



UNIVERSIDAD DE **PAMPLONA**

Establecimiento de áreas prioritarias para la conservación en Norte de Santander, Colombia

Nelfy Yesenia Caballero Pérez
1007618661

Programa de Biología
Facultad de Ciencias Básicas
Universidad de Pamplona
Pamplona, Colombia
2024



Establecimiento de áreas prioritarias para la conservación en Norte de Santander, Colombia

Nelfy Yesenia Caballero Pérez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Bióloga

Director:

MSc. Carlos Herney Cáceres Martínez

Codirectora y Codirector:

MSc. Erika Alexandra Guerrero Cárdenas

Línea de Investigación:

Biogeografía y Conservación

Grupo de Investigación:

GIEB (Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía)

Programa de Biología

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad de Pamplona

Pamplona, Colombia

2024

*“Romperse puede todo lazo humano,
Separarse el hermano del hermano,
Olvidarse la madre de sus hijos,
Variar los astros sus senderos fijos;
Mas ciertamente nunca cambiará
El amor providente de Jehová.”*

Elena G. de White

Dedicatoria

Principalmente a Dios,

*A mis padres, a quienes amo profundamente,
(Carlos Iván Caballero y Nelly Perez Jaimes)*

*A mis hermanas por su apoyo incondicional y sincero,
(Sol y Jennifer)*

*A mis nonos maternos por estar presentes,
(Santos Perez Toloza y Aracely Jaimes)*

A mis sobrinos, tías y primos por creer en mí,

*Y a todos los que creyeron que podía lograrlo
y me impulsaron a dar lo mejor de mí.*

Agradecimientos

Agradezco a Dios, mi padre eterno, quien me guío en cada momento direccionándome con paciencia y sabiduría para llegar a este momento.

A mi familia, quienes fueron de gran apoyo espiritual, emocional y financiero para poder realizar este trabajo.

A mi director MSc. Carlos Herney Cáceres Martínez y mi codirectora MSc. Erika Alexandra Guerrero Cárdenas por su tiempo, aportes, correcciones y sugerencias que permitieron dar una correcta finalidad a este trabajo y que contribuyeron grandemente a mi formación profesional.

A Johana Echeverria (CORPONOR) y María Fernanda Cadena (PNN) por contribuir activamente en la aplicación de las encuestas de la metodología RAPPAM.

Al Esp. Carlos Andrés Ríos Franco por orientarme en la utilización de la caja de herramientas WCS Toolbox y contribuir eficazmente en el cumplimiento del segundo objetivo de esta investigación.

A CORPONOR y especialmente al equipo de trabajo del CAV del Zulia por su tiempo y contribución a los resultados preliminares presentados en la identificación de sitios de liberación de fauna silvestre.

A mi tío Edgar Castellanos por darme ánimo, por sentir que podía contar con su apoyo y por creer en mí y en mis logros.

A mi amiga Jennifer Ruiz León que me acompañó en mi proceso académico y me apoyó en la realización de este trabajo.

A las demás personas, colegas, profesores y demás que contribuyeron a mi realización profesional, agradecida por siempre.

Resumen

La disminución de la biodiversidad en Colombia sufre afectaciones por las actividades antrópicas como la fragmentación de los hábitats y el tráfico ilegal de fauna silvestre. Frente a esta problemática la creación de áreas protegidas es una estrategia óptima que permite conservar a las especies y sus poblaciones viables. La delimitación de áreas prioritarias para la conservación representaría un insumo de importancia para la protección de la biodiversidad al enfocar los esfuerzos de conservación, complementar las áreas protegidas y permitir la conectividad entre ecosistemas por su potencial uso como corredores biológicos.

Es así como se propuso una evaluación de las áreas protegidas existentes en Norte de Santander mediante una encuesta rápida, de manera que se pudiera conocer las debilidades en la gestión y el rol de las áreas protegidas en la conservación de la biodiversidad; determinando la importancia de encontrar áreas prioritarias para la conservación. Se determinó que el sistema de AP presenta presiones y amenazas, destacando las actividades agropecuarias y los incendios forestales, el personal de monitoreo es muy escaso haciendo que las labores de gestión y cumplimiento de los objetivos de conservación sean prácticamente imposibles y finalmente la representatividad de los ecosistemas no sea completa.

Debido a la necesidad de conservar la biodiversidad a escala local, en el departamento, toda vez que los estudios existentes solamente han tenido un carácter global y nacional. Se identificaron las áreas prioritarias mediante WCS Toolbox teniendo en cuenta la importancia biológica (ecosistemas, riqueza de especies, endemismo y especies amenazadas de mamíferos, aves, reptiles y anfibios), la amenazas por impactos antrópicos y las oportunidades. Se encontraron principalmente dos zonas que deben priorizarse con urgencia (alta importancia y baja o nula amenaza), una ubicada al norte del departamento con 5994,75 y otra al sur del departamento con 12026,23 ha, esta última permitiría la ampliación del Parque Nacional Natural Tamá y mejoraría la conectividad entre el PNN Tamá y el Distrito Regional de Manejo Integrado Mejué. Las áreas prioritarias consideradas como del alta importancia, baja y nula amenaza y oportunas o no para la conservación equivalen a 179.697,82 h de la cuales, según el índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI), el 99,92 % corresponde a una cobertura de vegetación mayormente saludable.

Finalmente se presentan los resultados preliminares en la determinación de sitios de liberación de fauna silvestre, a través de modelación espacial, utilizando como insumo las áreas prioritarias y otras variables tales como presencia de grupos al margen de la ley, distribución espacial de las especies mayormente traficadas en el departamento, pendiente del terreno, distancia a vías y a centros poblados.

Palabras clave: Áreas prioritarias, Conservación, NDVI, metodología RAPPAM, WCS Toolbox

Abstract

The decrease in biodiversity in Colombia is affected by anthropogenic activities such as habitat fragmentation and illegal wildlife trafficking. Faced with this problem, the creation of protected areas is an optimal strategy that allows the conservation of species and their viable populations. The delimitation of priority areas for conservation would represent an important input for the protection of biodiversity by focusing conservation efforts, complementing protected areas and allowing connectivity between ecosystems due to their potential use as biological corridors.

This is how an evaluation of the existing protected areas in Norte de Santander was proposed through a rapid survey, so that weaknesses in the management and role of protected areas in biodiversity conservation could be known, determining the importance of identifying priority areas for conservation. It was determined that the PA system presents pressures and threats, highlighting agricultural activities and forest fires, monitoring staff is very limited, making the management and compliance tasks of the conservation objectives practically impossible and ultimately the representation of ecosystems is not complete.

Due to the need to conserve biodiversity locally, in the department since the existing studies have only had a global and national character. Priority areas were identified through WCS Toolbox considering biological importance (ecosystems, species richness, endemism and threatened species of mammals, birds, reptiles and amphibians), anthropogenic impact threats and opportunities. The priority areas considered to be of high importance, low and no threat and timely or not for conservation amount to 179697.82 h of which, according to the NDVI, 99.92% corresponds to a largely healthy vegetation cover.

Finally, preliminary results are presented in the determination of wildlife release sites, through spatial modeling, using as input priority areas and other variables such as presence of groups outside the law, spatial distribution of the mostly trafficked species in the department, slope of the terrain, distance to roads and populated centers.

Keywords: Priority areas, Conservation, NDVI, RAPPAM methodology, WCS Toolbox.

Contenido

1. Introducción.....	15
2. Planteamiento del problema.....	16
3. Objetivos.....	18
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4. Marco teórico.....	19
4.1 Conservación de la Biodiversidad.....	19
4.2 Áreas protegidas.....	20
4.2.1 Áreas protegidas en Colombia y Norte de Santander.....	21
4.2.2 Priorización de áreas.....	23
4.3 Liberación de fauna silvestre.....	24
4.4 Antecedentes	28
4.5 Áreas de Estudio.....	29
5. Metodología.....	31
5.1 Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander.....	31
5.1.1 Determinar el alcance de la evaluación e identificar la información existente .	31
5.1.2 Aplicar el cuestionario de Evaluación rápida	32
5.1.3 Análisis de resultados	32
5.1.3.1. Comparación de presiones y amenazas	32
5.1.3.2. Contexto	32
5.1.3.3. Planificación	33
5.2 Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.	33
5.2.1 Criterio de importancia ecosistémica	36
5.1.1.1. Representatividad ecosistémica a escala regional.	37
5.1.1.2. Representatividad ecosistémica a escala nacional.....	37
5.1.1.3. Remanencia.	37
5.1.1.4. Riqueza de especies.....	37
5.1.1.5. Especies endémicas.	37
5.2.2 Criterio de Amenaza o Urgencia	38
5.2.3 Criterio de oportunidad.....	40
5.1.4. Prioridades de conservación.	40
Validación mediante NDVI.....	41
5.2.4 Primera Fase	41
5.2.5 Segunda Fase	42
6. Resultados.....	45
6.1 Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander.....	45
6.1.1 Presiones y amenazas	45

6.1.2	Contexto y planificación.....	47
6.2	Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.	49
6.2.1	Criterio de importancia ecosistémica	49
6.1.1.1.	Representatividad ecosistémica a escala regional.	49
6.1.1.2.	Representatividad ecosistémica a escala nacional.	52
6.1.1.3.	Remanencia.	54
6.2.2	Criterio de amenaza o urgencia	56
6.1.1.4.	Acceso humano.	56
6.1.1.5.	Otras amenazas.	58
6.2.3	Criterio de oportunidad.....	60
6.1.1.6.	Áreas Oportunas.	60
6.2.4	Validación mediante NDVI.....	63
7.	Análisis de resultados.....	66
7.1	Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento Norte de Santander 66	
7.2	Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.	67
7.2.1	Criterio de importancia ecosistémica	67
7.2.1.1.	Representatividad de ecosistemas a nivel regional.....	67
7.2.1.1	Representatividad de ecosistemas a nivel nacional	68
7.2.1.2	Remanencia.....	69
7.2.2	Criterio de amenaza o urgencia	70
7.1.2.1.	Acceso Humano.....	70
7.1.2.2.	Otras amenazas	70
7.2.3	Criterio de oportunidad.....	71
7.2.4	Sitios prioritarios	72
8.	Conclusiones y recomendaciones.....	74
8.1	Conclusiones	74
8.2	Recomendaciones.....	75

Lista de figuras

Figura 1. Causas en la disminución de la biodiversidad. Las causas indirectas (gris oscuro) y directas (gris claro) interactúan de manera compleja provocando la pérdida de diversidad biológica.....	20
Figura 2. Área de estudio correspondiente al departamento Norte de Santander, Colombia en que son evidentes los diferentes biomas presentes en el mismo.....	30
Figura 3. Esquema que muestra los pasos a desarrollar para la selección de áreas prioritarias según recomendaciones de Chávez (2017).	34
Figura 4. Esquema que muestra el criterio de importancia para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales a ejecutar en la caja de herramientas WCS Toolbox.....	38
Figura 5. Esquema que muestra el criterio de amenaza o urgencia para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales a ejecutar en la caja de herramientas WCS Toolbox.	40
Figura 6. Esquema que muestra los diferentes criterios empleados para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales (cuadros con relleno) (Ríos-Franco et al., 2013)..	41
Figura 7. Esquema que muestra el procedimiento llevado a cabo para la validación mediante NDVI de los datos obtenidos mediante WCS Toolbox.	44
Figura 8. Grado de presiones y amenazas presentes en el sistema de áreas protegidas de Norte de Santander y en el PNN Yariguíes. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 = DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier).	46
Figura 9. Grado de cada amenaza y presión en las diferente AP del departamento. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 = DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier).....	47
Figura 10. Grado de Importancia biológica, Vulnerabilidad, Objetivos y Diseño del sistema de áreas protegidas de Norte de Santander. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 =	

DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier). 48

Figura 11. Representatividad de los ecosistemas del departamento de Norte de Santander-Colombia a nivel regional. 51

Figura 12. Se indican el área en hectáreas y el porcentaje de la representatividad de los ecosistemas del área de estudio a nivel regional. 51

Figura 13. Representatividad de los ecosistemas del departamento Norte de Santander-Colombia a nivel nacional. 53

Figura 14. Área en hectáreas y porcentaje de representatividad de los ecosistemas a nivel nacional. 53

Figura 15. Remanencia de la cobertura vegetal en el departamento Norte de Santander-Colombia. 54

Figura 16. Área en hectáreas y porcentaje de cobertura natural remanente del departamento Norte de Santander. 55

Figura 17. Áreas de Importancia para el departamento Norte de Santander. 55

Figura 18. Accesibilidad de las poblaciones humanas a los ecosistemas del departamento de Norte de Santander-Colombia. 57

Figura 19. Área en hectáreas y porcentaje de acceso humano en el área de estudio. 57

Figura 20. Grado de amenaza de los ecosistemas del departamento Norte de Santander - Colombia. 58

Figura 21. Área en hectáreas y porcentaje de amenaza definidos mediante títulos mineros, IHEH y deforestación (2018) para Norte de Santander. 59

Figura 22. Ecosistemas naturales de Norte de Santander clasificados en las diferentes categorías de amenaza. 60

Figura 23. Áreas oportunas y no oportunas en departamento Norte de Santander obtenidas a partir de las reservas de la Ley 2 de 1959 y las reservas de la sociedad civil. 61

Figura 24. Gráfica de barras que evidencia el área de los ecosistemas naturales clasificados como de alta importancia, baja amenaza, sin amenaza, oportunos para la conservación y no oportunos en Norte de Santander. (Barra amarilla = alta importancia, baja amenaza y no oportunos; barra verde oscuro = alta importancia, baja amenaza y oportuno; barra roja = alta

importancia, sin amenaza y no oportuno y barra verde claro = alta importancia, sin amenaza y oportuno para la conservación). 62

Figura 25. Resultados de los modelos de Importancia (Alta), Urgencia o Amenaza (Baja y Sin Amenaza) y Oportunidad (Oportuno y No oportuno) dentro del departamento Norte de Santander-Colombia. 63

Figura 26. Resultados de NDVI para Norte de Santander basado en imágenes satelitales Landsat 8/9. 64

Figura 27. Validación de las áreas prioritarias para la conservación basados en el índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI). 65

Lista de tablas

Tabla 1. Ámbitos de gestión de las áreas protegidas de Colombia y las definiciones de las diferentes categorías (Decreto 2372, 2010; Decreto 2811, 1974; SINAP, 2022).....	22
Tabla 2. Calificación de los indicadores de las variables presión y amenazas.	32
Tabla 3. Calificación de los indicadores de las variables importancia biológica, vulnerabilidad, objetivos y diseño del sistema de APs.	33
Tabla 4. Insumos para la correcta ejecución de la caja de herramientas WCS Toolbox 10.2.	35
Tabla 5. Rangos de clasificación de la cobertura vegetal, basado en los intervalos de valores de NDVI propuesto por (Ríos et al., 2014).....	43

Ecuaciones

Ecuación 1	$NDVI = NIR - RNIR + R$	42
Ecuación 2	$NDVImes = \max(NDVI_i, NDVI_j)$	42

ANEXOS

Anexo A. Mapa de áreas protegidas de Norte de Santander (Fuente: RUNAP, 2022).	89
Anexo B. Centros poblados (Centros Poblados Rurales de Colombia, IDEAM 2018 y Centros poblados y cabeceras municipales de Colombia, IDEAM 2020) y ríos navegables (IGAC, 2022) de Norte de Santander.	90
Anexo C. Vías de Norte de Santander en sus diferentes tipos (Fuente: INVIAS, 2016).	91
Anexo D. Índice de Huella Espacial Humana, muestra la intensidad del impacto de las actividades humanas en una escala de 1 a 10 (Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH, 2018).	92
Anexo E. Títulos mineros de Norte de Santander en sus diferentes estados ya sean activos, suspendidos o terminados (Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH).	93
Anexo F. Deforestación en Norte de Santander, Colombia (Fuente: Bosquenobosque Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2018).	94
Anexo G. Reservas forestales de la Ley 2 de 1959 (Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2022).	95
Anexo H. Riqueza de especies para el departamento Norte de Santander generado a partir de los mapas de distribución de mamíferos, aves, reptiles y anfibios (Fuente: UICN, 2022).	96
Anexo I. Endemismo de especies para mamíferos, aves, reptiles y anfibios con distribución dentro de los límites de Colombia (Fuente: UICN, 2022).	97
Anexo J. Especies con algún grado de amenaza, Vulnerable (VU), En peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR) según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2022).	98
Anexo K. Resultados de los modelos de Importancia (Alta, Media y Baja), Urgencia o Amenaza (Alta media, Media, Baja y Sin Amenaza) y Oportunidad (Oportuno y No oportuno) dentro del departamento Norte de Santander-Colombia.	99
Anexo L. Resultado búsqueda de imágenes satelitales Landsat 8-9 en https://earthexplorer.usgs.gov/	100
Anexo M. Imágenes satelitales del área de estudio	100
Anexo N. NDVI para cada uno de los municipios del departamento.	101
Anexo O. Formato de encuesta basada en la metodología RAPPAM de la WWF	102
Anexo P. Ficha técnica de las encuestas dirigidas a las AP.	104

1. Introducción

Las áreas protegidas (AP) son estrategias de conservación creadas como respuesta a la pérdida de biodiversidad debido a que en las últimas décadas se ha venido intensificando, llegando a desencadenar la sexta extinción masiva (Ceballos y Ortega-Baes, 2011). Las áreas protegidas son zonas de alto valor para la conservación in situ de la biodiversidad, en ellas se intenta representar el mayor número de especies, destacando la presencia de endemismo y especies amenazadas, y manteniendo sus poblaciones viables mediante el establecimiento de políticas que permitan “proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines” (Rojas, 2010).

Las problemáticas ambientales generadas por las actividades antrópicas y la escasez de recursos para el planteamiento de soluciones hacen que sea necesario establecer prioridades para enfocar los esfuerzos de conservación y de inversión (Margules et al., 2002). En la caracterización de áreas prioritarias para la conservación históricamente se han empleado numerosos criterios, tales como los biogeográficos (Andrade y Corzo, 2011; Udvardy, 1975; Whittaker et al., 2005), Hotspots de biodiversidad, especies con algún grado de extinción (Rodrigues et al., 2003), riqueza de especies (Ceballos y Ehrlich, 2006; Orme et al., 2005), patrones de diversidad (Andrade y Corzo, 2011; Cuesta et al., 2017; Kattan et al., 2006), representatividad de ecosistemas con respecto al sistema de áreas protegidas (Pliscoff y Fuentes, 2008; Pressey et al., 2002; Romero-Ruiz, 2009), entre otros criterios que pueden estar relacionados con la importancia biológica y las especies amenazadas. La finalidad de las áreas prioritarias es facilitar el establecimiento de áreas protegidas mediante el condicionamiento del comportamiento de los individuos a partir de la restricción del acceso y los incentivos para la conservación (de Castro, 2013), reconociendo la responsabilidad de las poblaciones locales, el gobierno y los ciudadanos, al ser espacios claves para proteger la biodiversidad y los recursos ecosistémicos, esenciales para el mantenimiento de la vida en el planeta.

Este trabajo tiene como fin, la delimitación de áreas prioritarias para la conservación en Norte de Santander, ubicado en la región Andina de Colombia sobre la cordillera oriental, a partir de la implementación de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante ArcGIS vs. 10.8 y la caja de herramientas WCS Toolbox para el establecimiento de criterios y la

ejecución de modelos; así como imágenes satelitales para la validación mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y su posterior aplicación como sitios de liberación de fauna silvestre útiles para el Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAVF) del Zulia de la Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental (CORPONOR).

2. Planteamiento del problema

La biodiversidad es un factor clave en países como Colombia donde la diversidad alfa, beta y gama son tan significativa llegando a considerarse como el segundo país con mayor biodiversidad en el mundo (Ministerio de ciencia [Minciencias], 2016; Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia [SIBColombia], 2022). Cuenta con la presencia de 75.947 especies de las cuales 5.978 son endémicas y 1.180 son categorizadas con algún grado de amenaza según la UICN (SIBColombia, 2022). Por el valor biodiverso que posee al contar con el 10% de las especies del mundo (SIBColombia, 2022), Colombia es un país propenso a poseer un alto potencial para el comercio de bienes y servicios aprovechados de manera no sostenible por actividades antrópicas tales como pérdida o fragmentación de hábitat (Galván, 2015; Vargas, 2008), sobreexplotación (Ceballos y Ortega-Baes, 2011) y/o contaminación (Tellería, 2013).

Para mitigar la pérdida de biodiversidad se han creado estrategias de conservación, siendo las áreas protegidas una de las más aceptadas (Gerritsen y Morales, 2001; López-Arévalo et al., 2021; Margules y Pressey, 2000; Solomon et al., 2021) al permitir mantener un gran número de especies y sus poblaciones viables en una porción de tierra con un buen estado de conservación. En Colombia existen según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas 1.671 áreas protegidas con diferentes ámbitos de gestión ya sean, áreas protegidas nacionales, áreas protegidas regionales y áreas protegidas locales (privadas), que cubren el 43,72% del territorio nacional con una distribución del 17,01% en la superficie terrestres; de éstas, 44 áreas naturales protegidas correspondientes al 11,10% del territorio nacional y están categorizadas como Parque Nacionales

Naturales (SPNN, 2024). En el departamento Norte de Santander se encuentran 14 áreas protegidas (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas [RUNAP], 2023) que solamente representan el 0,29% del territorio continental nacional, a pesar de que dentro del mismo se encuentran 40.866 especies correspondiente al 56,44% en relación con las especies presentes en Colombia (SIBColombia, 2022).

El sistema de áreas protegidas de Norte de Santander presenta vacíos que deben ser llenados mediante áreas estratégicas que permitan la conservación de la biodiversidad, ya que las áreas protegidas actuales son escasas y cubren un pequeño porcentaje del territorio con baja representatividad de los ecosistemas existentes (Ramírez et al., 2011). Las grandes problemáticas ambientales y los escasos recursos que son destinados para la conservación de la biodiversidad hacen necesario orientar y optimizar los esfuerzos que permitirán delimitar con claridad las áreas objeto de conservación facilitando la protección de sitios de importancia y buscando la eficiencia en la relación costo-beneficio.

Reconociendo la importancia de establecer nuevas áreas de conservación basados criterios o parámetros de amenaza, urgencia y oportunidad, que además permitan mantener la diversidad biológica del departamento y del país, se plantea la necesidad de seleccionar áreas prioritarias para la conservación que posibiliten el mantenimiento, la protección y la preservación de la riqueza natural del departamento Norte de Santander.

Pregunta de Investigación

¿Existen y de ser así, cuáles son las áreas prioritarias para la conservación en el departamento Norte de Santander, que cuenten con una alta importancia, baja amenaza por actividades antrópicas y que sean oportunas para la conservación?

Hipótesis Nula: No existen áreas que cumplan con criterios adecuados para la conservación efectiva de la biodiversidad en el departamento Norte de Santander.

H1: Existen y se pueden delimitar áreas prioritarias potenciales para la conservación, que no cuentan con ningún grado de protección en la actualidad, y que sirvan de complemento para las Áreas protegidas ya existentes dentro del área de estudio.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Identificar áreas prioritarias para la conservación que sirvan de complemento a las áreas protegidas existentes en el departamento de Norte de Santander, Colombia.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander.
- Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.

4. Marco teórico

4.1 Conservación de la Biodiversidad

La biodiversidad se define como la variabilidad presente entre organismos abarcando los diferentes niveles de organización ecológica desde las poblaciones hasta los ecosistemas, considerando la diversidad genética, la riqueza de especies y la diversidad de ecosistemas (Solomon et al., 2013). Actualmente la biodiversidad ha venido disminuyendo principalmente por los impactos generados a partir de las actividades antropogénicas, cuyo modelo económico se basa en la explotación de los recursos naturales sobrepasando los límites de la sostenibilidad (Pereyra et al., 2021).

Varios trabajos evidencian la disminución de la biodiversidad debido a la extinción de miles de especies de plantas y animales, reconociendo que las tasas de extinción son 280 veces más altas de lo normal y que en los dos últimos siglos se han extinguido todas las especies que debieron haber desaparecido en 28.000 años, presentando lo que se ha denominado la Sexta extinción masiva (Ceballos et al., 2010; Ceballos y Ortega-Baes, 2011; Tellería, 2013). De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), actualmente se estiman 42.100 especies en categoría de amenaza (~28%) y globalmente se han extinto desde el año 1500, 144 plantas, 78 mamíferos, 138 aves, 22 reptiles y 104 peces (IUCN, 2022).

Los humanos ejercen una influencia negativa sobre el ambiente reduciendo seriamente la diversidad biológica por causas indirectas como el incremento exponencial de la población humana, el aumento en el uso de la tecnología, incremento en la actividad económica y factores sociales, políticos y económicos. Las causas principales de la disminución de la biodiversidad corresponden a la pérdida de hábitat, especies invasoras, sobreexplotación, cambio climático y contaminación (Anil et al., 2014; Ceballos y Ortega-Baes, 2011) (ver Figura 1)

Respondiendo a la necesidad de prevenir la pérdida de la biodiversidad y mantener los recursos naturales, se planteó y consolidó la Biología de la Conservación como una ciencia multidisciplinar, cuyo objetivo es mantener, prevenir la pérdida y restaurar la diversidad biológica (Solomon et al., 2013). La biología de la conservación incluye el método de la conservación *in situ* que consiste en el establecimiento de reservas que permiten proteger zonas

con una alta diversidad de especies, siendo su función principal la de separar los elementos de la biodiversidad de los procesos que amenazan su existencia en la naturaleza para mantenerla intacta a largo plazo (de Castro, 2013; Margules y Pressey, 2000).

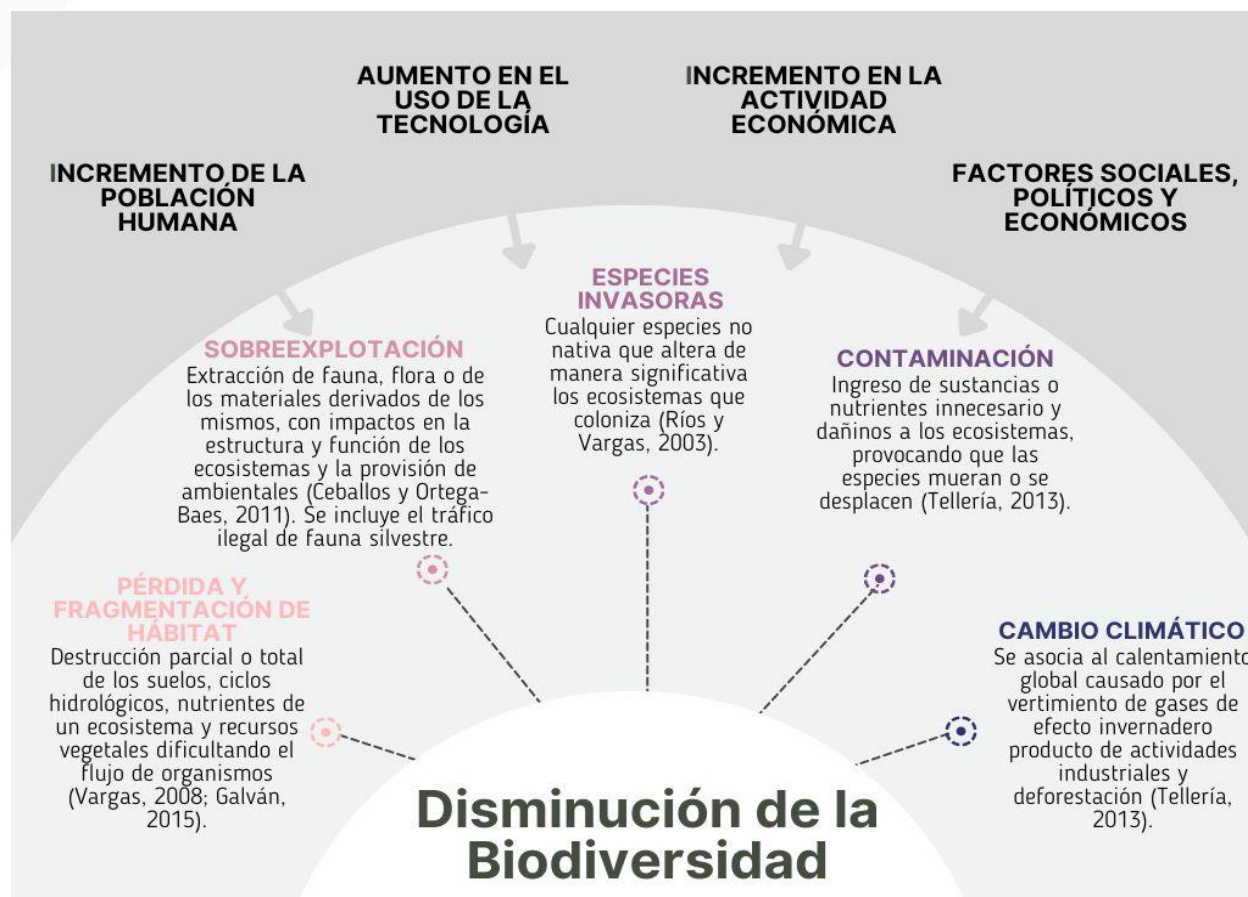


Figura 1. Causas en la disminución de la biodiversidad. Las causas indirectas (gris oscuro) y directas (gris claro) interactúan de manera compleja provocando la pérdida de diversidad biológica.

4.2 Áreas protegidas

Las áreas protegidas son espacios geográficos designados, reconocidos, dedicados y regulados, a través de medios legales, para lograr objetivos específicos de conservación, proporcionando resultados a largo plazo en la protección de la biodiversidad (salvaguardando los ecosistemas y las especies de manera eficiente), los valores culturales y los servicios ecosistémicos asociados (Gurney et al., 2023).

Debido a los impactos ambientales provocados por la revolución industrial, se dio surgimiento en el siglo XIX al concepto de áreas protegidas, mediante la declaración en 1872 del Parque

Nacional de Yellowstone en Estados Unidos, posteriormente se establecieron muchas áreas protegidas en diferentes continentes. Es la medida más distintiva y con mayor repercusión en la conservación de la biodiversidad cubriendo el 16% de los ecosistemas terrestres y el 8% de la cobertura marina en el mundo (World Database on Protected Areas [WDPA], 2023).

Basada en la importancia de las áreas protegidas para el mantenimiento de la biodiversidad y la mitigación de pérdida y fragmentación de hábitat, la IUCN creó la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMPA- En Ingles: World Commission Protected Areas-WCPA) cuya misión consiste en el asesoramiento y el establecimiento de políticas científicas eficaces para la administración de áreas protegidas (IUCN, 2023); así mismo el Convenio sobre Diversidad Biológica (Convention on Biological Diversity's-CDB) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) mediante el Marco Mundial Kunming-Montreal firmado por 196 países (Colombia incluido), estableció la meta 3, denominado objetivo 30x30 que pretende proteger el 30% del planeta para el 2030 (CDB y ONU, 2022).

4.2.1 Áreas protegidas en Colombia y Norte de Santander

Velando por el cumplimiento de las metas de conservación del país y su compromiso con la protección de la biodiversidad al estar suscrito al Convenio sobre Diversidad Biológica, Colombia según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas cuenta con 1.552 áreas protegidas de diferente categoría (Tabla 1) que constituyen el 23,84% del territorio nacional, de las cuales el 16,72% son áreas protegidas de la superficie terrestre y el 32,59% son áreas de cobertura marina; las AP representan 49'358.639,15 hectáreas (ha), de los cuales el 91,6% son nacionales, el 7,9% son regionales y 0,5% son de administración privada (SINAP, 2023).

El departamento Norte de Santander cuenta con 14 áreas protegidas según el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (Ver *Anexo A*), 2 Reservas Forestales Protectoras Nacionales, 2 Parques Nacionales Naturales, 1 Área Natural Única, 2 Distritos Regionales de Manejo Integrado, 5 Parques Naturales Regionales, 1 Reserva Forestal Protectora Regional y 1 Reserva Natural de la Sociedad Civil. Estas áreas cubren 302.794,41 ha que corresponden al 13,8% del territorio departamental (RUNAP, 2023).

