

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	i(133)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MIRSLEYN SANJUAN ROJAS GHORDAN ALBERTO TELLEZ SABBAGH		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	JUAN CARLOS HERNANDEZ CRIADO		
TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE COMO HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN DEL ÁREA NATURAL DENOMINADA “RESERVA NATURAL DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA” MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA PRESENTE INVESTIGACIÓN PERMITIÓ EL ANÁLISIS DEL ESTADO DE FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE DEL ÁREA DENOMINADA “RESERVA NATURAL DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA” EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE COBERTURAS DE LA TIERRA (2006 – 2016) Y EL USO DEL SOFTWARE FRAGSTATS, ASÍ MISMO LA CUANTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PROCESOS DE FRAGMENTACIÓN QUE EVIDENCIAN EL CAMBIO A NIVEL ESTRUCTURAL QUE HA TRANSCURRIDO EN EL ECOSISTEMA DE BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO (BH-PM) PERTENECIENTE AL ÁREA DE ESTUDIO, LA CUAL SE HA CATALOGADO COMO PAISAJE SALPICADO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 133	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 19	CD-ROM: 1



ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE COMO HERRAMIENTA DE
CONSERVACIÓN DEL ÁREA NATURAL DENOMINADA “RESERVA NATURAL DE
LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA” MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE
SANTANDER, COLOMBIA.

AUTORES

MIRSLEYN SANJUAN ROJAS

GHORDAN ALBERTO TELLEZ SABBAGH

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director:

JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CRIADO

Ingeniero Ambiental, MSc. en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Febrero de 2017

DEDICATORIA

A Dios, por ser nuestro guía en el camino.

A nuestros padres y hermanos, por su esfuerzo y dedicación por todos los años.

A nuestros profesores, por educarnos y compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de todo corazón a las personas que fueron, son y serán en nuestras vidas, a ellos, muchas gracias....

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Análisis de la fragmentación del paisaje como herramienta de conservación del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Delimitación.....	7
Capítulo 2: Marco Referencial.....	11
2.1 Marco Histórico.....	11
2.2 Marco Contextual.....	17
2.3 Marco Conceptual.....	19
2.3.1 Ecología del paisaje.....	19
2.3.2 Paisaje.....	20
2.3.3 Ecosistemas.....	20
2.3.4 Áreas protegidas.....	21
2.3.5 Fragmentación.....	22
2.3.6 Matriz.....	25
2.3.7 Métricas del paisaje.....	25
2.3.8 Fragstats.....	26
2.3.9 Teledetección.....	27
2.3.10 Sistema de Información Geográfica.....	27
2.3.11 Shapefile.....	28
2.3.12 Raster.....	28
2.3.13 Resolución espacial y temporal.....	28
2.4 Marco Teórico.....	29
2.5 Marco Legal.....	33
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	39
3.1 Tipo de Investigación.....	39
3.2 Población.....	40
3.3 Muestra.....	40
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	41
Capítulo 4: Resultados.....	48

4.1 Estructura espacial del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.....	48
4.2 Coberturas de las tierras del área de estudio “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” para los años 2006 –2016.....	71
4.3 Métricas del paisaje del área de estudio “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.....	85
Capítulo 5: Conclusiones.....	94
Capítulo 6: Recomendaciones.....	97
Referencias.....	90
Apéndices.....	110
Apéndice A.....	110
Apéndice B.....	111
Apéndice C.....	115
Apéndice D.....	117
Apéndice E.....	118
Apéndice F.....	119
Apéndice G.....	121

Lista de tablas

Tabla 1. Marco constitucional colombiano.....	34
Tabla 2. Marco legal general Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.....	35
Tabla 3. Aplicación de las bandas SPOT.....	42
Tabla 4. Aplicación de las bandas LANDSAT.....	43
Tabla 5. Bandas espectrales ALOS.....	43
Tabla 6. Métricas del paisaje o indicadores de fragmentación.....	47
Tabla 7. Coordenadas planas del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma.....	48
Tabla 8. Características físicas de los mojones.....	51
Tabla 9. Pendientes media y compleja.....	53
Tabla 10. Dato meteorológico de precipitación.....	65
Tabla 11. Dato meteorológico de temperatura.....	65
Tabla 12. Variables meteorológicas.....	70
Tabla 13. Coberturas de la Tierra para el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”	72
Tabla 14. Matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2006 – 2014..	80
Tabla 15. Resumen de la matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2006 – 2014.....	81
Tabla 16. Matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2014 – 2016..	82
Tabla 17. Resumen de la matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2014 – 2016.....	83
Tabla 18. Métricas del paisaje para el año 2016.....	88
Tabla 19. Índice de forma del paisaje (LSI – Landscape Shape Index)	90
Tabla 20. Métricas del paisaje para los años 2006 y 2016.	92
Tabla 21. Índice del Grado de Fragmentación.....	92

Lista de figuras

Figura 1. Fragmentación del paisaje por país en el año 2009.....	12
Figura 2. Cambios en el uso del suelo entre 1988 - 1989 y 2003 - 2004 en 4 áreas piloto ubicada en ambas márgenes del Río Uruguay.....	13
Figura 3. Fragmentación de algunos ecosistemas terrestres en México en los años 1976 – 2007.	15
Figura 4. Ubicación general del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia...	18
Figura 5. Procesos de fragmentación de los ecosistemas naturales.....	24
Figura 6. Localización general del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia...	49
Figura 7. Pendiente media y compleja del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	52
Figura 8. Tipo de paisaje del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	54
Figura 9. Tipo de relieve del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	56
Figura 10. Clase agrológica del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.	58
Figura 11. Cuencas e hidrografía del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia...	61
Figura 12. Isoyetas del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	66
Figura 13. Isotermas del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.....	67
Figura 14. Variables meteorológicas para la determinación de la Evapotranspiración de referencia (ET _o).....	69
Figura 15. Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital ALOS para el año 2006 del área de estudio.....	75
Figura 16. Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital SPOT 7 para el año 2014 del área de estudio.....	76
Figura 17. . Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital SAS PLANET para el año 2016 del área de estudio.....	77
Figura 18. Bloc de notas empleado en el software Fragstats.....	86
Figura 19. Interfaz de trabajo del programa Fragstats.....	87

Introducción

La fragmentación de los ecosistemas es el proceso por el cual un hábitat se degrada progresivamente considerándose una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad, ya que genera cambios en la dinámica espacio-temporal, en los atributos ecosistémicos y disminución de los servicios ambientales que estas ofrecen (Sarmiento *et al.*, 2002). Así mismo la fragmentación indica alteraciones a nivel de paisaje donde los ecosistemas son más pequeños, complejos y aislados, razón por la cual debe comprenderse como la interacción de los fragmentos con la matriz transformada. Es así que por medio de un análisis de la fragmentación se pueden cuantificar los cambios por los que ha transcurrido la estructura de la matriz a través de las métricas o indicadores del paisaje (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010; Altamirano, Echeverría y Lara, 2007, Sarmiento *et al.*, 2002).

El área de estudio del presente trabajo de investigación es denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” ubicada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia en la zona de vida: Bosque húmedo Premontano bh-Pm y zona de transición de Bosque seco a Bosque Húmedo. Su principal limitante es la carencia de investigaciones sobre el estado de los ecosistemas presentes, por esto no se cuenta con información sobre la fragmentación del paisaje que permita cuantificar los cambios temporales y espaciales de las coberturas vegetales presentes en ella.

Este trabajo de grado tuvo como fin analizar la fragmentación del área de estudio, a partir de la implementación de imágenes satelitales, herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la elaboración de mapas de coberturas y métricas del paisaje por medio del software Fragstats v. 4.2.

Capítulo 1. Análisis de la fragmentación del paisaje como herramienta de conservación del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.

1.1 Planteamiento del problema

El área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se encuentra ubicada en la vereda Agua de la Virgen del municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia; catalogada como un relicto de Bosque Húmedo Premontano Bajo bh- MB, esta zona se caracteriza por presentar un relieve quebrado con fuertes pendientes mayores al 25%, suelos afectados por erosión ligera hasta severa, remoción en masas, reptación y escurrimiento difuso (Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander, 2011; Fundación ProAves, s.f.), comprende alturas que van de 668 a 1702 m.s.n.m., con rangos de temperatura entre 17 a 24°C y una pluviosidad entre 1000 a 2000 milímetros siendo este un ecosistema estratégico para el abastecimiento de agua del acueducto municipal de Ocaña (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012). Así mismo la zona se considera un área de amortiguación perteneciente a la microcuenca del Río Tejo (Fundación ProAves, s.f.).

La zona de trabajo “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, no cuenta con un análisis de la fragmentación del paisaje que permita cuantificar los cambios temporales y espaciales de las coberturas vegetales (Sarmiento, Galán, Mesa, Castaño,

Delgado y Ariza, 2002), la presencia de infraestructura vial en el área natural conlleva a procesos de fragmentación considerándose esta una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad, que indica cambios a nivel de paisaje en el cual un ecosistema se subdivide en fragmentos más pequeños, complejos y aislados (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010), como resultado de las actividades humanas y los procesos naturales, alterando la composición, estructura y función del ecosistema (Sarmiento *et al.*, 2002). La fragmentación interviene en la conectividad del paisaje y facilita la presencia de relictos, la estocasticidad demográfica, la endogamia entre las poblaciones que reduce la tasa de natalidad e incrementa la tasa de extinción (Canet, 2007), reduciendo las coberturas boscosas y disipando el área de hábitats naturales (Kattan y Valderrama, 2006), generando un desequilibrio ecológico en las distintas variables físicas y bióticas producto de la intervención antrópica en las unidades paisajísticas, desfavoreciendo la continuidad del ecosistema y la integridad del paisaje (Díaz, 2006).

