ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE LAS ZONAS DE RESERVA MAJUY Y JUAICA EN EL CONTEXTO DE LA CIUDAD REGIÓN



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Laura Milena Castro Aristizábal

Jorge Alexis Sanabria Mosquera

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Sanitaria
Ingeniería Topográfica
Bogotá D.C., septiembre 2024

ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE LAS ZONAS DE RESERVA MAJUY Y JUAICA EN EL CONTEXTO DE LA CIUDAD REGIÓN

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Laura Milena Castro Aristizábal
20172181038
Jorge Alexis Sanabria Mosquera
20161032478

Modalidad
Monografía

Presentado para optar al título de: Ingeniera sanitaria e ingeniero topográfico

Director
Jair Preciado Beltrán

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Sanitaria e Ingeniería Topográfica
Bogotá D.C., septiembre 2024

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de grado primeramente a Dios, quien ha sido apoyo y fortaleza para nosotros en este camino. A nuestros padres, por estar siempre brindándonos amor, paciencia y sabiduría en cada paso que hemos dado. A nuestros docentes por regalarnos su conocimiento, su experiencia y ser guías del laberinto de la sabiduría, en especial al profesor Jair Preciado, por brindarnos apoyo y tener tanta paciencia con nosotros y con sus estudiantes. A nuestros motores de vida, David Castro y Gabriela Sanabria, por ustedes reiniciamos todos los días con fe y voluntad para seguir adelante, este trabajo lleva su fuerza.

Índice

Dedicatoria iii

Índice de imágenes vi

Índice de gráficas viii

Índice de tablas x

Índice de Ecuaciones xi

Índice de anexos xi

Glosario xii

Lista de abreviaturas y siglas xiv

Introducción. 1

1. Planteamiento del problema 2

2. Antecedentes y justificación 4

3. Objetivos 6

3.1. Objetivo general 6

3.2. Objetivos específicos 6

4. Marco de referencia 7

4.1. Marco teórico 7

4.2. Análisis multitemporal 12

4.3. Marco legal 13

5. Metodología 16

5.1. Caracterización de las reservas naturales de la ciudad región. 19

5.1.1. En qué consiste la figura de reserva forestal 19

5.1.2. Inventario de las reservas forestales en la Ciudad Región 21

5.1.3. Localización y caracterización de las de las reservas forestales de estudio 24

5.2. Crecimiento demográfico y análisis multitemporal de las zonas de estudio. 30

5.2.1. Análisis de crecimiento poblacional (1985-2015) 31

5.2.2. Multitemporal transformación de la zona en las serranías Juaica y Majuy 43

5.3. Demanda de agua potable. 52

5.3.1. Fuentes abastecedoras 52

5.3.2. Concesión de aguas 57

5.3.3. Cobertura y continuidad del servicio de acueducto 59

5.3.4. Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano 62

5.4. Importancia estratégica del régimen especial de la Región Metropolitana de Bogotá. . 66

5.4.1. Análisis de la creación de la Región Metropolitana de Bogotá 66

5.4.2. El medio ambiente visto en una perspectiva regional, clave para la sostenibilidad 69

5.4.3. Análisis de la situación de las industrias en los municipios de la sabana, con énfasis en Cota y Chía. 75

5.4.4. Tendencias actuales en la transformación del territorio de la Sabana. 82

6. Conclusiones 88

7. Recomendaciones 91

8. Bibliografía 92

9. Anexos 97

Índice de imágenes

Imagen 1. Ubicación reserva forestal cerro Majuy. 10

Imagen 2. Ubicación reserva forestal cerro Juaica. 11

Imagen 3. Áreas protegidas de los municipios aledaños a Bogotá 22

Imagen 4. Área de estudio, reservas forestales cerro Juaica y cerro Majuy 24

Imagen 5. Zona límite político municipio de Cota en color amarillo, municipio de Chía en color rojo y reserva forestal cerro Majuy en color verde 25

Imagen 6 Zona límite político municipio de Tenjo color amarillo, municipio de Tabio color morado y reserva forestal cerro Juaica color verde 26

Imagen 7 Red hídrica cerro Majuy y cerro Juaica 28

Imagen 8 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 1985 44

Imagen 9 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 1997 46

Imagen 10 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 2015 48

Imagen 11. Comparación zonas de estudio en las tres fechas evaluadas 50

Imagen 12. Localización geográfica pozos Cota 55

Imagen 13. Localización geográfica pozos Tenjo 56

Imagen 14. Proyectos inmobiliarios en Tabio 66

Imagen 15. Localización de la cuenca, municipios y subcuencas 70

Imagen 16. Conflicto por uso del recurso hídrico 70

Imagen 17. Análisis del estado actual de las coberturas naturales para conflictos por pérdida de coberturas en ecosistemas estratégicos 72

Imagen 18. Indicador de vegetación remanente 73

Imagen 19.Crecimiento de construcciones en la ladera de los cerros 74

Imagen 20. Zonas de mayor actividad empresarial en el municipio de Chía 79

Imagen 21. Zonas de mayor actividad empresarial en el municipio de Cota 81

Imagen 22 Escenarios cambios de temperatura en Cundinamarca 85

Imagen 23 Escenarios cambios de precipitación en Cundinamarca 86

Imagen 24.Escenarios de cambio climático 2011-2100 86

Índice de gráficas

Gráfica 1. Proyección de crecimiento poblacional en los municipios de interés..... 7

Gráfica 2. Porcentaje de cobertura de acueducto para el 2018 en los municipios de interés 8

Gráfica 3. Porcentaje de cobertura de alcantarillado para el 2018 en los municipios de interés.... 8

Gráfica 4. Porcentaje de cobertura de aseo para el 2018 en los municipios de interés..... 9

Gráfica 5.Crecimiento poblacional municipio de Cota en cabecera municipal..... 32

Gráfica 6. Crecimiento poblacional municipio de Cota en centros poblados y rural disperso..... 33

Gráfica 7. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Cota..... 33

Gráfica 8.Crecimiento demográfico por años municipio de Cota 34

Gráfica 9. Crecimiento poblacional municipio de Chía en cabecera municipal..... 35

Gráfica 10. Crecimiento poblacional municipio de Chía en centros poblados y rural disperso... 35

Gráfica 11. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Chía..... 36

Gráfica 12. Crecimiento demográfico por años municipio de Chía 36

Gráfica 13. Crecimiento poblacional municipio de Tenjo en cabecera municipal 37

Gráfica 14. Crecimiento poblacional municipio de Tenjo en centros poblados y rural disperso . 38

Gráfica 15. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Tenjo..... 39

Gráfica 16. Crecimiento demográfico por años municipio de Tenjo..... 39

Gráfica 17. Crecimiento poblacional municipio de Tabio en cabecera municipal..... 40

Gráfica 18.Crecimiento poblacional municipio de Tabio en centros poblados y rural disperso .. 41

Gráfica 19. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Tabio..... 41

Gráfica 20. Crecimiento demográfico por años municipio de Tabio..... 42

Gráfica 21. Población municipal entre 1985 y 2018..... 43

Gráfica 22. Porcentaje clasificación supervisada, clases año 1985 45

Gráfica 23 Porcentaje clasificación supervisada, clases año 1997 47

Gráfica 24 Porcentaje clasificación supervisada, clases año 2015 49
Gráfica 25. Cantidad de hectáreas por año del análisis multitemporal 50
Gráfica 26. Concesiones en el departamento de Cundinamarca 59
Gráfica 27. Cantidad de empresas por provincias Cundinamarca 76
Gráfica 28. Sectores empresariales en Chía 78
Gráfica 29. Sectores empresariales en Chía 80

Índice de tablas

Tabla 1 Inventario de las áreas protegidas por la CAR 23

Tabla 2.Crecimiento población urbano y rural municipio de Cota 32

Tabla 3.Crecimiento población urbano y rural municipio de Chía 34

Tabla 4. Crecimiento población urbano y rural municipio de Tenjo 37

Tabla 5. Crecimiento población urbano y rural municipio de Tabio 40

Tabla 6. Cantidades hectáreas por clase clasificación 1985 45

Tabla 7 Cantidades hectáreas por clase clasificación 1985 47

Tabla 8 Cantidades hectáreas por clase clasificación 2015 49

Tabla 9. Prestadores del servicio de acueducto en los municipios en estudio 53

Tabla 10. Coordenadas pozos subterráneos Cota 54

Tabla 11. Coordenadas pozos subterráneos Tenjo 56

Tabla 12. Estado de las concesiones de agua en los municipios en estudio 58

Tabla 13. Porcentaje de cobertura y continuidad de agua potable zona urbana en los municipios en estudio 60

Tabla 14. Porcentaje de cobertura y continuidad de agua potable zona rural en los municipios en estudio 61

Tabla 15. Puntajes de riesgo IRCA 63

Tabla 16. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse 64

Tabla 17. Valores IRCA de los municipios en estudio 65

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.Porcentaje IRCA por muestra 63

Ecuación 2. Porcentaje IRCA mensual 63

Índice de anexos

Anexo 1. Áreas protegidas en municipios aledaños a Bogotá……... 98

Anexo 2. Plano Cerros Juica y Majuy drenajes……..... 99

Anexo 3. Clasificación Supervisada 1985……..... 100

Anexo 4. Clasificación Supervisada 1997……..... 101

Anexo 5. Clasificación Supervisada 2015……..... 102

Anexo 6. Cantidad de hectáreas por tipo de coberturas……..... 103

Glosario

Análisis multitemporal	Procedimiento que implica comparar coberturas interpretadas en imágenes satelitales o mapas de un mismo lugar en distintas fechas, permite evaluar los cambios en esas coberturas clasificadas.
Áreas protegidas	Son zonas geográficas establecidas y gestionadas con el propósito de cumplir objetivos específicos de conservación. Estas áreas ayudan a preservar espacios con un alto valor ecológico y paisajístico, proporcionando beneficios y servicios ambientales a la sociedad.
Ciudad Región	Se refiere a amplias áreas territoriales donde se identifican conexiones estrechas basadas en la economía, la historia, la cultura y las condiciones ambientales. Estas conexiones están generando fuerzas sociopolíticas que superan las fronteras administrativas tradicionales.
Comunidad	Conjunto de personas que viven juntas bajo ciertas reglas o que tienen los mismos intereses
Conurbación	Grupo de núcleos urbanos que, aunque originalmente separados y contiguos en sus límites, crecen hasta convertirse en una única unidad funcional.
Cuerpos de agua	Extensiones de agua que se encuentran sobre la superficie terrestre o en el subsuelo.
Demografía	Análisis estadístico de un grupo humano, enfocado en un momento específico o en su desarrollo a lo largo del tiempo
Ecosistema	Conjunto ecológico compuesto por un entorno y los organismos que viven en él, incluyendo sus interacciones mutuas.
Gentrificación	Proceso de transformación de una área urbana, usualmente deteriorada o de carácter popular, que conlleva el desplazamiento de la población original debido a la llegada de residentes con mayor capacidad económica.
Imágenes satelitales	Son fotos de la superficie terrestre capturadas por satélites artificiales desde el espacio. Útiles para analizar el clima, la vegetación, la contaminación, la geología, la topografía, y la planificación urbana, además de ser empleadas en la creación de mapas y el monitoreo de desastres naturales como terremotos, inundaciones y huracanes. Estas imágenes nos permiten ver la Tierra desde una perspectiva única y acceder a información valiosa.
Impacto ambiental	Serie de posibles impactos en el medio ambiente resultantes de alteraciones en el entorno natural, debido a la realización de obras u otras actividades
Medio ambiente	Conjunto de circunstancias o factores físicos y biológicos que rodean a los seres vivos e influyen en su desarrollo y comportamiento

Metropolización	Se refiere a un concepto geográfico que describe el crecimiento demográfico, espacial y funcional de las metrópolis o grandes ciudades, las cuales se distinguen por su alta complejidad.
Población	Conjunto de habitantes de un lugar.
Reserva forestal	Son áreas designadas para promover la economía forestal y proteger los bosques, suelos, aguas, y la fauna silvestre.

Lista de abreviaturas y siglas

Sigla/Abreviatura	Significado
CAR	Corporación Autónoma Regional
CCB	Cámara de Comercio de Bogotá
CCP	Concrete Cylinder Pipe
DAMA	Departamento Administrativo de Medio Ambiente
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAPD	Departamento Administrativo de Planeación Distrital
DMI	Distrito de Manejo Integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DPAE	Dirección de prevención y atención de emergencias
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
IACAL	Índice de la Alteración Potencial de la Calidad del Agua
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IRCA	Índice de Riesgo de la Calidad de Agua
IVR	Indicador de Vegetación Remanente
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
ND	Nivel Digital
OCDE	Organización para la cooperación el desarrollo económico
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PCCP	Prestressed Concrete Cylinder Pipe
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
RFPP	Reserva Forestal Protectora – Productora
RNSC	Reserva Natural de la Sociedad Civil
RUNAP	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIRAP	Sistema Regional de Áreas Protegidas
SUI	Sistema Único de Información oficial servicios públicos domiciliarios
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicaciones
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos
WRS	Worlwide Reference System

Introducción.

Durante el siglo XX, la sabana de Bogotá ha experimentado una explotación de sus recursos y una transformación significativa debido a la fragmentación territorial, especialmente de las grandes haciendas. Este proceso ha llevado a la desaparición de humedales, fuentes de agua, bosques y suelos, así como al desplazamiento de su fauna. La expansión urbana de Bogotá, particularmente entre las décadas de 1970 y 2010, ha tenido un impacto notable en el paisaje de la sabana. Antes considerada la despensa de la ciudad, la sabana ha perdido su identidad y se ha convertido en un territorio donde se ofrecen diariamente proyectos de vivienda sin una planificación adecuada, lo que ha contribuido a un mercado inmobiliario voraz y descontrolado. Este fenómeno ha generado preocupaciones sobre la sostenibilidad y la preservación de los recursos naturales en la región. (Preciado Beltrán, 2015)

El tardío compromiso de la humanidad en la protección del medio ambiente en el último siglo, da como resultado evidente, la absurda destrucción que la industrialización causó y sigue dañando al planeta. Es irónica la visión de un planeta sano, contrastado con la exponencial creación de materiales a base de derivados de petróleo, de increíbles propiedades funcionales, pero de descomposición perpetua. Es absurda la contaminación diaria de los cuerpos de agua en las grandes y pequeñas ciudades y la cantidad de residuos sólidos que se generan producto del alto consumo humano ya que, de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), anualmente se producen 2000 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos a nivel mundial, de los cuales el 45% no se maneja de manera adecuada, siendo depositados en rellenos sanitarios o en botaderos a cielo abierto. (NACIONES UNIDAS, 2023)

En su búsqueda de modernización y comodidades, la humanidad tiende a percibir la naturaleza como un recurso explotable, subestimando los beneficios que aporta a las comunidades, como ecosistemas y bosques saludables, fuentes de agua limpia, áreas de protección animal y calidad del aire. Esta perspectiva lleva a la apropiación de terrenos protegidos, con la creación de asentamientos en zonas boscosas. Estos asentamientos impactan negativamente en el entorno, desencadenando una serie de cambios a nivel social y ambiental que resultan en el deterioro de la fauna y flora local. La falta de reconocimiento del valor intrínseco de la naturaleza contribuye a un círculo de degradación ambiental y sus consecuencias adversas para las comunidades.

Este documento tiene como principal objetivo, analizar la transformación social y ambiental de las zonas de reserva Majuy y Juaica en el contexto de la Ciudad Región, visualizando por medio de una comparación de imágenes satelitales, los impactos que han tenido las reservas forestales, debido al crecimiento poblacional y las actividades antrópicas desarrollas en los municipios de la sabana centro, que limitan con las reservas, siendo estos Cota, Chía, Tenjo y Tabio, para finalmente considerar los retos, las ventajas y desventajas de la conformación de la Región Metropolitana Bogotá – Cundinamarca con su reciente acto legislativo.

Palabras claves: Áreas protegidas, región metropolitana, población, recursos naturales.

1. Planteamiento del problema

La interferencia humana en el sistema climático genera impactos significativos tanto en los ecosistemas naturales como en las poblaciones humanas. El cambio climático desencadena eventos extremos como sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, que a su vez provocan escasez de agua y alimentos, daños a la infraestructura, desplazamientos, y afectan la salud y la vida de las personas. Estas amenazas climáticas se agravan especialmente para quienes viven en condiciones de vulnerabilidad, intensificando problemas preexistentes.

Aunque la economía colombiana creció en promedio un 3,6 % anual entre 2004 y 2014, logrando avances en la reducción de la pobreza y la desigualdad, este crecimiento ha estado basado en una alta dependencia de los recursos naturales. En 2012, según el Banco Mundial, la agricultura, la silvicultura y la pesca representaron el 6,2 % del PIB, mientras que la industria extractiva contribuyó con un 7,7 %. Sin embargo, el "ahorro genuino neto", que mide la sostenibilidad ambiental restando los costos del agotamiento de recursos naturales y la contaminación, fue cero o negativo en varios años, sugiriendo que el crecimiento económico podría no ser sostenible desde una perspectiva ambiental, en contraste con los promedios observados en América Latina y en los países de la OCDE. (Chavarro, y otros, 2017)

El crecimiento acelerado del asentamiento humano en la Sabana de Bogotá ha generado una demanda creciente de suelo para usos agrícolas, industriales y residenciales, presionando las Zonas de Reserva Forestal, como las de Majuy y Juaica, que son cruciales para el equilibrio ambiental de la región. Estas áreas no solo actúan como corredores ecológicos y refugios de biodiversidad, sino que también juegan un papel fundamental en la regulación hídrica y la captura de carbono, ayudando a mitigar los efectos del cambio climático. La redefinición de los límites de estas reservas debido a la expansión urbana y las dificultades jurídicas para su protección han facilitado la deforestación y la fragmentación de estos importantes ecosistemas.

La migración de personas de Bogotá hacia municipios como Cota, Chía, Tabio y Tenjo, impulsada por incentivos fiscales, ha incrementado la presión sobre las Zonas de Reserva Majuy y Juaica. Esta expansión urbana y el traslado de actividades industriales a la Sabana de Bogotá, además de alterar el uso del suelo, han incrementado la demanda de recursos naturales, afectando directamente el equilibrio ambiental. La protección de estas reservas es vital, ya que albergan especies nativas, mantienen los ciclos hidrológicos y son esenciales para la calidad del aire, actuando como filtros naturales frente a la contaminación atmosférica. (Acebedo Restrepo L. F., 2006)

El crecimiento de la población y la actividad industrial en estos municipios ha incrementado las emisiones contaminantes, exacerbando problemas de salud pública, como las enfermedades respiratorias, que se han convertido en una de las principales causas de muerte a nivel global. Las Zonas de Reserva Majuy y Juaica, con su abundante cobertura forestal, son esenciales para mitigar estos impactos, ya que los árboles y la vegetación capturan y filtran los contaminantes del aire, mejorando la calidad de vida de las comunidades circundantes. (Foro de Sociedades Respiratorias Internacionales publica, 2017).

Además de los problemas relacionados con la contaminación del aire, el suministro de agua potable en estos municipios es una preocupación creciente. El aumento en la demanda de agua y la contaminación de las fuentes hídricas locales, como ríos y quebradas, debido a las descargas de actividades antrópicas, pone en riesgo el acceso a este recurso vital. Las zonas de reserva Majuy y Juaica desempeñan un papel crucial en la protección de las cuencas hidrográficas, garantizando la calidad y disponibilidad del agua para las poblaciones humanas y los ecosistemas.

En este contexto, es imperativo fortalecer la protección de las zonas de reserva forestal Majuy y Juaica. Estas áreas no solo son vitales para la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático, sino que también son fundamentales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la región, asegurando que las generaciones futuras puedan disfrutar de los beneficios ambientales que estos ecosistemas proporcionan.

2. Antecedentes y justificación

Las áreas protegidas, como las zonas de reserva forestal Majuy y Juaica en Cundinamarca, desempeñan un papel crucial en la provisión de bienes y servicios esenciales tanto tangibles como intangibles para las comunidades locales y los territorios circundantes. Estos bienes y servicios incluyen la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, la captura de carbono, la protección del suelo y la provisión de espacios recreativos y culturales. Sin embargo, la sostenibilidad a largo plazo de estas áreas depende en gran medida de la actitud y las acciones de las comunidades que las rodean. Las áreas protegidas no pueden sobrevivir en un entorno hostil; su conservación está inextricablemente ligada al bienestar de las poblaciones humanas que comparten y dependen de estos territorios. (McNeely, 1994)

El crecimiento demográfico y la expansión urbana en la Sabana de Bogotá han intensificado la presión sobre estas áreas de reserva. La historia reciente de la región refleja un patrón de expansión descontrolada, donde el rápido crecimiento poblacional, junto con un desarrollo económico mal gestionado, ha llevado a un deterioro significativo de los recursos naturales. El mal manejo de la tierra, la conversión de zonas boscosas en tierras agrícolas y la explotación excesiva de recursos, como el agua, han exacerbado los conflictos entre las necesidades humanas y la conservación ambiental. En este contexto, es imperativo que los responsables de la gestión de las áreas protegidas comprendan no solo la flora y fauna que deben proteger, sino también las características culturales y socioeconómicas de las poblaciones locales. Esta comprensión es clave para diseñar estrategias que promuevan el uso sostenible de los recursos naturales, mitiguen la pobreza y mejoren la calidad de vida, fomentando al mismo tiempo un apoyo positivo hacia la conservación.

El proceso de expansión urbana en la sabana de Bogotá ha llevado a que municipios como Cota, Chía, Tabio y Tenjo desarrollen sus propios planes de crecimiento, independiente de la capital. Esto ha resultado en la creación de nuevas zonas residenciales y agropecuarias que han invadido áreas de reserva forestal, muchas veces mediante la tala de bosques y la conversión de tierras para usos no sostenibles. Estas acciones han tenido un impacto devastador en los ecosistemas locales, disminuyendo la cobertura boscosa y fragmentando los hábitats naturales. A pesar de los esfuerzos legislativos para proteger estas áreas, como la imposición de sanciones más severas y la restricción de nuevos asentamientos en zonas protegidas, los desafíos continúan siendo significativos.

Un factor crítico en esta dinámica es la creciente demanda de recursos naturales, especialmente el agua. En las últimas décadas, el uso del agua en los municipios de la Sabana de Bogotá se ha centrado en la agricultura y la ganadería, actividades que han desplazado el uso del suelo originalmente destinado a la conservación de bosques. La expansión de la actividad pecuaria, que ahora ocupa más del 70% de las áreas destinadas inicialmente a cultivos en algunos municipios, ha llevado a la tala masiva de árboles y a la transformación de las zonas arbóreas en pastizales para la producción de leche y carne. Este cambio en el uso del suelo no solo ha reducido la biodiversidad y la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales, sino que también ha deteriorado la calidad del aire y ha contribuido a la degradación ambiental generalizada en la región. (Foro de Sociedades Respiratorias Internacionales publica, 2017)

La aniquilación de miles de árboles en la región ha debilitado considerablemente los ecosistemas locales, disminuyendo la capacidad de la Sabana de Bogotá para mitigar la contaminación

atmosférica y exacerbando problemas de salud pública relacionados con enfermedades respiratorias. La deforestación y la pérdida de cobertura vegetal no solo afectan la calidad del aire, sino que también alteran los ciclos hidrológicos, reduciendo la capacidad de los suelos para retener agua y aumentando el riesgo de inundaciones y sequías. Estos impactos son un claro ejemplo de cómo la degradación ambiental puede tener consecuencias directas e indirectas en el bienestar humano, especialmente en áreas densamente pobladas y económicamente vulnerables.

En este contexto, la creación de la Región Metropolitana Bogotá-Cundinamarca, formalizada mediante el acto legislativo del 8 de febrero de 2022, representa una oportunidad crucial para abordar de manera integrada los desafíos ambientales y sociales que enfrenta la región. Este régimen especial busca facilitar una coordinación más efectiva entre la capital del país y los municipios circundantes, permitiendo el desarrollo de políticas coherentes para la protección de la estructura ecológica, la mejora de la cobertura y eficiencia de los servicios públicos, la seguridad alimentaria y la movilidad sostenible.

Este enfoque integrado es esencial para garantizar que el desarrollo económico no se logre a expensas del medio ambiente, sino que se base en principios de sostenibilidad que reconozcan la interdependencia entre los ecosistemas naturales y las comunidades humanas. Solo mediante la colaboración efectiva entre las autoridades locales, las comunidades y los actores económicos, será posible preservar las zonas de reserva forestal Majuy y Juaica, asegurando que continúen proporcionando los servicios ecológicos esenciales que son vitales para la sostenibilidad de la región. (REGIÓN METROPOLITANA, 2023).

En conclusión, la transformación ambiental y social de las zonas de reserva Majuy y Juaica exige un análisis profundo y una acción coordinada. La protección de las áreas de reserva no solo es una cuestión de conservación de la biodiversidad, sino también de justicia social y bienestar humano. La sostenibilidad a largo plazo de la región depende de nuestra capacidad para equilibrar las necesidades de desarrollo con la preservación de los recursos naturales, garantizando así un futuro próspero tanto para las personas como para el medio ambiente.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Analizar la transformación social y ambiental de las zonas de reserva Majuy y Juaica en el contexto de la ciudad región.

3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento urbano de los municipios aledaños a las reservas Juaica y Majuy, para evaluar la perdida de la capa vegetal y el cambio en los cuerpos de agua, mediante una comparación de imágenes satelitales entre los años 1970 y 2015.

2. Realizar un análisis del crecimiento poblacional y de la demanda de agua, enfocado a los municipios aledaños a las reservas Juaica y Majuy, documentando la provisión y fuentes abastecedoras de agua, así como los permisos de captación, la cobertura y el índice de riesgo de la calidad de aguas para el consumo humano.

3. Visualizar la importancia de la expedición del régimen especial de la Región Metropolitana de Bogotá, en el marco del impacto socio cultural, ambiental y sostenible en los municipios de la sabana de Bogotá.

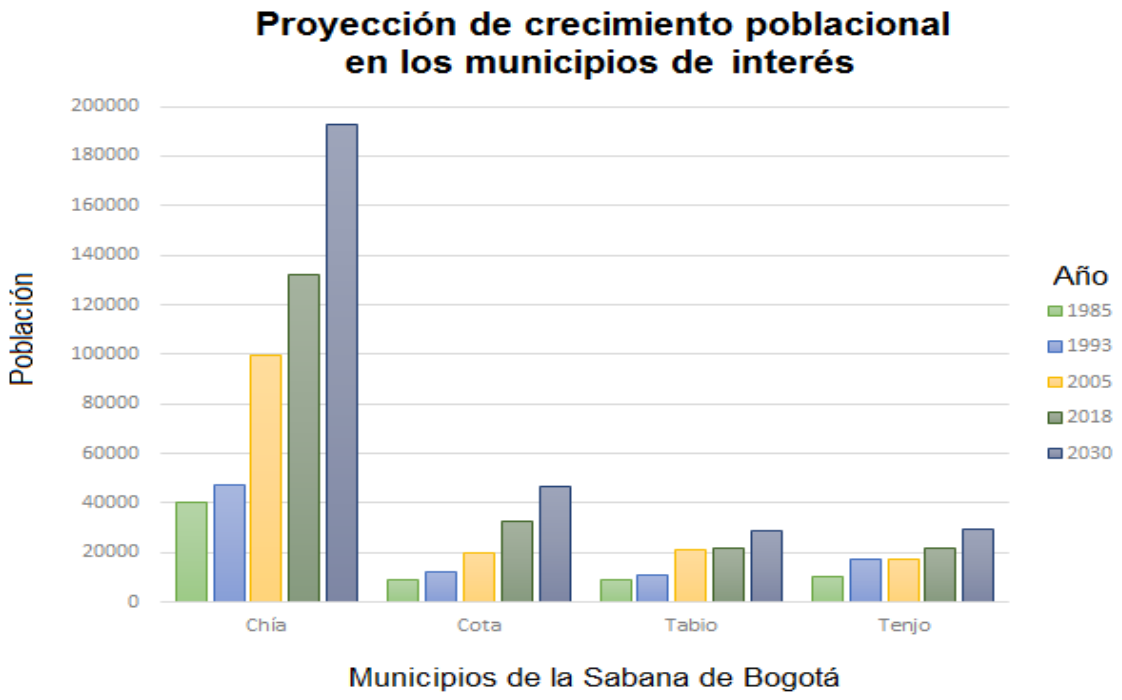
4. Marco de referencia

4.1. Marco teórico

El crecimiento urbano que se ha presentado durante la última década en la ciudad capital del país no ha tenido precedentes, ejerciendo una gran presión en la sabana de Bogotá sobre los municipios aledaños, los cuales, debido al gran desplazamiento de personas y de industrias, se han visto obligados a desarrollar, en muchas ocasiones de manera poco organizada, la forma de garantizar la prestación de servicios tales como vivienda, servicios públicos y parques industriales. Según Rafael Echeverri, los municipios de la sabana en general presentan tasas de crecimiento superiores a los de la ciudad. (Echeverry Perico, 2017)

La gráfica siguiente muestra el comportamiento demográfico de los municipios de estudio, donde se destaca que el municipio de Chía presenta un significativo aumento de la población, mientras que Tabio experimenta un menor ritmo de crecimiento, todo esto acorde a lo proyectado en datos del DANE.

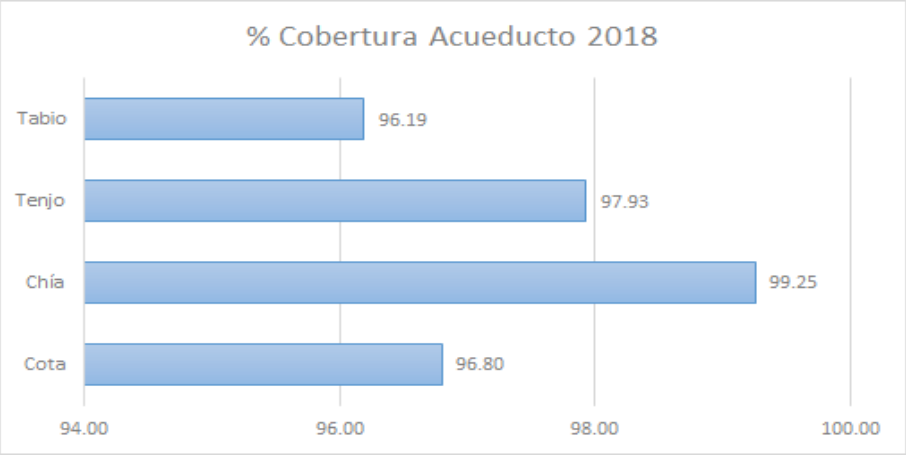
Gráfica 1. Proyección de crecimiento poblacional en los municipios de interés



Fuente: (DANE, 2018)

Las proyecciones de crecimiento poblacional son de suma importancia, puesto que estos permiten proyectar la demanda de los servicios públicos en cada uno de los municipios; esto partiendo del hecho, que según el censo realizado por el DANE en el 2018 ninguno cuenta con el 100% de cobertura en los servicios básicos de acueducto, alcantarillado y aseo. El porcentaje de cobertura de cada uno de los servicios públicos se presenta en las siguientes gráficas.

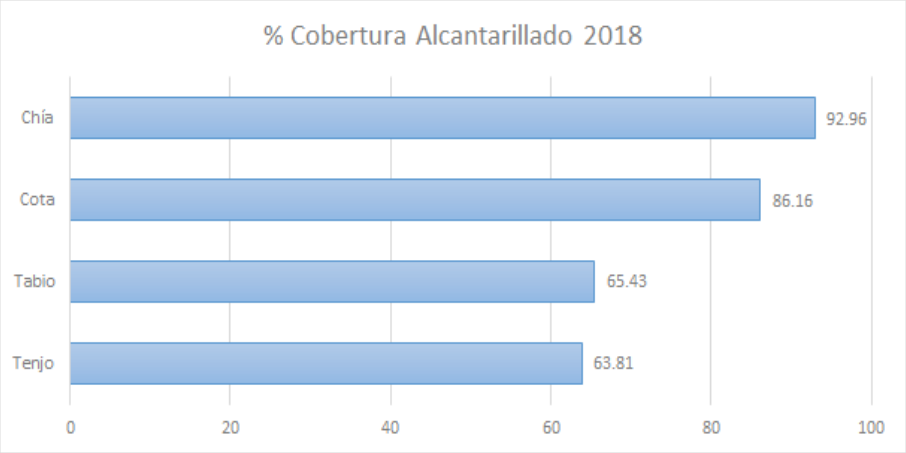
Gráfica 2. Porcentaje de cobertura de acueducto para el 2018 en los municipios de interés



Fuente: (DANE, 2018)

Como se muestra en la gráfica anterior, los municipios de estudio cuentan con más del 90% de cobertura de acueducto en sus respectivos territorios, siendo Chía el de mayor y Tabio el de menor cobertura.

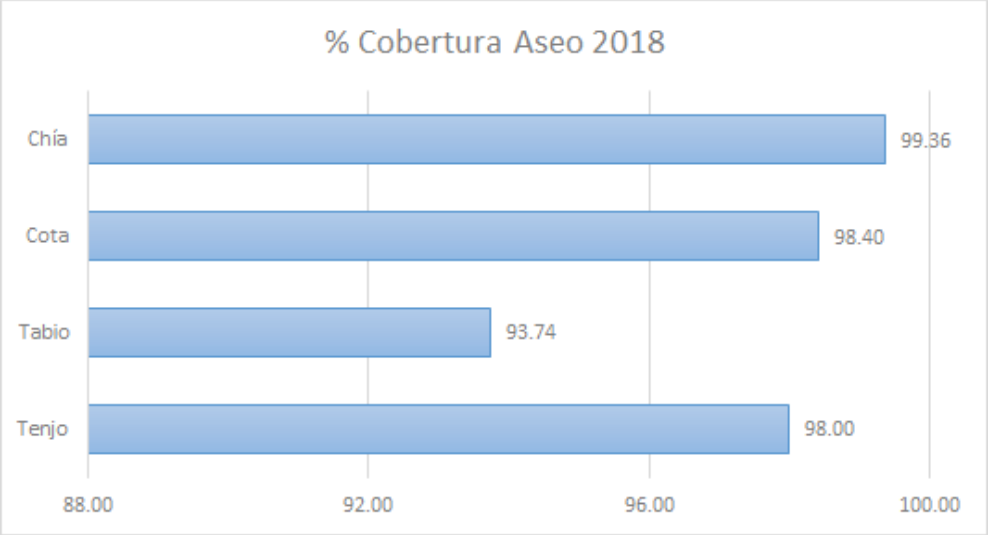
Gráfica 3. Porcentaje de cobertura de alcantarillado para el 2018 en los municipios de interés



Fuente: (DANE, 2018)

Pese a que debería ser directamente proporcional la cobertura de acueducto y alcantarillado, ilustrado en la gráfica anterior, es crítico el componente de alcantarillado en los municipios de Tenjo y Tabio, ya que apenas recolectan más del 60% de las aguas residuales generadas en las viviendas. Por el contrario, Chía y Cota, realizan una mejor prestación de este servicio.

Gráfica 4. Porcentaje de cobertura de aseo para el 2018 en los municipios de interés



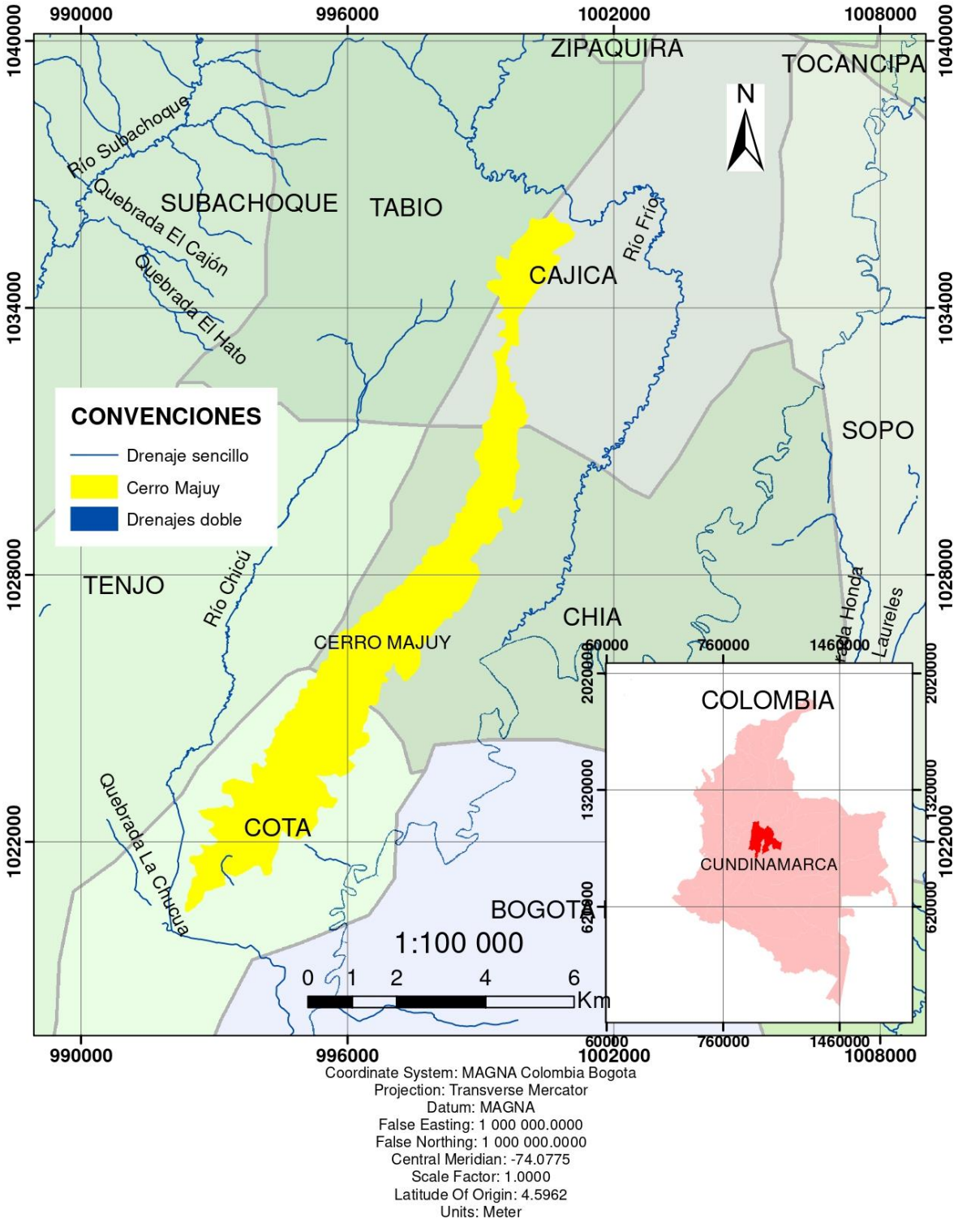
Fuente: (DANE, 2018)

Con respecto al componente de aseo (ver gráfica anterior), los municipios de estudio cuentan con un porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos aceptable, siendo Tabio el municipio que presenta menor porcentaje de cobertura con un 93.74%.

