturales, árboles dispersos, rotación de cultivos, diversificación de cultivos, manejo agroecológico, y mejor gestión del recurso hídrico
-

-
3. Reforzar y aplicar los instrumentos gubernamentales como planes integrales de desarrollo agropecuario, agencias de desarrollo rural y planes departamentales y locales.
 4. Incentivar las prácticas en agricultura a escala del hogar, por medio de huertas verticales o jardines que garanticen una sostenibilidad a nivel familiar con la asistencia técnica necesaria.
 5. Generar la formalización del trabajo rural,

En general

-
1. Participación de la cuenca frente a los acuerdos internacionales a los cuales Colombia esta como participante, como lo son el convenio de biodiversidad, el protocolo de Montreal, el plan de acción forestal tropical (PAFT), la agenda 21, los objetivos de desarrollo sostenible
 2. contar con un grupo interdisciplinario en donde se puedan tratar todos los problemas ambientales de manera íntegra donde se dé una manera más aterrizada a la realidad y la planificación de políticas, planes, y programas junto con el seguimiento de los mismos, además de garantizar que tanto la vinculación a programas y planes nacionales y regionales se haga de manera eficaz, pues al ser personal con conocimientos los procesos de revisión, ejecución y corrección obtienen mejores resultados
 3. Uso de sistemas de información geográfica con el que se dispone en la actualidad pues son de suma importancia, así como menciona (Coastal & Marine, 2013), son de gran utilidad al brindar la oportunidad de reducir costos, trabajo
-

en tiempo real, se puede trabajar con diferentes fuentes de información, y dar a conocer oportunidades de actualización en una amplia gama de herramientas ambientales en aire, agua, suelo, condición de la vegetación, erosión, y demás, siendo útiles también para la realización de proyecciones, estas también son indispensables para la adecuada planificación y tomar medidas oportunas frente a casos sobre deficiencia de recursos, pérdida de hábitats, destrucción de ecosistemas, entre otras muchas aplicaciones de mencionados sistemas, al tener una cuantificación de los posibles escenarios futuros se pueden llevar a cabo medidas preventivas o correctivas en el presente

4. definir si el territorio se visualiza con vocación a la producción primaria o hacia la industrialización dependiendo de sus condiciones actuales, con esto se puede enfocar el plan de ordenamiento territorial de cada municipio, y organizar a futuro la sostenibilidad.
5. educación ambiental: crear programas para el trabajo con la comunidad, fortalecer los procesos, incluir conceptos e ideas como economía circular, negocios verdes, energías renovables a pequeña escala, que se puedan compartir por medios de foros y conversatorios en la región.
6. Fortalecimiento en la gobernanza a un nivel cuenca, en donde los proyectos puedan ser aplicables a la cuenca, y se puedan comparar y medir resultados en busca de una mejora continua.

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Factores a tener en cuenta

Factores a tener en cuenta			
municipios a implementar estrategias	Equipo de trabajo	Recursos indispensables	Implicaciones
Municipios pertenecientes a la cuenca media del río Bogotá	el equipo de trabajo para la implementación y puesta en marcha de las estrategias debe ser un grupo interdisciplinario, formado por partes como técnicos, tecnólogos y profesionales de todas las áreas, pue el ordenamiento territorial involucra los aspectos sociales, culturales, políticos, económicos y ambientales. También es importante que la administración pública se involucre, junto con el concejo municipal pues son	Recursos humanos: participación, disponibilidad, formación, investigación, experiencia, motivación recursos materiales: estado de equipos, softwares disponibles, infraestructura, instrumentos recursos financieros: disponibilidad, proyección del	con la implementación de las estrategias se planifica lograr: control, conocimiento y seguimiento de las zonas que se ven intervenidas entrópicamente como lo son las zonas de extracción minera, frontera agrícola, cultivos permanentes, y expansión urbana, en donde si se tiene un manejo adecuado se puede lograr tomar medidas correctivas o preventivas evitando impactos negativos que se traducen en una mayor alteración a los ecosistemas afectación a la cuenca. Conocimiento en general para los actores pertenecientes a la cuenca, de legislación nacional y regional, para así facilitar el control y contribución de la comunidad en los procesos. Educación sobre natalidad y reproducción con el fin de mejorar la calidad de vida y disminuir la presión sobre el ecosistema. Planificación oportuna en cada municipio del crecimiento de su territorio y por ende su ocupación de suelo con estrategias para lograr

<p>ellos los encargados de aprobar los respectivos planes de ordenamiento territorial, empresas públicas y privadas de cada municipio que pertenecen a la cuenca media, organismos gubernamentales como la gobernación y su equipo de trabajo, cooperaciones, organizaciones, junto con participación activa de la comunidad.</p>	<p>presupuesto, relación costo-beneficio, fuentes de financiación, acceso y efectividad.</p> <p>recursos políticos: normatividad, legislación, y regulación</p>	<p>el desarrollo sostenible.</p> <p>Protección, revisión y cuidado de las zonas de importancia ambiental.</p> <p>Trabajo conjunto, no solo de cada municipio sino de la cuenca en general de empresas, entidades públicas y privadas y la comunidad.</p> <p>Implementación de procesos sostenibles en el territorio que garanticen el aprovechamiento de los recursos naturales, dando la oportunidad a los ecosistemas de recuperarse y no sobrepasar la capacidad de carga.</p> <p>Generación de prácticas agrícolas y de producción más eficientes y menos dañinas con el ambiente.</p> <p>Creación de programas, planes y proyectos con información actualizada y toma de decisiones con cifras concretas.</p> <p>Tener una magnitud y conocimiento de cuantos recursos económicos, físicos, tecnológicos, y humanos se requieren para iniciar con la</p>
<p>algunos de los actores territoriales más relevantes son :</p>		

empresarios del sector público y privado, cooperativas, asociaciones, sector educativo, representantes de juntas de acción comunal, líderes, secretarías de ambiente, asociaciones de productores agrícolas y pecuarias, inversionistas, corporación autónoma regional, ANLA, Min ambiente, y demás autoridades ambientales.	mitigación, control, prevención y manejo de los cambios del uso del suelo que se están presentado en la cuenca y que han generado impactos negativos al ambiente. Recuperación de zonas degradadas. Mayor uso de los sistemas de información geográficos así como de investigaciones y trabajos de grado relacionados con el territorio de manera sostenible. Fortalecimiento a nivel cuenca en cuanto a la educación ambiental. Con el tiempo resultados medibles, los cuales se pueden obtener indicadores y generar un proceso de mejora continua.
--	---