Estas afectaciones limitan la perpetuación de las especies faunísticas y florísticas presentes en el área de estudio, destacando la población de *Clytoctantes alixii* (Hormiguero pico de hacha) (Herrera y Rincón, 2014) descrita según el Libro Rojo de Aves de Colombia y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) de acuerdo al grado de amenaza de extinción en la categoría: En Peligro (EN) (Collar *et al.*, 1996, citado por Renjifo, Franco, Amaya, Kattan y López, 2002).

Pinto y Ruiz de Centurión (2010) refieren que la fragmentación del paisaje conlleva a la formación de parches con diferentes tamaños y formas, grados de disturbio y

aislamiento, conformando una matriz del paisaje distinta, en la cual se genera efecto de borde, pérdida de flora y fauna, distribución espacial de especies, disminución de la disponibilidad y calidad de habitats que ocurre de manera rápida y progresiva. Así mismo Bustamante y Grez (1995) afirman que:

Una consecuencia directa de la fragmentación de bosques son los cambios en la abundancia y composición de especies. Por otra parte, la reducción y el aislamiento del bosque remanente pueden llevar a una reducción en los números poblacionales de las especies que habitan los fragmentos, ya sea por un aumento de la mortalidad o por aumento en las emigraciones de los individuos (p. 59-60).

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el estado de fragmentación del paisaje del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia?

Desde el punto de vista de la ecología del paisaje la fragmentación se presenta en diferentes grados o estados de afectación que depende directamente de los fenómenos naturales y/o de las intervenciones antropogénicas presentes en un área geográfica delimitada. El área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” puede estar categorizada o clasificada en los diferentes estados de fragmentación conocidos como (I) Paisaje Intacto, (II) Paisaje Salpicado, (III) Paisaje Fragmentado y (IV) Paisaje Relictado (Morera, Pinto y Romero, 2007).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la fragmentación del paisaje como herramienta de conservación del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Reconocer la estructura espacial del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

2. Determinar las coberturas de la tierra del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” en el periodo 2006 - 2016 por medio del procesamiento de imágenes digitales satélites multiespectrales.

3. Analizar los patrones de fragmentación en el área de estudio por medio de métricas del paisaje y plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.4 Justificación

Altamirano, Echeverría y Lara, (2007); Sarmiento *et al.* (2002), afirman que por medio de un análisis de la fragmentación se puede cuantificar los cambios en la estructura de la matriz, siendo esto posible a través de las métricas o indicadores del paisaje. Así mismo Lozano, Rivera y Sierra, (2012); Sarmiento *et al.* (2002), sugieren que abarcar la fragmentación a través de índices, conlleva a un mejor entendimiento y caracterización de la estructura y heterogeneidad espacial y temporal como base objetiva, para proponer políticas de manejo de áreas silvestres, permitiendo una adecuada aproximación a la estructura del ecosistema que resulta manejable en términos de información disponible.

Sarmiento *et al.* (2002) afirman que la fragmentación de ecosistemas es causante de cambios físicos y bióticos en el cual los atributos ecosistémicos (composición, estructura y función) son alterados originando una pérdida de conectividad, efecto de borde y aislamiento de fragmentos; modificando la abundancia de especies e incrementando la vulnerabilidad que representa a su vez mayor pérdida de biodiversidad. Así mismo Rudas, Marcelo, Armenteras, Rodríguez, Morales y Delgado (2007), sugieren que la importancia de entender este fenómeno debe comprenderse desde la interacción entre los fragmentos, relictos y la matriz transformada, generados por la reducción de hábitats y las afectaciones a los procesos ecológicos y los servicios ambientales presentes en el área original (Figuroa y Valencia, 2009). El análisis de la fragmentación se enfoca en la planificación integral del paisaje, con el fin de reconocer la complejidad de los fragmentos a diferentes escalas espacio – temporales, brindando herramientas para la formulación de estrategias

que busquen la conservación y protección de muestras representativas de áreas dentro de un hábitat que ha sido intervenida (Ramos, 2004).

La presente investigación se desarrolla con el fin de analizar la fragmentación presente en el área de estudio denominada “Reversa Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, la cual no se encuentra definida dentro de las categorías propuestas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) (Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales, 2012), de igual forma proveer información respecto al estado de fragmentación en el que se encuentra la zona, siendo un insumo de información primaria para promover futuras investigaciones enmarcadas al desarrollo y conservación del área, al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad y a su vez permitan el reconocimiento de esta zona como un área natural protegida ante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

1.5 Delimitaciones

Las delimitaciones presentes en esta investigación se centran en cuatro grupos, los cuales pueden ser insumo o recursos que permita un óptimo desarrollo durante la fase ejecución.

Delimitaciones geográficas

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó como zona de trabajo la superficie comprendida por los mojones con que se delimita actualmente el área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

Delimitación temporal

Para la ejecución del análisis del estado de fragmentación se estimó un tiempo de 6 meses a partir de la aprobación de la propuesta en el primer semestre del año 2016.

Delimitación Operativa

La presente investigación tuvo como alcance la delimitación geográfica del área, mediante levantamiento directo en campo a través de antena receptora GPS, se empleó tres imágenes multiespectrales y plataforma de Sistema de Información Geográfico (SIG). Así mismo se implementó métricas del paisaje o indicadores de fragmentación como: Área total (CA), Porcentaje del paisaje (PLAND), Perímetro (P), Número de parches (NP), Índice de forma del paisaje (LSI), Densidad de parche (PD), Borde total (TE) y Densidad del borde (ED) mediante la utilización del software FRAGSTATS para su análisis e interpretación.

Delimitación Conceptual

Según Valdés (2011) la fragmentación es la división progresiva de un hábitat continuo en un conjunto de fragmentos o parches aislados y de menor tamaño, los cuales se encuentran inmersos en una matriz de hábitat degradado, cualitativamente muy diferente al original. De igual forma el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (2010); Bustamente y Grez (1995) se refieren al efecto de borde como la interacción de los diferentes elementos del paisaje con el medio adyacente por medio de fronteras físicas con distintas condiciones microclimáticas evidentes. Así mismo Rudas *et al.* (2007) definen el paisaje como un área terrestre compuesta de ecosistemas heterogéneos que interactúan entre sí, conformándose como la unidad mínima cartográfica, además especifican que la ecología del paisaje estudia los atributos ecosistémicos, abarcando la identificación de patrones de heterogeneidad y cambios a través del tiempo, Ramos (2004) afirma que:

La matriz es una extensa área altamente conectada y la cual controla el paisaje o la dinámica regional y puede ser identificada por tres atributos primarios: área, conectividad y control sobre la dinámica del paisaje, que son usados de manera secuencial. El primer y más fácil criterio es el área (p.8).

Los indicadores o métricas del paisaje permiten determinar la composición y la configuración del paisaje en forma individual o conjunta, siendo estos empleados para caracterizar la heterogeneidad espacial y suministrar información objetiva del estado actual del paisaje (Sarmiento *et al.*, 2002), además como herramienta de comprensión, el software

FRAGSTATS (Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps - Programa de Análisis de patrón espacial de mapas categóricos) está diseñado para calcular y analizar una amplia variedad de métricas del paisaje (McGarigal, Marks, Cushman y Ene, 2000)

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1. Marco Histórico

A nivel mundial los procesos de fragmentación se han intensificado en el último siglo, especialmente en los países industrializados y con mayor incremento demográfico, los cuales han degradado el paisaje natural a tal punto que cada vez son más escasos y dispersos los remanentes de hábitats que se ven inmersos en una matriz transformada y explotada por el hombre. La fragmentación vista como el proceso por el cual se disipan las coberturas vegetales conforma pequeños fragmentos que ocurre por causas naturales, sin embargo, son las presiones antrópicas su principal causa (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2013). De acuerdo con Riitters, Wickham, O'Neill, Jones y Smith (2000), la cobertura global que carece de fragmentación es aproximadamente un 35% destacando que a nivel regional Australia Pacífico presenta los más altos índices de fragmentación del mundo con 71% de sus bosques y selvas fragmentados.

Según Agencia Europea de Medio Ambiente (2013), en la última década en el continente Europeo las tasas de fragmentación se han intensificado gracias a los grandes centros urbanos, la industrialización y los corredores de transporte. En cuanto al grado de fragmentación, países como Alemania y los Países bajos ocupan los primeros puestos debido a la creciente expansión urbana policéntrica, seguidos por Bélgica cuyo modelo de urbanización posee tendencias dispersas cada vez más cercanas al campo. Francia por otra parte ocupa el cuarto puesto debido a sus extensas zonas de agricultura intensiva sin montaña. Así mismo República Checa y

Polonia ocupan el quinto y sexto puesto, a pesar de tener un desarrollo poblacional y económico menor, pero cuentan con condiciones topográficas similares a las de Alemania factor que favorece el aumento de la fragmentación. Países como Suiza y Austria que se ven influenciados por el relieve montañoso de los Alpes ocupando los últimos puestos, no obstante, al considerar los Alpes como barreras naturales y eliminarlos al momento de hallar el grado de fragmentación, Suiza ocuparía el puesto 11 y Australia el 18, denotando que son países altamente fragmentados a pesar de poseer topografía montañosa ocurriendo los mayores grados de fragmentación en las llanuras y valles fluviales. Con referencia a los países con menor índice de fragmentación se encuentran Rumania, Suecia y Noruega; siendo Rumania el país más grande del sureste de Europa el cual posee más de 500 zonas protegidas para la conservación de flora y fauna silvestre.