Los cambios ocasionados debido al aumento de la demanda de servicios en la sabana de Bogotá causan un requerimiento de mayores extensiones de tierras para vivienda, agricultura e industrias, que producen un alto impacto ambiental en fuentes hídricas, calidad del aire y en las reservas forestales de estas zonas.

Para el caso de estudio a desarrollar, se tendrá en cuenta las reservas forestales, como se muestra en la imagen 1, el cerro Majuy está ubicado colindando con los municipios de Chía y Cota, el cual está compuesto por dos predios protegidos oficialmente, La Aldea y La Gioconda.

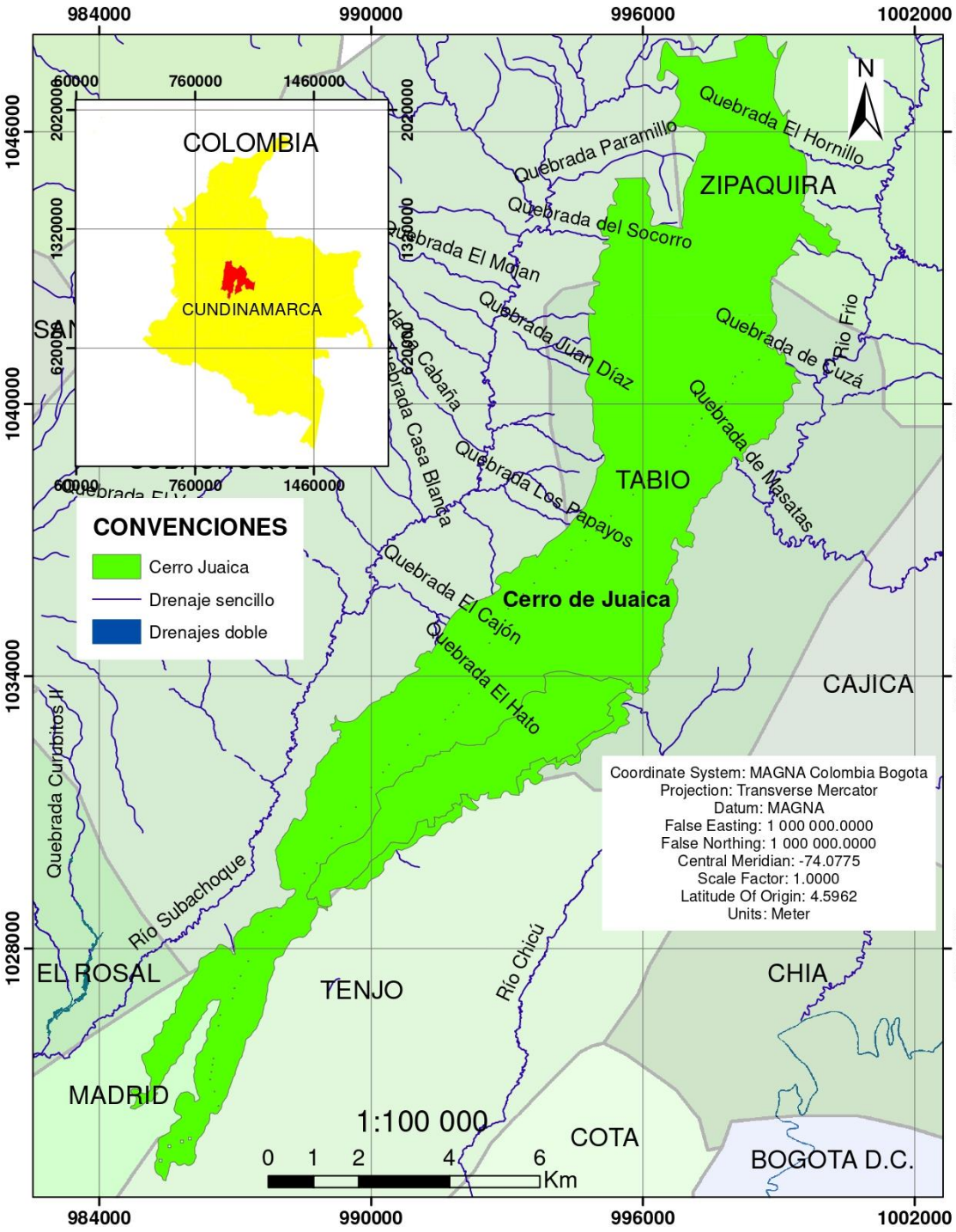
Imagen 1. Ubicación reserva forestal cerro Majuy.



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, *(ESRI, 2024)*, con base en la información descargada de *(RUNAP, 2024)* y la información geográfica descargada de *(Línea base, 2024)*.

Adicionalmente el cerro Juaica, que se encuentra ubicado entre los municipios de Tabio y Tenjo, como se indica en la imagen 2.

Imagen 2. Ubicación reserva forestal cerro Juaica.



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, *(ESRI, 2024)*, con base en la información descargada de *(RUNAP, 2024)* y la información geográfica descargada de *(Línea base, 2024)*.

Pese a que el Ministerio de Ambiente, en conjunto con los municipios, han desarrollado normativa y estrategias para la protección de las reservas forestales cerro Majuy y cerro Juaica, se puede evidenciar un deterioro en estas zonas.

4.2. Análisis multitemporal

El análisis multitemporal, que se refiere al análisis espacial realizado mediante la comparación de coberturas interpretadas en imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas, permite evaluar los cambios en las coberturas clasificadas. Este proceso implica varias actividades, como la adquisición de imágenes, su preparación, la clasificación de las coberturas presentes y, finalmente, la determinación de cambios, a veces apoyada por trabajo de campo para respaldar la clasificación o indicar la precisión de los resultados. Actualmente, varios estudios, como los realizados por Fonseca y Gómez, y Avendaño y Espinosa, muestran que cada una de estas actividades se realiza por separado para cada imagen: las imágenes son corregidas y clasificadas individualmente, y la determinación de cambios se efectúa entre pares de imágenes. Esto sugiere una posibilidad de mejora en la repetición de procedimientos, especialmente cuando se manejan más de dos imágenes. (Ramirez Zapata , 2015)

El procedimiento de corrección de los Niveles Digitales (ND) a valores de radiancia se emplea para producir imágenes de reflectividad o temperatura de la superficie. Los ND proporcionan información en un modo relativo, indicando que, a mayor ND, mayor reflectividad; sin embargo, no son adecuados para comparar bandas o imágenes de diferentes fechas. En cambio, la reflectividad es una variable con valores comparables entre diferentes lugares y fechas, lo que fortalece la interpretación de los datos y permite un análisis integrado entre imágenes de distintos sensores (Chuvieco, 1990).

La dispersión de Rayleigh. Las partículas en la atmósfera y las gotitas de las nubes dispersan la luz del sol. Este fenómeno, conocido como dispersión de Rayleigh, explica por qué el cielo es azul, ya que las partículas, dependiendo de su tamaño, dispersan más la luz en la banda azul del espectro electromagnético. La radiación que alcanza la superficie de la tierra (radiación global) está compuesta por la radiación que llega de forma directa (radiación directa) y la que llega de manera difusa. (radiación difusa).

Corrección de las imágenes.

Las correcciones aplicadas a las imágenes buscan eliminar los ruidos en la señal que llega al satélite tras atravesar la atmósfera. La distorsión de la señal puede causar errores tanto en la localización como en los Niveles Digitales (ND) de los píxeles, resultando en alteraciones radiométricas y geométricas que afectan el tono, la posición y el tamaño de los objetos. Algunas técnicas para corregir estos efectos son rutinariamente incorporadas por las estaciones receptoras de imágenes. Sin embargo, en estudios multitemporales o cuando se necesita agregar información auxiliar, se requieren correcciones más detalladas (Chuvieco, 1990).

Principalmente se ofrece un modelo de clasificación basado zonas de entrenamiento, estas zonas se procesan en software especializado para tal fin, lo que se traduce en una clasificación supervisada, para cada una de las imágenes en los diferentes años de evaluación. Luego se

analizará minuciosamente cada uno de los resultados de las clasificaciones para relacionar las afectaciones y los cambios ambientales que han ido ocurriendo en las zonas de evaluación.

Clasificación de imágenes

La clasificación de imágenes busca darle relación a cada pixel de la imagen con una característica propia dentro de la imagen, en otras palabras, es asignar una descripción al píxel dentro de la imagen. La selección de la clasificación varía dependiendo del estudio que se realice, sin embargo, en estudios topográficos, forestales y ambientales, es importante clasificar asignando valores de suelo, cuerpos de agua, bosque, vegetación, construcción, suelo desnudo y parcelas agrícolas, entre otras. En las imágenes ráster es visiblemente identificable el grupo o sector de clasificación de los píxeles, sin embargo, por ser tan extensas las imágenes de satélite, se busca realizar clasificaciones automáticas (no supervisadas) y semi automáticas (supervisadas), cada una de las anteriores clasificaciones se encarga de agrupar valores de color de píxel, dependiendo de los algoritmos definidos por los softwares se logra hacer buenas relaciones, ajustadas por supuesto a la necesidad del usuario.

En el modo automático, el software identifica y asocia valores de píxel similares, la destreza del usuario será asignar un rango de colores a las asociaciones y ajustarlas según la descripción de la clasificación. Por ejemplo, para valores de bosque, se podrán asignar unos rangos de color verde, desde muy claro hasta muy oscuro y el programa de manera automática los asociará a la descripción bosque. De manera similar funciona la clasificación semi automática, llamada supervisada puesto que el usuario tendrá la opción de generar áreas de entrenamiento, e ir inspeccionando paso a paso el proceso, estas mencionadas áreas, son bloques de píxeles visualmente identificables, que al ser enlazados en un polígono se le asignará valores de clasificación. Por ejemplo, los tonos de cuerpo de agua son oscuros en la imagen, esto se debe a la poca reflexión de la luz en el agua, por lo cual el sensor no recibe información, asignando un tono oscuro a la zona, por esto el software implementará como zona de cuerpo de agua a los píxeles que cumplan con los valores similares dentro del polígono. Al generar muchas áreas de entrenamiento en diferentes clasificaciones, mediante un algoritmo el software asignará las áreas a cada una de las clasificaciones seleccionadas por el usuario. De esta manera, si se realizaron en cantidades adecuadas y de manera correcta las áreas de entrenamiento, el software dará una clasificación ajustada a la realidad. Es posible realizar una comprobación de la certeza de la clasificación, con lo cual se puede mejorar si no es muy certera la clasificación o validarla de ser certera.

4.3. Marco legal

Para poder analizar las problemáticas sociales y ambientales que se presentan en la zona de referencia, se debe tener en cuenta la normativa que la relaciona y que la rige. Debido a que la norma es muy amplia, a continuación, se realiza un resumen de la normativa más relevante. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024)

Normativa general

Acto administrativo	Descripción
Ley 2° de 1959	Se establecen 7 reservas Forestales no sólo para la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre sino también para el desarrollo de la economía forestal.
Decreto 1383 de 1940	Por medio de este decreto, se adoptan medidas para la defensa y aprovechamiento de bosques.
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Decreto 877 de 1976	Se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Ley 99 de 1993	Se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2372 de 2010	Por medio de este, se reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este.
Decreto 2820 de 2010	Instaura el régimen de licencias ambientales para proyectos, obras o actividades que puedan afectar el medio ambiente. Es una normativa clave para el control y la regulación de actividades con potencial impacto ambiental en el país.
Ley 1930 de 2018	Establece las directrices para la gestión integral de los páramos, que son ecosistemas clave para la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Aunque no se centra exclusivamente en los bosques, protege estas áreas que incluyen importantes coberturas forestales.
Ley 1955 de 2019	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, contiene disposiciones que fortalecen la protección forestal, estableciendo criterios más estrictos para la sustracción de áreas de reservas forestales y promoviendo la reforestación y restauración de áreas degradadas.
Ley 2070 de 2020	Es la Política Nacional para la Gestión Integral de los Bosques en Colombia. Busca garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas forestales, promoviendo la conservación, restauración y el uso sostenible de los recursos forestales.
Decreto 1076 de 2015	Decreto único reglamentario del rector ambiente y desarrollo sostenible, compila y actualiza la normativa ambiental en Colombia, incluyendo regulaciones específicas para la protección forestal.

Normativa específica

Acto administrativo	Descripción
Acuerdo 42 de 1999	Por el cual la CAR declara y alindera el Distrito de Manejo Integrada de los recursos naturales renovables en el cerro Juaica Municipio de Tenjo.
Resolución 154 de 2004	Se registra el predio La Nadia como reservas naturales de la sociedad civil denominada La Gioconda
Resolución 146 de 2017	Se registra la reserva natural de la sociedad civil La Aldea, con un área total de 51 hectáreas.
Resolución 0391 de 2015	"Se adapta el plan de manejo del Distrito de manejo integrado cerro Juaica y se dictan otras disposiciones"

5. Metodología

Para cumplir con los objetivos trazados en la monografía, se utilizó la siguiente metodología de búsqueda, transformación y uso de la información necesaria, para las actividades relacionadas con la localización y el análisis multitemporal de la siguiente manera:

Búsqueda de la información para la localización de las reservas naturales de la ciudad región y ubicación de pozos subterráneos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de datos vectoriales en formato shapefile (SHP). Estos datos permiten integrar información geográfica adicional, como límites administrativos, redes de drenaje y áreas protegidas, que son esenciales para un análisis detallado del territorio.

La búsqueda de archivos shapefile se llevó a cabo en varias plataformas de acceso libre que ofrecen datos geoespaciales. Entre las fuentes más destacadas se encuentran: (Línea base, 2024), (RUNAP, 2024), adicionalmente se generaron algunos shapefiles, de información para los pozos de agua subterránea de los municipios de Cota y Tenjo.

En algunos casos, fue necesario convertir los shapefiles a un sistema de coordenadas proyectadas que facilitara el análisis en conjunto con las imágenes satelitales. Esto se realizó utilizando software GIS (Geographic Information Systems), asegurando que todos los datos fueran compatibles entre sí.

Se verificó que todos los shapefiles fueran compatibles en términos de proyección y resolución, evitando posibles errores en el análisis espacial

Búsqueda de la información para el multitemporal de la zona en las serranías Juaica y Majuy

La selección de imágenes satelitales de Landsat para los años 1985, 1997 y 2015 fue motivada por la necesidad de analizar cambios temporales en la zona específica de path (columna) 8, row (fila) 57 de la división de cuadrícula Landsat para la toma de imágenes satelitales.

Se eligieron años donde se disponía de imágenes relevantes para el análisis, dichos años se aproximaban a las fechas en los cuales había datos de censo en el país. Esto asegura que la comparación temporal sea consistente. Las imágenes seleccionadas presentan condiciones de baja nubosidad (inferiores al 10%), lo que es crucial para obtener datos claros y utilizables, reduciendo al mínimo la interferencia atmosférica.

Se tomaron en cuenta los posibles daños o fallas en los satélites Landsat en otros años. Las imágenes seleccionadas corresponden a períodos en los que los sensores Landsat no presentaron problemas significativos, garantizando la calidad de los datos.

Definición de la Zona de Interés (AOI): Se ingresaron las coordenadas correspondientes a path 8 row 57 en el sistema, por ser una imagen con demasiada información, se realizó un recorte en cada una de las imágenes con las siguientes coordenadas, esquina superior izquierda X=585360, Y=561360; esquina inferior derecha X=605190, Y=527250, en proyección UTM zona 18, estableciendo la zona geográfica específica a analizar. El recorte de imágenes satelitales es un paso

crucial en el preprocesamiento de datos geoespaciales, ya que permite enfocarse en la zona de interés (Area of Interest, AOI) y eliminar áreas irrelevantes que podrían afectar el análisis. Al recortar todas las imágenes en las mismas coordenadas, se asegura la consistencia espacial, lo que es esencial para realizar comparaciones temporales precisas entre las diferentes imágenes.

Se seleccionaron los sensores TM (Thematic Mapper) para Landsat 5 (1985 y 1997) y OLI/TIRS (Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor) para Landsat 8 (2015). Estos sensores fueron escogidos por su capacidad de capturar imágenes con la resolución espacial y espectral adecuada para el análisis temporal. Se escogieron las bandas espectrales relevantes para el análisis, incluyendo bandas visibles, infrarrojas y térmicas, según la aplicación específica.

Las imágenes satelitales seleccionadas (1985, 1997, 2015) se cargan en ERDAS Imagine, asegurando que estén en el mismo sistema de coordenadas geográficas.

En la herramienta de recorte (Subset & Chip) de ERDAS Imagine, se selecciona el polígono del AOI como la máscara de recorte. Se recortan todas las imágenes utilizando este polígono, asegurando que todas las imágenes resultantes cubran exactamente la misma área geográfica. El proceso de recorte elimina las áreas fuera del polígono de interés, generando nuevas imágenes con un menor tamaño de archivo y una mayor eficiencia en el procesamiento posterior.

Después de realizar el recorte, se verifica visualmente que todas las imágenes estén alineadas espacialmente y que cubran el mismo AOI. Esto es fundamental para asegurar la precisión en las etapas siguientes del análisis, como la clasificación de imágenes.

Desarrollo del multitemporal

Se eligió para la clasificación supervisada el método de máxima verosimilitud (Maximum Likelihood Classification, MLC), ya que es uno de los algoritmos más utilizados en la clasificación supervisada de imágenes satelitales debido a su robustez y efectividad en diferentes tipos de terrenos y condiciones espectrales. La elección de este método sobre otros como mínimos cuadrados o árboles de decisión se fundamenta en varios aspectos:

El MLC asume que los datos dentro de cada clase siguen una distribución normal multivariante, lo que permite modelar las variaciones dentro de cada clase de manera más precisa. Comparado con métodos como mínimos cuadrados, que son más sensibles a la presencia de ruido, MLC ofrece una mayor precisión al asignar píxeles a clases específicas, basándose en la probabilidad de pertenencia a cada clase.

El MLC es altamente efectivo en escenarios donde las clases espectrales pueden solaparse, ya que considera la covarianza de las bandas espectrales, lo que mejora la exactitud en la clasificación, especialmente en zonas heterogéneas como las analizadas (agua, bosque, pastos, construcción, y nubes).

Comparándolo con el algoritmo de árboles de decisión, este último puede ser efectivo y rápido, su actuación puede ser limitada en escenarios con clases que tienen espectros similares, lo que no es el caso con MLC, que maneja mejor la varianza espectral dentro de las clases.

Finalmente, para la clasificación supervisada, se seleccionaron áreas representativas para cada clase dentro de la imagen. Estas áreas deben ser homogéneas y claramente distinguibles para representar con precisión cada clase. Para este análisis, se definieron cuatro clases principales: agua, bosque, pastos, construcción y nubes. Estas clases fueron seleccionadas para representar los principales tipos de cobertura y uso del suelo en la zona de interés, con la inclusión de nubes para manejar áreas afectadas por cobertura nubosa.

Se definieron 60 muestras para cada clase, asegurando un buen muestreo estadístico para el entrenamiento del algoritmo MLC. Las áreas de entrenamiento se distribuyeron uniformemente a lo largo de toda la imagen para capturar la variabilidad espectral dentro de cada clase.

Entrenamiento del Algoritmo:

Con las muestras de entrenamiento definidas, se entrenó el algoritmo de máxima verosimilitud en ERDAS Imagine.

El software calcula las estadísticas para cada clase (media, varianza y matriz de covarianza) y utiliza estos datos para crear un modelo de probabilidad que luego se aplica a toda la imagen.

Clasificación de la Imagen:

ERDAS Imagine aplica el modelo de máxima verosimilitud a cada píxel de la imagen, asignando cada píxel a la clase con la mayor probabilidad de pertenencia. Se genera un mapa de clasificación que muestra la distribución espacial de las diferentes clases.

Esta información fue exportada a software GIS para realizar el análisis cuantitativo de la información, así como la salida de las muestras gráficas de cada una de las imágenes digitales en cada año específico.

Esta metodología asegura que el análisis sea lo más preciso y consistente posible, proporcionando resultados confiables que pueden ser utilizados en estudios de cambio de cobertura y uso del suelo, evaluación ambiental, o planificación territorial.

Búsqueda de datos de crecimiento poblacional

El objetivo de la metodología es recopilar datos de los censos poblacionales realizados por el DANE en los años 1985, 1993, 2005 y 2018, con el fin de analizar la evolución demográfica en un periodo específico.

Se comenzó identificando las secciones específicas del sitio web del DANE donde están almacenados los resultados de los censos. Esto incluye informes generales, bases de datos y publicaciones relacionadas. Se accedió a las bases de datos históricas del DANE, donde se encuentran los resultados de los censos anteriores.

Una vez identificados los documentos y bases de datos relevantes, se procedió a la descarga de los archivos correspondientes a los censos de 1985, 1993, 2005 y 2018. Se integrarán los datos en una base de datos o hoja de cálculo para facilitar el análisis comparativo entre los diferentes años.

Se realizó una comparación temporal entre los censos para identificar tendencias demográficas, como crecimiento o decrecimiento de la población, cambios en la distribución geográfica, y variaciones en las características sociodemográficas.

Búsqueda de información de los municipios de estudio y caracterización de la Ciudad Región

Se llevó a cabo una exhaustiva investigación digital en las páginas web de las alcaldías de los municipios cercanos a las serranías de Majuy y Juaica, específicamente en Cota, Chía, Tabio y Tenjo. Esta búsqueda no solo se centró en las administraciones locales, sino que también se extendió a otras entidades relevantes que tienen competencia en áreas relacionadas con la conservación de reservas forestales, la gestión y el reporte del abastecimiento de agua, así como la concesión de recursos hídricos. Adicionalmente, se consultaron publicaciones especializadas de expertos reconocidos en los ámbitos socioculturales y ambientales, enfocadas en el contexto específico de la Ciudad Región. Este enfoque integral permitió recopilar una amplia gama de información necesaria para obtener un panorama completo y detallado sobre los aspectos ambientales, sociales y de manejo de recursos en la región estudiada.

5.1. Caracterización de las reservas naturales de la ciudad región.

La protección, conservación y restauración de los recursos naturales y la diversidad biológica en todo el país han llevado a la adopción de diversas estrategias y a la implementación de políticas públicas que aseguren la protección e identificación de las áreas protegidas a nivel nacional. De esta manera, con la firma del convenio sobre la diversidad biológica en 1995, Colombia se comprometió a crear y fortalecer un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), como parte de su política nacional de biodiversidad.

5.1.1. En qué consiste la figura de reserva forestal

La protección de las áreas forestales comenzó con la Ley 2 de 1959, promulgada por el Congreso Nacional, que declaró siete grandes reservas forestales: el pacífico, la zona central, el río Magdalena, la sierra nevada de Santa Marta, la serranía de Los Motilones, Cocuy y la Amazonía. Estas áreas se mantienen vigentes y son consideradas patrimonio forestal del país, aunque han experimentado varias sustracciones parciales a lo largo del tiempo (Ucros, 2008).

El decreto 2811 de 1974 define la figura de reserva forestal en el capítulo I, artículo 206, como zonas de propiedad pública o privada reservadas exclusivamente para el establecimiento, mantenimiento y utilización racional de las áreas forestales. Este decreto también clasifica las áreas forestales en tres tipos: productoras, protectoras y protectoras-productoras. En el artículo 207 del mismo capítulo, se estipula que las reservas forestales solo podrán destinarse al aprovechamiento racional y permanente de los bosques existentes o que se establezcan en ellas, asegurando en todo momento la recuperación y supervivencia de los bosques.

Para entender las actividades permitidas o restringidas en estas zonas protegidas, se debe consultar el decreto 1076 de 2015. Esta norma categoriza las áreas protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que son fundamentales para la conservación de la biodiversidad del país. Estas áreas se dividen en:

Áreas protegidas públicas:

a) Las del sistema de parques nacionales naturales.
b) Las reservas forestales protectoras.
c) Los parques naturales regionales.
d) Los distritos de manejo integrado.
e) Los distritos de conservación de suelos.
f) Las áreas de recreación.

- Áreas protegidas privadas:

g) Las reservas naturales de la sociedad civil.

En relación a las zonas de estudio, las reservas forestales protegidas corresponden a distritos de manejo integrado y áreas de reserva forestal protectora – productora, las cuales se describirán a continuación.

Los Distritos de Manejo Integrado (DMI) se definen como "espacios geográficos donde los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute". La administración, delimitación, declaración, demarcación y sustracción de estas áreas corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales. (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2015, 26 de mayo) pág. 139.

Cerro Majuy, hace parte de los 16 sectores declarados como "Área de Reserva Forestal Protectora – Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá", que la junta directiva del Inderena protegió según el acuerdo 30 de 1976. Anterior a la protección de la cuenca alta del río Bogotá, se definió en el artículo 205 del decreto 2811 de 1974 que un Área Forestal Protectora – Productora, es una zona que debe ser conservada de manera permanente con bosques naturales o artificiales, destinada a la protección de los recursos naturales renovables y que, además, puede ser utilizada para actividades de producción, siempre y cuando se mantenga su efecto protector. Posteriormente fueron realinderadas estas zonas conforme a la resolución 138 de 2014 y según el artículo 1- Sector 6, la zona que hace referencia a cerro Majuy, tiene una extensión aproximada de 3522 ha.

Adicionalmente, de acuerdo con el RUNAP el cerro Majuy cuenta con dos predios privados protegidos jurídicamente, uno de ellos llamado "La Aldea" registrado bajo la resolución 146 del 25 de septiembre de 2017, con un área de 51.94 ha. El otro predio protegido es denominado "La Gioconda", registrado con la resolución 154 del 31 de agosto de 2004, cuenta con una extensión de 14 ha.

Los predios "La Gioconda" y "La aldea", se clasifican como Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) y en el artículo 2.2.2.1.2.9 del decreto 1676 de 2015 específica que los propietarios privados que deseen que los predios destinados como reserva natural de la sociedad civil se incluyen como áreas integrantes del SINAP, deberán registrarlos ante Parques Nacionales

Naturales de Colombia. Así mismo, en ejercicio de la autonomía de la voluntad, podrán solicitar la cancelación del registro para retirar el área del SINAP.

Cuando se establece la ley 388 de 1997 se decreta que, en el ordenamiento de los territorios, se debe tener en cuenta las áreas protegidas que fueron declaradas por las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR y el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Posteriormente en el 2008, Parques Nacionales avanzó en la construcción del SINAP, donde participaron diferentes entidades públicas, privadas y entidades de carácter regional y nacional.

Actualmente es por medio del decreto 1076 de 2015, que se reglamenta las áreas protegidas nacionales, regionales y locales, públicas o privadas existentes; se le da una categorización y el manejo que lo conforman.

La CAR seccional Cundinamarca, hoy en día cuenta con 51 áreas declaradas como protegidas, en el Sistema Regional de Áreas Protegidas - SIRAP, estas áreas son de carácter nacional y regional que incluyen ecosistemas de páramos, humedales, bosques altoandinos, subandinos y tropicales.

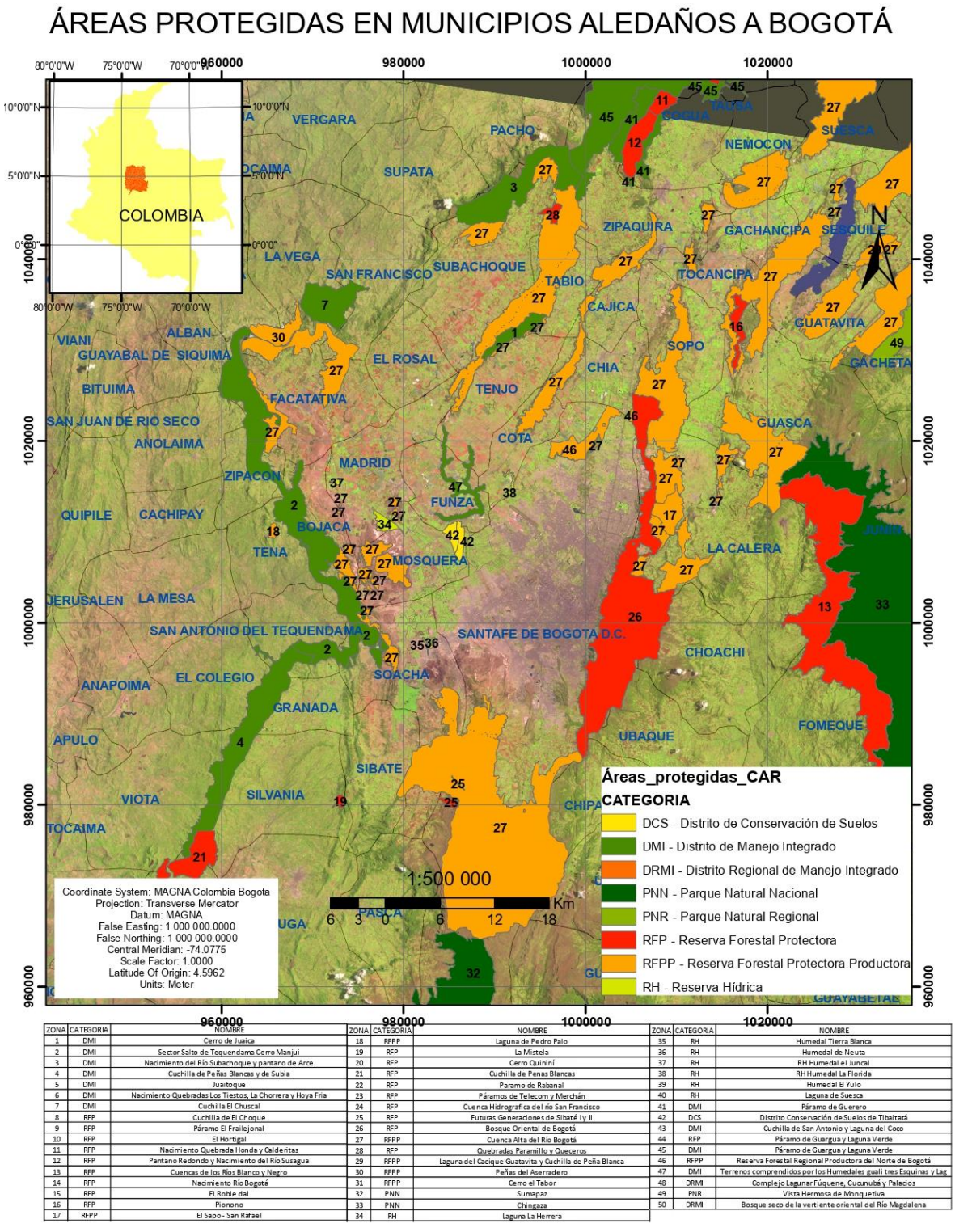
Este proyecto va dirigido a la caracterización, diagnóstico y el análisis de la transformación urbana cercana a dos de las áreas protegidas conforme al SIRAP, siendo estas, cerro Juaica clasificado como un Distrito de Manejo Integrado (DMI) y cerro Majuy que se encuentra en la clasificación de Reserva Forestal Protectora - Productora (RFPP) de la Cuenca Alta del Río Bogotá. Cabe destacar que dentro del cerro Majuy existen dos pequeños predios clasificados como Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC) llamados “La Gioconda” y “La Aldea” que más adelante se explicará las implicaciones legales de estos dos predios al interior de la reserva forestal.

5.1.2. Inventario de las reservas forestales en la Ciudad Región

La CAR de Cundinamarca cuenta con 50 áreas protegidas en su jurisdicción y han planteado por cada una de ellas, los lineamientos técnicos para su manejo a corto, mediano y largo plazo. La ley 99 de 1993 determina que, dentro de las funciones de las Regiones Autónomas Regionales, se encuentra la función de declarar, alinderar o suspender áreas protegidas de tipo regional y de carácter nacional.

Las áreas protegidas se muestran en la imagen No. 3 y cubren 587.730,9 hectáreas del territorio, las cuales se distribuyen en los sectores de altoandino, andino y páramo, incluyendo algunos relictos del corredor seco del valle del Magdalena; adicionalmente representan 22 de los 45 ecosistemas encontrados en la jurisdicción de la CAR. (CAR, 2012)

Imagen 3. Áreas protegidas de los municipios aledaños a Bogotá



ZONA	CATEGORIA	NOMBRE
1	DMI	Cerro de Juaica
2	DMI	Sector Salto de Tequendama Cerro Manjui
3	DMI	Nacimiento del Río Subachoque y pantano de Arce
4	DMI	Cuchilla de Peñas Blancas y de Subia
5	DMI	Juaitoque
6	DMI	Nacimiento Quebradas Los Tiestos, La Chorrera y Hoya Fria
7	DMI	Cuchilla El Chuscal
8	RFP	Cuchilla de El Choque
9	RFP	Páramo El Frailejonal
10	RFP	El Hortigal
11	RFP	Nacimiento Quebrada Honda y Calderitas
12	RFP	Pantano Redondo y Nacimiento del Río Susagua
13	RFP	Cuencas de los Ríos Blanco y Negro
14	RFP	Nacimiento Río Bogotá
15	RFP	El Roble dal
16	RFP	Pionono
17	RFPP	El Sapo - San Rafael
18	RFPP	Laguna de Pedro Palo
19	RFP	La Mistela
20	RFP	Cerro Quininí
21	RFP	Cuchilla de Penas Blancas
22	RFP	Paramo de Rabanal
23	RFP	Páramos de Telecom y Merchán
24	RFP	Cuenca Hidrografica del río San Francisco
25	RFP	Futuras Generaciones de Sibaté I y II
26	RFP	Bosque Oriental de Bogotá
27	RFPP	Cuenca Alta del Río Bogotá
28	RFP	Quebradas Paramillo y Queceros
29	RFPP	Laguna del Cacique Guatavita y Cuchilla de Peña Blanca
30	RFPP	Peñas del Aserradero
31	RFPP	Cerro el Tabor
32	PNN	Sumapaz
33	PNN	Chingaza
34	RH	Laguna La Herrera
35	RH	Humedal Tierra Blanca
36	RH	Humedal de Neuta
37	RH	RH Humedal el Juncal
38	RH	RH Humedal La Florida
39	RH	Humedal El Yulo
40	RH	Laguna de Suesca
41	DMI	Páramo de Guerero
42	DCS	Distrito Conservación de Suelos de Tibaitatá
43	DMI	Cuchilla de San Antonio y Laguna del Coco
44	RFP	Páramo de Guargua y Laguna Verde
45	DMI	Páramo de Guargua y Laguna Verde
46	RFPP	Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá
47	DMI	Terrenos comprendidos por los Humedales guali tres Esquinas y Lag
48	DRMI	Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios
49	PNR	Vista Hermosa de Monquetiva
50	DRMI	Bosque seco de la vertiente oriental del Río Magdalena

Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, *(ESRI, 2024)*, con base en la información descargada de *(RUNAP, 2024)* y la información geográfica descargada de *(Línea base, 2024)*.