Los municipios pertenecientes a la cuenca media del río Bogotá junto con la capital del país, cuentan con fechas de actualización de sus respectivos planes de ordenamiento territorial como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26.*Fechas de planes de ordenamiento territorial*

Municipio	Año
Bojacá (EOT)	2009
El Rosal (EOT)	2015
Subachoque (EOT)	2004
Funza (PBOT)	2007
Madrid (PBOT)	2012
Mosquera (PBOT)	2013
Sibaté (PBOT)	2002
Facatativá (POT)	2016
Soacha (POT)	2011
Bogotá (POT)	2004

Fuente: (Camara de comercio de Bogotá, S.F)

La información plasmada en los planes de ordenamiento territorial son la base para una planificación de las relaciones existentes en un territorio como lo son los factores económicos, sociales, políticos, ambientales y culturales, además del crecimiento que cada territorio presenta en respuesta a la dinámica local, regional y nacional que afecta la estructura ecológica, el uso del suelo y por ende los ecosistemas que están presentes en el territorio, (Villegas, Cifuentes, Contreras & Fernandez, 2010). Al ser la herramienta principal, por definir el desarrollo por medio de la

regulación del espacio físico, tanto urbano como rural es de fundamental importancia que este cuente con información verídica, actualizada y basada en datos reales, debido a que esta es la guía con la cual cada municipio y sus dirigentes no solo basan sus planes de desarrollo sino también por el cual se toman decisiones para la realización de proyectos y programas, si los planes de ordenamiento no cuentan con la información pertinente es de saber que dé ahí en adelante todo estará basado en cifras y datos erróneos, es por esto que cada municipio debe emprender las acciones de actualización así como indica Congreso de Colombia, (1997), el plan de ordenamiento se debe actualizar dependiendo los componentes de largo (debe tener una duración de al menos 3 periodos constitucionales), los de mediano plazo (duración mínima de 2 periodos constitucionales) y a corto plazo (duración mínima de 1 periodo constitucional). Con mencionada actualización se garantiza una adecuada toma de decisiones sobre todos los componentes que integran el ordenamiento del territorio.

También se presenta en los 10 municipios pertenecientes a la cuenca, una desactualización en cuanto al plan de gestión regional PGAR 2012 – 2023, siendo este un instrumento de planificación formulado a largo plazo que tiene por objetivo generar el desarrollo sostenible en la región, (CAR, 2012), en mencionado documento se plasma las acciones y orienta a los municipios a cumplir con referentes como lo son los ODS, acuerdos de conferencias de las naciones unidas, visión Colombia, plan nacional de desarrollo, políticas ambientales y los respectivos planes de desarrollo, con esto se garantiza que se cumplan con estándares mínimos de protección al medio ambiente y como consecuencia se lleve un mejor control y registro sobre los usos que cada municipio le da al suelo.

Ahora bien, los 10 territorios pertenecientes a la cuenca media del río Bogotá, comparten tres tendencias que son el aumento del tejido urbano, esto en respuesta al alto crecimiento

demográfico, en donde así como afirma (Coporacion autonoma regional , 2018) la cuenca media es el sector que mayor número de habitantes aporta al total de la población de la cuenca, mostrando una tendencia de crecimiento más intenso que los demás municipios del departamento, además de tener también un número importante de población flotante por las oportunidades que brinda la cercanía con el centro del país, los municipios aledaños a la capital, han incrementado su número de habitantes y su uso de suelo para emplearlo en construcciones porque estos municipios son ideales para ser “municipios dormitorio”, en donde por la dinámica económica se puede trasladar de municipio a municipio, e incluso trabajar en varios de ellos en las diferentes actividades económicas en las que se mueve cada uno de ellos, además de esto y como lo menciona Herrera,(2019), las conurbaciones que cada día se hacen más notorias de Bogotá con los municipios de Mosquera, Funza, Madrid y Soacha, pues son los focos de llegada de empresas que ya no encuentran un lugar apropiado para establecerse en Bogotá, o por cuestiones económicas les es más sencillo ubicarse cerca de la ciudad, esto también dio lugar a la necesidad de nuevas infraestructuras como vías, y zonas francas que aumentan el porcentaje de ocupación de suelo en tejido urbano, otro aspecto a tener en cuenta es la migración que se ha presentado del sector rural al urbano, por bajas expectativas de las actividades agrarias y productivas y la demanda junto con el crecimiento de sectores como el floricultor, la industria, bodegas, servicios que absorben la mano de obra, que provoca la migración a centros de los municipios de la cuenca (Cámara de comercio de Bogotá (CCB), 2018). En este aspecto también se involucra el manejo que se le da al uso del suelo por parte de las autoridades en donde se ha presentado el denominado “volteo de tierras”, en donde se saltan el ordenamiento territorial, cambiando el uso de suelo en los municipios para obtener beneficios individuales principalmente económicos, ignorando la sostenibilidad ambiental, teniendo como algunos ejemplos los casos de la zona franca de Mosquera, el humedal Gualí en Funza, guapucha en Facatativá y la zona boscosa en la hacienda casa blanca en Madrid (Herrera, 2016), en donde a

pesar de ser ecosistemas importantes en la actualidad son reemplazadas por construcciones, por ende es de notar que el crecimiento demográfico y el nivel de consumo no están siendo sostenibles.

