

Análisis de las estrategias de mitigación y gestión ambiental en la región del macizo colombiano y la subzona hidrográfica de Bogotá: Un estudio de caso en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

Cristian Camilo Hernández Barragán

Código: 2203267

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES

Diciembre 2024

Análisis de las estrategias de mitigación y gestión ambiental en la región del macizo colombiano y la subzona hidrográfica de Bogotá: Un estudio de caso en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

Cristian Camilo Hernández Barragán

Trabajo de grado modalidad proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de:

ADMINISTRADOR AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES

Directora:

MSc. Adriana Hernández Guzmán
Docente

Administración Ambiental y de los Recursos Naturales
Facultad de Ciencias y Tecnologías

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES**

Introducción	4
Planteamiento del problema	5
Objetivo general	7
Justificación.....	8
Antecedentes	10
Aproximaciones conceptuales	16
Marco teórico	19
Gestión ambiental	19
Mitigación del cambio climático	20
Conservación de la biodiversidad	21
Gestión de recursos hídricos	22
Participación comunitaria y stakeholders	23
Políticas y regulaciones ambientales	24
Evaluación y Monitoreo Ambiental	25
Marco legal.....	28
Metodología	30
Diseño de Procedimientos para Análisis Climático	30
Creación de un sistema jerárquico para impactos ambientales	30
Análisis Exhaustivo de Proyectos con Licencia Ambiental	30
Generación de Recursos Técnicos y Cartográficos Específicos	31
Análisis y resultados	32
Conclusiones y recomendaciones.....	54
Referencias bibliográficas	58

Introducción

Este trabajo de grado ofrece un análisis exhaustivo de las estrategias de gestión y mitigación ambiental empleadas en la región del Macizo colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. Centrándose en las actividades desarrolladas por un experto en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), este estudio profundiza en cómo dichas acciones han influenciado la gestión de los desafíos ambientales regionales, resaltando tanto los logros alcanzados como las oportunidades de mejora. Esta monografía detallará las iniciativas específicas llevadas a cabo por el profesional en la ANLA, destacando su papel en la comprensión y mitigación de los impactos ambientales en la región. Se prestará especial atención a las lecciones aprendidas, evaluando críticamente las estrategias implementadas y proponiendo áreas de mejora para optimizar la gestión ambiental.

Este análisis no se limita a una perspectiva académica; también posee una relevancia práctica considerable para la orientación de futuros proyectos y políticas ambientales en la región. El propósito de esta investigación es proporcionar una visión enriquecedora y práctica para afrontar los retos ambientales en el ámbito regional. A través de este estudio, se pretende promover un manejo más efectivo y sostenible de los recursos naturales. Además, se enfatiza la importancia de la sinergia entre las entidades gubernamentales y el sector privado para la conservación del medio ambiente.

Esta monografía se estructura en torno a una metodología rigurosa, combinando el análisis de documentos oficiales, entrevistas con expertos, y la revisión de casos de estudio relevantes. Este enfoque metodológico permite una evaluación holística de las prácticas de gestión ambiental, garantizando un análisis crítico y bien fundamentado. Asimismo, se analizará el contexto ambiental, socioeconómico y político de la región, proporcionando una comprensión integral de los factores que influyen en la gestión ambiental.

Un aspecto clave de este trabajo será la identificación de desafíos específicos enfrentados por la ANLA y la región en su conjunto. Se examinarán problemas como la deforestación, la contaminación del agua, y los impactos del cambio climático, evaluando cómo las acciones de la ANLA han contribuido o pueden contribuir a mitigar estos problemas. La investigación también destacará el papel crucial de la ANLA en la formulación de políticas y la toma de decisiones, evaluando cómo sus acciones pueden modelar el futuro de la gestión ambiental en la región.

Planteamiento del problema

El desafío ambiental que enfrenta la región del Macizo colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es complejo y multifacético, abarcando desde la gestión del cambio climático hasta la administración eficaz de proyectos con licencia ambiental. Esta situación se ve agravada por la carencia significativa de recursos técnicos y cartográficos específicos para esta región, una laguna que impide una gestión ambiental efectiva y precisa.

Las consecuencias de esta insuficiencia se manifiestan en varios aspectos críticos:

- **Comprensión y Mitigación de Impactos del Cambio Climático:** La falta de recursos adecuados dificulta la evaluación precisa de la sensibilidad ambiental de distintas áreas ante los efectos del cambio climático, lo que es esencial para elaborar estrategias de mitigación efectivas (IDEAM, 2015).
- **Gestión de Proyectos con Licencia Ambiental:** Sin herramientas actualizadas y precisas, la ANLA se enfrenta a desafíos significativos en la evaluación eficiente de los riesgos ambientales de los proyectos que requieren licencias ambientales, lo que podría llevar a decisiones inadecuadas y potencialmente dañinas para el medio ambiente.
- **Respuesta a Consultas y Solicitudes de Información:** La ausencia de información detallada y actualizada limita la capacidad de la ANLA para responder de manera adecuada a las consultas, tanto internas como externas, derechos de petición y otras solicitudes de información, lo que puede afectar la transparencia y la eficacia de la gestión ambiental.
- **Toma de Decisiones Informada:** La carencia de un enfoque integral y datos concretos para la jerarquización de impactos y la evaluación de proyectos existentes impide una toma de decisiones basada en información sólida, lo que es fundamental para una gestión ambiental efectiva.
- **Impacto en el Medio Ambiente y Comunidades Locales:** La falta de información precisa puede resultar en intervenciones inadecuadas en el entorno natural, con posibles consecuencias negativas tanto para los ecosistemas como para las comunidades locales que dependen de ellos.

Resolver esta problemática es esencial para avanzar hacia una gestión ambiental más informada y sostenible en la región, lo que es crucial para garantizar un desarrollo sostenible acorde con los desafíos actuales del cambio climático y la conservación del medio ambiente.

Los problemas específicos en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá refuerzan la necesidad de mejorar los recursos técnicos y cartográficos:

- En el Macizo Colombiano: El uso inadecuado del suelo y la deforestación, con aproximadamente 500 mil hectáreas de bosques perdidos en las últimas dos décadas, y la sobreutilización del 40% del área para actividades agropecuarias, destacan la urgencia de contar con herramientas precisas para gestionar estos cambios. (ANLA, 2017)
- En la Subzona Hidrográfica de Bogotá: La grave contaminación del Río Bogotá y el manejo inadecuado de residuos, que lleva a la clasificación de mala calidad hídrica del 70% del afluente en la cuenca media, resalta la necesidad de una gestión ambiental más eficaz y de estrategias de descontaminación sustentables. (ANLA, 2020)

La disponibilidad de recursos técnicos y cartográficos actualizados permitiría a la ANLA y otras entidades gestionar los proyectos con licencia ambiental de manera más eficiente y responder de manera adecuada a las consultas y solicitudes de información, contribuyendo así a la mitigación de la degradación ambiental y a la preservación de ecosistemas clave en Colombia.

Objetivo general

Fortalecer la capacidad de respuesta de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en el ámbito regional al brindar apoyo profesional para la elaboración de análisis de escenarios climáticos, la jerarquización precisa de impactos ambientales, la evaluación detallada de proyectos con licencia ambiental y la creación de insumos técnicos y cartográficos específicos.

- Diseñar un procedimiento detallado que permita analizar y prever escenarios climáticos en el Macizo Colombiano y Subzona Hidrográfica de Bogotá, considerando variables como temperatura y precipitación, con el propósito de comprender las tendencias climáticas regionales.
- Crear un sistema jerárquico que facilite la evaluación y clasificación de los impactos ambientales en función de su gravedad y relevancia, lo que permitirá identificar áreas críticas y asignar recursos de manera eficiente para su mitigación.
- Realizar un análisis exhaustivo de los proyectos existentes en la región, teniendo en cuenta aspectos como su impacto ambiental, cumplimiento de normativas y sostenibilidad. Esto proporcionará información precisa sobre su estado y contribuirá a una toma de decisiones informada.
- Generar mapas temáticos y bases de datos adaptados a las particularidades geográficas y ambientales del Macizo Colombiano y Subzona Hidrográfica de Bogotá, facilitando la comprensión y gestión del territorio.

Justificación

La región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es crucial desde una perspectiva ambiental debido a su rica biodiversidad y su papel en la regulación del clima regional. Enfrenta retos significativos relacionados con el cambio climático y la conservación de recursos naturales, lo que hace imperativo un análisis detallado de los escenarios climáticos. Comprender estos escenarios es vital para planificar respuestas adaptativas y estrategias de mitigación efectivas.

Además, la jerarquización precisa de los impactos ambientales es esencial para una gestión eficiente. Un enfoque jerárquico permite a las autoridades asignar recursos de manera más efectiva y concentrar esfuerzos en áreas críticas. Los proyectos que requieren licencia ambiental, en particular, pueden tener impactos significativos en el medio ambiente. Por lo tanto, es fundamental llevar a cabo evaluaciones detalladas para asegurar su sostenibilidad y el cumplimiento de las normativas ambientales.

La región también enfrenta desafíos específicos en la gestión de recursos hídricos, particularmente en términos de calidad y disponibilidad del agua. Esto subraya la importancia de una gestión hídrica efectiva y basada en datos precisos. Además, los recursos técnicos y cartográficos específicos son fundamentales para comprender la complejidad geográfica y ambiental de la región, facilitando así la toma de decisiones informada y la planificación territorial.

La ANLA desempeña un papel crucial en la protección del medio ambiente en Colombia. Fortalecer su capacidad de respuesta es clave para garantizar una gestión ambiental efectiva en la región. Además, la colaboración entre diferentes entidades gubernamentales y el sector privado es esencial para abordar los desafíos ambientales de manera integral. La ANLA, como entidad rectora, debe liderar estos esfuerzos colaborativos (MADS, 2020).

Las decisiones ambientales tienen un impacto directo en las comunidades locales, especialmente en lo que respecta a la calidad de vida y el acceso a recursos naturales. Por lo tanto, es vital considerar el bienestar de estas comunidades en la toma de decisiones (ANLA, 2023). Mejorar la capacidad de la ANLA no solo beneficia el medio ambiente, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la región. Esta inversión en capacidades y recursos es esencial para un futuro sostenible y próspero. El contexto ambiental regional presenta desafíos significativos, incluyendo el cambio climático y la degradación ecológica. La comprensión de estos desafíos es fundamental para implementar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. La evaluación de impacto ambiental es una herramienta crucial para prevenir y mitigar los efectos negativos del desarrollo en el medio ambiente.

Es vital para la ANLA contar con métodos efectivos de evaluación para proteger los ecosistemas vulnerables de la región (ANLA, 2023).

Los escenarios climáticos son esenciales para anticipar y planificar frente a los efectos del cambio climático. Un análisis preciso de estos escenarios facilita la toma de decisiones informadas y proactivas en materia de políticas ambientales (IDEAM, 2017). Una jerarquización adecuada de los impactos ambientales permite a la ANLA identificar y priorizar las áreas más críticas para la intervención. Esto es crucial para asignar recursos de manera eficiente y efectiva.

La evaluación detallada de los proyectos con licencia ambiental es imprescindible para asegurar su sostenibilidad y conformidad con las normativas ambientales. Esta práctica es esencial para garantizar un desarrollo sostenible en la región. La creación de mapas temáticos y bases de datos específicos es necesaria para una gestión territorial efectiva. Estos recursos permiten una comprensión más profunda de las características geográficas y ambientales únicas de la región (ANLA, 2023).

Mejorar la capacidad de respuesta de la ANLA contribuye directamente a la sostenibilidad ambiental de la región. Esto es vital para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades locales. La fortaleza de la ANLA en la evaluación y gestión ambiental tiene implicaciones significativas para la formulación de políticas ambientales. Una ANLA bien equipada puede influir positivamente en el marco normativo ambiental de la región.

Antecedentes

El Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá representan un ecosistema crucial en Colombia, caracterizado por una rica biodiversidad y un papel significativo en la regulación del clima regional. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2020), en su publicación "Estado del medio ambiente en el Macizo Colombiano", esta área enfrenta retos ambientales considerables. El documento destaca la importancia de abordar la conservación en esta región, poniendo énfasis en las respuestas al cambio climático y los esfuerzos para preservar su diversidad biológica única. Este contexto forma la base de nuestra investigación, buscando comprender de manera integral los desafíos ambientales del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá y el papel crítico que juegan las políticas de gestión y conservación en la salvaguarda de estos ecosistemas vitales.

El cambio climático representa una amenaza creciente y tangible para la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, cuyos efectos se han manifestado en alteraciones significativas de los patrones climáticos. Según el "Informe sobre el Clima en América Latina y el Caribe" de la World Meteorological Organization (WMO, 2021), estos cambios incluyen variaciones en los patrones de precipitación y temperatura, que tienen implicaciones directas en la biodiversidad, los recursos hídricos y la vida de las comunidades locales. Este informe subraya la necesidad urgente de comprender y adaptarse a estos cambios en la región, lo que constituye un eje fundamental de este estudio. Se busca así evaluar el impacto del cambio climático en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá y desarrollar estrategias efectivas de adaptación y mitigación en respuesta a estos fenómenos climáticos cambiantes.

La trayectoria de las políticas ambientales en Colombia ha sido un factor determinante en la forma en que se abordan y gestionan los desafíos ambientales en regiones como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. Según el documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019), titulado "Políticas ambientales en Colombia", ha habido una evolución significativa en los marcos legales y regulatorios que rigen la gestión ambiental en el país. Este análisis histórico y normativo proporciona un contexto esencial para entender cómo las políticas actuales han sido moldeadas por desarrollos legislativos y estrategias previas. En este estudio, se examina cómo estas políticas han influenciado la gestión de los recursos naturales y la respuesta al cambio climático en la región, destacando la importancia de un marco normativo sólido y adaptativo para la conservación efectiva del medio ambiente.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) juega un papel crucial en la gestión ambiental en Colombia, una responsabilidad que abarca desde la supervisión de las políticas de conservación hasta la implementación de estrategias de desarrollo sostenible. El estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 2020, titulado "La Gestión Ambiental en Colombia: El papel de la ANLA", detalla las diversas funciones y responsabilidades que asume la ANLA en este ámbito. Este informe es fundamental para entender cómo la ANLA actúa como un actor clave en la formulación de políticas, la evaluación de impacto ambiental y la concesión de licencias para proyectos en áreas sensibles como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. En este estudio, se analiza el impacto de las acciones de la ANLA en la gestión ambiental regional, destacando su influencia en la protección de los recursos naturales y en la mitigación de los efectos del cambio climático.

Los recursos hídricos en Colombia, y específicamente en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, enfrentan una serie de desafíos complejos que requieren una gestión cuidadosa y estratégica. El informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del 2021, "Gestión de Recursos Hídricos en Colombia", ofrece una perspectiva detallada de estos retos, destacando la importancia de implementar estrategias efectivas para la conservación y el uso sostenible del agua. Este análisis es crítico para nuestro estudio, ya que enfoca en cómo la gestión de recursos hídricos impacta no solo la sostenibilidad ambiental sino también la vida socioeconómica de las comunidades locales. A través de este informe, se exploran las políticas actuales y las medidas propuestas para mejorar la gestión del agua en esta región, resaltando la necesidad de enfoques innovadores y colaborativos para abordar la escasez de agua, la contaminación y los efectos del cambio climático en los recursos hídricos.

La cooperación interinstitucional emerge como un componente esencial en el abordaje de los desafíos ambientales en América Latina, particularmente en regiones tan ecológicamente sensibles como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. Según el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de 2019, "Cooperación Interinstitucional para el Desarrollo Sostenible en América Latina", la colaboración efectiva entre diferentes entidades gubernamentales y el sector privado es fundamental para implementar soluciones integrales y sostenibles a problemas ambientales complejos. Este documento resalta cómo la sinergia entre diversos actores puede potenciar las estrategias de conservación, mitigación del cambio climático y gestión de recursos naturales, subrayando la importancia de este enfoque colaborativo en nuestro estudio. La tesis

examina cómo la cooperación interinstitucional puede fortalecer la gestión ambiental en la región, enfatizando la necesidad de un trabajo conjunto para lograr un equilibrio entre el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente.