Tabla 1 Inventario de las áreas protegidas por la CAR

CATEGORÍA	ABREVIACIÓN	N° DE ÁREAS	EXTENSION HAS
Distrito de Manejo Integrado	DMI	11	69567.14
Reserva Forestal Protectora	RFP	19	58443.49
Reserva Forestal Protectora- Productora	RFPP	7	99156.75
Parque Nacional Natural	PNN	2	299135.68
Distrito Conservación de Suelo	DCS	1	578.55
Distrito Regional de Manejo Integrado	DRMI	2	55321.11
Parque Regional Natural	PNR	1	4282.33
Reserva Hídrica	RH	7	1245.95
TOTAL		50	587730.99

Fuente: (CAR, 2012)

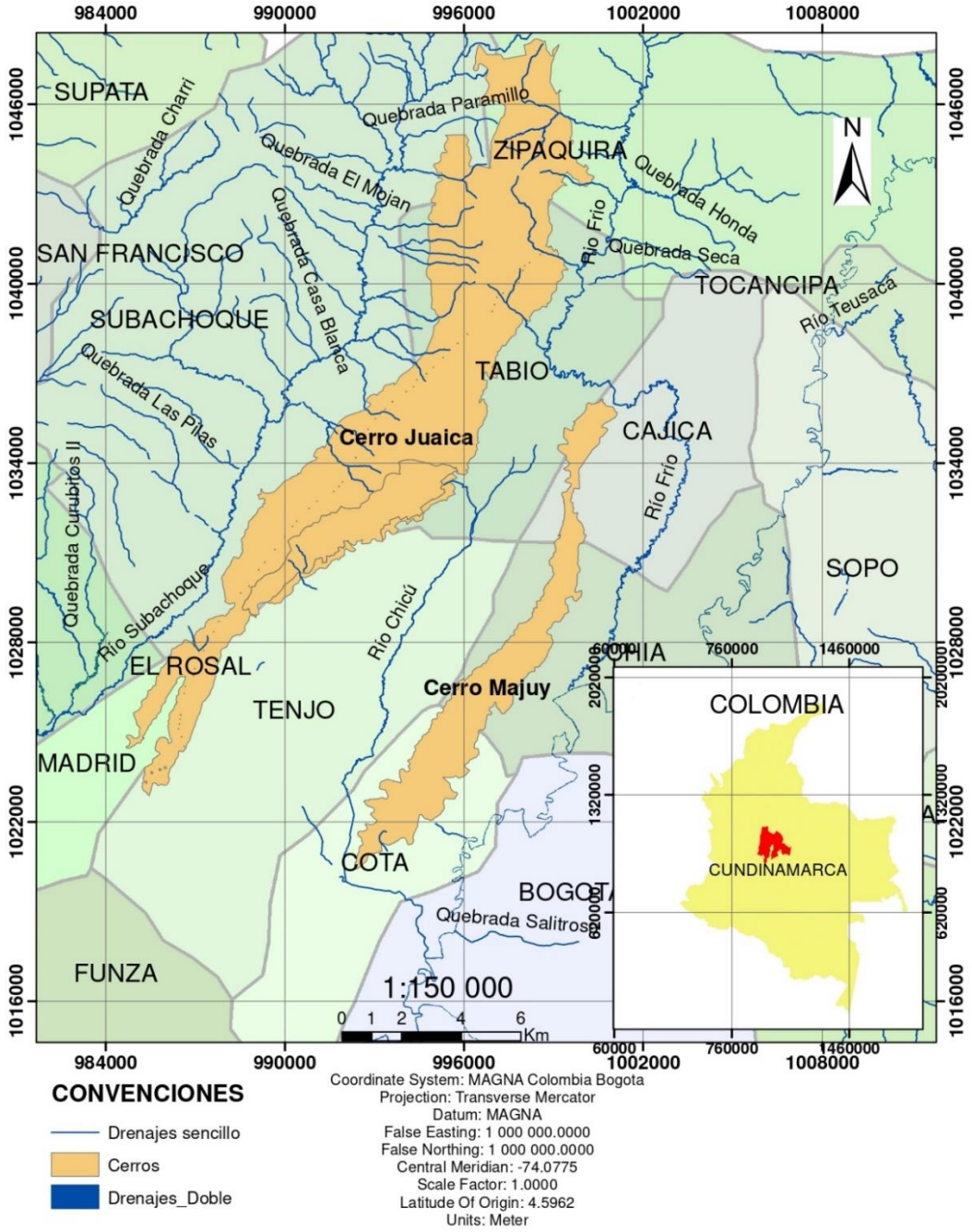
El inventario de las áreas protegidas se encuentra en la tabla 1 y como se puede evidenciar, la mayor extensión protegida corresponde a las zonas de Parques Nacionales Naturales, seguida por las Reserva Forestales Protectora- Productora y por los Distritos de Manejo Integrado. Cabe resaltar que todas las áreas son resguardadas con el propósito de garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos y como prioridad, para la regulación del ciclo hídrico.

Con base en los datos de levantamientos realizados por el IGAC respecto de las coberturas vegetales y el uso del suelo en la región protegida por la CAR, las tierras cuyos usos han sido cambiados por sus dueños oscilan alrededor del 64%, los demás terrenos son en su mayoría cuerpos de agua, zonas arbustivas y bosques, evidenciando el deterioro en los terrenos con usos agropecuarios y generando de esta forma los conflictos en los usos del suelo, situación que infringe un daño paulatino al ecosistema de la región.

5.1.3. Localización y caracterización de las de las reservas forestales de estudio

Para el análisis del conflicto socio ambiental, se desglosan las dos zonas de estudio, con el fin de analizar cada una de manera independiente conforme a sus necesidades y particularidades. Ver imagen 4.

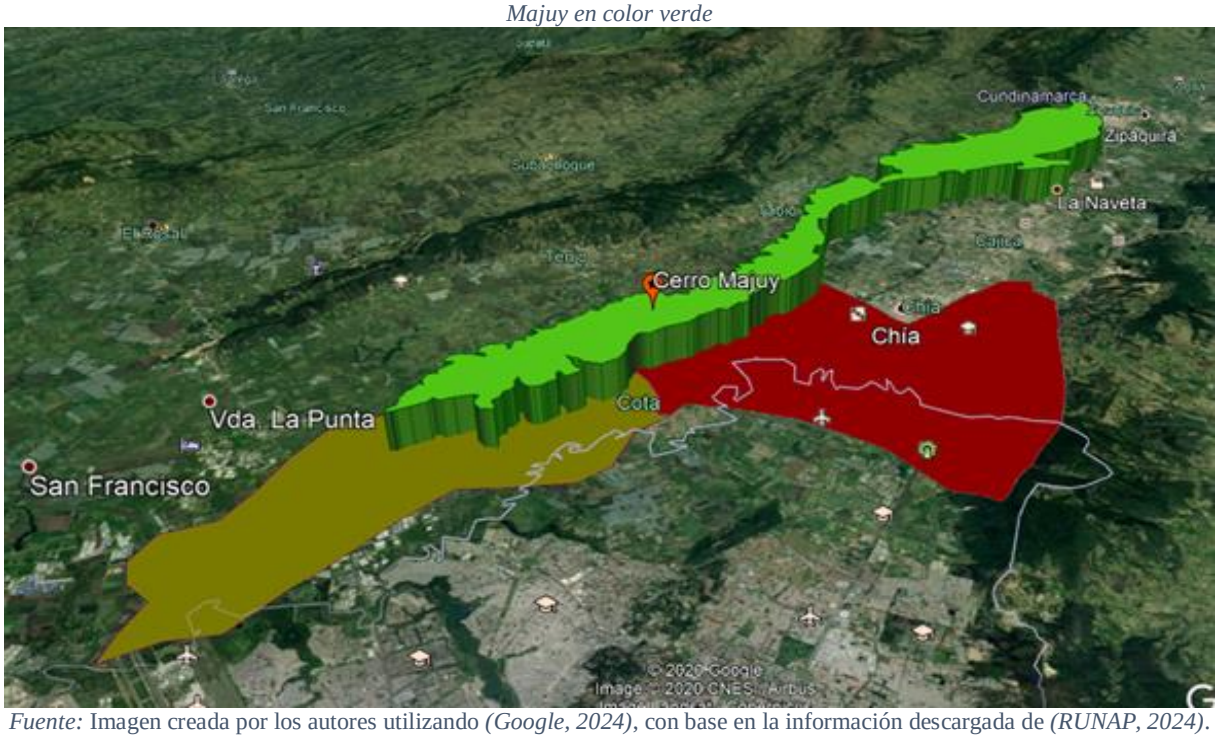
Imagen 4. Área de estudio, reservas forestales cerro Juaica y cerro Majuy



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, *(ESRI, 2024)*, con base en la información descargada de *(RUNAP, 2024)* y la información geográfica descargada de *(Línea base, 2024)*.

En primera instancia, cerro Majuy está localizado en la jurisdicción de los municipios de Cota y Chía (Ver imagen 5), en el departamento de Cundinamarca, esta zona se encuentra protegida gracias al acuerdo 30 de 1976 y desde la resolución 0138 de 2014 fue re alinderada, esta reserva forestal resguarda aproximadamente 3.522 Ha. Adicionalmente, de acuerdo al RUNAP la reserva forestal cuenta con dos predios privados protegidos jurídicamente, uno de ellos llamado "La Aldea" y el otro predio protegido es denominado "La Gioconda". La razón de la protección de estas áreas obedece a la intención de salvaguardar un sitio sagrado de la comunidad Muisca, donde aún se evidencian petroglifos tallados por estos indígenas en la zona del Majuy, riqueza histórica y ancestral de nuestra patria. En las faldas de los cerros, vive aún gran parte de la descendencia de esta cultura, buscando proteger su historia y tradiciones ancestrales. (Loaiza, 2019).

Imagen 5. Zona límite político municipio de Cota en color amarillo, municipio de Chía en color rojo y reserva forestal cerro Majuy en color verde



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando *(Google, 2024)*, con base en la información descargada de *(RUNAP, 2024)*.

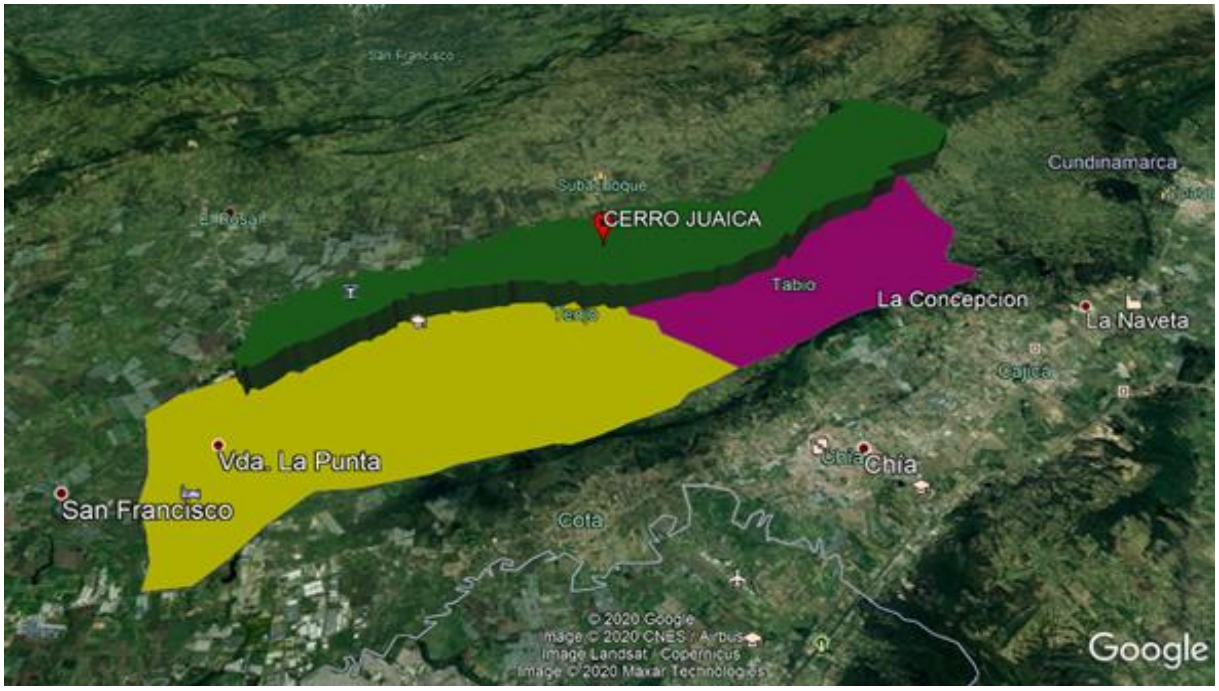
Para definir el tipo de vegetación en el cerro Majuy, según la clasificación de José Cuatrecasas, esta corresponde a una Selva Andina o Bosque Andino (Sa). Además, hay presencia de matorrales de myricaceaes y ericaceaes, con alturas entre los 4 y 5 metros. En la vegetación que crece debajo de los arbustos (sotobosque), se encuentran principalmente Helechos, Bromelias, Orquídeas, Líquenes y Musgos. También hay presencia de especies como Chilco, Roble, Angelito, Laurel de cera y Retamo liso. La importancia de esta zona se deriva a que es un controlador de erosión de suelos, además que es usado para la recuperación y conservación de especies de fauna y flora. (CAR, 2011).

Infortunadamente la urbanización de los bosques por el crecimiento demográfico de los municipios circundantes es uno de los principales problemas del área protegida. Por lo dicho anteriormente varias zonas del bosque del cerro se encuentran desconectadas, ya que se encuentran varias fincas y predios de particulares, que ejercen una presión muy fuerte sobre la vegetación. Parte del problema radica en que gran parte de los propietarios, no comprenden la importancia ambiental y

el impacto que causan sobre los ecosistemas de este corredor ecológico y desconocen los procesos de conservación del cerro.

La segunda zona de estudio se refiere al cerro Juaica, este se encuentra ubicado entre los municipios de Tabio y Tenjo (Ver imagen 6) aproximadamente a 60 minutos de Bogotá, D.C. Con respecto a la situación jurídica del cerro, este fue declarado como Distrito de Manejo Integrado (DMI), por el acuerdo 42 del 03 de diciembre del 1998. La zona protegida tiene una extensión de 883 Ha, comprende el nacimiento de las quebradas Chincé, Los Tanques, Chinga y Tiguace; las cuales son importantes reguladores hídricos de la zona.

Imagen 6 Zona límite político municipio de Tenjo color amarillo, municipio de Tabio color morado y reserva forestal cerro Juaica color verde



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando (Google, 2024), *con base en la información descargada de* (RUNAP, 2024).

La vegetación de la zona corresponde a una Selva Andina o Bosque Andino. En el cerro Juaica hay frecuentemente niebla y nubosidad, por lo que la zona mantiene una humedad constante, la cual es necesaria para el crecimiento y mantenimiento de musgos y líquenes que se pueden observar cubriendo rocas, troncos y ramas de árboles. Aunque no se evidencian árboles de porte alto, existe una gran variedad de arbustos. Se destacan especies de Encenillo, Laurel de cera, Gaque, Aliso, Tuno, Tagua y Raque. La fauna presente en el cerro se compone principalmente por pequeños mamíferos como: Ardillas, borugos, zorros perrunos y aves como mirlas, torcacitas y una amplia comunidad de artrópodos. (CAR, 2011).

Se consideró como protección de los ecosistemas de bosques primarios (bosques naturales en zonas hídricas) y secundarios encontrados en el área de reserva forestal protectora-productora de la cuenca del río Bogotá. Esta iniciativa articula a los actores sociales, especialmente a las comunidades rurales y propietarios, invitándolos a participar en el levantamiento detallado, a nivel

predial, de la existencia, dimensión y estado de las áreas de la ronda hídrica. (Moreno Linares, 2015).

Como ya se indicó anteriormente, el cerro Juaica es un importante regulador hídrico debido a los nacimientos de varias quebradas de la zona, también existen varios remanentes de la vegetación endémica del cerro, lo cual lo hace llamativo para turistas y caminantes y tiene un valor cultural y turístico por las historias que se narran sobre avistamientos de OVNIS (según apreciaciones de la comunidad) desde el cerro. (CAR, 2011).

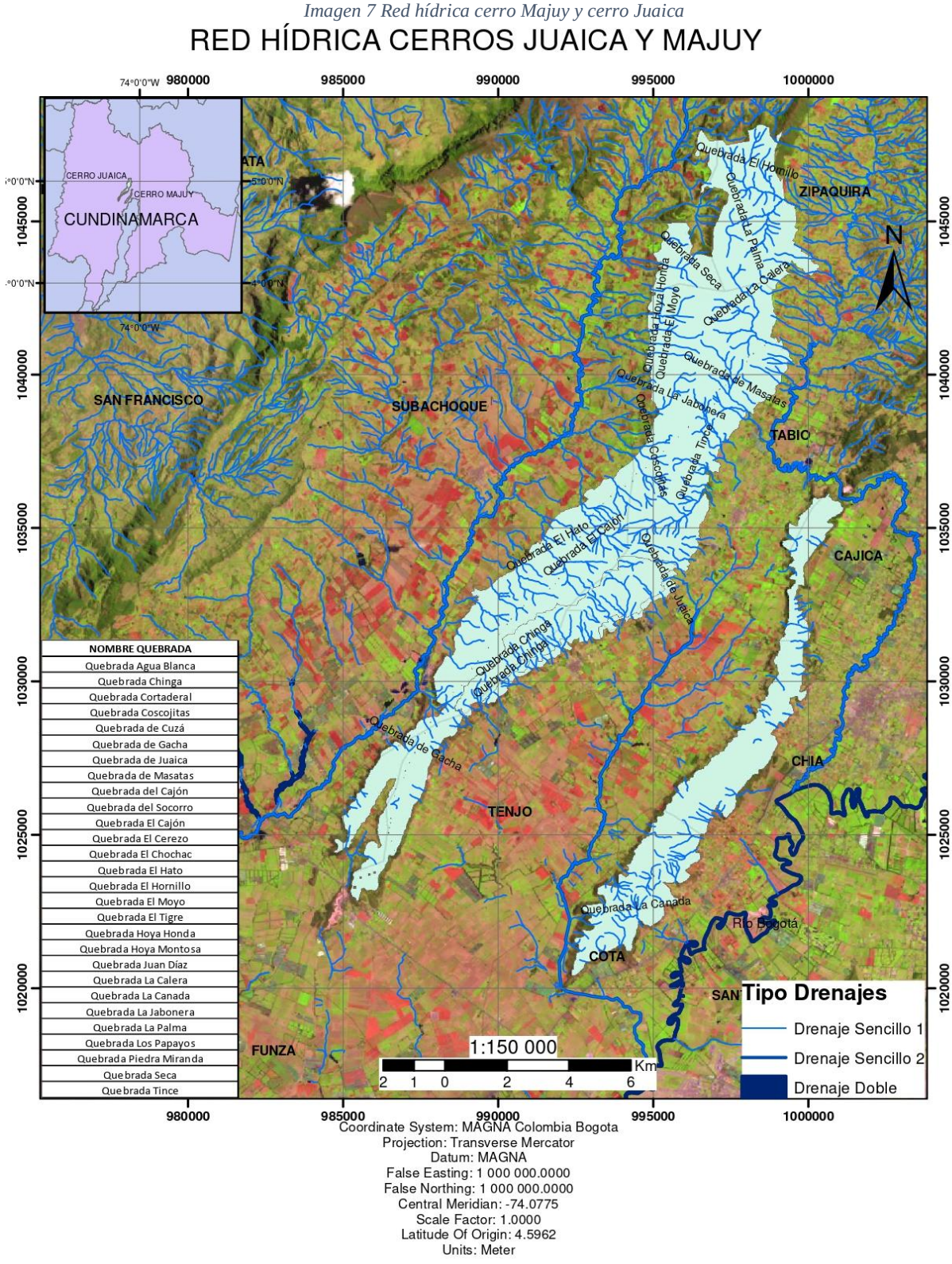
La problemática más relevante del cerro Juaica es el rápido crecimiento de la zona agrícola y las construcciones en el cerro, lo cual ha producido una fragmentación del bosque nativo, alterando los caudales de las quebradas que nacen en la zona y esas mismas actividades antrópicas han deteriorado la fauna y flora de este.

La ubicación geográfica de las zonas del Majuy y Juaica, presentan una notable cercanía con centros poblados, lo cual, a todas luces, los hace vulnerables frente a la inminente colonización y consiguiente devastación humana. Una de las principales características de las serranías de Juaica y Majuy es que la mayor parte de sus predios son de carácter privado. No obstante, el esfuerzo natural de resistencia en las zonas ha llevado a que sobrevivan pequeños espacios de bosques secundarios, cobijando un sin número de especies arbóreas. Como se enunciaba anteriormente, en la extensión de la serranía de Juaica se encuentran el nogal (Junglans neotropica), raque (Vallea stipularis), duraznillo (Abatia parviflora) y encenillo (Weinmania tomentosa), en las partes bajas de la serranía, donde hay mayor concentración de humedad. Así mismo la zona media y alta presentan concentración de especies arbóreas y herbáceas de naturaleza graminoide como el chilco (Baccharis latifolia), el salvio amargo (Cordia lanata) y ciro (Baccharis bogotensis). (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2007)

La serranía del Majuy por su parte alberga gran cantidad de arbustos, siendo predominante las especies de orquídeas, líquenes, musgos, helechos y bromelias entre otros. Nutre este gran espectáculo vegetativo la presencia de especies como Roble (Quercus humboltii), Angelito (Monochaetum myrtoideum), Chilco (Baccharis macrantha), Laurel de cera (Morella parviflora) y Retamo liso. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2007)

Los cerros Majuy y Juaica, son reguladores hídricos importantes de los municipios que se encuentran aledaños a los mismos y como se puede ver en la imagen 7, de allí nacen varias quebradas que posteriormente toman importancia, al hacer parte de cuerpos de agua más grandes, tales como el río Frío y el río Chicú. Cabe resaltar que cada gota de agua cuenta y es de suma importancia para los ecosistemas al interior de los cerros. Actualmente cerro Juaica hace parte de las áreas protegidas, como una reserva forestal protectora productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá.

Imagen 7 Red hídrica cerro Majuy y cerro Juaica



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información descargada de (RUNAP, 2024) y la información geográfica descargada de (Línea base, 2024)

Río Frío

Río frío es uno de los afluentes del río Bogotá que nace en el páramo de Guerrero localizado en Zipaquirá y recoge las aguas de las quebradas que nacen en Cogua, Zipaquirá, Tabio, Cajicá y Chía, con una extensión de un poco más de 20 km es un importante afluente del río Bogotá. Su caudal es en promedio de 1.6 m3/s, siendo un 3.4% del caudal del río Bogotá al desembocar en él. La amenaza principal para las aguas superficiales y profundas de la ronda del río Frío se presenta con los cultivos de flores y los predios agricultores que toman en gran medida las aguas superficiales del río, con el fin de suministrar el riego de sus producciones sin perjuicio de sus finanzas. Así mismo, el incremento en los predios destinados a la construcción de vivienda ha disparado la adjudicación de concesiones de pozos de aguas profundas, haciendo que el recurso dentro del río disminuya notablemente su caudal antes de la entrega al río Bogotá. Adicionalmente los factores de crecimiento demográfico de los municipios y la poca educación ambiental de los lugareños, ha fomentado el daño a esta subcuenca con el vertimiento de aguas residuales y escombros en varios puntos del trazado de este canal hídrico.

Río Chicú

El río Chicú es una subcuenta proveedora de aguas para el río Bogotá, presenta una extensión de 26 km desde su inicio en el municipio de Tenjo, hasta su desembocadura en el río Bogotá. Recolecta las aguas de las quebradas Tincé, Garray, Caracol, Carrón y Soacha, localizadas en los municipios Tabio, Tenjo, Cota, Madrid, Chía, Cajicá y Subachoque, siendo un gran proveedor de aguas a la zona del Majuy y Juaica. La zona de su ronda es colindante principalmente con terrenos de agricultura y ganadería, así como con cultivos de flores a gran escala, lo que representa una disminución sustancial de su caudal para el riego de los cultivos y es afectado directamente con el vertimiento de las aguas residuales de casas y fincas, también recibe una gran cantidad de sustancias químicas por aguas de infiltración provenientes de los pesticidas y demás productos aplicables a las flores y hortalizas que se siembran en la región.

Río Subachoque

El río Subachoque nace en el cerro el Carrasposo en el municipio de Subachoque, y desemboca en el río Bogotá en el lugar conocido como puente de Balsillas. Está a una altura de 2457 metros s.n.m.m. Durante sus 45 km de recorrido aproximadamente, recorre los municipios de Subachoque, Facatativá, Madrid, Mosquera y Funza, antes de ir a unirse al río Bogotá en el puente de Balsillas. Es el principal cuerpo hídrico del municipio de Madrid, siendo en este municipio donde más se contamina, en mayor medida por los desechos orgánicos, así como por las aguas residuales de las empresas de flores que contienen productos químicos. En la época de 1930 a 1932, se crea el primer acueducto del municipio de Madrid, el cual tomaba las aguas del río Subachoque, los pobladores de la época recogían el agua y la hervían para utilizarla para su consumo, sin embargo con la llegada de los floricultores a la zona de Mosquera y Madrid, el consumo de estas aguas generaba un riesgo para los consumidores lugareños, al incorporar grandes cantidades de sustancias químicas al río, producto de los pesticidas y fungicidas aplicados para eliminar los insectos y alimañas que pudieran atacar las plantaciones, además de la carga de contaminación orgánica propia de su recorrido. El gobierno municipal ha buscado la manera de mantener en buen estado este cuerpo hídrico y ha realizado limpiezas periódicas al río para

continuar recogiendo las aguas para el tratamiento y potabilización para su consumo. Sin embargo, el problema que hasta hoy continúa, es el paso de la cuenca por predios privados, los cuales recurren al río para verter sus desechos orgánicos y sus residuos de producción, problema difícil de controlar y verificar por las entidades de control.

5.2. Crecimiento demográfico y análisis multitemporal de las zonas de estudio.

Bogotá como centro y eje principal de la economía nacional, ha suministrado albergue y empleo a gran cantidad de connacionales, quienes, en su afán de proveer sustento a sus familias, han encontrado en la capital colombiana una estabilidad económica. Desde su fusión con los municipios aledaños de Usme, Bosa, Suba, Fontibón, Engativá y Usaquén en el año 1954, la cantidad de población ha ido en aumento, hacia el año de 1985 con el censo de población se contaban entre sus datos 4.100.000 personas conviviendo en la ciudad, cifra que continúo aumentando año tras año, para 1993 la cifra rondaba los 6.000.000 de personas y para 2018 el valor suministrado por el DANE (Departamentos Administrativo Nacional de Estadística) fue de 7.181.469, se estima que finalizando el año 2021 la cantidad de habitantes supere los 8.000.000 de personas en la ciudad.

Este no es un evento particular de la capital, los municipios aledaños a la ciudad han ido recibiendo en menores proporciones nuevos vecinos quienes por diferentes razones han llegado a sus municipalidades y se han consolidado allí como nuevos pobladores. Es concluyente que Bogotá genera una presión grande sobre los municipios de la sabana, siendo la capital responsable directa del crecimiento de los municipios aledaños. No obstante, los municipios de la sabana no presentan una infraestructura fuerte, ni el equipamiento suficiente para alojar la población migrante y es perentorio crear una entidad que regule, planee y normatice el crecimiento desmesurado en los sectores más fértiles de tierra del país. (Fonseca, 2018)

En el entorno global de los municipios de la sabana de Bogotá se ha venido desarrollando un fenómeno al que se le conoce como metropolización, este término suscita una relación de dos fenómenos menores que intervienen en el desarrollo de los municipios, el primero conocido como conurbación, define la relación de proximidad de algún municipio o población con uno o varios centros urbanos, relación que en este caso comparte Bogotá con los municipios vecinos. (Fonseca, 2018) Y el segundo fenómeno denominado como integración sistémica, sugiere una relación que comparten los municipios con un centro poblado de importancia, retomando a Bogotá para este caso, haciendo énfasis en las conexiones económicas, ambientales, industriales y culturales que enlazan a los municipios con la capital del país. (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, 2013)

El desplazamiento de la industria a la sabana de Bogotá se ha convertido en una fuente de empleo para los sectores rurales y urbanos de los municipios, este éxodo industrial es generado por la escasez de suelos y el alto costo de estos en Bogotá, así mismo ha conllevado al desplazamiento de trabajadores desde la ciudad, en búsqueda de mejores opciones laborales y comodidad de traslados a sus fuentes de empleo. La construcción de vivienda y la generación de incentivos tributarios y fiscales hacen de los municipios de la Sabana de Bogotá, lugares muy atractivos para organizar las industrias fuera del casco urbano de Bogotá. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

De acuerdo con el diagnóstico sobre la situación y retos de Bogotá Región, para precandidatos a la Alcaldía Mayor de Bogotá y a la Gobernación de Cundinamarca, redactado en 2015, por la Cámara de Comercio de Bogotá; el 33% de las empresas del país, es decir 384.000 empresas, se encontraban en la región integrada de Bogotá y Cundinamarca, superando por mucho el emprendimiento de las regiones de Valle del Cauca, Atlántico, Santander, Bolívar y Antioquia, juntas. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015; Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

Para entender un poco más el dinamismo que le entrega la Ciudad de Bogotá a toda la región, se debe tener en cuenta que para el 2015, el 84% de las empresas de la región (es decir 324.000 empresas), se encontraban ubicadas en la Capital y que estas tenían la representación del 29% de las empresas en toda Colombia. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015)

5.2.1. Análisis de crecimiento poblacional (1985-2015)

Como resultado de la cercanía de los municipios de la sabana de Bogotá con la ciudad, se presentan relaciones entre la capital del país y los centros poblados, de naturaleza económica y de concentración de asentamientos humanos. Estas relaciones se hacen importantes cuanto mayor es su intensidad y su magnitud. Claramente los municipios más cercanos a la capital, concentran una actividad económica más dinámica y de mayor magnitud, de la misma manera, la concentración de población resulta ser más intensa entre más cercano es el centro poblado a la capital. Ahora bien, el crecimiento desmedido de los municipios colindantes a Bogotá, presenta una obediencia más fuerte al interés del municipio en destinar los usos del suelo en el potencial constructivo, que brinde condiciones tributarias favorables para explotar el desarrollo inmobiliario, lo cual es más favorable para algunos intereses privados, que para la planeación y ordenamiento de los municipios. Parte de la problemática que presenta el crecimiento desmedido de los municipios, radica en la incapacidad de proveer servicios públicos para la población, pues no se tienen en cuenta las proyecciones de crecimiento poblacional, sino que se fomentan desde las capacidades de las empresas prestadoras del servicio público, o la tasa de demanda propia del municipio. (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, 2013)

Las zonas de las serranías del Majuy y Juaica son colindantes con los municipios de Cota, Chía, Tabio y Tenjo, razón por la cual en este documento se muestran los datos de crecimiento poblacional por municipio, representadas en cuatro años (1985, 1993, 2005 y 2018) con los datos obtenidos por el DANE en cifras concretas. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística , s.f.). A continuación, se relaciona la situación de los municipios que hacen parte de la investigación: Cota, Chía, Tenjo y Tabio.

Municipio de Cota

El municipio de Cota desde su fundación en 1604 ha visto abonanza en sus tierras, por su cercanía con la capital, los productos que se ofrecían en materia agropecuaria se comercializaban de manera rápida a un costo en transporte relativamente bajo, con esto se logró consolidar como un municipio próspero y de abundancia agrícola y pecuaria, creciendo en cantidad de habitantes año tras año. Por su cercanía a la ciudad, se posiciona como ciudad dormitorio de la capital colombiana, razón por la cual su crecimiento poblacional ha aumentado de manera gradual en los primeros años y

presenta un crecimiento acelerado en las últimas cifras. (CONCEJO MUNICIPAL DE COTA, 2016 – 2019)

Conforme a los datos de censo poblacional del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, el municipio de Cota en cifras de población muestra una tendencia de crecimiento a nivel urbano y rural. La siguiente tabla muestra los cambios en la cantidad de habitantes y su relación porcentual para los años 1985, 1993, 2005 y 2018.

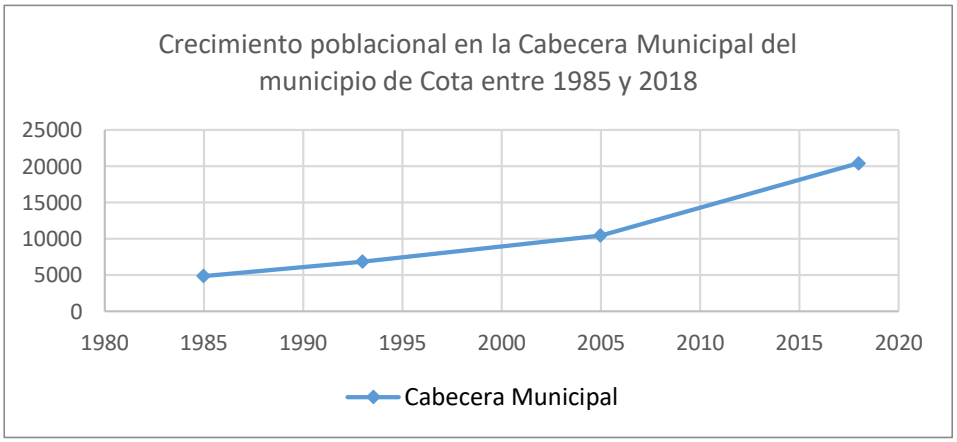
Tabla 2.Crecimiento población urbano y rural municipio de Cota

Municipio	*Año*	*Cabecera Municipal*	*Centros Poblados y Rural Disperso*	*Total*	*Porcentaje crecimiento Urbano*	*Porcentaje crecimiento Rural*	*Total*
Cota	1985	4851	7675	12526	-	-	-
	1993	6865	7291	14156	42%	-5%	13%
	2005	10457	8129	18586	52%	11%	31%
	2018	20462	12229	32691	96%	50%	76%

Fuente: DANE

Según la tabla 2 para el año 1985, el municipio de Cota contaba con 4.851 habitantes en la cabecera municipal y 7.675 en la zona rural, sumando estos un total de 12.526 habitantes a lo ancho del municipio.

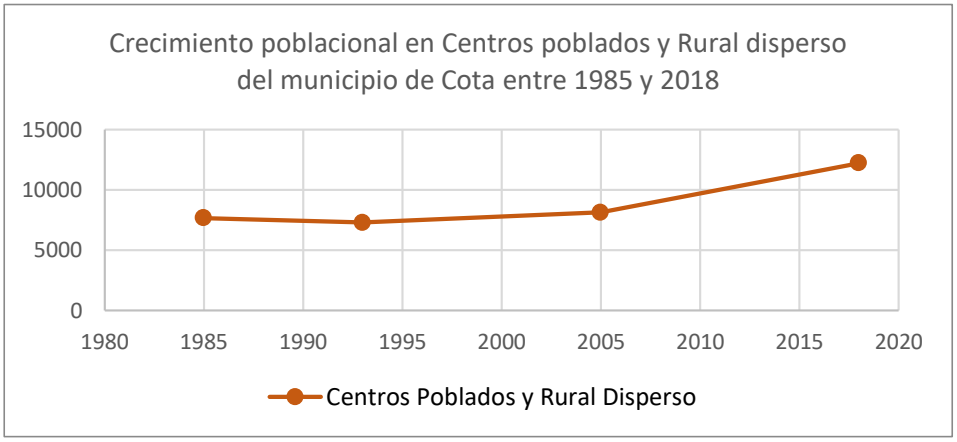
Gráfica 5.Crecimiento poblacional municipio de Cota en cabecera municipal



Fuente: DANE

Para el año 1993, la cantidad de habitantes en la cabecera municipal aumentó en 2.014 individuos siendo este aumento de 42%, pasando de 4.851 en 1985, a 6.865 habitantes en 1993. En contraste, la zona rural del municipio tuvo un descenso en la cantidad de habitantes, pasando de 7.675 habitantes en 1985 a 7.291 en 1993, con un porcentaje negativo del -5%. Como se evidencia en la gráfica anterior, en total las cifras revelan un aumento en la cantidad de habitantes del 13%, pasando de 12.526 en 1985 a 14.156 habitantes en el año 1993.

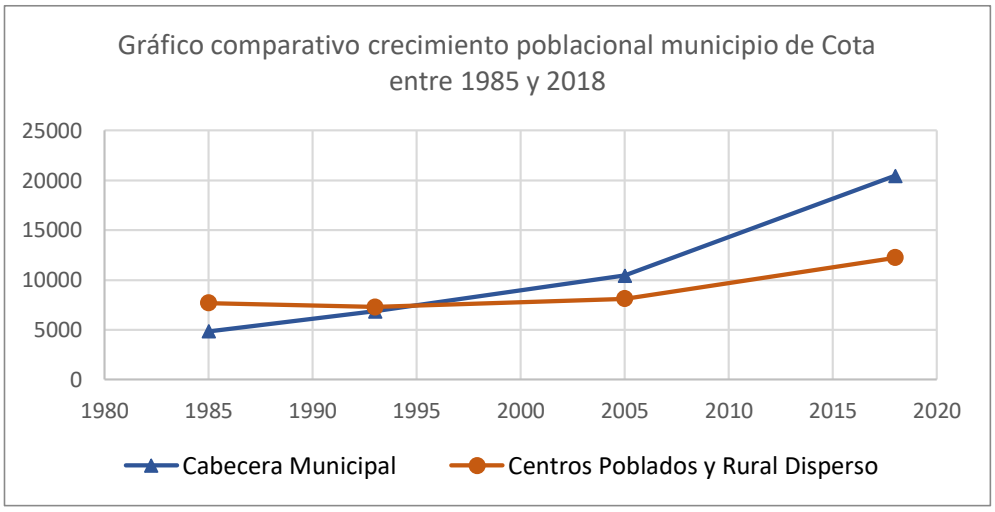
Gráfica 6. Crecimiento poblacional municipio de Cota en centros poblados y rural disperso



Fuente: DANE

De acuerdo con la gráfica anterior, en el año 2005 el municipio tuvo un crecimiento en la cantidad de habitantes de la cabecera municipal, con un crecimiento de 52% el municipio pasó de 7.896 habitantes en 1993 a 10.457 en el año 2005. De la misma forma, aunque en menor cantidad, la zona rural del municipio en el mismo periodo de tiempo tuvo un incremento importante, engrosando la cantidad de habitantes de 7.291 en 1993 a 8.129 en 2005, un ascenso del 11% de habitantes allegados a la parte rural del municipio. El crecimiento total del municipio de Cota en este periodo de tiempo fue del 31%, llegando a una cifra total de habitantes en 2005 de 18.586.