En segundo lugar, se encuentra la expansión y crecimiento de los cultivos permanentes en la cuenca media del río Bogotá, la cercanía y fácil acceso genera que dichos municipios tengan una ruta más accesible de conectividad y comercialización de productos y por ende una rentabilidad aceptable para los comerciantes y productores que ofrecen un amplio portafolio, además de ser una actividad tradicional en los municipios que no presentan una alta conurbación, genera oportunidades de empleo y en la región se mantienen los cultivos constantes convirtiéndose en potenciales productores, (Gobernación de Cundinamarca, 2013) donde por ejemplo municipios como Bojacá ha mantenido su vocación agrícola siendo el banco de tierras más grande de la sabana, también en los municipios principalmente de Madrid, Faca, Bojacá y el Rosal se percibe un desarrollo y aumento del sector floricultor el cual a diferencia de las demás industrias buscan mano de obra local, (Cámara de Comercio de Bogotá, 2018) este sector, cada año está reflejando un incremento en su área, y creación de nuevas empresas, siendo en la actividad agrícola un renglón importante de la economía, junto con los cultivos permanentes, que a pesar de que en cada municipio se está dando la transición de campo a ciudad la expansión de la frontera agrícola es una realidad.

Por último, se encuentra el sector minero como una actividad que se ha expandido en todos los municipios, dicha actividad tiene aspectos particulares pues la explotación que se da es finita, y sus impactos no solo se dan en la zona de extracción sino su zona de influencia afectando en gran medida la vocación del suelo, perdiendo todas sus características, (Hernández Peña, 2010). El tipo de material que se extrae es variado en donde se explotan materiales de arrastre, carbón, arcilla, hierro, recebo, roca, piedras y gravas, el problema de este crecimiento en los municipios es la falta

de control en la actividad, la ilegalidad, y la inexistencia de instrumentos ambientales por parte de las empresas licitadas en donde de 964 títulos existentes en 2018 solo 229 contaban con dicho requisito. (contraloría de Cundinamarca, 2018), para la adecuada realización de la actividad y mitigar al máximo los impactos negativos cada municipio debe analizar a profundidad los diferentes componentes involucrados como lo son la sociedad, la economía, y por supuesto el aspecto ambiental, evaluando si son equilibrados los aspectos negativos y positivos que deja la explotación.

Mencionados factores explica la disminución que se ha dado en la mayoría de los municipios en cuanto a su cobertura vegetal y disminución de la oferta hídrica, en donde por ejemplo la actividad floricultora como lo menciona Villalobos, (2018), genera impactos de gran importancia teniendo valores muy negativos en la huella hídrica, huella de carbono, generación excesiva de residuos, gasto de energía, contaminación del ambiente circundante por fertilizantes y plaguicidas, contaminación del aire, pérdida de ecosistemas, fauna y flora y pérdida en general de servicios ecosistémicos, para disminuir en cierto porcentaje, el gremio denominado asocolflores ha buscado estrategias que algunas de las empresas ha adaptado como lo son las certificaciones de adecuadas prácticas ambientales como Rainforest Alliance o Flor Verde que garantizan un mínimo de buenas prácticas ambientales (Asocolflores, 2018), esta herramienta se debe evaluar para propiciar que todo el sector se sume a estas agremiaciones que buscan la práctica de la actividad con responsabilidad ambiental, otro aspecto que está generando procesos negativos en la región es la expansión de la frontera agrícola, reduciendo los niveles de diversidad biológica, generando riesgos por el sobreuso del suelo, y pérdida de los tiempos de recuperación de la estructura del suelo, junto con la disminución de la oferta hídrica, atentando contra la seguridad alimentaria como dice Martínez, (2013) los sistemas de producción están basando su actividad en la explotación de los recursos naturales sin permitir su recuperación alterando las condiciones físico químicas del

suelo, presentando casos en donde los suelos quedan completamente erosionados, por ende es de urgente necesidad que como lo afirma Arias Gutierrez & Barragan Rodriguez, (2020) se busque aplicar a usar las tierras que ya están destinadas y siendo utilizadas para la actividad agrícola, con el fin de obtener mayores rendimientos uniendo esfuerzos, aprovechando la verdadera vocación de los suelos y dejando la costumbre de uso y abandono de la tierra cuando ya no da los resultados esperados (UPRA, 2018). Los impactos negativos ambientales que se han presentado en el territorio cobran más importancia cuando se habla de la actividad minera presente en la cuenca, debido a la excesiva demanda de bienes que se genera, pues la actividad aparte de destruir los ecosistemas presentes, afecta sus alrededores y la recuperación de las zonas demora muchos años, perdiendo por ejemplo suelos que se pueden emplear por ejemplo para la agricultura sostenible, bosque, o cualquier otra actividad más amigable con el ambiente y el entorno. (contraloria de cundinamarca, 2018).

Finalmente en los últimos 7 años, la cuenca media del rio Bogotá ha presentado cambios en todos sus aspectos, se han generado nuevas dinámicas y estas han generado todo tipo de impactos ambientales disminuyendo los servicios ecosistémicos, contaminando las fuentes hídricas, disminuyendo su calidad y oferta, se ha dado la perdida de bosque y por ende ecosistemas importantes que son el hábitat de incalculable biodiversidad, se ha dado la explotación de todos los recursos y los cambios del uso del suelo son evidentes por las diversas razones ya expuestas anteriormente, es por esto que es de urgente necesidad que cada municipio de antemano actualice su información, conozca en que está ocupado su suelo realmente, que ha cambiado y que aspectos cumplen o no con su modelo de ordenamiento territorial, con base en dicha información se pueden generar toma de decisiones acertadas y con una proyección a futuro en donde se manejen los factores críticos, con miras al control de los impactos ambientales negativos y a la efectiva

planificación para evitar futuros conflictos de uso de suelo y la adecuada protección de los recursos naturales que son la base de todos los demás componentes, también es importante la participación ciudadana en la ordenación del territorio junto con la educación ambiental para el fomento de buenas prácticas y la generación de sentido de pertenencia con el territorio, el cumplimiento de lo plasmado en las políticas ambientales, la conservación y respeto por las zonas ya demarcadas como de importancia ambiental y que son territorio que cada municipio preserva, además del trabajo conjunto como región para poder articular los planes programas y proyectos y mantener la información actualizada y así propender por el cuidado y protección del medio ambiente.