Tabla 1. Ámbitos de gestión de las áreas protegidas de Colombia y las definiciones de las diferentes categorías (Decreto 2372, 2010; Decreto 2811, 1974; SINAP, 2022).

AP nacionales	Distritos Nacionales de Manejo Integrado
	“Espacio geográfico, en el que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute” (Decreto 2372 de 2010).
	Reservas Forestales Protectoras Nacionales
	Espacios geográficos con ecosistemas de bosque que mantienen su función, a pesar de que su composición y estructura haya sido modificada y los valores asociados se ponen al alcance de la población humana para la utilización sostenible de los bosques y las coberturas vegetales naturales. Al ser ecosistemas de importancia nacional, la delimitación y declaración están a cargo del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
AP regionales	Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN)
	Es un conjunto de áreas constituidas como patrimonio nacional por los beneficios que presta y las características naturales, históricas y culturales que posee (Art. 327 Decreto 2811, 1974). El SPNN contiene áreas en las siguientes categorías (Art. 329): 1) Parque Nacional: Son áreas de valor científico, educativo y recreativo nacional por la presencia de especies animales y vegetales, complejos geomorfológicos y manifestaciones culturales o históricas que no han sido alteradas sustancialmente por la explotación u ocupación humana. 2) Reserva Natural: Son áreas destinadas a la investigación y estudios de sus riquezas naturales por las condiciones primitivas de fauna y flora. 3) Área Natural Única: Es un escenario natural raro que posee condiciones especies de flora, fauna y gea. 4) Santuario de Flora: Son áreas destinadas a la conservación de recursos genéticos de flora, mediante la preservación de especies y comunidades vegetales. 5) Santuario de Fauna: Son áreas destinadas a la conservación de recursos genéticos de fauna, mediante la preservación de especies y comunidades animales silvestres. 6) Vía parque: Terreno con acceso por carretera que posee valores culturales e históricos de importancia para la educación y el esparcimiento.
AP regionales	Áreas de recreación
	Corresponden a paisajes y ecosistemas estratégicos a nivel regional administradas por las Corporaciones Autónomas Regionales, con modificaciones en la estructura y composición y potencial para la restauración. Los valores culturales y naturales son puestos a disposición de la población para uso sostenible, conocimiento y disfrute.
	Distritos de Conservación de Suelos

	Del mismo modo que las áreas de recreación, los distritos de conservación de suelos son paisajes y ecosistemas estratégicos administrados por las CARS, con modificaciones en la estructura y composición, sin embargo, aportan de manera significativa bienes y servicios ambientales que son puestos a disposición de la población para uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute.
	Distritos Regionales de Manejo Integrado
	Mantienen la misma definición de Distritos Nacionales de Manejo Integrado. Dado que albergan ecosistemas estratégicos a nivel regional, su administración está a cargo de las Corporaciones Autónomas Regionales.
	Parques Naturales Regionales
	Son ecosistemas estratégicos a nivel regional que mantienen la estructura, composición, procesos ecológicos y evolutivos con valores culturales e históricos que son puestos a disposición de la población para su uso preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
	Reservas Forestales Protectoras Regionales
	Son reservas forestales protectoras con composición y estructura modificadas, pero con ecosistemas que mantienen su función y pueden ser aprovechados de manera sostenible. Al ser ecosistemas de importancia regional son administrados por las Corporaciones Autónomas Regionales.
AP privadas	Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC)
	Son áreas de propiedad privada destinadas de manera autónoma, voluntaria y libre por el propietario del predio como reservas naturales con vocación a largo plazo, mediante un manejo sustentable de los recursos naturales.

4.2.2 Priorización de áreas

La Biología de la Conservación busca proponer áreas protegidas que conserven un gran número de especies y sus poblaciones viables, sin embargo, las interacciones entre especies, el funcionamiento de los ecosistemas y la historia evolutiva, hacen que alcanzar este objetivo sea difícil. Para lograrlo, se establecen diversas metodologías que plantean protocolos óptimos para la identificación de sitios o áreas prioritarias, a partir de los cuales se proponen áreas protegidas que mantengan la biodiversidad y los procesos que la sustentan, optimizando el uso de los recursos (Pereyra et al., 2021).

La protección de los ecosistemas es la manera más efectiva de conservar la biodiversidad al proveer las condiciones para la supervivencia de las especies y la persistencia de estas. Sí se conserva una extensión suficiente de área natural, la gran mayoría de las especies terrestres

encontrarán el hábitat que requieren para perpetuarse. Para lograr este efecto, las áreas se deben seleccionar de acuerdo con criterios adecuados (Fandiño-Lozano y Van Wyngaarden, 2005).

Históricamente se han empleado diversas metodologías para el reconocimiento de las áreas prioritarias, dentro de las que se enmarcan la planificación sistemática para la conservación y el análisis multicriterio, proporcionando información sobre los ecosistemas, comunidades y las especies; combinando aspectos sobre la diversidad biológicas tales como la presión, amenaza u oportunidad (Andrade y Corzo, 2011), permitiendo la evaluación de escenarios de priorización dependiendo de la relevancia de los criterios para la conservación de la biodiversidad.

4.3 Liberación de fauna silvestre

Una de las posibles aplicaciones de las áreas prioritarias para la conservación es la delimitación de áreas para la liberación de fauna silvestre. El comercio ilegal de fauna silvestre es definido como una actividad económica que consiste en la adquisición, recolección, extracción de fauna o materiales derivados de los mismos para ser comercializados y generar demanda. Las ganancias producidas a nivel mundial por el comercio legal de fauna silvestre se estiman entre 98000 a 160000 millones de USD anuales (Reeve, 2014; Schneider, 2008), de los cuales la cuarta parte equivale a las ganancias del tráfico ilegal de fauna silvestre, aproximadamente 22000 millones de USD (Rodríguez y Sollund, 2016).

Una medida exitosa implica la confiscación, decomiso, aprehensión y entrega voluntaria de los especímenes víctima del tráfico ilegal; en cuyo caso en Colombia los animales vivos son puestos a disposición de los Centros de Atención y Valoración (CAV), Centros de Atención, Valoración y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CAVR) y Hogares de Paso, reglamentados según resolución 2064 de 2010 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS).

Cuando los animales son decomisados por las autoridades pertinentes, se deben tomar decisiones que prioricen el bienestar animal. Según la UICN (2000) la disposición final de los animales debe tomarse en congruencia con las leyes nacionales y un contexto de conservación, que permita cumplir con tres objetivos: 1) generar impactos significativos en la conservación de la biodiversidad sin afectar la salud, etología, acervo genético o el estado de conservación de las

poblaciones autóctonas , 2) impedir la continuación del tráfico ilegal de fauna silvestre y 3) proporcionar soluciones humanitarias, mediante el mantenimiento de los animales en cautiverio, la liberación a su medio natural o la eutanasia.

En respuesta a la disminución de la biodiversidad causada por el tráfico ilegal de fauna silvestre se plantea el retorno de los animales a su medio natural. La disposición provisional de rehabilitación de los especímenes permitirá dar paso a la disposición final de liberación llevada a cabo por las autoridades ambientales correspondientes con el fin de conservar y proteger la biodiversidad; en este sentido se define la **Liberación** como la acción de soltar un animal silvestre nativo víctima de comercio ilegal o tenidos como mascotas, a un hábitat natural. Dependiendo de la edad, el manejo, el grupo taxonómico, tiempo de tenencia en cautiverio y el origen, los animales pueden ser sometidos a dos tipos de liberación, Liberación dura que es realizada sin ningún tipo de adaptación y de manera abrupta o Liberación suave, por la cual se implementan medidas de apoyo que permitan desarrollar procesos de adaptación (Choperena y Mancera-Rodríguez, 2016).

Para el éxito de la liberación las etapas de atención y planificación deben tener la misma importancia tanto en la preliberación, liberación y post-liberación. En las etapas previas a la liberación es necesario realizar exámenes a nivel patológico, genético, etológico y corporal que permitan establecer si el animal está listo para la liberación, así mismo, **la selección de sitios de liberación** es de vital importancia, pues un error en la elección del sitio afectará el éxito de la liberación al impactar de manera negativa en la flora y fauna nativas, mortalidad de los animales por depredadores naturales en el sitio de liberación, caza o reincidencia en tráfico ilegal, competencia interespecífica e intraespecífica y mala calidad del hábitat (Cheyne, 2006).

La UICN describe los criterios que se deben tener en cuenta para la liberación de fauna que ha sido objeto de tráfico o que haya sido criada en cautiverio, estableciendo que dentro de las actividades previas a la liberación, se debe tener en cuenta en el ámbito Biológico, un estudio de factibilidad e investigación de antecedentes, las reintroducciones previas, la elección del sitio y tipo de liberación, la evaluación del sitio, disponibilidad de poblaciones adecuadas para la liberación y la liberación de poblaciones en cautiverio.

Teniendo en cuenta la relevancia de los sitios de liberación se establecen las siguientes pautas (UICN, 1998):

Elección del sitios y tipo de liberación

- “El sitio debe estar dentro del área de distribución histórica de la especie”, si se trata de un refuerzo debe haber pocos individuos, pero si es una reintroducción no debe haber población remanente.
- El sitios o área seleccionada deben contar con una protección a largo plazo
- “Las liberaciones deberían tener lugar solamente donde se encuentren satisfechos los requerimientos del hábitat y del paisaje de la especie, y que puedan ser mantenidos como tales en forma sostenida en un futuro previsible”.
- “El área debe tener la capacidad de carga suficiente como para mantener el crecimiento de la población reintroducida y una población viable a largo plazo”
- Si el hábitat seleccionado ha sido objeto de modificación por actividad humana entonces debe ser sometido a una restauración.

En cuanto a esta problemática Colombia ha establecido políticas ambientales que permitan controlar el comercio ilegal de fauna silvestre y los procesos de atención, valoración, rehabilitación y liberación.

Ley 17 de 1981

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora - CITES) es un convenio que se creó en pro de la protección animal y vegetal en peligro de extinción. Colombia se anexó el 28 de noviembre de 1981 mediante la Ley 17, 1981, y empezó a regirse bajo los tres apéndices del CITES que permiten conservar la flora y fauna susceptible a comercio (Sollund, 2017).

Apéndice I: Enumera las especies que se consideran como amenazadas de extinción, por lo que el comercio de este tipo de organismo no está permitido, salvo que sea autorizado en circunstancias excepcionales y por medio del debido proceso legal.

Apéndice II: Presenta las especies que no se consideran como amenazadas de extinción, aunque pueden ser comercializadas, se debe mantener un control estricto para evitar usos inadecuados o que puedan poner en riesgo la supervivencia del organismo.

Apéndice III: Incluye las especies que están protegidas en por lo menos uno de los estados u organismos que sea miembro del CITES, para tener un mayor control del comercio ilegal de fauna silvestre.

Ley 1333 de 2009

La Ley 1333, 2009 establece el proceso “Por la cual se reglamentan las condiciones generales y las medidas posteriores a la aprehensión, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica”, en el cual se incluye el protocolo de liberación dependiendo del tiempo de captura, etapa de desarrollo, origen del individuo y valoración integral a nivel biológico, veterinario y nutricional, que puede estar dirigido por las CAR’s o PNN (Acevedo-Cendales, 2010). En el art 52 de esta ley se especifica la disposición final de la fauna y flora decomisados, reconociendo como principal alternativa la liberación, teniendo en cuenta que el individuo y el ecosistema objeto de la liberación es apto para tal medida y no se generarán impactos o daños mayores a los esperados por la liberación; así mismo se contemplan otras medidas que dependen del estado de los especímenes aprehendidos.

Resolución 2064 de 2010

Presenta otras reglamentaciones acerca de las disposiciones finales de los animales decomisados, especificando las funciones de los Centros de Atención y Valoración (CAV), Centros de Atención, Valoración y Rehabilitación (CAVR) y Hogares de Paso, así como los protocolos necesarios para la liberación de fauna silvestre según el anexo 9 de la misma resolución (Resolución N° 2064, 2010).

4.4 Antecedentes

Los estudios sobre identificación de áreas prioritarias para la conservación son numerosos (Acuña, 2010; Chávez et al., 2015; González et al., 2016; López-Arévalo et al., 2021; Martínez, 2019; Vásquez-Muñoz y Castaño-Villa, 2008) y se basan en diferentes criterios, tales como la representatividad, distribución, presencia de cobertura, nivel de perturbación, etc.; que les permiten llegar a conclusiones válidas. La determinación de criterios para el establecimiento de áreas prioritarias es muy importante, tal como lo expresan Awimbo y colaboradores, (1996) mediante su evaluación en Nueva Zelanda.

A nivel de Colombia se han llevado a cabo numerosos estudios para el establecimiento de áreas prioritarias para la conservación, mediante diferentes metodologías tales como: Biogeografía, endemismo, especies con algún riesgo de extinción, congregación de especies, áreas claves para la conservación de la biodiversidad, riqueza de especies, patrones de diversidad en el terreno, entre otros.

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) con apoyo de BirdLife International ha desarrollado desde el 2001 un programa denominado AICA (Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad), por el cual se identifican áreas prioritarias, potenciales y críticas para la conservación de las aves, considerando la ocurrencia, amenaza, distribución y poblaciones de los biomas evaluados (IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., 2021).

Por otro lado, Morales (2007) muestra la representatividad de los ecosistemas en los Andes Colombianos demostrando que durante el periodo 1985-2005 la representatividad de los ecosistemas disminuyó a pesar del aumento en un 8,44% en áreas protegidas, para el año 2005 se evidencia que los biomas con condiciones hídricas difícil como: Zonobioma húmedo tropical (ZHT), Zonobiomas alternohigróico y/o subxerofítico tropicales (ZAST), Orobiomas zonales y Orobiomas azonales, no han sido objeto de conservación a pesar de constituir el 47,33% de la diversidad ecosistémica de los andes.

Así mismo, el SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia) ha implementado estrategias de representatividad ecológica para cumplir las metas de conservación, considerando como áreas representativas aquellas que cuentan con las características necesarias para albergar

las comunidades garantizando la viabilidad a largo plazo y si presenta muestras representativas en todos los niveles de organización ya sea genético, especies, comunidades o ecosistemas (SINAP, 2022).

A pesar de los estudios que se han realizado para la identificación y/o establecimiento de áreas prioritarias para la conservación a nivel del mundo y de Colombia, los estudios con respecto a este tema en el departamento Norte de Santander son prácticamente nulos.

4.5 Áreas de Estudio

El área de estudio se define con base en los límites políticos departamentales impuestos por Colombia. El departamento de Norte de Santander (Figura 2) está ubicado en la latitud norte $6^{\circ} 58'$ y la longitud del occidente $72^{\circ}03'$ y $73^{\circ}35'$, correspondiente al nororiente de Colombia en frontera al norte y oriente con la República Bolivariana de Venezuela, limitando al occidente con los departamentos de Santander y Cesar y al sur con los departamentos de Boyacá, Arauca y Santander. Presenta un área total de 21.987 Km^2 ($2'198.755 \text{ ha}$) equivalente al 1.93% del territorio nacional. Establecido como departamento desde 1910 por medio de la ley 14 del 25 de julio, comprende 40 municipios dentro de los que se encuentran 3 provincias, Cúcuta, Pamplona y Ocaña (CORPONOR, 2008).

Posee montañas características de su relieve en las tres cuartas partes de la extensión de su territorio debido a la presencia de la Serranía de los Motilones, la Serranía de Tibú y la Cordillera Oriental, las alturas de estas superan los 4.000 m.s.n.m. en el páramo de Santurbán y los 4.200 m.s.n.m. en el páramo de Cáchira; esta composición orogénica permite una gran diversidad de climas, así como una red hídrica compuesta de tres cuencas, la del Catatumbo, Orinoco y Magdalena circulando con más de 4000 unidades biogeográficas tales como microcuencas, subcuencas y cuencas. Posee una importante zona de páramos conocida como el Nudo de Santurbán con un área de 1.773 km^2 compartida con los departamentos de Boyacá y Santander correspondientes a 7.99% del área del departamento. Presenta diez biomas y treinta y seis ecosistemas naturales (Rodríguez et al., 2006).

En cuanto a la vegetación presenta una extensión de bosque (40,77%), bosque natural invertido (24,18%) y no invertido (10,18%), páramo (4,85%) y subxerofítico (1,56%). Presenta una alta diversidad biológica a nivel de flora y fauna; en la fauna silvestre se estiman 6675 especies de las cuales 53 son mamíferos, 280 corresponden a aves, además de anfibios, reptiles y peces (SIBColombia, 2022).

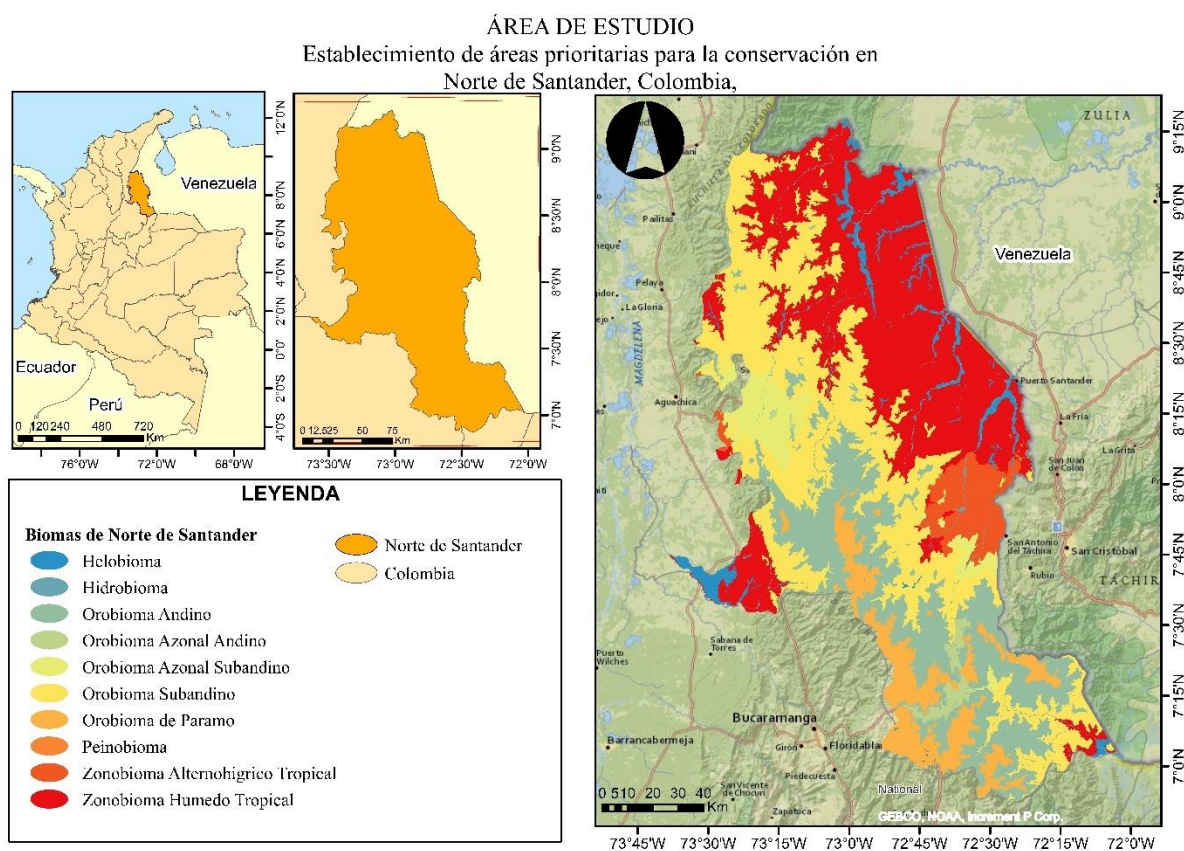


Figura 2. Área de estudio correspondiente al departamento Norte de Santander, Colombia en que son evidentes los diferentes biomas presentes en el mismo.

5. Metodología

5.1 Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander

Con la finalidad de satisfacer los objetivos específicos planteados en la investigación de manera que se identifique la efectividad de gestión y el rol que ejercen las áreas protegidas de Norte de Santander con relación a la conservación y gestión de la biodiversidad; se plantea la implementación de la metodología RAPPAM (Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management, en español Evaluación y Priorización Rápidas del Manejo de Áreas Protegidas) de la WWF (World Wildlife Fund, en español Fondo Mundial para la Naturaleza) desarrollada por la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (WCPA) (Ervin, 2003).

Los procesos de implementación de RAPPAM permiten evaluar la información existente mediante la aplicación de una encuesta rápida, que tiene como características: la identificación de fortalezas o debilidades en el manejo de las AP analiza la severidad, prevalencia, la distribución y alcance de amenazas y presiones, y permite la evaluación de otras variables tales como la importancia biológica, la vulnerabilidad, los objetivos de las AP y el diseño del sistema de AP.

La aplicación de la metodología RAPPAM consiste en la ejecución de tres pasos que a continuación se especifican:

5.1.1 Determinar el alcance de la evaluación e identificar la información existente

La encuesta se dirigió a los administradores de las 14 áreas protegidas de Norte de Santander registradas en el RUNAP pertenecientes a los diferentes ámbitos de gestión y categorías (Tabla 1), a través de una solicitud formal por medio digital. La fuente de información se consideró como de alta credibilidad, oportuna y acertada, sí los directores, administrativos y grupos de interés de las diferentes áreas protegidas estuvieron de acuerdo con la información proporcionada mediante la encuesta rápida.

5.1.2 Aplicar el cuestionario de Evaluación rápida

Siguiendo las recomendaciones de la WWF para la aplicación de la encuesta de la metodología RAPPAM, se realizaron modificaciones a la misma mediante la eliminación y/o cambio de redacción de algunas preguntas que permitieran maximizar los resultados de la encuesta con respecto al cumplimiento de nuestros objetivos, con el fin de orientar el cuestionario al rol de las áreas protegidas con relación a la conservación de la biodiversidad en Norte de Santander.

El cuestionario se estructuró contando con cinco variables (presiones y amenazas, importancia biológica, vulnerabilidad, objetivos y diseño de áreas protegidas) y sus indicadores.

5.1.3 Análisis de resultados

5.1.3.1. Comparación de presiones y amenazas

La calificación de las presiones y amenazas será como se observa en la Tabla 2. El grado se calculó multiplicando la calificación de los tres indicadores evaluados en la encuesta.

Tabla 2. Calificación de los indicadores de las variables presión y amenazas.

Indicadores de presiones y amenazas		
Alcance	Impacto	Permanencia
Generalizado = 4	Severo = 4	Permanente = 4
Extensión = 3	Alto = 3	De largo plazo = 3
Aislado = 2	Moderado = 2	De mediano plazo = 2
Localizado = 1	Leve = 1	De corto plazo = 1

Se realizó un análisis múltiple, a partir del cual se identificó el grado promedio de presiones y amenazas en todo el sistema de AP, determinando las actividades con mayor alcance, impacto y permanencia.

5.1.3.2. Contexto

Aquí se evaluaron la importancia biológica y la vulnerabilidad, calculando el índice (mediante suma) para cada una de las variables teniendo en cuenta los valores propuestos para las opciones de si, mayormente si, mayormente no y no. Después se comparan los valores del índice a nivel

del sistema de AP. Mediante las calificaciones altas y bajas se denotó el nivel de importancia y vulnerabilidad de cada una de las AP.

5.1.3.3. Planificación

Se valoraron los objetivos y el diseño de las áreas protegidas, mediante una comparación múltiple, identificando si los objetivos son orientados a la protección y conservación de la biodiversidad y si el diseño de áreas protegidas de Norte de Santander requiere de una mejor representatividad de los ecosistemas y áreas complementarias que mejoren la conservación de la diversidad a nivel genético, de poblaciones y especies tanto endémicas como amenazadas.

Los indicadores de las variables importancia biológica, vulnerabilidad, objetivos y diseño de áreas protegidas, se les asignó los valores mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Calificación de los indicadores de las variables importancia biológica, vulnerabilidad, objetivos y diseño del sistema de APs.

Indicadores de importancia biológica, vulnerabilidad, objetivos y diseño de AP
Sí = 5
Mayormente sí = 3
Mayormente no = 1
No = 0

5.2 Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.

Las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en Norte de Santander fueron establecidas teniendo como propósito final el de complementar las áreas protegidas ya existentes y su uso como sitios potenciales para la liberación de fauna silvestre. Teniendo en cuenta las recomendaciones de Chávez, (2017), se establecieron los criterios para la determinación de áreas prioritarias, mediante modelos de análisis espacial que permitieran evaluar diversas condiciones y definir las áreas que son de importancia, con baja amenaza y oportunas para la conservación en Norte de Santander (Figura 3)

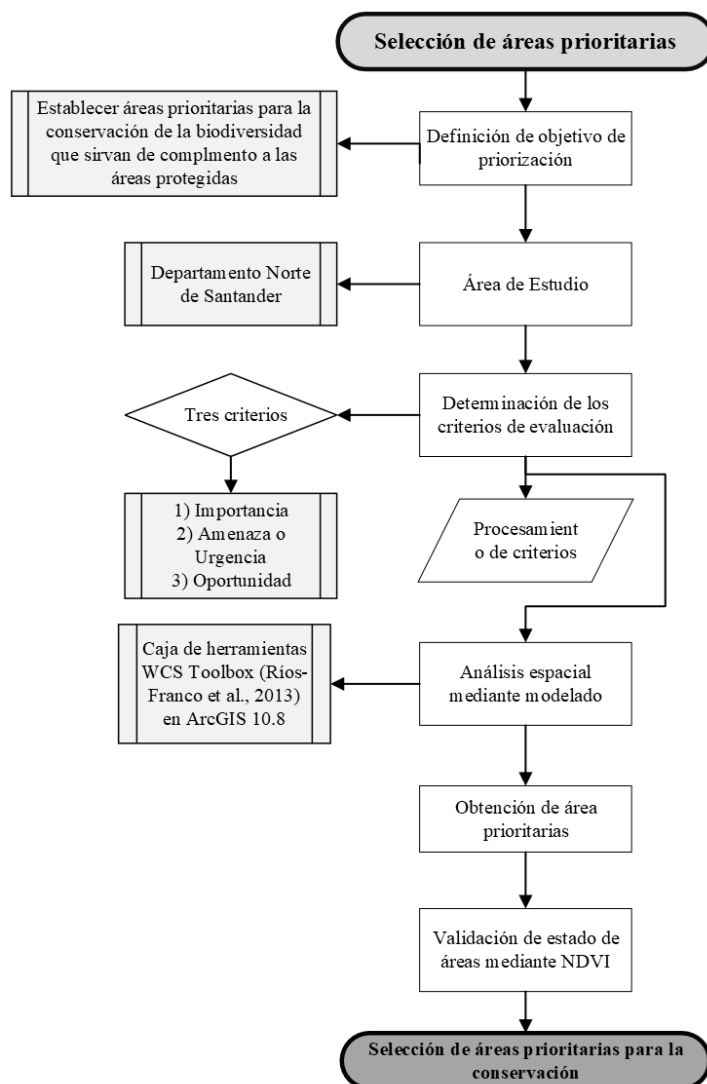


Figura 3. Esquema que muestra los pasos a desarrollar para la selección de áreas prioritarias según recomendaciones de Chávez (2017).

Mediante la caja de herramientas diseñada por la Wildlife Conservation Society (WCS) denominada WCS Toolbox versión 10.2 (Ríos-Franco et al., 2013) y ejecutado en un Sistema de Información Geográfico mediante el programa de ArcGIS vs. 10.8, se determinaron las áreas prioritarias para la conservación en Norte de Santander a través de operaciones aritméticas espaciales que integran los criterios de Importancia, Amenaza (Urgencia) y Oportunidad. Para la correcta ejecución de la herramienta fue necesario un insumo de capas, descritas en la Tabla 4.

Tabla 4. Insumos para la correcta ejecución de la caja de herramientas WCS Toolbox 10.2.

NOMBRE DE LA CAPA	DESCRIPCIÓN	ESCALA O RESOLUCIÓN	ENTIDAD DE PROCEDENCIA Y ENLACE
Límite	Capa límite que contiene el primer nivel de la división política de Colombia correspondiente a los límites departamentales del país. Se representan sobre cartografía del IGAC con base en la Ley 1447 de 2011.	1:500.000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
Centros Poblados Y Cabeceras Municipales De Colombia	Representa los centros poblados y cabeceras municipales de Colombia, correspondiente a áreas geográficas delimitadas cuyos centros poblados tienen concentraciones mínimas de veinte (20) viviendas contiguas.		Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (Censo Nacional de Población y Vivienda 2020)
Centros Poblados Rurales de Colombia	Los centros poblados rurales son clasificados en: 1) la ocupación concentrada o en centros poblados rurales, 2) patrón rural disperso asociadas a unidades productivas parcelarias y 3) ocupación mixta.		Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (Censo Nacional de Población y Vivienda 2018)
Ríos Navegables	Capa vectorial que contiene información acerca la hidrografía del departamento Norte de Santander representando los cuerpos de agua o ríos que pueden ser utilizados para el transporte fluvial. La capa fue extraída a partir de la geodatabase Base de Datos Vectorial Básica de Colombia.	1:100.000	Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (2022)
Vías	La capa contiene las vías terrestres en las siguientes categorías; Tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, caminos y senderos peatonales, presentes en el departamento Norte de Santander.		INVIAS (2016)
DEM	Es una capa ráster de Modelo de Elevación Digital	93,8589044	
Ecosistemas Presentes En El Departamento	Contiene los diferentes ecosistemas definidos como complejos integrales de especies animales, vegetales y otros seres vivos microscópicos, presentes en el área de estudio incluyendo información acerca del tipo de ecosistema y la Unidad Superior a ecosistemas. Se extrajo a partir de la geodatabase Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.	1:100.000	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
Áreas Protegidas	La capa vectorial contiene información acerca de las áreas protegidas que son de administración de entidades regionales, tales como Parques Naturales Regionales y Distritos Regionales de Manejo Integrado,.		Registro Único Nacional de Áreas Protegidas- RUNAP (2022)
Parques Nacionales Naturales (PNN) De Colombia	Posee los Parques Nacionales Naturales de Colombia del Sistema Nacional de Áreas Protegidas registradas en el RUNAP.		Registro Único Nacional de Áreas Protegidas- RUNAP (2022)
IHEH (Índice De Huella	Usada para la ejecución del modelo de amenazas para los ecosistemas; es una capa vectorial que contiene valores cuantitativos del impacto humano sobre los ecosistemas		Instituto Alexander von Humboldt – IavH (2015)

Espacial Humana)	por actividades antrópicas y mal aprovechamiento de los bienes y servicios aportados por los mismos. La capa fue reclasificada mediante ArcGIS 10.8, para obtener valores de amenaza que oscilaran entre 0 y 10.		
Deforestación (Bosquenobosque 2018)	Usada para la ejecución del modelo de amenaza para los ecosistemas, la capa de bosque no bosque, presenta datos sobre la degradación y deforestación o cambios en la superficie de los bosques. Extraída de la capa ráster de bosquenobosque 2018 y reclasificada mediante ArcGIS 10.8 con valores entre 0 y 10.	1:10.000	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2018)
Títulos Mineros	Los títulos mineros hacen referencia a todas las licencias que han sido otorgadas para la exploración y explotación minera de determinadas áreas. La capa vectorial contiene todos los títulos mineros presentes en Norte de Santander con valores que van de 0 a 10 dependiendo del estado del título minero, ya sea activo, suspendido, terminado o liquidado.		Agencia Nacional de Minería – ANM (2021)
Iniciativas De Conservación	Presenta información correspondiente a las áreas protegidas de administración privada correspondientes Reservas Naturales de la Sociedad Civil, consideradas como esfuerzos para adicionales para el mantenimiento de los ecosistemas y la biodiversidad del país.		Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC
Reservas Forestales De La Ley Segunda	Capa vectorial con delimitación de áreas como estrategias de conservación definidas mediante la ley 2 de 1959 que aportan a la protección de los recursos naturales de país.		Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible obtenidas del IGAC (2021)
Riqueza De Especies	Capa ráster generada para Colombia, que contiene datos en sus píxeles sobre el número de especies de vertebrados presentes en el área de estudio.	92,12374337	Unión Internacional para la Conservación de la Biodiversidad-UICN (2022)
Especies Amenazadas	Capa ráster generada para Colombia, que contiene datos en sus píxeles sobre las especies de vertebrados presentes en el área de estudio que están categorizadas con algún grado de amenaza según la UICN, ya sea, En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y vulnerable (VU).	92,12374337	Unión Internacional para la Conservación de la Biodiversidad-UICN (2022)
Especies Endémicas	Al igual que las capas anteriores, cada uno de los píxeles ofrecen información sobre las especies que están ubicadas de manera exclusiva en el área de estudio.	92,12426544	Unión Internacional para la Conservación de la Biodiversidad-UICN (2022)

5.2.1 Criterio de importancia ecosistémica

Permitió evaluar la representatividad de los ecosistemas (unidades de análisis) tanto a nivel nacional como regional con respecto a las áreas protegidas, priorizando aquellas zonas que son representativas en especies y ecosistemas teniendo en cuenta una capa límite que contenía el área de estudio (Figura 4) (Ríos-Franco et al., 2013).