La deforestación en el Macizo Colombiano ha sido un fenómeno persistente con consecuencias profundas tanto para el medio ambiente como para las comunidades locales. El análisis proporcionado por la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) en su informe de 2018, "Impacto de la deforestación en el Macizo Colombiano", detalla la historia de esta problemática ambiental y sus efectos devastadores en la región. El estudio revela que la pérdida de cobertura forestal ha sido impulsada por diversos factores, incluyendo la expansión agrícola y la explotación maderera, y destaca las implicaciones de esta deforestación en términos de pérdida de biodiversidad, alteraciones en los ciclos hidrológicos y aumento de las emisiones de carbono. Esta tesis examina el impacto acumulativo de la deforestación en el Macizo Colombiano y considera las estrategias necesarias para su mitigación, enfocándose en cómo la gestión y las políticas ambientales pueden ser reestructuradas para revertir o al menos reducir este grave problema ambiental.

El desarrollo sostenible de proyectos en América Latina, y en particular en Colombia, requiere una rigurosa evaluación de impacto ambiental para garantizar que las actividades económicas se alineen con la conservación del medio ambiente. El informe del Banco Mundial de 2018, "Evaluación de Proyectos con Licencia Ambiental en América Latina", proporciona un análisis detallado de los procedimientos y criterios utilizados en la evaluación de estos proyectos, enfatizando la importancia de un proceso exhaustivo y transparente. Este informe es especialmente relevante para entender cómo se gestionan los proyectos en Colombia, incluyendo aquellos en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, y cómo se equilibran las necesidades de desarrollo con la preservación ambiental. En esta tesis, se utiliza este informe como una base para explorar la eficacia de las prácticas actuales de licenciamiento ambiental en Colombia y para identificar áreas de mejora que puedan fortalecer la gestión ambiental y la sostenibilidad de los proyectos en la región.

El cambio climático es un fenómeno global con impactos locales significativos, particularmente en regiones sensibles como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá en América del Sur. El "Informe Especial sobre los Impactos del Cambio Climático en América del Sur" del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2021) proporciona una visión integral de cómo estos cambios están afectando la región, con implicaciones directas en sus ecosistemas,

biodiversidad, recursos hídricos y comunidades locales. El informe subraya que la variabilidad en los patrones de precipitación y temperatura está alterando los equilibrios ecológicos y socioeconómicos, lo que requiere una acción urgente y adaptativa. Esta tesis se basa en las conclusiones del IPCC para evaluar específicamente el impacto del cambio climático en la región estudiada y desarrollar recomendaciones de políticas y estrategias de mitigación y adaptación adecuadas para afrontar estos desafíos ambientales.

El uso y manejo de suelos en el Macizo Colombiano es un aspecto crítico en la gestión ambiental de la región, teniendo implicaciones directas en la sostenibilidad de sus ecosistemas. El estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia en 2019, titulado "Uso y Manejo de Suelos en el Macizo Colombiano", ofrece una perspectiva detallada sobre las prácticas actuales en la región y cómo estas afectan el medio ambiente. Este estudio es particularmente relevante para comprender los desafíos relacionados con la erosión, la pérdida de fertilidad y la degradación del suelo, todos factores que impactan significativamente en la biodiversidad y la capacidad de la región para sostener tanto la vida silvestre como las actividades agrícolas. En esta tesis, se analiza el contenido de este estudio para identificar las áreas críticas que requieren intervención y para proponer estrategias de manejo de suelos que promuevan la conservación y el uso sostenible de estos recursos vitales.

La conservación de la biodiversidad en Colombia, un país conocido por su rica diversidad biológica es un tema de suma importancia y requiere políticas y estrategias efectivas y actualizadas. El documento de Conservación Internacional Colombia, titulado "Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad en Colombia" (2020), ofrece un análisis exhaustivo de las políticas y enfoques actuales en este campo. Este estudio destaca la necesidad de implementar estrategias integradas que no solo protejan la biodiversidad, sino que también promuevan el uso sostenible de los recursos naturales y la participación de las comunidades locales en los esfuerzos de conservación. En esta tesis, se examina cómo estas políticas y estrategias están siendo aplicadas en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, evaluando su eficacia y buscando identificar posibles áreas de mejora para garantizar la preservación de la biodiversidad en estas regiones críticas.

El impacto social de las políticas ambientales en Colombia es un aspecto crucial que trasciende el ámbito ecológico y penetra profundamente en la estructura social y económica de las comunidades locales. Según el informe de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) de 2021, "Impacto Social de las Políticas Ambientales en Colombia", estas políticas tienen consecuencias directas y significativas en la vida cotidiana de las personas, afectando aspectos como el empleo, la salud y el

bienestar general. Este informe proporciona una perspectiva integral de cómo las decisiones ambientales, especialmente en áreas sensibles como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, pueden influir en las comunidades locales. En esta tesis, se analiza este impacto, subrayando la importancia de implementar políticas ambientales que no solo protejan el medio ambiente, sino que también promuevan el desarrollo socioeconómico sostenible y la justicia ambiental para las poblaciones afectadas.

El concepto de desarrollo sostenible es un pilar fundamental en la formulación de políticas ambientales en Colombia, un enfoque que busca equilibrar las necesidades económicas, sociales y ambientales. La Comisión Nacional de Desarrollo Sostenible de Colombia, en su informe de 2019, "Desarrollo Sostenible y Política Ambiental en Colombia", proporciona un análisis completo de cómo estas políticas están integrando el desarrollo sostenible en sus estrategias y acciones. El documento resalta la importancia de una aproximación holística que no solo atienda la preservación del medio ambiente, sino que también fomente el progreso económico y la inclusión social. Esta visión integral es esencial para comprender el marco en el que se desarrollan e implementan las políticas ambientales en regiones como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, y se convierte en un eje central de análisis en esta tesis, examinando cómo la integración de estos principios puede conducir a resultados más efectivos y equitativos en la gestión ambiental.

La calidad del agua y su gestión en Bogotá y sus alrededores son aspectos críticos que tienen un impacto directo en la salud ambiental y pública de la región. El "Estado de la Calidad del Agua en Bogotá y su Región", un informe publicado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en 2020, ofrece una evaluación exhaustiva de la situación actual del agua en esta área. Este informe destaca los retos relacionados con la contaminación del agua, la eficiencia en el tratamiento y la distribución del recurso hídrico. Su análisis detallado proporciona una base esencial para comprender las dinámicas y desafíos de la gestión del agua en la capital colombiana y sus zonas circundantes. En esta tesis, se utiliza este informe para analizar las prácticas actuales de gestión del agua, identificar áreas críticas que requieren mejoras y proponer estrategias para optimizar la calidad y el manejo del agua, lo cual es esencial para el bienestar de la población y la sostenibilidad ambiental de Bogotá y su región.

Los riesgos ambientales asociados al cambio climático representan un desafío significativo para la región del Macizo Colombiano, requiriendo estrategias de adaptación efectivas y específicas. El estudio del Centro de Investigación sobre el Cambio Climático de Colombia (CICC) de 2021, "Riesgos

Ambientales y Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano", aborda estos riesgos, ofreciendo un análisis detallado de los desafíos más críticos, como la alteración de los ecosistemas, la variabilidad en los patrones de precipitación y la amenaza a la biodiversidad. Este estudio también propone estrategias de adaptación adaptadas a las condiciones locales, enfatizando la importancia de enfoques específicos para la región. Esta tesis se basa en las conclusiones del CICC para desarrollar recomendaciones que no solo aborden los riesgos identificados, sino que también fortalezcan la resiliencia de la región frente a los impactos futuros del cambio climático, integrando estas estrategias en la planificación y gestión ambiental a nivel local y nacional.

La gestión ambiental en Colombia ha sido abordada a través de diversos modelos que reflejan tanto los retos como las oportunidades en el campo de la conservación y sostenibilidad. La Asociación Colombiana de Ciencias Ambientales (ACCA), en su publicación de 2019, "Modelos de Gestión Ambiental en Colombia: Retos y Oportunidades", proporciona un análisis crítico de estos modelos, destacando tanto sus fortalezas como sus limitaciones. Este documento es una herramienta valiosa para comprender la efectividad de las prácticas de gestión ambiental actuales en Colombia y para identificar posibles áreas de mejora. La tesis se aprovecha de este análisis para evaluar cómo estos modelos se pueden adaptar o mejorar para enfrentar de manera más eficiente los desafíos ambientales específicos del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, enfocándose en la implementación de prácticas que sean sostenibles, inclusivas y que promuevan un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente.

Aproximaciones conceptuales

La gestión ambiental, definida como el proceso de administrar el impacto humano sobre el medio ambiente para minimizar los efectos negativos y maximizar la sostenibilidad (Santander, 2018), es fundamental en la conservación de áreas ecológicamente sensibles. En el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, la aplicación de este concepto implica un enfoque multidisciplinario que abarca desde la implementación de políticas hasta la ejecución de prácticas para la conservación de recursos naturales, el control de la contaminación y la promoción de un desarrollo sostenible. Según el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático (IDEAM, 2017), estas prácticas son cruciales para mantener el equilibrio ecológico y asegurar la viabilidad a largo plazo de estos ecosistemas, lo que subraya la importancia de una gestión ambiental efectiva y adaptativa en regiones con alta biodiversidad y vulnerabilidad ecológica.

La mitigación del cambio climático es una estrategia clave en la respuesta global a los crecientes desafíos ambientales, enfocándose en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento de la capacidad de absorción de estos gases (IDEAM, 2015). En el contexto del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, esta definición se traduce en la implementación de estrategias específicas que apuntan a la reducción de emisiones de carbono. Estas estrategias incluyen prácticas sostenibles de uso del suelo, gestión forestal eficaz y la adopción de políticas energéticas renovables (ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), 2023).

La conservación de la biodiversidad es un aspecto fundamental en la gestión ambiental, centrado en la protección y el mantenimiento de la diversidad de especies, ecosistemas y recursos genéticos (MADS, 2015). Esta definición adquiere una relevancia particular en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, donde la biodiversidad se caracteriza por su riqueza y singularidad. En esta área, la conservación de la biodiversidad se orienta hacia la preservación de ecosistemas únicos, protegiendo la flora y fauna endémicas y gestionando los hábitats de manera sostenible. Según la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS, 2015), estas prácticas no solo son vitales para el mantenimiento de la integridad ecológica de la región, sino que también son clave para garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades locales y al medio ambiente en general. La implementación de estrategias efectivas para la conservación de la biodiversidad en el Macizo

Colombiano y la Subzona Hidrográfica representa un desafío y una oportunidad para demostrar cómo la gestión ambiental puede ser integrada y equilibrada con las necesidades de desarrollo y conservación.

La gestión eficiente de los recursos hídricos es un componente crítico en la administración ambiental, que se centra en la gestión de la calidad y cantidad del agua disponible para los ecosistemas y las comunidades humanas (MINAMBIENTE, 2010). Esta gestión cobra especial importancia en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, donde los recursos hídricos son fundamentales tanto para la biodiversidad como para las actividades humanas. En esta área, la gestión de los recursos hídricos implica una administración cuidadosa de las cuencas hidrográficas, así como esfuerzos significativos en el tratamiento y la prevención de la contaminación del agua. Además, se requiere una optimización del uso del agua en actividades agrícolas e industriales para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de estos recursos vitales, abordar estos desafíos de manera efectiva es esencial para mantener la salud ecológica y la seguridad hídrica en la región, lo que a su vez tiene un impacto directo en la calidad de vida de las comunidades locales y la preservación de los ecosistemas naturales.

La participación comunitaria y la inclusión de stakeholders en la gestión ambiental son elementos clave para garantizar que las decisiones y estrategias sean inclusivas, equitativas y culturalmente apropiadas (Ávila, 2009). Este enfoque participativo implica activamente a las comunidades locales y a otros actores relevantes en la toma de decisiones relacionadas con el medio ambiente, lo cual es especialmente importante en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. Aquí, la participación comunitaria no solo facilita una mayor comprensión y aceptación de las políticas y prácticas de gestión ambiental, sino que también asegura que estas estrategias reflejen las necesidades y conocimientos locales. Según (Ávila, 2009), incorporar las voces y perspectivas de las comunidades locales en la planificación y ejecución de proyectos de mitigación del cambio climático y conservación de la biodiversidad resulta en intervenciones más efectivas y sostenibles. Por lo tanto, esta tesis explora cómo la participación comunitaria puede ser mejor implementada y fomentada en la región para mejorar los resultados de las políticas ambientales y fortalecer la resiliencia y sostenibilidad de la comunidad y el ecosistema.

Las políticas y regulaciones ambientales forman el marco legal y normativo esencial para la gestión efectiva del medio ambiente (MINAMBIENTE, 2023). Este conjunto de leyes, regulaciones y políticas establece las directrices y estándares para proteger los recursos naturales y promover prácticas

sostenibles. En el contexto del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, la implementación y cumplimiento de estas políticas nacionales y regionales son fundamentales para garantizar la protección y conservación de sus ecosistemas únicos, la efectividad de la gestión ambiental en esta región depende en gran medida de la adecuación y aplicación de estas políticas, lo que incluye desde la regulación de emisiones y la gestión de recursos hídricos hasta la conservación de la biodiversidad. En esta tesis, se analiza cómo las políticas y regulaciones existentes están siendo implementadas y qué tan efectivas son en el logro de sus objetivos ambientales, identificando oportunidades para mejorar la gestión ambiental en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá.

La evaluación y el monitoreo ambiental son procesos críticos que permiten un seguimiento continuo del estado del medio ambiente y la efectividad de las políticas y prácticas implementadas (ANLA, 2023). Estos procesos son fundamentales para garantizar que las estrategias de gestión y mitigación ambiental sean efectivas y se ajusten a las necesidades cambiantes del ecosistema y las comunidades. En la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, la realización de evaluaciones continuas y el monitoreo constante son esenciales para medir el impacto de las acciones emprendidas en la gestión de recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Según el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA (ANLA, 2023), este enfoque integral permite identificar áreas de mejora y adaptar las estrategias de manera oportuna para maximizar su eficiencia y eficacia. En esta tesis, se examina la implementación y los resultados de estos procesos de evaluación y monitoreo en la región, destacando su importancia en la toma de decisiones informadas y la adaptación a los retos ambientales emergentes.

Marco teórico

Gestión ambiental:

La gestión ambiental en Colombia, y específicamente en la ANLA, se centra en implementar políticas y prácticas para equilibrar el desarrollo humano con la preservación del medio ambiente. Este aspecto se manifiesta en el desarrollo de herramientas y técnicas innovadoras que se han aplicado en la región, buscando casos de éxito que puedan servir como modelo para futuras iniciativas. Sin embargo, también se reconocen los desafíos que enfrenta esta gestión, especialmente en términos de integrar efectivamente las necesidades ambientales y las demandas de desarrollo.

Las políticas de gestión ambiental en Colombia constituyen un marco crucial para dirigir y coordinar los esfuerzos de conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Estas políticas, delineadas a nivel nacional, establecen directrices claras para la protección del medio ambiente, abarcando desde la conservación de la biodiversidad hasta el manejo de recursos hídricos y la mitigación del cambio climático (IDEAM, 2015). En el contexto del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, estas políticas adquieren una importancia particular debido a la riqueza ecológica y la sensibilidad de la región, la efectividad de la gestión ambiental en esta área depende en gran medida de la implementación coherente y exhaustiva de estas políticas. En esta tesis, se analiza cómo las políticas de gestión ambiental establecidas a nivel nacional son aplicadas y adaptadas en la región, evaluando su impacto en la protección y gestión de los ecosistemas y recursos naturales locales.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) emplea una variedad de herramientas y técnicas avanzadas para efectuar una gestión ambiental eficaz en Colombia. Estas herramientas incluyen sistemas de información geográfica (SIG) para el mapeo y análisis de ecosistemas, modelos de evaluación de impacto ambiental y programas de monitoreo y seguimiento (ANLA, 2023). Estas técnicas permiten a la ANLA realizar evaluaciones detalladas y precisas del impacto ambiental de proyectos propuestos, garantizar el cumplimiento de las regulaciones y leyes ambientales y supervisar la salud de los ecosistemas en tiempo real. Según (ANLA, 2023), el uso de estas herramientas ha mejorado significativamente la capacidad de la ANLA para responder de manera proactiva y eficiente a los desafíos ambientales, particularmente en áreas críticas como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. En esta tesis, se examina cómo la adopción de estas herramientas y técnicas por parte de la ANLA ha impactado en la gestión ambiental de la región, destacando su eficacia en la protección de los recursos naturales y la promoción del desarrollo sostenible.

Mitigación del cambio climático:

En el contexto del cambio climático, la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica ha implementado estrategias para reducir las emisiones de carbono. Esto incluye la adopción de energías renovables y la promoción de prácticas sostenibles. Un aspecto clave de este enfoque es comprender cómo el cambio climático impacta específicamente en esta región, lo que es esencial para desarrollar respuestas adaptativas y mitigar sus efectos.