Conclusiones

La cuenca media del río Bogotá se puede clasificar según la metodología Corine land cover en las coberturas de cuerpos de agua, zonas de extracción minera, tejido urbano continuo, bosque denso alto, bosque denso bajo, mosaico de pastos y cultivos, cultivos permanentes, y tejido urbano discontinuo, dichas coberturas son las que están presentes en el territorio, y están determinadas por la dinámica económica y social la cual se ve altamente influenciada por la cercanía de los municipios a la capital del país.

Con base en el trabajo realizado, se evidencia que en los siete años estudiados los cambios generales son el aumento de tejido urbano en 28.16%, la actividad minera en 11.31% y los cultivos permanentes en 45.71%, con base a las dinámicas tanto independientes como regionales que se han dado a lo largo del tiempo, trayendo consigo consecuencias negativas al medio ambiente como la degradación de los ecosistemas, deforestación, pérdida de servicios ecosistémicos, disminución en la oferta hídrica, migración del campo a la ciudad, subutilización del suelo, contaminación del aire, agua, suelo y aire, expansión de la frontera agrícola, y erosión del recurso suelo.

Los resultados obtenidos pueden leerse como un proceso constante de degradación continua del medio ambiente, sin un modelo de sostenibilidad en donde los cambios son evidentes en el transcurso de los 7 años, predominando las coberturas del recurso hídrico, el tejido urbano, bosque, cultivos permanentes, y mosaico de pastos y cultivos debido a que los municipios de la cuenca media presentan la característica de contar con gran número de industrias y bodegas pero también sus suelos son empleados en grandes extensiones para la agricultura, situaciones que hacen que dicha parte de la cuenca albergue la mayor cantidad de población, con la probabilidad de seguir con la degradación de los recursos naturales por

las actividades antrópicas. Por ende, es necesario que cada uno de los municipios involucre en su proceso de ordenamiento territorial, en la propuesta de los planes de desarrollo, en la creación de proyectos, y en general todo los procesos que involucren los factores sociales, económicos y ambientales, la actualización de su información tanto cartográfica como textual para la adecuada toma de decisiones, la adecuada planificación y así mismo poder acudir a medidas que ayuden al control y mitigación de los efectos negativos generados, pues en la actualidad son varias las herramientas que construyen el proceso de planificación junto con trabajos como este y similares para lograr el objetivo general de la región.

La presente investigación también representa un insumo importante para la contribución de la sentencia del POMCA del río Bogotá, por medio de las estrategias que aportan a las acciones que se deben emprender para lograr la recuperación, restauración, y protección de todo el sistema cuenta junto con el saneamiento ambiental y el equilibrio ecológico del ecosistema, con la investigación y el conocimiento real de las condiciones actuales de uso del suelo se puede reforzar y contribuir a la organización político – administrativa existente considerando la cuenca como unidad de análisis particular buscando la sostenibilidad del territorio. Se debe mencionar que una de las herramientas mas importantes con las que cuenta la ordenación de la cuenca son los planes de ordenamiento territorial, en donde estos como uno de sus objetivos es lograr la creación de núcleos de planificación e integración regional en donde cada territorio debe dar a conocer e integrar la planificación del territorio, manejo de los recursos naturales, y definición de la vocación del suelo.

Además de lo anterior, los ecosistemas de la cuenca del río Bogotá, aunque aun tienen la capacidad de poder brindar servicios ecosistémicos su deterioro va en aumento

junto con su capacidad de carga limitada, por ende es de suma importancia concentrar esfuerzos y tener resultados e información actualizada propiciando la integración entre el POMCA y los planes de ordenamiento territorial, para generar la apropiación del territorio y la participación activa en los procesos de valoración y toma de decisiones que permitan un desarrollo sostenible como cuenca y región, por esto el aporte de la investigación es decisivo pues el sector medio es la parte de la cuenca que mayores impactos negativos ambientales genera, mayor cantidad de población alberga y por ende es una de los tramos que requiere acciones inmediatas.

Recomendaciones

Con base en la cartografía y datos pertinentes, es recomendable empezar con el estudio y aplicabilidad de las estrategias plasmadas, para lograr un ordenamiento territorial de acuerdo con la realidad de cada uno de los municipios pertenecientes a la cuenca, así poder tomar medidas oportunas, y acciones correctivas, evitando un deterioro mayor del ambiente y mas conflictos por uso del suelo.

Por medio de este y estudios similares, se pueden integrar los proyectos regionales y lograr objetivos en conjunto buscando un desarrollo no solo económico sino también social y ambiental, articulando estrategias y vinculando actores que tengan un interés común, para el aprovechamiento del suelo de manera sostenible en toda la cuenca del rio Bogotá.

La divulgación de la educación ambiental es fundamental para la puesta en marcha de herramientas que contribuyen al mejoramiento y recuperación de los ecosistemas como sistemas agroforestales, silvopastoriles, y de paisaje, generando un trabajo en conjunto con el fin de obtener resultados acordes con la situación de la cuenca, mejorando no solo la calidad de vida sino el bienestar ecológico.

Referencias

- Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, C. (2014). Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo Flaash del software ENVI. In *Revista Geográfica de América Central* (Issue 53).
<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.%5Cnhttp://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/6609/6743>
- Aguilar, K. (2013). *LOS MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS APLICADOS AL ESTUDIO DEL DETERIORO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE, EN UN SECTOR DE LA HABANA*. Universidad de la Habana.
- Alcaldía de Bojacá. (2020). *Alcaldía de Bojacá*. Generalidades.
https://bojacacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/bojacacundinamarca/content/files/000533/26642_decreto-029.pdf
- Alcaldía de Facatativá. (2020). *Plan de desarrollo municipal “facatativá correcta, un propósito común 2.020 – 2.024 .”* Concejo de Facatativá.
https://concejofacatativa.micolombiadigital.gov.co/sites/concejofacatativa/content/files/000384/19176_facatativa-correcta-un-proposito-comun-20202024.pdf
- Alcaldía de Funza. (2020). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL “FUNZA CIUDAD LIDER 2020-2023”*. <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-funza-ciudad-lider-20202023>
- Alcaldía de Mosquera. (2020). *Plan de desarrollo 2023-2023 “juntos hacia el futuro.”*
https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/mosqueracundinamarca/content/files/001059/52913_acuerdo-03-4-junio-2020-pdm-1.pdf
- Alcaldía de Sibate. (2018). *PLAN AMBIENTAL MUNICIPAL DE SIBATE*.
<http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35893/00299.pdf?sequence=1&i>
- Alcaldía de Soacha. (2020). *Alcaldía de Soacha*.