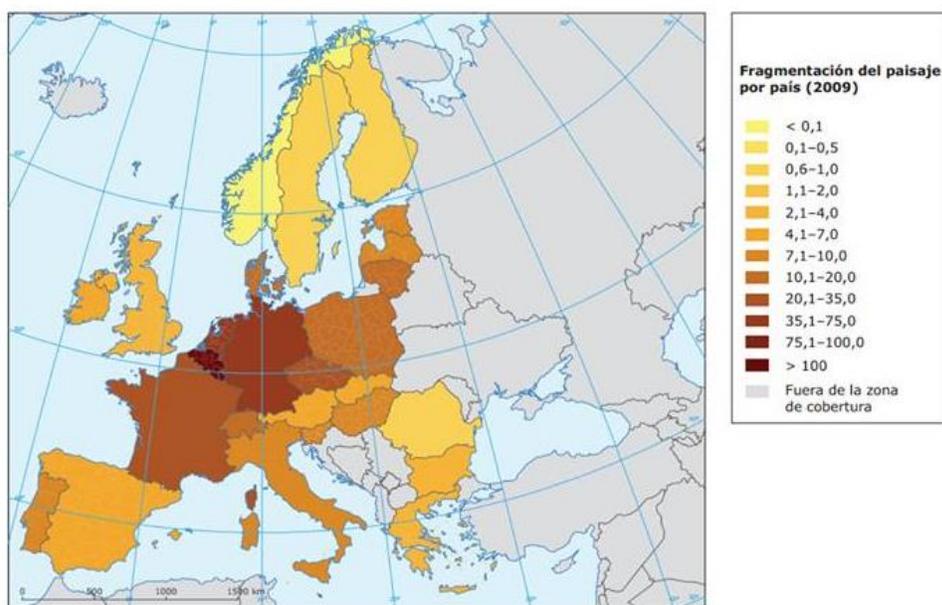


Figura 1. Fragmentación del paisaje por país en el año 2009. Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, 2013.

Con respecto a los procesos de fragmentación en Uruguay; Paruelo, Guershman, Piñeiro, Jobbagy, Verón, Baldi y Baeza (2006), destacan que son estos quienes determinan los cambios de la composición y configuración del paisaje, es decir, la distribución y tipos de coberturas. Afirman que entre los años 1987 a 2004 la fragmentación facilitó el incremento de áreas para cultivo expandiendo la frontera agrícola en márgenes del Río Uruguay en un 30%, pasando de 4,6 millones a 14,2 millones de hectáreas para cultivos anuales y perennes.

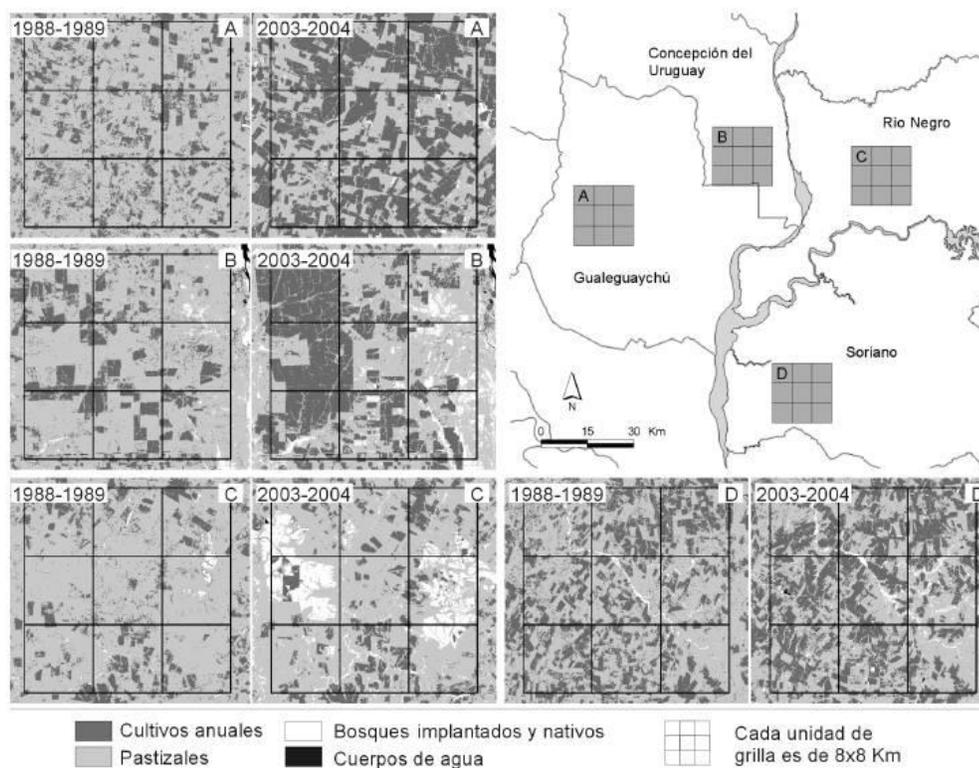


Figura 2. Cambios en el uso del suelo entre 1988 - 1989 y 2003 - 2004 en 4 áreas piloto ubicada en ambas márgenes del Río Uruguay. Fuente: Paruelo, Guershman, Piñeiro, Jobbagy, Verón, Baldi y Baeza, 2006.

Bizama, Torrejón, Aguayo, Muñoz, Echeverría y Urrutia (2011), tras realizar un análisis espacio temporal en la cuenca del Río Aysén basado en información histórica e iconografía de los años 1900 a 1998, concluyen que los procesos de fragmentación han disminuido la cobertura vegetal de bosque nativo en un 23% pasando de 675.419 a 521.463 hectáreas, producto de incendios antrópicos con el fin de establecer terrenos para ganadería extensiva, extracción de materia prima, zonas urbanas. Los cuales han favorecido el aumento de fragmentación disminuyendo el tamaño promedio de los fragmentos en 68% y aumentando la densidad de fragmentos en 119%.

Para el caso de México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013), destaca que al momento de medir el grado de fragmentación se consideran áreas fragmentadas aquellas cuyas coberturas vegetales son menores de 80 km², ya que esta superficie supone las condiciones óptimas para el mantenimiento de la diversidad biológica. De acuerdo a lo anterior, entre los años 1976 a 2007 se constituyeron los bosques mesófilos como los más fragmentados del país con un 62% equivalente a 1,14 millones de hectáreas, seguido de los bosques templados con 18,4 millones de hectáreas correspondiente a un 54%, las selvas presentan una fragmentación del 38% es decir 12,1 millones de hectáreas. En el caso que los ecosistemas de matorrales se conservaron un 80% (40,1 millones de hectáreas) de su superficie, mostraron el menor grado de fragmentación e intervención.

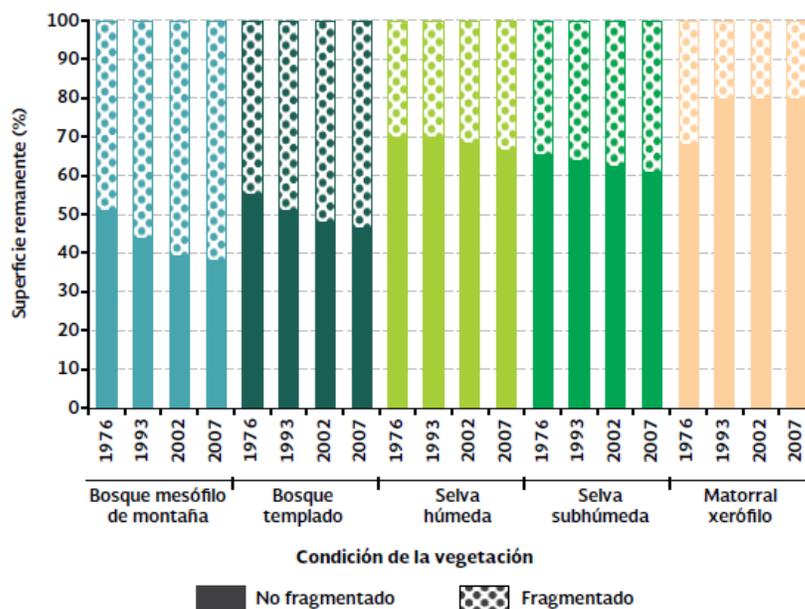


Figura 3. Fragmentación de algunos ecosistemas terrestres en México en los años 1976 – 2007. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013.

A nivel nacional Colombia, los procesos de fragmentación se han visto incrementados por diversos factores, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014), en los últimos 50 años la expansión de la frontera agropecuaria ha pasado de 14,6 millones a 39 millones de hectáreas, conservando solo remanentes de bosques en áreas de reserva forestal, parques nacionales naturales, reserva de la sociedad civil, territorios indígenas y afrodescendientes. Así mismo la frontera agrícola entre los años 1987 y 2007 ha transformado un 14% de las sabanas en zonas de cultivo y pastizales (Andrade y Castro, 2012). En cuanto a la minería; Garay (2013), afirma que para el año 2012, 5,6 millones de hectáreas habían sido suscritas a títulos mineros suponiendo una intervención a los ecosistemas para la extracción de materia prima. Igualmente, Andrade y Castro (2012), advierten que los procesos de urbanización configuran amplias regiones degradando los paisajes rurales y a su vez brindan importancia a los procesos ecológicos que ofrecen servicios energéticos indispensables para aumentar la calidad de vida,

realizando concesiones para la conformación de áreas protegidas con el fin de realizar un manejo regional del paisaje.

El crecimiento poblacional demanda recursos naturales y la expansión de la frontera agrícola, es así como el 23,6% de los ecosistemas han sido transformados en pastos, cultivos, áreas urbanas y cuerpos de aguas artificiales, razón por la cual se generan trastornos en los ecosistemas especialmente en zonas tropicales y subtropicales afectando los microclimas a nivel regional (Andrade y Castro, 2012, Rudas *et al.*, 2007).