Dentro de la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, la implementación de estrategias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es un componente crucial en la lucha contra el cambio climático. Estas estrategias abarcan una gama de enfoques, incluyendo el fomento de prácticas de agricultura sostenible, la promoción de energías renovables y la implementación de programas de reforestación (IDEAM, 2015). Estas iniciativas buscan no solo reducir las emisiones directas de carbono, sino también mejorar la capacidad de los ecosistemas para capturar y almacenar carbono. Según las Acciones de Mitigación del Cambio Climático en Colombia (IDEAM, 2015), estas medidas han demostrado ser efectivas en disminuir el impacto ambiental de actividades humanas en la región y contribuyen significativamente a los esfuerzos nacionales e internacionales para mitigar el cambio climático. Esta tesis evalúa el alcance y la efectividad de estas estrategias de reducción de emisiones en la región, examinando cómo pueden ser optimizadas para lograr una mayor eficacia en la mitigación del cambio climático.

La implementación de energías renovables y prácticas sostenibles en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es un elemento esencial en la estrategia regional para combatir el cambio climático y promover el desarrollo sostenible. Esta transición hacia fuentes de energía más limpias y eficientes, como la solar y la eólica, junto con prácticas sostenibles en agricultura y gestión de recursos, representa un cambio significativo hacia la reducción de la huella de carbono en la región (MINAMBIENTE, 2015) (Bocanegra, 2012). Estas iniciativas no solo contribuyen a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también fomentan la autosuficiencia energética y apoyan la economía local de manera sostenible, la implementación exitosa de estas energías y prácticas sostenibles requiere no solo inversiones tecnológicas, sino también un cambio en las políticas y una mayor conciencia y participación comunitaria. En esta tesis, se analiza cómo la introducción y expansión de estas energías renovables y prácticas sostenibles están siendo gestionadas en la región, evaluando su impacto y efectividad en la promoción de un desarrollo ambientalmente sostenible.

El impacto del cambio climático en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es una preocupación creciente, dado que estos cambios ambientales amenazan la biodiversidad, la estabilidad de los ecosistemas y la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región (IDEAM, 2017). El aumento en las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y la frecuencia de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, tienen implicaciones directas en la vida de las comunidades locales y en la integridad de los ecosistemas naturales. Según el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia (IDEAM, 2017), estos efectos del cambio climático están alterando los ciclos hidrológicos, afectando la disponibilidad de agua y poniendo en riesgo la supervivencia de especies endémicas. En esta tesis, se analiza en detalle el alcance de estos impactos, evaluando cómo el cambio climático está afectando específicamente al Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica, y se identifican las áreas más vulnerables y las estrategias necesarias para mitigar estos efectos y adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

Conservación de la biodiversidad:

La conservación de la biodiversidad en la región implica la protección de especies endémicas y la gestión de ecosistemas. Este esfuerzo se ha enfrentado al desafío de equilibrar la actividad humana con la necesidad de preservar la integridad ecológica. Los programas de protección y restauración de ecosistemas han sido fundamentales, así como el análisis del impacto humano en la biodiversidad local.

Los programas de protección de especies endémicas en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá son cruciales para conservar la singular biodiversidad de esta región. Estos programas, enfocados en salvaguardar especies que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, son fundamentales para mantener el equilibrio ecológico y preservar la riqueza genética de los ecosistemas (ANLA, 2020) (ANLA, 2017), los cuales incluyen una variedad de estrategias como la creación de reservas y áreas protegidas, programas de reproducción en cautiverio, y esfuerzos de reforestación y restauración de hábitats. Según las recomendaciones técnicas en los reportes de análisis regional (ANLA, 2020) (ANLA, 2017), buscan prevenir la extinción de estas especies únicas, sino también aumentar la conciencia y participación de las comunidades locales en su conservación. En esta tesis, se examina la implementación y eficacia de estos programas de protección en la región, identificando tanto los logros como los desafíos enfrentados en el esfuerzo por preservar estas especies endémicas vitales para la salud de los ecosistemas regionales.

El manejo y la restauración de ecosistemas en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá son componentes esenciales en la estrategia para preservar la integridad y funcionalidad de estos entornos naturales. Estas acciones incluyen la rehabilitación de áreas degradadas, la reintroducción de especies nativas y la implementación de prácticas de manejo sostenible para prevenir futuros daños (ANLA, 2023). Estas iniciativas son vitales no solo para restaurar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino también para mitigar los efectos adversos del cambio climático, como la erosión y la desertificación. Según (IDEAM, 2015), los programas de manejo y restauración de ecosistemas en la región han mostrado resultados positivos, pero enfrentan desafíos significativos, como la necesidad de recursos financieros y técnicos y la importancia de involucrar a las comunidades locales en estos esfuerzos. En esta tesis, se evalúa el progreso de estos programas en la región, analizando su efectividad y los factores que contribuyen a su éxito o limitan su alcance. El impacto de las actividades humanas en la biodiversidad del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá ha sido significativo y multifacético. Las actividades como la deforestación, la expansión agrícola, la urbanización y la contaminación han llevado a una pérdida de hábitats, una disminución en la diversidad de especies y una alteración en los ecosistemas (IDEAM, 2017). Este deterioro de la biodiversidad no solo afecta la salud de los ecosistemas, sino que también tiene repercusiones en la disponibilidad de recursos esenciales para las comunidades humanas y en la capacidad de los ecosistemas para ofrecer servicios vitales como la regulación del clima y la purificación del agua. Según (IDEAM, 2015), es esencial comprender y mitigar estos impactos para preservar la biodiversidad y garantizar un equilibrio ecológico sostenible. En esta tesis, se examina la magnitud del impacto humano en la biodiversidad de la región y se evalúan las estrategias y políticas implementadas para mitigar estos efectos y promover un manejo ambiental más sostenible y responsable.

Gestión de recursos hídricos:

La gestión de recursos hídricos en la región abarca desde el manejo sostenible de cuencas hidrográficas hasta la implementación de políticas para la calidad del agua. Se ha puesto especial énfasis en la eficiencia del uso del agua en la agricultura y la industria, reconociendo la importancia crítica del agua para los ecosistemas y las comunidades.

El manejo sostenible de cuencas hidrográficas en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es crucial para preservar la calidad y disponibilidad del agua, así como para

proteger la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos (Cundinamarca, 2006), (IDEAM, 2018). Este enfoque de manejo abarca la implementación de prácticas que equilibran las necesidades de uso del agua con la conservación y restauración de los ecosistemas fluviales y lacustres, el manejo sostenible incluye la regulación de la extracción de agua, el control de la contaminación, la restauración de hábitats y la promoción de prácticas agrícolas y urbanas que minimicen el impacto ambiental. El manejo efectivo de estas cuencas es esencial no solo para la salud ecológica de la región, sino también para la seguridad hídrica y el bienestar socioeconómico de las comunidades dependientes. En esta tesis, se investiga cómo se están llevando a cabo estas prácticas de manejo en la región, evaluando su eficacia y sostenibilidad, así como identificando retos y oportunidades para mejorar la gestión de los recursos hídricos en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica.

Las políticas de calidad del agua y el tratamiento de aguas residuales son aspectos fundamentales en la gestión ambiental de la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, siendo cruciales para la protección de los recursos hídricos y la salud pública (IDEAM, 2018). Estas políticas, establecidas tanto a nivel nacional como regional, establecen estándares y directrices para el monitoreo, control y tratamiento del agua, asegurando que esta cumpla con los requisitos necesarios para su uso seguro y sostenible. Según el estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018), el tratamiento eficiente de las aguas residuales y la implementación de estas políticas son esenciales para prevenir la contaminación de ríos, lagos y otras fuentes de agua, así como para garantizar el acceso a agua potable para las comunidades. En esta tesis, se evalúa cómo estas políticas están siendo aplicadas en la región, examinando los sistemas y procesos de tratamiento de aguas residuales en uso, y se analiza su efectividad en la mejora de la calidad del agua y en la protección de los ecosistemas acuáticos.

Participación comunitaria y stakeholders:

La inclusión de comunidades locales y stakeholders en la gestión ambiental ha sido un enfoque clave en la región. Se ha buscado fomentar la participación de estas comunidades en proyectos ambientales, asegurando que las políticas y prácticas no solo sean efectivas desde un punto de vista técnico, sino también socialmente equitativas y culturalmente sensibles.

El impacto social de las políticas ambientales en regiones como el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es un aspecto crucial que trasciende los límites de la gestión ecológica para influir significativamente en las comunidades locales (ANLA, 2020), (ANLA, 2017). Estas políticas, al

abordar cuestiones como la conservación de recursos, la calidad del aire y del agua, y la gestión de áreas protegidas, tienen el potencial de afectar directamente el bienestar y el modo de vida de las personas. Según (UPME, 2023), las políticas ambientales pueden generar beneficios sociales, como la mejora de la salud pública y la creación de oportunidades económicas, pero también pueden presentar desafíos, como la necesidad de reubicación o cambios en las actividades económicas tradicionales. En esta tesis, se explora el equilibrio entre los objetivos ambientales y las necesidades sociales, analizando cómo las políticas implementadas en la región han afectado a las comunidades y cómo se pueden diseñar e implementar para maximizar los beneficios sociales mientras se protege el medio ambiente.

Las estrategias de inclusión comunitaria en proyectos ambientales son fundamentales para garantizar que las iniciativas de conservación y gestión ambiental sean efectivas y sostenibles, especialmente en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá (MinEducación, 2014). Estas estrategias implican la participación de las comunidades locales en todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta la implementación y el monitoreo. Según (Ávila, 2009), involucrar a las comunidades en proyectos ambientales no solo mejora la relevancia y aceptación de las iniciativas, sino que también aprovecha el conocimiento local y fomenta una mayor responsabilidad y empoderamiento comunitario. En esta tesis, se analiza cómo la inclusión de las comunidades locales ha sido integrada en los proyectos ambientales de la región, evaluando su impacto en el éxito y la sostenibilidad de estos proyectos, y cómo estas estrategias pueden ser mejoradas para fortalecer aún más la participación y el beneficio comunitario.

Políticas y regulaciones ambientales:

El marco legal y normativo en Colombia juega un papel crucial en la gestión ambiental. En este contexto, se ha evaluado la efectividad de la legislación existente y su cumplimiento, así como la interacción entre políticas locales y nacionales, para identificar áreas de mejora y asegurar una gestión ambiental efectiva.

El marco legal ambiental en Colombia es un entramado complejo de leyes, normativas y regulaciones que proporcionan la base para la protección y gestión del medio ambiente, incluyendo la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá (MINAMBIENTE, 2023). Este marco legal abarca desde legislación general sobre medio ambiente y recursos naturales hasta leyes específicas sobre calidad del agua, conservación de la biodiversidad y control de la contaminación. Las leyes

ambientales en Colombia están diseñadas para asegurar un equilibrio entre el desarrollo y la protección ambiental, pero enfrentan desafíos en términos de implementación y cumplimiento efectivo. En esta tesis, se examina cómo el marco legal actual influye en la gestión ambiental de la región, evaluando su eficacia en la protección de ecosistemas vitales y en la promoción de prácticas de desarrollo sostenible. Se analiza, además, la coherencia y compatibilidad de las leyes regionales con las nacionales, y cómo estas regulaciones afectan tanto a las comunidades locales como a los ecosistemas.

El cumplimiento y la efectividad de la legislación ambiental en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá son aspectos críticos para asegurar la protección y conservación del medio ambiente. Estos elementos no solo implican la adhesión a las leyes y regulaciones existentes, sino también su capacidad para abordar efectivamente los desafíos ambientales actuales y futuros. Aunque Colombia cuenta con un marco legal ambiental robusto, la efectividad de estas leyes a menudo se ve limitada por desafíos en la implementación, la falta de recursos y la coordinación entre diferentes niveles de gobierno. En esta tesis, se evalúa cómo se está logrando el cumplimiento de la legislación ambiental en la región, identificando las brechas y obstáculos en la aplicación de las leyes y regulaciones. Además, se analiza la efectividad de estas leyes en términos de resultados ambientales, considerando tanto los logros como las áreas que requieren mejoras significativas para una gestión ambiental más efectiva y sostenible.

La interacción entre políticas locales y nacionales es un factor determinante en la eficacia de la gestión ambiental en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá. Esta dinámica implica no solo la alineación de los objetivos y estrategias, sino también la integración efectiva de iniciativas y regulaciones a diferentes escalas. Según el grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo de la ANLA (ANLA, 2023), una coordinación efectiva entre los niveles local y nacional es esencial para abordar de manera integral los desafíos ambientales, asegurando que las políticas nacionales se adapten y apliquen efectivamente en el contexto regional. En esta tesis, se analiza cómo las políticas ambientales locales reflejan y complementan las directrices nacionales, y cómo esta interacción influye en el éxito de los esfuerzos de conservación, gestión de recursos y mitigación del cambio climático en la región. Se examina la coherencia de las políticas a través de los niveles de gobierno y se identifican oportunidades y desafíos para mejorar esta sinergia en la gestión ambiental.

Evaluación y Monitoreo Ambiental:

Finalmente, la evaluación y el monitoreo ambiental son esenciales para medir la eficacia de las políticas y prácticas implementadas. Se han utilizado diversas técnicas y herramientas de monitoreo para evaluar el impacto ambiental de proyectos y adaptar estrategias según los resultados obtenidos. Las técnicas y herramientas de monitoreo ambiental utilizadas en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá son fundamentales para evaluar la salud de los ecosistemas y la efectividad de las políticas y prácticas de gestión ambiental. Estas herramientas incluyen tecnologías avanzadas como sistemas de información geográfica (SIG), sensores remotos, y plataformas de datos en tiempo real, que permiten un seguimiento detallado de indicadores ambientales como la calidad del aire y del agua, la cobertura vegetal, y la presencia de especies. Según el Centro de Monitoreo de la ANLA (ANLA, 2023), el uso de estas tecnologías facilita la recopilación de datos precisos y actualizados, esenciales para tomar decisiones informadas y oportunas en la gestión ambiental. En esta tesis, se examina la implementación y eficacia de estas técnicas y herramientas en la región, evaluando cómo contribuyen a la comprensión del impacto ambiental y a la identificación de áreas prioritarias para la conservación y restauración.

La evaluación del impacto ambiental de proyectos en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es un proceso crucial para asegurar que las iniciativas de desarrollo se lleven a cabo de manera sostenible y responsable (ANLA, 2023). Este proceso implica el análisis detallado de las potenciales consecuencias ambientales de proyectos propuestos, abarcando desde la construcción de infraestructuras hasta la explotación de recursos naturales. Según la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales (SELA) de la ANLA (ANLA, 2023), la evaluación del impacto ambiental permite identificar, prevenir y mitigar posibles efectos negativos en los ecosistemas y comunidades locales. En esta tesis, se analiza cómo se realizan estas evaluaciones en la región, examinando la metodología, los criterios utilizados y la efectividad de estos procesos en la protección del medio ambiente. Se evalúa además la participación de stakeholders y comunidades locales en estas evaluaciones, y cómo sus aportes influyen en la toma de decisiones ambientales.

La adaptación de estrategias de gestión ambiental basada en los resultados de monitoreo es un aspecto crítico en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, permitiendo una respuesta dinámica y efectiva a los desafíos ambientales. Esta práctica implica la revisión y ajuste continuo de las políticas y acciones de gestión en función de los datos y tendencias observados, garantizando que las estrategias sean relevantes y efectivas. El monitoreo ambiental proporciona información valiosa sobre la salud de los ecosistemas, la eficacia de las medidas de conservación y la

necesidad de intervenciones adicionales. En esta tesis, se examina cómo la ANLA y otras entidades regionales utilizan los resultados del monitoreo para adaptar sus estrategias ambientales, destacando la importancia de un enfoque adaptable y basado en evidencias para manejar los recursos naturales y proteger el medio ambiente. Se analiza cómo esta adaptabilidad no solo mejora la eficacia de la gestión ambiental, sino que también asegura una respuesta oportuna a los cambios y retos ambientales emergentes (ANLA, 2023).