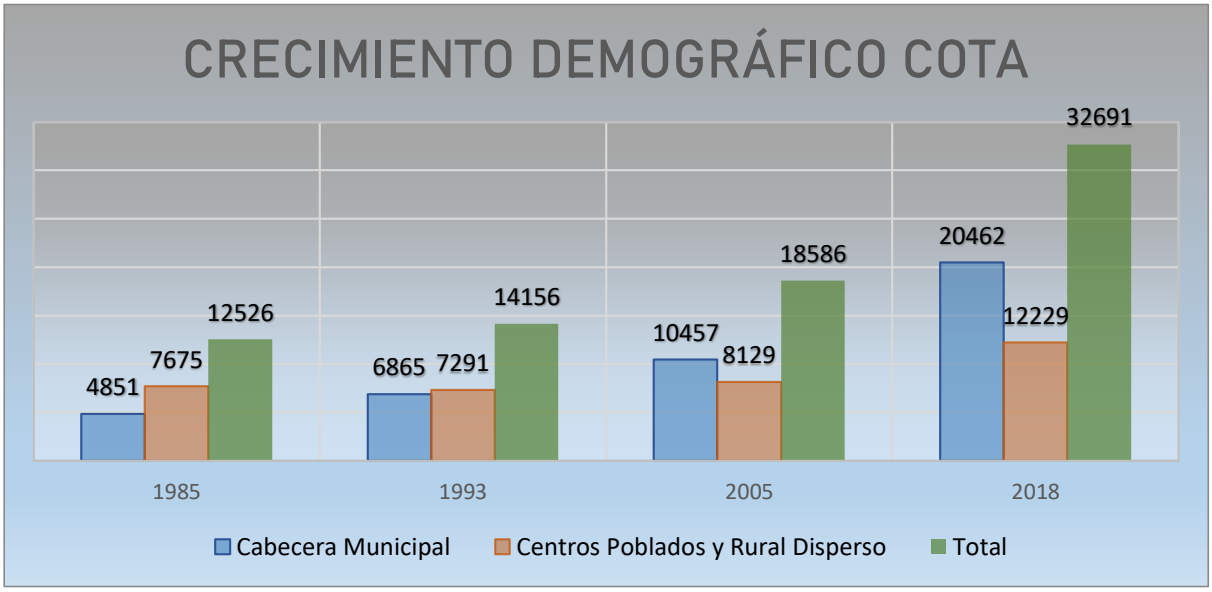
Gráfica 7. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Cota



Fuente: DANE

El gráfico anterior muestra que para el año 2018, las cifras muestran un incremento de habitantes en el municipio de Cota del 76% entre cabecera municipal y ruralidad con 20.462 habitantes en la parte urbana y 12.229 en la zona rural, siendo la suma de habitantes 32.691 según las cifras del DANE.

Gráfica 8.Crecimiento demográfico por años municipio de Cota



Fuente: DANE

El gráfico anterior muestra, en resumen, el crecimiento que ha tenido la población de Cota, en cada uno de los periodos censados.

Municipio de Chía

Conforme a los censos poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, la población de Chía cuenta con una tendencia de crecimiento a nivel urbano y rural. La siguiente tabla muestra la variación cuantitativa y porcentual de la cantidad de habitantes del municipio desde 1985, hasta una población creciente en 2018.

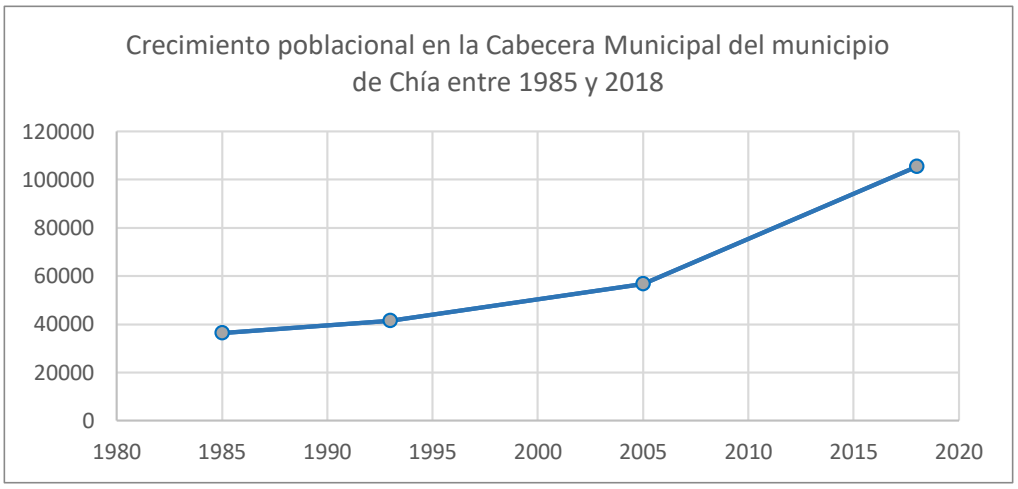
Tabla 3.Crecimiento población urbano y rural municipio de Chía

Municipio	Año	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total	Porcentaje crecimiento Urbano	Porcentaje crecimiento Rural	Total
Chía	1985	36446	19973	56419	-	-	-
	1993	41508	17814	59322	14%	-11%	5%
	2005	56642	18597	75239	36%	4%	27%
	2018	105509	26672	132181	86%	43%	76%

Fuente: DANE

En la tabla anterior se evidencia que para el año 1985, el municipio de Chía contaba con una población total de 56.419 habitantes que se dividían en 36.446 habitantes en la cabecera municipal y 19.973 habitantes en la zona rural y centros poblados diversos.

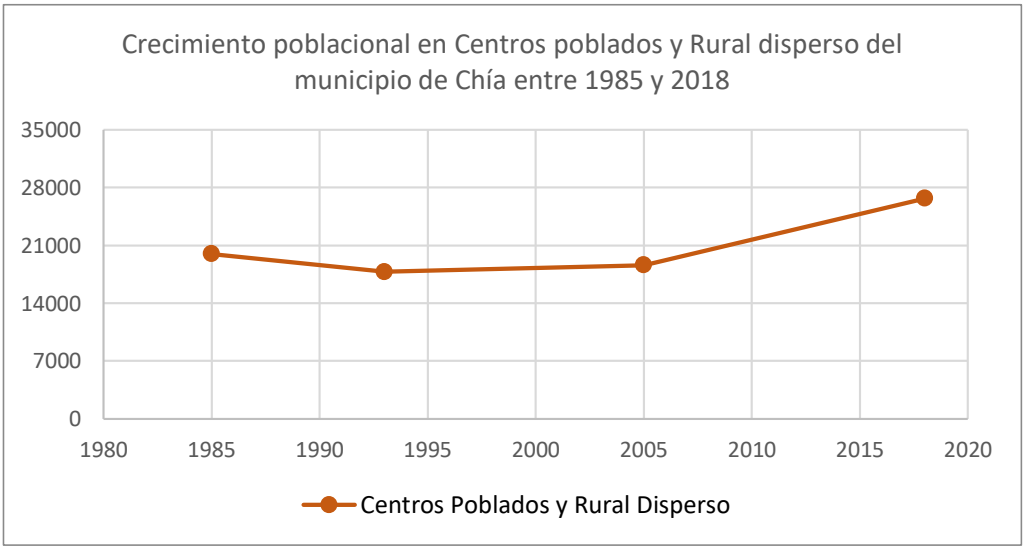
Gráfica 9. Crecimiento poblacional municipio de Chía en cabecera municipal



Fuente: DANE

Posteriormente para el año 1993, se evidenció un aumento del 5% en la población con 59.322 habitantes; en la cabecera municipal hubo un aumento del 14% con 41.508 habitantes, mientras que, en la cabecera rural, ocurrió una disminución de la población del 11%, con 17.814 habitantes. El anterior gráfico muestra el crecimiento de población a medida que avanzan los años en el municipio de Chía, en la cabecera municipal.

Gráfica 10. Crecimiento poblacional municipio de Chía en centros poblados y rural disperso

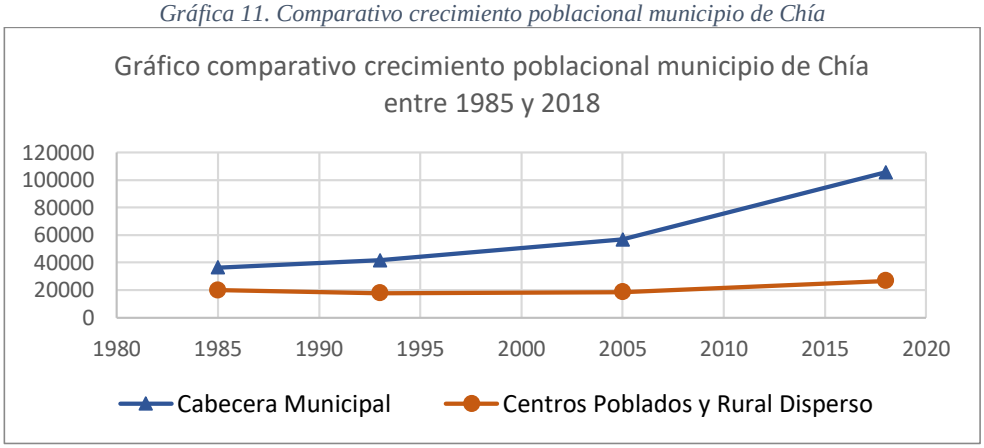


Fuente: DANE

Según el censo poblacional del 2005, el registro demográfico del municipio fue acelerado mostrando un aumento del 36% con un total de 75.239 habitantes. El mayor crecimiento se

presentó en la cabecera municipal con 56.642 habitantes, es decir con el 36%. Sin embargo, el aumento en la zona rural no fue muy significativo, aumentando un 4% el crecimiento poblacional, es decir con 18.597 habitantes. Como se muestra en el gráfico anterior, la tendencia es variable en el crecimiento de la población en la zona rural del municipio de Chía, iniciando por un decrecimiento del año 1985 al año 1993, se mantiene constante hasta el año 2005 y crece de manera significativa en el año 2018.

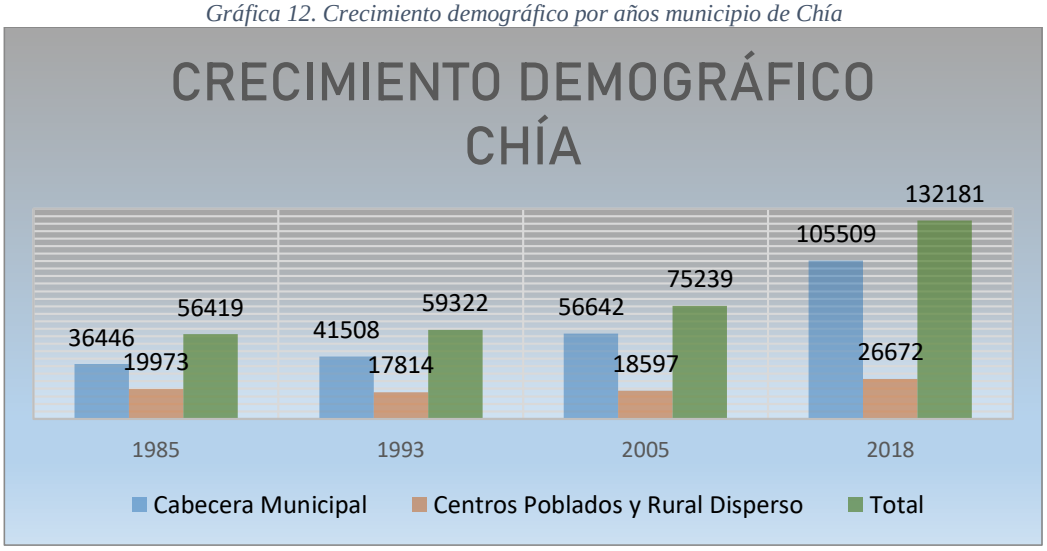
Gráfica 11. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Chía



Fuente: DANE

Finalmente, los datos del DANE para el 2018, indican un aumento poblacional sorpresivo por su acelerado crecimiento, con un 76% de aumento en la población total del municipio con 132.181 habitantes, siendo la cabecera municipal quien desarrollo mayor crecimiento, viendo aumentar el número de sus habitantes en un 86%, la cantidad de pobladores en la cabecera municipal es de 105.509, de la misma manera aunque en menor medida, la cantidad de habitantes en la zona rural ascendió en un 43% con respecto al año 2005, la cantidad es de 26.672 habitantes en 2018. En la gráfica anterior se muestra el crecimiento comparativo entre la cabecera municipal y la zona rural del municipio de Chía.

Gráfica 12. Crecimiento demográfico por años municipio de Chía



Fuente: DANE

Los datos de crecimiento de Chía, según el gráfico anterior, muestran un crecimiento desmesurado en la cabecera municipal y un crecimiento más lento en los centros poblados y rural disperso.

Municipio de Tenjo

El crecimiento de la población en el municipio de Tenjo ha sido constante y progresivo en relación con el total de habitantes. Sin embargo, se ha evidenciado un crecimiento importante en la cabecera municipal, donde se encontraba inicialmente la menor cantidad de población.

Conforme a las proyecciones de población del DANE, la población en el municipio de Tenjo en 1985 constaba de un total de 13.868 habitantes, los cuales se asentaban principalmente en los centros poblados, siendo estos 10.638 habitantes. Como se puede ver en la siguiente tabla, la cantidad de habitantes instalados en la cabecera municipal era inferior con solo 3.230 habitantes.

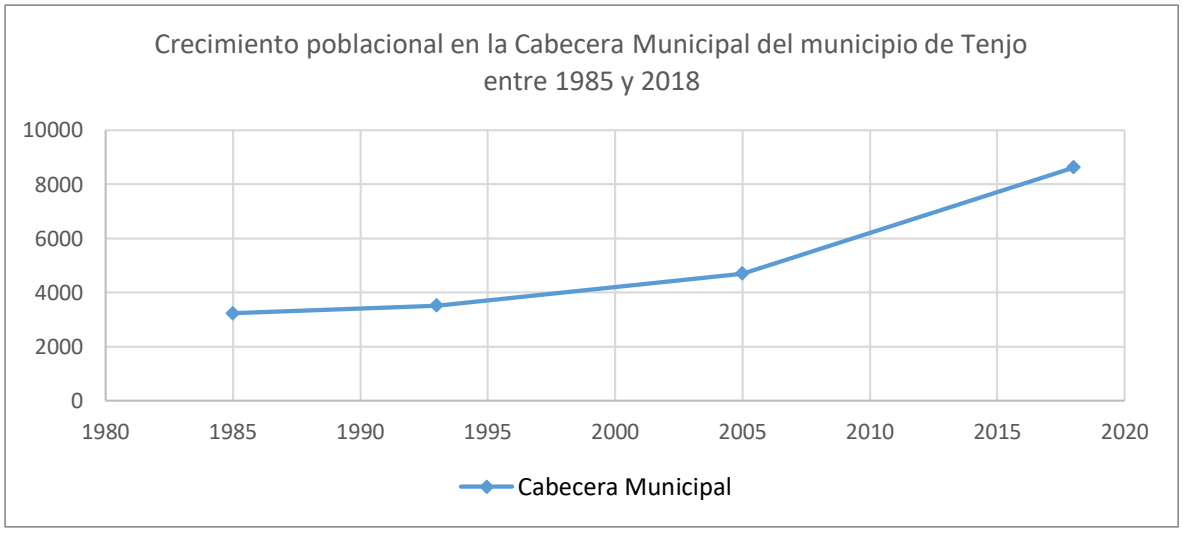
Tabla 4. Crecimiento población urbano y rural municipio de Tenjo

Municipio	Año	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total	Porcentaje crecimiento Urbano	Porcentaje crecimiento Rural	Total
Tenjo	1985	3230	10638	13868	-	-	-
	1993	3523	9303	12826	9%	-13%	-8%
	2005	4697	9458	14155	33%	2%	10%
	2018	8624	13311	21935	84%	41%	55%

Fuente: DANE

El crecimiento de la población del municipio de Tabio en la cabecera municipal, muestra un incremento en cada uno de los censos de población realizados, acelerándose con firmeza entre los años 2005 y 2018, como lo muestra la siguiente gráfica:

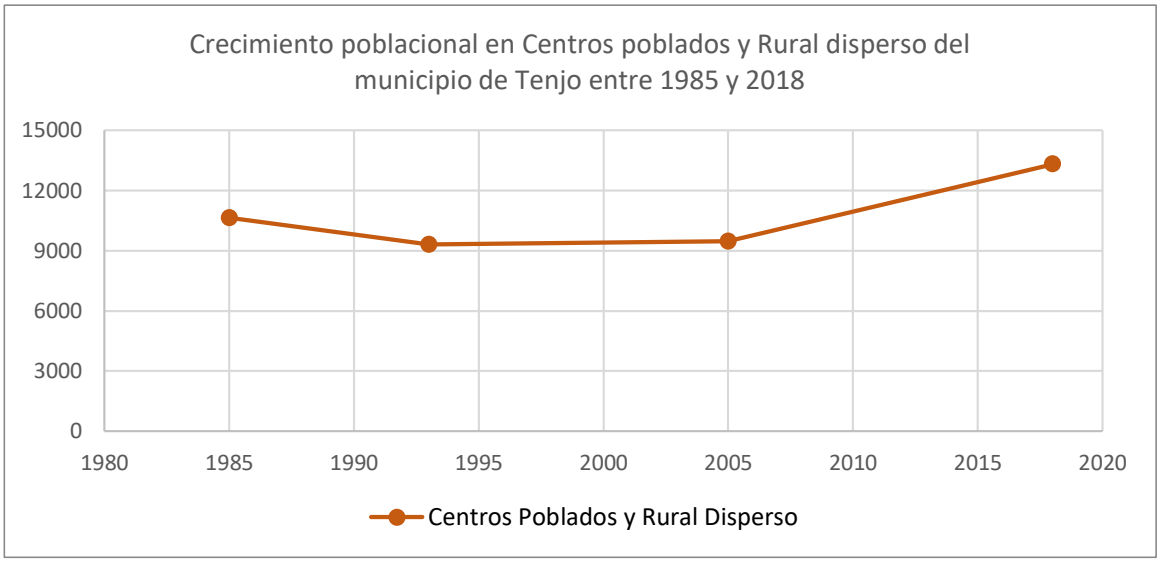
Gráfica 13. Crecimiento poblacional municipio de Tenjo en cabecera municipal



Fuente: DANE

Posteriormente, para el año 1993, ocurrió un evidente cambio en el municipio, ya que la población en la cabecera municipal creció un 9%, es decir contó con 3.523 habitantes. El indicé de población en los centros poblados y zona rural tuvo una disminución en su cantidad de habitantes, reduciendo su número a 9.303 habitantes con un porcentaje del -13% respecto al año 1985. A continuación, la gráfica 14 muestra las variaciones del crecimiento de población en los centros poblados y rural disperso. Mostrando un decrecimiento entre los años 1985 y 1993, manteniéndose con un pequeño crecimiento para el año 2005 y creciendo de manera agresiva hasta el año 2018.

Gráfica 14. Crecimiento poblacional municipio de Tenjo en centros poblados y rural disperso

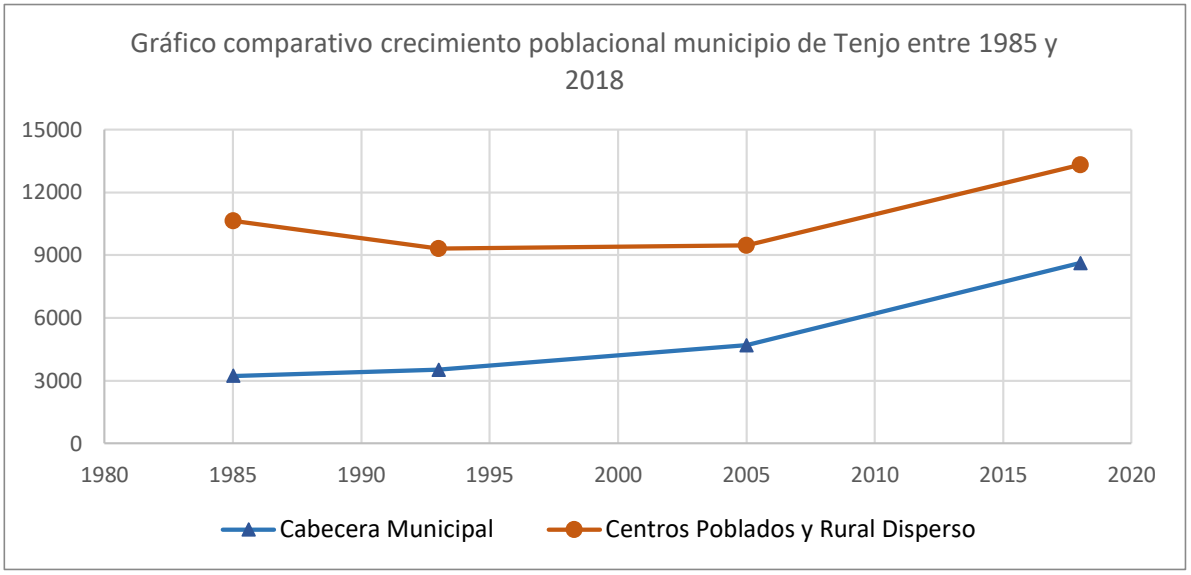


Fuente: DANE

Para el año 2005, la cantidad de habitantes en la cabecera municipal se incrementó en un 33%, con una cantidad de habitantes de 4.697 personas. En cuanto a la zona rural y centros poblados dispersos se ve un incremento muy sutil con solo un 2%, incrementando la población a 9.458 habitantes. En este año se tuvo un crecimiento total del municipio del 10% respecto al año 1993.

En la siguiente gráfica se muestra la comparación del crecimiento de la población entre la cabecera municipal y los centros poblados y rural disperso, es evidente el crecimiento de la población, no obstante, llama la atención que hasta el 2018, se mantuvo siempre un crecimiento mayor en los centros poblados y rural disperso que en la cabecera municipal.

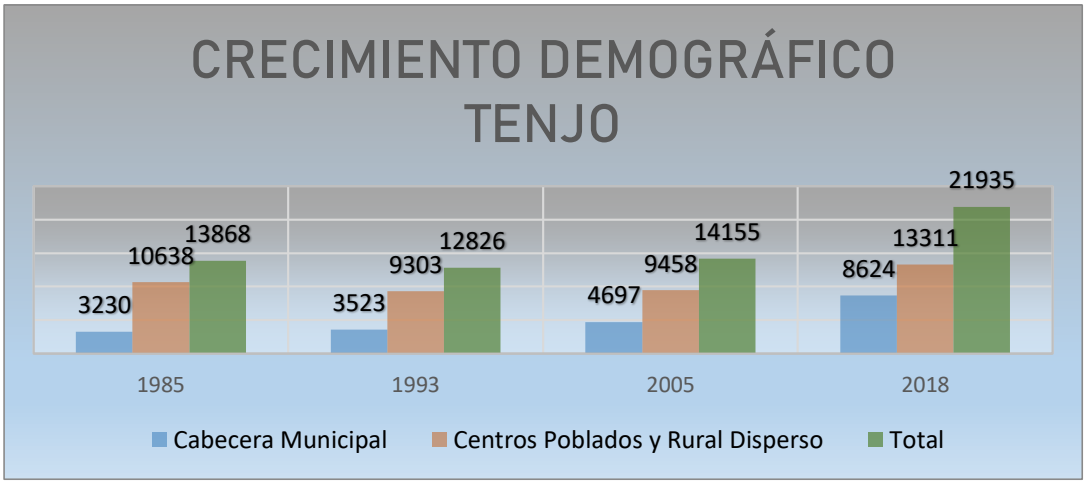
Gráfica 15. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Tenjo



Fuente: DANE

Según los datos del censo de población en el año 2018 el municipio tuvo un incremento de población del 55%, siendo en la cabecera municipal el mayor incremento con un 84% respecto al 2005, pasando de 4.697 a 8.624 habitantes. Así mismo en la zona rural y centros poblados dispersos la cantidad de habitantes aumento de manera significativa en un 41%, incrementándose el número de habitantes a 13.311 en 2018. El total de habitantes en el municipio en 2018 según el censo de población fue de 21.935 habitantes incrementándose en un 55% el valor censado.

Gráfica 16. Crecimiento demográfico por años municipio de Tenjo



Fuente: DANE

El anterior gráfico muestra la comparación del crecimiento del municipio de Tenjo, evidenciando el crecimiento siempre mayor de la población en los centros poblados y rural disperso.

Municipio de Tabio

El municipio de Tabio presenta un decrecimiento del año 1985 al año 1993 en la cabecera municipal y centros poblados y rural disperso, hasta el año 2005 crece de manera moderada su población y para 2018 crece de manera muy agresiva con crecimientos mayores al 50% como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 5. Crecimiento población urbano y rural municipio de Tabio

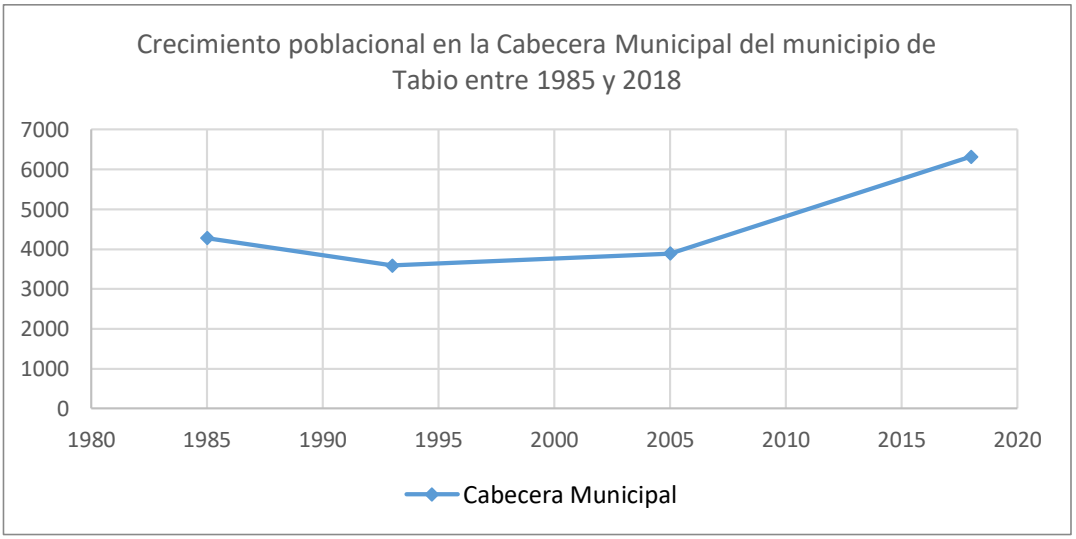
Municipio	Año	Cabecera Municipal	Centros Poblados y Rural Disperso	Total	Porcentaje crecimiento Urbano	Porcentaje crecimiento Rural	Total
Tabio	1985	4275	8617	12892	-	-	-
	1993	3590	8577	12167	-16%	0%	-6%
	2005	3890	9937	13827	8%	16%	14%
	2018	6317	15348	21665	62%	54%	57%

Fuente: DANE

El municipio de Tabio en 1985 presentaba una población total de 12.892 habitantes, representados en 4.275 en su cabecera municipal y con un poco más del doble de esta cantidad acogía 8.617 habitantes en la parte rural del municipio, según los datos DANE para ese año, como se mostraba en la tabla anterior.

A continuación, la gráfica 17 muestra las variaciones del crecimiento de población en los centros poblados y rural disperso. Mostrando una disminución entre los años 1985 y 1993, manteniéndose con un pequeño crecimiento para el año 2005 y creciendo de manera acelerada hasta el año 2018.

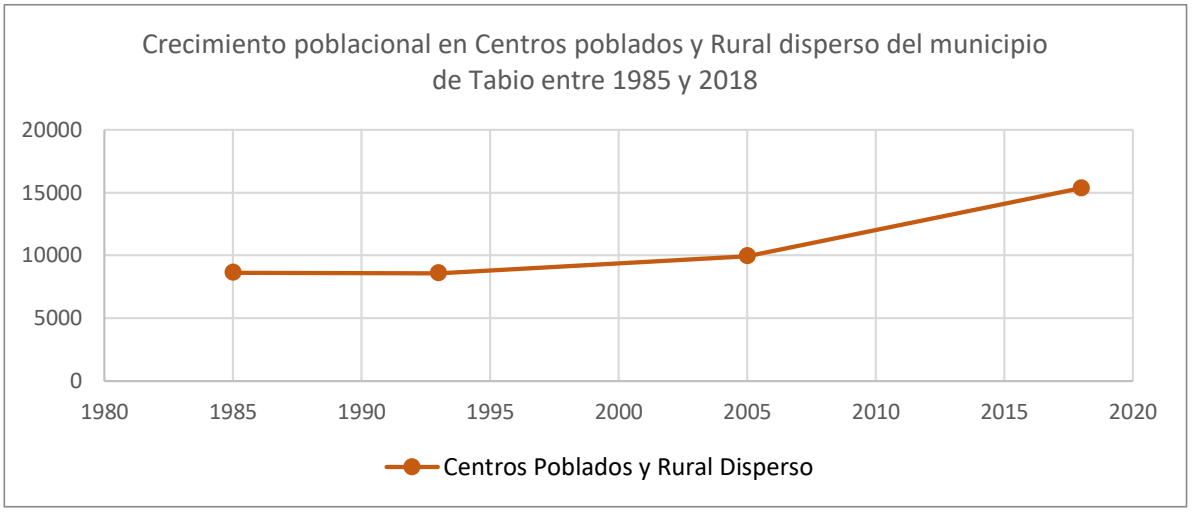
Gráfica 17. Crecimiento poblacional municipio de Tabio en cabecera municipal



Fuente: DANE

Los datos durante el siguiente periodo de evaluación muestran que en 1993 la población total descendió un 6%, pasando de 12.892 en 1985 a 12.379, con un decrecimiento bajo de población en la parte rural del 0% y en la cabecera municipal del -16%, mostrando valores en cantidad de habitantes de 8.577 y 3.590 respectivamente.

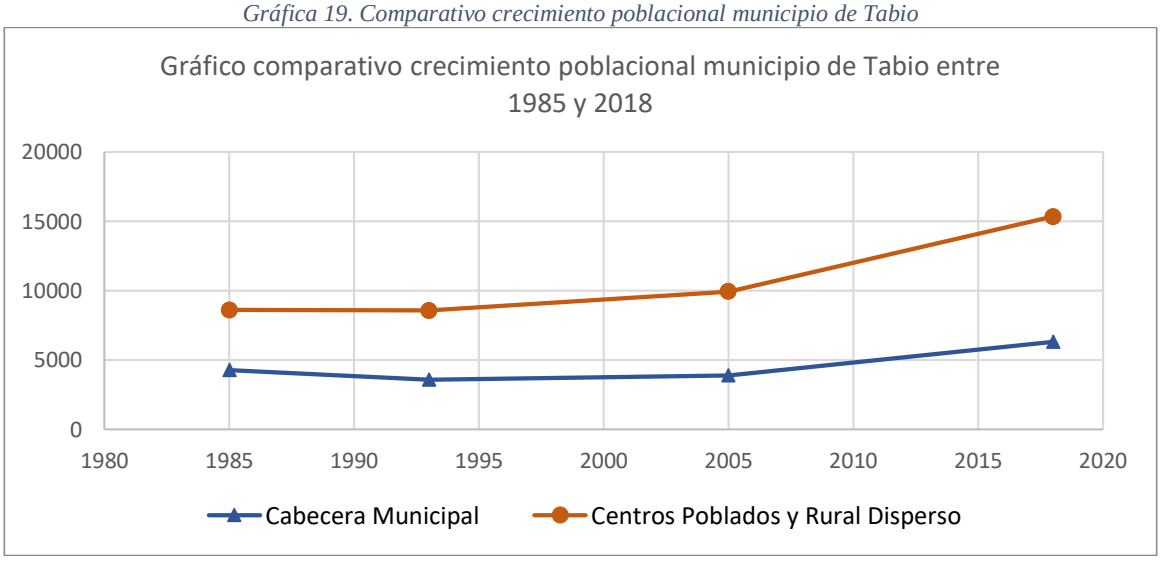
Gráfica 18.Crecimiento poblacional municipio de Tabio en centros poblados y rural disperso



Fuente: DANE

Para 2005 el municipio tuvo un incremento de población en la cabecera municipal pasando de 3.590 en 1993 a 3.890 habitantes incrementando la población urbana en un 8%, de la misma manera la población rural se incrementó en un 16% pasando de 8.577 a 9.937 habitantes, por consiguiente, el dato total del municipio aumentó en un 14% con un total de habitantes para el año 2005 de 13.827, como se mostraba en la gráfica 5.

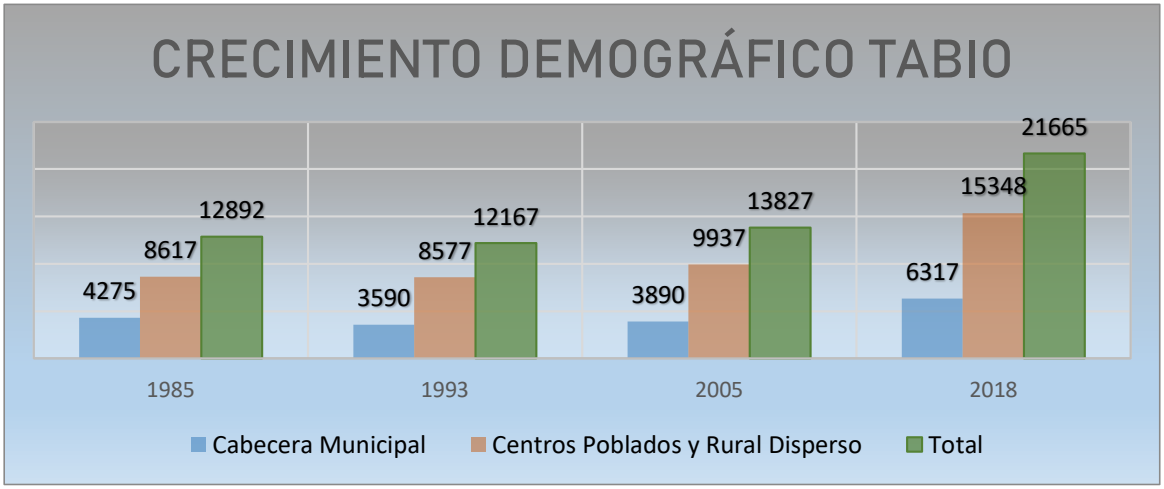
Gráfica 19. Comparativo crecimiento poblacional municipio de Tabio



Fuente: DANE

Para concluir como se muestra en la gráfica anterior, la población del municipio de Tabio en 2018 se incrementó en 57% creciendo de manera significativa a 21.665 habitantes, el principal incremento se evidencia en la cabecera municipal con un porcentaje del 62% pasando de 3.890 en 2005 a 6.317 habitantes en 2018. De la misma manera en la zona rural y centros poblados dispersos el crecimiento de población se disparó en un 54% pasando de 9.937 en 2005 a 15.348 habitantes en 2018.

Gráfica 20. Crecimiento demográfico por años municipio de Tabio

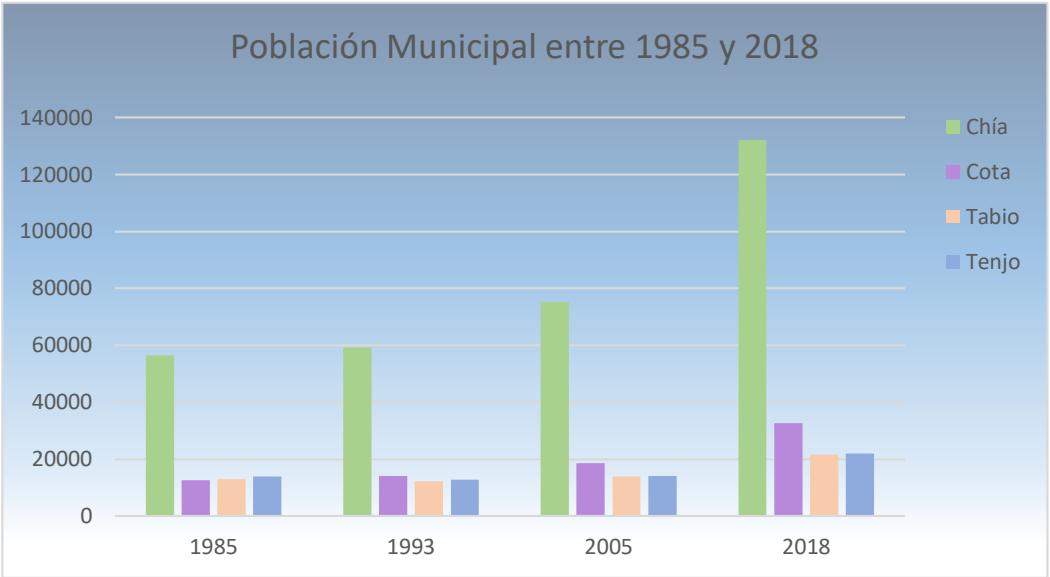


Fuente: DANE

El grafico anterior, muestra el comparativo por años del crecimiento poblacional del municipio de Tabio, revelando un crecimiento mayor en los centros poblados y rural disperso que en la cabecera municipal.