En cuanto a los procesos fragmentación en la Amazonia Colombiana; Rudas, Armenteras, Polanco, Gómez y Maldonado (2006) destacan como se han presentado en cinco regiones en el periodo comprendido entre 1985 a 2000. Con respecto a la Región de Nukak, el incremento del número de fragmentos fue de 35,6% (153 a 740 fragmentos) pasando de 3.924.962 a 3.620.156 hectáreas. En cuanto a la Región de La Macarena el aumento de fragmentos fue de 11,7% (178 a 348 fragmentos) pasando de 1.099.874 a 1.070.622 hectáreas. Por lo que se refiere a la Región Puinawai cabe resaltar que fue la de menor grado de fragmentación equivalente al 5% (142 a 270 fragmentos) equivalente a 214,18 hectáreas. Así mismo la Región de Chiribiquete presentó un grado de fragmentación bajo correspondiente a 218,84 hectáreas (42 a 275 fragmentos). Por último, la Región de Tuparro no se estimó el modelo de fragmentación sin embargo los fragmentos pasaron de 79 a 221 fragmentos.

2.2. Marco Contextual

El municipio de Ocaña se encuentra localizado al nororiente de Colombia, en el departamento de Norte de Santander, limitado cartográficamente por las siguientes cuatro coordenadas geográficas: Sur ($08^{\circ} 13' 26.41''$ latitud Norte, $73^{\circ} 20' 09.29''$ longitud Oeste); Norte ($08^{\circ} 16' 30.25''$ latitud Norte, $73^{\circ} 22' 04.40''$ longitud Oeste); Este ($08^{\circ} 13' 41.60''$ latitud Norte, $73^{\circ} 20' 02.10''$ longitud Oeste); y Oeste ($08^{\circ} 15' 48.58''$ latitud Norte, $73^{\circ} 22' 16.40''$ longitud Oeste). A su vez limita al norte con los municipios de Gonzales, El Carmen, Convención, Teorama, al occidente con el municipio de Rio de Oro, al Oriente con los municipios de San Calixto, Abrego y Playa de Belén. En el año 2010 cuenta con una extensión territorial de 627.72 km^2 y una altitud entre 400 a 2600 m.s.n.m. En cuanto a densidad poblacional se constituye como el segundo municipio del departamento con 97.479 habitantes (2014) comprendiendo el área rural (Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander, 2011).

El área de estudio “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se encuentra ubicada en la vereda Agua de la Virgen del municipio de Ocaña, Norte de Santander dentro de un parche de bosque conservado entre los 800 - 900 m.s.n.m., protegiendo un área de endemismos de aves y perteneciente al área de amortiguación de la cuenca del río Tejo. La vegetación predominante es bosque secundario de 20 a 25 años, con pequeñas zonas de cultivos y pastoreo en terrenos menos escarpados. Las formaciones vegetales pertenecen a bosque natural subandinos higrofitico y subhigrofitico o bosque tropical montano y submontano según la UNESCO, además es considerado como Bosque húmedo y muy húmedo o bosque de niebla premontano según Holdridge (Concejo

Municipal de Ocaña, Norte de Santander, 2011; Fundación ProAves (s.f.), Laverde y F. Gary Stiles (2007).

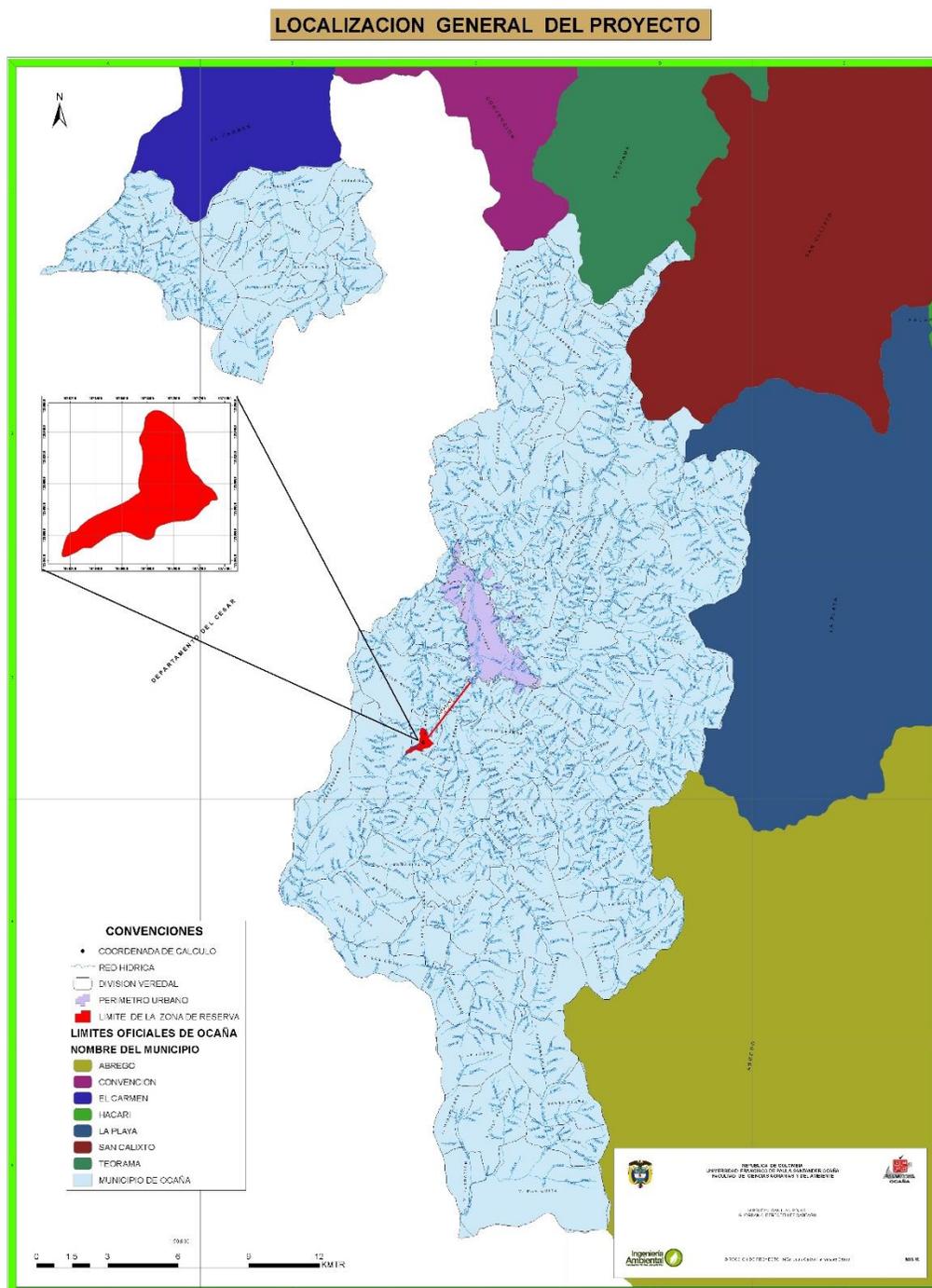


Figura 4. Ubicación general del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Ecología del paisaje. La ecología del paisaje estudia los cambios temporales en cuanto a la estructura y función de la matriz del paisaje (Naveh y Lieberman, 1994), examinando los procesos ecológicos, los patrones de distribución y la interrelación de las especies con el mosaico de hábitats (Armesto, Willson, Díaz y Reid, 2005). Según Ortega (2009), la ecología del paisaje permite representar de manera cartográfica el paisaje, tomando conceptos y técnicas para el análisis estructural del mismo. De igual forma Ivars y Vega (2008) afirman que:

La ecología del paisaje aplica métodos cuantitativos al estudio del desarrollo y la dinámica de la heterogeneidad espacial y sus efectos en los procesos ecológicos con vista a la gestión del territorio.

Así mismo se entiende como un proceso sistemático, que abarca diferentes escalas espacio-temporal y las distintas interacciones de las variaciones heterogéneas de los fragmentos que las componen (Gurrutxaga y Lozano, 2008). La ecología del paisaje se aproxima al estudio de los ecosistemas, las interrelaciones entre los parches o fragmentos, los patrones de caracterización del paisaje y los cambios a través del tiempo. Se fundamenta en tres características: (I) Las funciones de la matriz en el tiempo, (II) La relación espacial o estructural de los ecosistemas, (III) La composición del paisaje los cuales interactúan sobre los procesos ecológicos (Sarmiento *et al.*, 2002). De igual forma en tres principios básicos: (I) El paisaje como una unidad espacio-temporal integrada, (II) El ser humano como elemento transformador del paisaje, (III) Un enfoque para la

conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (Mullo, 2001). Por otra parte, la ecología del paisaje es la disciplina que estudia las relaciones de las características abióticas y bióticas del paisaje, suponiendo la unidad del paisaje como una entidad holística, cambiante y diversa la cual es aprovechada por los seres humanos (Alemán, 2014, Mullo, 2001).

2.3.2 Paisaje. Según Armesto *et al.* (2005), el paisaje debe entenderse como una jerarquía de mosaico de fragmentos en interacción con objeto de estudio, en donde el investigador define lo considerado como paisaje y su respectiva escala. Así mismo Etter (1991) afirma que:

El paisaje es una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisionomía y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja de clima, rocas, agua, suelo, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas de acuerdo con el análisis espacio-temporal específico.

De acuerdo con Acuña (2010), la configuración o expresión externa e interna que adquiere un paisaje se da como resultado de los factores bióticos y abióticos que intervienen en su formación, determinando la geomorfología, los tipos de coberturas y la distribución espacial de los fragmentos que permiten reconocer e identificar uno de otro.