5.1.1.1. Representatividad ecosistémica a escala regional. Permitió conocer la representatividad de los ecosistemas de tipo “Natural” presentes en el área de estudio, es decir, en el departamento Norte de Santander con relación al Sistema Regional de Áreas Protegidas, considerando prioritarios aquellos ecosistemas que no son representativos. Se obtuvo una capa tipo ráster con valores en 0 y 1, donde los ecosistemas con valores cercanos a 1 cuentan con mayor representatividad, los cercanos a 0 son menos representativos y los ecosistemas con valores igual a 0 no están representados.

5.1.1.2. Representatividad ecosistémica a escala nacional. Al igual que con la escala regional, este criterio permitió conocer el valor de la representatividad de los distintos ecosistemas registrados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país. Los resultados tienen una valoración de 0 a 1, que permiten conocer los lugares más representativos con valores cercanos a 1 y los menos representativos con valores cercanos a 0.

5.1.1.3. Remanencia. Permitió evaluar la cobertura natural de los biomas que aún se conservan en Norte de Santander. Se generó una capa ráster que evidencia valores que van de 0 a 1; los valores cercanos a 1 muestran áreas o ecosistemas que cuentan con una gran cantidad de área natural y los más cercanos a 0 representan aquellos lugares que poseen poca o nula cobertura natural.

5.1.1.4. Riqueza de especies. Representa las especies que están presentes en determinado lugar, los datos se obtienen a partir de las distribuciones espaciales generadas para los grupos taxonómicos de los vertebrados. Los sitios con mayor riqueza fueron considerados como de mayor importancia para la conservación. (*Anexo H*)

5.1.1.5. Especies endémicas. Representa las especies de vertebrados que tienen una distribución restringida para Colombia. Los sitios de mayor importancia fueron aquellos que contaban con más especies endémicas. (*Anexo I*)

5.1.1.6. Especies amenazadas. Representa las especies de mamíferos, aves, anfibios y réptiles que son categorizadas con algún grado de amenaza según la UICN, por lo tanto, los sitios con mayor cantidad de especies en categoría de amenaza (Vulnerable (VU), En Peligro (EN), En Peligro Crítico (CR)) tuvieron un valor de importancia mayor. (*Anexo J*)

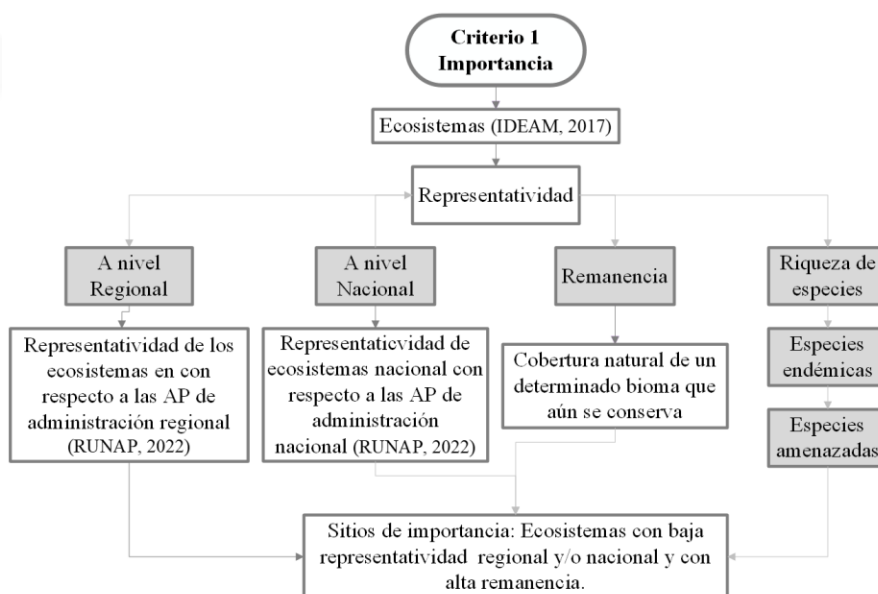


Figura 4. Esquema que muestra el criterio de importancia para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales a ejecutar en la caja de herramientas WCS Toolbox.

5.2.2 Criterio de Amenaza o Urgencia

Se resaltan aquellos ecosistemas que están continuamente amenazados, principalmente por las actividades humanas y que, por lo tanto, son necesarias medidas urgentes que permitan su conservación debido a la biodiversidad presente dentro de los mismos (Figura 5) (Ríos-Franco et al., 2013).

5.1.2.1. Acceso humano. Este modelo permitió destacar la facilidad de acceso o introducción que tiene la población humana hacia los ecosistemas del área de estudio teniendo en cuenta que los ecosistemas con mayor accesibilidad presentan mayores oportunidades para la caza y la extracción de recursos. Se consideraron los ríos navegables (*Anexo B*), las carreras primarias, secundarias o terciarias (*Anexo C*), los centros poblados urbanos y rurales (*Anexo B*). A las variables utilizadas se les asignó un valor que indica el impacto de acceso a los ecosistemas; Porcentaje de centro poblados (0,3), porcentaje de vías (0,5) y porcentaje de pendiente (0,2). Esto permitió calcular la probabilidad de acceso que luego es modulada mediante la pendiente del terreno. La probabilidad de acceso desde un centro poblado se calcula mediante la “función de caminata” que establece que una persona pueden caminar 3 km/h, por terreno no carretable y con una pendiente de 0%, por lo tanto la distancia máxima de desplazamiento que puede realizar una persona es de 12 km considerando que debe volver al punto de partida después de 8 horas

(Imhof (1950), como se citó en Ríos-Franco et al., 2013) y la probabilidad de acceso desde una vía o ríos es obtenida mediante una función gaussiana. El resultado es una capa ráster que contiene valores de 0 a 1, donde 1 representa aquellos lugares de fácil acceso en contraposición con los lugares con valores cercanos a 0 que son de difícil acceso.

5.1.2.2. Otras amenazas. Para la identificación de las áreas amenazadas cuyos impactos ambientales dificultan la conservación de la biodiversidad, se identificaron tres variables con una ponderación igual a 0,2 para cada una; al acceso humano se le asignó un valor 0,4.

Índice de Huella Espacial Humana (*Anexo D*): permite comprender y conocer los patrones y la intensidad del impacto generado en los ecosistemas por las actividades humanas teniendo en cuenta tres factores 1. Intensidad del uso del suelo, 2. Tiempo de intervención sobre los ecosistemas y 3. Vulnerabilidad biofísica (Correa Ayram et al., 2020; Etter et al., 2015). La HEH ha sido un índice ampliamente usado en la gestión de la biodiversidad y también se ha empleado para la identificación de áreas prioritarias para la conservación. Los datos fueron tomados del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)- Índice de Huella Espacial Humana 2015.

Minería (*Anexo E*): Debido al reconocimiento internacional de Colombia en la producción extractiva de los minerales posicionándose como el séptimo con mayor exportación de níquel con un 4,53% de la producción mundial y el vigésimo segundo en extracción de oro, se hace necesario implementar la minería como una amenaza para la conservación de la biodiversidad por el conflicto generado principalmente con las fuentes hídricas (Pérez y Betancur, 2016). Se empleó el mapa de licencias otorgadas para minería mediante la página del IGAC (<https://www.colombiaenmapas.gov.co/#>) de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Deforestación (*Anexo F*): Una de las principales actividades que genera pérdida de biodiversidad y que ha sido evidenciada a nivel de Norte de Santander (Galvis, 2022; Santos y Tellería, 2006; Torres Correa, 2020). Capa de bosquenobosque 2018, con niveles de amenaza definidos entre 1 (presencia de bosque) y 10 (ausencia de bosque por deforestación).

A partir de este criterio se obtiene una capa ráster con valores en una escala entre 0 a 1; cuando el valor es cercano a 0 se representan las zonas con poco o nula amenaza mientras que los

lugares con valores cercanos a 1 presentan alto grado de amenaza por actividades humanas (Ríos-Franco et al., 2013).

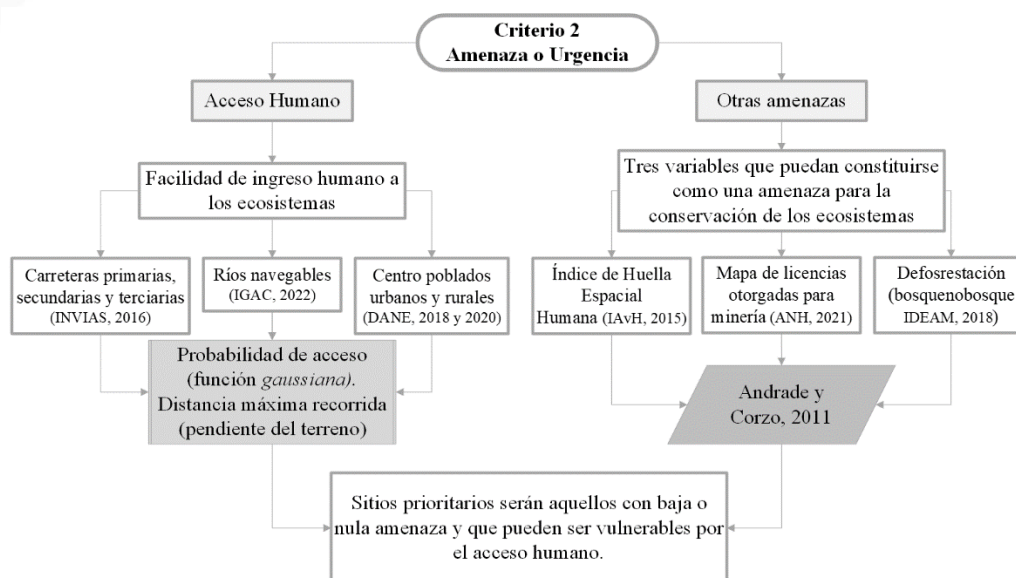


Figura 5. Esquema que muestra el criterio de amenaza o urgencia para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales a ejecutar en la caja de herramientas WCS Toolbox.

5.2.3 Criterio de oportunidad

Permitió conocer los lugares en los que sería apto establecer áreas prioritarias debido a procesos anteriores de establecimiento de áreas protegidas ya que no alcanzan esta categoría por ser reguladas mediante mecanismos deficientes (López-Arévalo et al., 2021). Se tuvieron en cuenta las reservas forestales de la ley 2 de 1959 (Anexo G), teniendo en cuenta sus excepciones y las iniciativas de conservación representadas por las reservas forestales de la sociedad civil (áreas protegidas privadas según el RUNAP) (Figura 6).

5.1.4. Prioridades de conservación.

El proceso se realiza mediante la yuxtaposición de las áreas importantes (remanencia (0,2), representatividad regional (0,3), representatividad nacional (0,15), riqueza de especies (0,15), especies amenazadas (0,1) y especies endémicas (0,1)), las áreas amenazadas y las oportunidades de conservación. Finalmente se obtuvieron las áreas prioritarias para la conservación, permitiendo la determinación de los ecosistemas considerados como de alta importancia, baja o

nula amenaza y oportunos para la conservación, mediante la integración de los diferentes criterios (Ríos-Franco et al., 2013).



Figura 6. Esquema que muestra los diferentes criterios empleados para la obtención de áreas prioritarias, así como los modelos espaciales (cuadros con relleno) (Ríos-Franco et al., 2013).

Validación mediante NDVI

5.2.4 Primera Fase

Esta fase consistió en la búsqueda de imágenes satelitales (enero, febrero, mayo, junio y julio de 2023) correspondientes al departamento de Norte de Santander y más específicamente a las áreas prioritarias obtenidas mediante la caja de herramientas WCS Toolbox. Las imágenes consultadas contaron con los siguientes criterios de búsqueda:

- Imágenes satelitales de Landsat 8/9 de la colección 2 nivel 1.
- WRS2 (Sistema de Referencia Mundial de Landsat) de las rutas y filas correspondientes a imágenes satelitales en mosaico que abarcan al departamento Norte de Santander (007/54, 007/55, 008/55 y 008/55).
- Rango de fecha de febrero del año 2023, correspondientes a las imágenes satelitales más actualizadas tomadas del área de estudio.

- Imágenes obtenidas mediante los sensores OLI (Operational Land Imager) del satélite Landsat 8/9.
- Obtención de imágenes de Bandas 4 y 5 correspondientes a las longitudes de onda 0,64-0,67 m (Rojo) y 0,85 – 0,88 m (Infrarrojo cercano-NIR) respectivamente y resolución de 30 metros (USGS, 2021).
- Se descargaron imágenes con baja nubosidad (<10% siguiendo las indicaciones de (Sharma et al., 2023)) o sin afectaciones por erosiones temporales de algún tipo, ya que estos pueden afectar los resultados del índice.

Las imágenes fueron descargadas de la EarthExplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos o USGS por sus siglas en Inglés. <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Anexo L y Anexo M)

5.2.5 Segunda Fase

Se realizó una corrección atmosférica mediante QGIS 3.22 LTR y el complemento Semi-Automatic Classification Plugin para Landsat.

Se determinó el NDVI mediante la Ecuación 1 a partir de las imágenes satelitales, obteniendo valores entre -1 y 1, que permitan validar la cobertura vegetal, la salud de la biomasa y el estado de los ecosistemas (Tabla 5). Posteriormente se suavizó la escala temporal mediante la reducción de una sola imagen por los meses analizados mediante el cálculo del MVC (Maximum Value Composite (Ecuación 2), donde cada uno de los píxeles se compondrá de valores máximos analizados, esto permite disminuir el impacto causado por las nubes, la atmosfera y el ángulo de elevación solar en los datos de la imagen.

$$\text{Ecuación 1} \quad \text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

Donde, NDVI es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, NIR corresponde al Infrarrojo cercano (0.85 - 0.88 μm) y R es la banda del espectro Rojo (0.64 - 0.67 μm).

$$\text{Ecuación 2} \quad \text{NDVImes} = \text{máx} (\text{NDVI}_i, \text{NDVI}_j)$$

Donde, NDVImes es el NDVI mensual promedio, NDVI_i es el NDVI de la primera mitad del mes más actual posible y NDVI_j corresponde a la segunda mitad del mes.

Finalmente, se emplean los límites vectoriales de las áreas prioritarias obtenidas para Norte de Santander y extraer los valores del NDVI para cada zona mediante ArcMap 10.8.

Tabla 5. Rangos de clasificación de la cobertura vegetal, basado en los intervalos de valores de NDVI propuesto por Ríos et al., 2014.

CLASE	VALORES DE NDVI	COBERTURA DE LA TIERRA	DESCRIPCIÓN
1	< -0,1	Clase no vegetales	Ríos, quebradas, lagunas, mar, áreas anegadas y/o nubes.
2	-0.1 – 0,15	Tierra Desnuda	Tierra degradada, asentamientos, vías, suelo sin cobertura vegetal.
3	0,15 – 0,25	Vegetación Dispersa	Matorral xerófilo, tierras cultivadas, herbazales, pastizales, arbustos dispersos, terreno arado para cultivo y/o cultivos irrigados.
4	0,25 – 0,40	Vegetación Abierta	Vegetación leñosa, plantación arbustiva, bosque xerófilo.
5	>0,40	Vegetación Cerrada	Plantas densas en crecimiento, bosque húmedo, especies deciduas y semideciduas.

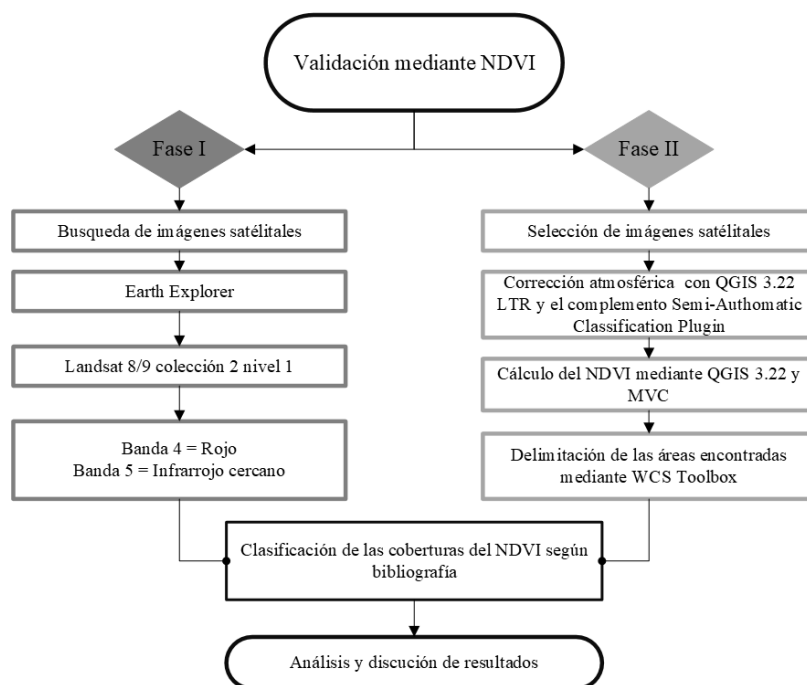


Figura 7.Esquema que muestra el procedimiento llevado a cabo para la validación mediante NDVI de los datos obtenidos mediante WCS Toolbox.

6. Resultados

6.1 Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander

6.1.1 Presiones y amenazas

Se contó con la participación de 9 áreas protegidas de las 14 presentes en el departamento y un PNN del departamento de Santander que fue tomado como outlier, a partir de las cuales se identificaron las amenazas y presiones presentes dentro del sistema de áreas protegidas del departamento, así como su grado. La presión con mayor frecuencia en las APs fue la actividad agropecuaria con presencia en cinco APs y en el PNN Yariguíes, sin embargo, es la ganadería la presión con mayor grado (36) evidenciado en el ANU Los Estoraques (Figura 8).

En cuanto a las amenazas, la de mayor frecuencia fue “Incendios forestales” por su presencia en cuatro APs (PNN Tamá, PNR Sisavita, PNR Santurbán – Salazar de las Palmas y PNR Mutiscua - Pamplona), así mismo las amenazas con mayor grado dentro del departamento fue incendios forestales, sismos y especies invasoras (grado 48) presentes en el ANU Los Estoraques, que comparado con los grados de las amenazas del PNN Yariguíes es alta, ya que las amenazas de esta última área tienen grados de 4 y 2 para la tala selectiva y la caza furtiva respectivamente (Figura 8).

En todas las áreas protegidas sin excepción se evidenció la presencia de las presiones en los últimos 5 años, así como la probabilidad de que las amenazas sigan teniendo impactos en las AP evaluadas.

Al comparar el grado de presiones y amenazas entre las APs (Figura 9), se evidencia que las amenazas tienen mayor impacto que las presiones, por lo que las APs del departamento en general serán afectadas en los próximos cinco años por minería ilegal, incendios forestales, actividad agropecuaria, expansión urbana, conflicto social, minería de carbón, sismos, procesos erosivos, especies invasoras, deslizamientos y remoción en masa, tala selectiva y caza furtiva. El ANU Los Estoraques presenta el mayor grado en presiones (37,6) y amenazas (15); mientras que la RFPR Bojoso presenta igual grado de presión y amenaza (18).

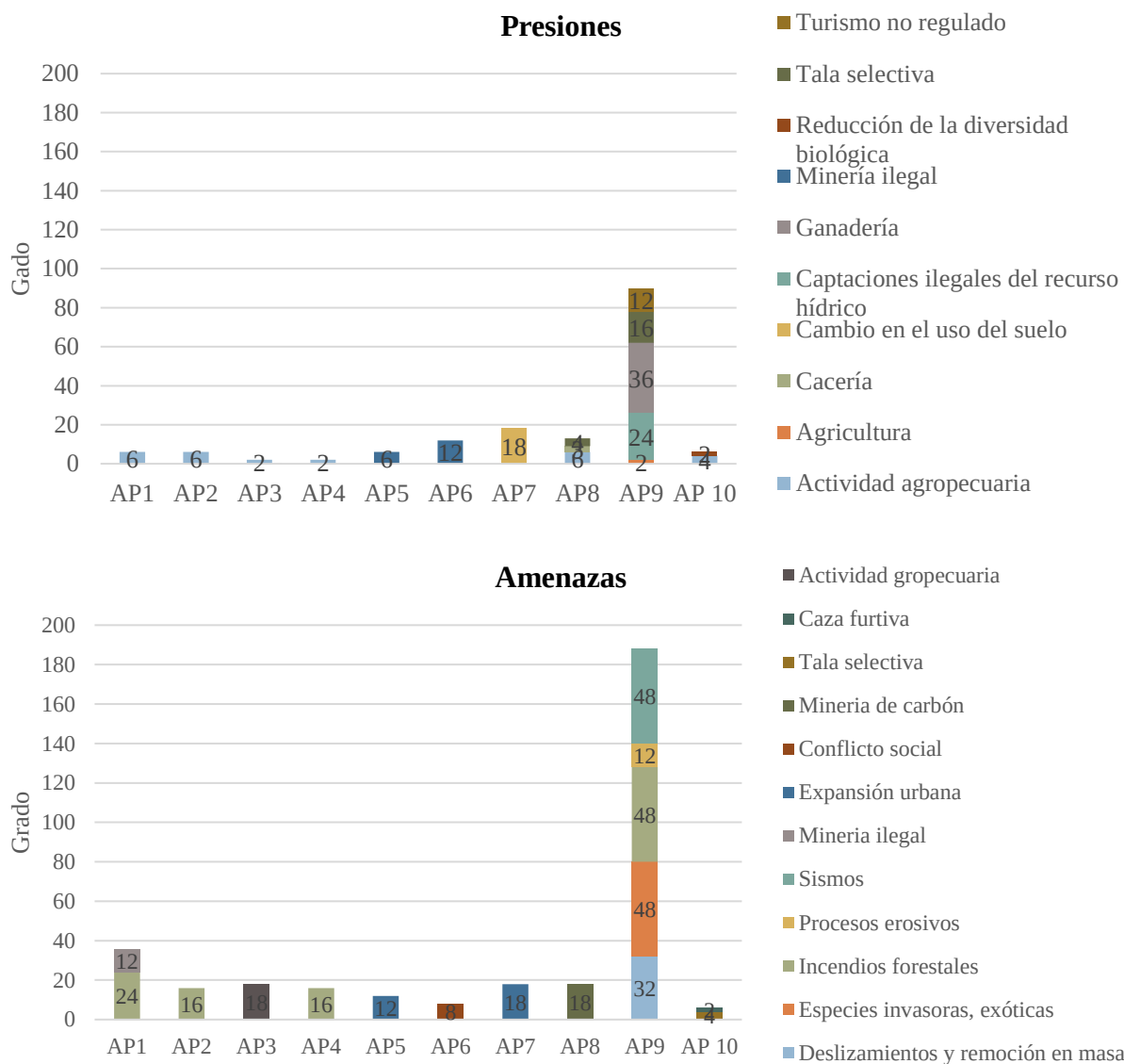


Figura 8. Grado de presiones y amenazas presentes en el sistema de áreas protegidas de Norte de Santander y en el PNN Yariguíes. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 = DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier).

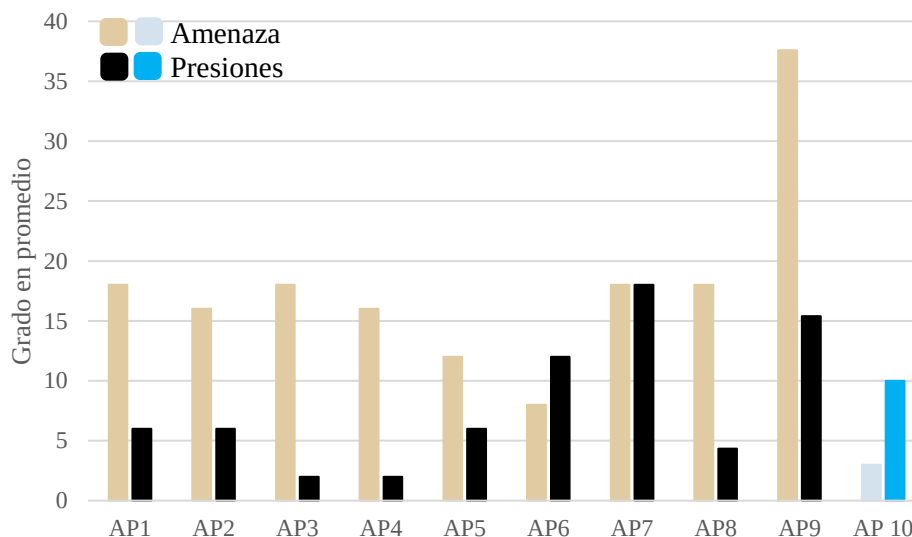


Figura 9. Grado de cada amenaza y presión en las diferente AP del departamento. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 = DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier).

6.1.2 Contexto y planificación

En cuanto al contexto (Importancia biológica y vulnerabilidad) y la planificación (Objetivos y diseño del sistema de áreas protegidas) las áreas protegidas de Norte de Santander muestran que en promedio el diseño de las áreas protegidas es el criterio con mayor valoración con 3,71, seguido de los objetivos con 3,44; a continuación, la importancia biológica con 3,37 y finalmente la vulnerabilidad con 2,27 (Figura 10).

La importancia biológica muestra que las APs existentes desempeñan una función crítica en la conservación del paisaje, contribuyen a la representatividad de los ecosistemas y a la conservación de la diversidad estructural, sin embargo, existen números vacíos de información en grupos de plantas y fauna (reptiles, anfibios, mamíferos voladores) desconociendo la diversidad, estado de las poblaciones, rango y demás; estos vacíos de información son evidentes principalmente en las APs cuya fecha de establecimiento es reciente como el PNR Sisavita (2008), PNR Santurbán-Salazar de las Palmas (2013), PNR Santurbán Arboledas (2015), PNR Mutiscua-Pamplona (2015), DRMI Mejué (2018), DRMI BsT Sur Pozo Azul (2019), RFPR Bojoso.

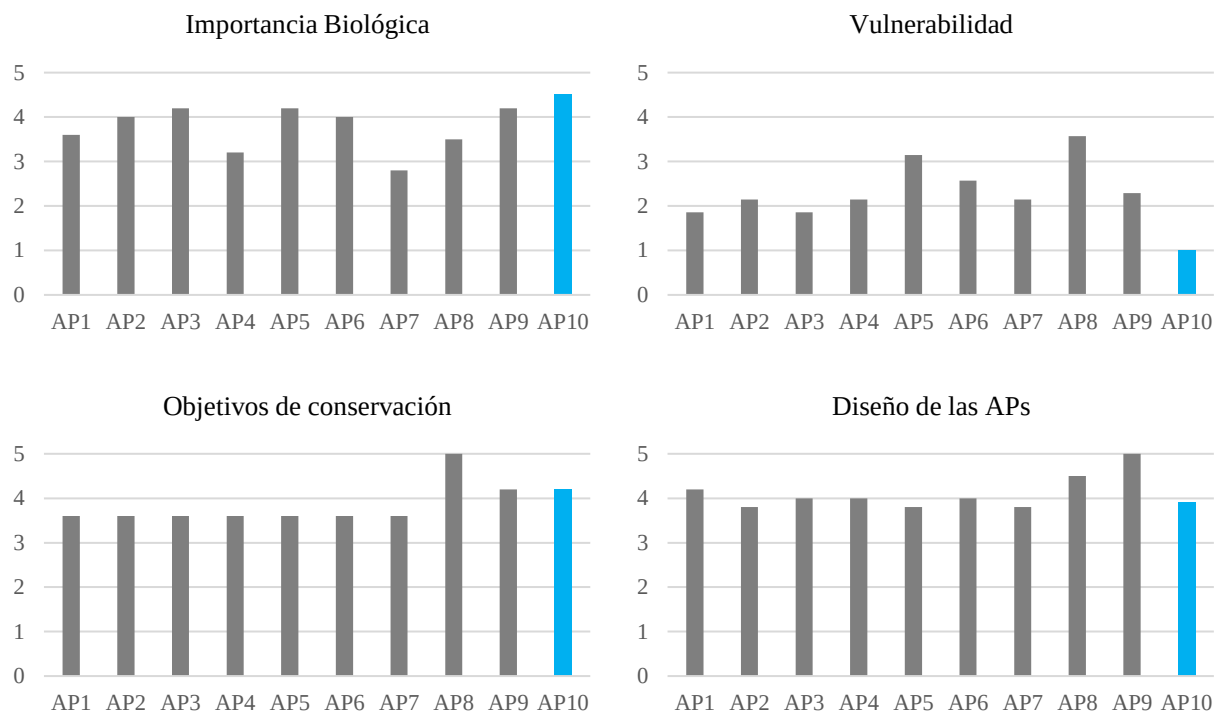


Figura 10. Grado de Importancia biológica, Vulnerabilidad, Objetivos y Diseño del sistema de áreas protegidas de Norte de Santander. AP1 = PNR Sísavita, AP2 = PNR Santurbán - Salazar de las Palmas, AP3 = PNR Santurbán – Arboledas, AP4 = PNR Mutiscua – Pamplona, AP5 = DRMI BsT Sur Pozo Azul, AP6 = DRMI Mejué, AP7 = RFPR Bojoso, AP8 = PNN Tamá, AP9 = ANU Los Estoraques y AP10 = PNN Yariguíes (Outlier).

En cuanto a la vulnerabilidad los resultados de la encuesta muestran que es difícil realizar monitores constantes a las APs, ejercer control de actividades ilegales y aplicar las leyes en la región, se expresa que esto sucede principalmente por no contar con el personal mínimo necesario para el control y vigilancias de las APs, ni con el apoyo de las entidades del SINAP; haciendo que estas áreas sean vulnerables a la explotación y/o exposición a actividades humanas que impidan la conservación de la biodiversidad allí resguardada.

Los objetivos de las APs muestran claramente que una de sus finalidades principales es la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad, complementándose efectivamente en el plan de manejo de las áreas. Por otra parte, aunque teóricamente los objetivos son claros y tienen un enfoque óptimo en la conservación de la biodiversidad, la aplicación y/o ejecución de las políticas y planes de manejo no son consistentes con los mismos, entre las causas están la falta de personal y apoyo de las autoridades ambientales (SINAP) y por el desconocimiento de los objetivos generales en las comunidades locales.

Las APs evaluadas de manera individual presentan un diseño adecuado para la conservación de la diversidad de ecosistemas en ellas contenidas, conservando ecosistemas tales como páramos, bosque andino, subandino, altoandino, bosque seco tropical y bosque subxerofítico, manteniendo los procesos a nivel de paisaje y protegiendo la transición entre ecosistemas. El sistema por otra parte presenta falencias en la conservación sistemática de las especies con algún grado de extinción, las especies endémicas y en la planificación y configuración de la conservación de la biodiversidad.

6.2 Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.

6.2.1 Criterio de importancia ecosistémica

El objetivo de esta sección es la identificación de los tipos de ecosistemas sin representación y con alta presencia de riqueza de especies, especie endémicas y amenazadas, en el actual Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Norte de Santander, de manera que, con la interacción de otros criterios de priorización de áreas se generen las recomendaciones de acciones necesarias que hagan de las APs un sistema ecológicamente representativo.