Los datos de los municipios en estudio muestran un incremento significativo a lo largo de los años, es evidente que la población ha ido en aumento en todos los municipios que colindan con los cerros Majuy y Juaica.

Gráfica 21. Población municipal entre 1985 y 2018



Fuente: DANE

Los datos del grafico anterior muestran en los municipios de Cota y Chía, que el incremento de la población fue superior al 100% entre los años 1985 y 2018, en Tabio y Tenjo el incremento de población fue superior al 50% entre los mismos periodos de tiempo. Es de anotar que la cantidad de habitantes en los municipios colindantes con la zona de estudio ascendía a 95.705 habitantes en 1985, mientras que en 2018 sumaban 208.472 habitantes, un poco más del doble de la cantidad censada en 1985. Lo anterior indica un crecimiento acelerado en los municipios, que requieren de una mejor planeación territorial, para la protección de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de los territorios.

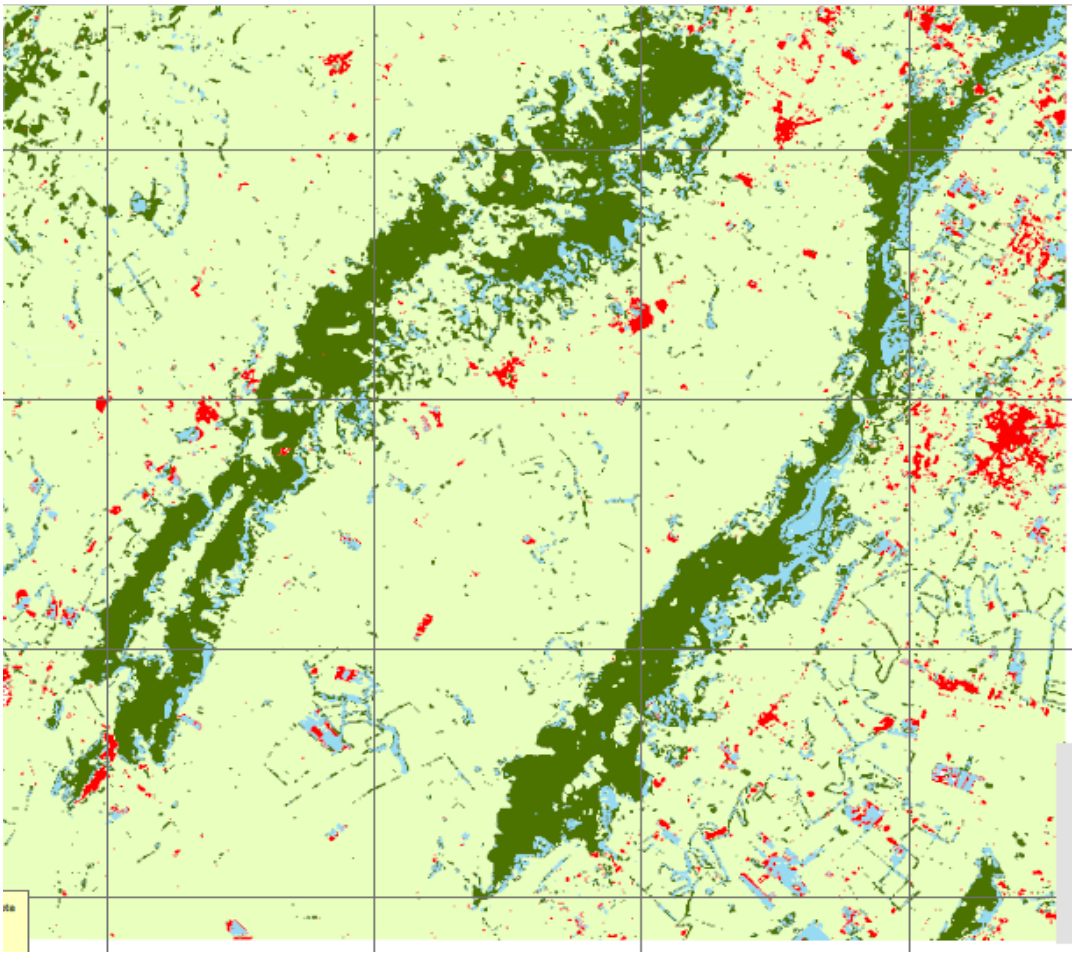
5.2.2. Multitemporal transformación de la zona en las serranías Juaica y Majuy

Partiendo de los servicios ofrecidos para descarga de imágenes satelitales de la página de la USGS (Servicio geológico de los Estados Unidos), en el módulo del Earth Explorer (explorador terrestre), se lograron obtener tres imágenes con un porcentaje de nubosidad muy bajo, en tres años dentro del rango de 1973 a 2015, de la constelación de satélites Landsat, en sus diferentes versiones, destacándose tres imágenes de los años 1985, 1997 y 2015, que cumplían con los parámetros óptimos para realizar una buena clasificación, evitando una pérdida de datos elevada correspondiente a nubes. La búsqueda de estas imágenes relaciona las fechas del rango de estudio, con las imágenes con porcentaje menor al 10% de nubosidad y los satélites Landsat, enmarcadas en la zona Path (columna) 8, Row (fila) 57, de la división de cuadrícula Landsat para la toma de imágenes satélitales, conocida también como Sistema de Referencia Mundial WRS por sus siglas en inglés (Worldwide Reference System).

Una vez realizada la clasificación de las imágenes, el resultado de la transformación de la zona es notable, mostrando la relación del crecimiento demográfico con la disminución de los sectores boscosos y el aumento de las zonas de cultivo en las serranías del Juaica y Majuy.

1. Serranías de Juaica y Majuy 1985. La imagen original fue tomada del satélite Landsat, el número de plancha es LT05_L1TP_008057_19850322_20170219_01_T1, de la cual se extrajo el recorte de la zona de estudio.

Imagen 8 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 1985



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información compilada y clasificada.

En la imagen 8 es visiblemente notoria la predominancia de las zonas de pastos y cultivos, los cuales se llevan un 71% del total de la muestra, seguidos por las zonas de bosque arbustivo, localizadas en su gran mayoría en las serranías de Juaica y Majuy con un 23%, así mismo los cuerpos de agua que se incluyen con un 4% en esta toma de datos y construcciones con un 1% dentro del despiece de datos. La toma de la imagen satelital fue muy buena, pues las nubes con solo un 1%, resultó en poca pérdida de información sobre el total de la muestra.

Una vez finalizada la clasificación se procede mediante el software Arcgis, en su versión 10.4, a la discriminación por clases y colores y posterior conteo de atributos, para este caso se calcularon las áreas de cada uno de los polígonos que comprendían cada clase, arrojando las siguientes medidas por clase:

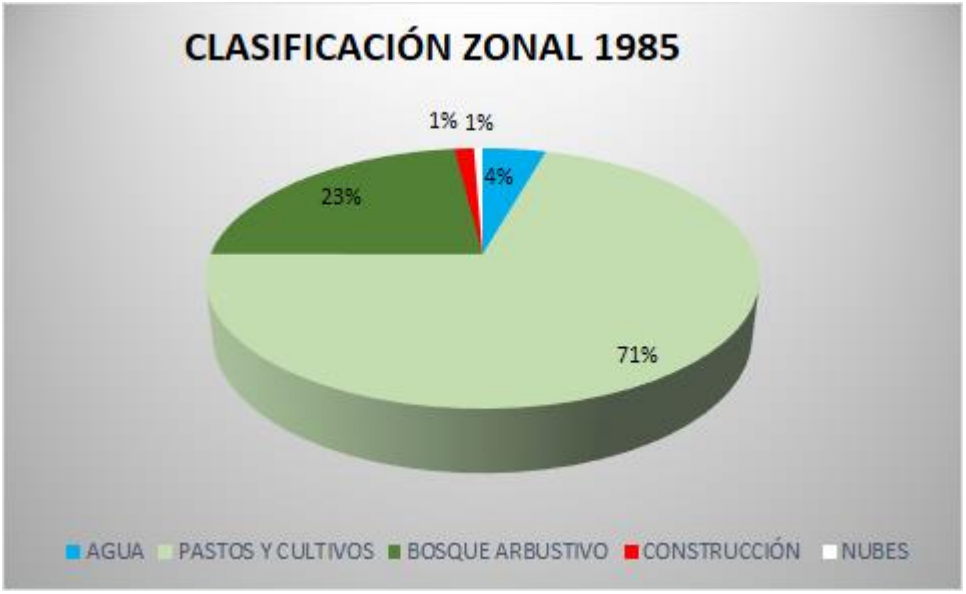
Tabla 6. Cantidades hectáreas por clase clasificación 1985

CLASIFICACIÓN 1985	
DESCRIPCIÓN	**HECTAREAS**
AGUA	3003.94125
PASTOS Y CULTIVOS	47872.6762
BOSQUE ARBUSTIVO	15615.045
CONSTRUCCIÓN	905.45625
NUBES	404.92125
TOTAL	**67802.04**

Fuente: Autores

La tabla anterior muestra las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 1985.

Gráfica 22. Porcentaje clasificación supervisada, clases año 1985

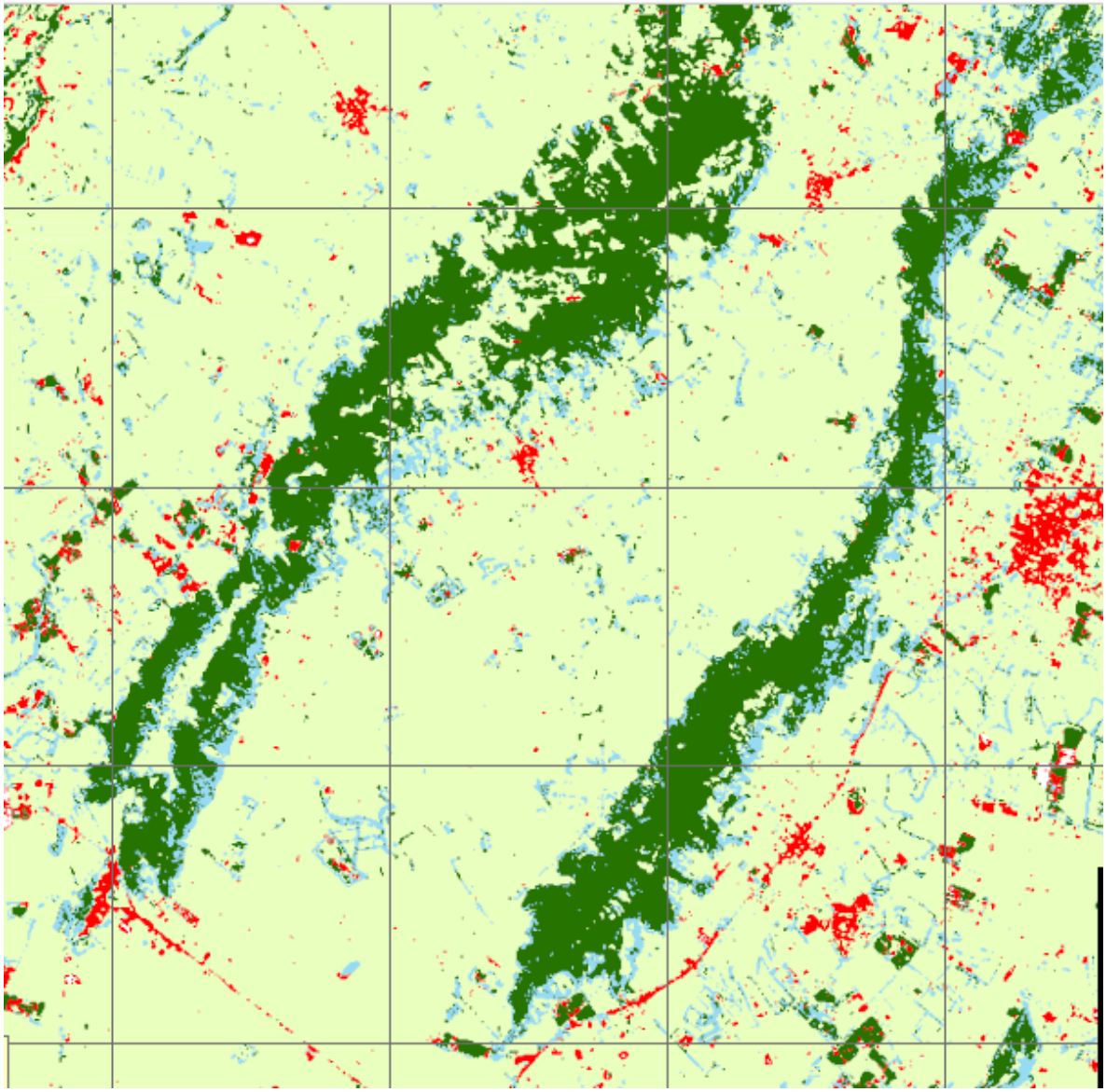


Fuente: Autores

La grafica anterior resume en porcentaje las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 1985, mostrando la clasificación de pastos y cultivos la clasificación de mayor relevancia con un 71%.

2. Serranías de Juaica y Majuy 1997. La imagen original fue tomada del satélite Landsat, el número de plancha es LT05_L1TP_008057_19970830_20161230_01_T1, de la cual se extrajo el recorte de la zona de estudio.

Imagen 9 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 1997



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información compilada y clasificada

Haciendo un comparativo de la imagen 8 con la clasificación de 1985 y la imagen 9, es evidente un incremento en la cantidad de polígonos de construcción (color rojo) en la zona de evaluación. No obstante, se procede como en el proceso anterior, con la verificación de polígonos y atributos de estos, para generar un gráfico con los datos obtenidos de la siguiente manera:

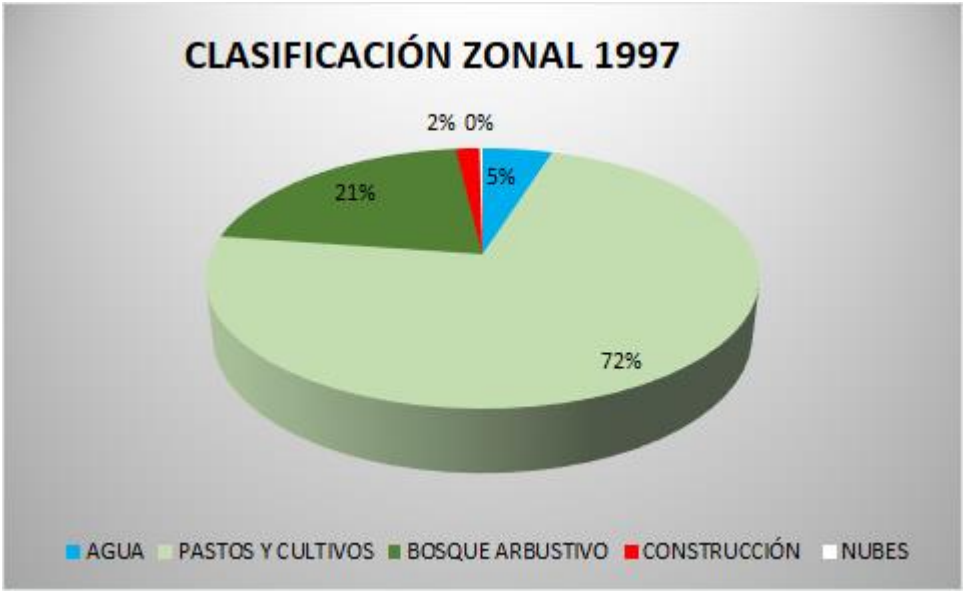
Tabla 7 Cantidades hectáreas por clase clasificación 1985

CLASIFICACIÓN 1997	
DESCRIPCIÓN	**HECTAREAS**
AGUA	3309.40125
PASTOS Y CULTIVOS	49100.7037
BOSQUE ARBUSTIVO	14125.7362
CONSTRUCCIÓN	1125.77625
NUBES	140.4225
TOTAL	**67802.04**

Fuente: Autores

La tabla anterior muestra las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 1997.

Gráfica 23 Porcentaje clasificación supervisada, clases año 1997



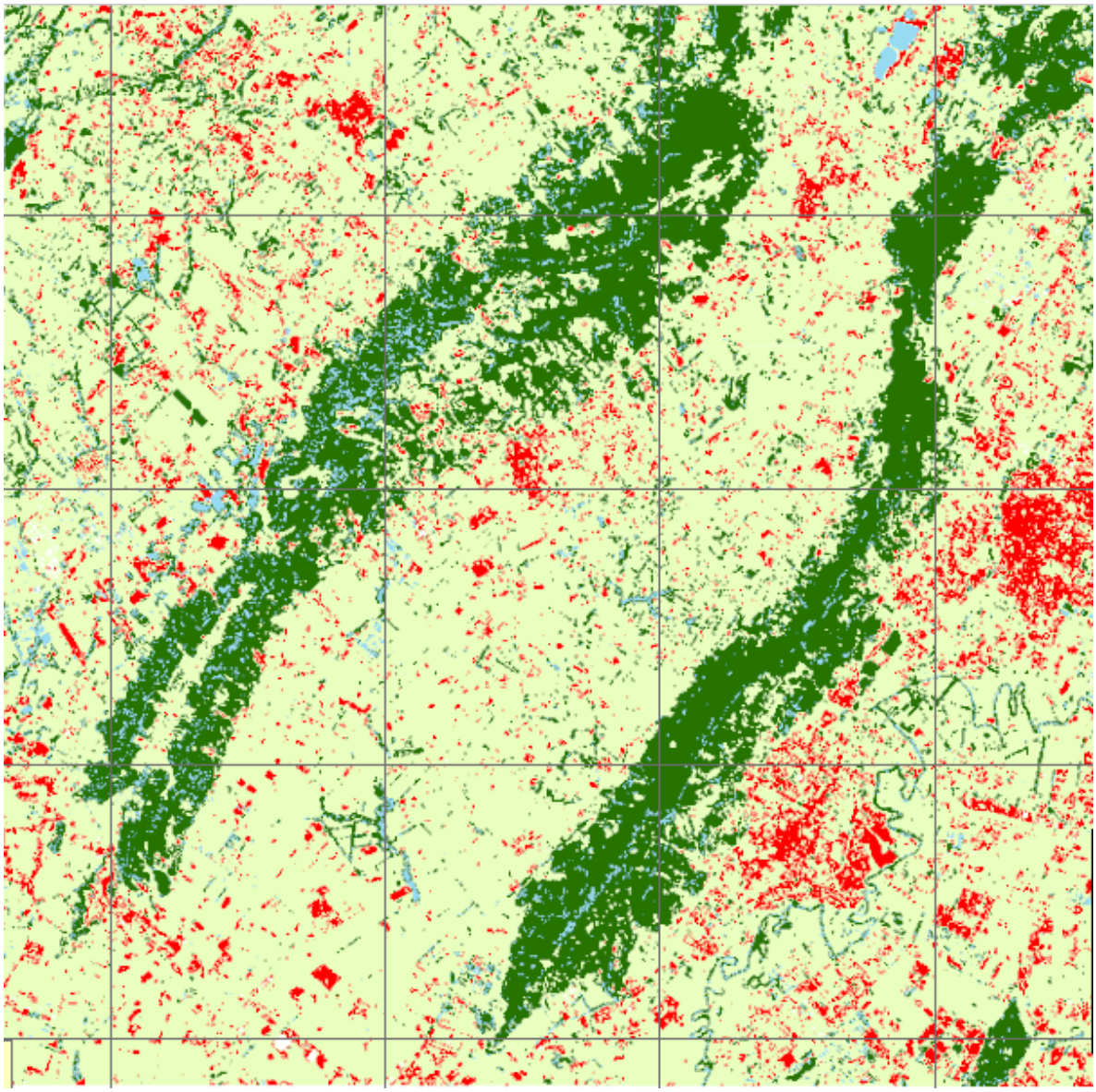
Fuente: Autores

La grafica anterior resume en porcentaje las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 1997, mostrando la clasificación de pastos y cultivos la clasificación de mayor relevancia con un 72%.

Una vez culminada la clasificación y procesados los datos, es evidente un crecimiento en las clases de pastos y cultivos, construcción y cuerpos de agua, cada una con un 1% de aumento. Así mismo descienden 2% los polígonos de bosque arbustivo, lo cual, en contexto es el resultado del aumento de la construcción cerca de las serranías de Juaica y Majuy. También debido a la toma del satélite se observa una disminución en la cantidad de nubes dentro de la imagen.

3. Serranías de Juaica y Majuy 2015. La imagen original fue tomada del satélite Landsat, el número de plancha es LC08_L1TP_008057_20150221_20170412_01_T1, de la cual se extrajo el recorte de la zona de estudio.

Imagen 10 Clasificación supervisada serranías de Juaica y Majuy. 2015



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información compilada y clasificada

Como se puede evidenciar en la imagen 10, la clasificación del año 2015 arroja valores crecientes de construcción muy notables dentro de la imagen, creciendo un 2% respecto de la evaluación anterior en el año 1997. Por el contrario, los valores de bosque arbustivo se ven disminuidos en un 1%. Los valores tan variables de agua, pastos y cultivos, están relacionados al aumento de agua por precipitaciones en las fechas de la toma de la imagen satelital. Al subir los valores de agua en la zona de estudio el sensor satelital reconoce más polígonos de agua estancada en zonas de pastos y cultivos.

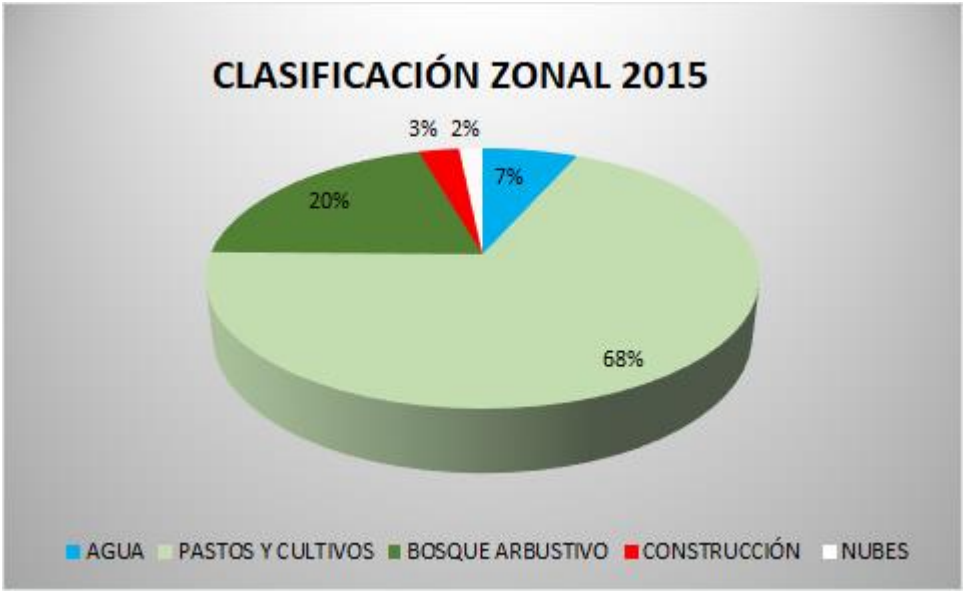
Tabla 8 Cantidades hectáreas por clase clasificación 2015

CLASIFICACIÓN 2015	
DESCRIPCIÓN	**HECTAREAS**
AGUA	4506.4436
PASTOS Y CULTIVOS	46402.6558
BOSQUE ARBUSTIVO	13716.7852
CONSTRUCCIÓN	1905.02493
NUBES	1108.88725
TOTAL	**67639.7968**

Fuente: Autores

La tabla anterior resume las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 2015.

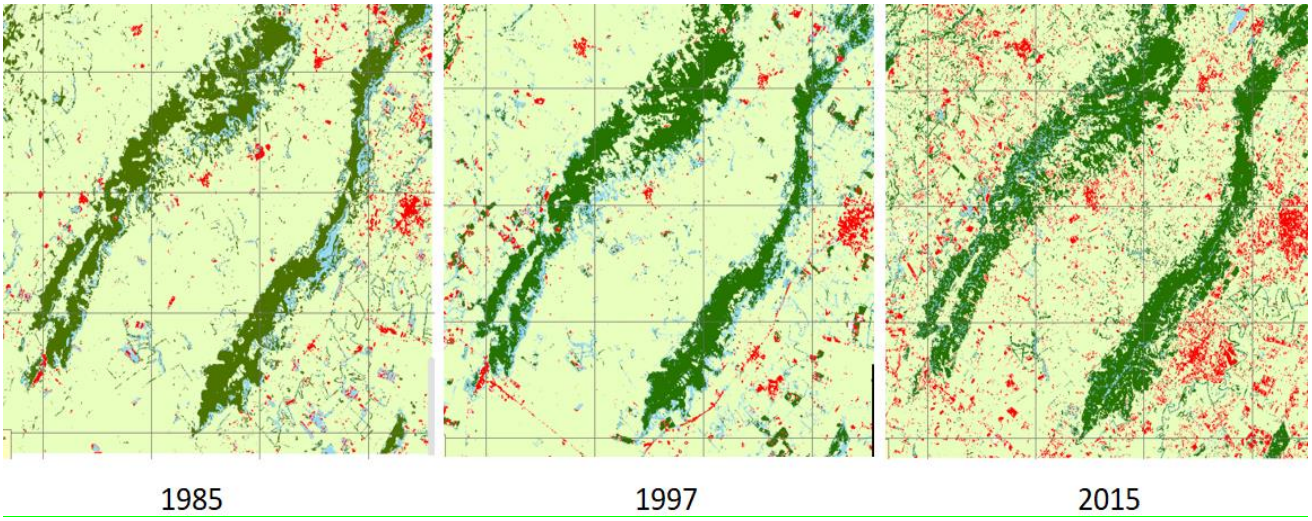
Gráfica 24 Porcentaje clasificación supervisada, clases año 2015



Fuente: Autores

La grafica anterior resume en porcentaje las cantidades de hectáreas por tipo de cobertura clasificada en la imagen satelital para el año 2015, mostrando la clasificación de pastos y cultivos la clasificación de mayor relevancia con un 68%.

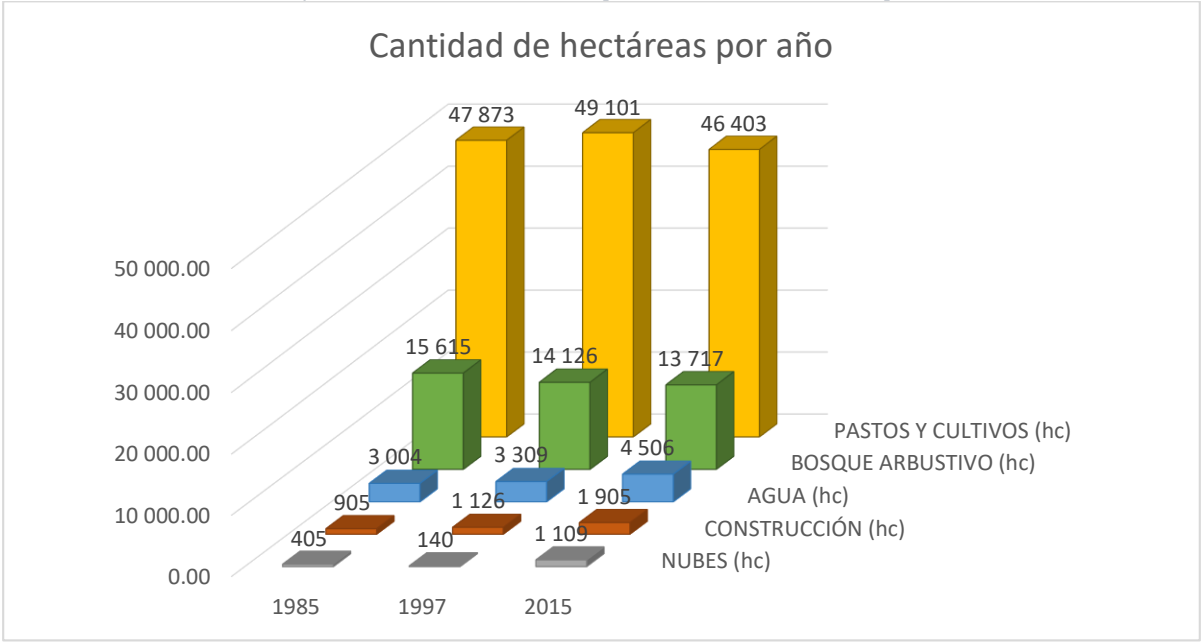
Imagen 11. Comparación zonas de estudio en las tres fechas evaluadas



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información compilada y clasificada

La imagen 11 muestra el resultado por años de la transformación multitemporal de las zonas aledañas a los cerros Majuy y Juaica, mostrando un incremento importante en la clasificación de cobertura de construcciones mostrado en color rojo y una disminución en bosques arbustivo mostrado en color verde oscuro y una disminución de pastos y cultivos mostrado en color verde claro.

Gráfica 25. Cantidad de hectáreas por año del análisis multitemporal



Fuente: Autores

La grafica anterior muestra el comparativo de las cantidades de hectáreas de cada uno de los años en evaluación, es notable el incremento en construcciones del año 2015, así mismo es evidente la disminución de los bosques arbustivos y el ítem de pastos y cultivos, lo cual tiene sentido pues el incremento de construcciones requiere que los terrenos con cultivos o con bosques se vean afectados en disminución de sus cantidades.

5.3. Demanda de agua potable.

Con respecto a la demanda de agua potable, en 2019 la Contraloría de Cundinamarca entregó un informe sobre el agua potable en el departamento, realizando una evaluación general y presentando el estado del recurso hídrico, en relación con la oferta, demanda y calidad de la prestación del servicio de acueducto en la región. Los criterios evaluados que se deben garantizar a la población son cobertura, calidad y continuidad, verificando el derecho fundamental del suministro de agua en cantidad suficiente, aceptable, asequible y accesible para los diferentes hogares en cada municipio. (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

A continuación, se muestra en detalle, para los municipios de Cota, Chía, Tenjo y Tabio, la situación actual con respecto a las fuentes abastecedoras del sistema de acueducto, la cobertura y continuidad del servicio del acueducto, los sistemas de potabilización y el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) para consumo humano, con el fin de entender el estado del recurso hídrico a partir de las necesidades y dinámicas propias de cada uno de los municipios.

5.3.1. Fuentes abastecedoras

Según la Organización de las Naciones Unidas, Colombia es un país privilegiado en términos de disponibilidad de agua, ocupando el séptimo lugar mundial en cuanto a recursos hídricos. Esto se debe a las características orográficas, biofísicas y climáticas de algunas regiones del país, las cuales se encuentran en un estado de conservación bueno. Sin embargo, esta realidad se ve afectada en todo del país por la contaminación de los cuerpos de agua, los fenómenos ambientales de sequía propios de nuestro país, tal como el fenómeno del niño, que durante el presente año ha afectado dramáticamente a todo el país y último por el aclamado, pero ignorado cambio climático. (Ecoforest LTDA, 2009)

A continuación, se presenta las fuentes abastecedoras de los municipios de interés del presente documento, donde los municipios de Chía y Cota se abastecen de agua en bloque, suministrada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Para el caso de Cota, hace compra de agua en bloque y adicionalmente hace uso de tres fuentes subterráneas para el abastecimiento de agua. Para los casos de Tenjo y Tabio, se abastecen de fuentes subterráneas y son administradas por el mismo municipio.

Tabla 9. Prestadores del servicio de acueducto en los municipios en estudio

Municipio	Prestador del servicio de acueducto en el área urbana	Nombre de las fuentes abastecedoras que tiene el sistema de acueducto del área urbana	Origen de cada fuente abastecedora			
			Superficial (cuerpos de agua ríos, quebradas, lagos, embalses)	Subterránea	Otro	Cual
Cota	Cojardín S.A. E.S.P	E.A.A.B			1	Venta de agua en bloque, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
	Aguas de la Sabana de Bogotá S.A. E.S.P	E.A.A.B - Compra de agua en bloque			1	Venta de agua en bloque, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Cetime		1		
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Moya		1		
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Salvio		1		
Chía	EMSERCHÍA E.S.P	Acueducto de Bogotá			1	Venta de agua en bloque, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
Tabio	EMSERTABIO	Quebrada Tince	1			
	EMSERTABIO	Pozo Juaica		1		
Tenjo	EMSERTENJO	Pozo Chitasuga 1		1		
	EMSERTENJO	Pozo Chitasuga 2		1		
	EMSERTENJO	Pozo Churuguaco		1		

Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

Para detallar la información de la tabla anterior, se amplía la información de para cada uno de los municipios que conforman esta monografía, con respecto a las fuentes abastecedoras:

Municipio de Chía

Como se mencionó anteriormente, el agua para consumo humano se compra en bloque a la Empresa del Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). El agua potable se transporta hacia Chía, específicamente al lugar denominado La Caro, donde se encuentra la estación reguladora de presiones y la estación de macromedición. Desde este punto, se deriva la tubería que lleva el agua hasta la red matriz del municipio para su distribución. Se realiza un bombeo hacia las partes altas

del municipio y se alimenta a los tanques de Fonquetá y Lavaderos. (Secretaría de planeación de Chía, 2020)

Municipio de Cota

De acuerdo con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) de Cota, el municipio presenta una problemática hídrica importante, debido a la disminución de aguas superficiales en el territorio y la contaminación de los cuerpos de agua, lo cual genera un aprovechamiento excesivo de aguas subterráneas para uso agrícola, pecuario y residencial. (Secretaría de Planeación Municipal de Cota, 2022)

La CAR por medio del acuerdo 31 de 2005, posteriormente modificado por el acuerdo 04 de 2006, declaró zonas críticas para aprovechamiento de aguas subterráneas a los municipios de Tenjo, El Rosal, Madrid, Funza, Facatativá, Mosquera y parte de los municipios de Cota, Tabio, Subachoque, delimitando en el polígono N° 1. Lo anterior se presentó para otorgar concesiones de agua y autorizar el aprovechamiento de aguas subterráneas conforme a disponibilidad del recurso y con el propósito de la planificación integral del mismo en el territorio, también para determinar medidas necesarias para la protección y control del recurso hídrico subterráneo (CAR, 2008).

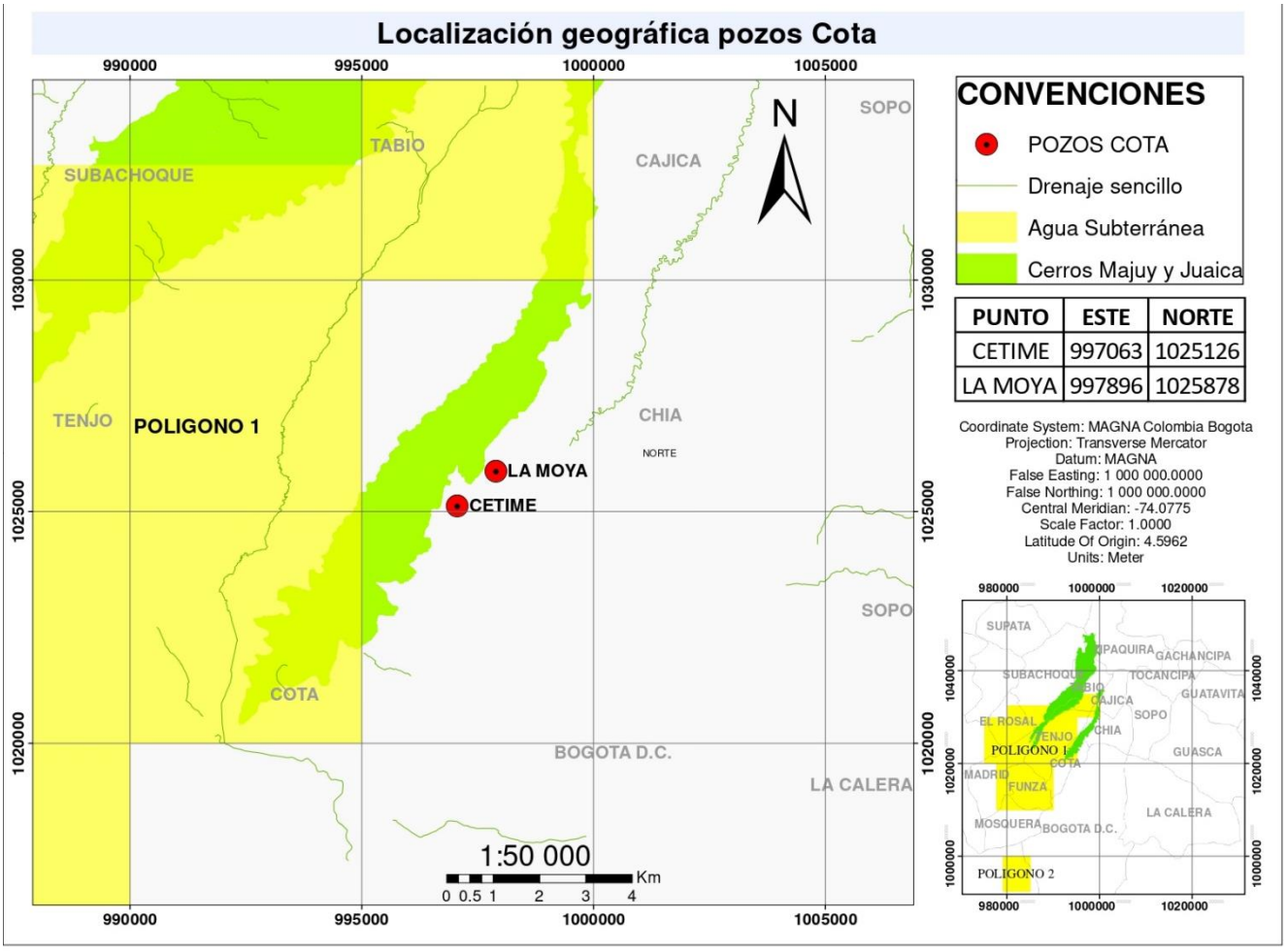
Actualmente el municipio cuenta con 5 plantas de tratamiento de agua potable, que se abastecen con 3 pozos subterráneos (ver tabla 10), los cuales son: Pozo Cetime, pozo la Moya y pozo El Salvio. Como se puede evidenciar en la imagen 12, los tres pozos usados como abastecimiento en el municipio, no se encuentran dentro del Polígono N° 1, denominado como Zona crítica por la CAR (SOLER PEDREROS, 2015).