2.3.3 Ecosistemas. El ecosistema es una unidad relativamente homogénea, es un sistema abierto y complejo constituida por elementos geofísicos como suelo, clima, agua y elementos bióticos como flora y fauna, en la cual ocurren diversos procesos ecológicos (Bennet, 2004, Rudas *et al.*, 2007), fundamentales para la estabilidad y regulación climática, hidrológica, energética, biodiversidad y a su vez provee bienes y servicios para el hombre incorporándolo como elemento transformador (Rudas *et al.*, 2006).

2.3.4 Áreas protegidas. Un área protegida es un espacio geográficamente definido, regulado y con administración propia que se establece con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). El manejo efectivo de las áreas protegidas dependerá del grado de conocimiento y complejidad de los ecosistemas que estas contienen (Kathy, John, Graham y Jim, 1982), así mismo Izurieta (1997), afirma que la efectividad del manejo es el conjunto de aptitudes, capacidad y competencias particulares que permiten cumplir con satisfacción la función por la cual fue creada el área protegida. De igual forma las acciones de carácter político, legal, administrativo, de investigación, de planificación, de protección, coordinación, promoción, interpretación y educación darán como resultado un mejor aprovechamiento de los recursos del área protegida (Cifuentes, 1983). La dinámica de las áreas protegidas se debe establecer no solo desde un punto de vista normativo ya que este se maneja bajo conceptos basados exclusivamente en acciones dirigidas a la prohibición, descartando las diversas realidades que se presentan en las mismas por el hecho de ser prestadoras de servicios ambientales, por ello en el manejo de zonas protegidas se cuenta con el factor

social, promoviendo de esta forma el desarrollo de nuevas y mejores técnicas de conservación y manejo de los recursos dentro y fuera de las áreas protegidas (Díaz, 2006).

Según Sánchez (2006), las áreas protegidas deben ser vistas y apreciadas como parte integral del uso de la tierra, cumpliendo así una amplia gama de funciones y beneficios a nivel global, nacional y local. Además, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2003), afirma que el establecimiento y reconocimiento de áreas protegidas son el principal instrumento para la conservación de la biodiversidad. Acuña, (2010) señala la selección de espacios naturales se da bajo siete criterios fundamentales: (I) Áreas con diversidad biológica, (II) Áreas cuyos hábitats permitan la concentración de comunidades particulares, (III) Áreas de importancia hidrográfica, (IV) Áreas de importancia para especies migratorias, (V) Áreas con vegetación representativa, (VI) Áreas con especies endémicas y recursos genéticos, (VII) Áreas con alto valor geomorfológico o paisajístico.

2.3.5 Fragmentación. La fragmentación es un proceso que genera cambios y pérdidas en la estructura y configuración del hábitat conformando parches llamados fragmentos (García, 2011, Ortega, 2009), descritos como la división progresiva del paisaje en un conjunto de fragmentos aislados inmersos en una matriz degradada (Saunders, Hobbs y Margules, 1991). Según Ramos (2004), Valdés (2011), los procesos de fragmentación alteran el paisaje desde cuatro puntos de vista: (I) La reducción progresiva de los fragmentos que implica un aumento en la estocasticidad demográfica, (II) La separación de los fragmentos que conlleva a un aislamiento de las poblaciones tanto de flora y fauna, (III) La conformación de los efectos de borde que se constituyen en cambios de las condiciones

biológicas y físicas que pueden alterar los ciclos de vida de las especies faunísticas y florísticas que habitan cerca de los límites de los fragmentos, (IV) El aumento de la vulnerabilidad ante disturbios intrínsecos que se puedan presentar dentro del fragmento. Así mismo García (2011), afirma que cuando la fragmentación ocurre por degradación antrópica el incremento de riesgo de extinción local de especies animales y vegetales se da a través de tres mecanismos: (I) La reducción del tamaño de las poblaciones, (II) La dificultad para interactuar con otras especies debido al incremento del aislamiento entre los fragmentos, (III) La disminución de la eficacia biológica de las especies producto de los tensionantes y limitantes que impone la matriz circundante. Además la fragmentación interviene las relaciones bióticas y abióticas alterando el tamaño y la función de los fragmentos, modificando la distribución y disponibilidad espacial de los recursos, ocasionando procesos de defaunación los cuales están acorde al grado de interrelación de los fragmentos, determinando la viabilidad de las especies a mediano y largo plazo, favoreciendo a su vez procesos de endogamia que pueden llegar hasta la extinción local de algunas especies (Aguilar, Martínez y Arraiga, 2000).

La fragmentación como una de las principales amenazas de los ecosistemas afecta la dinámica de las especies y poblaciones, reduciendo la biodiversidad y aislando los hábitats (Altamirano, Echeverría y Lara, 2007). Etter (1991) clasifica los fragmentos de la siguiente manera: (I) Fragmentos de perturbación natural o crónica, (II) Fragmentos remanentes, (III) Fragmentos de recursos ambientales y (IV) Fragmentos introducidos. Según Morera, Pinto y Romero (2007) los procesos de fragmentación del paisaje atraviesan diversas etapas de perturbación; en primera instancia, se considera intacto cuando el paisaje posee

una alteración menor del 10% producto de procesos naturales. En segunda instancia se considera como un paisaje salpicado con una alteración entre 10 y 40% dominando aun los procesos naturales. En tercera instancia se considera como un paisaje fragmentado cuando la alteración presente esta entre 40 a 60%. Y por último se considera como un paisaje de relictos cuando la perturbación alcanza 90%.

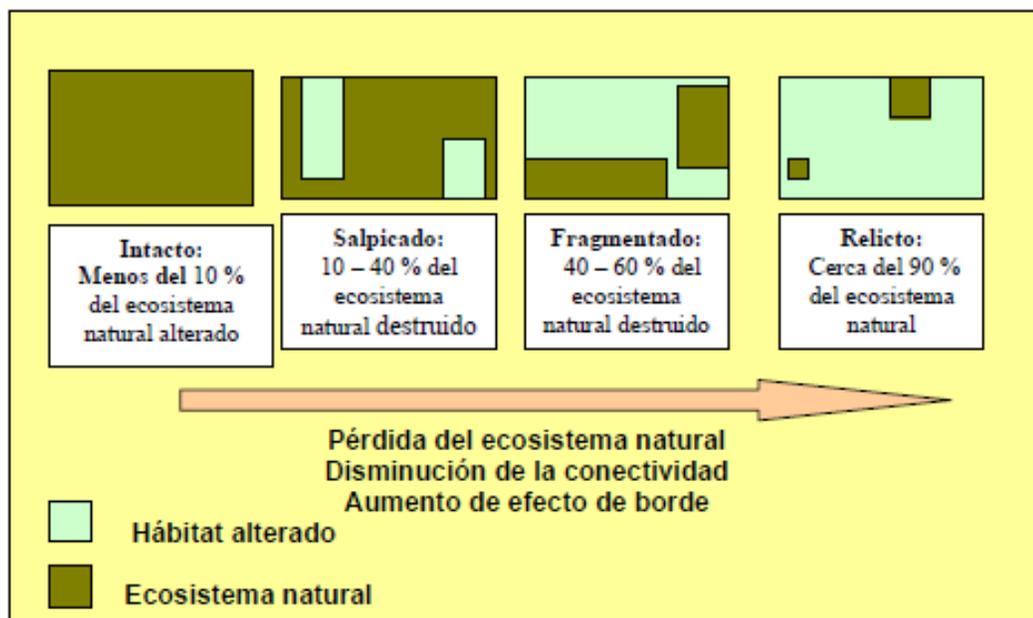


Figura 5. Procesos de fragmentación de los ecosistemas naturales. Fuente: Morera, Pinto y Romero, 2007.

Como precisa el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2006) los fragmentos poseen condiciones relativamente homogéneas y difieren en apariencia (forma, tamaño, conectividad y borde) los cuales influyen en el flujo de energía y dinámica del paisaje. De acuerdo con Martínez (2002):

El tema de la fragmentación de hábitat debe ser tomado en consideración a la hora de evaluar el estado actual de los recursos naturales en cualquier parte, ya que

la fragmentación de los ecosistemas es una manera útil de evaluar el estado de los bosques en un territorio dado y de la diversidad a ellos relacionada.

2.3.6 Matriz. La matriz es un área extensa y dominante la cual engloba el paisaje y los fragmentos con características propias bien definidas, se identifica por tres atributos primarios: área, conectividad y control de la dinámica del paisaje (Gurrutxaga y Lozano, 2008, Martínez, 2002). Ortega (2009), sugiere que la matriz es el área predominante del paisaje fragmentado que suele quedarse sin protección, sin embargo, de acuerdo a su influencia, la dinámica poblacional de los organismos está en función de sus requerimientos y patrones de movimiento y utilización de los diferentes hábitats que existen. De acuerdo con Ramos (2004) la matriz interviene en la evolución y dinámica de los fragmentos desde tres puntos de vista: (I) La matriz como filtro respecto al movimiento de algunas especies faunísticas a través del paisaje, (II) La matriz y su influencia en la dinámica de las comunidades dentro de los remanentes y (III) Una matriz estructuralmente similar al hábitat original, reduce los impactos ecológicos que puedan ocasionar los efectos de borde.