Marco legal

La investigación sobre las estrategias de mitigación y gestión ambiental en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá se basa en un sólido marco legal y normativo que guía las acciones de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Las principales fuentes legales y normativas relevantes para este estudio incluyen:

- 1. Constitución Política de Colombia (1991):** Establece los principios fundamentales relacionados con el medio ambiente, los recursos naturales y la responsabilidad del Estado en su conservación.
- 2. Ley 99 de 1993:** Define la política ambiental en Colombia, creando el Sistema Nacional Ambiental (SINA), delineando las competencias y funciones de la ANLA en la gestión ambiental Y Promueve la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales.
- 3. Ley 1523 de 2012:** Establece el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), proporcionando un marco para la prevención y respuesta a eventos que puedan afectar el medio ambiente.
- 4. Ley 1333 de 2009:** Regula las acciones y sanciones en caso de infracciones ambientales, fortaleciendo el cumplimiento de las normativas ambientales.
- 5. Ley 164 de 1994 (Estatuto Nacional de Protección de los Animales):** Se enfoca en la protección y bienestar de los animales, aspecto relevante en proyectos que puedan afectar la fauna de la región.
- 6. Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible):** Recopila y reglamenta las normas ambientales en Colombia, proporcionando un marco para la gestión ambiental.
- 7. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Resolución 1220 de 2010):** Define directrices para la gestión del agua, siendo crucial para la subzona hidrográfica de Bogotá.
- 8. Ley 1454 de 2011:** Regula el procedimiento sancionatorio ambiental y establece medidas para la prevención y control de la contaminación.
- 9. Resolución 0247 de 2016 (ANLA):** Establece directrices para la presentación y evaluación de los informes de seguimiento y cumplimiento ambiental.

10. Resolución 707 de 2015 (ANLA): Emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), establece directrices para la elaboración de estudios ambientales y la evaluación de impacto ambiental.

Este marco legal y normativo proporciona el fundamento jurídico esencial para el análisis de las estrategias implementadas por la ANLA en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, asegurando la coherencia con las leyes nacionales e internacionales en materia ambiental.

Metodología

Para reforzar la capacidad de respuesta de la ANLA a nivel regional proporcionando apoyo profesional en la elaboración de análisis de escenarios climáticos, la jerarquización precisa de impactos ambientales, la evaluación detallada de proyectos con licencia ambiental y el desarrollo de recursos técnicos y cartográficos específicos para la región.

Diseño de Procedimientos para Análisis Climático

Objetivo: Desarrollar un procedimiento detallado para analizar y prever escenarios climáticos en el Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, considerando variables críticas como temperatura y precipitación, con el fin de comprender las tendencias climáticas regionales y su impacto.

- Desarrollar un procedimiento detallado para el análisis y la previsión de escenarios climáticos en la región, enfocándose en variables críticas como temperatura y precipitación.
- Utilizar este análisis para comprender las tendencias climáticas regionales, lo que es fundamental para la planificación de respuestas adaptativas y mitigación del cambio climático.

Creación de un sistema jerárquico para impactos ambientales

Objetivo: Establecer un sistema jerárquico para la evaluación y clasificación de impactos ambientales, basado en su gravedad y relevancia, lo que permitirá identificar áreas críticas y optimizar la asignación de recursos para su mitigación.

- Establecer un sistema jerárquico que facilite la evaluación y clasificación de los impactos ambientales en función de su gravedad y relevancia.
- Este enfoque permitirá identificar áreas críticas y priorizar la asignación de recursos para la mitigación de impactos, asegurando una gestión ambiental más efectiva y enfocada.

Análisis Exhaustivo de Proyectos con Licencia Ambiental

Objetivo: Realizar un análisis exhaustivo de los proyectos existentes en la región, evaluando su impacto ambiental, cumplimiento de normativas y sostenibilidad, para proporcionar información precisa que apoye una toma de decisiones informada y responsable.

- Realizar una revisión detallada de los proyectos existentes en la región, considerando su impacto ambiental, cumplimiento de normativas y sostenibilidad.
- Proporcionar a la ANLA información precisa y actualizada sobre el estado de estos proyectos para facilitar una toma de decisiones informada y responsable.

Generación de Recursos Técnicos y Cartográficos Específicos

Objetivo: Generar mapas temáticos y bases de datos que se ajusten a las especificidades geográficas y ambientales del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, mejorando así la comprensión y gestión del territorio.

- Desarrollar mapas temáticos y bases de datos que se ajusten a las características geográficas y ambientales únicas del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá.
- Estos recursos mejorarán significativamente la comprensión y gestión del territorio, apoyando la toma de decisiones en la planificación y gestión ambiental.

Análisis y resultados

Reporte de análisis regional zona sur del macizo colombiano

Jerarquización de impactos

En el contexto de la gestión ambiental en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, se realizó un análisis exhaustivo de los impactos ambientales asociados a los proyectos licenciados. Según el instrumento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales del año 2022, publicado en la página web de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (https://www.anla.gov.co/01_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto), se identificaron 32

Categorías Estandarizadas de Impacto (CEI). De estas, 22 categorías han sido reportadas en 10 proyectos licenciados en la región de estudio. Estas categorías abarcan un total de 115 impactos distintos identificados en los Estudios de Impacto Ambiental, distribuidos en tres sectores económicos clave: Energía, Hidrocarburos e Infraestructura (Ver Tabla 1).

La Ilustración 1 en la tesis muestra la distribución y frecuencia de estas CEI para cada proyecto, revelando que los proyectos identificados como LAV0025-00-2021 y LAM2070 presentan la mayor cantidad de categorías estandarizadas de impactos, con 19 y 14 respectivamente. Este hallazgo indica que estos proyectos son los que más impactos ambientales reportan dentro de la muestra estudiada. En cuanto a la frecuencia de las CEI, se encontró que la categoría 'Generación y/o alteración de conflictos sociales' (del medio socioeconómico) fue la más reportada, con una frecuencia de 11, seguida por 'Alteración a la cobertura vegetal' (medio biótico) con 10, y 'Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial' junto con 'Alteración a la calidad del suelo' (medio abiótico), ambas con 9 reportes cada una. En contraste, categorías como 'Alteración de las condiciones geotécnicas', 'Alteración a la hidrobiota incluyendo la fauna acuática', 'Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial' y 'Traslado involuntario de población' fueron las menos reportadas en la región (Ver Ilustración 2).

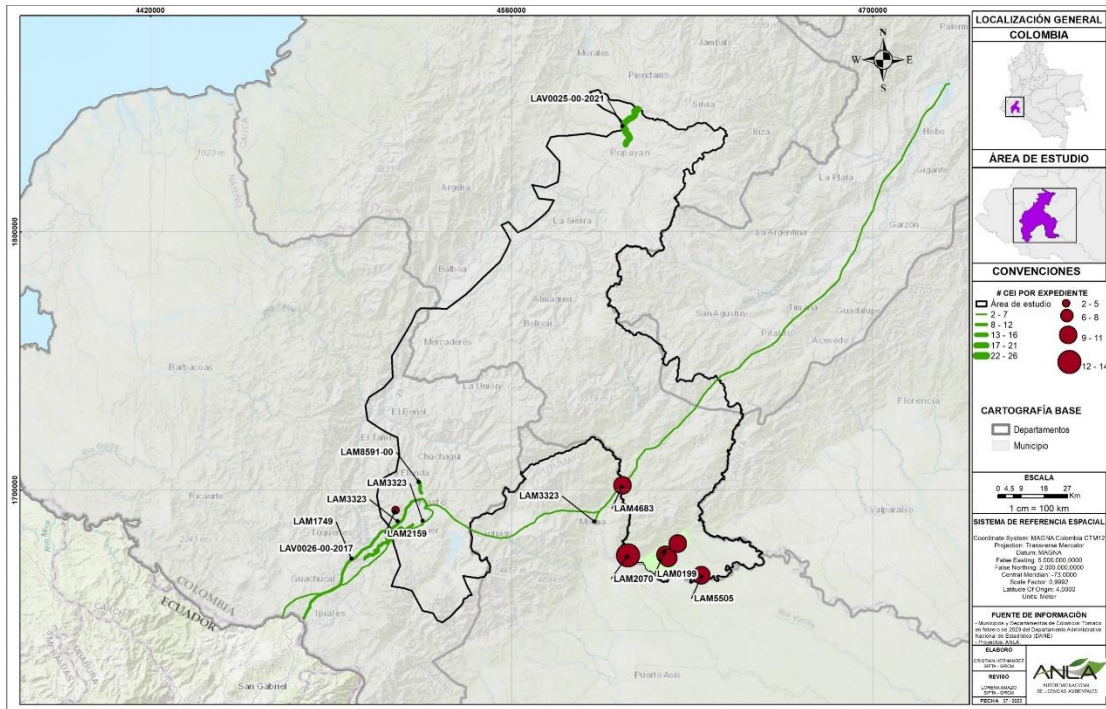
Por sectores, el análisis reveló que el sector de Infraestructura es el que mayor cantidad de CEI ha reportado, con un total de 22, seguido por el sector de Hidrocarburos con 19 CEI y el sector de Energía con 7 CEI. Esta distribución subraya la variabilidad en la naturaleza y magnitud de los impactos ambientales según el tipo de proyecto y el sector económico al que pertenecen

Tabla 1. Número de CEI por expediente, sector y subsector en el área de estudio

EXPEDIENTE	SECTOR	SUBSECTOR	NÚMERO CATEGORÍAS ESTANDARIZADAS DE IMPACTOS
LAM1749	Energía	Líneas de transmisión	4
LAM3323	Energía	Líneas de transmisión	4
LAM0199	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	9
LAM2070	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	14
LAM4683	Hidrocarburos	Exploración / Explotación	11
LAM5505	Hidrocarburos	Exploración	9
LAM2159	Infraestructura	Construcción	2
LAV0026-00-2017	Infraestructura	Segundas Calzadas	9
LAV0025-00-2021	Infraestructura	Carreteras	19
LAM8591-00	Infraestructura	Carreteras	9

Fuente: ANLA, 2023.

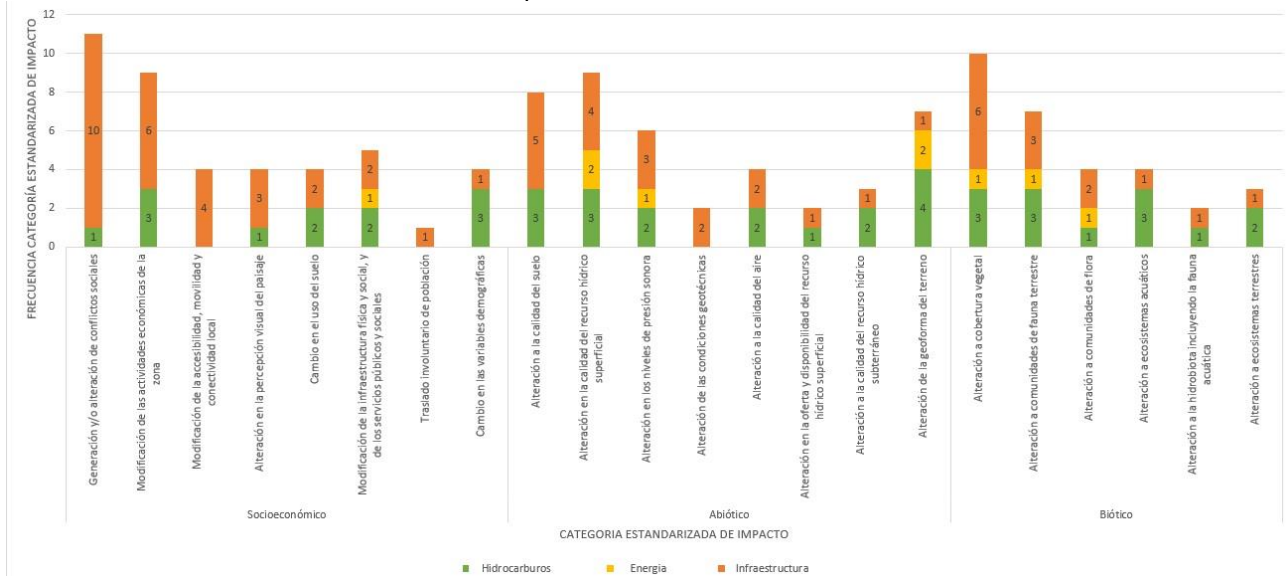
Ilustración 1. Número de categorías estandarizadas de impactos para los proyectos del área de estudio.



La representación cartográfica de la cantidad de categorías es proporcional al tamaño del círculo en el caso de los proyectos tipo área (por ejemplo, hidrocarburos) y al grosor de la línea en los proyectos líneas (por ejemplo, vías - infraestructura).

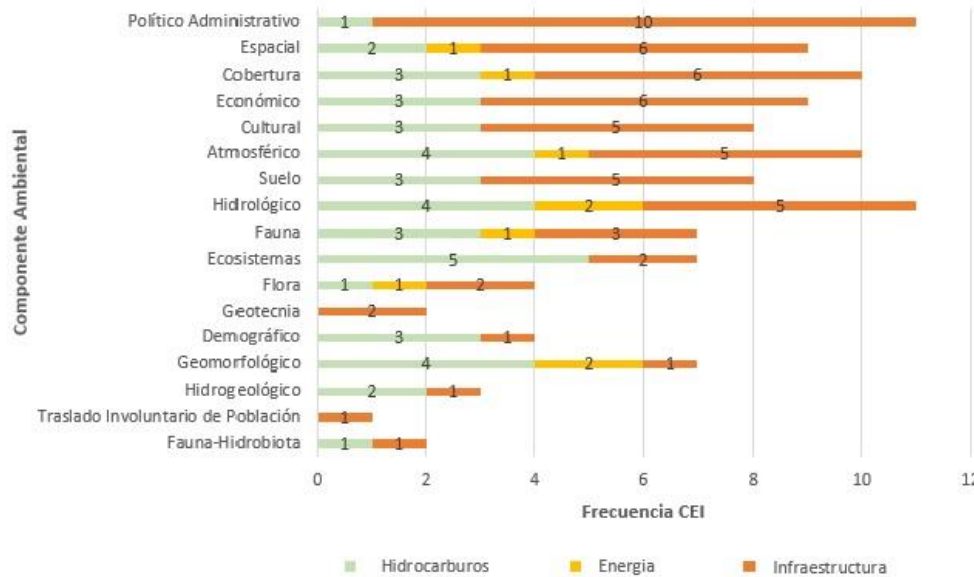
Fuente: ANLA, 2023.

Ilustración 2. Cantidad de impactos reportados por los proyectos en el área de influencia, para cada una de las CEI por cada sector económico.



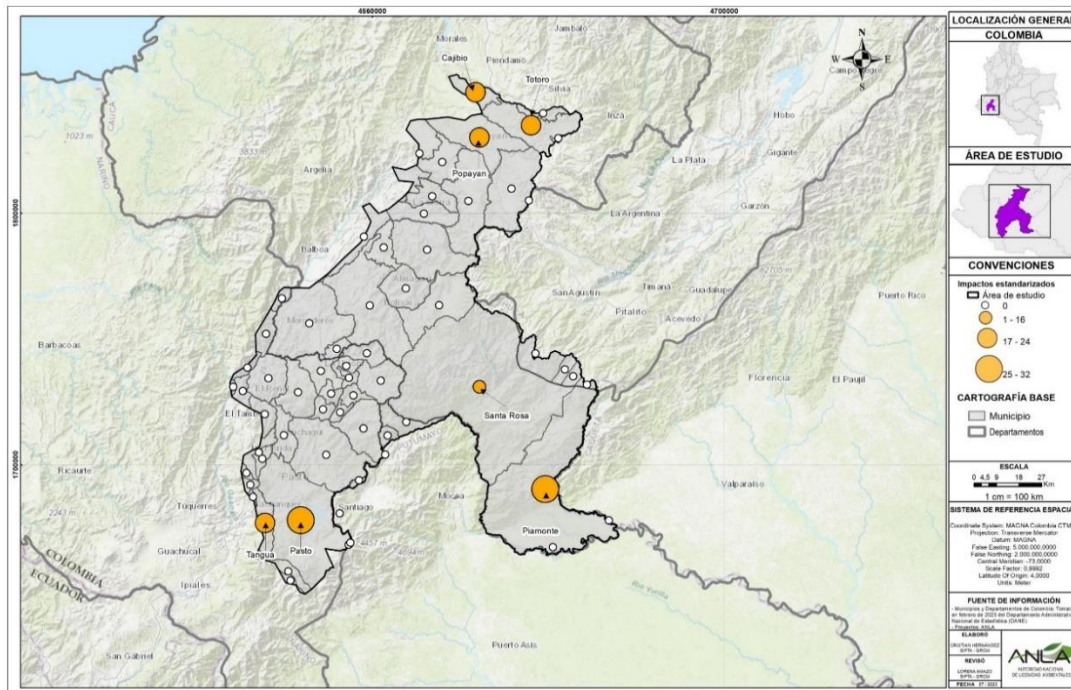
Fuente: ANLA, 2023.