[https://www.alcaldiasoacha.gov.co/NuestraAlcaldia/NormatividadVigente/NormatividadMunicipal/Decretos/ConcejoMunicipal/Acuerto N° 01 de 2010.pdf](https://www.alcaldiasoacha.gov.co/NuestraAlcaldia/NormatividadVigente/NormatividadMunicipal/Decretos/ConcejoMunicipal/AcuertoNº01de2010.pdf)

- Alcaldía de Subachoque. (2020). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2020-2023 Subachoque por el Camino Correcto*. <http://www.subachoque-cundinamarca.gov.co/>
- Alonso Sarría, F. (2006). Sistemas de Información Geográfica. In *Sistemas de Información Geográfica*. <https://bit.ly/3sPPZII>
- Ambrosio, G., González, J., & Arévalo, V. (2002). *Corrección radiométrica y geométrica de imágenes para la detección de cambios en una serie temporal* [Universidad de Malaga]. <http://mapir.isa.uma.es/varevalo/drafts/ambrosio2002crg.pdf>
- Ardila, J., & Quintero, O. (2013). APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA INTERPRETACIÓN DE ZONAS INUNDABLES. CASO DE ESTUDIO: RÍO SOAPAGA, SECTOR PAZ DE RÍO, BOYACÁ. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23, 55–76.
- Arias Gutierrez, A. M., & Barragan Rodriguez, M. J. (2020). ANÁLISIS DE LA EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A EVENTUALES CONFLICTOS EN LA LOCALIDAD DE SUMAPAZ. In *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034%0Ahttps://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011%0Ahttps://doi.o>
- Atencia, V., Contreras, J., & Vergara, D. (2008). *Estudio multitemporal de imágenes satelitales con fines de delimitación del complejo bajo San Jorge margen Izquierdo (B13) y diagnostico de zonas intervenidas antropicamente (agricultura y ganaderia)*. Universidad de Sucre.
- Autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA). (2020). *Reporte de análisis regional de la Subzona Hidrográfica del Río Bogotá*. http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/biblioteca_web_anla_pdf/reporte-de-alertas-bogota.pdf

- Ayala, M., Helcias, J., Castaño, C., Macias, F., Restrepo, O., & Gonzalez, H. (2016). *DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL RESPECTO A LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXTRACCIÓN ILÍCITA DE MINERALES EN EL PAÍS*.
- Camacho Valdez, V., & Ruiz Luna, A. (2012). Marco Conceptual Y Clasificación De Los Servicios Ecosistémicos. *Bio Ciencias*, 1, 3–15.
<http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/19/17>
- Cámara de comercio de Bogotá (CCB). (2018). *6 Informe de sostenibilidad*.
<https://www.ccb.org.co/La-Camara-CCB/Nosotros/Informes-de-sostenibilidad>
- Cámara de comercio de Facatativá (CCF). (2019). *Economía de Facatativá*.
- CAR. (2014). *Aguas subterráneas minería - hidrocarburos*.
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5b45211d94bff.pdf>
- CAR. (2016). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BOGOTÁ*. http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/a73d79ae-63e1-4808-a884-b37e194f45dc/Resumen+POMCA+Río+Bogotá_.pdf?MOD=AJPERES&CVID=ly7KoX3&CVID=ly7KoX3#:~:text=La Cuenca del río Bogotá limita en su extremo norte,dentro del presente estudio es
- Concejo municipal de Funza. (2000). *Decreto 0140 De 2000*. 126.
- Congreso de Colombia. (1997). “*LEY 388 DE 1997*.” El Desarrollo Territorial y Urbano. (1997).
- Corporación de cuencas del Tolima (CORCUENCAS). (2014). Cobertura y Uso del Suelo. *Fase de Diagnóstico POMCA-RR (Código 2125-01)*, 8, 1.
https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/POMCAS/2020/POMCA_RECIO_VENADILLO/3_10_Cobertura_Uso_Suelo.pdf
- Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR). (2013). *Plan de gestión ambiental regional PGAR 2012-2023*. <http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/16>
- Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR). (2016). *Áreas Protegidas del*

territorio CAR.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2011). Consolidación del sistema de humedales de la jurisdicción CAR. In *CAR Autoridad Ambiental con Alternativas de Desarrollo*. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5adf57a6d882c.pdf>

Corredor Gil, L. P., Cárdenas Quiroga, E. A., & Ordóñez López, J. C. (2011). Aplicación de la tecnología CORINE Land Cover en la determinación de los cambios de cobertura en el parque natural los Flamencos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(2), 153. <https://doi.org/10.18359/rcin.264>

DANE. (2005). *Censo General Mosquera*.

https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/63000T7T000.PDF

DANE. (2020). *Revisión y ajuste de las retroproyecciones de población para el periodo 1985-2017, y mejoramiento de las consultas de información demográfica y poblacional*. 1–3. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Departamento administrativo nacional de estadísticas (DANE). (2019). *Boletín censo general, perfil Soacha Cundinamarca*.

Emilio, R., & Cubillos, G. (2009). Implicaciones de la floricultura en las transformaciones espaciales de Madrid (Cundinamarca) a partir de 1970. *Perspectiva Geográfica*, 1(14), 219–240. <https://doi.org/10.19053/01233769.1723>

Environmental systems researchs institute (ESRI). (2020). *¿ Qué es ArcGIS ? Introducción a ArcGIS*. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch13.htm>

European Space Agency(ESA). (2018). *Misiones earth explorer de la ESA*.