Tabla 10. Coordenadas pozos subterráneos Cota

Nombre del pozo	Coordenadas	
Cetime	4°49'24.299"N	74°06'14.34447"W
La Moya	4°49'48.78125"N	74°05'47.31138"W
El salvio	No reporta	No reporta

Fuente: (SOLER PEDREROS, 2015)

Imagen 12. Localización geográfica pozos Cota



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información descargada de (RUNAP, 2024) y la información geográfica descargada de (Línea base, 2024)

Adicionalmente el sistema único de información de servicios públicos domiciliarios (SUI), indica que la empresa Aguas de la Sabana de Bogotá S.A. E.S.P, adquiere agua en bloque de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y el uso dado para este recurso es netamente industrial. La empresa Cojardín S.A. E.S.P, también adquiere agua en bloque de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y acorde el SUI, los usos de este recurso son residenciales y comerciales. (Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios, 2022)

Municipio de Tenjo

Debido a que el recurso superficial disponible en la subcuenca Chicú, no presenta las características fisicoquímicas para consumo humano y que las actividades antrópicas alrededor del cuerpo de agua generan una alta carga contaminante del efluente, que lo vuelve inviable para el tratamiento de agua potable, el agua subterránea es la fuente primaria de abastecimiento de agua del municipio de Tenjo. (MELO CARLOS, 2005)

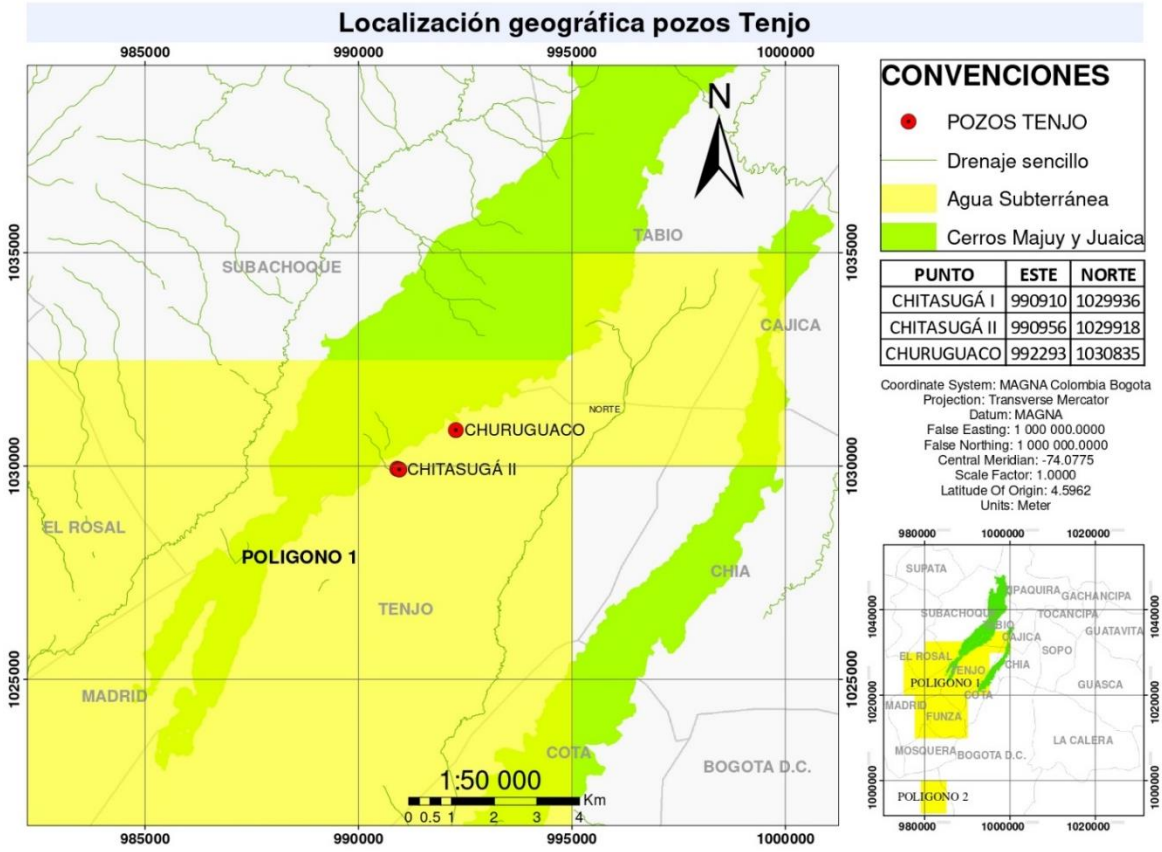
Tabla 11. Coordenadas pozos subterráneos Tenjo

Nombre del pozo	Coordenadas	
Chitasugá I	4°52'0.87230"N	74°09'34.04972"W
Chitasugá II	4°52'0.28650"N	74°09'32.5567"W
Churuguaco	4°52'30.14422"N	74°08'49.16668"W

Fuente: (MELO CARLOS, 2005)

Como se muestra en la tabla anterior el municipio usa 3 pozos subterráneos como fuente de captación para su acueducto, como se muestran en la imagen 13; estos pozos se encuentran dentro de la zona crítica declarada por la CAR en el 2006. Es importante indicar que el municipio, aparte de los tres pozos que surten al acueducto, cuenta con 980 pozos particulares para uso privado distribuidos a lo largo del municipio. los cuales se deben proteger de la contaminación y racionalizar su uso para garantizar su calidad y cantidad las generaciones venideras. (MELO CARLOS, 2005)

Imagen 13. Localización geográfica pozos Tenjo



Fuente: Imagen creada por los autores utilizando, (ESRI, 2024), con base en la información descargada de (RUNAP, 2024) y la información geográfica descargada de (Línea base, 2024).

Municipio de Tabio

Conforme al plan de desarrollo, EMSERTABIO S.A. E.S.P, es la empresa prestadora de servicios públicos, la cual ofrece los servicios de acueducto y alcantarillado al municipio, dicha empresa usa como principal fuente de abastecimiento la Quebrada Tincé y como fuente secundaria el pozo Juaica, ubicado a 2 km de este en el sector Carrón, el agua es bombeada hasta la planta de tratamiento de agua potable. (Secretaría de planeación municipal de Tabio, 2016).

En el municipio de Tabio, se presenta una problemática importante durante la época de verano, ya que ocurre una escasez generalizada del recurso, dónde los caudales descienden considerablemente. Esta no es una problemática nueva ya que desde 1995, se puede evidenciar en el artículo del periódico El Tiempo, las preocupantes declaraciones del señor Armando Junca, en ese momento era presidente del cabildo verde de Tabio y secretario de la Asamblea Nacional de Municipios Verdes. Indicaba que la reducción de las aguas subterráneas se debía a la inquietante cantidad de concesiones para pozos en el municipio, sin tener en cuenta la alarmante disminución de agua del Riofrío en casi 40m del nivel freático informado en los últimos estudios por Ingeominas. En ese momento la quebrada Tincé apenas daba abasto para cubrir las necesidades del casco urbano y algunas veredas vecinas del municipio. (TIEMPO, 1995)

5.3.2. Concesión de aguas

Existen cuatro métodos de adquirir el derecho al uso de aguas y sus cauces, conforme al decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.2.5.1 los métodos son: ministerio de ley, concesión, permiso y asociación. Para lo que compete a este capítulo una concesión consiste en obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales, este permiso lo otorga la autoridad competente; la disponibilidad y el cauce concedido, está sujeto a la disponibilidad del recurso, conforme a la norma vigente, en caso de escasez, todas las concesiones deben ser abastecidas prorrata o por turnos.

Como se indica en el artículo 2.2.3.2.7.4 del decreto 1075 del 2015, la concesión destinada a servicios públicos o a la construcción de obras de interés público o social, podrán ser otorgados hasta por cincuenta años. Para solicitar prórroga sobre la concesión, ésta deberá solicitarse durante el último año del periodo para el cual se haya otorgado.

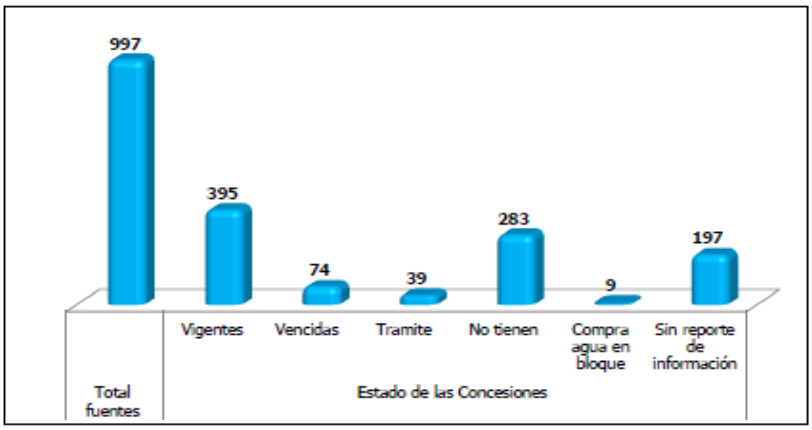
Tabla 12. Estado de las concesiones de agua en los municipios en estudio

Municipio	Prestador del servicio de acueducto en el área urbana	Nombre de las fuentes abastecedoras que tiene el sistema de acueducto del área urbana	Total fuentes	Fuentes con concesión		Vigencia de la concesión		Vigencia de la concesión en años a partir de 2019
				Sí	No	Año de aprobación concesión	Año hasta el cual está aprobada la concesión	
Cota	Cojardín S.A. E.S.P	E.A.A.B	1		1			No tiene
	Aguas de la Sabana de Bogotá S.A. E.S.P	E.A.A.B - Compra de agua en bloque	1	--	--	--	--	Agua en bloque
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Cetime	1	1		2018	2028	9
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Moya	1	1		2019	2029	10
	EMSERCOTA S.A E.S.P	Pozo Salvio	1	1		2018	2028	9
Chía	EMSERCHÍA E.S.P	Acueducto de Bogotá	1	--	--	--	--	Agua en bloque
Tabio	EMSERTABIO	Quebrada Tince	1	1		2010	2020	1
	EMSERTABIO	Pozo Juaica	1	--	--	--	--	Sin reporte
Tenjo	EMSERTENJO	Pozo Chitasuga 1	1		1			No tiene
	EMSERTENJO	Pozo Chitasuga 2	1	--	--	--	--	Sin reporte
	EMSERTENJO	Pozo Churuguaco	1		1			No tiene

Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

La tabla anterior muestra según el informe de la contraloría de Cundinamarca en el 2019, las concesiones de agua a los municipios del presente informe, donde cabe resaltar que sin tener en cuenta los municipios que realizan compra de agua en bloque (Cota y Chía), de las 9 fuentes que abastecen a los municipios, sólo tres a esa fecha contaban con una concesión de agua vigente. La fuente de abastecimiento principal del municipio de Tabio, la cual es la quebrada Tince, ya no contaría con una concesión vigente y su fuente secundaria, el pozo Juaica no reporta información sobre concesión de este. El municipio de Tenjo que tiene dificultades para abastecerse del recurso hídrico con fuentes superficiales, según el informe de la contraloría, no cuenta con una concesión para el uso de este recurso subterráneo. (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

Gráfica 26. Concesiones en el departamento de Cundinamarca



Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

Adicionalmente el informe presenta la angustiante realidad ya que, como se muestra en la gráfica anterior, de las 997 fuentes abastecedoras de agua para consumo humano en Cundinamarca, solo el 40% contaba con la concesión vigente y también muestra la falta de acceso a la información, ya que el 20% de los municipios no reportó alguna información. (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

5.3.3. Cobertura y continuidad del servicio de acueducto

La cobertura de los servicios básicos tanto en las cabeceras municipales como en las viviendas rurales, deben ser garantizados por el gobierno local, el cual debe asegurar un servicio de calidad e ininterrumpido durante las 24 horas del día, como lo enuncia el artículo 5 en el parágrafo 1 de la Ley 142 de 1994; "***Competencia de los municipios en cuanto a la prestación de los servicios públicos"***. Es competencia de los municipios en relación con los servicios públicos, que ejercerán en los términos de la ley, y de los reglamentos que con sujeción a ella expidan los concejos:

- Asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, y telefonía pública básica conmutada, por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por la administración central del respectivo municipio en los casos previstos en el artículo siguiente. (Ley 142 de 1994, Artículo 5)

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas dio reconocimiento explícito al derecho humano al saneamiento y al abastecimiento de agua. Toda la humanidad tiene derecho a obtener de manera continua el agua suficiente, físicamente accesible, salubre, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2022)

En consecuencia, cada municipio debe suplir la cobertura de los servicios públicos al 100% de la población en sus territorios. Es evidente que los municipios en sus zonas urbanas han realizado una buena labor frente a la continuidad del servicio, para el caso de los municipios de estudio solamente Tabio presenta una afectación en la continuidad del servicio, suministrando el líquido

vital entre 18 y 23 horas del día. De la misma manera, la siguiente tabla revela que los municipios, cuentan con el 100% de cobertura del sistema de acueducto municipal en el área urbana.

Tabla 13. Porcentaje de cobertura y continuidad de agua potable zona urbana en los municipios en estudio

Municipio	Prestador del servicio de acueducto en el área urbana	Porcentaje de cobertura del sistema de acueducto municipal en el área urbana	Continuidad en la prestación del servicio de acueducto en la zona urbana			
			Entre 0 y 10 horas día	Entre 10.1 y 18 horas día	Entre 18.1 y 23 horas día	Entre 23.1 y 24 horas día
Chía	EMSERCHÍA E.S.P	100%				1
Cota	Cojardín S.A E.S,P					1
	Aguas de la Sabana de Bogotá S.A E.S.P					1
	EMSERCOTA E.S.P	100%				1
Tabio	EMSERTABIO E.S.P	100%			1	
Tenjo	EMSERTENJO E.S.P	100%				1

Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

En cuanto a las zonas rurales de los municipios en estudio, conforme a la siguiente tabla, es de anotar que, aunque no se ha realizado en todos los municipios la cobertura del 100%, el porcentaje de cobertura es muy bueno, alcanzando hasta el 83% en el caso de Cota, el 94% en Chía, 95% en Tabio y el 100% en Tenjo. (Contraloría de Cundinamarca, 2019).

Chía y Tenjo presentan una continuidad del servicio en zonas rurales entre 23.1 y 24 horas del día, Tabio por su parte presenta un nivel de continuidad entre 18.1 y 23 horas al día y Cota con su empresa EMSERCOTA S.A E.S.P., que cubre el 70% de los predios rurales, presenta un tiempo de continuidad de 23.1 a 24 horas del día. El otro prestador del servicio en Cota en la parte rural es la Junta de Acción Comunal Vereda La Moya, con un 13% de cobertura rural, presenta un tiempo de continuidad de 18.1 a 23 horas al día. Esto denota una muy buena gestión por parte de las empresas prestadoras del servicio de acueducto, en el crecimiento de los datos de cobertura para los municipios de la sabana, al mostrar una eficiencia de cobertura superior al 80% y continuidad de casi las 24 horas del día en las zonas rurales. (Contraloría de Cundinamarca, 2019).

Tabla 14. Porcentaje de cobertura y continuidad de agua potable zona rural en los municipios en estudio

MUNICIPIO	PRESTADOR DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA RURAL	PORCENTAJE DE COBERTURA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO MUNICIPAL EN EL ÁREA RURAL	CONTINUIDAD EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN LA ZONA RURAL				
			ENTRE 0 Y 10 HORAS DÍA	ENTRE 10.1 Y 18 HORAS DÍA	ENTRE 18.1 Y 23 HORAS DÍA	ENTRE 23.1 Y 24 HORAS DÍA	OTRO ¿CÚAL?
CHÍA	EMSERCHÍA E.S.P	94%				1	
COTA	Junta de Acción Comunal Vereda La Moya	13%			1		
	EMSERCOTA S.A E.S.P	70%				1	
	Acueducto Veredal La Moya						
	Acueducto Veredal Rozo						
	Aguas de la Sabana de Bogotá SA E.S.P						
	Cojardín SA E.S.P						
TABIO	EMSERTABIO	95%			1		
TENJO	EMSERTENJO	100%				1	
	EMSERTENJO	100%				1	

Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

Es de vital importancia tener en cuenta la cobertura del servicio, ya que conforme al artículo 3 del decreto 1447 de 2010, la cobertura es un indicador de eficiencia, en cuanto a servicio público domiciliario de agua potable, este se ve reflejado en dos criterios. El primero se refiere a la cobertura del acueducto, que representa el porcentaje de viviendas en un municipio o distrito, tanto en áreas urbanas como rurales, que tienen acceso al servicio de acueducto sin contar otras fuentes de abastecimiento o métodos de conducción del agua. El segundo indicador se relaciona con la cobertura de agua potable, que indica el porcentaje de viviendas con conexión al acueducto cuyo suministro de agua cumple con los estándares de calidad que establecen las autoridades sanitarias competentes. (Decreto 1447 de 2010, Artículo 3)

La continuidad en la prestación del servicio es otro indicador de eficiencia, el artículo 2 de la ley 142 de 1994, numeral 4, señala que la prestación debe ser continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo, cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan. (Ley 142 de 1994, Artículo 2)

Estos dos criterios son aceptables en condiciones normales para los municipios de estudio, sin embargo, en el presente año, el fenómeno del niño ocasiono una disminución importante del recurso hídrico de los embalses del Neusa, Sisga y Tominé. Lo cual generó que desde el pasado 11 de abril del 2024, la alcaldía del Distrito Capital y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EEAB), realizara un racionamiento del líquido vital para Bogotá por sectores y también en los municipios aledaños, que hacen compra de agua en bloque al EEAB, lo anterior muestra la importancia de proteger el recurso hídrico y la amenaza, que puede ser para los municipios aledaños, depender de la compra en bloque al EEAB, ya que en algún momento, como está ocurriendo en este momento, no podría presentarse una crisis y no garantizar la continuidad del servicio. (El tiempo, 2024)

5.3.4. Índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano

Uno de los grandes retos que se han planteado los municipios en el sector salud y servicios públicos, es dotar a la población de agua potable, con el fin de evitar la propagación de enfermedades entre los pobladores y garantizar un servicio con altas condiciones de seguridad, en cuanto al consumo del agua como fuente vital de vida.

La presencia de agua contaminada y la falta de saneamiento adecuado están vinculadas con la propagación de enfermedades como el cólera, diferentes tipos de diarrea, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis. La ausencia o insuficiencia de servicios de agua y saneamiento, o su gestión inadecuada, aumenta los riesgos para la salud de la población, los cuales podrían ser prevenidos. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2022)

La gestión inapropiada de aguas residuales industriales, urbanas y agrícolas puede llevar a una peligrosa contaminación biológica o química del agua que consumen cientos de millones de personas. Además de la contaminación causada por actividades humanas, la presencia natural de ciertos productos químicos, como el arsénico y el fluoruro en aguas subterráneas, puede ser perjudicial para la salud. Asimismo, el agua destinada al consumo humano puede contener cantidades elevadas de otros productos químicos, como el plomo, debido a la lixiviación de elementos relacionados con el suministro de agua. (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2022)

Según el decreto 1575 de 2007, el IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para consumo humano), es la probabilidad de que se presenten enfermedades debido al incumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua destinada al consumo humano. Para calcular el IRCA, como se menciona en el artículo 12 del decreto 1575 de 2007, se asignará un puntaje de riesgo a cada característica física, química y microbiológica, según la tabla a continuación, por no cumplir con los valores aceptables establecidos en la resolución 2115 de 2007

Tabla 15. Puntajes de riesgo IRCA

Característica	Puntaje de riesgo
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1.5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al^{3+})	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

FUENTE: Decreto 1575 de 2007

El valor del IRCA es de cero (0) puntos si se satisfacen los valores aceptables para cada una de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas establecidas en la presente resolución, y de cien (100) puntos para el riesgo más alto cuando no se cumple ninguno de estos valores. De acuerdo con la resolución 2115 de 2007, el artículo 14 describe cómo calcular el índice IRCA partiendo del puntaje de riesgo como se muestra en las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1.Porcentaje IRCA por muestra

El IRCA por muestra:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

FUENTE: Decreto 1575 de 2007

La ecuación anterior hace referencia al cálculo del puntaje del IRCA por muestra.

Ecuación 2. Porcentaje IRCA mensual

El IRCA mensual:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\text{de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

FUENTE: Decreto 1575 de 2007

La ecuación anterior hace referencia al cálculo del puntaje del IRCA mensual.

Considerando los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, se establece la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la entidad prestadora. Además, se indican las acciones que debe llevar a cabo la autoridad sanitaria competente, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 -100	INVIABLE SANITARIA MENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: Decreto 1575 de 2007

A partir de la clasificación de los valores IRCA, los municipios y sus entidades prestadoras del servicio de abastecimiento de agua han contratado el servicio para la caracterización del agua potable que se suministra a la población, los datos de los municipios en estudio se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 17. Valores IRCA de los municipios en estudio

MUNICIPIO	PRESTADOR DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA QUE CALIFICAN EL ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO IRCA	NOMBRE DEL LABORATORIO	VALOR PROMEDIO DEL IRCA EN EL AÑO 2018, CALCULADO POR EL LABORATORIO PRIVADO
CHÍA	EMSERCHÍA E.S.P	H20 - AVINCO	0.6
COTA	AGUAS DE LA SABANA	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA. BIOPOLAB	0
	EMSERCOTA S.A E.S.P	MABER SOLUCIONES HIDROQUÍMICAS SAS	2.56
TABIO	EMSERTABIO	MABER SOLUCIONES HIDROQUÍMICAS	1.5
TENJO	EMSERTENJO	MABER SOLUCIONES	2.3
	EMSERTENJO	MABER SOLUCIONES	3.3

Fuente: (Contraloría de Cundinamarca, 2019)

Conforme a la tabla anterior, los valores entregados por los laboratorios a los prestadores del servicio, indican conforme a la tabla de clasificación del riesgo en salud, que los municipios de estudio tienen un alto grado de calidad de sus aguas, estando todos los valores del IRCA en el rango de 0-5, razón por la cual todos son clasificados como "**SIN RIESGO**", dando como resultado un agua apta para el consumo humano y la acción a seguir para las empresas prestadoras del servicio es control y vigilancia, para seguir suministrando aguas de calidad.

5.4. Importancia estratégica del régimen especial de la Región Metropolitana de Bogotá.

5.4.1. Análisis de la creación de la Región Metropolitana de Bogotá

Uno de los factores clave del crecimiento urbano es el proceso de industrialización y el aumento económico de las ciudades, lo que provoca un incremento de la población urbana procedente de zonas rurales. En el caso de Colombia, esta situación se intensificó debido al conflicto armado interno, que provocó el desplazamiento de personas desde municipios afectados por la violencia. Las ciudades más grandes y sus municipios cercanos recibieron a esta población que huía de la violencia, lo que ha generado una segregación territorial. Esto se debe a que los asentamientos se establecieron principalmente en las periferias urbanas, llevando a la formación de barrios de invasión, urbanización informal y un crecimiento acelerado y desordenado de los municipios vecinos. (Galvis Goméz, 2021)

Lo anterior ha generado dos retos fundamentales para las instituciones: por un lado, una alta demanda de bienes y servicios que las administraciones locales no tienen la capacidad de satisfacer; y por otro lado, procesos de conurbación, gentrificación e interrelaciones más intensas entre las ciudades y sus municipios aledaños, de los cuales muchos se han transformado en municipios dormitorio. (Galvis Goméz, 2021)

Imagen 14. Proyectos inmobiliarios en Tabio



Imagen de la zona de reserva Majuy, donde se muestra las ofertas inmobiliarias presentes en la falda de la serranía del Majuy
Fuente: Fotografía de la zona de Tabio tomada por los autores

Debido al crecimiento en la ciudad capital y de los municipios cercanos en la sabana de Bogotá, en 2019 se presenta la oportunidad de conformar el Área Metropolitana de Bogotá-Cundinamarca, con la modificación del artículo 325 de la Constitución Política de Colombia, bajo el acto legislativo No. 182 de 2019 de la Cámara, el cual solicitó la posibilidad de integrar Bogotá con algunos municipios de Cundinamarca, con el objetivo de reorganizar el territorio y establecer instancias subnacionales. Esta integración permitiría coordinar políticas que involucren a más de un municipio, con el fin de resolver los problemas generados por el crecimiento de las ciudades y su conexión con los municipios vecinos. (Reynosa Carrero, 2021)

En el país actualmente existen seis áreas metropolitanas y tres aglomeraciones:

1. Área Metropolitana de Barranquilla
2. Área Metropolitana del Valle de Aburrá
3. Área Metropolitana de Centro Occidente
4. Área Metropolitana Valle del Cacique Upar
5. Área Metropolitana de Cúcuta
6. Área Metropolitana de Bucaramanga

1. Y tres aglomeraciones:Aglomeración de Cartagena
2. Aglomeración de Manizales
3. Aglomeración de Cali

(Galvis Goméz, 2021)

Recientemente la Región Metropolitana de Bogotá-Cundinamarca entró en operación el pasado 20 de diciembre de 2022, a partir de la formación del primer consejo regional. Una vez elegido Nicolás García como presidente del primer consejo regional, se aprobaron los estatutos que reglamentan las condiciones de operación, así como la estructura general de la entidad. Dicho consejo está conformado por la Alcaldía de Bogotá, la Gobernación de Cundinamarca, Las alcaldías de los municipios de Cundinamarca que formen parte de la Región Metropolitana tendrán un representante del presidente de la República y otro del Comité Intergremial de Bogotá y Cundinamarca. Estos delegados podrán participar en las discusiones, pero no tendrán derecho a voto. (Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos, 2022)

Es un modelo que facilitará la colaboración e integración entre el Distrito Capital, los municipios y la gobernación de Cundinamarca. El objetivo de este proyecto es asegurar la implementación de planes y programas de desarrollo integral, así como garantizar la prestación eficiente y oportuna de servicios públicos y privados entre las entidades territoriales participantes. Se busca fomentar un desarrollo armonioso, promover la equidad, reducir las disparidades entre los territorios y llevar a cabo obras de interés regional. (Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos, 2022)

En cuanto al impacto ambiental, la Región Metropolitana planificará y ejecutará proyectos que fortalezcan la estructura ecológica regional y coordinará la formulación y ejecución de planes de gestión ambiental.

Sus principales competencias se basan en:

1. Unificar el modelo de ordenamiento territorial y la protección de la estructura ecológica principal mediante una visión regional, a través de la articulación de la gobernanza.
2. Implementar acciones coordinadas para la adaptación y mitigación del cambio climático.
3. Simplificar la gestión integral de residuos sólidos y fomentar la economía circular intersectorial, con énfasis en la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos.
4. Fortalecer el vínculo interinstitucional para promover formas de movilidad sostenible y mejorar la calidad del aire.

Adicionalmente, según la ley 2199 del 8 de febrero de 2022, en su artículo 10, las competencias por áreas temáticas de la Región Metropolitana en cuanto a servicios públicos domiciliarios son:

1. Coordinar, promover y/o ejecutar acciones para una adecuada planificación y gestión del recurso hídrico con enfoque regional.
2. Gestionar, en colaboración con otras autoridades, la asesoría y asistencia técnica, administrativa y financiera, así como la adopción de prácticas de buen gobierno en las empresas públicas de servicios públicos domiciliarios de los municipios de la Región Metropolitana.
3. Promover, diseñar y apoyar esquemas asociativos para la prestación de servicios públicos domiciliarios con enfoque regional y territorial, garantizando cobertura, calidad, eficiencia y sostenibilidad.
4. Hacer seguimiento a la gestión y prestación de servicios públicos domiciliarios en su jurisdicción y reportar a la autoridad competente para el control y vigilancia.
5. Formular una política regional para la gestión de residuos sólidos y líquidos, y coordinar la implementación de esquemas asociativos y acciones bajo el modelo de economía circular, incluyendo el reúso de aguas residuales y el aprovechamiento de residuos sólidos.

En materia ambiental, la Región Metropolitana tendrá las siguientes competencias:

1. Articular, junto con autoridades ambientales y otros actores, el Plan de Seguridad Hídrica y el Plan de Acción Climática para la Región Metropolitana, y coordinar la ejecución de programas y proyectos para su implementación, conforme a la Ley 1844 de 2017.
2. Coordinar con el distrito capital, el departamento de Cundinamarca y los municipios de la Región Metropolitana la realización de estudios sobre amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como la gestión de proyectos prioritarios.
3. Estructurar y ejecutar proyectos ambientales en coordinación con el departamento, el distrito capital y los municipios, conforme a los lineamientos de las autoridades ambientales.
4. Aprobar, en coordinación con la corporación autónoma regional, la inclusión de la Estructura Ecológica Principal Regional en el plan estratégico y de ordenamiento metropolitano. (Ley 2199 del 8 febrero 2022, Artículo 10)

En cuanto a recursos naturales y conservación del ambiente, la ley establece que la Región Metropolitana debe:

1. Ejecutar obras de carácter metropolitano conforme al Plan Estratégico de la Región Metropolitana y sus planes y programas complementarios.
2. Adoptar un plan metropolitano para la protección de recursos naturales y la defensa del ambiente, conforme a las disposiciones legales y reglamentarias. (Ley 2199 del 8 febrero 2022, Artículo 10)

5.4.2. El medio ambiente visto en una perspectiva regional, clave para la sostenibilidad

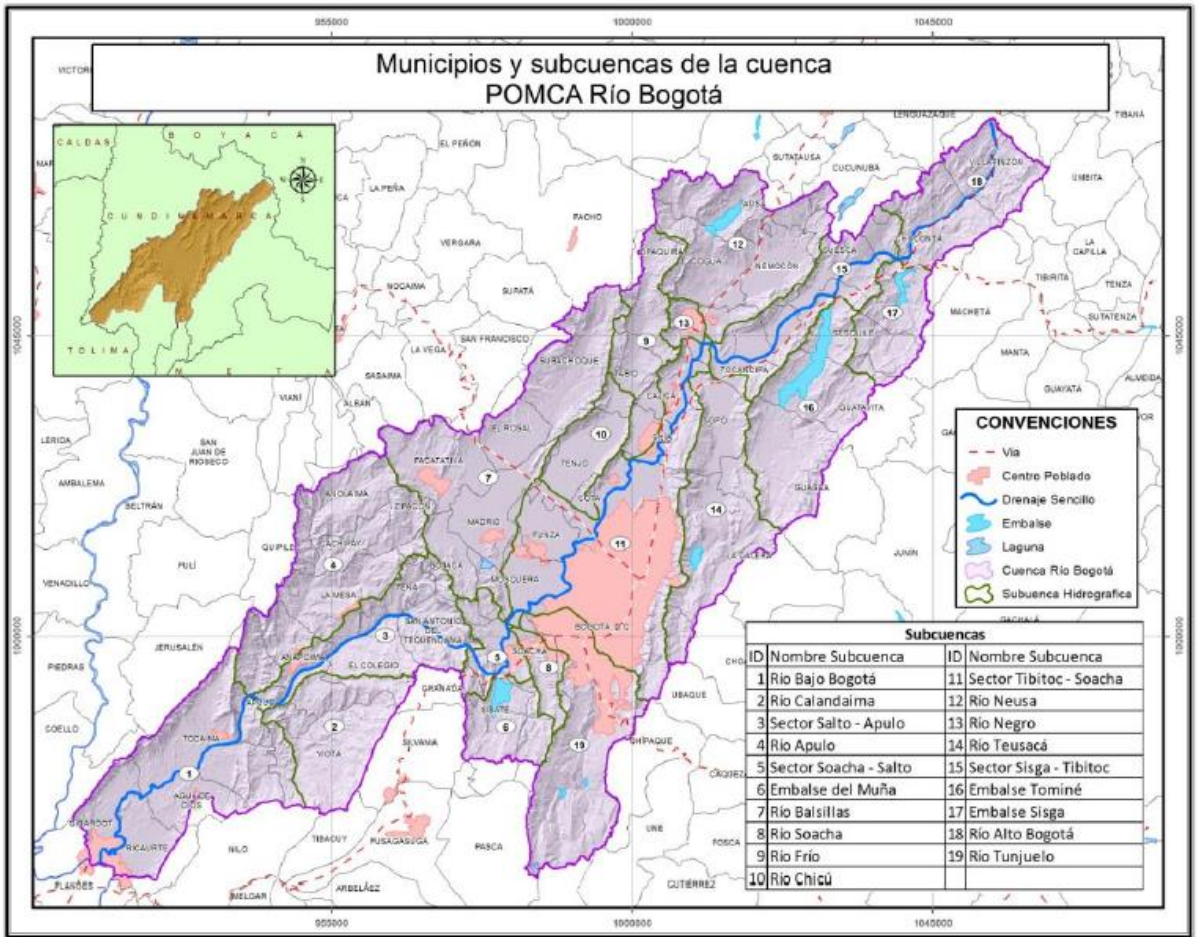
Los cerros Juaica y Majuy se encuentran en un área que contribuye al flujo de agua de la cuenca del río Bogotá. En una cuenca hidrográfica interactúan diversos ecosistemas naturales, cuya complejidad aumenta con el tamaño de la cuenca. Estos ecosistemas están formados por elementos como el aire, el clima, el suelo, el subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna y el paisaje, entre otros, que en conjunto conforman la oferta de bienes y servicios ambientales. (Ordoñez Gálvez, 2011)

Los suelos de las cuencas hidrográficas suelen compararse con una esponja, ya que absorben una gran cantidad de agua de lluvia en poco tiempo y luego la liberan gradualmente. Esto permite que los ríos y quebradas mantengan un flujo constante de agua incluso durante períodos secos. Esta capacidad de absorción se optimiza cuando la zona circundante a las cuencas está cubierta de plantas y árboles. (Ordoñez Gálvez, 2011)

Debido a todo el proceso de conurbación en los municipios de estudio, mostrado en los capítulos anteriores y el análisis multitemporal, gran parte de la capa vegetal en los cerros ha sufrido una reducción importante, por lo que cada vez es más común evidenciar noticias de desabastecimiento en las fuentes de captación de los acueductos municipales, por lo que se puede decir que no se garantiza el recurso hídrico, en algunos municipios, especialmente en temporadas secas. (El tiempo, 2024)

Cada uno de los municipios de la región metropolitana, se encuentra hídricamente interconectado con sus municipios aledaños, debido a las subcuencas (ver imagen 15), por lo que los cambios que se realicen al uso del suelo, como la disminución de la vegetación, la pérdida de fauna y la contaminación de las fuentes hídricas genera un efecto dominó, donde cada pequeño cambio origina un cambio similar a su lado, que a su vez causa otro similar, y así sucesivamente en una secuencia lineal. Por ello es prioritario realizar un análisis y un plan de acción, no solo evidenciando las necesidades de cada uno de los municipios, si no de la región en general. (Preciado Beltrán, Territorio, desarrollo y medio ambiente en la Sabana de Bogotá: Una visión desde los actores, 2022)

Imagen 15. Localización de la cuenca, municipios y subcuencas

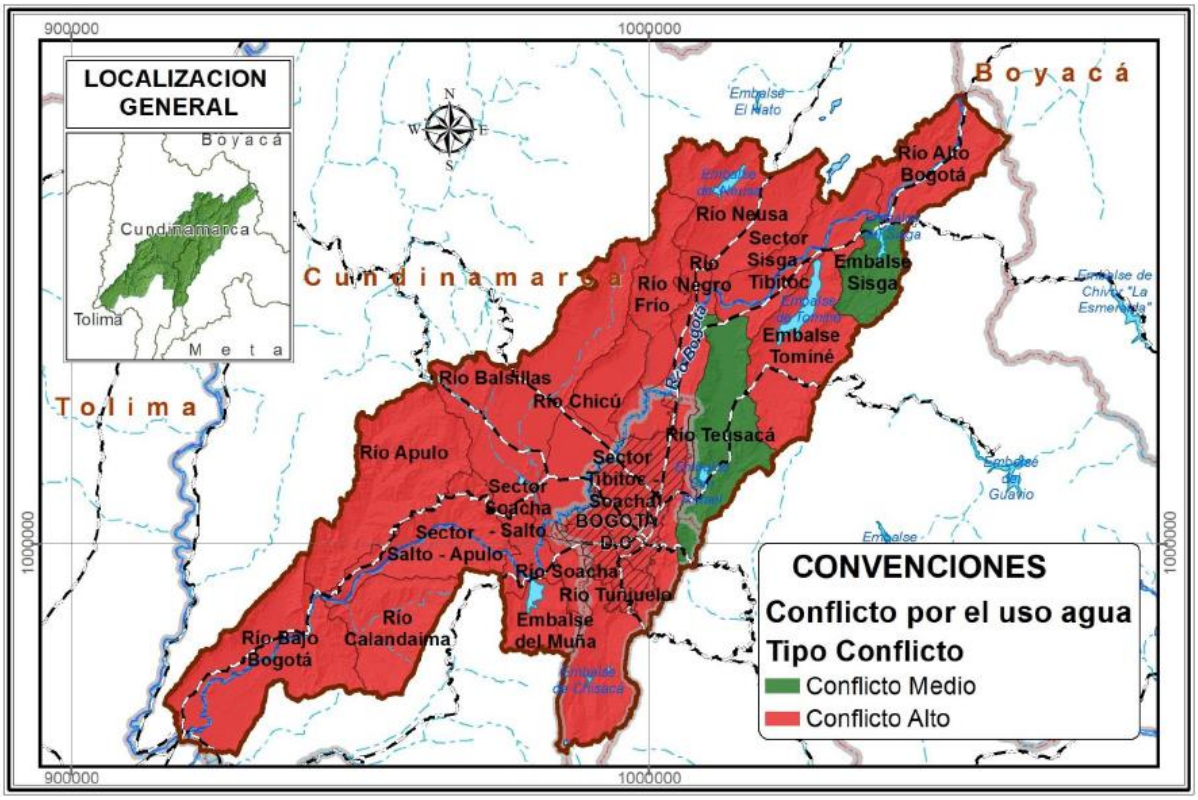


Fuente: (Huitaca Consorcio, 2017)