6.1.1.1. Representatividad ecosistémica a escala regional. Los ecosistemas naturales presentes en el departamento Norte de Santander evidenciaron diversos niveles de representatividad regional a lo largo de la escala de valores (0-1). Con una alta representatividad entre el 80 y el 100% se encuentran 9373 hectáreas de ecosistemas naturales sin transformación que equivalen al 1,07%; en una representatividad entre el 60 y el 80% existen 2098 hectáreas (0,24%); los ecosistemas con representatividad entre 40-60% constituyen 49892 hectáreas (5,69%). En general los ecosistemas con representatividad entre el 40 y 100% son muy escasos, representando solamente el 7% de los ecosistemas naturales no transformados y restringiéndose a la zona sur del departamento. Localizados principalmente en los Parque Natural Regional (PNR) Santurbán Arboledas, Santurbán Mutiscua Pamplona, Santurbán Salazar de las Palmas y Sisavita. Con una baja representatividad entre el 20 y 40% se encuentran 102197 hectáreas (11,66%) de ecosistemas naturales y con nula o casi nula representatividad se encontraron

713126 hectáreas equivalente al 81,34% de los ecosistemas naturales sin transformación Figura 12.

Los ecosistemas que exhibieron una gran representatividad (80 -100%) corresponden a Orobioma de páramo (Sur de Herrán; Suroeste de Cucutilla, Arboledas y Salazar de las Palmas; y algunos ecosistemas dispersos de Villa Caro) y Orobioma Andino (Norte de Toledo).

Los ecosistemas de buena representatividad con valores entre 60 y 80%, corresponden a Orobioma de páramo (Sur de Herrán; Sur de Arboledas; Este de Cáchira y Norte de Salazar de las Palmas) y Orobioma Azonal Andino (Este de Pamplonita).

Los ecosistemas con representatividad entre el 40 y 60% fueron Orobioma de Páramo (Labateca, Chitaga, Cécota, Pamplona, Chinacota, Herrán, Toledo, Mutiscua, Cucutilla, Arboledas, Salazar de las Palmas, Villacaro y Abrego); Orobioma Subandino (Chinacota, Los Patios, Cúcuta y San Cayetano) y Orobioma Andino (Bucarasica, Abrego y Cáchira).

Por otra parte, los ecosistemas con niveles de representatividad bajos, entre 20 y 40% corresponden a Orobioma de Páramo (Labateca, Chitaga, Cécota, Pamplona, Pamplonita, Chinacota, Herrán, Toledo, Mutiscua, Cucutilla, Arboledas, Salazar de las Palmas, Cáchira, Silos, Villacaro y Abrego); Orobioma Andino (Abrego, San Calixto, La Playa, Ragonvalia, Herrán, Chinacota, Toledo, Labateca); Zonobioma Alternohígrico Tropical (Cúcuta, Villa del Rosario, Los Parios, El Zulia, Durania, Santiago y San Cayetano); Orobioma Subandino (Los Patios, Villa del Rosario, Lourdes, El Zulia, Sardinata y Hacarí); Orobioma Azonal Subandino (Ocaña, Abrego, Cúcuta, La Playa, Los Patios, Villa del Rosario y Bochalema) y Zonobioma Húmedo Tropical (Convención y Tibú).

Finalmente, los ecosistemas de Helobioma, Hidrobioma, Orobioma Andino, Orobioma Azonal Andino, Orobioma Azonal Subandino, Orobioma de Páramo, Peinobioma, Zonobioma Alternohígrico Tropical y Zonobioma Húmedo Tropical, tuvieron una baja representatividad (entre 0 y 20%) con distribuciones en todos los municipios del departamento (Figura 11).

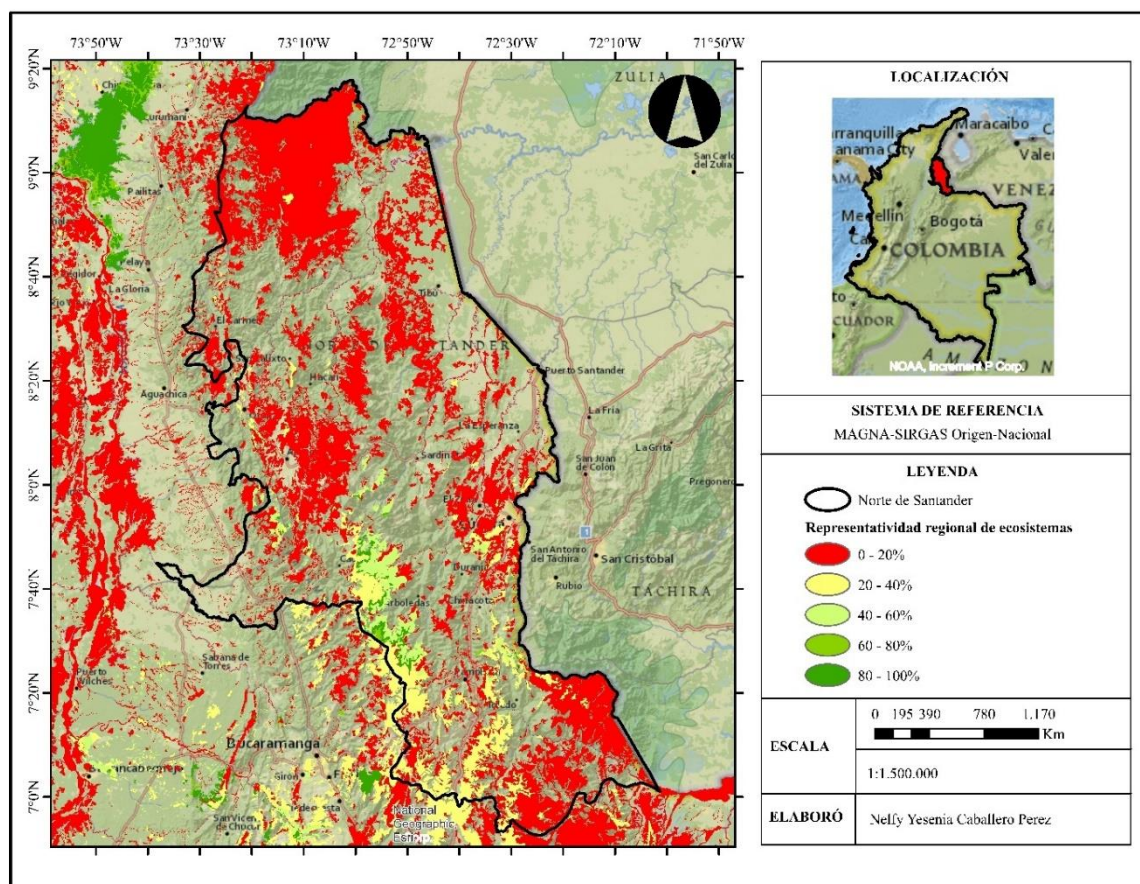


Figura 11. Representatividad de los ecosistemas del departamento de Norte de Santander-Colombia a nivel regional.

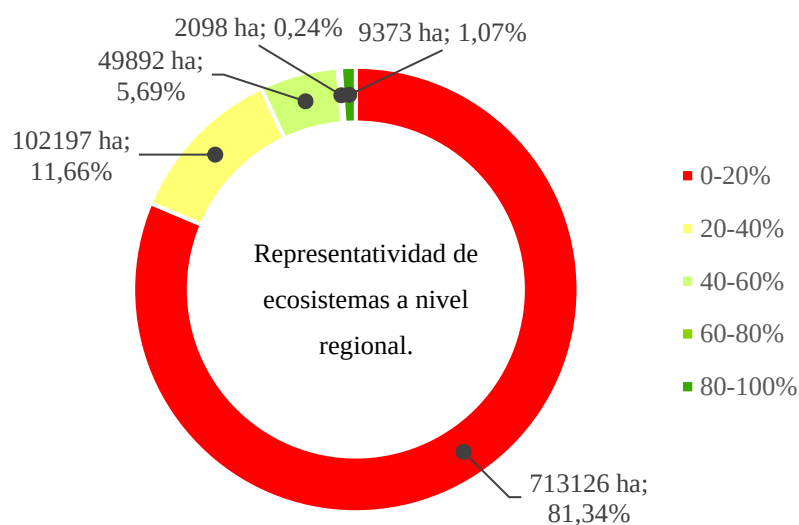


Figura 12. Se indican el área en hectáreas y el porcentaje de la representatividad de los ecosistemas del área de estudio a nivel regional.

6.1.1.2. Representatividad ecosistémica a escala nacional. A nivel nacional se evidencian ecosistemas con una alta representatividad entre 80-100%, constituidos por Hidrobioma, Orobioma Azonal Andino (Ambos en el municipio de Toledo) Zonobioma Húmedo Tropical (presente en los municipios de El Carmen, Convención, Tibú, Convención, El tarra, San Calixto, Hacarí y Sardinata), ubicados principalmente al norte del departamento y con un área de 87581 ha (Figura 14).

Con una representatividad del 40-80% se presentan ecosistemas ubicados al norte y al sur del departamento, con una extensión de 96105 ha; con biomas como orobioma andino (Toledo, Chitaga, Ragonvalia, Durania y Chinacota), orobioma subandino (Toledo, Chitaga, Arboledas, Bochalema, Cucutilla, Tarra, Teorama, Convención, El Carmen, San Calixto, Hacarí y Ocaña), Orobioma de páramo (Chitaga) y helobioma (Tibú, El Tarra, Convención, Teorama).

Con una representatividad del 20 al 40% (constituyendo 85268 ha) se encuentran el orobioma de páramo (Toledo, Chitaga), orobioma andino (Labateca, Cáchira, Abrego, Bucarasica), orobioma subandino (Toledo, Villa del Rosario, Los Patios, Chinacota, Durania, Convención, Teorama), orobioma azonal andino (La Playa), orobioma azonal subandino (La Playa, Ocaña, Abrego) y zonobioma húmedo tropical (Toledo, Teorama, Convención, El Carmen, Tibú y El Tarra).

Entre el 10 al 20% de representatividad se encuentran biomas como zonobioma húmedo tropical (Tibú, Teorama, El Tarra y Sardinata), orobioma subandino (Salazar, Cáchira, Lourdes, Abrego, Hacarí, San Calixto, Sardinata, Tibú, Convención, Teorama, El Carmen), orobioma andino (Toledo, Labateca, Herrán, Ragonvalia, Chinacota, Los Patios, Abrego), orobioma azonal subandino (La Playa, Abrego, Ocaña), orobioma azonal andino (La Playa) y orobioma de páramo (Chitagá, Toledo, Labateca, Pamplona, Silos, Mutiscua, Cucutilla, Villa Caro), con una extensión de 138823 ha (15,84%).

Los ecosistemas con una representatividad entre el 0 al 10% están distribuidos por todo el departamento con presencia en cada uno de los cuarenta municipios sin excepción, así como de los nueve biomas presentes en el departamento, constituyendo 468797 ha (53,48%); lo que deja en evidencia la falta de áreas protegidas que permitan preservar los ecosistemas presentes en Norte de Santander (Figura 13 y Figura 14).

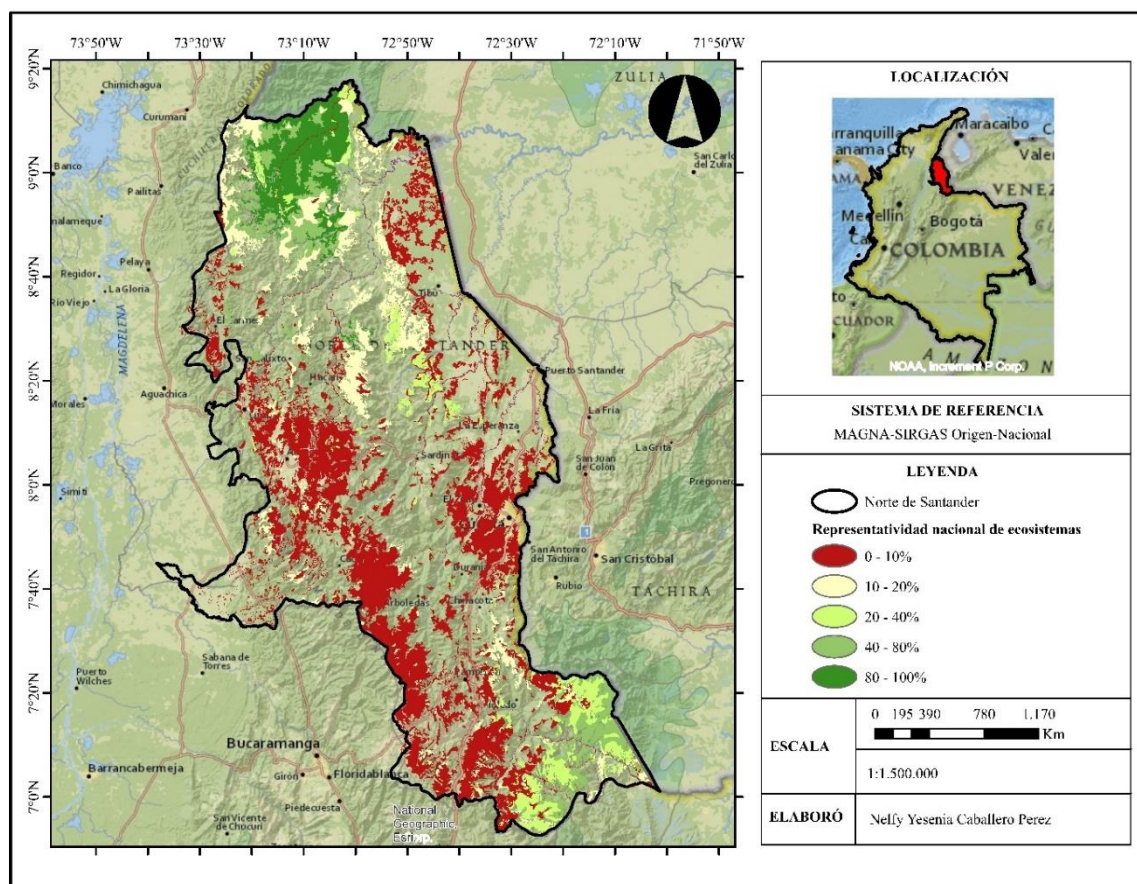


Figura 13. Representatividad de los ecosistemas del departamento Norte de Santander-Colombia a nivel nacional.

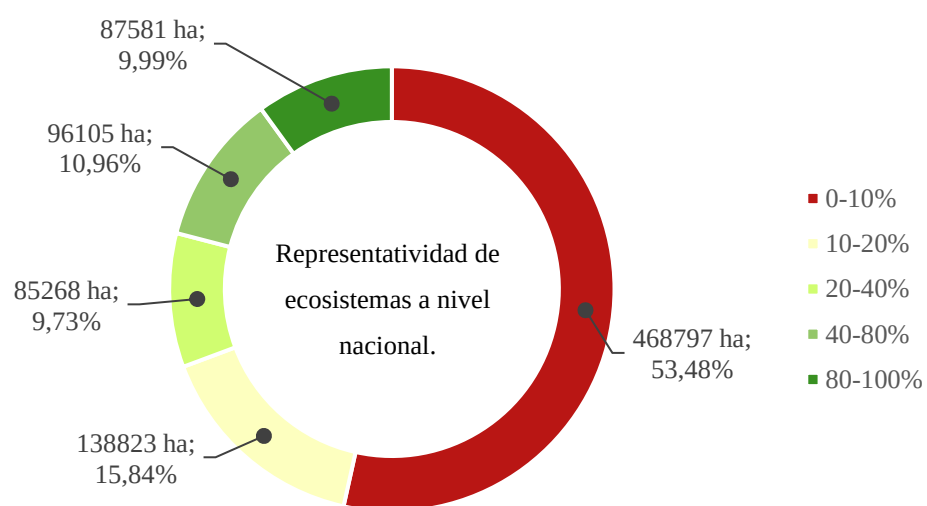


Figura 14. Área en hectáreas y porcentaje de representatividad de los ecosistemas a nivel nacional.

6.1.1.3. Remanencia. Las coberturas de los biomas presentes en el departamento Norte de Santander han tenido transformaciones en diferentes grados, siendo afectados principalmente los ecosistemas de los biomas: orobioma azonal andino, zonobioma húmedo tropical y helobioma. Así mismo se observa una reducción significativa de la cobertura natural en biomas con una remanencia entre un 0-20% cubriendo 271.657 ha (12,46%) y con remanencias entre 20 al 40 % constituyendo 1'207.313 hectáreas (55,36%), con transformaciones en la zona centro y Norte del área de estudio. Los biomas que presentan menos de la mitad de la cobertura transformada son escasos y cubren el 32,18% (645.128 ha) del área total del departamento. La mayoría de los ecosistemas de los biomas orobioma subandino, orobioma andino, orobioma de páramo e hidrobioma, poseen una remanencia de entre 80 y 100% (Figura 15 y Figura 16).

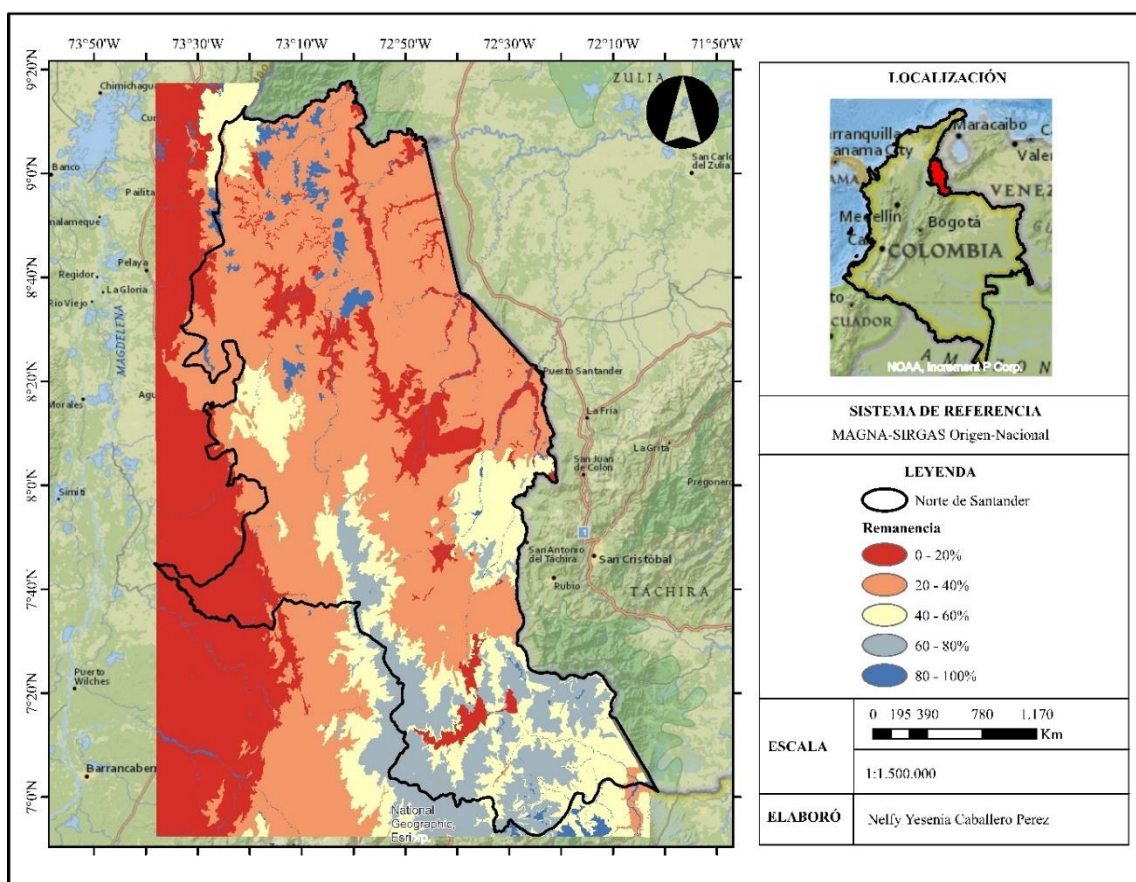


Figura 15. Remanencia de la cobertura vegetal en el departamento Norte de Santander-Colombia.

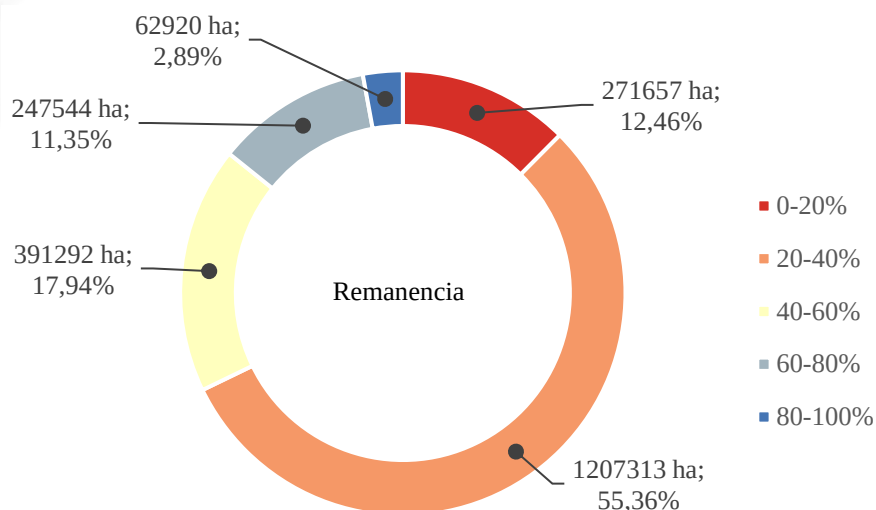


Figura 16. Área en hectáreas y porcentaje de cobertura natural remanente del departamento Norte de Santander.

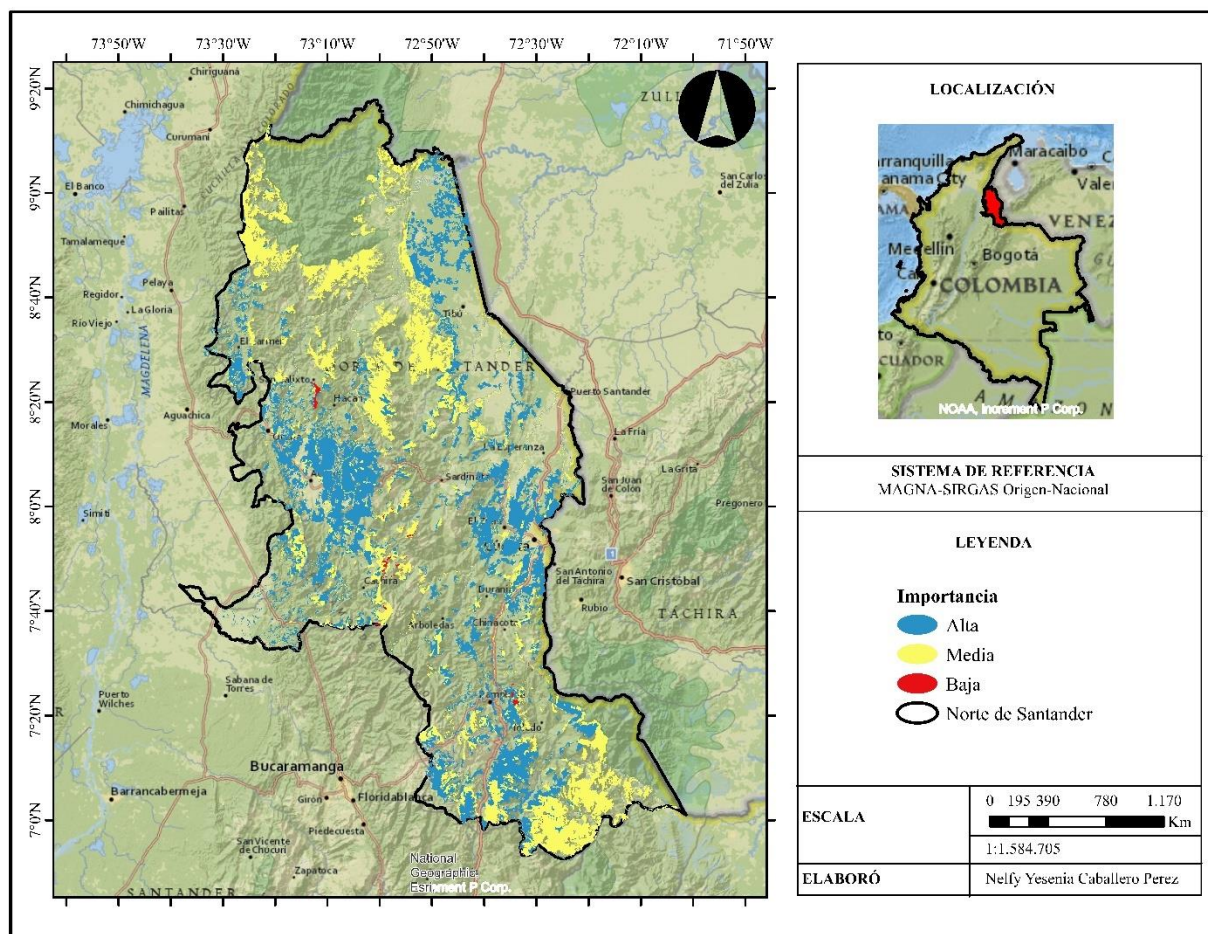


Figura 17. Áreas de Importancia para el departamento Norte de Santander.

Las áreas de importancia obtenidas para Norte de Santander teniendo en cuenta la representatividad de los ecosistemas a nivel regional y nacional, la remanencia, la riqueza de especies, especies endémicas y especies con algún grado de amenaza, fueron clasificados en 3 categorías: alta, media o baja. Los ecosistemas naturales de alta importancia equivalen a 324.844,803 ha (53,10%), los de media importancia tiene un área total de 283.878,014 ha (46,40%) y los ecosistemas como una baja importancia poseen una extensión de 3.063,061 h (0,50%) (ver Figura 17).

6.2.2 Criterio de amenaza o urgencia

6.1.1.4. Acceso humano. Se observó una mayor accesibilidad al este del departamento donde están ubicadas las principales ciudades: Cúcuta, Villa del Rosario, Los Patios, con presencia de Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical (ZAST); las zonas altamente accesibles en el departamento representan 791845 ha (36,26%) (Figura 19). En contraste, las zonas más al norte del departamento, sureste, y otras zonas dispersas, donde existe la presencia de áreas protegidas, presentan difícil accesibilidad debido a la ausencia de centros poblados y carreteras.

Con base en la representación de acceso humano por asentamientos humanos, carreteras primarias, secundarias y terciarias y las rutas fluviales se infiere que el departamento tiene una gran amenaza debido a que el 74,63% del área de estudio es accesible o altamente accesible (Figura 18 y Figura 19).

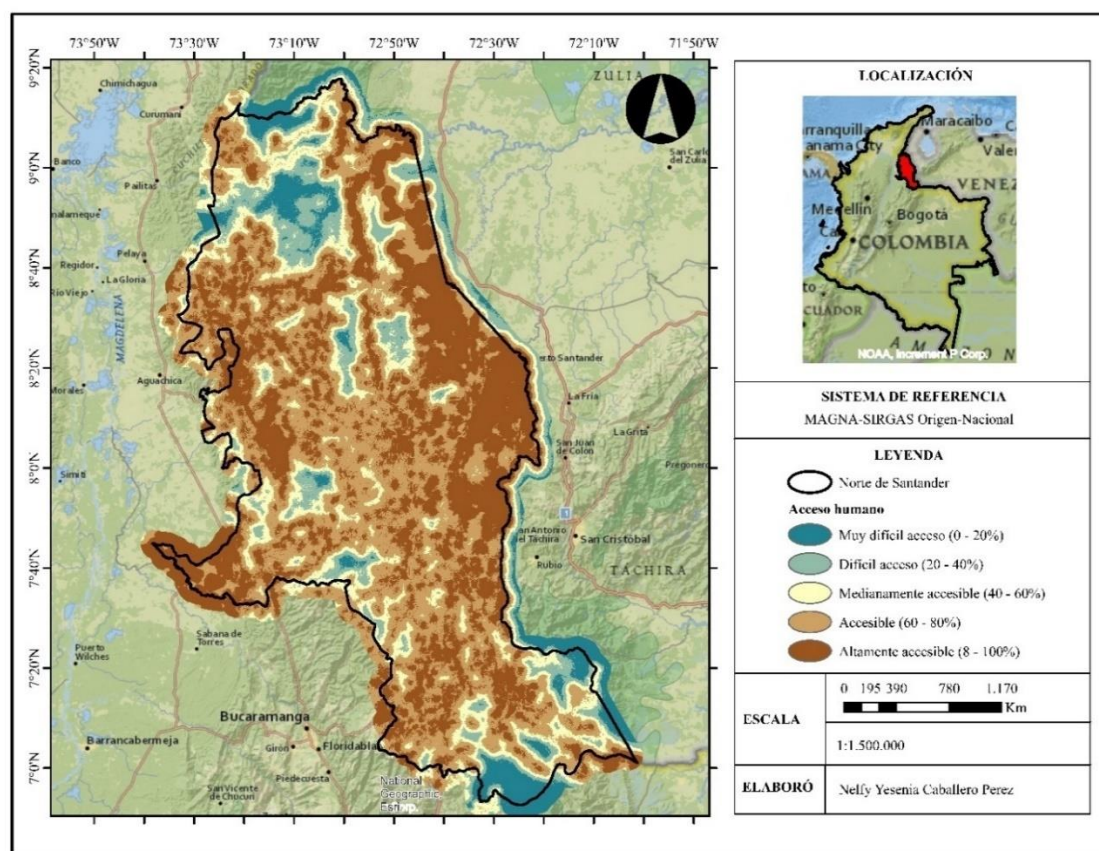


Figura 18. Accesibilidad de las poblaciones humanas a los ecosistemas del departamento de Norte de Santander-Colombia.

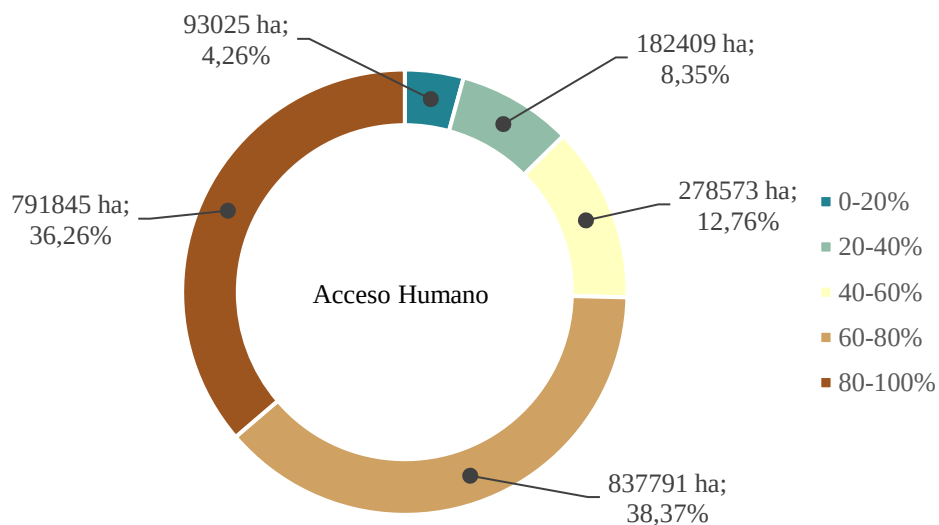


Figura 19. Área en hectáreas y porcentaje de acceso humano en el área de estudio.

6.1.1.5. Otras amenazas. Reconociendo que las amenazas o presiones pueden transformar de manera significativa los ecosistemas de Norte de Santander se tuvieron en cuenta los títulos mineros, el Índice de Huella Espacial Humana y la deforestación. Se determinó que los ecosistemas presentes en el departamento están, en su gran mayoría, medianamente amenazados constituyendo el 45,14% (985663 ha) del área del departamento (Figura 21).

Por otra parte las zonas que presentan una baja o nula amenaza (0-10%) coinciden en la mayoría de los casos con la ubicación de las áreas protegidas de administración nacional y regional registrados en el RUNAP (Figura 20).