[http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-849873-6.00001-](http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-849873-6.00001-7)

[7%0Ahttp://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/1112%0Ahttps://www.bps.go.id/dynamictable/2018/05/18/1337/persentase-panjang-jalan-tol-yang-beroperasi-menurut-operatornya-2014.html](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_venes/article/view/1112)

FEDEGÁN. (2014). *Federación Colombiana de Ganaderos (FedegánF) - Fondo Nacional del Ganado FORO GANADERÍA REGIONAL VISIÓN 2014 -2018*

CUNDINAMARCA Resumen y Conclusiones Bogotá D . C .

- Fiscalía general de la nación. (2016). *La Fiscalía del Siglo XXI. Informe de gestión Fiscalía General de la Nación Periodo 2012-2016*. https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Informe_Cuatrenio_corregido_2012-2016.pdf
- Forero, M., & Giraldo, J. (2017). *CARACTERIZACION DEL SECTOR GANADERO DE LA SABANA DE OCCIDENTE*. Universidad de Cundinamarca.
- Gobernación de Cundinamarca. (2013). Agropecuario 11. In *Estadísticas de cundinamarca* (11th ed., p. 90).
- Gobernación de Cundinamarca. (2019). Perfil situacional del departamento. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Gomez, A. (2015). EXPLOTACIÓN MINERA EN LOS CERROS ORIENTALES DEL SUR DE BOGOTÁ D.C. ANÁLISIS DESDE LA TEORÍA DE LA JUSTICIA ESPACIAL. In *Angewandte Chemie International Edition* (Vol. 6, Issue 11). Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas.
- Gutierrez, J. (n.d.). *CARTOGRAFÍA TEMÁTICA*. <http://www.cartomap.cl/utfsm/Cartograf%EDa%20tem%20matica.pdf>
- Hastad, I., Halley, J., & Scheuchzer, H. (2009). Capítulo 1 . Introducción a la Cartografía Temática. In *red geomática* (National A).
- Hernández Peña, Y. T. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable? In *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* (Issue 19, pp. 97–109). <https://doi.org/10.15446/rcdg.n19.16854>
- Herrera, Ó. J. M. (2016). El proceso de urbanización en los municipios de la Sabana de Bogotá [Universidad autonoma de Manizales]. In *Ánfora* (Vol. 22, Issue 38). <https://doi.org/10.30854/anf.v22.n38.2015.35>
- Herrera, S. Y. G. (2019). Verticalidades y horizontalidades en la configuración de la Sabana Occidente como puerto seco de Bogotá. *Territorios*, 41(41), 197–222.

<https://doi.org/1012804>

(IDEAM). (2015). *METODOLOGIA CORINE LAND COVER*.

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). (2005). *Mapa de cobertura de la tierra cuanca Magdalena - Cauca* (IGN).

Instituto Geográfico Nacional. (2018). Teledetección. *Instituto Geográfico Nacional, 1, 2*.

<https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf>

Jenni, D. la C., & Gustavo, M. (2016). ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y CAMBIO DE USO DEL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DE LA FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.

Revista CENIC. Ciencias Biológicas, 152(3), 28.

[file:///Users/andreataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-](file:///Users/andreataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf)

<http://salud.tabasco.gob.mx/content/revista>
http://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf
<http://dx.doi.org/10.15446/revf>
<http://www.cenetec.acmed.v66n3.60060>

Lucía, B., Prieto, A., Rodríguez, N. A., Barreto, I., Milena, S., Roa, C., Moreno, J. H.,

Mendoza, V. S., Marina, N., & Espinosa, V. (2017). *Metodología para la planeación estratégica de líneas de investigación* [Universidad Católica].

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23137/1/areas-de-investigacion-y-planificacion-estrategica_Cap02.pdf

Mapas y estadísticas de Cundinamarca. (2020). *Municipio de Soacha*.

<https://cundinamarca->

map.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/9adb6193b5874fb9a4bed53e7f6d725b

Marina Mazón, Dionys Sánchez, F. A. D. y J. C. G. (2016). Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuencade la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana, 7(2), 304*. <https://doi.org/10.21068/c001>

- Martinez, A. (2013). *EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL USO DEL SUELO DE EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE PASCA DE LA PROVINCIA DE SUMAPAZ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA*.
Universidad Libre.
- Matoma, J., & Cañas, J. A. (2017). *Interpretación de Coberturas de la Tierra y Análisis Multitemporal para el Área de Compensación Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico de El Quimbo* [Universidad distrital Francisco Jose De Caldas].
<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6205>
- Mejía, J. (2005). Procesamiento digital de imágenes. In *Perfiles Educativos* (Issue 72).
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Mena Frau, C., Molina Pino, L., Ormazábal Rojas, Y., & Morales Hernández, Y. (2011). Generalización de modelo digital de elevación condicionada por puntos críticos de terreno. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 17(3), 439–457.
<https://doi.org/10.1590/s1982-21702011000300007>
- Mendez, R. (2008). *Etapas de la visión artificial*. Procesamiento Digital de Imágenes.
<http://dea.unsj.edu.ar/imagenes/recursos/Capitulo1.pdf>
- Ministerio de agricultura(Min agricultura). (2015). *Colombia se consolida como segundo exportador de flores del mundo y se expande a nuevos mercados*.
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Colombia-se-expande-a-nuevos-mercados-flores.aspx>
- Mishra, N., & Helder, D. (2014). Misiones landsat, calibración y medición. *Remote Sensing*, 6(2), 1327–1346. <https://doi.org/10.3390/rs6021327>
- Moreno, V., Alonso, C., & Rodríguez, E. (2015). Determinación experimental de la firma espectral de la vegetación. Una sencilla práctica de introducción a la teledetección. *Teledetección*, 2, 429–432.
- Multitemporal, A., Uso, D. E. L., Carretera, D. E. L. A., Roosevelt, B., Farnum, F., & G, V. M. (2017). SUELO EN CINCO COMUNIDADES UBICADAS A LO LARGO MULTITEMPORAL ANALYSIS (1970-2017) OF LAND USE IN FIVE

COMMUNITIES LOCATED ALONG THE BOYD Con el progreso , el crecimiento demográfico y las actividades humanas se han aumentado las presiones sobre los serv. *TECNOCENCIA*, 21, 107–124. <https://doi.org/58792296>

Ness, G., & Golay, M. V. (2015). *Población y estrategias para el desarrollo nacional sostenible : una guía para el diseño de políticas nacionales que articulen la población y el medio ambiente en estrategias para el desarrollo sostenible*. 147.

https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1267&context=abya_yala

Pérez, D. (2007). *Introducción a los sensores remotos - aplicaciones en geología*.

http://aviris.gl.fcen.uba.ar/Curso_SR/Guia_Curso_sr_2007.pdf

Pineda, O. (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago*. Centro publico de investigación CONACYT.