De acuerdo con el análisis situacional del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA) del río Bogotá, el conflicto por el uso del recurso hídrico se describe en términos de disponibilidad y calidad del recurso. Este conflicto se determina mediante el cruce del Índice de Uso del Agua (IUA) y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL). El análisis revela que la cuenca del río Bogotá enfrenta limitaciones en los usos del agua definidos, ya que la oferta del recurso no supera la demanda y la calidad del agua restringe su uso. (Huitaca Consorcio, 2017)

Según el POMCA del río Bogotá 2120, el conflicto alto del recurso hídrico afecta al 91,30% de la cuenca, indicando una fuerte presión sobre el recurso debido a una demanda que supera la oferta hídrica (ver imagen 16). Esta situación se agrava por la alta contaminación del agua. El crecimiento acelerado de las actividades económicas y la densidad poblacional contribuyen a esta presión, lo que sugiere que las subcuencas deben ser priorizadas para intervenciones de ordenación y control. (Huitaca Consorcio, 2017)

Imagen 16. Conflicto por uso del recurso hídrico



Fuente: (Huitaca Consorcio, 2017)

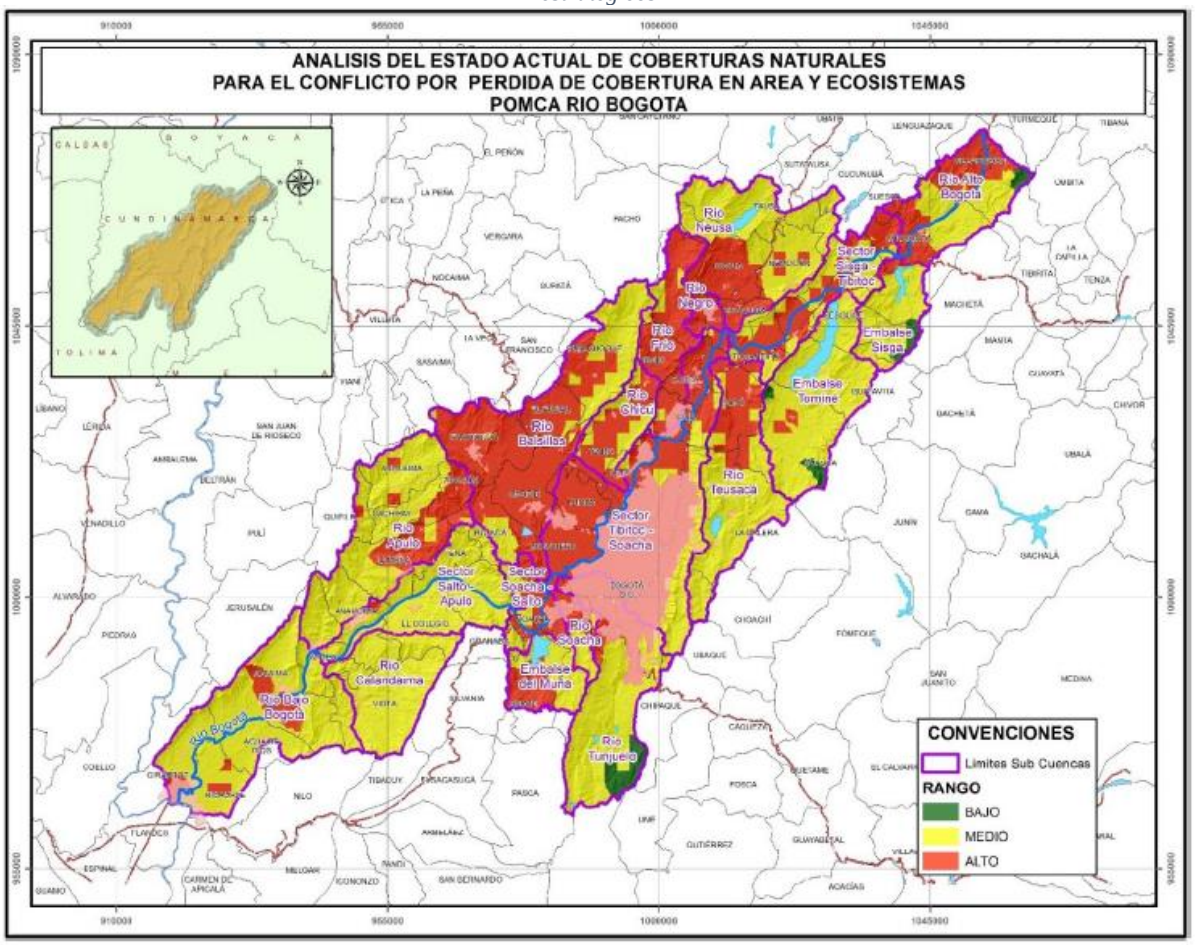
Según la Estrategia de Seguridad Hídrica para América Latina y el Caribe, la Seguridad Hídrica (SH) se refiere a la capacidad de acceder a cantidades suficientes de agua para diversos usos, mantener la calidad de los recursos hídricos y considerar adecuadamente el cambio climático en:

1. La planificación de la infraestructura hídrica.
2. La regulación de caudales.
3. El manejo, la preservación y la valoración económica de los servicios ecosistémicos relacionados con el agua.
4. La gestión de inundaciones y riesgos de desastres naturales. (BID, 2019)

Conforme a lo anterior, la Seguridad Hídrica (SH) se ha convertido, progresivamente, en uno de los principales desafíos para los sectores económicos, ambientales, sociales y políticos, siendo esencial para garantizar el desarrollo sostenible. El recurso hídrico es la fuente principal a través de la cual se manifestarán los impactos del cambio climático en los esenciales promotores del crecimiento de la economía mundial: la agricultura, la energía, la industria y el sector urbano. Por lo que es uno de los puntos a evaluar y rediseñar como nación y en esta propuesta específica como región metropolitana. (BID, 2019)

Adicionalmente, el POMCA del río Bogotá desarrolla una evaluación del conflicto por disminución de cobertura en ecosistemas y áreas estratégicos. Esta evaluación considera las condiciones específicas de la cuenca en términos de su cobertura y la presión producida por la población sobre los diversos tipos de cobertura. (Huitaca Consorcio, 2017)

Imagen 17. Análisis del estado actual de las coberturas naturales para conflictos por pérdida de coberturas en ecosistemas estratégicos

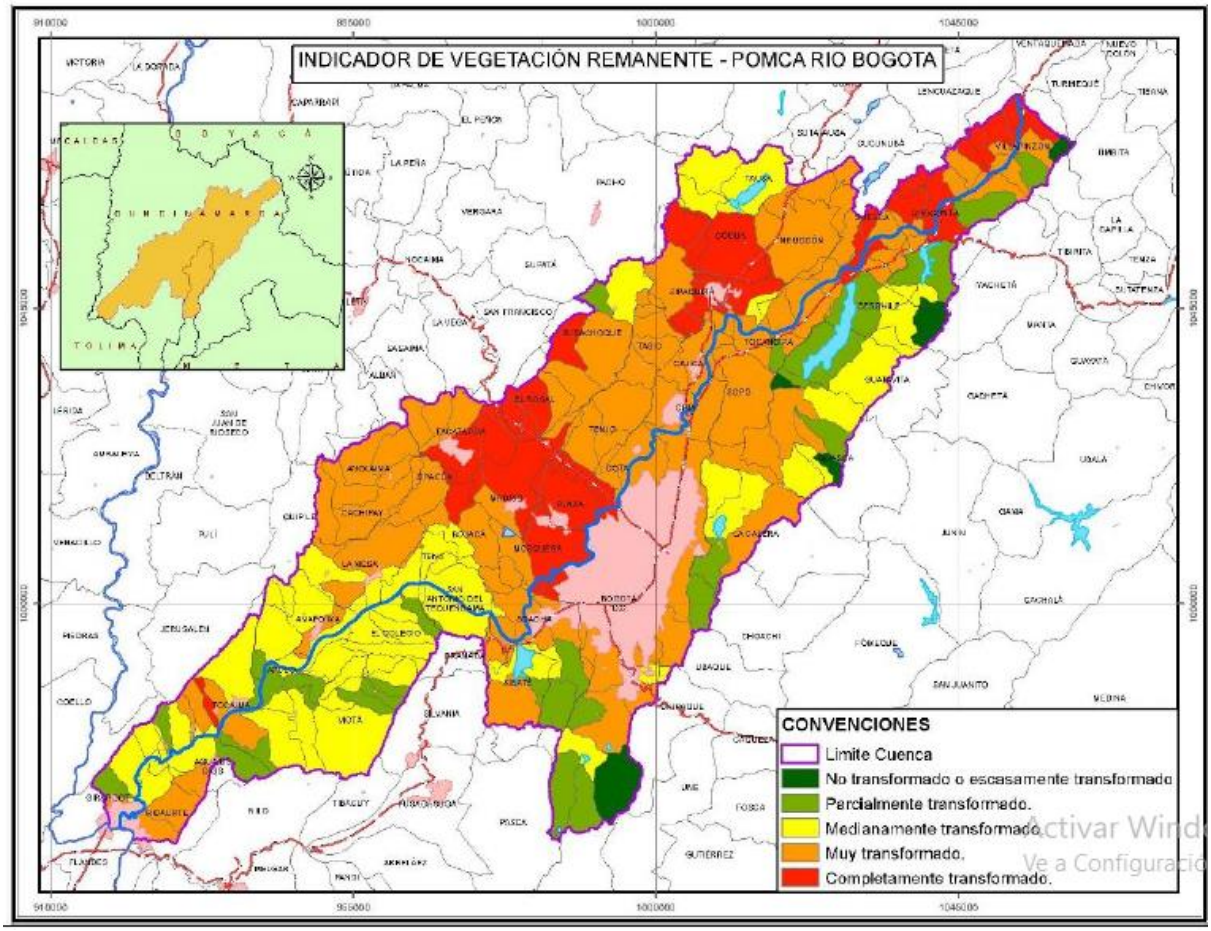


Fuente: (Huitaca Consorcio, 2017)

Infortunadamente, los cerros Majuy y Juaica, han sufrido un deterioro fuerte debido a todas las actividades antrópicas, que se han venido desarrollado en los municipios aledaños y conforme al POMCA río Bogotá, los conflictos por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégico, se encuentra dentro de la categoría denominada como alto (ver imagen 17). (Huitaca Consorcio, 2017)

De la misma forma, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA) del río Bogotá relaciona el Indicador de Vegetación Remanente (IVR). Este indicador cuantifica el porcentaje de vegetación que ha quedado remanente, clasificada por tipo de cobertura vegetal, mediante un análisis multitemporal, con especial atención en las coberturas naturales. La imagen 18 del POMCA debe mostrar esta relación y proporcionar información detallada sobre la vegetación remanente en la cuenca del río Bogotá, lo que es crucial para comprender y abordar la conservación y gestión de los recursos naturales en la región. (Huitaca Consorcio, 2017)

Imagen 18. Indicador de vegetación remanente



Fuente: *(Huitaca Consorcio, 2017)*

Para el caso de los municipios de estudio se evidencia un índice de vegetación muy transformado, esto se debe al proceso de urbanización paulatino que se lleva a cabo en estos municipios, especialmente para la población flotante que sale de Bogotá y que busca esa relativa mediación entre lo urbano y lo rural. (Huitaca Consorcio, 2017)

*Imagen 19.*Crecimiento de construcciones en la ladera de los cerros



Esta imagen muestra el crecimiento de construcciones sobre la falda de la serranía del Majuy.
Fuente: Fotografía de la zona del Majuy tomada por los autores.

Como se mencionó en el capítulo anterior, algunos municipios sabaneros como Cota y Chía adquieren agua en bloque del acueducto de Bogotá para asegurar el suministro de agua a su población. Sin embargo, la mayoría de estos municipios muestran una gestión deficiente en lo que respecta a la conservación y manejo de las cuencas hidrográficas, así como a la recuperación de la calidad del agua superficial. Muchos de estos municipios se acostumbraron a obtener agua de Bogotá mientras la expansión urbana crecía rápidamente. Esto ha llevado a una crisis inminente en cuanto al suministro de agua, ya que los ecosistemas de páramo que abastecen a Bogotá tienen una capacidad limitada para proporcionar agua a una región en constante crecimiento. Esto subraya la necesidad urgente de una planificación cuidadosa en términos de la cantidad de agua que puede proveerse en un contexto de crecimiento urbano constante (Preciado Beltrán, 2015).

Uno de los principales y más complejos objetivos de las organizaciones municipales en la región metropolitana es el agua, este recurso proveniente en su gran mayoría de la red de acueducto de Bogotá, se viene vendiendo en bloque en varios municipios, lo que conlleva una problemática ambiental y de planeación para los municipios. A partir de la venta del recurso desde Bogotá, los municipios han logrado expandir sus áreas urbanas, agrandando la generación de viviendas en propiedad horizontal sin un límite claro o definido, pues el control y la planificación de los POT no se respeta, o se ignora. De este modo se pone en tela de juicio la factibilidad de un modelo de expansión urbana municipal, pues el tema de los servicios públicos representa un traspié muy grande en la toma de decisiones del proyecto regional. (Preciado Beltrán, 2015)

Así pues, cada uno de los municipios aledaños a Bogotá, al término de unas décadas se expandirán de manera acelerada, asumiendo los cambios de uso de suelo necesarios de rural a urbano, para que sus objetivos urbanos se vean cumplidos, sin contar con los debates y la planeación suficientes para la realización del modelo ciudad región, en el cual Bogotá centra su atención, desde el reforzamiento del POT, buscando una ciudad compacta. Este sin duda es uno de los escenarios que se pretendían evitar del modelo de ciudad región, donde la ciudad buscase por todos los medios

detener la expansión de las áreas urbanas, mientras los municipios siguieran creciendo sin control, logrando expandirse y juntando fronteras urbanas, generando mayor conurbación y agrandando la problemática que conllevan las grandes aglomeraciones en las ciudades. (Preciado Beltrán, 2015)

Para la ejecución de la región metropolitana, es necesario generar planteamientos en espacios económicos, políticos, administrativos y ambientales. Con el ánimo de entender las características de la región metropolitana de Bogotá, la problemática debe enfocarse en lo ambiental, sin descuidar otros aspectos, sino proponer, a partir de lo ambiental, una reconsideración de las necesidades de la ciudad región. El componente hídrico de la región ha experimentado cambios a lo largo de las décadas, con la contaminación sistemática de las fuentes de abastecimiento de agua. Además, la pérdida de humedales, acuíferos subterráneos y pozos profundos debido al crecimiento desmesurado de la población podría generar problemas críticos para los municipios si no se evalúan como competencias regionales, lo que podría afectar gravemente a la región metropolitana. (Preciado Beltrán, 2015)

No cabe duda de que la región metropolitana cuenta con una destacada ventaja en el ámbito industrial, de vivienda y negocios, así como otras características turístico-ambientales, que generan una llamativa ganancia de pobladores para los municipios. No obstante, esta misma oferta de beneficios, ha generado que los municipios crezcan de manera importante, generando una serie de problemas socio ambientales, que de no ser evidenciadas, amplificarían la brecha de daños ambientales en la sabana de Bogotá, la falta de previsión y algunas políticas erradas están conduciendo a la región a una insostenibilidad ambiental, que al ser evaluada en el escenario global de preparación frente al cambio climático, expone una clara ausencia de una agenda institucional al respecto. (Preciado Beltrán, 2015)

De esta manera, se observa que los problemas de la cuenca implican una serie de retos para lograr los objetivos de la gestión ambiental urbana. Principalmente relacionados con: lograr la preservación y restauración de los ecosistemas que han sido afectados, donde pueda participar activamente la comunidad y las entidades encargadas de estas actividades. Además, es importante garantizar la conservación de los ecosistemas estratégicos que están siendo invadidos para el desarrollo de actividades productivas o asentamientos urbanos. Con el reciente acto legislativo, con el cual se conformó la región metropolitana de Bogotá, se espera que como lo indica la ley orgánica 2199 de febrero 2022, se logre coordinar, promover y/o ejecutar acciones orientadas a lograr una adecuada planeación y gestión del recurso hídrico con enfoque regional. (Huitaca Consorcio, 2017)

5.4.3. Análisis de la situación de las industrias en los municipios de la sabana, con énfasis en Cota y Chía.

La expansión industrial se comprende como un proceso que establece una relación histórica entre la industrialización y la apropiación del territorio, tanto a nivel urbano como regional. Este fenómeno se analiza en términos de sus componentes espaciales, funcionales y productivos, revelando su estructura mediante la comprensión de las tendencias de concentración o dispersión de las localizaciones industriales, según la naturaleza, morfología y tipología de las actividades industriales. En resumen, estudia cómo la industria interactúa con el territorio, tanto en su

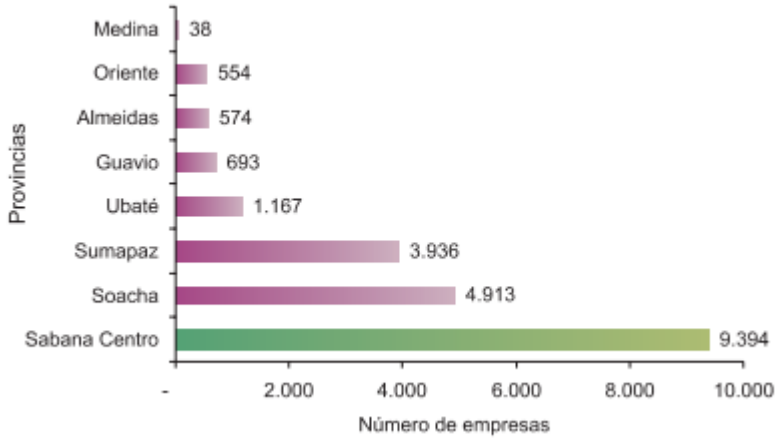
distribución geográfica como en su impacto funcional y productivo. (Acebedo Restrepo L. F., 2006)

Una de las consecuencias de la expansión urbana, fue el proceso de la industrialización, el cual, a su vez, produjo otro fenómeno, el de la anexión, el cual se forma al tener una gran cantidad de municipios que gravitan alrededor de una ciudad en un círculo imaginario, aun cuando este círculo sea muy amplio. (Acebedo Restrepo L. , 2003)

En consecuencia, para el caso de Bogotá, la ley articula desde el Plan de Ordenamiento Territorial, una planificación de las zonas para uso industrial y unos requisitos mínimos que se deben cumplir, siendo claros en el objetivo de definir las áreas destinadas para el uso industrial, lo cual se ve ligado a los establecimientos que se dediquen a la producción, reproducción, reparación, tratamiento, fabricación, manipulación, entre otras, de materias primas. Estas normativas, se encuentran inmersas en los decretos 619/2000, 469/2003 y 190/2004 y las entidades encargadas de clasificar las zonas de uso industrial según los decretos anteriormente mencionados son el DAMA (Departamento Administrativo del Medio Ambiente), el DAPD (Departamento Administrativo de Planeación Distrital), el DPAE (Departamento de Prevención y Atención de Emergencias) (Departamento de Prevención y Atención de Emergencias) y la Secretaría de Salud. (Acebedo Restrepo L. , 2003)

En Cundinamarca, la división político-administrativa se organiza según características geográficas, comprendiendo el distrito capital y 15 provincias que contienen en total 116 municipios. Para el caso de estudio presente, resulta relevante el análisis de la provincia sabana-centro, que incluye municipios como Cota, Chía (los municipios objeto de este estudio), Tenjo, Tabio, Cajicá, Sopó, Zipaquirá, Tocancipá, Gachancipá, Nemocón y Cogua. Esta provincia es significativa por su ubicación estratégica y su papel en el desarrollo económico y social de la región. (Cagua Ramos, 2010)

Gráfica 27. Cantidad de empresas por provincias Cundinamarca



Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

El crecimiento empresarial en la Sabana Centro de Bogotá, de acuerdo con la caracterización de empresas de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) en el 2006 y tal como se muestra en la tabla anterior ocupó el primer lugar, ya que se registraron 21.269 empresas en los municipios de

influencia de esta entidad, donde de estas, 9.394 se ubicaron en la Provincia Sabana Centro, es decir el 44.2% de empresas registradas, se ubicaron en la Sabana Centro. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

La mayor proporción de empresas de la provincia Sabana Centro se localizó en el municipio de Chía (2.873), seguido por Zipaquirá (2.805), Cajicá (1.071), Cota (586), Tocancipá (518), Sopó (445), Tenjo (350), Tabio (244), Cogua (211), Gachancipá (200) y Nemocón (91). (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

De acuerdo con el informe de la CCB, los sectores con mayor nivel de ocupación laboral en la provincia son:

- Comercio y reparación de vehículos automotores con un 32,1%
- Industrias manufactureras con un 31,9%
- Agricultura con un 9,8%
- Actividades inmobiliarias 7,4%

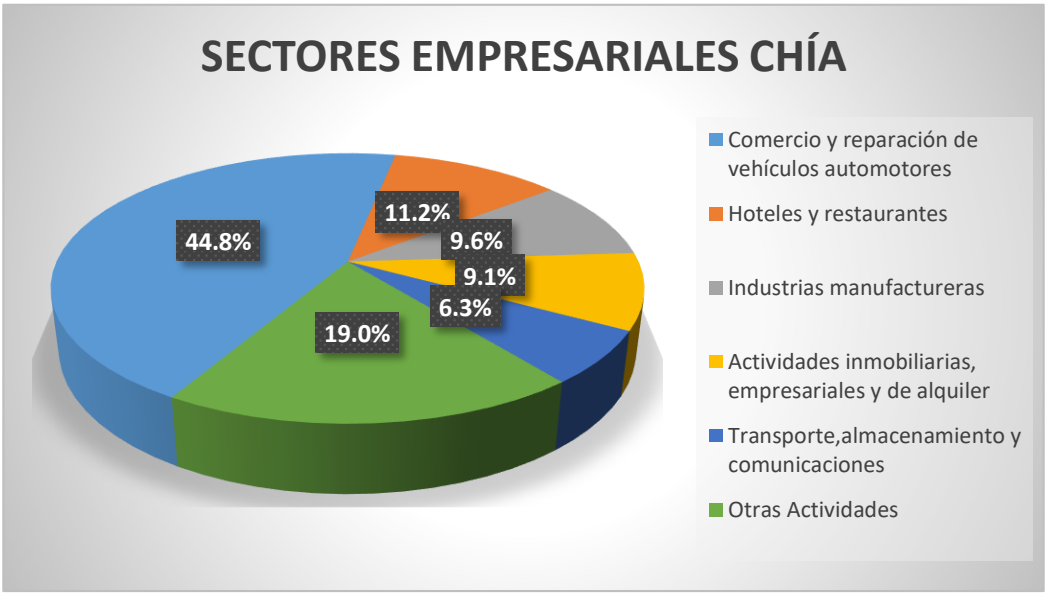
Las actividades que mayormente crearon empleo fueron la comercialización de productos alimenticios, especialmente lácteos; la producción especializada de flor de corte, tanto bajo cubierta como al aire libre; y la fabricación y ensamble de vehículos automotores. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

Ahora bien, para comprender a profundidad la situación industrial, se describe, citando el informe de la CCB, la caracterización empresarial e industrial por municipios, para evaluar finalmente el impacto ambiental, con estas actividades en los municipios.

- <u>Municipio de Chía</u>

Según el registro mercantil de la CCB, en el 2006, Chía se consolidó como el municipio de la provincia con mayor número de empresas, ya que contaba con 2.873 empresas de las 9.393 que tiene la provincia Sabana Centro, es decir, el 30,6% de las empresas se concentraron en este municipio. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

Gráfica 28. Sectores empresariales en Chía



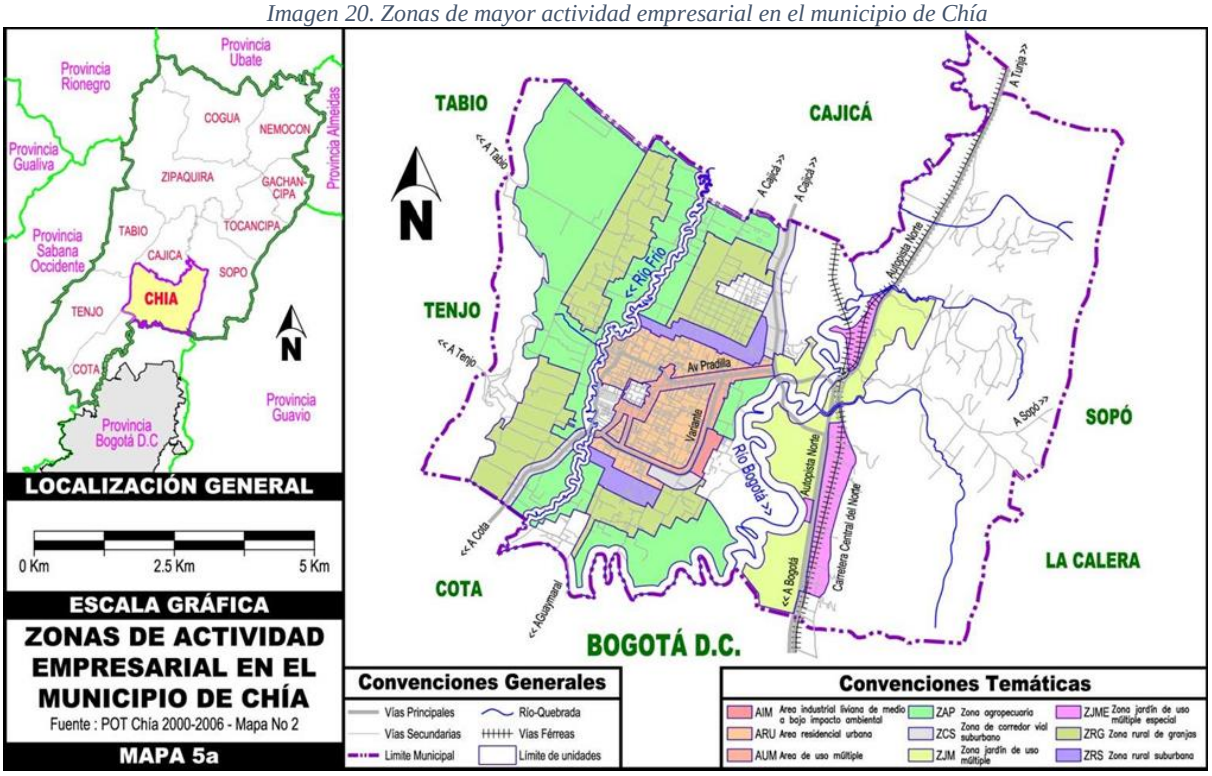
Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

De acuerdo con la gráfica 28, las actividades empresariales en el municipio de Chía se distribuyeron principalmente en cinco sectores: comercio y reparación de vehículos automotores con un 44,8% de participación; hoteles y restaurantes con un 11,2%; industrias manufactureras con un 9,6%; actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler con un 9,1%; y transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 6,3%. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

Como se puede ver en la imagen 20 la ubicación de las actividades comerciales y empresariales en Chía ha sido determinada por el tamaño de su población y el desarrollo de proyectos de vivienda en zonas urbanas y rurales durante los últimos años. Estos proyectos están dirigidos a sectores socioeconómicos altos, mayormente provenientes de Bogotá. Como resultado, la mayoría de las empresas de los sectores comercial y de servicios se encuentran distribuidas por toda el área urbana del municipio, con una mayor concentración en los principales corredores viales de acceso e internos.

En las áreas rurales, se destaca la presencia de empresas dedicadas al cultivo y comercialización de flores y otras actividades agropecuarias. Además, existen grandes y medianas industrias, así como empresas que explotan minas y canteras. (Cagua Ramos, 2010)

Imagen 20. Zonas de mayor actividad empresarial en el municipio de Chía



Fuente: (Cagua Ramos, 2010)

Chía contó con la presencia de empresas de todos los tamaños, destacándose entre ellas grandes compañías como Sofasa S.A., CSS Constructores S.A., Mincivil S.A., Vitro Colombia S.A., SED International de Colombia Ltda., Inversiones Rodeo Chico, Banco BBVA, Topco S.A., Procesadora de Leches S.A. y Laboratorios VM Ltda. Además, las empresas de Chía reportaron un total de 5.787 empleos, convirtiendo al municipio en el líder en cantidad de empleos reportados y en activos, con un total de $2.088.581 millones, de los cuales el 85% fue generado por las grandes empresas. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

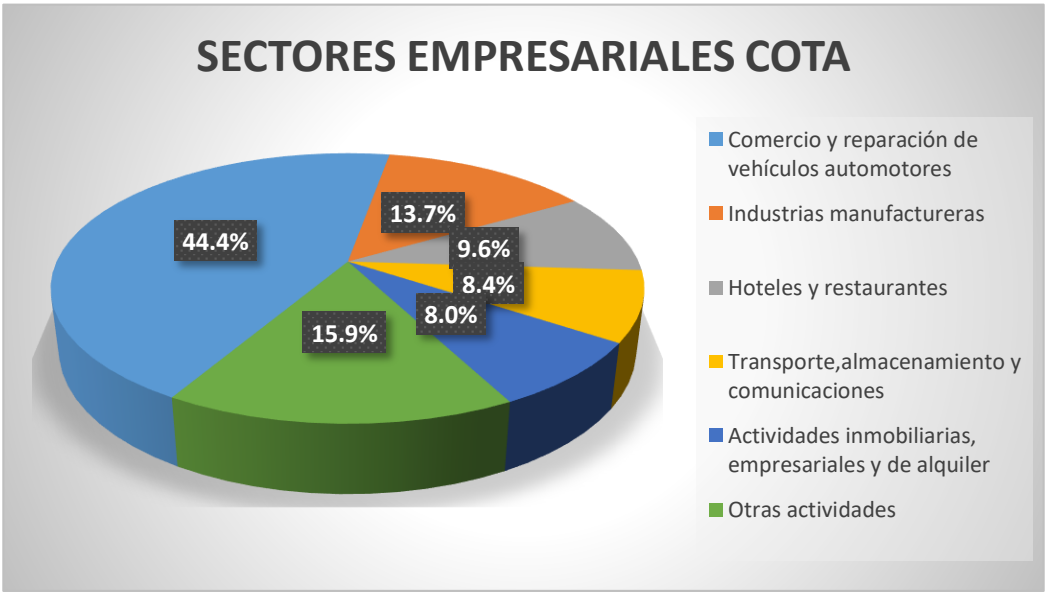
Uno de principales problemas ambientales generados por las industrias en Chía, es la contaminación por aguas residuales, tal problema se ve reflejado en las zonas rurales donde las avícolas y los cultivos de flores tienen a sus alrededores vallados y estos depósitos de aguas lluvias a menudo son contaminados con aguas residuales o basuras que arrojan en sus vertimientos, en algunas avícolas del municipio de Chía, los vertimientos de las aguas residuales, se hacen directamente sobre estos cuerpos de agua. (Tovar Godoy & Corredor Martínez, 2011)

Un desafío importante que se está presentando actualmente, es que debido a la falta de planeación territorial y al aumento poblacional y demanda de vivienda, que ha presentado el municipio, la zona industrial se está quedando sin área de expansión, a tal punto que la construcción de viviendas ha venido a tratar de desplazar algunas industrias que perjudican el desarrollo urbanístico de algunos sectores. Los cultivos de flores y las empresas de flores no han sido ajenas a este proceso, muchos terrenos de estos se han vuelto campos deportivos en las zonas rurales y otros ya se están construyendo, el auge de la construcción está acabando con estas tierras agrícolamente productivas. (Tovar Godoy & Corredor Martínez, 2011)

- Municipio de Cota

Como se muestra en la siguiente imagen los 5 principales sectores empresariales de Cota se concentraron principalmente en el comercio y reparación de vehículos automotores con una participación del 44,4% del total municipal; industrias manufactureras con un 13,7%; hoteles y restaurantes con un 9,6%; transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 8,4% y agricultura con un 4,3%. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

Gráfica 29. Sectores empresariales en Chía



Fuente: (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

En Cota se identifican principalmente tres áreas con la mayor concentración de empresas:

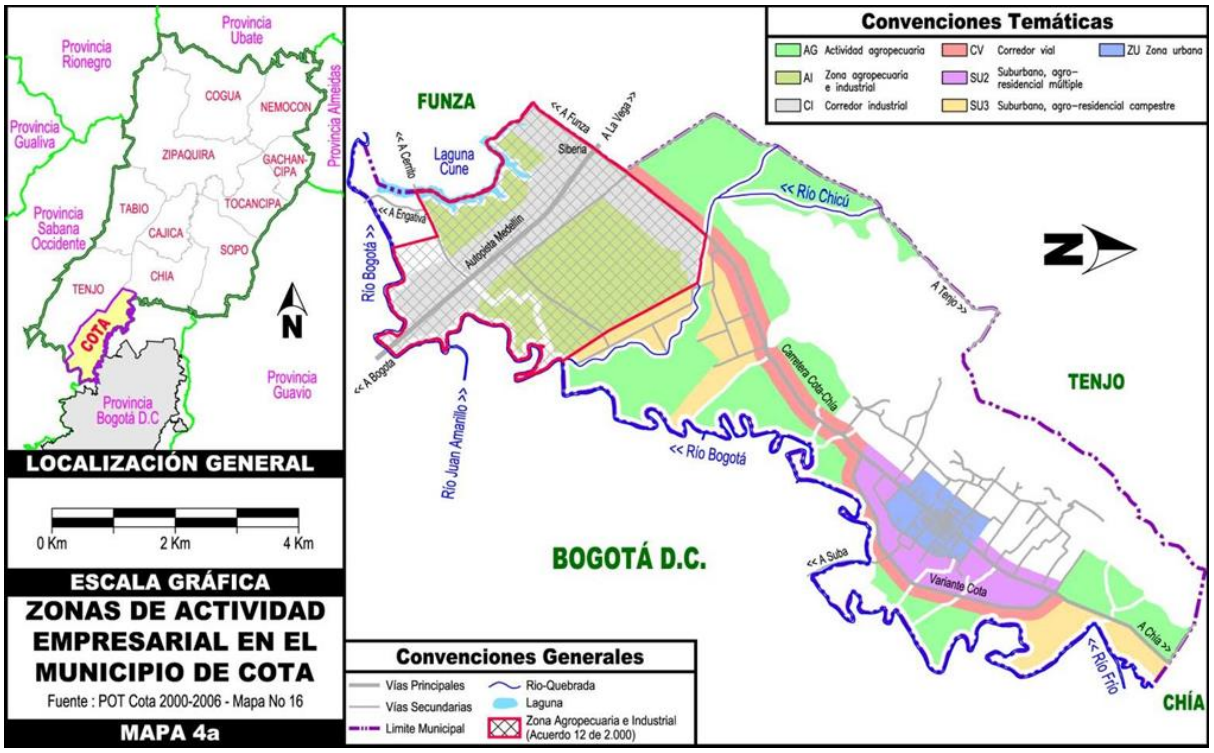
1. la zona agropecuaria e industrial,
2. el corredor vial de la carretera Siberia-Cota-Chía,
3. la zona urbana municipal.

En las zonas 2 y 3 se encuentran las empresas con mayor antigüedad en el municipio, dedicadas a actividades económicas tradicionales a nivel local. Por otro lado, la zona 1 alberga la mayoría de las empresas nuevas que se han establecido en los últimos 10 años. Este crecimiento se debe principalmente a la disponibilidad de terrenos estratégicamente ubicados cerca de la capital y su aeropuerto, al suministro de servicios públicos desde Bogotá, a corredores viales que mejoran el acceso regional y a una política de incentivos tributarios implementada por el gobierno local. (Cagua Ramos, 2010)

Es importante resaltar que estas nuevas empresas se caracterizan por su tamaño (grande y mediano) y por las actividades que desarrollan, las cuales no son de gran tradición en el municipio

(comercialización de productos relacionados con las TIC, comercialización de autos y repuestos, centros empresariales e industrias de distintos tipos). (Cagua Ramos, 2010)

Imagen 21. Zonas de mayor actividad empresarial en el municipio de Cota



Fuente: (Cagua Ramos, 2010)

La anterior imagen evidencia las de zonas de actividad empresarial y actividades pecuarias de mayor predominancia en el municipio de Cota.