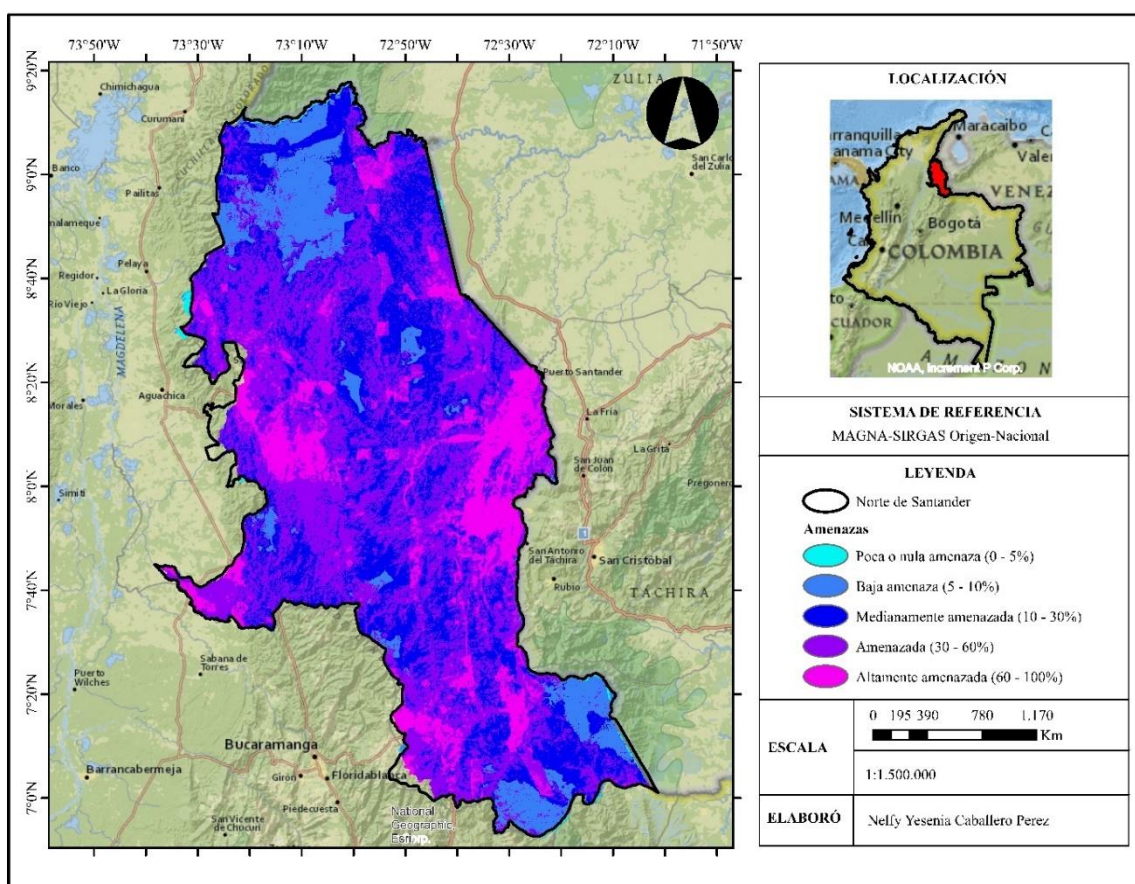


Figura 20. Grado de amenaza de los ecosistemas del departamento Norte de Santander - Colombia.

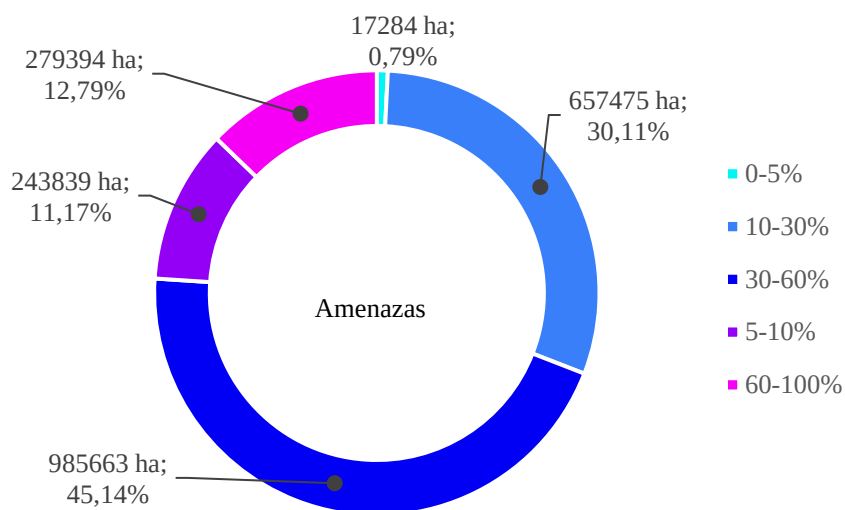


Figura 21. Área en hectáreas y porcentaje de amenaza definidos mediante títulos mineros, IHEH y deforestación (2018) para Norte de Santander.

A partir de la identificación del impacto del acceso humano y las amenazadas por procesos de deforestación, minería y el efecto de la huella espacial humana se clasificaron los ecosistemas naturales de Norte de Santander como de Alta amenaza (19.980,813 h (3,27%)), Media amenaza (166.079,223 h (27,15%)), Baja amenaza (107.810,587 h (17,62%)) o Sin amenaza (317.915,255 h (51,97%)) (Figura 22).

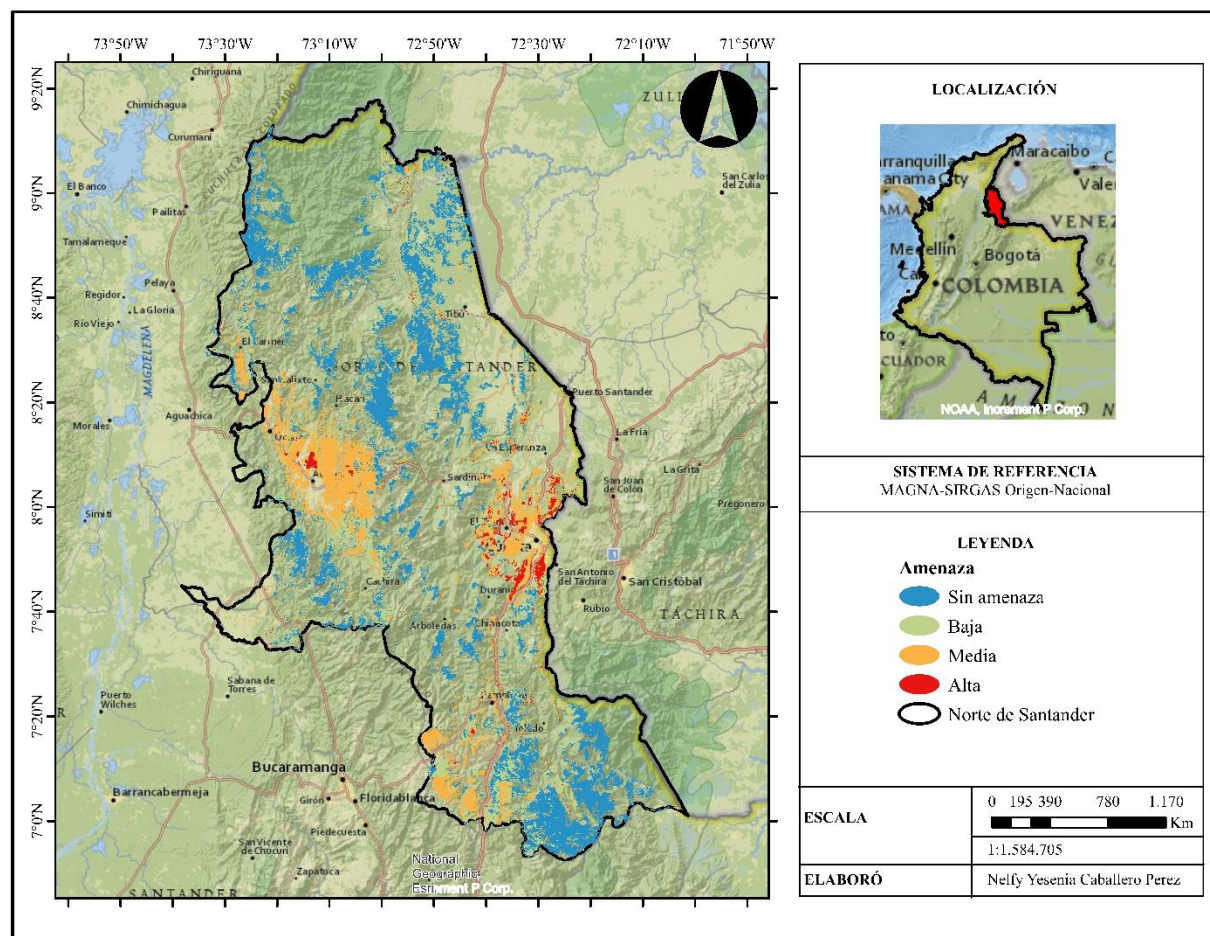


Figura 22. Ecosistemas naturales de Norte de Santander clasificados en las diferentes categorías de amenaza.

6.2.3 Criterio de oportunidad

6.1.1.6. Áreas Oportunas. Las áreas oportunas dentro del departamento Norte de Santander fueron obtenidas a partir de las reservas forestales de la ley segunda de 1959 y las iniciativas de conservación registradas en el RUNAP como reservas de la sociedad civil. Los ecosistemas naturales considerados como no oportunos tienen un área de 473.252,181 ha equivalentes al 77,36%, mientras que los ecosistemas naturales oportunos para la conservación por la presencia de procesos anteriores en el establecimiento de AP cuentan con un área de 138.533,697 ha que es igual al 22,64%.

Las áreas oportunas se encuentran restringidas a la zona norte del departamento limitando con el Parque Nacional Natural Catatumbo-Barí y al sur del departamento limitando con el PNN Tamá y el Distrito Regional de Manejo Integrado Mejué (Figura 23).

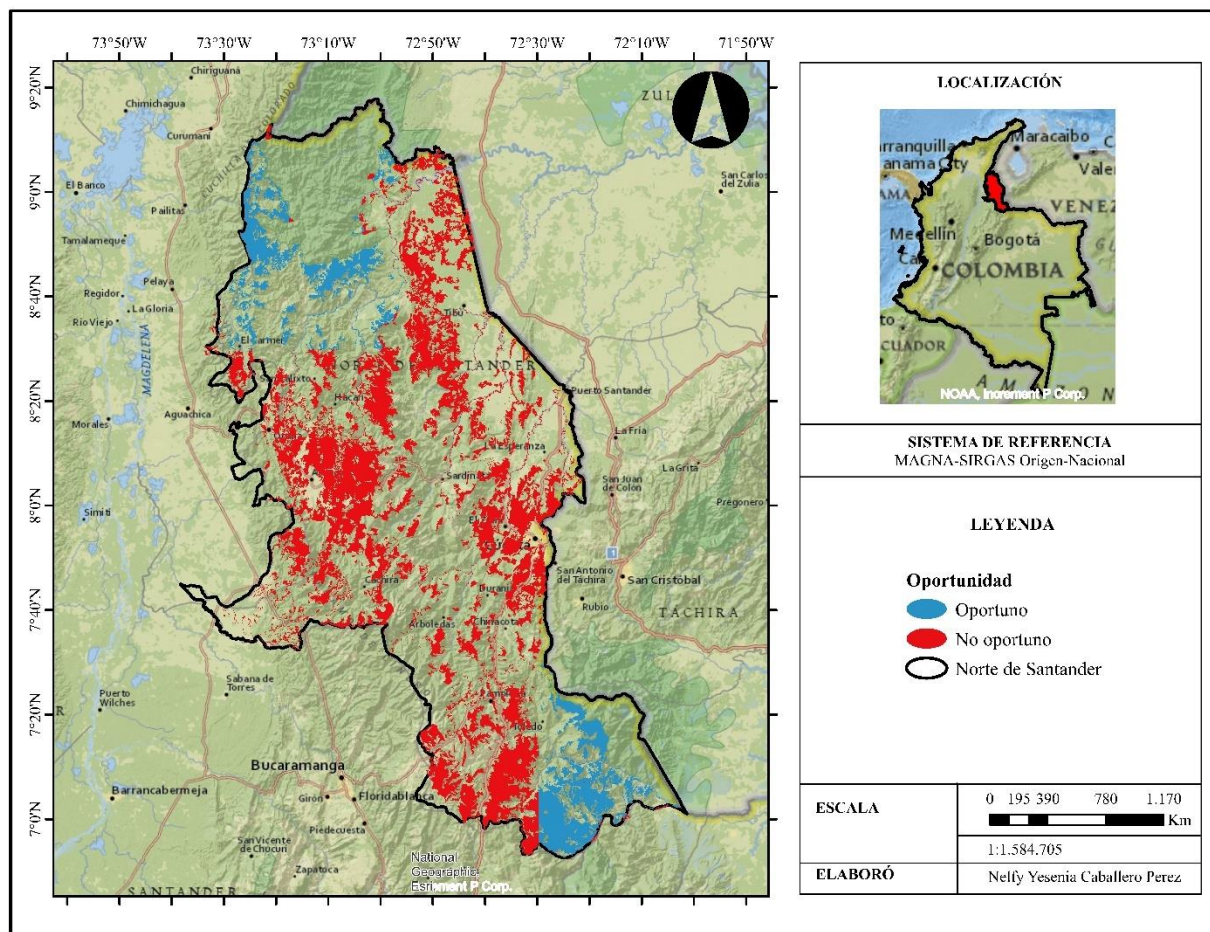


Figura 23. Áreas oportunas y no oportunas en departamento Norte de Santander obtenidas a partir de las reservas de la Ley 2 de 1959 y las reservas de la sociedad civil.

Áreas Prioritarias para la conservación

Teniendo en cuenta las áreas de alta importancia, zonas sin amenaza o baja amenaza y las oportunidades de conservación se obtuvieron las siguientes áreas prioritarias para la conservación Figura 24 y Figura 25. Las áreas cuentan como características como, baja representatividad de los ecosistemas tanto a nivel nacional como regional con respecto al SPNN y las áreas protegidas registradas en el RUNAP, alta remanencia, zonas de difícil acceso humano, con bajo impacto de amenazas tales como la deforestación, minería o impactos

humanos, con presencia de iniciativas de establecimiento de APs y presencia significativa de riqueza de especies, especies endémicas y especies con algún grado de amenaza.

Las áreas consideradas como prioritarias para la conservación (179.697,82 ha) corresponden a aquellos ecosistemas naturales que son clasificados como de alta importancia y baja amenaza (61.323,77 ha) y de alta importancia y sin amenaza (118.374,05 ha). Las áreas oportunas para la conservación de alta importancia, con presencia de baja amenaza o sin amenaza solamente constituyen 18.043,61 ha, por tal motivo también se contemplan las áreas no oportunas como prioridades de conservación teniendo en cuenta el cumplimiento de los demás criterios.

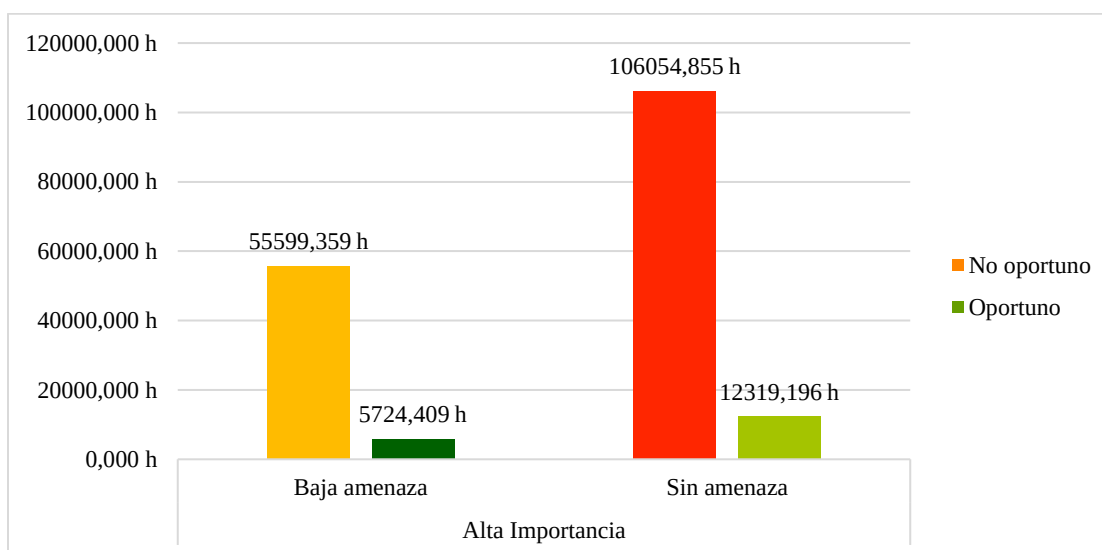


Figura 24. Gráfica de barras que evidencia el área de los ecosistemas naturales clasificados como de alta importancia, baja amenaza, sin amenaza, oportunos para la conservación y no oportunos en Norte de Santander. (Barra amarilla = alta importancia, baja amenaza y no oportunas; barra verde oscuro = alta importancia, baja amenaza y oportuno; barra roja = alta importancia, sin amenaza y no oportuno y barra verde claro = alta importancia, sin amenaza y oportuno para la conservación).

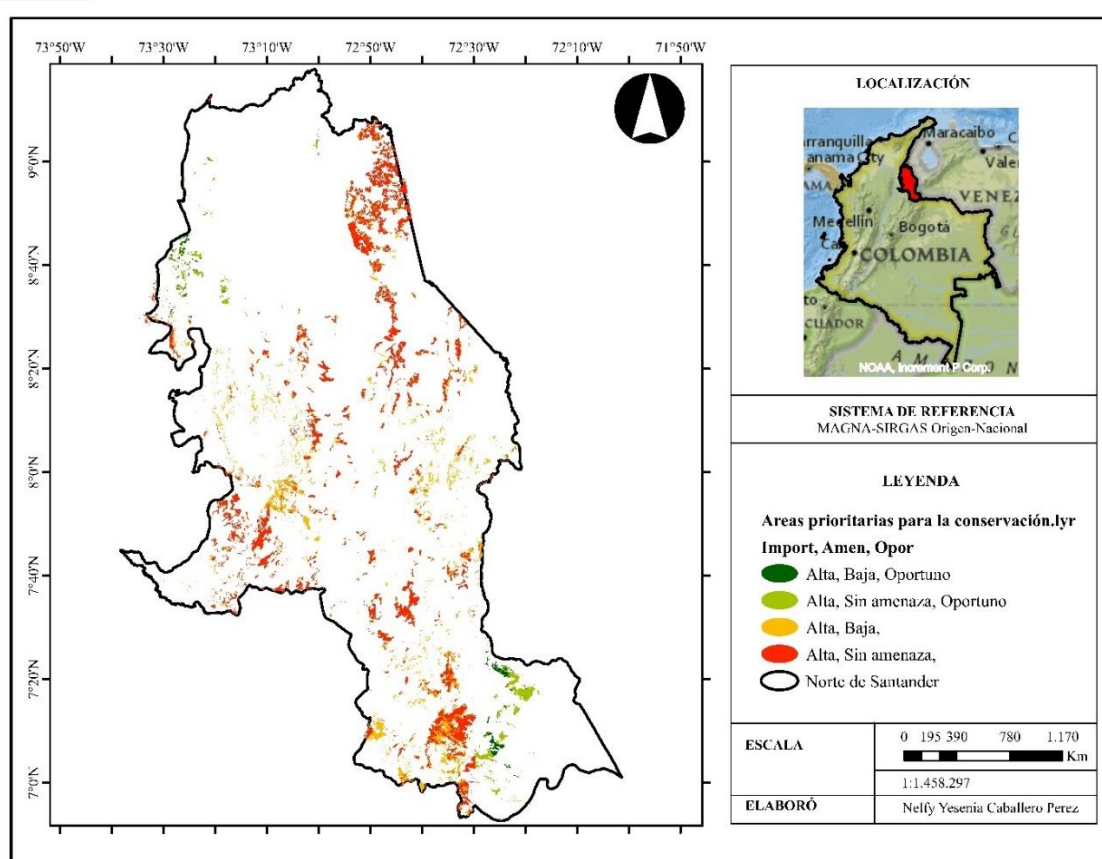


Figura 25. Resultados de los modelos de Importancia (Alta), Urgencia o Amenaza (Baja y Sin Amenaza) y Oportunidad (Oportuno y No oportuno) dentro del departamento Norte de Santander-Colombia.

Las zonas que se deben priorizar con urgencia corresponden a aquellas que son de alta importancia y de baja o nula amenaza (Ver Figura 25, áreas en color verde) fueron divididas en dos polígonos, uno al norte del departamento con 5994,75 ha y otra al sur del departamento con 12026,23 ha, esta última permitiría la ampliación del Parque Nacional Natural Tamá y mejoraría la conectividad entre el PNN Tamá y el Distrito Regional de Manejo Integrado Mejué.

6.2.4 Validación mediante NDVI

El departamento Norte de Santander presenta un área mayormente constituida por vegetación cerrada según el NDVI (2149452,63 ha = 97,46%) de las cuales 305864,85 ha corresponde a vegetación saludable y 1843590,78 ha es vegetación muy saludable. La vegetación abierta posee 38966,04 ha (1,77%), la vegetación dispersa equivale a 10001,61 ha (0,45%), la tierra desnuda posee 5352,57 ha (0,24%) y las clases no vegetales corresponden a 1833,12 ha (0,08%); estas dos últimas categorías evidencian menor porcentaje de área para el departamento (Figura 26).

Teniendo en cuenta las áreas prioritarias constituidas por las áreas de alta importancia, baja amenaza, sin amenaza, áreas oportunas y no oportunas para la conservación, se puede decir en cuanto al NDVI que la vegetación cerrada muy saludable es la más predominante con 151352,61 ha (86,02%), la vegetación cerrada saludable corresponde a 22648,19 ha (12,87%), la vegetación abierta cuenta con 1793,95 ha (1,02%), tierra desnuda contiene 35,54 ha (0,02%) y las clases no vegetales son 13,51 ha (0,06%) (Figura 27).

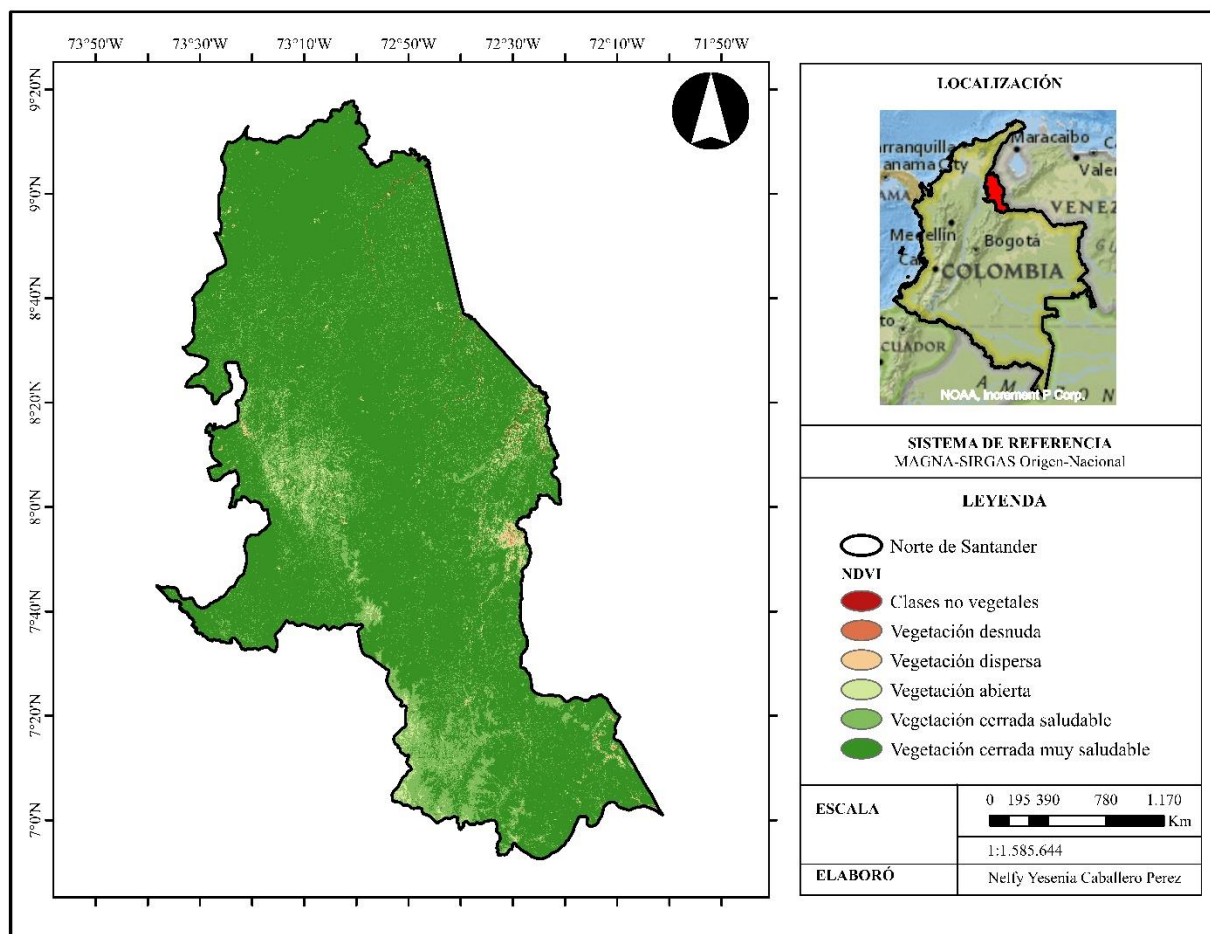


Figura 26. Resultados de NDVI para Norte de Santander basado en imágenes satelitales Landsat 8/9.

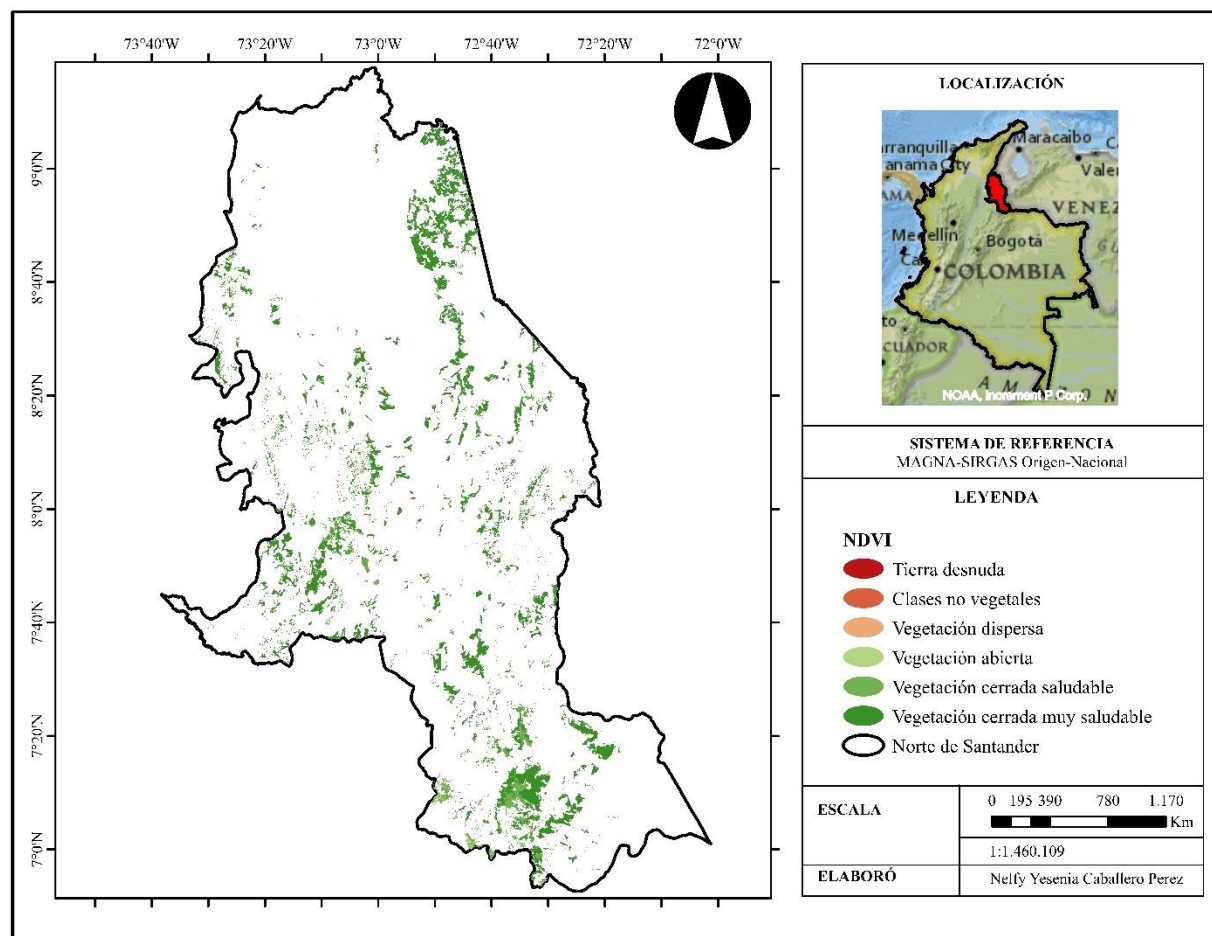


Figura 27. Validación de las áreas prioritarias para la conservación basados en el índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI).

7. Análisis de resultados

7.1 Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento Norte de Santander

La metodología RAPPAM ha sido empleada ampliamente en la evaluación u análisis de áreas protegidas. Varios estudios muestran presiones y amenazas similares con los vistos en las áreas protegidas de Norte de Santander, resaltando la actividad agropecuaria (ganadería y agricultura) y los incendios forestales (Cavalcante de Oliveira et al., 2021; Coelho et al., 2020; Lu et al., 2012; Namsrai et al., 2019). Así mismo se identificaron diferentes presiones y amenazas en las áreas protegidas, con alta probabilidad de prevalencia en los próximos cinco años, tales como turismo no regulado, tala selectiva, reducción de la diversidad biológica, minería ilegal de carbón por socavón, captación ilegal de recursos hídricos, caza furtiva, conflicto social y expansión urbana.

Debido a la particularidad del ANU Los Estoraques al albergar zonas y estructuras geológicas propias representadas en dos formaciones sedimentarias y dos formaciones con rocas ígneo-metamórficas, generando estructuras como el “estoraque” y el “cono” (estructura con presencia de arcilla en las capas inferiores, propensas al colapso y deterioro debido a su naturaleza composicional); dentro de esta AP se presentan presiones y amenazas únicas tales como el ecoturismo para el desarrollo de actividades recreativas, de contemplación, esparcimiento y reflexión, sismos y procesos erosivos (Meneses y Tinjacá, 2017).

El hecho de que no se conozca con certeza la diversidad, estado de las poblaciones y/o estado de conservación de las especies de fauna u flora de las áreas protegidas dificulta su conservación, identificar y llenar los vacíos de información sobre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad pueden permitir el cumplimiento de las metas de conservación u objetivos de sostenibilidad global; conocer lo desconocidos es primordial para orientar investigaciones que contribuyan a la resolución de problemas, principalmente de importancia ambiental (Mastrángelo et al., 2019)

La efectividad de gobernanza es otra de las falencias notables en el sistema de APs, la mayoría tiene un plan de manejo, pero carecen de recursos humanos adecuados o falta de personal y de una financiación e instalaciones suficiente (Leverington et al., 2010); esto es una de las

principales causas de mala gestión de las AP a nivel global, por lo que la designación o el establecimiento de un área protegida no siempre garantiza la efectividad en el manejo. Las medidas de conservación requieren del apoyo político y de las comunidades locales, así como financiación, para poder cumplir con sus objetivos específicos guiados a la conservación de la fauna, flora, ecosistemas, recursos hídricos y servicios ecosistémicos.