Rojas, A., & Garcia, D. (2016). ANÁLISIS DE CAMBIOS DE USOS Y COBERTURAS DEL SUELO EN LOS MUNICIPIOS EL ROSAL Y SUBACHOQUE. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Universidad Francisco Jose De Caldas.

Rojas, K. (2015). *RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA* [Universidad Pontificia Bolivariana]. https://tereom.github.io/est_computacional/01-Intro-R/R_analisis_datos_visualizacion

Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en un área protegida de Nicaragua, Centroamérica. *Ecosistemas*, 22(3), 117–123. <https://doi.org/10.7818/ecos.2013.22-3.16>

Sánchez, B. (2018). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad : una revisión. *Revista Científica CIDC*, 33(3), 243–253. <https://doi.org/1014483>

Secretaria de hacienda. (2021). *GEOGRAFÍA , ECOLOGÍA Y ECONOMÍA DE MOSQUERA*. <https://www.mosquera-cundinamarca.gov.co/municipio/geografia--y-economia-de-mosquera>

- Secretaria de planeación. (2020). *Plan de ordenamiento territorial, el renacer de Bogotá*.
<http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/que-es>
- Secretaria Distrital de Planeacion Bogotá. (2014). Aproximacion a las implicaciones del fallo del Consejo de Estado sobre el Rio de Bogotá en el ordenamiento territorial de Bogotá. In *Integracion Regional* (Issue 15). <http://www.sdp.gov.co/gestion-socioeconomica/integracion-regional-y-nacional/publicaciones/aproximacion-a-las>
- Serrano, M. (2015). *Dibujo Técnico - Escalas* [Universidad de Alicante].
<https://web.ua.es/es/cursos-cero/documentos/dibujo-ingenierias/escalas.pdf>
- Suárez, A. S., Andrés, ;, Jiménez, F., Castro-Franco, M., & Angel Cruz-Roa, ; (2017). Clasificación y mapeo automático de coberturas del suelo en imágenes satelitales. In *Universidad de los llanos* (Vol. 21, Issue 1). Universidad de los llanos.
- Tobón, Y. (2020). *CLASIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA*. Universidad de Antioquia.
- Tomas, D. (2010). *La escala*.
http://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/diversificacion/ecosistemas/ecosistemas.pdf
- UNFPA(United Nations Population Fund). (2017). *Ciudad Espacio y Población: El proceso de urbanización en Colombia* (Universida).
https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/04/Ciudad_espacio_y_poblacion._El_proceso_de-Urbanizacion.pdf
- Universidad de Murcia. (2015). *Correcciones a las imágenes de satélites*. Apuntes de La Asignatura Teledetección En Geografía.
<https://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema07.pdf>
- UPRA. (2018). Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia. *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria*, 69.
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/8632/1/METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA FRONTERA AGRÍCOLA EN>

COLOMBIA.pdf

- Villalobos, I. (2018). Analisis del Impacto Ambiental de los Floricultivos en Cundinamarca: Una perspectiva económica [Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. In *Ingeniería y Sociedad* (Vol. 13).
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeso/article/view/338140>
- Villegas Rodríguez, E., Cifuentes G., A., Contreras G., D., & Fernández A, L. (2010). Ordenamiento territorial como instrumento , para la zonificación ambiental a traves de la Estructura Ecologica Principal , como apoyo a la formulación de los POTs y los POMCAS en Colombia. *Revista Colombiana de Geografía*, 19(2), 97–109.
http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen14_numero2/06-Articulo3-Rev_tecnologia_UB_Vol-14-Num-2.pdf
- Zavala, P., & Zavala, C. (2002). Uso De Imágenes Satelitales De Alta Resolución Para Generar Cartografía. *Revista Facultad de Ingeniería - Universidad de Tarapacá*, 10, 35–43. <https://doi.org/10.4067/s0718-13372002001000005>
- Zimmermann, M. L. (2017). Cerros Orientales de Bogotá: primeros hallazgos de la investigación de un ecosistema biodiverso. *MONGABAY*, 10.
<https://es.mongabay.com/2017/05/cerros-orientales-bogota-primeros-hallazgos-la-investigacion-ecosistema-biodiverso/>

Anexos

Anexo 1. Clasificación Corine Land Cover Bojacá

Clasificación Corine Land Cover Bojacá				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	21,69	21,20	39,99	0,39
cuerpos de agua artificiales	102,78	1,00	305,15	2,98
zonas de extracción minera	220,08	2,15	350,98	3,43
tejido urbano continuo	367,14	3,59	478,98	4,68
bosque denso alto	4717,65	46,11	1737,58	16,98
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	1879,65	18,37	3087,68	30,18
cultivos permanentes	2658,65	25,98	3916,65	38,28
tejido urbano discontinuo	264,17	2,58	314,80	3,08
total	10231,81	120,98	10231,81	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Clasificación Corine Land Cover Bogotá D.C.