Ilustración 3. Frecuencia de impactos reportados por los proyectos del área de estudio en cada componente ambiental por sector económico



Fuente: ANLA, 2023.

Ilustración 4. Cantidad de impactos ambientales estandarizados reportados por proyectos licenciados por ANLA en los municipios del área de estudio.

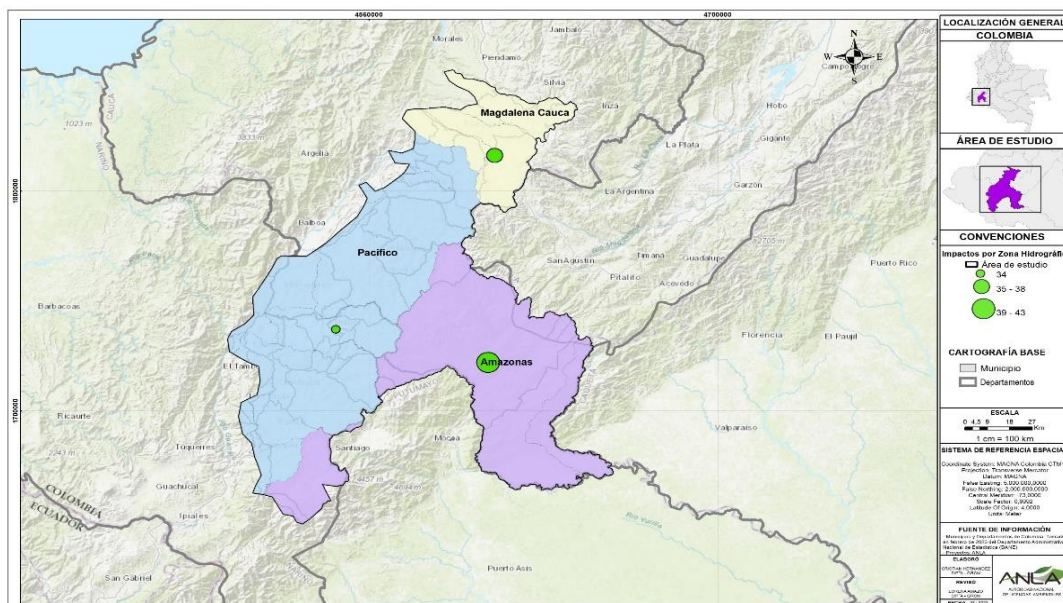


Fuente: ANLA, 2023.

En cuanto a componentes ambientales, el cultural con 12 registros es el que más veces se ha reportado impactado por los proyectos del área de estudio, seguido del componente Hidrológico con

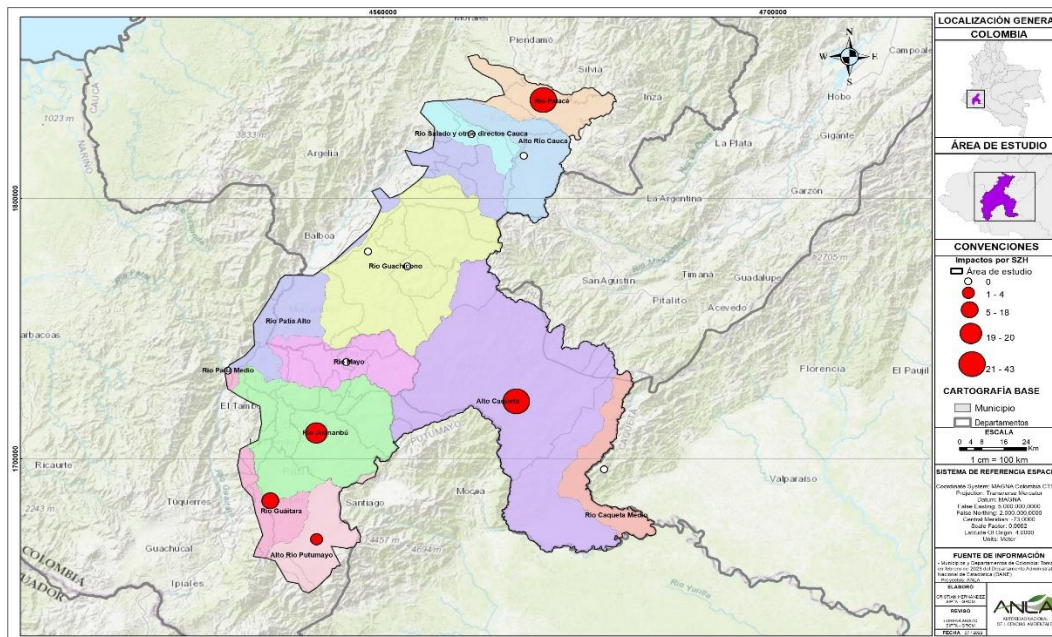
11 Atmosférico, Cobertura, y Espacial, cada uno con 10 (Ver Ilustración 3). Por el contrario, los componentes Geotecnia, Fauna-Hidrobiota (dos cada uno) y Traslado Involuntario de Población (con uno), fueron los que menos impactos tienen registrados en el área. A nivel municipal, Piamonte y Pasto son los municipios en donde los proyectos allí desarrollados reportan mayor número de impactos (32 y 28 respectivamente). Por el contrario, los municipios con la menor cantidad de impactos reportados son: Cajibío (19), Totoro (19), Popayán (19), Tangua (17) y Santa Rosa (15). Por su parte, 59 municipios del área de estudio no tienen impactos reportados (Ver Ilustración 4). Finalmente, de las cuatro zonas hidrográficas del área de estudio, las de Caquetá y Patía son las que ocupan la mayor parte del área y las que tienen la mayor cantidad de impactos reportados con 33 y 28 respectivamente, seguidas de las zonas hidrográficas Cauca y Putumayo que reportan 19 y 4 (Ver Ilustración 5). Por su parte, a escala de subzonas hidrográficas, en la que se reporta la mayor cantidad de impactos es la del Río Juananbú (32 impactos estandarizados), seguida de la subzona Alto Caquetá (28). Opuesto a esto, la subzona con menor número de impactos reportados es Río Palacé, Río Guáitara y Alto Río Putumayo, con una frecuencia de 21, 19 y 4 respectivamente, mientras que en cinco subzonas no se han reportado impactos (Ver Ilustración 6).

Ilustración 5. Cantidad de impactos ambientales estandarizados por zona hidrográfica presente en el área de estudio.



Fuente: ANLA, 2023.

Ilustración 6. Cantidad de impactos ambientales estandarizados por subzona hidrográfica presente en el área de estudio



Fuente: ANLA, 2023.

Caracterización Cambio climático

La caracterización de cambio climático para el área de estudio del presente reporte se basa en los escenarios de cambios de precipitación y temperatura establecidos por el IDEAM (2011-2040, 2041-2070 y 2070-2100), así como en la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos, determinados en el marco de la “Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático - TCNCC” (IDEAM, 2015) y las acciones de mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático. Adicionalmente, el ejercicio se apoyó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y en los Planes Integrales de gestión de Cambio Climático Territorial de los departamentos de Cauca y Nariño.

Escenarios de cambio de temperatura:

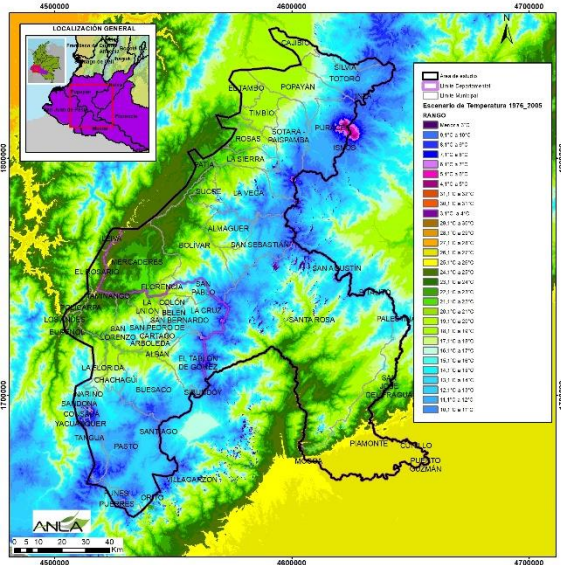
El área de estudio comprende 63 municipios que hacen parte de los departamentos de Cauca, Huila, Nariño y Putumayo. De acuerdo con el escenario base de temperatura del IDEAM (año 1976 – 2005) (IDEAM, 2015), el área de estudio en su mayoría presenta un promedio de 11°C - 12 °C (ver Ilustración 7), sin embargo, hacia el costado occidental se presenta un promedio de 17°C a 18°C en los municipios de Bolívar, Almaguer, Sucre, La Vega, La Sierra, Rosas del departamento de Cauca.

Según los escenarios de temperatura se proyecta un aumento máximo entre $0,51^{\circ}\text{C}$ – $0,8^{\circ}\text{C}$ para el periodo de 2011-2041 (ver Ilustración 8), $1,21^{\circ}\text{C}$ - $1,6^{\circ}\text{C}$ entre 2041-2070 (ver Ilustración 9) y de $1,21^{\circ}\text{C}$ - $2,3^{\circ}\text{C}$ para 2071-2100 (ver Ilustración 10), que se verá reflejado en la mayoría del departamento de Cauca, en los municipios de Mercaderes, Bolívar y en el departamento de Nariño en el municipio de Leiva. A su vez, se observa que los menores aumentos de temperatura se dan para las zonas que presentan mayor altitud como lo son los municipios de Puracé, San Sebastián (Cauca) y los municipios de Funes, Tangua, Consacá, Yacuanquer y Puerres (Nariño) con proyecciones de aumento mínimo de $0,81$ - $1,0^{\circ}\text{C}$ entre 2041-2070, y de $1,21$ - $1,6^{\circ}\text{C}$ para 2071-2100 (IDEAM, 2015).

Los principales efectos relacionados a los aumentos de temperatura que se pueden presentar son la afectación en los servicios ecosistémicos de provisión hídrica; la biodiversidad (flora y fauna); la variación de cultivos (Café, Caña de azúcar, Plátano, entre otros) debido a cambios en las condiciones climáticas que tienen el potencial de afectar negativamente la actividad agrícola; y el consumo eléctrico como consecuencia del aumento de la temperatura, que se explica ya que debido a las olas de calor la población compra aires acondicionados o ventiladores que incrementan el consumo eléctrico, generando más presión para la producción energética, la que a su vez depende en día del recurso hídrico. (IDEAM, 2015).

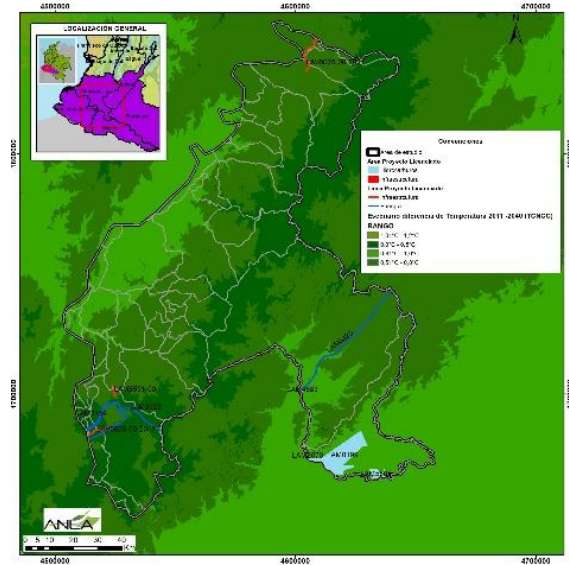
En cuanto a los proyectos de ANLA se observa que los sectores de infraestructura (LAV0025-00-2021) y energía (LAM3323) se encuentran en zonas donde se espera aumentos de temperatura de hasta $0,8^{\circ}\text{C}$ para 2040 y mayores a $2,0^{\circ}$ para final de siglo de acuerdo con lo descrito en el PIGCC para los departamentos de Nariño y Cauca (MINAMBIENTE, 2015). En este sentido, es importante que se establezcan medidas de mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación con la finalidad de incrementar la resiliencia en ecosistemas productivos y naturales por efectos de variabilidad y cambio climático. (Nariño), (IDEAM, 2015), (MINAMBIENTE, 2015).

Ilustración 7. Escenario base de temperatura 1976 – 2005



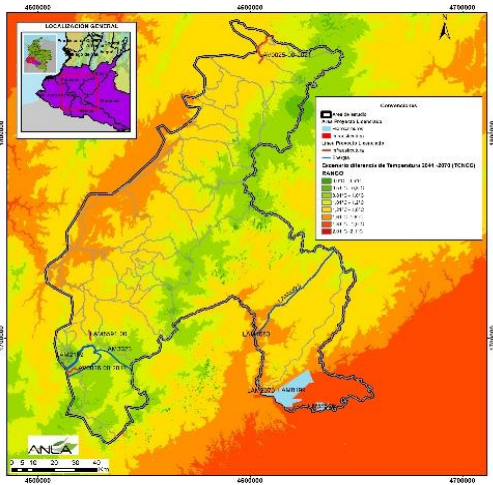
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 8. Escenario de cambio de temperatura 2011 – 2040 - TCNCC



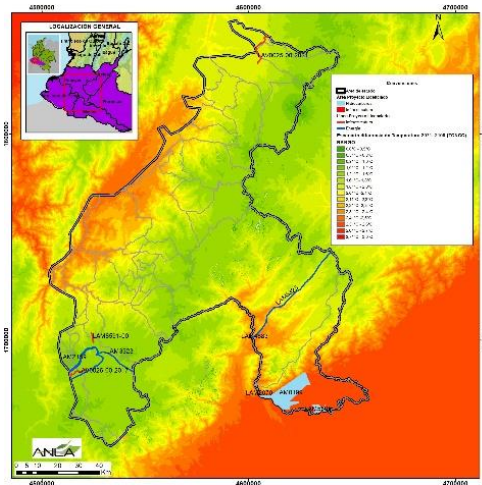
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 9. Escenario de cambio de temperatura 2041 – 2070 - TCNCC



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 10. Escenario de cambio de temperatura 2071 – 2100 - TCNCC



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

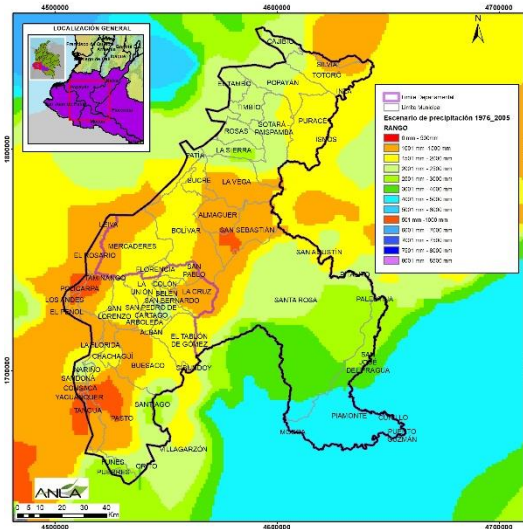
Escenarios de cambio porcentual en la precipitación:

En cuanto a la precipitación, de acuerdo con el Atlas climatológico del IDEAM del año 2015, en el área de estudio se registra una precipitación media anual entre 500 mm – 4.000 mm hacia el oriente y occidente, mientras que para la zona sur correspondiente a los municipios de Piamonte (Cauca), y parte Mocoa (Putumayo), Curulillo, San José de la Fragua (Caquetá) se presentan precipitaciones entre 4.001 mm- 5.000 mm (ver Ilustración 11). Tomando como base los escenarios de cambios porcentuales de precipitación establecidos en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC), para los periodos comprendidos entre 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 ver (Ilustración 12, Ilustración 13 e Ilustración 14), se espera un aumento de las precipitaciones hacia el oriente entre un 11% a 30% respecto al escenario base, específicamente en los municipios de Bolívar, Sucre, Patía, Mercaderes (Cauca), el Tabón de Gómez, La Florida, Cachagui, Arboleda, San Pedro de Cartago, San Lorenzo, El Peñol, Los Andes, el Tambo, Policarpa, Taminango, Albán, Nariño (Nariño). Por su parte, el sur del Cauca en el municipio de Santa Rosa se proyecta disminución entre un 9% al 10% para 2011-2040, la cual se concentrará sólo en este para final de siglo. Para el resto del área de estudio se esperan variaciones entre -9 % y 18 % respecto a las precipitaciones. Además de lo modelado en los escenarios mencionados anteriormente, el departamento de Cauca y Nariño también se caracteriza por la presencia de eventos de variabilidad climática conocidos como fenómeno del niño y la niña, que se caracterizan por aumentar la frecuencia de lluvias, sequías intensificadas según lo descrito por los Planes Integrales de gestión de Cambio Climático Territorial de los departamentos de Cauca y Nariño (Nariño, PIGCCT Nariño, 2019) (MINAMBIENTE, 2015), así como el Plan de Adaptación Climática (Nariño) (CORPONARIÑO, 2016-2036).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante indicar que los proyectos presentes en el departamento deben prepararse para eventos, tanto de aumento intenso de las precipitaciones (especialmente los proyectos viales) como para eventos de sequía. Dentro de las medidas de adaptación se encuentra la reforestación de bosques riparios que bordean las fuentes hídricas, la protección de microcuencas, adquisición de predios de reserva hídrica, recirculación del agua previamente tratada, entre otros (acciones de adaptación), mientras que, como medidas de mitigación de gases de efecto invernadero para tener en cuenta están la captura de carbono, disminución de emisiones mediante la optimización

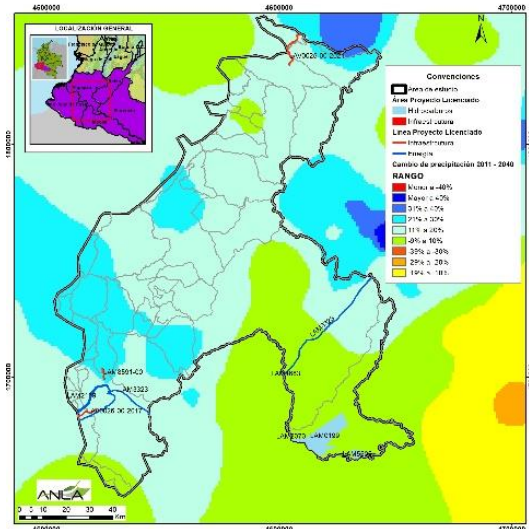
de procesos involucrados en el desarrollo de actividades de los proyectos, uso de energía alternativa, uso de combustibles más eficientes y menos contaminantes.