Al evaluar de forma general el papel de las áreas protegidas es evidente que los objetivos y el diseño son óptimos y congruentes con la conservación de los ecosistemas que cada área representa, sin embargo, son vulnerables debido a la falta de monitoreo, haciendo que los procesos de conservación de la biodiversidad sean ineficientes. Por otra parte, los ecosistemas que mencionan son conservados a través de las APs no representan completamente los ecosistemas presentes en el departamento dejando desprotegida a la biodiversidad contenida allí.

7.2 Determinar áreas prioritarias con fines de conservación teniendo en cuenta criterios de amenaza, importancia y oportunidad.

7.2.1 Criterio de importancia ecosistémica

7.2.1.1. Representatividad de ecosistemas a nivel regional. Los ecosistemas naturales presentes en el departamento Norte de Santander cuentan con diferentes grados de representatividad en el Sistema Regional de Áreas Protegidas, como se observó en la Figura 11 y Figura 12, de donde se puede deducir que la mayoría de los tipos de ecosistemas no tienen representatividad en el Sistema Regional de Áreas Protegidas, constituyendo el orobioma de páramo, orobioma azonal andino, orobioma subandino y orobioma andino los mejor representados de un 40 a un 100%, que apenas corresponden al 7% (61363 ha) del área de los ecosistemas naturales del departamento.

De los 9 biomas en condiciones naturales identificados para Norte de Santander, 5 tienen representatividades superiores al 40% destacando el orobioma de páramo que posee representatividad entre el 40 y el 100%, por otra parte dentro de los biomas menos representados se encuentran helobioma, hidrobioma, orobioma azonal subandino, peinobioma, zonobioma húmedo tropical y zonobioma alternohigrítico tropical con una representatividad menor al 20% y constituyendo el 81,34% (713126ha) del área total de los ecosistemas naturales.

No se han realizado análisis para la representatividad a nivel regional y/o departamental. En síntesis, el Sistema de Áreas Protegidas Regional no está representando adecuadamente todos los ecosistemas existentes dentro del departamento.

7.2.1.1 Representatividad de ecosistemas a nivel nacional

En la representatividad de los ecosistemas de Norte de Santander con relación al Sistema de Parques Nacionales Naturales se obtuvieron valores más homogéneos en comparación con la representatividad regional.

Los ecosistemas naturales con una representatividad entre el 40 y el 100% constituyeron 183686 ha (20,95%), mientras que la representatividad entre 0 al 40% constituyen el 79,05% (692888 ha), incluyendo los biomas de orobioma de páramo, zonobioma alternohigróico tropical y peinobioma (Figura 13 y Figura 14).

Arango y colaboradores (2003) analizaron 27 ecorregiones del territorio colombiano, encontrando que 16 contaban con una representatividad menor al 10% con respecto al SPNN y de estas 7 tenían una representatividad menor de 1%, algunas no estaban representadas en ningún grado; las 11 ecorregiones restantes apenas contaban con un poco más del 50% de representatividad. En Norte de Santander se evaluaron 5 ecorregiones naturales de las cuales 2 estaban dentro del PNN Catatumbo-Barí protegiendo más del 40% de la extensión de los ecosistemas de la ecorregión con predominio de Ecosistemas de Bosque húmedo.

En 2009 se analizó la representatividad de los ecosistemas naturales con relación al SIRAP en el marco del Taller de prioridades de conservación de noroccidente, donde se evaluaron 122 ecosistemas. Los resultados determinaron que 69 ecosistemas (57%) no estaba representado y 22 contaban con una representación menor al 5% (Ríos-Franco, 2009).

A nivel nacional en Colombia se han realizado estudios de representatividad ecosistémica en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y la implementación de las metas Aichi para encontrar los vacíos de conservación. Según el estudio desarrollado por Andrade y Corzo (2011) a una escala 1:500.000 los ecosistemas presentan diferentes grados de representatividad en el SPNN, deduciendo que la mayoría de los ecosistemas no están representados a pesar de constituir menos de un millón y medio de ha, al evaluar tanto ecosistemas naturales como

seminaturales se encontró que 42 ecosistemas de 182 tipos evaluados, poseen una representatividad superior al 10%, mientras que los 140 restantes no están representados en ningún grado (43,4%) o su representatividad no es significativa (33,5%), a pesar de esto en extensión se concluye que el SPNN representa convenientemente los diversos tipos de ecosistemas representando el 57,2% del territorio.

A partir de los anterior se deduce que la representatividad de los ecosistemas y biomas presentes en Colombia ha venido aumentando a lo largo de los años en busca de mejorar los vacíos de conservación, es así como para el 2022 según datos de PNN la representatividad de las unidades bióticas de la zona andina ha superado la meta de representatividad, aunque en Norte de Santander se siguen evidenciando biomas poco representados (SINAP, 2022).

7.2.1.2 Remanencia

Los valores de remanencia obtenidos aquí dan a conocer lo que aún se conserva en estado natural en los biomas, debido a que no se realizaron estudios multitemporales para conocer el área original de los ecosistemas por cada bioma. Los resultados demuestran que los biomas de Norte de Santander en su gran mayoría poseen remanencias entre 0 y 40% (1.478.970 ha) lo que quiere decir que 67,82% del departamento no conserva un estado natural de sus ecosistemas.

Aquí es importante mencionar que en promedio poco más del 2% de los territorios de las áreas del SINAP sufren procesos de transformación severos y al tener en cuenta la vegetación secundaria se registran cifras del 3,46% para el año 2011. A nivel nacional las cifras no son preocupantes ni relevantes, pero existen puntos en los que la transformación se concentra como el caso del Área Natural Única “Los Estoraques” donde se registran transformaciones del 92,3% del territorio; en los demás PNN de Norte de Santander la transformación no es tan significativa, en el PNN Catatumbo-Barí se registra 2,2% de transformación en el área total con 6,5% de vegetación secundario y para el PNN Tamá se registra una transformación del 10,1% con presencia de vegetación secundaria en el 5,4% del territorio (Andrade y Corzo, 2011).

Esto evidencia que la transformación de los biomas en Norte de Santander se ha presentado en todo el departamento, sin discriminar siquiera las áreas protegidas pertenecientes al SINAP.

7.2.2 Criterio de amenaza o urgencia

7.1.2.1. Acceso Humano

De los 40 municipios presentes en el departamento de Norte de Santander todos cuentan con una alta accesibilidad, debido a la gran densidad poblacional y a las carreteras principales, secundarias y terciarias características de la región andina, cuyos departamentos tienen una densidad poblacional más alta que el promedio del país (56,7%) y en donde se encuentra el desarrollo vial más grande de la red vial primaria de todo el país con 677,30 kilómetros de vías primarias en Norte de Santander (Baena et al., 2020).

Los lugares con alto grado de accesibilidad presentan una mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad por los efectos de las perturbaciones humanas. Las carreteras, centros poblados y los ríos presentan oportunidades para la caza excesiva y furtiva, extracción de recursos, alteraciones del sistema natural, contaminación y/o eliminación de desechos. La presencia humana puede generar perturbaciones en la fauna provocando gastos de energía innecesarios y reduciendo potencialmente el éxito reproductivo de algunas especies, aumentando la probabilidad de encuentros fatales (Kerley et al., 2002; Sanderson et al., 2002).

Las vías generan efectos ecológicos significativos como la fragmentación por efectos de borde y barrera, dispersión de especies invasoras y disminución de especies de fauna y flora autóctona, cambios microclimáticos, atropellamiento, cambios en los patrones reproductivos debido al volumen del tráfico vehicular, distancia a la vía, ruido y presencia humana; generando destrucción del hábitat natural y reducción de la biodiversidad (Arroyave et al., 2006).

Teniendo en cuenta lo anteriormente las áreas prioritarias para la conservación deben establecerse en lugares remotos que eviten el acceso humano y las consecuentes actividades generadas por los mismos, haciendo que las posibilidades de establecer áreas en Norte de Santander se limiten por la alta accesibilidad en el 74,63% (1.629.636 ha) del territorio.

7.1.2.2. Otras amenazas

Al evaluar otras amenazas que potencialmente afectan los ecosistemas y que constituyen un peligro latente para la conservación de la biodiversidad, se tuvieron en cuenta el Índice de Huella

Espacial Humano (IHEH) considerando que las actividades humanas son el principal impulsor de la degradación de los ecosistemas generando presiones como resultado de la interacción conjunta de factores físicos, políticos, socioeconómicos y demográficos, caracterizando de manera integral el impacto humano al incorporar el contexto histórico y ecológico (Correa Ayram et al., 2020).

La minería por otra parte es una actividad que dificulta la conservación de los ecosistemas al provocar cambios en la topografía, alteraciones de los cursos del agua, eliminación de las capas superiores del suelo y sirviendo como fuentes de contaminación de agua y aire, generando daños negativos e irreversibles a los ecosistemas (Woolmer et al., 2008).

La deforestación es una problemática que es evidente en el departamento de Norte de Santander, donde la expansión de fronteras por actividades pecuarias y agrícolas son las principales causas de la deforestación en zonas de nacimiento y zonas forestales aledañas a ríos o quebradas, afectando principalmente las cuencas de los ríos Pamplonita y Zulia (CORPONOR, 2008).

Las zonas altamente amenazadas en el departamento están relacionadas con los asentamientos humanos de mayor tamaño, es decir, las ciudades principales, por la utilización de recursos en exceso, la devolución de los mismo en forma de desechos y contaminación, así mismo la expansión urbana sin control, como el acelerado crecimiento urbano subnormal de Cúcuta (CORPONOR, 2008). Los resultados obtenidos tanto de acceso humano como de otras amenazas evidencian que los ecosistemas en peligro se encuentran asociados a paisajes dominados por el hombre. Se necesitan acciones con urgencia no en áreas que estén intactas sino en aquellos sitios con un alto impacto humano que sean ecosistemas únicos (Correa Ayram et al., 2020).

7.2.3 Criterio de oportunidad

7.1.3.1. Áreas oportunas

Las áreas de conservación establecidas de manera privada y voluntaria son una oportunidad para la incorporación de nuevas zonas a las APs (Meave et al., 2012), las áreas de la Ley 2 de 1959 presentan oportunidades para el mejoramiento en la gestión de los recursos naturales, contribuyendo a la protección y conservación de ecosistemas de importancia como humedales,

páramos y remanentes de bosque seco, favoreciendo la conectividad entre áreas protegidas (MADS, 2016).

7.2.4 Sitios prioritarios

Basado en el criterio de importancia se analizaron los aspectos biológicos y se identificaron áreas de alto valor en función de la biodiversidad que contienen, identificando los ecosistemas con baja representatividad en el sistema de área protegidas, pero que cuentan con una alta riqueza de especies, presencia de especies endémicas y de especies amenazadas. Este criterio cobra gran relevancia al relacionarse directamente con lo que se pretende conservar; conocer la distribución de la biodiversidad, así como los puntos donde se concentra facilita la identificación de áreas clave para la conservación.

La urgencia o amenaza representa la probabilidad de pérdida de los ecosistemas irremplazables temporalmente, se destacan aquellos ecosistemas que pueden estar relacionados o cercanos a determinados impactos de acción humana. El Toolbox utilizado para identificación de áreas de urgencia y amenaza, determina los sitios que poseen un alto grado de amenaza por las actividades humanas (deforestación, influencia de las actividades antrópicas y minería), por lo que se priorizaron aquellas cuyo impacto humano fuera menor, asegurando la conservación y/o preservación de la biodiversidad contenida dentro de esas áreas con baja o nula amenaza y que presentan urgencia en la conservación por su carácter único.

Las propuestas previas de áreas de conservación realizadas a nivel nacional tienen resultados congruentes con los obtenidos aquí, como la de Andrade y Corzo (2011) al emplear criterios de importancia y amenaza ecosistémica.

Las oportunidades cobran importancia cuando las áreas prioritarias son consideradas como un insumo para el establecimiento o la ampliación de áreas protegidas, las zonas con un grado de oportunidad alto permiten conocer sitios con procesos previos de conservación. Este último criterio involucra procesos culturales y políticos, y sirven para valorar opciones de conservación de manera más robusta. Los sitios priorizados fueron aquellos que podían o no ser oportunos.

Es importante resaltar que las áreas prioritarias definidas aquí pueden emplearse como un insumo en el establecimiento de nuevas áreas protegidas o la ampliación de las áreas protegidas

actuales, sin embargo, los resultados no se deben limitar a tal fin, por lo tanto, se pueden emplear como áreas productivas con manejos apropiados que permitan la continuidad de la biodiversidad mediante un manejo sustentable de las actividades productivas, sirviendo como una herramienta para la planificación territorial, mitigación de impactos, restauración y un insumo para la evaluación de impactos por actividades antrópicas (Chehébar et al., 2013) o como Otra Medida Eficaz de Conservación Basada en Áreas (OECM) cuyos sitios no son catalogados como áreas protegidas ni tienen como objetivo principal la conservación de la biodiversidad, sin embargo mediante su gestión y gobernanza equitativa se obtienen resultados de conservación en el área.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Conclusiones

Las áreas protegidas evaluadas, mostraron presiones y amenazas con tendencia a la prevalencia en un futuro cercano, resaltando las actividades agropecuarias (agricultura y ganadería) e incendios forestales como los factores de amenaza y presión de mayor importancia. Es imperativo que la gestión de AP sea mejorada para mitigar y eliminar, si es posible, estos factores que pueden ser causa directa de la pérdida de biodiversidad. La contemplación de las presiones y amenazas en los objetivos de las áreas, una planificación a corto plazo y la asignación de un personal adecuado para la vigilancia y monitoreo que capaciten a las comunidades, recuperen los límites de las APs, eviten las alteraciones en el uso del suelo, zonificación de zonas amortiguamiento; podrían mitigar los efectos de estos factores. Así mismo se identificó la necesidad de establecer áreas protegidas que mejoren la representatividad de los ecosistemas presentes en el departamento y la realización de investigaciones y/o estudios que permitan conocer el estado de las poblaciones de mamíferos, reptiles, aves, anfibios y otros grupos taxonómicos, así como la cuantificación de la riqueza y diversidad presente en las áreas.

Los sitios identificados como prioridades para la conservación se proponen como una guía útil para la ubicación de límites en el establecimiento de nuevas APs, al ser zonas de alta importancia biológica, baja amenaza y oportunos o no, para la protección de la biodiversidad presente en el departamento. Se consideran como unidades significativas debido a que dentro de los análisis se incluyeron bases de datos espaciales detallados sobre la distribución de especies de vertebrados en cuanto a riqueza, especie endémicas y especies amenazadas, se incluyeron los ecosistemas del área de estudio, así como su representatividad, el acceso humano (carreteras, centros poblados urbanos y rurales dispersos) y las principales amenazas: la minería, la deforestación y el IHEH que utiliza variables el uso del suelo, densidad poblaciones, índice de fragmentación general, índice de biomasa respecto al original y la intervención del impacto humano, así mismo la resolución empleada para el análisis es factible y viable para la expansión de la red de AP que permitan proteger las especies de los grupos taxonómicos de vertebrados.

En general se presentan dos polígonos que deben priorizarse con urgencia, uno al norte del departamento cerca al Parque Nacional Natural Catatumbo-Bari y otro al sur del

departamento entre el Parque Nacional Natural Tamá y el Distrito Regional de Manejo Integrado Mejué sirviendo como corredor biológico sí llegara a ser implementado.

Las áreas prioritarias definidas aquí, no solo se pueden tener en cuenta para el establecimiento de nuevas APs, sino que también pueden considerarse como una herramienta potencial en el uso o manejo sustentable de los ecosistemas mediante actividades productivas que mitiguen los impactos y permitan la restauración.

8.2 Recomendaciones

A pesar de considerar únicamente las especies de vertebrados, mamíferos, aves, reptiles y anfibios, el análisis no podía pretender abordar toda la diversidad, por lo que las plantas y los invertebrados no se tuvieron en cuenta. A medida que se dispongan de mejores datos, el establecimiento de áreas prioritarias podría incluir taxones adicionales, así como información más refinada sobre la distribución de especies de importancia que permitan identificar los lugares donde se garantice la viabilidad a largo plazo.

La diversidad biológica existe fuera de las áreas prioritarias identificadas mediante este trabajo y con base en los criterios aquí expuestos (importancia, urgencia o amenaza y oportunidad) sólo son una herramienta que contribuye a la priorización y el enfoque de los esfuerzos de conservación; con base en los anterior, se reitera la presencia de biodiversidad fuera de las áreas prioritarias, por lo que no se deben justificar modelos no sustentables, acciones destructivas o de intervención fuera de las áreas definidas.

Bibliografía

- Acevedo-Cendales, L. D. (2010). *Liberación de Fauna en Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. <https://www.researchgate.net/publication/262937638>
- Acuña, C. A. (2010). *Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encenillo (municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatavita), Cundinamarca*. [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9796/tesis86.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Andrade, G. I., y Corzo, G. A. (2011). *¿Qué y Dónde conservar? Parques Nacionales Naturales de Colombia*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Que-y-Donde-Conservar.pdf>
- Anil, M. N. V., Kumari, K., y Wate, S. R. (2014). Loss of Biodiversity and Conservation Strategies: An Outlook of Indian Scenario . *Asian Journal of Conservation Biology*, 3(2), 105–114.
- Arango, N., Armenteras Pascual, D., Castro, M., Gottsmann, T., Hernández, O. L., Morales-Betancourt, M. A., Naranjo, L. G., Renjifo, L. M., Trujillo, A. F., Villarreal, H. F., y Matallana-Tobón, C. L. (2003). *Vacíos de conservación del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional* (D. M. Garcés Guerrero, Ed.; Editorial Sepia Ltda). WWF Colombia - IAvH.
- Arroyave, M. D. P., Gómez, C., Gutiérrez, M. E., Múnera, D. P., Zapata, P. A., Vergara, I. C., Andrade, L. M., y Ramos, K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *EIA-Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)*, 5, 45–57.
- Awimbo, J. A., Norton, D. A., y Overmars, F. B. (1996). An evaluation of representativeness for nature conservation, Hokitika Ecological District, New Zealand. *Biological Conservation*, 75(2), 177–186. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00058-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00058-5)

- Baena, D., Fuentes, J. S., Pino, L. T., Marín, S., Horta, S. V., y Fonseca, W. C. (2020). *Informe observatorio regional-Contexto Regional Andina*.
- BirdLife International. (2023). *Data Zone*.
- Cantú-Salazar, L., y Gaston, K. J. (2013). Species richness and representation in protected areas of the Western hemisphere: discrepancies between checklists and range maps. *Diversity and Distributions*, 19(7), 782–793. <https://doi.org/10.1111/ddi.12034>
- Cavalcante de Oliveira, J. G., Campos-Silva, J. V., Vinhas, D. T., Ladle, R. J., y da Silva Batista, V. (2021). Quantifying anthropogenic threats affecting Marine Protected Areas in developing countries. *Journal of Environmental Management*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111614>
- CDB, y ONU. (2022). Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica. *Conferencia de Las Partes Ene Le Convenio Sobre Diversidad Biológica*, 1–14.
- Ceballos, G., y Ehrlich, P. R. (2006). Global mammal distributions, biodiversity hotspots, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(51), 19374–19379. <https://doi.org/10.1073/pnas.0609334103>
- Ceballos, G., y Ortega-Baes, P. (2011). La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. In J. A. Simonetti y R. Dirzo (Eds.), *Conservación Biológica: Perspectivas desde América Latina* (pp. 95–108). Editorial Universitaria.
- Chávez, González, M. de J., y Hernández de la Rosa, P. (2015). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Rev. Mex. de Cienc. Forestales*, 6(27), 8–23. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100002
- Chávez, R. E. (2017). *Propuesta de áreas prioritarias de conservación de la diversidad beta de la región costa centro del ecuador a través de la iniciativa REDD+ y otras iniciativas privadas (Reserva Ecológica Lalo Loor)* [Tesis para optar el título de Ingeniero Geógrafo en Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13792/PROPUESTA%20DE%20%c3>

%81REAS%20PRIORITARIAS%20DE%20CONSERVACI%c3%93N%20DE%20LA%20
DIVERSIDAD%20BETA%20DE%20LA%20REGI%c3%93N%20COSTA%20CENTRO
%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chehébar, C., Novaro, A., Iglesias, G., Walker, S., Funes, M., Tammone, M., y Didier, K. (2013). *Identificación de áreas de importancia para la biodiversidad en la estepa y el monte de Patagonia*. Administración de Parques Nacionales (APN), Wildlife Conservation Society (WCS), The Nature Conservancy.

Cheyne, S. M. (2006). Wildlife reintroduction: Considerations of habitat quality at the release site. *BMC Ecology*, 6(5). <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-5>

Choperena, M. C., y Mancera-Rodríguez, N. J. (2016). Lineamientos para el seguimiento y monitoreo post-liberación de fauna silvestre rehabilitada. *U. D. C. A. Actualidad y Divulgación Científica*, 19(2), 411–424.

Coelho, M. G., Biju, B. P., da Silva, E. C., de Oliveira, A. L., Tavares, A. A. de O., Basso, V. M., Días, A. P., de Carvalho, A. G., y Barreto, J. B. (2020). Improving the management effectiveness and decision-making by stakeholders' perspectives: A case study in a protected area from the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Environmental Management*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111083>

CORPONOR. (2008). *Educación Ambiental Plan Departamental*.

Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., y Corzo, G. (2020a). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>

Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., y Corzo, G. (2020b). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117, 106630. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>

- Cuesta, F., Peralvo, M., Merino-Viteri, A., Bustamante, M., Baquero, F., Freile, J. F., Muriel, P., y Torres-Carvajal, O. (2017). Priority areas for biodiversity conservation in mainland Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 93–106.
<https://doi.org/10.1080/23766808.2017.1295705>
- de Castro, M. (2013). *Identificación de áreas prioritarias de conservación y propuesta de un modelo interdisciplinar para la planificación de la conservación en áreas protegidas* [Tesis doctoral]. Universidad de Alicante.
- Decreto 2372. (2010). *Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.*
- Decreto 2811. (1974). *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.* Presidente de la República de Colombia.
- Ervin, J. (2003). *WWF: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology.*
- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., y Angel, A. M. (2015). La lista roja de los ecosistemas terrestres de Colombia. In M. F. Gómez, L. A. Moreno, G. I. Andrade, y C. Rueda (Eds.), *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia* (pp. 48–49).
- Fandiño-Lozano, M., y Van Wyngaarden, W. (2005). *Prioridades de conservación biológica para Colombia.* Grupo ARCO.
- Galván, S. I. (2015). *Fragmentación de bosque y su relación con la conservación de primates diurnos en el arroyo Pechelín, Sucre, Colombia.* Universidad de Cartagena.
- Galvis, L. A. (2022). *Efecto de la caza sobre el ensamblaje de mamíferos medianos y grandes en el Parque Natural Regional Santurbán-Arboledas, Norte de Santander, Colombia* [Tesis de pregrado]. Universidad de Pamplona.

- García, V., y Trejos, L. F. (2021). Las tramas del conflicto prolongado en la frontera colombo-venezolana: un análisis de las violencias y actores armados en el contexto del posacuerdo de paz. *Colombia Internacional*, 105, 89–115. <https://doi.org/10.7440/colombiaint105.2021.04>
- GBIF. (2023, November). *GBIF (Global Biodiversity Information Facility)*. *Trachemys Callirostris* (Gray, 1856).
- Gerritsen, P. R., y Morales, J. (2001). Conservación de la Biodiversidad. El papel del desarrollo y la participación local. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 2(2), 87–95. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/30/30>
- González, M. L., Plascencia, F. O., y Martínez-Trinidad, T. (2016). Áreas prioritarias para restauración ecológica y sitios de referencia en la región Chignahuapan-Zacatlán. *Madera y Bosque*, 22(2), 41–52. <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1323/1493>
- Gurney, G. G., Adams, V. M., Álvarez-Romero, J. G., y Claudet, J. (2023). Area-based conservation: Taking stock and looking ahead. *One Earth*, 6, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.01.012>
- Harfoot, M. B. J., Johnston, A., Balmford, A., Burgess, N. D., Butchart, S. H. M., Dias, M. P., Hazin, C., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Isaac, N. J. B., Iversen, L. L., Outhwaite, C. L., Visconti, P., y Geldmann, J. (2021). Using the IUCN Red List to map threats to terrestrial vertebrates at global scale. *Nature Ecology and Evolution*, 5(11), 1510–1519. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01542-9>
- IAvH -Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2021). *Áreas importantes para la conservación de las aves y la biodiversidad - AICAS*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. . <http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/525-areas-importantes-para-la-conservacion-de-las-aves-aicas>
- International Union for Conservation of Nature, I. (2022). *Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. <https://www.iucnredlist.org/>

- IUCN. (2023). *World Comision Protected Areas*. IUCN-International Union for the Conservation of Nature.
- Jenkins, C. N., Pimm, S. L., y Joppa, L. N. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(28), E2603–E2610. <https://doi.org/10.1073/pnas.1302251110>
- Kattan, G. H., Franco, P., Saavedra-Rodríguez, C. A., Valderrama, C., Rojas, V., Osorio, D., y Martínez, J. (2006). Spatial Components of Bird Diversity in the Andes of Colombia: Implications for Designing a Regional Reserve System. *Conservation Biology*, 20(4), 1203–1211. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00402.x>
- Kerley, L. L., Goodrich, J. M., Miquelle, D. G., Smirnov, E. N., Quigley, H. B., y Hornocker, M. G. (2002). Effects of Roads and Human Disturbance on Amur Tigers. *Conservation Biology*, 16(1), 97–108. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.99290.x>
- Leverington, F., Costa, K. L., Pavese, H., Lisle, A., y Hockings, M. (2010). A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685–698. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9564-5>
- Ley 17. (1981). *Por la cual se aprueba la “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”, suscrita en Washington, D.C. el 3 de marzo de 1973.*. El Congreso de la República.
- Ley 1333. (2009). *Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones*. In *El Congreso de la República*.
- López-Arévalo, H. F., Liévano-Latorre, L. F., y Montenegro, O. L. (2021). El papel de las pequeñas reservas en la conservación de mamíferos en Colombia. *Caldasia*, 43(2), 354–365. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.85466>
- Lu, D.-J., Kao, C.-W., y Chao, C.-L. (2012). Evaluating the Management Effectiveness of Five Protected Areas in Taiwan Using WWF’s RAPPAM. *Environmental Management*, 50, 272–282. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9875-9>
- MADS. (2016). *Una mirada a las reservas forestales de la Ley 2 de 1959, reflexiones*.

- Margules, C. R., y Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243–253. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Margules, C. R., Pressey, R. L., y Williams, P. H. (2002). Representing biodiversity: Data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences*, 27(4), 309–326. <https://doi.org/10.1007/BF02704962>
- Martínez, D. E. (2019). *Escarabajos coprófagos de la Orinoquía Colombiana: Patrones de distribución y áreas de concentración de la riqueza* [Tesis para optar el título de Magister en Ciencias-Entomología]. Universidad Nacional de Colombia.
- Mastrángelo, M. E., Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L., Bennett, E., Lavorel, S., Cumming, G. S., Abeygunawardane, D., Amarilla, L. D., Burkhard, B., Egoh, B. N., Frishkoff, L., Galetto, L., Huber, S., Karp, D. S., Ke, A., Kowaljow, E., Kronenburg-García, A., Locatelli, B., Martín-López, B., ... Zoeller, K. (2019). Key knowledge gaps to achieve global sustainability goals. *Nature Sustainability*, 2(12), 1115–1121. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0412-1>
- Meave, J. A., Romero-Romero, M. A., Salas-Morales, S. H., Pérez-García, E. A., y Gallardo-Cruz, J. A. (2012). Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre)*, 1–2, 85–100.
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., y Garcia, D. (2019). Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for decision-making with expert judgment. In *Revista chilena de ingeniería* (Vol. 27, Issue 3).
- Meneses, L., y Tinjacá, Z. (2017). *Plan de manejo Área Natural Única Los Estoraques*.
- Minciencias-Ministerio de ciencia, tecnología e innovación. (2016, September 11). *Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo*. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo

- Morales, M. (2007). *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis y perspectivas* (D. Armenteras y N. Rodríguez, Eds.). Instituto de Investigación Alexander von Humbolt.
- Namsrai, O., Ochir, A., Baast, O., van Genderen, J. L., Muhar, A., Erdeni, S., Wang, J., Davaasuren, D., y Chonokhuu, S. (2019). Evaluating the management effectiveness of protected areas in Mongolia using the management effectiveness tracking tool. *Environmental Management*, 63(2), 249–259. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1124-4>
- Orme, C. D. L., Davies, R. G., Burgess, M., Eigenbrod, F., Pickup, N., Olson, V. A., Webster, A. J., Ding, T.-S., Rasmussen, P. C., Ridgely, R. S., Stattersfield, A. J., Bennett, P. M., Blackburn, T. M., Gaston, K. J., y Owens, I. P. F. (2005). Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature*, 436(7053), 1016–1019. <https://doi.org/10.1038/nature03850>
- Pereyra, L., Vaira, M., y Etchepare, E. (2021). *Manual de técnicas y protocolos para el relevamiento y estudio de anfibios de Argentina* (L. C. Pereyra, E. Etchepare, y M. Vaira, Eds.; Primera edición). Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy-EDIUNJU. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/192066/CONICET_Digital_Nro.8c769cf0-db26-431c-ba6e-1371f3ea6ce2_C.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Pérez, M. M., y Betancur, A. (2016). Impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia. *Sociedad y Ambiente*, 4(10), 95–112.
- Pliscoff, P., y Fuentes, T. (2008). *Análisis de representatividad ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile*. GEF, CONAMA y PNUD. https://www.academia.edu/4175598/An%C3%A1lisis_de_representatividad_ecosist%C3%A9mica_de_las_%C3%81reas_Protegidas_P%C3%BAblicas_y_Privadas_en_Chile
- Pressey, R. L., Whish, G. L., Barrett, T. W., y Watts, M. E. (2002). Effectiveness of protected areas in north-eastern New South Wales: recent trends in six measures. *Biological Conservation*, 106(1), 57–69. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00229-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00229-4)
- Reeve, R. (2014). *Policing International Trade in Endangered Species* (First edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315071954>

- Resolución N° 2064. (2010). “Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones.” In *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*.
- Restrepo-Rodas, D. C., y Pulgarín-Restrepo, P. C. (2017). Dinámica de los loros en cautiverio en Colombia: tráfico, mortalidad y liberación. *Ornitología Colombiana*, 16, eA06.
<http://asociacioncolombianadeornitologia.org/>
- Ríos, S. C., Zurita, S., Rodríguez, E., y Montalvo, V. (2014). Comparación de técnicas para determinar cobertura vegetal y usos de la tierra en áreas de interés ecológico, Manabí, Ecuador. *Sociedad Latinoamericana En Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial Capítulo Colombia*, 1–27.
- Ríos-Franco, C. A. (2009). Representatividad de ecosistemas en áreas protegidas SIRAP EC. In La Pintada: SIRAP Eje Cafetero (Ed.), *Taller de prioridades de conservación de Noroccidente*.
- Ríos-Franco, C. A., Franco, P., y Forero-Medina, G. (2013). Toolbox para la Identificación de Áreas Prioritarias para la Conservación. *Modelo SIG Dinámico V1.0. Wildlife Conservation Society Colombia - MacArthur Foundation*, 0–24.
- Rodrigues, A. S. L., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., Cowling, R. M., Fishpool, L. D. C., da Fonseca, G. A. B., Gaston, K. J., Hoffmann, M., Long, J., Marquet, P. A., Pilgrim, J. D., Pressey, R. L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S. N., Underhill, Les. G., Waller, R. W., ... Yan, X. (2003). *Global Gap Analysis: towards a representative network of protected areas* (Vol. 5). Center for Applied Biodiversity Science.
https://www.researchgate.net/publication/237124715_Global_Gap_Analysis_towards_a_representative_network_of_protected_areas
- Rodríguez, D., y Sollund, R. (2016). Contesting and contextualising CITES: Wildlife trafficking in Colombia and Brazil. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy*, 5(4), 87–102.