2.3.7 Métricas de paisaje. Los métricos del paisaje se usan para caracterizar la heterogeneidad espacial y suministrar una base objetiva para describir el paisaje (Sarmiento *et al.*, 2002), proveen información acerca de procesos de deforestación y fragmentación a través de métodos cuantitativos que relacionan la estructura espacial del paisaje entre los fragmentos, por medio de índices de paisaje que pueden ser aplicados en la elaboración de mapas temáticos a partir de imágenes satelitales (Altamirano *et al.*,

2007). Igualmente, como sugiere Acuña (2010) los métricos del paisaje son medidas cuantitativas de relación espaciotemporal, los cuales pueden ser calculados mediante el uso de tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y software de cálculos de patrones de paisaje que están sujetos a limitaciones como la escala, interpretación de índices y la calidad de los datos, especialmente cuando el paisaje es complejo y heterogéneo. Así mismo Vélez y Gómez (2008) resumen las métricas del paisaje en tres grupos: (I) Composicionales que se centran en la biota, (II) Estructurales que describen la fragmentación del hábitat y (III) Funcionales que se relaciona con el mantenimiento de procesos básicos como producción, predación, descomposición, sucesión, entre otros. Así mismo McGarigal, Marks, Cushman, y Ene (2000) citado por Vila, Varga, Llausás, y Ribas (2006) afirman que los métodos cuantitativos en la ecología del paisaje pueden aplicarse en tres niveles: (I) A nivel de fragmento, el cual se emplea de manera individual a cada parche (fragmento), (II) A nivel de clase, aplicado al conjunto de fragmentos que representan un mismo tipo (clase) y (III) A nivel de paisaje refiriéndose a las métricas que maneja la unidad mínima, es decir, a los fragmentos y clases que conforman el paisaje.

2.3.8 Fragstats. El software FRAGSTATS (Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps - Programa de Análisis de patrón espacial de mapas categóricos) fue desarrollado por el Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad de Oregon, la versión original fue publicada en el año 1995 y desarrollada por el Dr. Kevin McGarigal y Bárbara Marks, siendo el software más empleado para el cálculo de métricas del paisaje, permitiendo el análisis de patrones espaciales por medio de mapas temáticos (Mass y Correa, 2000, McGarigal *et al.*, 2000).

2.3.9 Teledetección. La teledetección espacial es la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, al mismo tiempo es la ciencia que permite obtener fotografías aéreas que dan soporte a la generación de geoinformación producto de sensores, los cuales proveen información geomorfológica como tamaño y forma, con fin de analizar la información captada se basa en patrones básicos como: (I) Fuente de energía: hace referencia al flujo de energía detectado por el sensor, (II) Cubierta terrestre: que se refiere a las distintas formaciones vegetales, cuerpos de agua y construcciones humanas, (III) sistema sensor: se refiere al sensor y a la plataforma cuya función es captar la energía, codificarla, grabarla y enviarla, (IV) Sistema de recepción-comercialización: se refiere a la recepción de la información la cual es corregida y grabada en un formato apropiado para la distribución, (V) Intérprete: se refiere a la persona encargada del análisis de las imágenes quien la convierte en información temática y cuantitativa, (VI) Usuario final: se refiere a la persona encargada del análisis del documento quien lo interpreta y busca soluciones al problema de estudio (Chuvienco, 1995, Mullo, 2001).

2.3.10 Sistemas de Información Geográfica (SIG). Un sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de hardware, software, datos geográficos y personal capacitado organizados para capturar, manejar, manipular, almacenar, consultar, transformar, analizar, modalizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Puerta, Rengifo y Bravo (2011), mencionan que los SIG proveen información real acerca de una región, se instauran como la herramienta más usada al

momento de construcción de mapas de coberturas, procesos de ordenación de cuencas, entre otros, permitiendo la separación de información en distintas capas temáticas y almacenarlas de manera independiente (Acuña, 2010). Por otro lado, Mullo (2001) plantea que los SIG en el tratamiento de la geoinformación, permiten realizar varios procesos como transferir información, codificar y digitalizar unidades del paisaje por medio de la geomorfología, geología, usos del suelo y coberturas, facilitando la representación cartográfica de la realidad de acuerdo a escalas específicas según el detalle de análisis que se quiera obtener.

2.3.11 Shapefile (Shp). Un Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, conformado por tres archivos de extensión; (I) SHP se refiere a las características geométricas del objeto, (II) SHX se refiere al índice de datos espaciales, (III) DBF se refiere al almacenamiento de atributos (Puerta *et al.*, 2011).

2.3.12 Raster. Los formatos RASTER son fotografías satelitales que resultan más convenientes al momento de realizar análisis espaciales, poseen información geográfica digital en celdas o mallas, formando una cuadrícula en la cual el tamaño de la celda define el detalle de la información guardada en pixeles mientras más pequeño sea el pixel más precisa es la información (Puerta *et al.*, 2011).

2.3.13 Resolución espacial y temporal. La resolución espacial y temporal hacen referencia a la separación de los objetos distinguidos en una imagen, la cual depende de la

longitud focal de la cámara y la altura a la que se encuentre de la superficie, determinando el nivel de detalle de la imagen satelital con relación a la escala del trabajo. Así como a la frecuencia y periodo de tiempo con que un sensor remoto capta una imagen satelital de una misma zona de la superficie terrestre (Chuvienco, 1995).

2.4 Marco Teórico

EUROPARC España (2009) señala que los procesos de alteración que fragmentan el paisaje se dan en dos etapas: (I) En la que el deterioro del ecosistema está dentro del umbral de resiliencia, provocando la disminución de la superficie y suponiendo el establecimiento de limitantes y tensionantes en el hábitat y (II) Cuando se excede el umbral de resiliencia del ecosistema y la pérdida del hábitat conlleva a un aumento del efecto de borde y del grado de aislamiento interfiriendo en la funcionalidad del mismo. De igual forma aclara que la fragmentación se comenzó a estudiar en los años 60 desde dos fundamentos teóricos: (I) La teoría biogeográfica de islas; el cual se basa en el estudio de la influencia que existe entre el aislamiento o distancia de los fragmentos y la riqueza biológica que estos albergan y (II) La teoría de metapoblaciones; se basa en el estudio de las interrelaciones entre poblaciones. Desde este punto de vista Tellería y Santos (2006), sugieren que la teoría biogeográfica de islas plantea un enfoque cuantitativo, diseñado para construir y probar modelos generales basados en procesos ecológicos, considerando los fragmentos como parches de hábitats sumergidos en una matriz holística, proponiendo un medio hostil con condiciones ambientales homogéneas previas a la fragmentación, en el cual las especies de mayor capacidad adaptativa lograrán dominar con poblaciones viables y rangos de crecimiento demográficos específicos. Así mismo plantean que la teoría de

metapoblaciones, propone una dinámica en la cual la matriz se encuentra en un estado de intervención crítico con ecosistemas reducidos en pequeños fragmentos, impidiendo que se establezcan especies dominantes en fragmentos específicos, razón que conlleva a las especies a subdividirse en pequeñas poblaciones alrededor de una serie de fragmentos, sometidas a la dinámica de extinción en que el mantenimiento de las poblaciones dependerá de las características de supervivencia de la especie (hábitat idóneo, área de establecimiento y la capacidad de recolonización) y de las características propias del fragmento (superficie, forma y grado de conectividad del paisaje). Cabe mencionar que Valdés (2011), considera tres fundamentos teóricos: (I) Modelo parche-matriz-corredor; considera la heterogeneidad de la matriz al incorporar el concepto de corredor como los elementos lineales que unen los distintos fragmentos permitiendo interrelaciones y una mayor sustentabilidad a las especies frente a una matriz inhóspita. (II) Modelo de paisaje abigarrado; el cual tiene en cuenta la influencia de la matriz circundante, proponiendo que un paisaje fragmentado se conforma por mosaicos de hábitats con distintos niveles de modificación, generando gradientes de hábitats razón por la cual la matriz adopta tendencias heterogéneas con diferentes grados de permeabilidad dependiendo de las especies y (III) Modelo de paisaje continuo; se refiere a la percepción y respuesta individual de cada especie a los tensionantes y limitantes que afectan las condiciones que les brinda la matriz fragmentada, teniendo en cuenta una escala espacio temporal.

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2006), en su informe titulado “Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos”, destaca que existen diversos procesos de transformación espacial de los

cuales la fragmentación del hábitat es uno de los más importantes, generando efectos a nivel espacio temporal que inciden en la dinámica de los ecosistemas afectando los atributos del ecosistema; estructura (forma, tamaño y número de fragmentos), función (conectividad, alteración de microclimas y cambios del régimen hídrico) y composición (disminución de la flora y fauna). A su vez plantea que el estudio de los procesos de fragmentación se puede abordar desde el contexto de la ecología del paisaje, donde la complejidad de paisaje se reduce en cuantificar la estructura desde diferentes escalas, mediante la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e imágenes satelitales facilitando el análisis, interpretación y representación de la matriz. Igualmente, Vélez y Gómez (2008), en su trabajo dominado “Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje”, enfatizan que, al tratar de comprender la fragmentación, se abarca como los patrones de cobertura que conforman el mosaico de la unidad del paisaje, asignando categorías de relictos, fragmentos, corredores y áreas urbanizadas. Obteniendo como resultado una visión básica de la matriz, comprendiéndola desde el punto de vista de la ecología del paisaje mediante diversas herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y teledetección, detallando el patrón organizativo de los fragmentos e incluyendo índices sintéticos como indicadores que faciliten el análisis espacial de los mismos. Acuña (2010), en su estudio “Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encillo (Municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatativa), Cundinamarca”, alude que la configuración espacial de los elementos del paisaje conlleva al uso de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e imágenes satelitales, favoreciendo la implementación de métricas del paisaje y determinando el grado de

fragmentación de los ecosistemas, evidenciando que los procesos de intervención antrópica reducen progresivamente la diversidad biológica y aportando herramientas que permitan priorizar la zonas de conservación.