Ilustración 11. Escenario base de precipitación
1976 – 2005



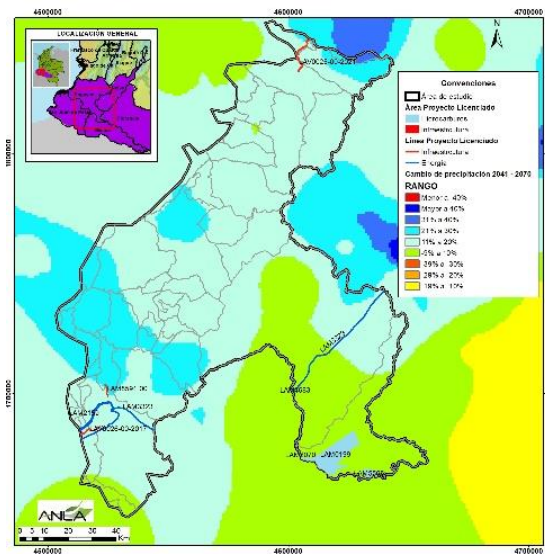
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 12. Escenario de cambios de
precipitación 2011-2040 - TCNCC



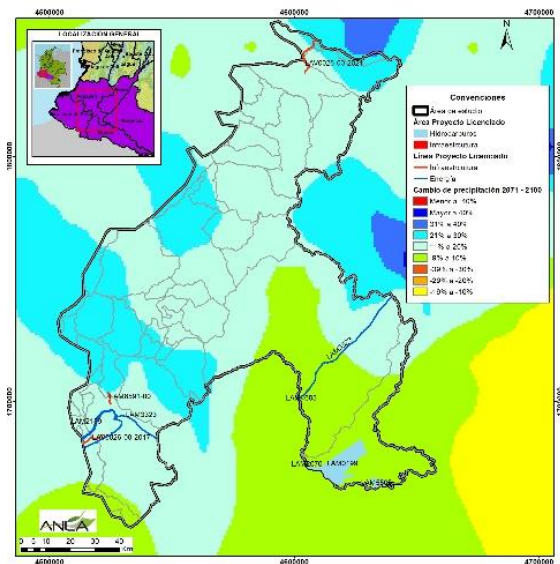
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 13. Escenario de cambios de
precipitación 2041-2070 - TCNCC



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 14. Escenario de cambios de
precipitación 2071-2100 - TCNCC



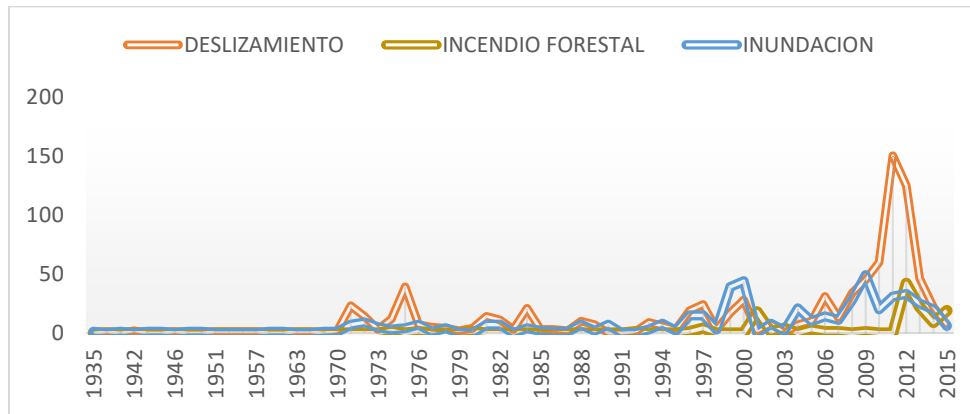
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos:

En cuanto a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos, en el área de estudio se registraron un total de 3.124 desde 1970 hasta 2015, siendo las inundaciones (33,1%), los deslizamientos (58,1%) e incendio forestal (8,8%) en el departamento del Nariño (ver Ilustración 15) y en el departamento de Cauca (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Ilustración 16), inundaciones (34,5%), los deslizamientos (34,2%) y vendavales (28,7%) los más recurrentes, de acuerdo con el reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos y meteopiroecológicos realizado en el marco de la TCNCC. En los últimos treinta años, los eventos de inundación se presentaron principalmente en los años 2000 y 2018, los deslizamientos se concentraron en el 2011 al 2013, mientras que los vendavales se reportaron en mayor cantidad para los años 2011 y 2013. Es importante mencionar que en el año 2012 se presentó un incendio forestal en el departamento de Nariño, la cual tuvo grandes consecuencias a nivel humano, económico y ambiental. La ocurrencia de estos eventos hidrometeorológicos puede incrementarse en las zonas más afectadas por cambios en la precipitación y temperatura en la región a causa del cambio climático, por ende, se considera necesario, por un lado implementar medidas de mitigación que permitan reducir la emisión de gases efecto invernadero como medio para reducir la probabilidad de ocurrencia de escenarios extremos como los enfocados en medidas de captura de carbono y reducción de emisiones fugitivas; e implementar medidas adaptativas basados en las condiciones específicas esperadas para la zona donde se ubica cada

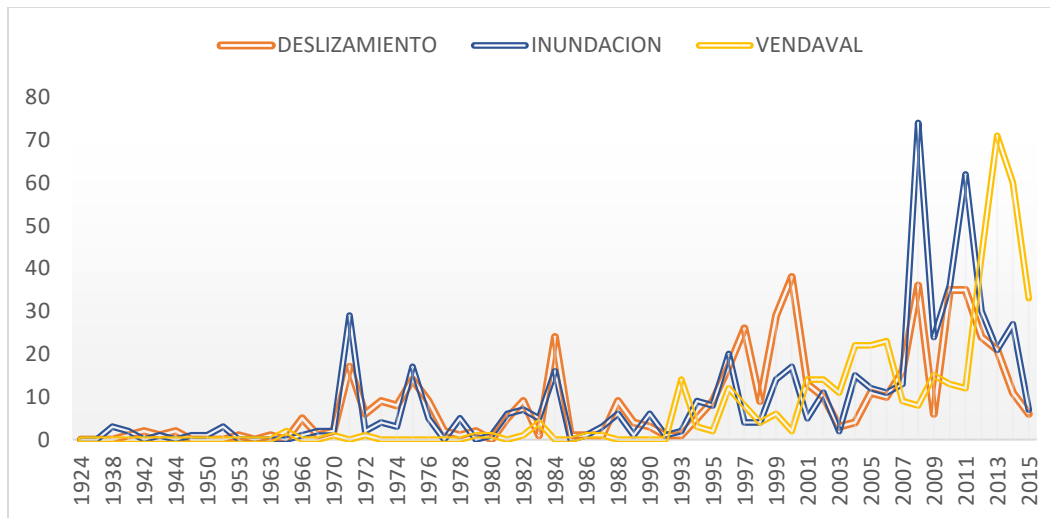
proyecto, como la conservación de microcuencas, conservación, restauración y protección de ecosistemas forestales, pago de servicios ambientales para la conservación (IDEAM, 2017).

Ilustración 15. Eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos departamento de Nariño



Fuente: Tomado del anexo de ocurrencia de eventos (IDEAM, 2017)

Ilustración 16. Eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos departamento del Cauca



Fuente: Tomado del anexo de ocurrencia de eventos (IDEAM, 2017)

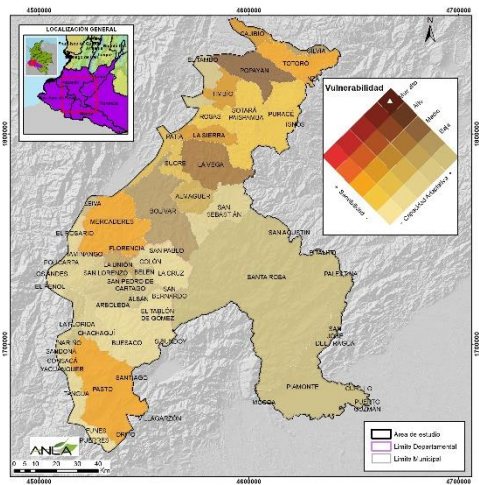
Amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el cambio climático

Finalmente, dentro del análisis de cambio climático es necesario considerar la amenaza, vulnerabilidad y el riesgo al cambio climático del área de estudio. La vulnerabilidad se define como la predisposición de un territorio a ser afectado, que resulta de la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para responder y adaptarse a este (IPPC,2014). En el área de estudio se presenta una vulnerabilidad muy baja (57,2%), seguido por una vulnerabilidad media (24,5%) y baja (18,4%) concentrado en los municipios que se encuentran ubicados hacia el norte del departamento de Cauca. Los valores medios se asocian a las dimensiones de seguridad alimentaria, biodiversidad, recurso hídrico y salud debido a una alta sensibilidad por anomalías de eventos de muy baja a baja precipitación, y una baja capacidad adaptativa generalizada (IDEAM,2017) (ver Ilustración 17).

La amenaza en el área de estudio es predominantemente baja (65%), seguida de las categorías muy baja (19%), media (14,7%) y alta (14,1%). Los mayores valores se registran en los municipios de Totoró, Timbío, Puracé, Popayán y Mercaderes (Cauca), principalmente asociada a las dimensiones de seguridad alimentaria por cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas y en la dimensión de infraestructura.

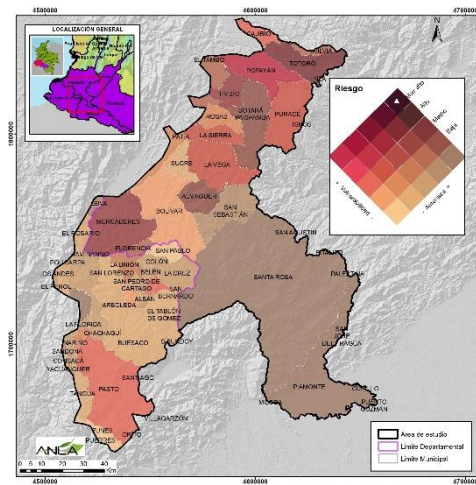
Finalmente, el riesgo, definido como la probabilidad de ocurrencia de consecuencias adversas para el sistema social, ambiental y cultural, relacionado con la amenaza y la vulnerabilidad del territorio, es bajo en más del 55,6% del territorio. Además, se presenta un riesgo medio (25.2%) en los municipios que se encuentran en el centro del área de estudio, seguido de un riesgo bajo (16,4%) y alto (2,8%) en el municipio de Popayán (Cauca). Las dimensiones con mayor riesgo son seguridad alimentaria e infraestructura (ver Ilustración 18).

Ilustración 17. Vulnerabilidad al Cambio Climático para el área de estudio



Fuente: ANLA (2022), Basado en (IDEAM,2017)

Ilustración 18. Riesgo al Cambio Climático para el área de estudio



Fuente: ANLA (2022), Basado en (IDEAM,2017)

Inventario Gases Efecto Invernadero (GEI):

Por otra parte, basado en el ejercicio de estimación del inventario de emisiones de GEI departamental realizado en el marco de la Tercera Comunicación de Cambio Climático, las emisiones de gases de efecto invernadero en el área de estudio se concentran en el sector forestal (46,72%) asociado a la pérdida de bosque natural por deforestación, seguido del sector y agropecuario (49,74%) por crecimiento y resiembras de cultivos permanentes principalmente en café y maíz. La participación de los GEI en las emisiones generadas en los departamentos principalmente son los siguientes:

- **Cauca.** CO₂ (75,68%), CH₄ (14,80%) y N₂O (9,07%) (IDEAM,2017b).
- **Nariño.** CO₂ (81,83%), CH₄ (9,05%) N₂O (8,82%) (IDEAM,2017b).

De acuerdo con el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático de Cauca indica que las emisiones de GEI vienen principalmente de deforestación (50%), debido al cambio de bosques para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, en donde se proyecta a 2030 un aumento del 1,7% anualmente. Por otra parte, para el departamento de Nariño y lo indicado por el PIGCC de Nariño estas emisiones se generan en un 44% del sector agrícola debido a las actividades de crecimiento y resiembra lo cual emiten 3.685 kton CO₂-eq (Nariño, PIGCCT Nariño, 2019)

Reporte de análisis regional subzona hidrográfica bogotá

Caracterización cambio climático

La caracterización de cambio climático para el área de estudio del presente reporte se basa en los escenarios de cambios de precipitación y temperatura establecidos por el IDEAM (2011-2040, 2041-2070 y 2070-2100), así como en la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos, determinados en el marco de la “Tercera comunicación Nacional de Cambio Climático - TCNCC” (IDEAM, 2015), las acciones de mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático. Adicionalmente, el ejercicio se apoyó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Acciones de Mitigación del Cambio Climático en Colombia y en Plan Integral Regional de Cambio Climático Región Capital, Bogotá Cundinamarca.

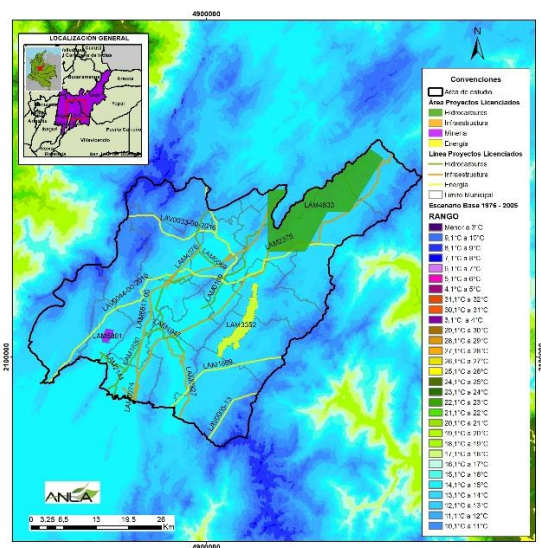
Escenarios de cambio de temperatura:

El área de estudio comprende 22 municipios que hacen parte del departamento de Cundinamarca. De acuerdo con el escenario base de temperatura del IDEAM (año 1976 – 2005) (IDEAM, 2015), en su mayoría presenta un promedio de 12°C - 15 °C, sin embargo, hacia el costado occidental se presenta un promedio de 8°C a 11°C en los municipios de Tausa, Carmen de Capura, Cogua, Pacho, Supatá (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Según los escenarios de temperatura se espera un aumento máximo de 0,8°C para el periodo de 2011-2041 (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), 1,0°C - 1,2°C entre 2041-2070 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y de 1,01°C – 1,21°C para 2071-2100 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), que se verá reflejado en la mayoría de los municipios que comprende el presente reporte de análisis regional, los cuales hacen parte del departamento de Cundinamarca. A su vez, se observa que los menores aumentos de temperatura se dan para las zonas que presentan mayor altitud como lo son los municipios de Pacho, Supatá, Cogua, Camen de Capura, Zipaquirá, Villapinzón, Guasca y Guatavita con proyecciones de aumento mínimo de 0,81-1,5°C entre 2041-2070, y de 0,81-1,0°C para 2071-2100 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). (IDEAM, 2015).