- Rodríguez, E., Armenteras, D., Morales, M., y Romero, M. (2006). *Ecosistemas de los andes Colombianos* (Segunda edición). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rojas, N. (2010). Áreas protegidas por la legislación colombiana. *Derecho y Realidad*, 16, 356–367.
- Romero-Ruiz, M. (2009). Indicadores de seguimiento de la biodiversidad en el área de estudio, a nivel de ecosistemas. In M. Romero, J. Maldonado, J. D. Bogotá, S. Usama, A. M. Umaña, J. Murillo, S. Restrepo, M. Álvarez, M. T. Palacios, S. Valbuena, S. L. Mejía, J. Aldana, y E. Payán (Eds.), *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008. Piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare* (pp. 15–29). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rondinini, C., Wilson, K. A., Boitani, L., Grantham, H., y Possingham, H. P. (2006). Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology Letters*, 9(10), 1136–1145. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00970.x>
- RUNAP. (2023, April 25). *Áreas protegidas Norte de Santander*. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas-RUNAP. <https://runap.parquesnacionales.gov.co/departamento/933>
- Saaty, T. L. (1994). Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 74(3), 426–447. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90222-4](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90222-4)
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V, y WOOLMER Genesis, G. (2002). The Human Footprint and the Last of the Wild. In *BioScience* (Vol. 52, Issue 10). American Institute of Biological Sciences. www.globio.info
- Santos, T., y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas-Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 15(2), 3–12.

- Schneider, J. L. (2008). Reducing the Illicit Trade in Endangered Wildlife. *Journal of Contemporary Criminal Justice*, 24(3), 274–295.
<https://doi.org/10.1177/1043986208318226>
- Sharma, P., Varga, M., Kerezsi, G., Kajári, B., Halasi-Kovács, B., Békefi, E., Gaál, M., y Gyalog, G. (2023). Estimating Reed Bed Cover in Hungarian Fish Ponds Using NDVI-Based Remote Sensing Technique. *Water*, 15, 1554–1570.
<https://doi.org/10.3390/w15081554>
- SIBColombia. (2022). *Biodiversidad en cifras*. SIB Colombia [Sistema de Información Sobre La Biodiversidad En Colombia].
- Siekelova, A., Podhorska, I., y Imppola, J. J. (2021). Analytic Hierarchy Process in Multiple-Criteria Decision-Making: A Model Example. *SHS Web of Conferences*, 90, 01019.
<https://doi.org/10.1051/shsconf/20219001019>
- SINAP. (2022). *Representatividad y Prioridades de Conservación en el SINAP*.
- SINAP. (2023). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP - Parques Nacionales Naturales de Colombia*. SINAP-Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/registro-unico-nacional-de-areas-protegidas/>
- SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas). (2022). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP*.
- Sollund, R. (2017). The use and abuse of animals in wildlife trafficking in Colombia: Practices and injustice. In G. Rodríguez, H. Mol, A. Brisman, y N. South (Eds.), *Environmental crime in Latin America* (pp. 215–243). https://doi.org/10.1057/978-1-137-55705-6_10215
- Solomon, E. Pearl., Berg, L. R., y Martin, D. W. (2013). *Biology* (Novena edición). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Somveille, M., Manica, A., Butchart, S. H. M., y Rodrigues, A. S. L. (2013). Mapping Global Diversity Patterns for Migratory Birds. *PLoS ONE*, 8(8).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070907>

- SPNN. (2024, April 26). *Sistema de Parques Nacionales Naturales*. SPNN-Sistema de Parque Nacionales Naturales. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-de-parques-nacionales-naturales/>
- Strassburg, B. B. N., Rodrigues, A. S. L., Gusti, M., Balmford, A., Fritz, S., Obersteiner, M., Kerry Turner, R., y Brooks, T. M. (2012). Impacts of incentives to reduce emissions from deforestation on global species extinctions. *Nature Climate Change*, 2(5), 350–355. <https://doi.org/10.1038/nclimate1375>
- Tellería, J. L. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias de la pérdida de especies. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.* , 2(10), 13–25. https://www.researchgate.net/publication/257238754_Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_causes_and_consequences_of_the_species_loss
- Torres Correa, B. A. (2020). *Efecto de la fragmentación sobre los ensamblajes de murciélagos en dos sitios de la zona de amortiguación, en un bosque sub-andino del PNN (Parque Nacional Natural) Tamá. Norte de Santander – Colombia* [Pregrado para optar el título de Biólogo]. Universidad de Pamplona.
- Udvardy, M. D. F. (1975). *A classification of the biogeographical provinces of the world*. IUCN occasional Paper N° 18.
- UICN. (2000). *Guías de la UICN para la disposición de animales confiscados*. IUCN-International Union for Conservation Nature.
- USGS- United States Geological Survey [Servicio Geológico de los Estados Unidos]. (2021). *What are the band designations for the Landsat satellites?*
- Vargas, W. (2008). *Mosaicos galeras: Zona de amortiguación del santuario de fauna y flora Galeras, Nariño*.
- Vásquez-Muñoz, J. L., y Castaño-Villa, G. J. (2008). Vista de Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la avifauna en la zona urbana del municipio de Medellín, Colombia.

Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural, 12, 51–61.

<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5349/4829>

WDPA. (2023, May). *Discover the world's protected and conserved areas*. Protected Planet.

Whittaker, R. J., Araújo, M. B., Jepson, P., Ladle, R. J., Watson, J. E. M., y Willis, K. J. (2005).

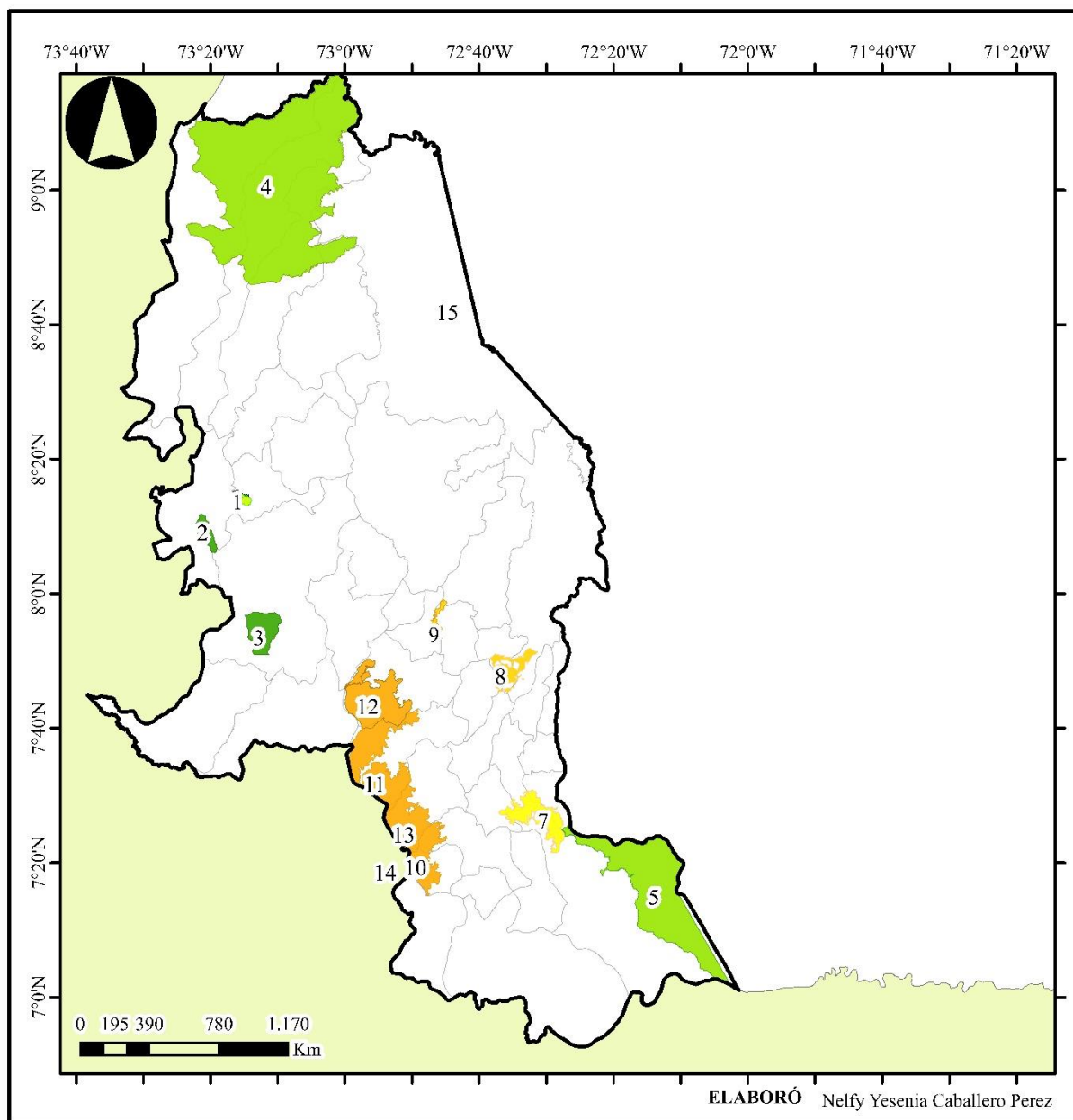
Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11(1), 3–23. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>

Woolmer, G., Trombulak, S. C., Ray, J. C., Doran, P. J., Anderson, M. G., Baldwin, R. F.,

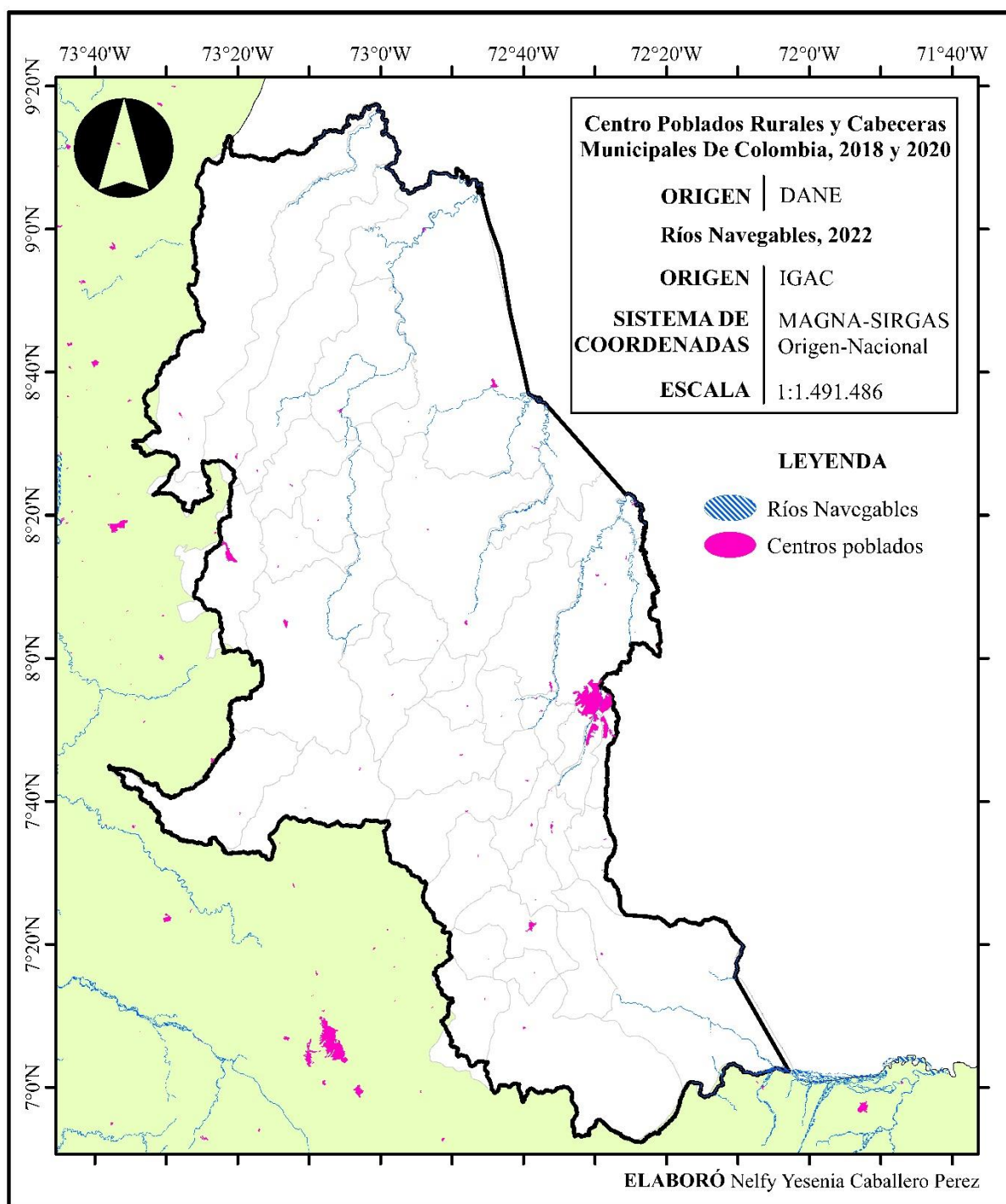
Morgan, A., y Sanderson, E. W. (2008). Rescaling the Human Footprint: A tool for conservation planning at an ecoregional scale. *Landscape and Urban Planning*, 87(1), 42–53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.04.005>

Anexos

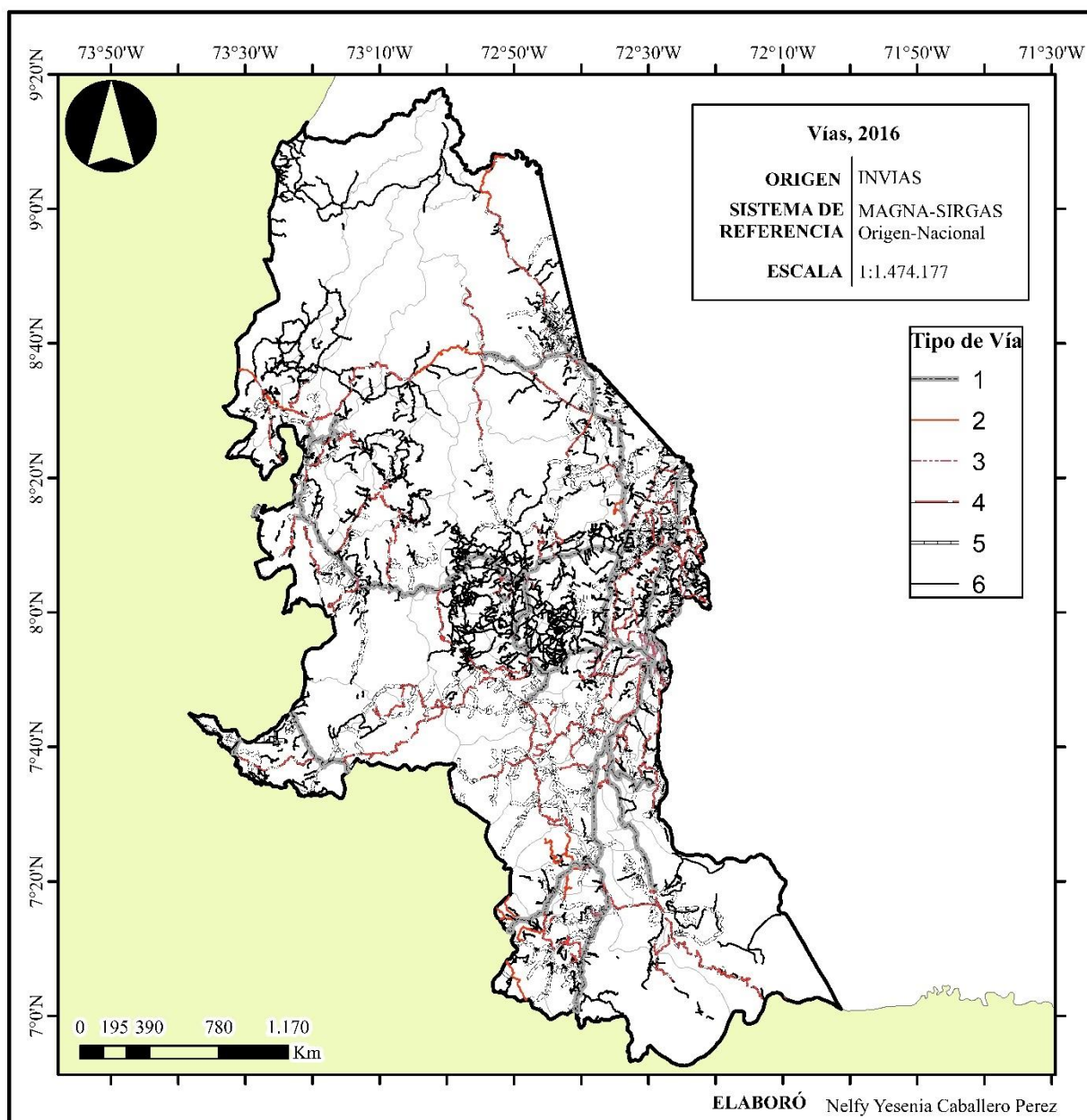
Anexo A. Mapa de áreas protegidas de Norte de Santander (Fuente: RUNAP, 2022).



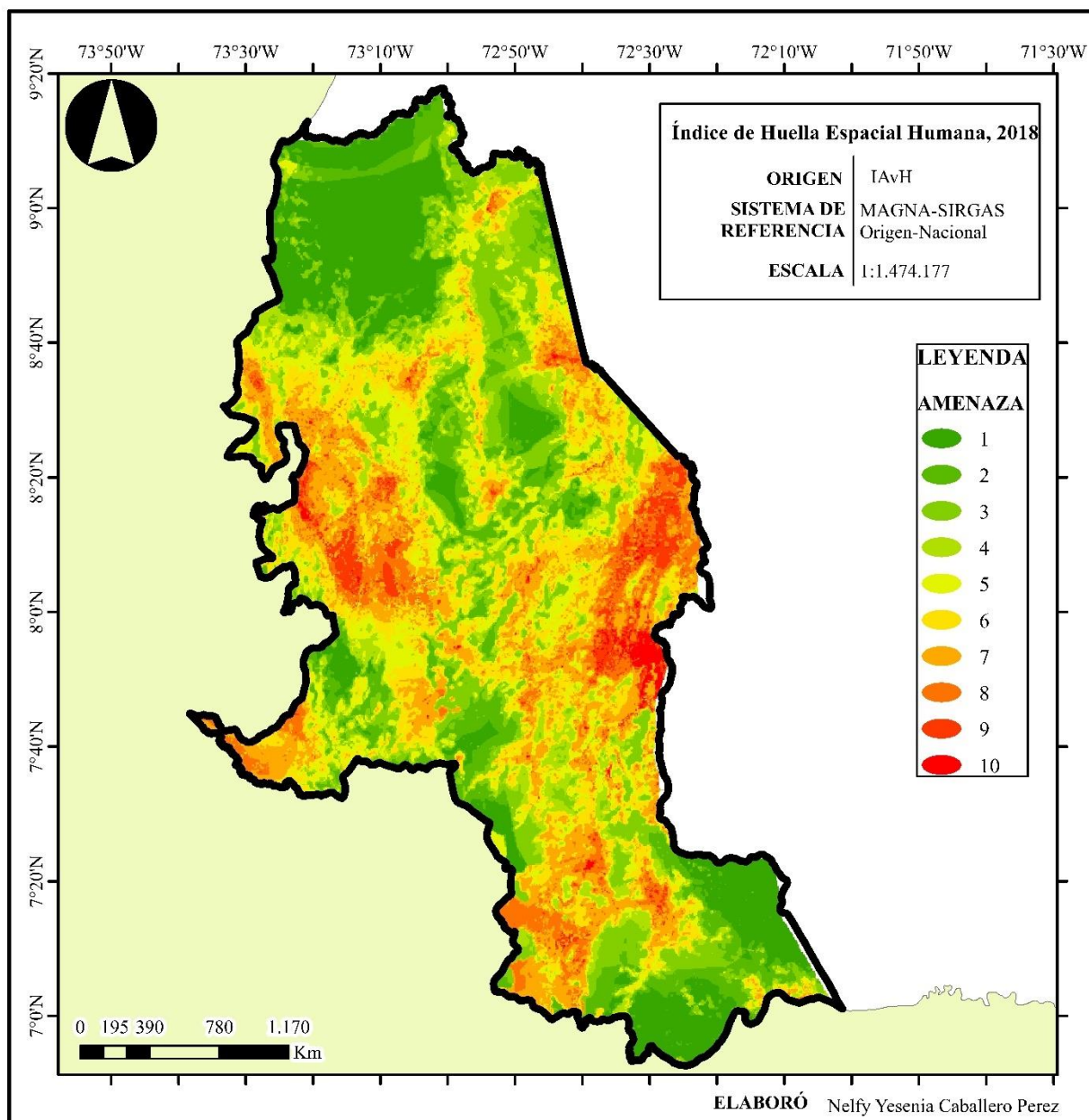
Anexo B. Centros poblados (Centros Poblados Rurales de Colombia, IDEAM 2018 y Centros poblados y cabeceras municipales de Colombia, IDEAM 2020) y ríos navegables (IGAC, 2022) de Norte de Santander.



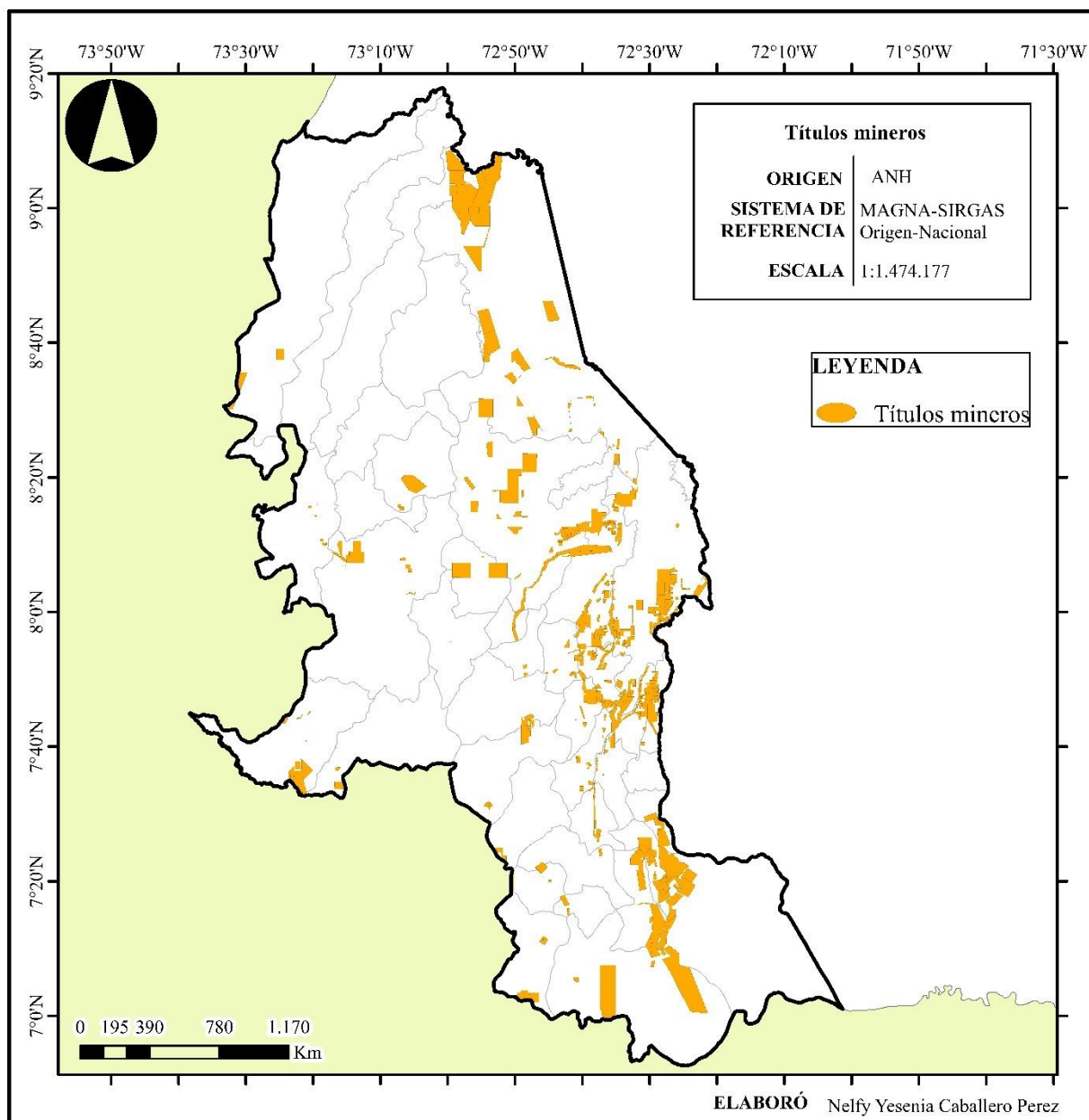
Anexo C. Vías de Norte de Santander en sus diferentes tipos (Fuente: INVIAS, 2016).



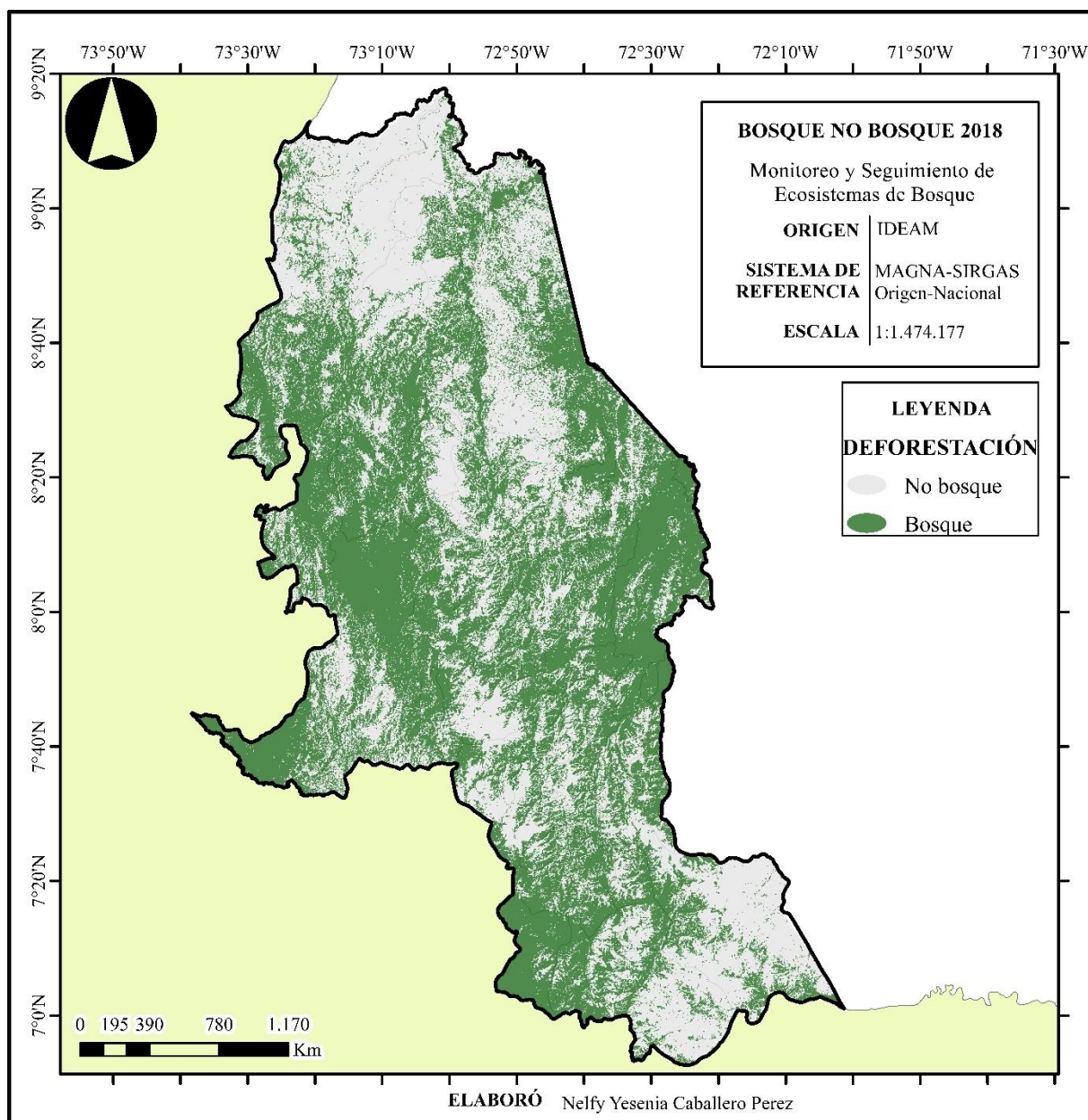
Anexo D. Índice de Huella Espacial Humana, muestra la intensidad del impacto de las actividades humanas en una escala de 1 a 10 (Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAvH, 2018).



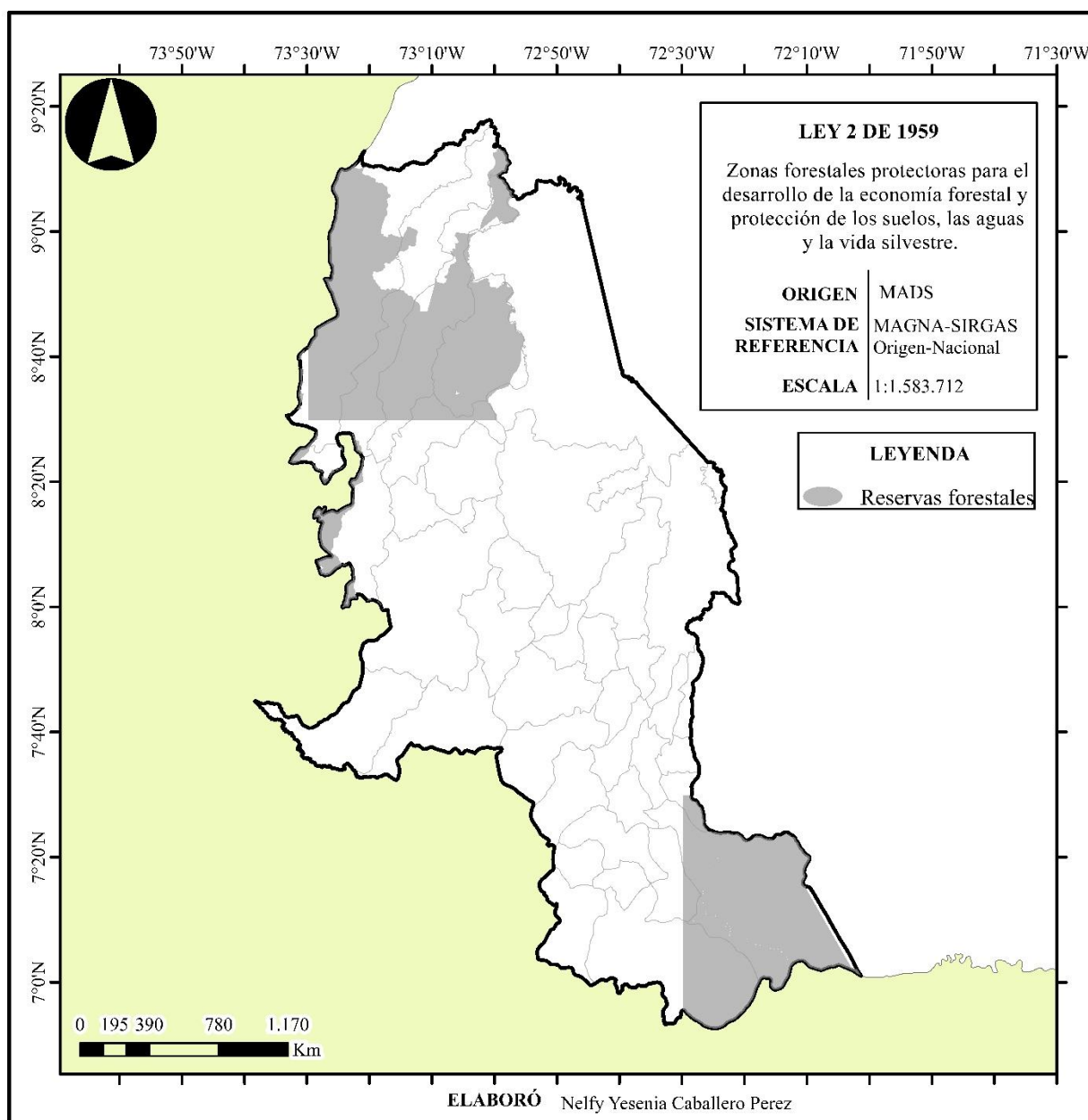
Anexo E. Títulos mineros de Norte de Santander en sus diferentes estados ya sean activos, suspendidos o terminados (Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH).