Clasificación Corine Land Cover Bogotá				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	69,32	0,04	84,98	0,05
cuerpos de agua artificiales	902,26	0,56	939,96	0,58
zonas de extracción minera	9148,65	5,65	9344,59	5,77
tejido urbano continuo	44604,27	27,53	28894,95	17,83
bosque denso alto	13159,28	8,12	30212,52	18,65
bosque denso bajo	65431,61	40,38	58164,80	35,90
mosaico de pastos y cultivo	21148,66	13,05	25716,65	15,87
cultivos permanentes	6982,65	4,31	8198,16	5,06
tejido urbano discontinuo	590,89	0,36	480,97	0,30
total	162037,59	100,00	162037,59	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Clasificación Corine Land Cover El rosal

Clasificación Corine Land Cover El Rosal				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	35,76	0,41	11,98	0,14
cuerpos de agua artificiales	197,14	2,26	55,36	0,63
zonas de extracción minera	354,90	4,07	389,68	4,47
tejido urbano continuo	298,35	3,42	340,90	3,91
bosque denso alto	2484,56	28,49	1495,50	17,15
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	3649,99	41,85	1947,65	22,33
cultivos permanentes	1424,59	16,33	4170,71	47,82
tejido urbano discontinuo	276,67	3,17	310,16	3,56
total	8721,96	100,00	8721,96	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Clasificación Corine Land Cover Facatativá

Clasificación Corine Land Cover Facatativá				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	48,22	0,31	36,68	0,23
cuerpos de agua artificiales	208,77	1,32	161,61	1,02
zonas de extracción minera	847,68	5,36	1161,54	7,35
tejido urbano continuo	1551,57	9,82	1624,98	10,28
bosque denso alto	5859,90	37,08	3431,69	21,71
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	3881,99	24,56	2734,98	17,30
cultivos permanentes	2579,98	16,32	5698,32	36,05
tejido urbano discontinuo	826,68	5,23	954,98	6,04
total	15804,80	100,00	15804,80	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Clasificación Corine Land Cover Funza

Clasificación Corine Land Cover Funza				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	98,15	1,40	82,65	1,18
cuerpos de agua artificiales	116,84	1,67	93,68	1,34
zonas de extracción minera	105,98	1,51	134,68	1,92
tejido urbano continuo	614,30	8,77	715,65	10,22
bosque denso alto	1009,95	14,42	1278,84	18,25
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	4019,65	57,38	3376,78	48,20
cultivos permanentes	785,62	11,21	1048,50	14,97
tejido urbano discontinuo	254,99	3,64	274,70	3,92
total	7005,47	100,00	7005,47	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Clasificación Corine Land Cover Madrid

Clasificación Corine Land Cover Madrid				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
cuerpos de agua naturales	48,84	0,41	19,60	0,16
cuerpos de agua artificiales	75,72	0,63	29,09	0,24
zonas de extracción minera	264,35	2,21	341,68	2,86
tejido urbano continuo	847,35	7,09	1078,68	9,02
bosque denso alto	2037,85	17,04	1834,87	15,34
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	7042,21	58,89	4078,65	34,11
cultivos permanentes	1494,32	12,50	4258,65	35,61
tejido urbano discontinuo	147,35	1,23	316,76	2,65
total	11958,00	100,00	11958,00	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Clasificación Corine Land Cover Mosquera

Clasificación Corine Land Cover Mosquera				
Cobertura	2013		2020	
	Área (ha)	Área %	área (ha)	área %
cuerpos de agua naturales	44,35	0,42	46,35	0,44
cuerpos de agua artificiales	98,63	0,93	113,05	1,07
zonas de extracción minera	367,70	3,46	478,35	4,51
tejido urbano continuo	1174,32	11,06	1598,35	15,06
bosque denso alto	3147,72	29,66	2984,35	28,12
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	5388,28	50,77	3816,30	35,96
cultivos permanentes	157,35	1,48	1348,71	12,71
tejido urbano discontinuo	234,79	2,21	227,68	2,15
total	10613,14	100,00	10613,14	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Clasificación Corine Land Cover Sibaté

Clasificación Corine Land Cover Sibaté				
Cobertura	2013		2020	
	área (ha)	área %	área (ha)	área %
cuerpos de agua naturales	124,98	1,02	118,34	0,97
cuerpos de agua artificiales	432,67	3,55	435,64	3,57
zonas de extracción minera	97,32	0,80	127,31	1,04
tejido urbano continuo	172,32	1,41	267,32	2,19
bosque denso alto	5377,65	44,06	4750,69	38,93
bosque denso bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
mosaico de pastos y cultivo	3719,98	30,48	2518,35	20,64
cultivos permanentes	2174,32	17,82	3861,32	31,64
tejido urbano discontinuo	104,72	0,86	124,98	1,02
total	12203,97	100,00	12203,97	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Clasificación Corine Land Cover Soacha

Clasificación Corine Land Cover Soacha				
Cobertura	2013		2020	
	área (ha)	área %	área (ha)	área %
cuerpos de agua naturales	15,65	0,08	10,87	0,06
cuerpos de agua artificiales	82,01	0,44	73,77	0,39
zonas de extracción minera	1847,56	9,86	2767,98	14,77
tejido urbano continuo	2146,32	11,45	3018,98	16,11
bosque denso alto	7815,65	41,70	5330,32	28,44
bosque denso bajo	2783,70	14,85	1534,87	8,19
mosaico de pastos y cultivo	3286,57	17,53	3398,35	18,13
cultivos permanentes	521,35	2,78	2398,56	12,80
tejido urbano discontinuo	245,89	1,31	210,98	1,13
total	18744,71	100,00	18744,71	100,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Clasificación Corine Land Cover Subachoque

Clasificación Corine Land Cover Subachoque				
Cobertura	2013		2020	
	área (ha)	área %	área (ha)	área %
cuerpos de agua naturales	42,17	0,20	27,32	0,13
cuerpos de agua artificiales	95,48	0,46	78,37	0,37
zonas de extracción minera	184,22	0,88	241,68	1,16
tejido urbano continuo	349,18	1,67	387,65	1,85
bosque denso alto	9146,32	43,72	9189,56	43,92
bosque denso bajo	1541,36	7,37	163,65	0,78
mosaico de pastos y cultivo	8739,65	41,77	9134,25	43,66
cultivos permanentes	647,68	3,10	1482,78	7,09
tejido urbano discontinuo	175,65	0,84	216,47	1,03
total	20921,73	100,00	20921,73	100,00

Fuente: Elaboración propia