Los principales efectos relacionados a los aumentos de temperatura que se pueden presentar son las la variación de cultivos (hortalizas, tomate, lechuga, fresa, mora, lulo, tomate, entre otros) debido a

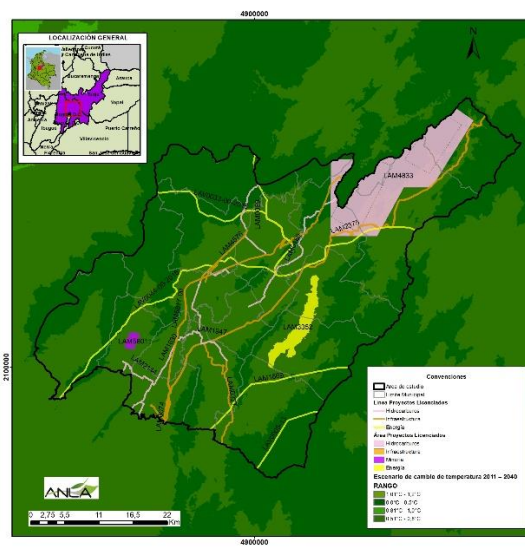
cambios en las condiciones climáticas que tienen el potencial de afectar negativamente la actividad agrícola; reducciones fuertes en disponibilidad hídrica, el estado de la biodiversidad (especies amenazadas, endémicas y migratorias) y de los ecosistemas tales como paramos (Sumapaz y Cruz Verde) y bosques alpinos. (IDEAM, 2015) (Bocanegra, 2012).

Ilustración 19. Escenario base de temperatura 1976 – 2005



Fuente: ANLA, 2023. Basado en IDEAM (2015b)

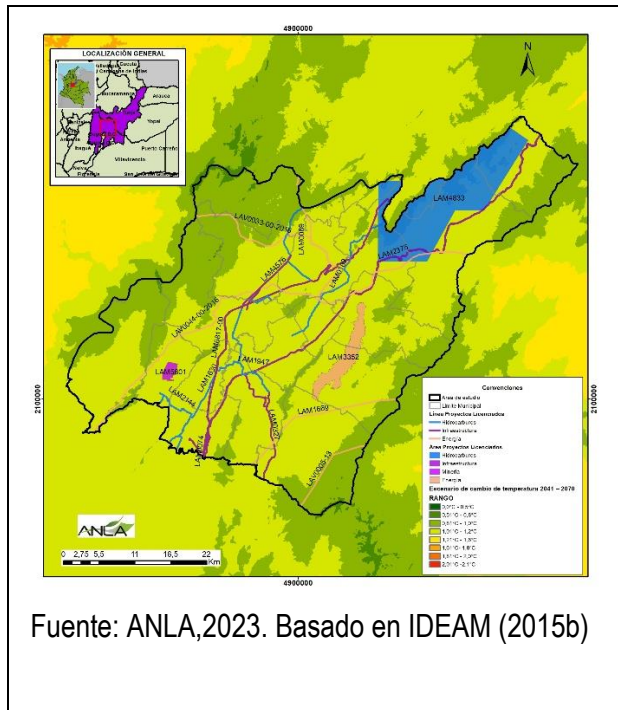
Ilustración 20. Escenario de cambio de temperatura 2011 – 2040 - TCNCC



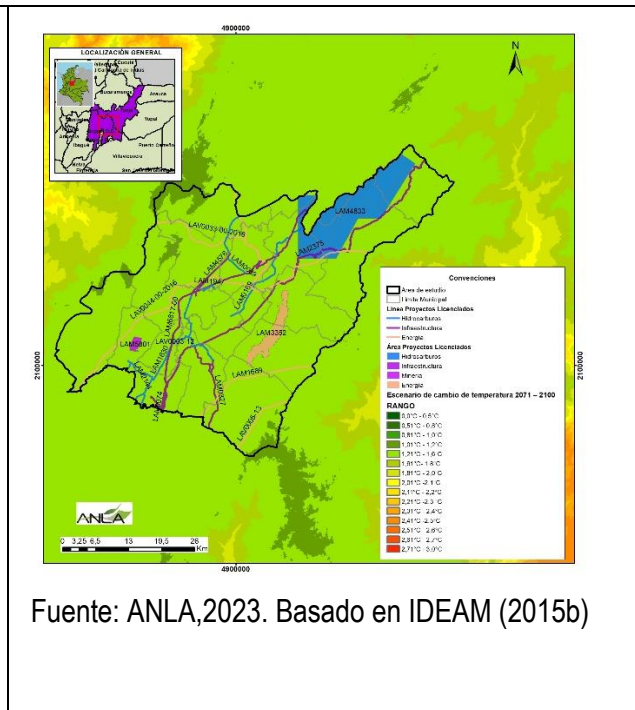
Fuente: ANLA, 2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 21. Escenario de cambio de temperatura 2041 – 2070 - TCNCC

Ilustración 22. Escenario de cambio de temperatura 2071 – 2100 - TCNCC



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)



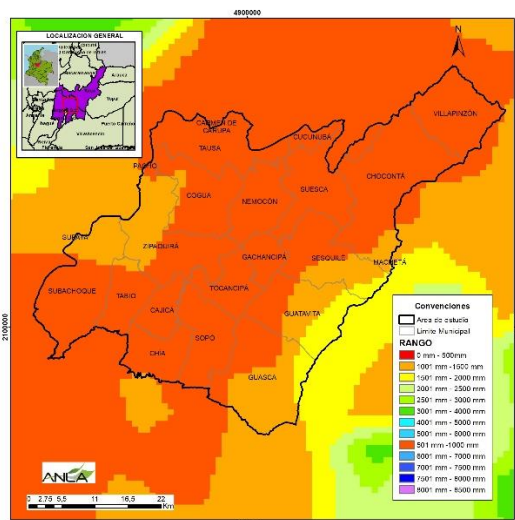
Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Escenarios de cambio porcentual en la precipitación:

En cuanto a la precipitación, de acuerdo con el Atlas climatológico del IDEAM del año 2015, en el área de estudio se registra una precipitación media anual entre 500 mm – 1.001 mm hacia el norte, sur y centro, mientras que para la zona oriente y occidente correspondiente a los municipios Pacho, Supatá, Zipaquirá, Macheta, Guatavita, Guasca se presentan precipitaciones entre 1.500 mm- 2.000 mm (ver Ilustración 23). Tomando como base los escenarios de cambios porcentuales de precipitación establecidos en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC), para los periodos comprendidos entre 2011-2040 y 2041-2070, se espera un aumento de las precipitaciones hacia el oriente entre un 11% a mayor de 40% respecto al escenario base, específicamente en los municipios de Chía, Sopo, Guasca, Tocancipá y Gachancipá (ver Ilustración 24 e Ilustración 25e). Por su parte, en los municipios Zipaquirá, Pacho, Cogua se proyecta disminución entre un -9% al 10% para 2071-2100, la cual se concentrará sólo en este para final de siglo. Para el resto del área de estudio se esperan variaciones entre 11 % y 20 % respecto a las precipitaciones (ver Ilustración 26).

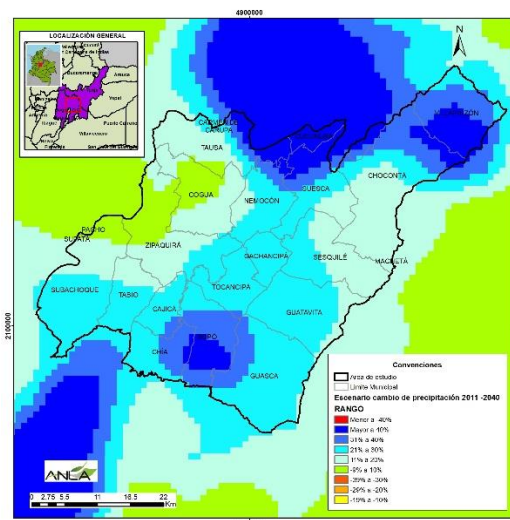
Además de lo modelado en los escenarios mencionados anteriormente, el departamento de Cundinamarca también se caracteriza por la presencia de eventos de variabilidad Climática conocidos como fenómeno del niño y la niña asociados al ciclo ENOS, que se caracterizan por aumentar la frecuencia de lluvias, sequías intensificadas según lo descrito por el Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital, Bogotá, Cundinamarca (Bocanegra, 2012), persistencia de plagas asociadas al aumento de precipitación para las zonas en las cuales este valor se eleva, teniendo en cuenta lo anterior, es importante indicar que los proyectos presentes en el departamento deben prepararse para eventos, tanto de aumento intenso de las precipitaciones (especialmente los proyectos viales) como para eventos de sequía también el sector energético podría tener afectaciones por disminuciones de precipitación asociadas (IDEAM, 2015).

Ilustración 23. Escenario base de precipitación 1976 – 2005



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

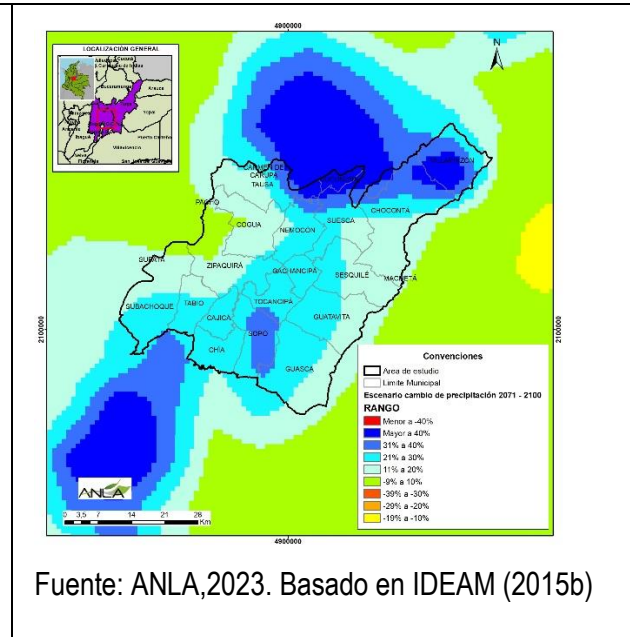
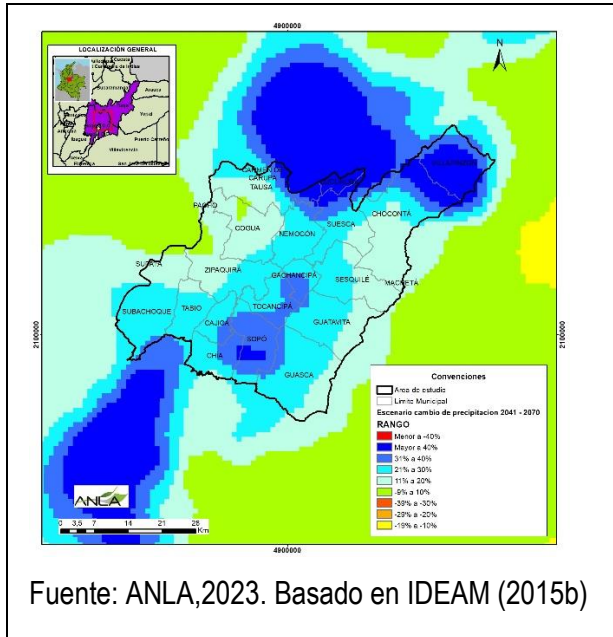
Ilustración 24. Escenario de cambios de precipitación 2011-2040 - TCNCC



Fuente: ANLA,2023. Basado en IDEAM (2015b)

Ilustración 25. Escenario de cambios de precipitación 2041-2070 -TCNCC

Ilustración 26. Escenario de cambios de precipitación 2071-2100 - TCNCC

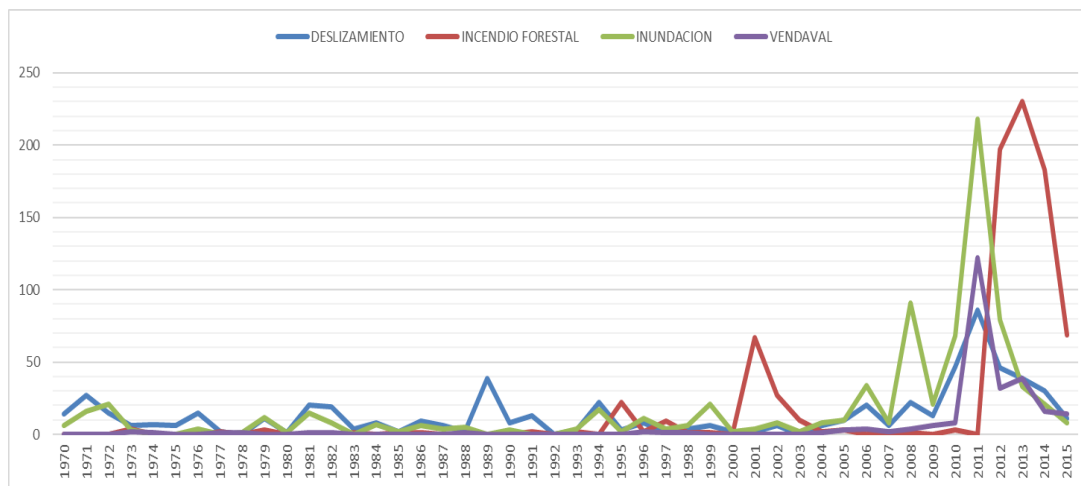


Eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos:

En cuanto a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos, en el área de estudio se registraron un total de 2.528 desde 1970 hasta 2015, siendo las inundaciones (31,4%), los deslizamientos (24,8%) e incendio forestal (33,4%) y vendavales (10,4%), (ver Ilustración 27) los más recurrentes en el departamento de Cundinamarca, de acuerdo con el reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeorogeomorfológicos y meteopiroecológicos realizado en el marco de la TCNCC. En los últimos treinta años, los eventos de inundación se presentaron principalmente en los años 2007 y 2011, los deslizamientos se concentraron en el 2009 al 2011, los incendios forestales aumentaron desde el año 2011 al 2013, mientras que los vendavales se reportaron en mayor cantidad para los años 2010 y 2011. Es importante mencionar que a finales del año 2018 y a inicios del año 2019 se presentó una sequía (fenómeno del Niño) en el departamento de Cundinamarca, la cual tuvo grandes consecuencias a nivel humano, económico y ambiental. La ocurrencia de estos eventos hidrometeorológicos puede incrementarse en las zonas más afectadas por cambios en la precipitación y temperatura en la región a causa del cambio climático, por ende, se considera necesario, por un lado implementar medidas de mitigación, en especial tener presente los planes de contingencias con el fin de minimizar sus efectos por: reducción de la oferta hídrica, altas temperaturas durante el día, heladas en la madrugada (en la

sabana de Bogotá), déficit de humedad en los suelos, y alta radiación solar (elevados índices de Ultra Violeta -UV). Por último las temporadas de lluvia son momentos propicios para almacenar agua y hacer frente a la temporada seca (CAR, 2018)

Ilustración 27. Eventos hidrometeorológicos e hidroclimatológicos departamento de Cundinamarca



Tomado del anexo de ocurrencia de eventos (IDEAM, 2017)

Amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el cambio climático

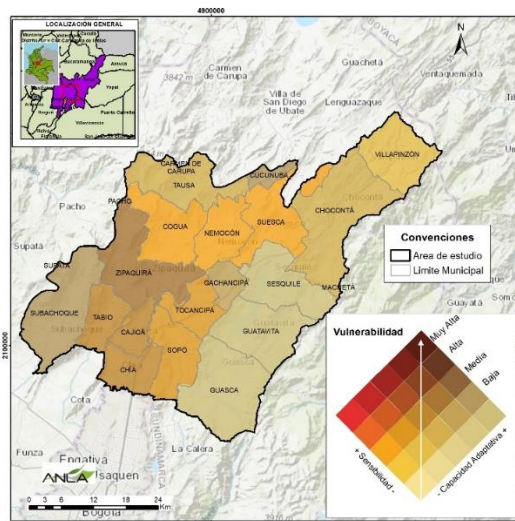
Finalmente, dentro del análisis de Cambio climático es necesario considerar la amenaza, vulnerabilidad y el riesgo al cambio climático el estado del área de estudio la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo al cambio climático. La vulnerabilidad se define como la predisposición de un territorio a ser afectado, que resulta de la susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para adaptarse responder y adaptarse a este (IPPC,2014). Se presenta una vulnerabilidad media (42%), seguido por una vulnerabilidad baja (35%) y muy baja (23%) concentrado en los municipios que se encuentran ubicados hacia el centro y norte del área de estudio. Los valores medios se asocian a las dimensiones de seguridad alimentaria, biodiversidad, recurso hídrico y salud debido a una alta sensibilidad por anomalías de eventos de muy baja a baja precipitación, y una baja capacidad adaptativa generalizada en el departamento de Cundinamarca. (IDEAM, 2017) (ver Ilustración 28). La amenaza en el área de estudio es predominantemente baja (34%), seguida de las categorías alta (29%), muy baja (27%) y alta (10%). Los mayores valores se registran en los municipios de Cogua, Subachoque, Cajicá, Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé, Cucunubá, a pesar de que presenta una



amenaza baja en la gran parte del área del reporte, existe un valor alto el cual está asociada a las dimensiones del recurso hídrico y su respectivo rendimiento que a su vez se ve afectado la parte biótica en disminución del bosque andino. En general la mayoría de los municipios que abarcan el área del reporte se encuentran muy baja, baja, alta y muy alta categoría de amenaza por cambio climático.