Un dato importante, según el informe de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB), es que Cota fue el municipio con el mayor número de grandes empresas en Cundinamarca y la provincia. Algunas de las empresas destacadas son: LG Electronics Colombia Ltda, Impresistem S.A, Macro Computo S.A, Industrias Spring S.A, MPS Mayorista de Colombia S.A, Nexsys de Colombia S.A, Cellstar de Colombia Ltda, Sani Cultivos Ltda, BAM S.A, Schott Colombiana S.A, Lutrans Ltda, Manufacturas de Cemento S.A, Conix S.A Colombiana de Software, Lamyflex S.A, AJC IT Soluciones Informáticas S.A, El Punto Agrícola S.C.S, Comercializadora Franing Ltda, Alimentos Concentrados S.A, Hardware Colsof S.A, Video Sonido del Norte Ltda e Informática Datapoint de Colombia Ltda. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006)

A pesar de que es una situación positiva, la existencia y el crecimiento de la zona industrial en el municipio, conforme al Plan de desarrollo Municipal de Cota, hay situaciones negativas como el hecho de que no se cuenta con un censo de la zona industrial que permita reconocer el riesgo de contaminación del aire y del agua por residuos líquidos, además aparentemente hay ilegalidad de empresas, que puede aumentar el factor de contaminación ambiental. (CONCEJO MUNICIPAL DE COTA, 2016 – 2019)

Con respecto al impacto ambiental de las actividades comerciales e industriales en el municipio de Cota, el Plan de Desarrollo Municipal de Cota señala varios problemas significativos:

- Calidad del agua: La calidad del agua se ha deteriorado debido a vertimientos agrícolas de fertilizantes y pesticidas utilizados en la gestión del suelo, así como a las excretas del ganado que se encuentran en potreros adyacentes a las zonas de protección de los ríos. Además, las descargas de residuos químicos del sector industrial y del alcantarillado llegan en algunos sectores directamente al río Bogotá sin ningún tipo de tratamiento. (CONCEJO MUNICIPAL DE COTA, 2016 – 2019).
- Contaminación del aire: La actividad agrícola e industrial del municipio genera emisiones de gases y partículas atmosféricas. Factores como las quemas de basura doméstica y los gases producidos por los plaguicidas utilizados en la agricultura y las empresas floricultoras contribuyen a esta contaminación. No se dispone de una adecuada disposición final para estos contaminantes. El plan de desarrollo municipal indica que no se cuenta con datos específicos sobre el nivel de contaminación del aire dentro del municipio. (CONCEJO MUNICIPAL DE COTA, 2016 – 2019).
- Emisiones de partículas en suspensión: Adicional a lo comentado anteriormente, las emisiones producidas por la planta de tratamiento de aguas residuales, el parque automotor, las industrias agroquímicas, de lácteos, la industria química y de concentrados, así como la actividad agrícola y avícola (incluyendo el sacrificio de aves en galpones), generan partículas en suspensión con niveles de afectación alta y media. Estas actividades constantemente generan olores desagradables y perturbaciones para el municipio. (CONCEJO MUNICIPAL DE COTA, 2016 – 2019)

5.4.4. Tendencias actuales en la transformación del territorio de la Sabana.

Bogotá actualmente concentra cerca de 8 millones de habitantes, que representan el 16% de la población nacional y la sabana de Bogotá cuenta con cerca de 538 mil habitantes, es decir el 1,1% de la población nacional. Con ello la región metropolitana, concentra el 17% de la población colombiana. Si se tiene en cuenta que continúa el desplazamiento de habitantes de las zonas rurales a la capital, en búsqueda de oferta de empleo, servicios y oportunidades individuales y colectivas, la población continuará creciendo en los próximos años. (Utria Grosser, 1998)

Las fuertes relaciones entre Bogotá y los municipios aledaños, enmarcan un contexto económico, poblacional, de movilidad, de bienes y servicios, entre otros tantos. De esta manera se configura una relación de magnitud e intensidad de población y actividad económica, articulando de manera estrecha relaciones muy funcionales con la capital del país, debido a sus dinámicas urbanas y sus relaciones metropolizantes. (Preciado Beltrán, Territorio, desarrollo y medio ambiente en la Sabana de Bogotá: Una visión desde los actores, 2022). De tal manera, teniendo en cuenta la fuerza de las relaciones con Bogotá, se han establecido tres categorías para los municipios que conforman la región metropolitana:

- Primer anillo: En esta zona se encuentran los municipios más cercanos a Bogotá y que generan vínculos más estrechos con la capital del país, entre ellos se encuentran: Soacha, La Calera, Mosquera, Madrid, Funza, Cota, Chía y Cajicá.

- Segundo anillo: Este segundo anillo contiene los municipios que comparten dinámicas un poco menos intensas que las que se generan en el primer anillo, en esta categoría se encuentran los siguientes municipios: Tocancipá, Sopó, Gachancipá, Tabio, El Rosal, Tenjo, Subachoque, Sibaté, Zipacón y Bojacá.

- Tercer anillo: Conformado por los municipios de Facatativá y Zipaquirá, los cuales, por sus características demográficas y económicas, se constituyen como municipios con mayor envergadura y potencial económico. (Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, 2013)

Esta información es relevante para entender las dinámicas de los municipios con el distrito capital y comprender cómo estas relaciones han favorecido el desarrollo turístico y económico en los municipios. Así mismo, deja todo un desafío en relación con el manejo de los residuos sólidos, la contaminación ambiental y la falta de infraestructura en los municipios.

La región metropolitana, se presenta como una oferta turística complementaria de Bogotá, con la ventaja de contar con una riqueza, ambiental y paisajística a pocas horas de la capital, por su conformación urbano-rural la provincia es el reflejo de una articulación particular del legado histórico y el recurso paisajístico. Esta actividad crea empleo y es un motor para las cadenas productivas en diversos sectores tanto públicos como privados, integrando empresas de comercio y servicios como hoteles, restaurantes, bares, agencias de viajes, transporte, tiendas de artesanías y centros culturales y demás actividades económicas. (Germán Rodríguez , 2016)

Cada municipio tiene un potencial único que crea una cadena de valor. Las fronteras geográficas de los municipios ofrecen distintos corredores clasificados en agrícolas, empresariales, sociales, turísticos y culturales. La identidad de cada municipio debe contribuir al crecimiento de la sabana de Bogotá y al bienestar de la comunidad. El objetivo principal es fortalecer la inversión y el aprovechamiento de atractivos turísticos y empresariales, sin olvidar las condiciones necesarias para proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los habitantes. (Germán Rodríguez , 2016)

Para proyectar la región metropolitana de Bogotá como un referente turístico importante, es necesario consolidar cadenas productivas que fortalezcan estas áreas, destacando todas las ofertas de los ecosistemas ambientales, históricos, agropecuarios y culturales. Sectores agropecuarios como el lácteo y los cultivos, predominantes en las regiones, podrían incorporarse en un marketing turístico vivencial y lleno de experiencias, tomando como referencia las empresas y métodos de cultivo. El turismo de naturaleza ofrece amplias opciones, ya que introduce zonas no convencionales y no requiere infraestructuras especializadas; proporciona conocimientos en flora, fauna y cultura. Así, se pueden integrar sectores como el gastronómico, hostales, comercio y artesanías, que podrían aprovecharse en la región metropolitana. (Germán Rodríguez , 2016)

Promocionar, para aumentar el turismo en los municipios de la región metropolitana, podría traer desafíos más fuertes a los ya existentes en los municipios, como resultado de la falta de infraestructura, contaminación, desordenamiento territorial y aumento en la cantidad de residuos sólidos que se generarían con un aumento de población flotante. (Universidad de la Sabana, 2020)

Por otra parte, uno de los desafíos de la región metropolitana, sin duda, es la disposición final de los residuos sólidos. Tomando en cuenta cifras del 2023, el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo recibe de aproximadamente 78 municipios, un promedio de 1.100 toneladas por día de residuos sólidos; es decir 35.000 toneladas al mes de residuos sólidos no aprovechables. Esta cifra es muy alta sabiendo que los municipios realizan una clasificación y tratamiento previo antes del traslado y disposición en el relleno. (Universidad de la Sabana, 2020)

Todos los municipios de la sabana de Bogotá, incluidas las áreas industriales dentro de estos, cuentan con acceso a recolección regular de residuos sólidos. Cada municipio cuenta con sus propias políticas de gestión de residuos promovidas por cada gobierno municipal y relacionadas comúnmente con la existencia e implementación de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se realiza el aprovechamiento de desechos orgánicos, reciclables y especiales/peligrosos y lo demás es transportado al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. (Universidad de la Sabana, 2020)

El hecho de que los municipios de la sabana de Bogotá transportan la mayor proporción de sus residuos al relleno, implica elevados costos ambientales, en transporte y disposición final, además que reduce considerablemente la cantidad de años de vida útil para el relleno, el cual está calculado en función de las proyecciones de generación de residuos, lo cual contrasta directamente con los escasos esfuerzos por realizar una adecuada clasificación y aprovechamiento, nuevas tecnologías y bienestar social a nivel de la región metropolitana. (Universidad de la Sabana, 2020)

Para diseñar un crecimiento óptimo de la región metropolitana enfocado en el turismo, es esencial establecer planes que desarrollen el sector turístico, implementando acciones que optimicen y protejan los recursos medioambientales, fomenten negocios sostenibles y aseguren la participación de los grupos de interés dentro de la cadena turística. Además, las autoridades gubernamentales locales deben liderar las actividades turísticas de la región, complementando su visión de desarrollo social y económico. Los grupos aliados también deben involucrarse en aspectos como infraestructuras, impactos ambientales, comunicación, saneamiento y otros factores que faciliten la activación del patrimonio en cada actividad turística desarrollada. (Germán Rodríguez , 2016)

Con relación al recurso hídrico es de suma importancia hacer la valoración de las fuentes abastecedoras, ya que el reto que supone el cambio climático al que se verá afectada la región en los próximos años, podrá alterar drásticamente el abastecimiento del agua potable, la probable reducción en la producción agropecuaria, fenómenos naturales tales como el de la Niña y el Niño con mayor impacto en los territorios, entre otra serie de consecuencias con el aumento de temperatura en la región , que impacta directamente la precipitación y el recurso hídrico. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

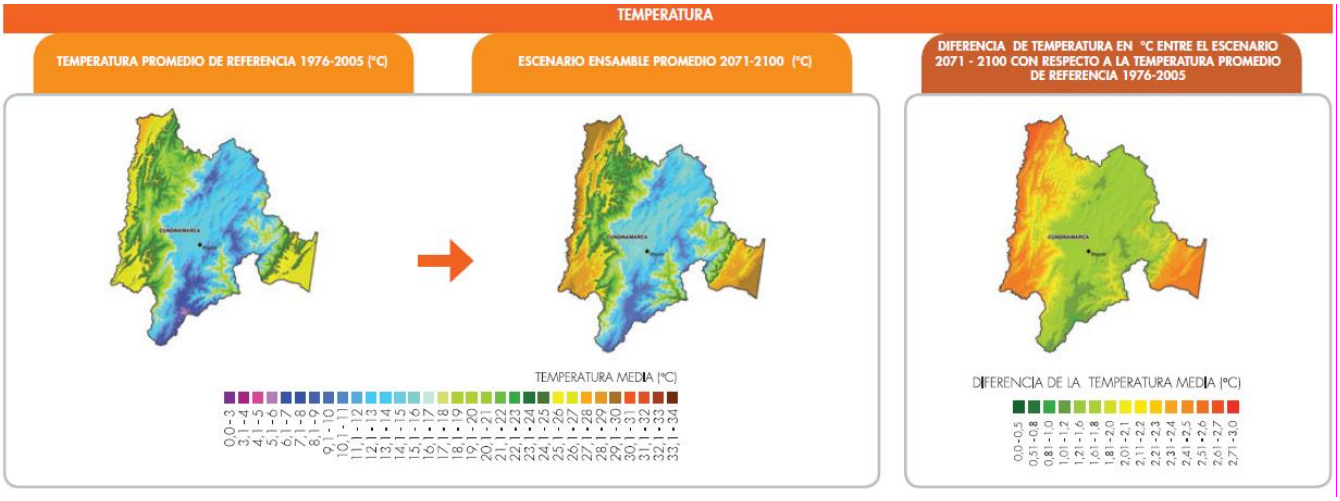
Según el documento presentado por el IDEAM, acerca de los nuevos escenarios climáticos para Colombia 2011- 2100, el cambio climático tendría una afectación en todo el país; pero de diferente

forma en todo el territorio nacional. Estos escenarios son fundamentales para la planificación y toma de decisiones de gobernadores y alcaldes, con el objetivo de reducir los riesgos en las regiones y aumentar su capacidad adaptativa. El IDEAM, en colaboración con diversas entidades y expertos, desarrolló una metodología basada en las definiciones del IPCC y la gestión del riesgo para crear una evaluación integral y unificada de la vulnerabilidad al cambio climático. Esta metodología permitió identificar la vulnerabilidad del territorio a nivel nacional y cómo diferentes sectores y ecosistemas se ven afectados. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

La metodología utilizada en la segunda comunicación nacional se basó en la creación de escenarios multimodelo de cambio climático, que se combinaron con los índices de sensibilidad ambiental (ISA) y de afectación relativa (IRA) para mostrar los impactos potenciales del cambio climático. Estos impactos, al cruzarse con la capacidad de adaptación (condiciones técnicas y capacidad socioeconómica), permitieron determinar la vulnerabilidad del territorio colombiano a los efectos del cambio climático. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

Conforme al IDEAM, los periodos de mayor concentración las temporadas secas usualmente van desde enero hasta abril en la región Caribe o de julio a agosto en el sur de la región Andina, donde la probabilidad de presentación de sequía, es decir, ausencia de lluvia durante un período prolongado de tiempo es cercana al 100%. Para el caso particular de Cundinamarca, el escenario de cambio de temperatura se puede ver en la imagen 22, donde los colores amarillos y rojos indican valores altos de temperatura, mientras que los colores azules y morados indican valores bajos de temperatura. La imagen relaciona dos escenarios comprendidos entre 1976-2005 y 2071-2100, finalmente se ilustra la diferencia entre estos dos escenarios para reflejar de una manera más clara cómo sería el aumento de temperatura en la región. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

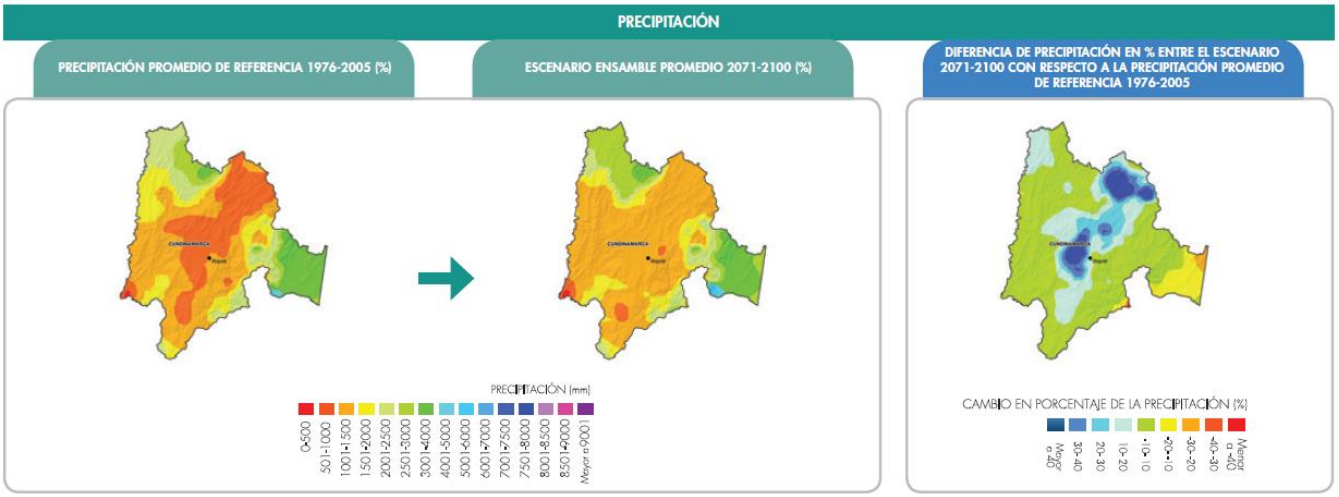
Imagen 22 Escenarios cambios de temperatura en Cundinamarca



Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015)

Con respecto a la precipitación se relaciona en la imagen 23, los escenarios planteados entre 1976-2005 y 2071-2100, finalmente se ilustra la diferencia entre estos dos escenarios para reflejar de una manera más clara cómo sería el cambio de precipitación en la región. Para la precipitación, en la imagen los colores amarillos y rojos indican valores altos, mientras que los colores azules y morados indican valores bajos de precipitación.

Imagen 23 Escenarios cambios de precipitación en Cundinamarca



Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015)

Para entender los datos de una manera cuantificable, en la imagen 24, se muestran los valores de temperatura media y precipitación para cada uno de los escenarios planteados, siendo preocupante el cambio de temperatura media, con un aumento de 2.3°C para el año 2100.

Imagen 24.Escenarios de cambio climático 2011-2100

Tabla convención Temperatura

Cambio	Rango de Valores Temperatura
Bajo	0 - 0,5
Bajo Medio	0,51 - 1
Medio	1,1 - 1,5
Medio Alto	1,5 - 2
Alto	2,1 - 3,9

TABLA POR PERIODOS / ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO 2011-2100

2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,8	7,99	1,5	9,00	2,3	8,21

Tabla convención Precipitación

Cambio	%
Déficit Severo	<-40%
Déficit	-39% y 11%
Normal	-10% y 10%
Exceso	11%y 39%
Exceso Severo	>40%

Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015)

Los principales efectos esperados con los cambios en la temperatura, para el fin del siglo, podría presentar aumentos de temperatura promedio de 2,3°C adicionales a los valores actuales y según el escenario presentado por el IDEAM; las provincias de Alto, Centro y Bajo Magdalena, así como la Provincia de Medina, serían aquellas con mayores aumentos. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

En cuanto a la precipitación, los escenarios indican un aumento que varían entre 10% y 30% adicionales a los valores actuales y se presentarían principalmente en las provincias de la Sabana

Centro, Sabana Occidente, Norte de Bogotá, Ubaté y Almeidas. Adicionalmente se presentarían disminuciones de estas hasta en un 20% menos sobre el valor actual de referencia, principalmente en la Provincia de Medina (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

El informe concluye que la región presentaría afectaciones principalmente en el sector agrícola debido a los cambios de temperatura, el sector energético por la disminución de precipitación, en la biodiversidad de los Páramos de Sumapaz y Cruz Verde por el aumento de temperatura y la persistencia de plagas en algunas zonas debido al aumento de precipitación (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

6. Conclusiones

A pesar de no tener un valor económico directo, la pérdida de cobertura vegetal de los cerros Majuy y Juaica afecta significativamente la provisión de servicios ecosistémicos de las montañas. Estos servicios incluyen la calidad del aire, la regulación del clima, la regulación de agua subterránea y superficial, la purificación de agua, el control de erosión, el control biológico y la mitigación de riesgos. Adicionalmente, existen beneficios no materiales que mejoran la calidad de vida, como la diversidad cultural, los valores religiosos y espirituales, el conocimiento tradicional, la inspiración, los valores estéticos, las relaciones sociales, el sentido de pertenencia, los valores de patrimonio cultural, la recreación y el ecoturismo.

La clasificación del suelo define principalmente suelo urbano, suelo a desarrollar y suelo a preservar. Tomar en consideración las estrategias de los municipios fuera del perímetro urbano implica abordar aspectos relacionados con la ubicación de la vivienda rural, el asentamiento de zonas industriales y agroindustriales, y las actividades rurales y agrícolas. Asimismo, condiciones como las exenciones tributarias y la presencia de corredores viales que garantizan la accesibilidad y eficiencia en el flujo de materias primas, productos finales y personal han favorecido el establecimiento de industrias en algunos municipios de la provincia, hecho que genera externalidades negativas en aspectos como la emisión de contaminantes, los efectos en la movilidad por el uso de vías terciarias para el transporte de mercancías y cambios en el valor del suelo.

En el desarrollo del ejercicio de la clasificación supervisada de las imágenes satelitales en los años de evaluación, es preocupante evidenciar como en 30 años incremento en un 52% las hectáreas de construcción lo cual resulta lógico teniendo en cuenta los datos del DANE de crecimiento de población, adicional a las mejoras en materias de vías y el incremento de las industrias en la sabana de Bogotá. De la misma manera se hace visible una disminución del 3% en las zonas de pastos y una preocupante reducción del 12% de las áreas de bosque arbustivo, posiblemente por los cambios de uso del suelo a zonas industriales o habitacionales, también se fomentó en la zona el crecimiento de las floras como método industrial de plantación, lo que disminuyo el espacio para las zonas de cultivo agrario y bosques en varias zonas municipales.

Conforme a las proyecciones de crecimiento poblacional entregadas por el DANE, se espera un crecimiento acelerado en los municipios de estudio siendo Chía y Cota los de mayor crecimiento en la proyección. Esta información es de importante análisis ya que se aumentaría la demanda de servicios públicos y los municipios debe tener las competencias necesarias para suministrar todos los servicios básicos para la población en aumento. Desde inicio de abril hasta agosto del presente año, la E.A.A.B ha realizado racionamiento de agua en Bogotá y los municipios que compran agua en bloque, lo anterior debido a los niveles críticamente bajos de los embalses Chuza y San Rafael, esta situación no se había presentado desde 1984. La crisis de abastecimiento de agua demuestra que las empresas de acueducto de los municipios de Cota y Chía no son garantes de suministrar el líquido vital y deben implementar acciones para no depender únicamente del E.A.A.B.

Es preocupante los datos de la Contraloría, donde de las 9 fuentes abastecedoras registradas en los municipios de Cota, Tenjo y Tabio, 4 cuentan con vigencia de concesión y 5 no reportan esta

información, por lo que se afecta la precisión y profundidad del análisis sobre las fuentes disponibles en los municipios.

En cuanto a la cobertura y continuidad de acueducto en los municipios, es evidente el esfuerzo para cumplir con el 100% de la cobertura urbana y tener en la mayoría de los municipios (exceptuando acueductos de Cota) más del 70% de cobertura rural. Asimismo, la mayoría de los sistemas de acueducto garantizan una continuidad entre 23.1 y 24 horas al día para los hogares. Lo anterior muestra en general una muy buena gestión por parte de las empresas prestadoras del servicio de acueducto, sin embargo, es necesario reevaluar esta situación bajo circunstancias atípicas generadas por eventos naturales como el fenómeno del niño y el cambio climático, para los municipios que dependen de la compra de agua en bloque a la E.A.A.B.

Los valores reportados para el índice de riesgo de la calidad de agua para consumo humano indica que los tratamientos en las plantas son eficientes para garantizar un agua segura a las comunidades y que se debe cuidar el recurso hídrico y la calidad del mismo para seguir garantizando con los tratamientos y unidades actuales una buena calidad el agua en los municipios de Cota, Chía, Tenjo y Tabio.

Con la creación del régimen especial de la Región Metropolitana de Bogotá se espera un cambio significativo en la gestión territorial, social, cultural y ambiental de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá. Este régimen, que busca una coordinación más estrecha entre la capital y los municipios circundantes y tiene el potencial de generar impactos tanto positivos como negativos en diversas áreas.

En relación con los impactos de integración cultural, la creación de la Región Metropolitana podría promover un sentido de identidad compartida y colaborativa. La unificación de políticas culturales y educativas podría fortalecer los lazos comunitarios y fomentar un intercambio cultural más dinámico. Sin embargo, existe el riesgo a futuro de que esta integración pueda diluir las identidades locales únicas de los municipios, homogeneizando las prácticas culturales y tradiciones locales en favor de una cultura más centrada en la capital.

Acerca del desplazamiento y la gentrificación, el régimen especial podría estimular el desarrollo económico en los municipios, mejorando la calidad de vida a través de mayores inversiones en infraestructura, educación y servicios públicos. No obstante, la integración metropolitana también podría acelerar procesos de gentrificación, donde el aumento en los precios de la vivienda y el costo de vida podría desplazar a las poblaciones locales, alterando las dinámicas sociales y aumentando la desigualdad.

Respecto a la protección y gestión ambiental, se espera que la Región Metropolitana permita una gestión ambiental más coordinada, lo que es crucial para la protección de la estructura ecológica de la Sabana de Bogotá. Podría facilitar la implementación de políticas ambientales más coherentes y efectivas para la conservación de áreas protegidas, como las zonas de reserva forestal Majuy y Juaica. Aunque, la presión para el desarrollo urbano y la expansión industrial podría poner en peligro estos ecosistemas si no se manejan adecuadamente, aumentando la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de fuentes de agua.

Acerca de la movilidad, el enfoque metropolitano podría mejorar la planificación del transporte público y la movilidad sostenible, reduciendo la dependencia de vehículos privados y las emisiones contaminantes, lo que contribuiría a una mejor calidad del aire en la región. Por otro lado, si la expansión metropolitana no se acompaña de una planificación adecuada, podría aumentar el tráfico y la contaminación, contrarrestando cualquier beneficio ambiental logrado.

Hay que tener en cuenta que podrían presentarse fuertes impactos en el desarrollo urbano sostenible, ya que el régimen especial ofrece una oportunidad para desarrollar una estrategia de crecimiento urbano que priorice la sostenibilidad, integrando la preservación del medio ambiente con el desarrollo económico y social. Esto podría incluir la promoción de proyectos de vivienda sostenible, energías renovables y manejo eficiente de recursos. Pero, la sostenibilidad podría verse comprometida si las políticas metropolitanas priorizan el crecimiento económico sobre la conservación ambiental, lo que resultaría en un uso insostenible de los recursos naturales.

Por último, el acceso a los recursos podría mejorarse con una coordinación regional, es para lograr una distribución más equitativa de los recursos, asegurando que todos los municipios, incluidos los más pequeños y menos desarrollados, tengan acceso a servicios básicos como agua potable, saneamiento, educación y salud. No obstante, existe el riesgo de que las disparidades económicas entre Bogotá y los municipios de la Sabana se amplíen, con los municipios más pequeños quedando rezagados si no se implementan políticas inclusivas.

En definitiva, la expedición del régimen especial de la Región Metropolitana de Bogotá tiene un increíble potencial para transformar significativamente la dinámica de los municipios de la Sabana de Bogotá, con efectos de amplio alcance en los ámbitos socio-culturales, ambientales y sostenibles. Si bien esta iniciativa ofrece muchas oportunidades para mejorar la integración regional, la protección ambiental y la equidad social, su éxito dependerá en gran medida de la implementación de políticas equilibradas y bien coordinadas. La clave estará en encontrar un balance que permita el desarrollo económico y social sin sacrificar la identidad cultural, la equidad social y la sostenibilidad ambiental de la región. Es esencial que se realice un monitoreo constante y un ajuste oportuno de las políticas para garantizar que los beneficios potenciales de la Región Metropolitana se materialicen de manera justa y sostenible para todos los habitantes de la Sabana de Bogotá.

7. Recomendaciones

Con respecto al recurso hídrico, una misión importante es pensar a futuro acerca de evitar la contaminación de las fuentes abastecedoras del recurso hídrico, esto con el fin de que cada municipio, cuente con un recurso hídrico apto para tratamiento de agua potable, evitando la compra de agua en bloque y la dependencia de este servicio del acueducto de Bogotá y en el caso puntual de Tenjo, recuperar los cuerpos de agua superficiales, para no depender exclusivamente del agua subterránea del cual hoy se abastecen.

A pesar de las limitaciones en la información disponible de las concesiones de agua para los municipios de estudio, el análisis con la información obtenida ofrece una visión preliminar del estado actual de los permisos de concesión para los municipios de Tenjo, Tabio y Cota. Sin embargo, es crucial que las entidades encargadas refuercen sus mecanismos de recolección y reporte de datos para futuras investigaciones, lo que permitirá un entendimiento más profundo y una mejor toma de decisiones de los permisos de captación de agua en el territorio nacional.

8. Bibliografía

Acebedo Restrepo, L. (2003). La expansión industrial y el urbanismo moderno. *Bitácora*, 88-100.

Acebedo Restrepo, L. F. (2006). *Las industrias en el proceso de expansión de Bogotá hacia el occidente.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Artes.

BID. (Junio de 2019). *AGUA PARA EL FUTURO Estrategia de Seguridad Hídrica para América Latina y el Caribe.* Obtenido de https://www.iadb.org/

Cagua Ramos, O. A. (2010). El sector empresarial en los municipios de Cota y Chía. *Un análisis local en el marco de consolidación del sistema ciudad-región*. Bogotá D.C, Colombia.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). Caracterización económica y empresarial de las provincias de las provincias de cobertura de la CCB. *Sabana Centro*. Bogotá, Colombia: CCB.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Estado Bogotá región.* BOGOTÁ.

CAR. (2008). *Plan de manejo ambiental de agua subterranea en la Sabana de Bogotá y zona crítica.* Bogotá.

CAR. (2011). *Elaboración del diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Rio Bogotá Subcuenca del Rio Chicú.* Bogotá.

CAR. (2012). *CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA.* Obtenido de https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac22faf27f5a.pdf

Chavarro, D., Vélez, M., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (DICIEMBRE de 2017). Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_aporte_a_la_cti_v_3.5.pdf

Chuvieco, E. (1990). *FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL*. MADRID: EDICIONES RIALP, S.A.

CONCEJO MUNICIPAL DE COTA. (2016 – 2019). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL "COTA MUNICIPIO ECOINDUSTRIAL DE LA SABANA".* Cota- Cundinamarca.

Contraloría de Cundinamarca. (2019). *Agua potable en Cundinamarca.* Bogotá.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (03 de 2007). Áreas Protejidas del territorio CAR. Bogotá, Colombia: CAR.

DANE. (2018). *Censo de Población y Vivienda.* Bogotá.

Decreto 1447 de 2010. (Artículo 3). *Por medio del cual se reglamentan parcialmente el artículo 120 de la Ley 1151 de 2007 y los artículos 14 y 15 de la Ley 141 de 1994 modificados por la Ley 1283 de 2009.* Bogotá.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística . (s.f.). *DANE*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Echeverry Perico, R. (2017). *ANÁLISIS DEMÓGRAFICO PROSPECTIVO DE BOGOTÁ Y LA SABANA (2020-2050).* Bogotá D.C.: Digiprint Editores S.A.S.

Ecoforest LTDA. (2009). *Elaboración del Diágnostico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca del río Chicú- 2120-11.* Bogotá.

El tiempo. (05 de 05 de 2024). *El tiempo*. Obtenido de https://www.eltiempo.com/bogota/corte-de-cuentas-no-se-relaje-con-el-ahorro-de-agua-en-bogota-la-crisis-esta-lejos-de-acabarse-3339852

ESRI. (2024). ArcGis (Version 10.4) for Desktop. *Software de sistema de información geográfica*. (Esri, Ed.) Obtenido de https://www.esri.com

Fonseca, H. (Mayo de 2018). Lineamientos para la estructuración de una RPG (Región de Planificación y Gestión) en el marco de la Ley 1454 Estudio de caso Sabana de Bogotá, corredor Troncal de Occidente. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Piloto de Colombia.

Foro de Sociedades Respiratorias Internacionales publica. (7 de septiembre de 2017). *El impacto mundial de la Enfermedad Respiratoria.* Recuperado el 2021, de https://alatorax.org/es/firs/firs-publica-el-impacto-mundial-de-la-enfermedad-respiratoria

Galvis Goméz, C. F. (2021). Área metropolitana Bogotá-Cundinamarca: potencialidades, obstáculos y retos. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 51-62.

Germán Rodríguez , E. (01 de 2016). *Propuesta para el desarrollo de mercadeo turístico para la sabana centro de Cundinamarca.* Obtenido de https://doi.org/10.19052/ed.3728

Google. (2024). Imagen de Google Earth. Google Earth Pro (Versión 7.3). Obtenido de Google Earth Pro (versión 7.3)

Huitaca Consorcio. (2017). *AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ.* Bogotá D.C: POMCA río Bogotá Actualización.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011 - 2100. Herramientas Científcas para la Toma de Desiciones - Enfoque Nacional - Regional: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.* Bogotá - Colombia.

Ley 142 de 1994. (Artículo 2). *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.* Bogotá.

Ley 142 de 1994. (Artículo 5). *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.* Bogotá.

Ley 2199 del 8 febrero 2022. (Artículo 10). *POR MEDIO DE LA CUAL SE DESARROLLA EL ARTÍCULO 325 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA Y SE EXPIDE EL RÉGIMEN ESPECIAL DE LA REGIÓN METROPOLITANA BOGOTÁ - CUNDINAMARCA.* Bogotá D.C.

Línea base. (2024). Shapes municipios de Colombia. Obtenido de https://lineabase.com.co/shape-municipios-colombia/

Loaiza, A. (06 de Agosto de 2019). *Reverdecen el cerro Majuy con cerca de 2.000 árboles nativos*. Obtenido de https://semanarural.com/web/articulo/campesinos-y-jovenes-ambientalistas-siembran-arboles-nativos-en-un-cerro-de-cota-afectado-por-la-deforestacion/1068

McNeely, J. A. (1994). *Áreas protegidas para el siglo XXI: Trabajando para proporcionar beneficios a la sociedad* (Vol. 45). Unasylva (en línea).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1076 de 2015.* Obtenido de http://secretariasenado.gov.co/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático.* Bogotá, D. C.: Punto aparte.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Reservas forestales*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/reservas-forestales/

Moreno Linares, H. E. (2015). *DINÁMICAS DE OCUPACIÓN Y NUEVOS USOS TERRITORIALES DEL SUELO RURAL EN EL MUNICIPIO DE TENJO (CUNDINAMARCA) EN EL PERIODO 1993 – 2013.* Bogotá.

NACIONES UNIDAS. (30 de MARZO de 2023). *NOTICIAS ONU.* Obtenido de https://news.un.org/es/story/2023/03/1519832

Ordoñez Gálvez, J. (2011). *¿Qué es cuenca hidrólogica?* Lima : Sociedad Geográfica de Lima.

Preciado Beltrán, J. (2015). *Desarrollo regional y medio ambiente: desafíos para la construcción de la Región Metropolitana de Bogotá.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Preciado Beltrán, J. (2022). *Territorio, desarrollo y medio ambiente en la Sabana de Bogotá: Una visión desde los actores.* Bogotá D.C, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Ramirez Zapata , A. (Junio de 2015). ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE SENSORES REMOTOS DE COBERTURA DE LA TIERRA PARA EL PERIODO DE TIEMPO 1999 - 2011 EN EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, BOLÍVAR. *ANÁLISIS MULTITEMPORAL MEDIANTE SENSORES REMOTOS DE COBERTURA DE LA TIERRA PARA EL PERIODO DE TIEMPO 1999 - 2011 EN EL MUNICIPIO DE SAN JACINTO, BOLÍVAR.* Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada.

Red Colombiana de Ciudades Cómo Vamos. (28 de Abril de 2022). *Bogotá Como Vamos*. Obtenido de https://bogotacomovamos.org/que-es-la-region-metropolitana-bogota-cundinamarca/

REGIÓN METROPOLITANA. (10 de 10 de 2023). *REGIÓN METROPOLITANA.* Obtenido de https://www.regionmetropolitana.gov.co/informacion-adicional/cartilla-de-la-region-metropolitana-bogotacundinamarca

Reynosa Carrero, A. (2021). *ANÁLISIS DEL ÁREA METROPOLITANA EN RELACIÓN CON EL MODELO DE GOBERNANZA PARA LA BOGOTÁ REGIÓN.* Bogotá.

RUNAP. (2024). Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. *Mapa de áreas protegidas de Colombia*. Obtenido de https://runap.parquesnacionales.gov.co/cifras

Secretaría de planeación de Chía. (2020). *POT 2020, TOMO I. Diagnóstico ambiental.* Alcaldía municipal de Chía.

Secretaría de Planeación Municipal de Cota. (2022). *PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.* Cota-Cundinamarca.

Secretaría de planeación municipal de Tabio. (2016). *POT, PLAN DE DESARROLLO "TABIO COMPROMISO DE TODOS".* Tabio: Alcaldía municipal de Tabio.

Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá. (2013). *REGIÓN METROPOLITANA DE BOGOTÁ: UNA VISIÓN DE LA OCUPACIÓN DEL SUELO.* Bogotá.

Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios. (2022). *Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios*. Obtenido de https://sui.superservicios.gov.co/Que-es-el-SUI

Tovar Godoy, H. L., & Corredor Martínez, O. R. (2011). DIAGNÓSTICO BASE PARA EL ANÁLISIS AMBIENTAL TERRITORIAL EN EL MUNICIPIO DE CHÍA (CUNDINAMARCA). Bogotá, Colombia.

Ucros, L. C. (2008). *Breve historia y situación actual del patrimonio forestal colombiano.* Bogotá.

Universidad de la Sabana. (2020). Sabana Centro, una provincia sostenible. Bogotá D.C, Colombia .

Utria Grosser, R. D. (1998). *Metropolización de la Sabana de Bogotá.* Obtenido de Sociedad Geográfica de Colombia Academia de Ciencias Geográficas: www.sogeocol.edu.co

9. Anexos