Coronado (2014), al culminar el “Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar”, resalta que la dinámica de los ecosistemas varía principalmente por fenómenos antrópicos que por naturales, definiendo la fragmentación como una amenaza a la biodiversidad donde la conexión de los hábitats se reduce de manera drástica. De igual modo afirma que el análisis de la fragmentación junto con la clasificación de usos de las coberturas de la tierra, proveen información que permiten el establecimiento de líneas bases para el manejo integral de los recursos existentes en un área protegida, resaltando a la vez la necesidad de realizar estudios multitemporales con el fin de monitorear las pérdidas o ganancias de cobertura en períodos de tiempo definidos. De Alba Ávila, Chapa y Sosa (2008), en su investigación “Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México”, resaltan que la fragmentación se da con mayor frecuencia en zonas cuya topografía presenta pendientes ligeras y accesibles y se caracteriza por la disminución en la superficie del ecosistema, generando disturbios que modifican las condiciones ambientales y su funcionamiento, alterando el régimen hidrológico, los ciclos de los elementos minerales, el microclima y las propiedades del suelo. Además, añaden que al ocurrir el disturbio se espera que las sucesiones ecológicas recuperen la cobertura vegetal y la dinámica del ecosistema disminuyéndose el índice de fragmentación, sin embargo los procesos de sucesión ecológica dependen del grado de afectación y de intervención. Igualmente aseguran que entender los procesos de disturbio,

fragmentación y recuperación permite constatar áreas de especial relevancia para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales presentes en ellas.

2.5 Marco Legal

A mediados del siglo pasado y en especial la década de los 70's surge en Colombia las políticas ambientales con la divulgación del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. De igual forma la promulgación de la Constitución Política de 1991 da inclusión a principios de protección y conservación del ámbito ambiental, elevando la biodiversidad a la categoría de norma constitucional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). En el año 1993 con la ley 99 se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), permitiendo la estructuración institucional para la administración de la política ambiental de Colombia (Sarmiento *et al.*, 2006).

En el año 1994 se define la Política Ambiental Nacional “El salto social hacia el desarrollo humano sostenible”, la cual estableció cuatro objetivos específicos: (I) gestión ambiental, (II) fomento de la cultura del desarrollo, (III) aumento de la calidad de vida y (IV) promover la producción más limpia. Para el mismo año, Colombia ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmado en la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en 1992, por la cual se responsabiliza de incorporar las políticas de uso sostenible de los bienes y servicios ambientales y la conservación de la biodiversidad (Romero, Cabrera y Ortiz, 2008). Para la ejecución de dicha política se planteó el Plan de Acción Nacional de Biodiversidad (PANB) como el instrumento de desarrollo e implementación de las diferentes actividades, acompañado por las

Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las autoridades ambientales de grandes centros urbanos y las entidades territoriales de los departamentos y municipios (Ferreira y Fandiño, 1998).

En el año 2012, dado el compromiso del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se ajustó la formulación del Plan de Acción contemplando los lineamientos establecidos en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Sarmiento *et al.*, 2006). Además, en el territorio colombiano se ha expedido medidas normativas y legislativas que promueven el desarrollo de actividades para administrar y proteger la biodiversidad. A continuación, se mencionan algunas de ellas, tanto en el marco constitucional (Tabla 1) como en el marco legal general en el cual, por medio del Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 conocido como Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible se recopila en un solo documento todas las normas vigentes en materia ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016) (Tabla 2).

Tabla 1

Marco constitucional colombiano

MARCO CONSTITUCIONAL	
Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
Artículo 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

“Tabla 1. Continuación”

Artículo 313	Corresponde a los concejos: 9. Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.
---------------------	---

Nota: La tabla muestra los artículos más relevantes respecto al Medio Ambiente presente en la Constitución Política de Colombia de 1991. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 2

Marco legal general Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”

MARCO LEGAL	
NORMA	Concepto o artículo
<p>Ley 23 de 1973</p> <p>Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Artículo 1</p> <p>Esta ley tiene por objeto prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.</p> <p>Artículo 2</p> <p>Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:</p> <p>a. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad (...)</p>
<p>Decreto Ley 2811 de 1974</p> <p>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente</p>	<p>Artículo 47</p> <p>Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público, adelantar programas de</p>

“Tabla 2. Continuación”

restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente (...).

Artículo 206

Se denomina área de reserva forestal la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales productoras, protectoras o productoras-protectoras.

Artículo 308

Es área de manejo especial la que se delimita para administración, manejo y protección del ambiente y de los recursos naturales renovables.

Artículo 309

La creación de las áreas de manejo especial deberá tener objetos determinados y fundarse en estudios ecológicos y económico-sociales.

Decreto 1608 de 1978

Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente en materia de fauna silvestre y reglamenta por tanto las actividades que se relacionan con este recurso y con sus productos.

Artículo 3

En conformidad con este estatuto regula:

1. La preservación, protección, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre a través de:

- a) El establecimiento de reservas y de áreas de manejo para la conservación, investigación y propagación de la fauna silvestre.

Artículo 1

Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Ley 99 de 1993

Se crea el Ministerio del Medio Ambiente.

Se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.

10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales

“Tabla 2. Continuación”

<p>Se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.</p>
<p>Ley 388 de 1997</p>	<p>Artículo 5 Funciones del Ministerio. Corresponde al Ministerio del Medio Ambiente:</p> <p>2. Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales (...)</p>
<p>Ordenamiento territorial municipal y distrital y planes de ordenamiento territorial.</p>	<p>Artículo 31 Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones:</p> <p>6. Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables (...)</p>
<p>Documento Conpes 3680 de 2010</p>	<p>Artículo 30 <i>Clases de suelo.</i> Los planes de ordenamiento territorial clasificarán el territorio de los municipios y distritos en suelo urbano, rural y de expansión urbana. Al interior de estas clases podrán establecerse las categorías de suburbano y de protección (...)</p> <p>Artículo 35 <i>Suelo de protección.</i> Constituido por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las clases que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales (...) tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.</p>
<p>Documento Conpes 3680 de 2010</p>	<p>Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas</p>

“Tabla 2. Continuación”

<p>Decreto 2372 de 2010</p> <p>Reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales</p>	<p>Artículo 18. <i>Registro de reservas naturales de la sociedad civil.</i> Los propietarios privados que deseen que los predios destinados como reserva natural de la sociedad civil se incluyan como áreas integrantes del SINAP, deberán registrarlos ante la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (...)</p>
--	---

Nota: La tabla muestra de forma general la normatividad ambiental vigente respecto áreas naturales de especial importancia para la protección y conservación de su biodiversidad. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de grado se enmarca en los diferentes tipos de investigación desarrollados por Hidalgo (como se citó en Tam, Vera y Oliveros, 2008), los cuales se clasifican en cuatro criterios: (I) propósito de la investigación, (II) medios utilizados para la obtención de datos, (III) nivel del conocimiento y (IV) aplicación de la investigación. De acuerdo al propósito, la investigación es aplicada partiendo de una situación que requiere ser intervenida con el fin de buscar soluciones enmarcadas en conceptos teóricos y acciones que busquen resolver la problemática (Universidad de la Sabana, s.f). Así mismo para la obtención de datos, la investigación es de campo; conforme a la Universidad Pedagógica y Experimental Libertador (2006) hace referencia a éste como un enfoque del análisis sistemático, que describe e interpreta los factores del problema haciendo uso de métodos característicos de recolección de datos de forma directa. Según el alcance del proyecto, el nivel de conocimiento es exploratorio; ya que permite una aproximación al objeto de estudio de la investigación, aplicando diferentes técnicas y constituyéndose como fuente de información para futuras investigaciones (Grajales, 2002). Por último, acorde con la aplicación de la investigación se toma un enfoque descriptivo, ya que describe las características utilizando criterios sistemáticos y aportes de información verídica a través mediciones cuantitativas (Sabino, 1992).

3.2 Población

La presente investigación orienta el análisis de la fragmentación de manera cuantitativa sobre el ecosistema. Desde este punto de vista, los paisajes presentan un grado de fragmentación, siendo esta la ruptura de hábitats en los cuales los remanentes de bosque natural quedan inmersos en la matriz transformada (Ortega, 2009). De acuerdo a lo anterior se define como población las áreas naturales destinadas a conservación del departamento de Norte de Santander y que conforme a los criterios de Holdridge (1967) que relaciona las variables climáticas (temperatura media anual, precipitación anual y evapotranspiración anual) y las formaciones vegetales, en la zona de vida Bosque húmedo Premontano (bh-PM) (Alarcón y Pabón, 2013).

3.3 Muestra

Al momento de abordar el análisis de la fragmentación se considera la configuración del paisaje como la distribución espacial de los fragmentos, siendo este mayor o menor según el contexto y el fenómeno estudiado (Sarmiento *et al.*, 2002). En el desarrollo del presente trabajo de grado se toma como muestra representativa el área natural destinada a la conservación “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, ubicada en la zona de vida: Bosque húmedo Premontano bajo (bh-MB) de la Vereda Agua de la Virgen del municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el reconocimiento de la estructura espacial del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se utilizó como base la “**Guía específica para realizar actividades del proceso catastral en áreas protegidas que conforman el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP)**” (Registro de Información Catastral, 2010), se realizó visitas de campo con el fin de corroborar los linderos actuales de la zona de estudio establecidos por la fundación ProAves, la ubicación de los mojones de alinderamiento y sus respectivas coordenadas geográficas capturadas con antena receptora GPS marca Garmin ETREX 10 calibrado en las placas geodésicas del municipio de Ocaña, utilizando el software oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi MAGNA-SIRGAS Pro 3.0 Beta se transformaron estas coordenadas al sistema de coordenadas planas, y permitió conocer el número de plancha de la zona de estudio. Partiendo de las coordenadas planas en el software del Sistema de Información Geográfico: ArcGis versión 10.3 extensión ArcMap con licencia académica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se generó el polígono de la zona en formato shapefile (Shp) y con tecnología Dron Phantom 3 se validaron datos de campo, además mediante planimetría se obtuvo el área superficial, el perímetro y coordenadas (X, Y) del área de estudio. Por su parte para el cálculo de la pendiente media y compleja del terreno se utilizó la clasificación propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, así mismo las unidades del suelo, relieves, paisajes, clase agrologica y cuenca e hidrografía se fundamentaron en la información disponible del “**Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Norte de Santander**” (Instituto Geográfico

Agustín Codazzi, 2006). La precipitación media anual, la temperatura media anual y la evapotranspiración se generó a partir de la información climática de las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) basados en el catálogo de estaciones activas mediante el proceso de isoyetas e isotermas por el método geoestadístico de interpolación Splining (Cahuana y Yugar, 2009, Mastropietro, 1996).