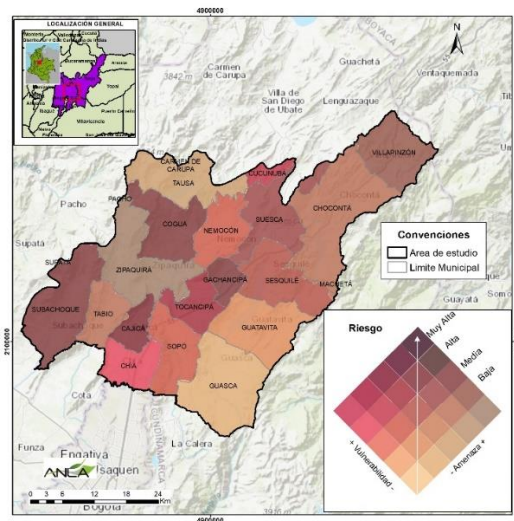
Finalmente, el riesgo, definido como la probabilidad de ocurrencia de consecuencias adversas para el sistema social, ambiental y cultural, relacionado con la amenaza y la vulnerabilidad del territorio, es medio en más del 38% del territorio. Además, se presenta un riesgo bajo (28%) en los municipios de Chocontá, Villapinzón, Guatavita y Tabio, seguido de un riesgo muy bajo (24%) en los municipios de Guasca, Tausa y Carmen de Carupa. Las dimensiones que más aportan son seguridad alimentaria, biodiversidad y recurso hídrico (IDEAM, 2017). (ver Ilustración 29).

Ilustración 28. Vulnerabilidad al Cambio Climático para el área de estudio



Fuente: ANLA (2022), Basado en (IDEAM,2017)

Ilustración 29. Riesgo al Cambio Climático para el área de estudio



Fuente: ANLA (2022), Basado en (IDEAM,2017)

Inventario Gases Efecto Invernadero (GEI):

Por otra parte, basado en el ejercicio de inventario de emisiones de GEI departamental realizado en el marco de la Tercera Comunicación de Cambio Climático, en el área de estudio las emisiones de gases de efecto invernadero se concentran en el sector agropecuario (34,72%) asociado a la gran demanda del consumo de leña en zonas rurales debido que Cundinamarca concentra la tercera mayor población rural del país, seguido del sector de industrias manufactureras (21,29%) debido a las actividades industriales que representan el 24% del PIB departamental y por último el uso de combustibles fósiles en el sector transporte corresponde al 16% de las emisiones totales. Dentro de este, el transporte de carga y el servicio público de pasajeros tienen un mayor auge (IDEAM, 2016). La participación de los GEI en las emisiones generadas en el departamento principalmente son los siguientes:

- **Cundinamarca** CO₂ (69,05%), CH₄ (20,40%) y N₂O (9,76%). (IDEAM, 2016)

De acuerdo con el inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) el departamento de Cundinamarca genera 13.262 KTon de Co₂ eq, siendo las actividades industriales, agrícolas y el transporte las que mayores aportan lo cual lleva a que ocupe el quinto lugar en generación de GEI, esto hace que se tenga la visión de descarbonización para el año 2050 y se incentivara la adopción de combustibles limpios como el bioetanol y gas natural. (IDEAM, 2016).

Conclusiones y recomendaciones

El análisis detallado de las estrategias de mitigación y gestión ambiental en la región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá, centrado en un estudio de caso de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), proporciona una visión integral de los desafíos y oportunidades en la conservación de este ecosistema vital en Colombia.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, como entidad rectora, desempeña un papel esencial en la regulación y supervisión de actividades con posibles impactos ambientales significativos. La evaluación y otorgamiento de licencias ambientales, el seguimiento riguroso de proyectos y la imposición de sanciones son aspectos fundamentales de su función, delineando la importancia de su intervención para equilibrar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente.

En resumen, este estudio destaca la complejidad de la gestión ambiental en la región, pero también subraya la importancia de enfoques integrados y colaborativos para preservar la biodiversidad, garantizar la sostenibilidad y construir un futuro ambientalmente resiliente para las generaciones venideras. La implementación efectiva de las lecciones aprendidas de este análisis puede sentar las bases para un desarrollo armonioso que armonice el progreso humano con la conservación responsable del entorno natural.

- **Importancia del Contexto Ambiental:** La región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá es crítica desde el punto de vista ambiental debido a su biodiversidad y su rol en la regulación del clima regional. Esta área enfrenta desafíos significativos relacionados con el cambio climático y la conservación de recursos naturales.
- **Necesidad de Análisis de Escenarios Climáticos:** La variabilidad climática y su impacto en la región hacen imperativo el análisis detallado de escenarios climáticos. Entender estos escenarios es crucial para planificar respuestas adaptativas y estrategias de mitigación.
- **Relevancia de la Jerarquización de Impactos Ambientales:** La identificación y priorización de impactos ambientales es esencial para una gestión eficiente. Un enfoque jerárquico permite a las autoridades asignar recursos de manera más efectiva y enfocar esfuerzos en áreas críticas.

- **Impacto de los Proyectos con Licencia Ambiental:** Los proyectos que requieren licencia ambiental pueden tener impactos significativos en el medio ambiente. Por ello, es fundamental realizar evaluaciones detalladas para garantizar la sostenibilidad y el cumplimiento de las normativas ambientales.
- **Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos:** La región enfrenta desafíos específicos en la gestión de recursos hídricos, especialmente en lo que respecta a la calidad y disponibilidad del agua. Esto subraya la importancia de una gestión efectiva y basada en datos precisos.
- **Importancia de los Recursos Técnicos y Cartográficos:** Los recursos técnicos y cartográficos específicos son fundamentales para entender la complejidad geográfica y ambiental de la región. Estos recursos facilitan la toma de decisiones informada y la planificación territorial
- **Rol de la ANLA en la Gestión Ambiental:** La ANLA juega un papel crucial en la protección del medio ambiente en Colombia. Fortalecer su capacidad de respuesta es clave para garantizar una gestión ambiental efectiva en la región
- **Necesidad de Colaboración Interinstitucional:** La colaboración entre diferentes entidades gubernamentales y el sector privado es esencial para abordar los desafíos ambientales de manera integral. La ANLA, como entidad rectora, debe liderar estos esfuerzos colaborativos
- **Impacto en las Comunidades Locales:** Las decisiones ambientales tienen un impacto directo en las comunidades locales, especialmente en lo que respecta a la calidad de vida y el acceso a recursos naturales. Por lo tanto, es vital considerar el bienestar de estas comunidades en la toma de decisiones
- **Contribución a la Sostenibilidad y el Desarrollo:** Mejorar la capacidad de la ANLA no solo beneficia el medio ambiente, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la región. Esta inversión en capacidades y recursos es esencial para un futuro sostenible y próspero
- **Contexto Ambiental Regional:** La región del Macizo Colombiano y la Subzona Hidrográfica de Bogotá enfrenta desafíos ambientales significativos, incluyendo el cambio climático y la degradación ecológica. La comprensión de estos desafíos es fundamental para implementar estrategias efectivas de mitigación y adaptación

- **Importancia de la Evaluación de Impacto Ambiental:** La evaluación de impacto ambiental es una herramienta crucial para prevenir y mitigar los efectos negativos del desarrollo en el medio ambiente. Es vital para la ANLA contar con métodos efectivos de evaluación para proteger los ecosistemas vulnerables de la región.
- **Necesidad de Análisis Climáticos Precisos:** Los escenarios climáticos son esenciales para anticipar y planificar frente a los efectos del cambio climático. Un análisis preciso de estos escenarios facilita la toma de decisiones informadas y proactivas en materia de políticas ambientales.
- **Jerarquización de Impactos Ambientales:** Una jerarquización adecuada de los impactos ambientales permite a la ANLA identificar y priorizar las áreas más críticas para la intervención. Esto es crucial para asignar recursos de manera eficiente y efectiva.
- **Evaluación de Proyectos con Licencia Ambiental:** La evaluación detallada de los proyectos con licencia ambiental es imprescindible para asegurar su sostenibilidad y conformidad con las normativas ambientales (Banco Mundial, 2018). Esta práctica es esencial para garantizar un desarrollo sostenible en la región.
- **Desarrollo de Recursos Técnicos y Cartográficos:** La creación de mapas temáticos y bases de datos específicos es necesaria para una gestión territorial efectiva. Estos recursos permiten una comprensión más profunda de las características geográficas y ambientales únicas de la región.
- **Contribución a la Sostenibilidad Regional:** Mejorar la capacidad de respuesta de la ANLA contribuye directamente a la sostenibilidad ambiental de la región. Esto es vital para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que benefician a las comunidades locales.
- **Implicaciones para la Política Ambiental:** La fortaleza de la ANLA en la evaluación y gestión ambiental tiene implicaciones significativas para la formulación de políticas ambientales. Una ANLA bien equipada puede influir positivamente en el marco normativo ambiental de la región.
- **Cooperación y Colaboración Intersectorial:** El fortalecimiento de la ANLA también fomenta la cooperación y colaboración entre diferentes sectores, incluyendo el gobierno, la sociedad civil y el sector privado. Esta colaboración es esencial para abordar de manera integral los desafíos ambientales.



- **Relevancia Global y Local:** Aunque centrado en una región específica, este enfoque tiene relevancia tanto a nivel local como global. Los esfuerzos de la ANLA pueden servir como modelo para otras regiones que enfrentan desafíos ambientales similares, promoviendo prácticas de gestión ambiental.

Referencias bibliográficas

Rodríguez Chaparro, T. (2009). Humedales artificiales de flujo vertical para mejorar la calidad del agua del río Bogotá. (Tesis doctoral). Universidad Militar Nueva Granada. <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/6537>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). Gestión de Recursos Hídricos en Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Políticas ambientales en Colombia.

World Meteorological Organization. (2021). Informe sobre el Clima en América Latina y el Caribe.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). Cooperación Interinstitucional para el Desarrollo Sostenible en América Latina.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020). La Gestión Ambiental en Colombia: El papel de la ANLA.

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS). (2018). Impacto de la deforestación en el Macizo Colombiano.

Banco Mundial. (2018). Evaluación de Proyectos con Licencia Ambiental en América Latina.

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2021). Informe Especial sobre los Impactos del Cambio Climático en América del Sur.

Universidad Nacional de Colombia. (2019). Uso y Manejo de Suelos en el Macizo Colombiano.

Conservación Internacional Colombia. (2020). Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad en Colombia.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). Impacto Social de las Políticas Ambientales en Colombia. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

Comisión Nacional de Desarrollo Sostenible de Colombia. (2019). Desarrollo Sostenible y Política Ambiental en Colombia.

Centro de Investigación sobre el Cambio Climático de Colombia (CICC). (2021). Riesgos Ambientales y Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano.

Asociación Colombiana de Ciencias Ambientales (ACCA). (2019). Modelos de Gestión Ambiental en Colombia: Retos y Oportunidades.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). Estado del medio ambiente en el Macizo Colombiano.

Ambientales, A. N. (s.f.). Jerarquización de Impactos. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/institucional-interno/gestion-del-conocimiento-y-la-innovacion/analitica-de-datos/tablero-control-jerarquizacion-de-impacto

ANLA. (2017). Reporte de Área de Manejo Especial de la Macarena. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/biblioteca/reportaleamem6.pdf

ANLA. (2020). Reporte de Análisis Regional de la Subzona Hidrográfica del Río Bogotá. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/biblioteca/07-01-2021-anla-rarsh-rio-bogota.pdf

ANLA. (2023). Análisis Regional. Obtenido de <https://www.anla.gov.co/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/linea-de-analisis-regional>

ANLA. (2023). Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Obtenido de <https://www.anla.gov.co/>

ANLA. (2023). Centro de monitoreo de los recursos naturales. Obtenido de <https://www.anla.gov.co/proyectos-anla/centro-de-monitoreo/>

ANLA. (2023). Sistema para el Análisis de Gestión de Información del Licenciamiento Ambiental (AGIL). Obtenido de <https://sig.anla.gov.co/index.aspx>

ANLA. (2023). Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales (SELA). Obtenido de <https://www.anla.gov.co/evaluacion-de-licencias-ambientales/cual-es-la-apuesta-sela>

ANLA. (2023). Subdirección de Mecanismos de Participación Ciudadana. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/mecanismos-de-participacion-ciudadana-ambiental/cual-es-la-apuesta

Ávila, G. A.-L. (2009). La participación en la gestión ambiental Un reto para el nuevo milenio. Bogotá: Universidad del Rosario.

Bocanegra, J. E. (2012). Análisis de la variabilidad climática inter-anual (El Niño y La Niña), Plan Regional Integral del Cambio Climático. Bogotá.

CAR. (2018). BOLETÍN HIDROMETEOROLÓGICO JURISDICCIÓN CAR.

CORPONARIÑO. (2016-2036). Plan de Gestión Ambiental Regional. Obtenido de <https://corponarino.gov.co/>

Cundinamarca, (. -C. (2006). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac24aeabc81c.pdf>

IDEAM. (2015). Acciones de Mitigación del Cambio Climático en Colombia. Bogotá: GEF.

IDEAM. (2015). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011 - 2100.

IDEAM. (2016). Inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero - Colombia. Bogotá D.C.

IDEAM. (2017). Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo.

IDEAM. (2017). Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia.

IDEAM. (2018). Estudio Nacional del Agua. Bogotá.

IGAC. (2020). Macizo colombiano se desangra: en los últimos 20 años ha perdido cerca de 500 mil hectáreas de bosques. Obtenido de <https://igac.gov.co/es/noticias/macizo-colombiano-se-desangra-en-los-ultimos-20-anos-ha-perdido-cerca-de-500-mil-hectareas>

MADS. (2015). Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Política-Nacional-de-Gestión-Integral-de-la-Biodiver.pdf>

MADS. (2020). Decreto 0376. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/apuestas_transformacionales/mecanismos_participacion/decreto-376-11032020.pdf

MADS. (11 de 03 de 2020). Decreto 0376. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/apuestas_transformacionales/mecanismos_participacion/decreto-376-11032020.pdf

MINAMBIENTE. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Obtenido de Dirección de Ecosistemas - Grupo de Recurso Hídrico: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>

MINAMBIENTE. (2015). Plan Integral de Gestión de Cambio Climático (PIGCC).

MINAMBIENTE. (2023). Normativa Ambiental – Documentos de Apoyo. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/lideres-ambientales/normativa-ambiental/>

MinEducación. (2014). Altablero, el periódico de un país que educa y se educa. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>

Nariño, G. d. (2019). PIGCCT Nariño.

Nariño, G. d. (s.f.). Plan Participativo de Desarrollo Departamental (PPDD).

Santander, U. F. (2018). La Gestión Ambiental y su Impacto en el Desarrollo de las Actividades Productivas. Bogotá: Ingeniería Ambiental.

UPME. (2023). Políticas Ambientales. Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/politica/politica.htm