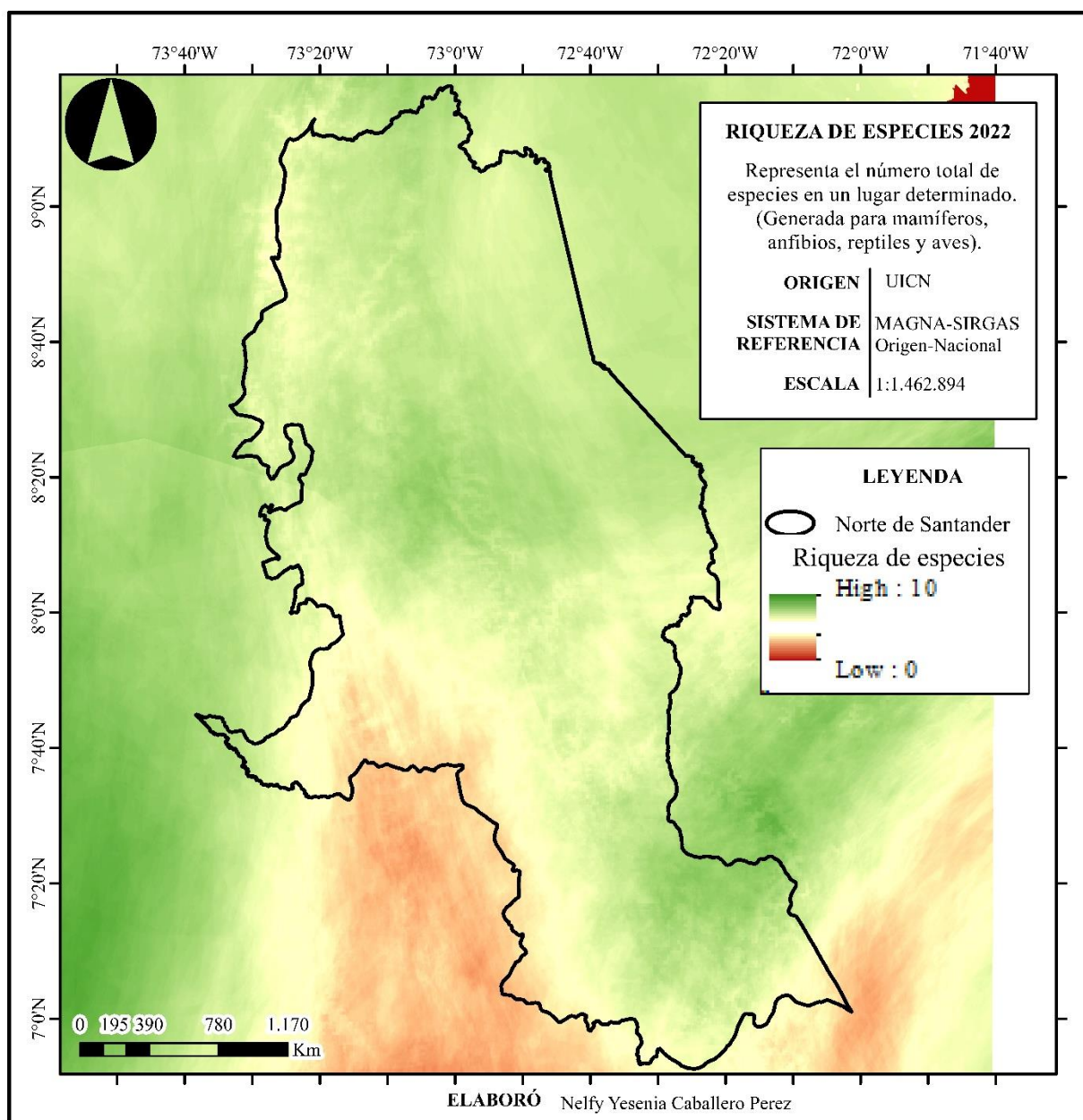
Anexo F. Deforestación en Norte de Santander, Colombia (Fuente: Bosquenobosque Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2018).



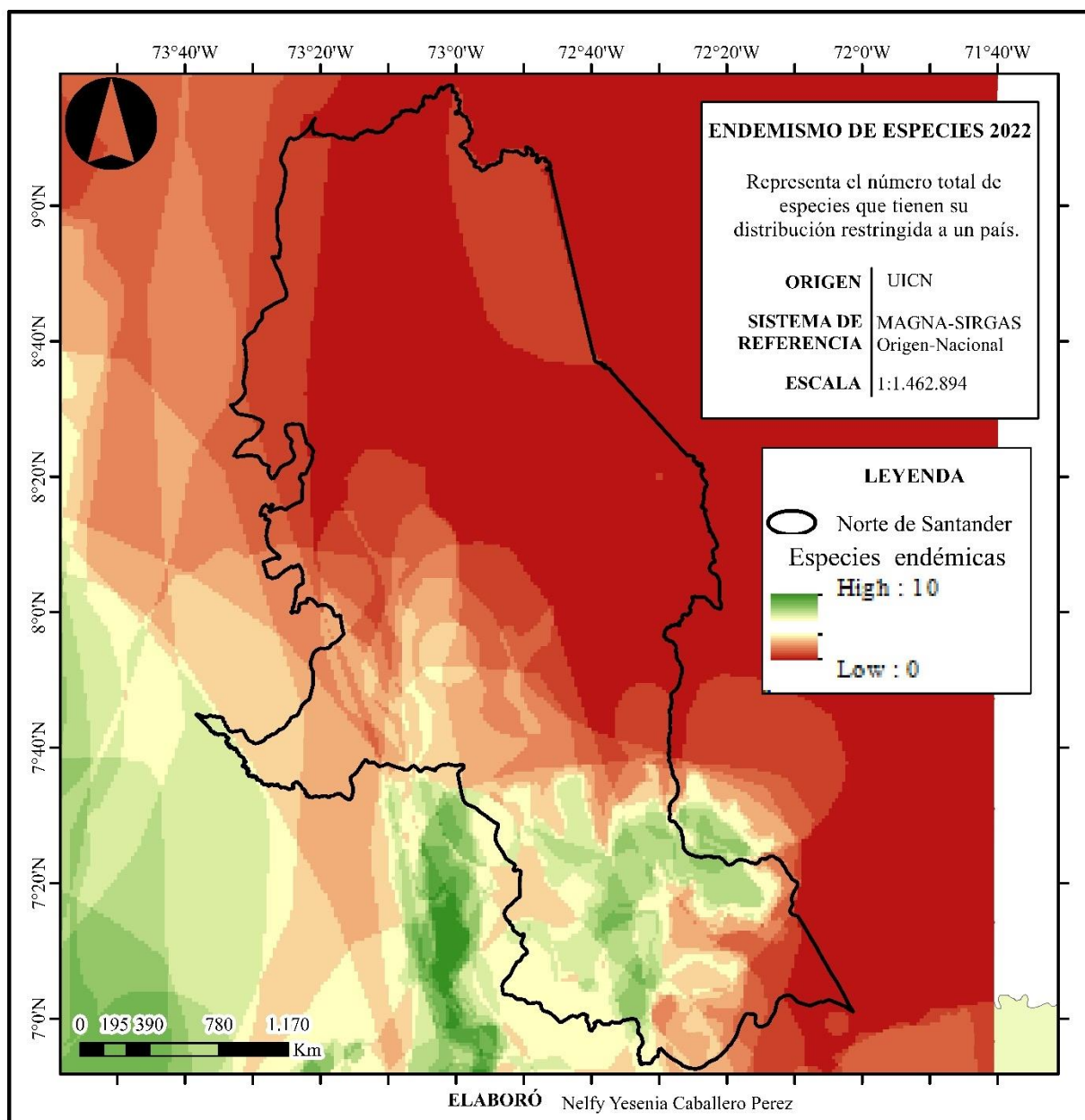
Anexo G. Reservas forestales de la Ley 2 de 1959 (Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2022).



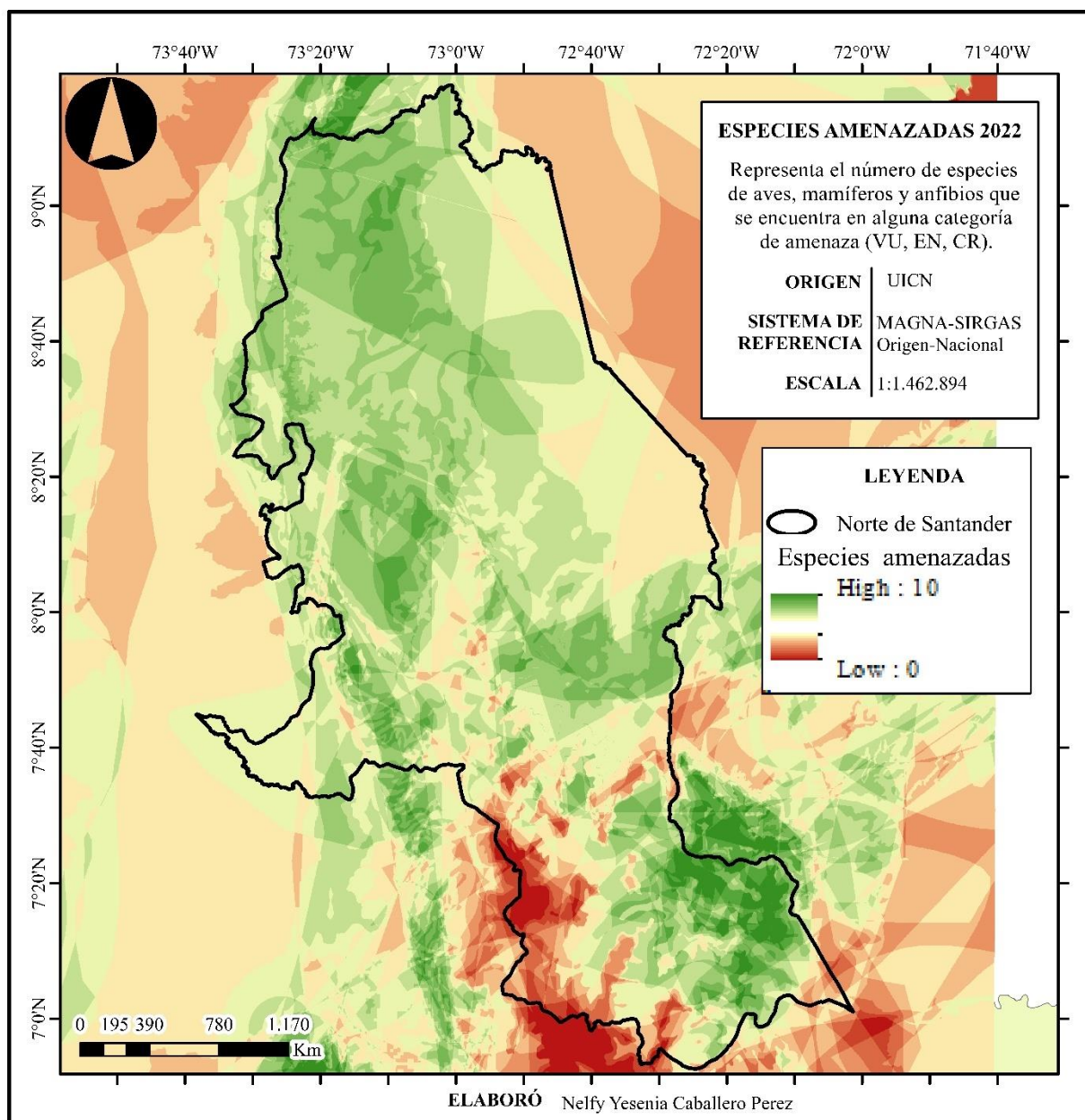
Anexo H. Riqueza de especies para el departamento Norte de Santander generado a partir de los mapas de distribución de mamíferos, aves, reptiles y anfibios (Fuente: UICN, 2022).



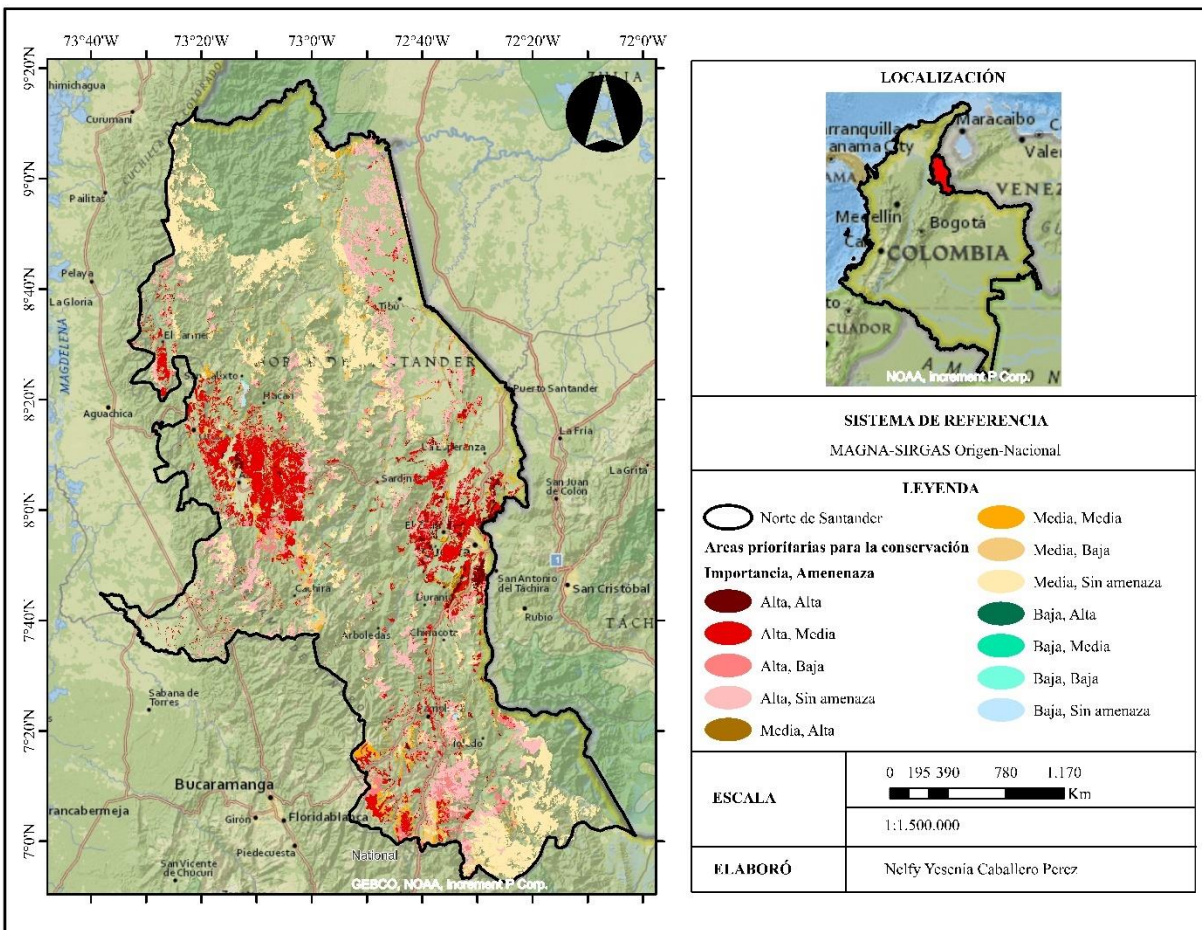
Anexo I. Endemismo de especies para mamíferos, aves, reptiles y anfibios con distribución dentro de los límites de Colombia (Fuente: UICN, 2022).



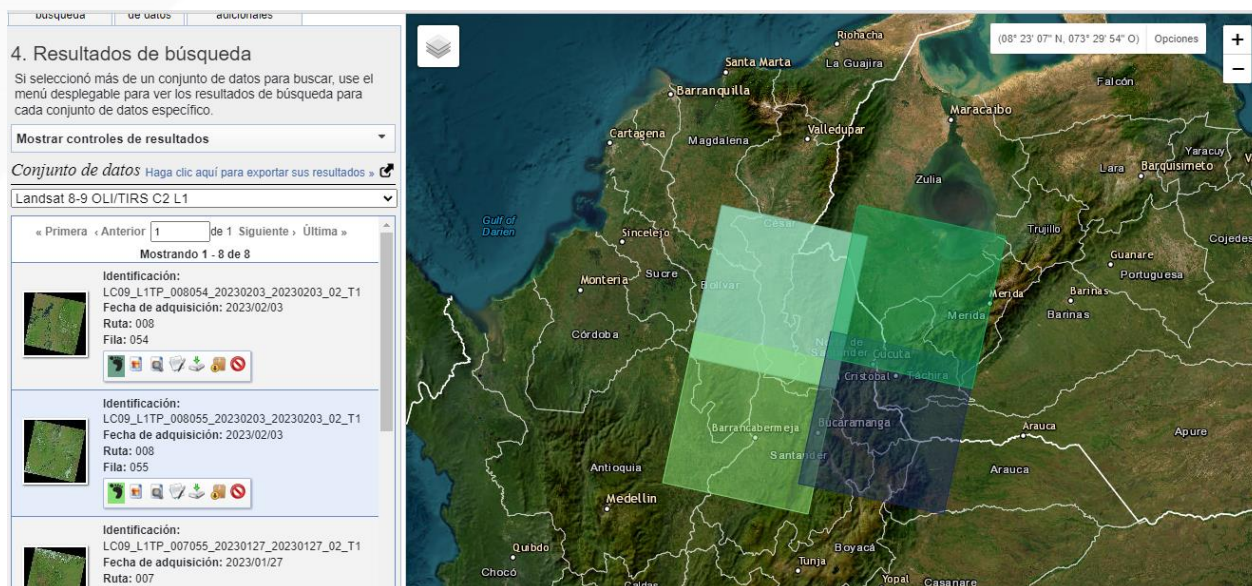
Anexo J. Especies con algún grado de amenaza, Vulnerable (VU), En peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR) según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (2022).



Anexo K. Resultados de los modelos de Importancia (Alta, Media y Baja), Urgencia o Amenaza (Alta media, Media, Baja y Sin Amenaza) y Oportunidad (Oportuno y No oportuno) dentro del departamento Norte de Santander-Colombia.



Anexo L. Resultado búsqueda de imágenes satelitales Landsat 8-9 en <https://earthexplorer.usgs.gov/>



Anexo M. Imágenes satelitales del área de estudio

PATH ROW	TIPO IMAGEN	CÓDIGO IMAGEN SATELITAL	FECHA (DD/MM/AA)
007-54	TIF	LC09_L1TP_007054_20230503_20230503_02_T1_B4	03/05/23
007-54	TIF	LC09_L1TP_007054_20230503_20230503_02_T1_B5	03/05/23
007-55	TIF	LC09_L1TP_007055_20230127_20230127_02_T1_B4	27/01/23
007-55	TIF	LC09_L1TP_007055_20230127_20230127_02_T1_B5	27/01/23
007-55	TIF	LC09_L1TP_007055_20230503_20230503_02_T1_B4	03/05/23
007-55	TIF	LC09_L1TP_007055_20230503_20230503_02_T1_B5	03/05/23
008-54	TIF	LC08_L1TP_008054_20230619_20230629_02_T1_B4	19/06/23
008-54	TIF	LC08_L1TP_008054_20230619_20230629_02_T1_B5	19/06/23
008-54	TIF	LC09_L1TP_008054_20230713_20230713_02_T1_B4	13/07/23
008-54	TIF	LC09_L1TP_008054_20230713_20230713_02_T1_B5	13/07/23
008-55	TIF	LC09_L1TP_008055_20230219_20230309_02_T1_B4	19/02/23
008-55	TIF	LC09_L1TP_008055_20230219_20230309_02_T1_B5	19/02/23
008-55	TIF	LC08_L1TP_008055_20230619_20230629_02_T1_B4	19/06/23
008-55	TIF	LC08_L1TP_008055_20230619_20230629_02_T1_B4	19/06/23

Anexo N. NDVI para cada uno de los municipios del departamento.

Nombre del Municipio	Clases no vegetales	Tierra desnuda	Vegetación abierta	Vegetación cerrada muy saludable	Vegetación cerrada saludable	Vegetación dispersa	Total, general
Abrego		1,38 ha	134,35 ha	15290,70 ha	2744,09 ha	8,31 ha	18178,82 ha
Arboledas		0,12 ha	1,47 ha	967,69 ha	26,58 ha	0,28 ha	996,14 ha
Bochalema				3149,57 ha	38,01 ha		3187,58 ha
Bucarasica			1,23 ha	1991,18 ha	49,32 ha		2041,73 ha
Cáchira		0,08 ha	5,78 ha	7437,78 ha	713,72 ha	0,17 ha	8157,53 ha
Cácota	1,51 ha	0,36 ha	4,32 ha	879,76 ha	664,30 ha	0,18 ha	1550,42 ha
Chinacota			4,78 ha	606,68 ha	37,75 ha	0,86 ha	650,07 ha
Chitagá	3,02 ha	9,75 ha	624,48 ha	16019,03 ha	7386,20 ha	19,62 ha	24062,09 ha
Convención			1,88 ha	336,12 ha	22,58 ha	0,03 ha	360,60 ha
Cúcuta		1,97 ha	16,44 ha	4886,55 ha	253,64 ha	5,43 ha	5164,04 ha
Cucutilla			0,11 ha	3972,92 ha	139,29 ha	0,01 ha	4112,32 ha
Durania		0,27 ha	1,28 ha	739,19 ha	9,00 ha	0,49 ha	750,23 ha
El Carmen			44,78 ha	5445,03 ha	361,22 ha	3,25 ha	5854,27 ha
El Tarra				85,61 ha	3,36 ha		88,98 ha
El Zulia		0,01 ha	15,58 ha	5027,87 ha	193,80 ha	2,29 ha	5239,55 ha
Gramalote				85,86 ha			85,86 ha
Hacarí		0,00 ha	14,52 ha	3701,69 ha	101,83 ha	3,31 ha	3821,34 ha
Herrán		0,17 ha	0,52 ha	287,53 ha	125,07 ha		413,28 ha
La Esperanza		0,22 ha	6,40 ha	4390,61 ha	92,24 ha	8,66 ha	4498,14 ha
La Playa			1,01 ha	1726,55 ha	82,44 ha		1810,00 ha
Labateca	1,08 ha	0,66 ha	14,94 ha	5969,26 ha	2194,32 ha	1,01 ha	8181,27 ha
Los Patios	0,11 ha	0,18 ha	7,57 ha	2415,22 ha	73,04 ha	1,16 ha	2497,28 ha
Lourdes				268,94 ha	3,29 ha		272,22 ha
Mutiscua			0,62 ha	567,52 ha	55,92 ha	0,01 ha	624,08 ha
Ocaña		0,06 ha	11,55 ha	2646,24 ha	96,37 ha	2,85 ha	2757,07 ha
Pamplona		0,01 ha	0,61 ha	2151,50 ha	588,61 ha	0,11 ha	2740,84 ha
Pamplonita			0,92 ha	725,29 ha	268,90 ha		995,12 ha
Ragonvalia				307,04 ha	9,30 ha		316,34 ha
Rionegro				0,01 ha			0,01 ha
Salazar		0,04 ha	0,14 ha	1255,94 ha	7,62 ha	0,09 ha	1263,82 ha
San Calixto			1,34 ha	533,89 ha	14,26 ha	0,95 ha	550,44 ha
San Cayetano		0,07 ha	0,84 ha	1008,47 ha	29,57 ha	0,17 ha	1039,12 ha
Santiago			3,11 ha	967,19 ha	23,26 ha	0,29 ha	993,85 ha
Sardinata	1,46 ha	6,51 ha	71,48 ha	9123,86 ha	628,73 ha	19,23 ha	9851,27 ha
Silos	0,80 ha	0,45 ha	535,59 ha	331,31 ha	2007,55 ha	0,27 ha	2875,98 ha
Teorama			9,53 ha	960,22 ha	32,43 ha	0,97 ha	1003,16 ha
Tibú	5,15 ha	4,36 ha	183,40 ha	34427,57 ha	2459,88 ha	13,94 ha	37094,30 ha
Toledo	0,28 ha	6,42 ha	17,32 ha	7420,58 ha	466,78 ha	8,24 ha	7919,63 ha
Villa Caro	0,09 ha	2,45 ha	46,84 ha	2332,68 ha	574,52 ha	3,82 ha	2960,39 ha
Villa Del Rosario			9,26 ha	911,98 ha	69,39 ha	0,12 ha	990,75 ha
Total, general	13,51 ha	35,54 ha	1793,95 ha	151352,61 ha	22648,19 ha	106,12 ha	175949,92 ha

Anexo O. Formato de encuesta basada en la metodología RAPPAM de la WWF

1. Información Básica			
a) Nombre del área protegida (AP):			
b) Fecha de establecimiento del AP:			
c) Extensión (en hectáreas) del AP:			
d) Nombre del responsable en responder la encuesta:			
e) Fecha de conclusión de la encuesta:			
f) Objetivos específicos de manejo:			
g) Actividades críticas del área protegida (AP):			
2. Presiones y Amenazas			
Por favor mencione las presiones y amenazas que son evidentes en el AP, descríbalas brevemente y responda los siguientes ítems como corresponda.			
a) Presiones:			
☐ Ha habido presiones	☐ No ha habido presión en los últimos 5 años		
En los últimos 5 años esta actividad tuvo:			
☐ Incremento fuerte	Alcance	Impacto	Permanencia
☐ Incremento leve	☐ Generalizado (>50%)	☐ Severo	☐ Permanente (>100 años)
☐ Se mantuvo	☐ Extendido (15-50%)	☐ Alto	☐ De largo plazo (20-100 años)
☐ Disminución leve	☐ Aislado (5-15%)	☐ Moderado	☐ De mediano plazo (5-20 años)
☐ Disminución fuerte	☐ Localizado (<5%)	☐ Leve	☐ De corto plazo (<5 años)
b) Amenaza:			
☐ Será	☐ No será amenaza en los próximos 5 años		
La probabilidad de que la amenaza se haga efectiva es:			
☐ Muy alta	Alcance	Impacto	Permanencia
☐ Alta	☐ Generalizado (>50%)	☐ Severo	☐ Permanente (>100 años)
☐ Mediana	☐ Extendido (15-50%)	☐ Alto	☐ De largo plazo (20-100 años)
☐ Baja	☐ Aislado (5-15%)	☐ Moderado	☐ De mediano plazo (5-20 años)
☐ Muy baja	☐ Localizado (<5%)	☐ Leve	☐ De corto plazo (<5 años)

3. Importancia biológica				
s	m/s	m/n	n	NOTAS
☐	☐	☐	☐	a) El AP contiene un número relativamente alto de especie en algún grado de amenaza según categoría de UICN.
☐	☐	☐	☐	b) El AP contiene un número relativamente alto de especies endémicas.
☐	☐	☐	☐	c) El AP tiene un grado relativamente alto de biodiversidad.
☐	☐	☐	☐	d) El AP desempeña una función crítica en términos de paisaje.
☐	☐	☐	☐	e) El AP contiene el rango completo de diversidad en términos de plantas y animales
☐	☐	☐	☐	f) El AP contribuye de manera significativa a la representatividad del sistema de AP.
☐	☐	☐	☐	g) El AP alberga poblaciones viables mínimas de especies clave.
☐	☐	☐	☐	h) La diversidad estructural del AP es consistente con las normas históricas.
☐	☐	☐	☐	i) El AP incluye ecosistemas cuyo rango histórico ha sido drásticamente reducido.
☐	☐	☐	☐	j) El AP mantiene el rango completo de los procesos naturales y regímenes de disturbios.
s = Sí		m/s = mayormente sí		m/n = mayormente no
n = no				
4. Vulnerabilidad				
s	m/s	m/n	n	NOTAS
☐	☐	☐	☐	a) Es difícil realizar un monitoreo de las actividades ilegales dentro del AP
☐	☐	☐	☐	b) La aplicación de leyes es baja en la región
☐	☐	☐	☐	c) La corrupción y los sobornos son comunes en toda la región
☐	☐	☐	☐	d) La región en donde se encuentra el AP está atravesando disturbios civiles y/o inestabilidad política
☐	☐	☐	☐	e) Las prácticas culturales, creencias y usos tradicionales entran en conflicto con los objetivos del AP.
☐	☐	☐	☐	f) Existe una fuerte demanda de los recursos vulnerables del AP
☐	☐	☐	☐	g) El director del AP es presionado a explotar impropiamente los recursos del área.
s = Sí		m/s = mayormente sí		m/n = mayormente no
n = no				
5. Objetivos				
s	m/s	m/n	n	NOTAS
☐	☐	☐	☐	a) Los objetivos del AP contemplan la protección y la conservación de la biodiversidad.
☐	☐	☐	☐	b) Los objetivos específicos relacionados a la biodiversidad son claramente expresados en el plan de manejo
☐	☐	☐	☐	c) Las políticas y planes de manejo son consistentes con los objetivos con los objetivos del AP
☐	☐	☐	☐	d) Los empleados y administradores del AP comprender los objetivos y políticas de esta
☐	☐	☐	☐	e) Las comunidades locales apoyan los objetivos generales del AP.
s = Sí		m/s = mayormente sí		m/n = mayormente no
n = no				

6. Diseño del sistema de áreas protegidas en Norte de Santander				
Tener en cuenta que las preguntas de esta sección se refieren como sistemas de AP de Norte de Santander a todas aquellas áreas registradas en el RUNAP y que se pueden clasificar dentro de algunas de las categorías establecidas por la UICN.				
s	m/s	m/n	n	NOTAS
☐	☐	☐	☐	a) Considera que el sistema de AP de representa adecuadamente toda la diversidad de los ecosistemas dentro de la región
☐	☐	☐	☐	b) El sistema de AP protege adecuadamente a cualquier especie de la extinción o extirpación
☐	☐	☐	☐	c) El sistema de AP consiste principalmente en ecosistemas ejemplares e intactos.
☐	☐	☐	☐	d) Los sitios de alto valor para la conservación de especies clave están protegidos sistemáticamente
☐	☐	☐	☐	e) El sistema de AP mantiene procesos naturales a nivel de paisaje
☐	☐	☐	☐	f) El sistema de AP incluye la protección de áreas de transición entre ecosistemas
☐	☐	☐	☐	g) El sistema de AP incluye una gama completa de diversidad sucesoria.
☐	☐	☐	☐	h) Los sitios de alta biodiversidad son sistemáticamente protegidos.
☐	☐	☐	☐	i) Los sitios con alto endemismo son sistemáticamente protegidos.
☐	☐	☐	☐	j) La planificación y configuración del sistema de AP optimiza la conservación de la biodiversidad.
s = Sí		m/s = mayormente sí		m/n = mayormente no
				n = no

Anexo P. Ficha técnica de las encuestas dirigidas a las AP

Realizado por:	Nelfy Yesenia Caballero Perez
Nombre de la Encuesta	Encuesta metodología RAPPAM
Ámbito o área de cobertura	Regional, Departamento Norte de Santander
Universo (Mercado potencial)	Administradores de las AP existentes en el departamento Norte de Santander que se encuentran registradas en el RUNAP
Unidad de muestreo:	AP de diferentes categorías
Fecha de creación	16/10/2023
Fecha de aplicación	20/10/2023
Tamaño (número de preguntas)	14
Técnica de recolección de datos	Encuesta correo electrónico
Método de muestreo	Muestreo digital
Objetivo de la encuesta	Evaluar el papel de las áreas protegidas actuales en el departamento de Norte de Santander e identificar la efectividad en gerencia y el rol que ejercen las áreas protegidas de Norte de Santander con relación a la conservación y gestión de la biodiversidad.
Nº de preguntas formuladas	51
Tipo de preguntas aplicadas	Abiertas = 9 Cerradas = 42 con opción de adicionar notas.