Para la determinación de las coberturas de la tierra en el periodo 2006 – 2016 se empleó imágenes de los satélites ALOS, SPOT 7 y Google obtenida del software ruso SAS Planet versión 160606 cuyas características generales se muestran a continuación.

Tabla 3

Aplicación de las bandas SPOT

Dominio espectral	Banda	Longitud de onda (μm)	Aplicación
Verde	1	0.50 – 0.59	Batimetría en aguas turbias, estimación de sedimentos, vigor de la vegetación.
Rojo	2	0.61 – 0.68	Clasificación de cultivos, color de los suelos y del follaje de las plantas.
Infrarrojo Cercano (IRC)	3	0.78 – 0.89	Estudio de biomasa, tipos de bosques, delimitación agua-suelos.
Infrarrojo Medio (IRM)	4	1.58 – 1.75	Humedad en vegetación, diferenciación nubes-nieve.
Pancromática	1	0.48 – 0.71	Catastro, cartografía básica, planificación urbana.

Nota: La tabla muestra de manera general las bandas espectrales de las imágenes del satélite SPOT 7 y sus principales aplicaciones. Fuente: Posada, Ramirez y Espejo, 2012.

Tabla 4*Aplicación de las bandas SAS PLANET*

Dominio espectral	Banda	Longitud de onda (μm)	Aplicación
Azul	1	0.45 – 0.52	Batimetría en aguas claras, diferenciación de suelos y tipos de bosques.
Verde	2	0.52 – 0.60	Batimetría en aguas turbias, estimación de sedimentos, vigor de la vegetación.
Rojo	3	0.63 - 0.69	Clasificación de cultivos, color de los suelos y del follaje de las plantas.

Nota: La tabla muestra de manera general las bandas espectrales de las imágenes del satélite SAS PLANET del satélite de Google y sus principales aplicaciones. Fuente: Posada, Ramirez y Espejo, 2012.

Tabla 5*Bandas espectrales ALOS*

Dominio espectral	Banda	Longitud de onda (μm)
Azul	1	0.42 – 0.50
Verde	2	0.52 – 0.60
Rojo	3	0.61 – 0.69
Infrarrojo Cercano (IRC)	4	0.76 – 0.89
Pancromática	5	0.52– 0.77

Nota: La tabla muestra de manera general las bandas espectrales de las imágenes del satélite ALOS. Fuente: Soluciones Integrales en Geomática, s.f.

Mediante la metodología de reclasificación del **“Manual de ArcGis 10 Intermedio”** (Puerta, Rengifo y Bravo, 2013) se especificó las firmas espectrales que más se acoplaron a los fines de la investigación. Para la imagen del satélite ALOS adquirida de la página oficial Satellite Imaging Corporation, con escena de febrero 2006, formato ECW y valor de pixel de 7 x 7m. se usó las bandas 3 (rojo-visible); 2 (verde-visible); 1 (azul), la imagen del satélite SPOT 7 adquirida de la página oficial Apollo Mapping The Image Hunter, con escena de marzo 2014, formato TIFF y valor de pixel 6 x 6m. se usó las bandas 3 (IRC); 4 (IRM-LSWIR); 2 (rojo-visible), y la imagen del satélite de Google obtenida del software ruso SAS Planet versión 160606 con escena de febrero 2016, formato ECW y valor de pixel 6 x 6m. se usó las bandas 3 (rojo-visible); 2 (verde-visible); 1 (azul). Con dichas imágenes satelitales tras realizar visitas de campo y siguiendo la metodología propuesta del primer objetivo, se capturó coordenadas geográficas con el fin de establecer puntos de control (PC), y según la **“Metodología del Sistema de Clasificación Corine Land Cover (CLC)”** adaptado para Colombia a escala 1:100000, específicamente para el desarrollo de este estudio se ajustó a escala 1:10000 y se generó así los diferentes mapas de coberturas de la tierra. Esta metodología permitió la realización de un inventario homogéneo de la cubierta biofísica de la superficie de la tierra, a través de la interpretación visual de imágenes satelitales para su posterior codificación de manera jerárquica que representa las coberturas por medio de polígonos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2010), asimismo se generó dos matrices de cambio (2006 – 2014; 2014 – 2016) que cuantifican el área de cada una de las coberturas y compara las transformaciones que estas han tenido en el periodo de tiempo establecido para este estudio según las metodologías propuestas por

Pontius, Shusas y McEachern, (2004); Prenzel y Treitz (2006) citado por Santana y Salas (2007).

Para el análisis de los patrones de fragmentación en el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se empleó el “**Instructivo metodológico para evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas**” (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2014). Dicho análisis se realizó teniendo como unidad los mapas de coberturas de la tierra para los años 2006 y 2016 obtenidos del segundo objetivo, posterior a ello se realizó el proceso de rasterización el cual permitió el cambio de formato vectorial a modelo raster, una vez rasterizados los archivos shapefile se exportaron sus respectivas tablas de atributos a formato (.txt) que permitió el cálculo de los indicadores de fragmentación por medio del software Fragstats (Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps - Programa de análisis de patrón espacial de mapas categóricos) versión 4,2. programa de acceso libre con fundamento matemático para cada uno de los índices a calcular, dicho software se encuentra disponible en la página oficial de la University of Massachusetts, está diseñado para calcular y analizar una amplia variedad de métricas del paisaje como: Área total (CA), Porcentaje del paisaje (PLAND), Perímetro (P), Número de parches (NP), Índice de forma del paisaje (LSI), Densidad de parche (PD), Borde total (TE) y Densidad del borde (ED) (McGarigal, Marks, Cushman y Ene, 2000).

Las métricas halladas en este proyecto según McGarigal *et al.*, (2000) citado por Vila *et al.*, (2006) se dividen en cinco tipos de indicadores del paisaje y cuyo fundamento matemático se muestra en la tabla 6.

-Índice de área, superficie, densidad y variabilidad: (I) Class area (CA): Calcula el área correspondiente al conjunto de fragmentos que constituye una clase determinada, (II) Number of patches (NP): Número de fragmentos totales y número de fragmentos de cada clase, (III) Patch density (PD): Número de fragmentos de cada clase por unidad de superficie y (IV) Percent of Landscape (PLAND): Proporción de cada clase en el paisaje.

- Índice de forma: (I) Landscape Shape Index (LSI): calcula la relación entre área y perímetro para el conjunto del paisaje.

- Índice de ecotono y hábitat interior: (I) Perimeter (P): perímetro del conjunto del fragmento, (II) Total edge (TE): perímetro del ecotono a nivel de clase o del conjunto del paisaje, (III) Edge density (ED): Perímetro del ecotono en relación con la superficie del paisaje,

- Índice de distancia, vecindad y conectividad

- Índice de diversidad del paisaje

Tabla 6*Métricas del paisaje o indicadores de fragmentación*

Class area (CA) – Área total	Landscape Shape Index (LSI) – Índice de forma del paisaje
$CA = \sum_{j=i}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$	$LSI = \frac{e_i}{\min e_i}$
Number of patches (NP) – Número de parches o fragmentos	Perimeter (P) – Perímetro
$NP = n_i$	$P = P_{ij}$
Patch density (PD) – Densidad de parches o fragmentos	Total edge (TE) – Total de borde
$PD = \frac{n_i}{A} (10.000)(100)$	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$
Percent of Landscape (PLAND) – Porcentaje del paisaje	Edge density (ED) – Densidad de borde
$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=i}^n a_{ij}}{A} (100)$	$ED = \frac{E}{A} (10.000)$

a_{ij} = área (m²) del fragmento ij .

A = área total del paisaje (m²).

p_{ij} = perímetro (m) del fragmento ij .

n_i = número de parches en el paisaje de cierto tipo de clase.

e_i = total de la longitud de borde (perímetro) que envuelve a la clase correspondiente, expresada en número de celdas.

E_{ik} = longitud total (m) del borde en el paisaje con el tipo de clase.

Nota: La tabla muestra de manera general los fundamentos matemáticos de algunas métricas del paisaje a utilizar. Fuente: McGarigal, Marks, Cushman, y Ene, (2000).

Capítulo 4: Resultados

4.1 Estructura espacial del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

Según el Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander, 2011, el municipio de Ocaña se localiza en el departamento Norte de Santander al nororiente de Colombia, abarcando una extensión territorial de 627,72 km² del cual la zona urbana equivale al 6,96 km² aproximadamente y la zona rural 620,76 km² distribuida en 109 veredas. De igual forma el municipio se encuentra entre un rango altitudinal de 400 a 2600 m.s.n.m. y una temperatura promedio que oscila entre 13°C y 25°C. El área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se localiza al suroccidente del casco urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander (Figura 6), con las siguientes coordenadas planas como se expresa en la siguiente tabla 7.

Tabla 7

Coordenadas planas del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”

COORDENADAS PLANAS		
X	Y	NÚMERO DE PLANCHA
1076835,73093	1398957,1455	86 - I - B - 1 A
		Escala 1:100000

Nota: La tabla muestra de manera general las coordenadas planas y el número de plancha obtenidos del software MAGNA-SIRGAS Pro 3.0 Beta del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”. Fuente: Elaboración propia, 2016.

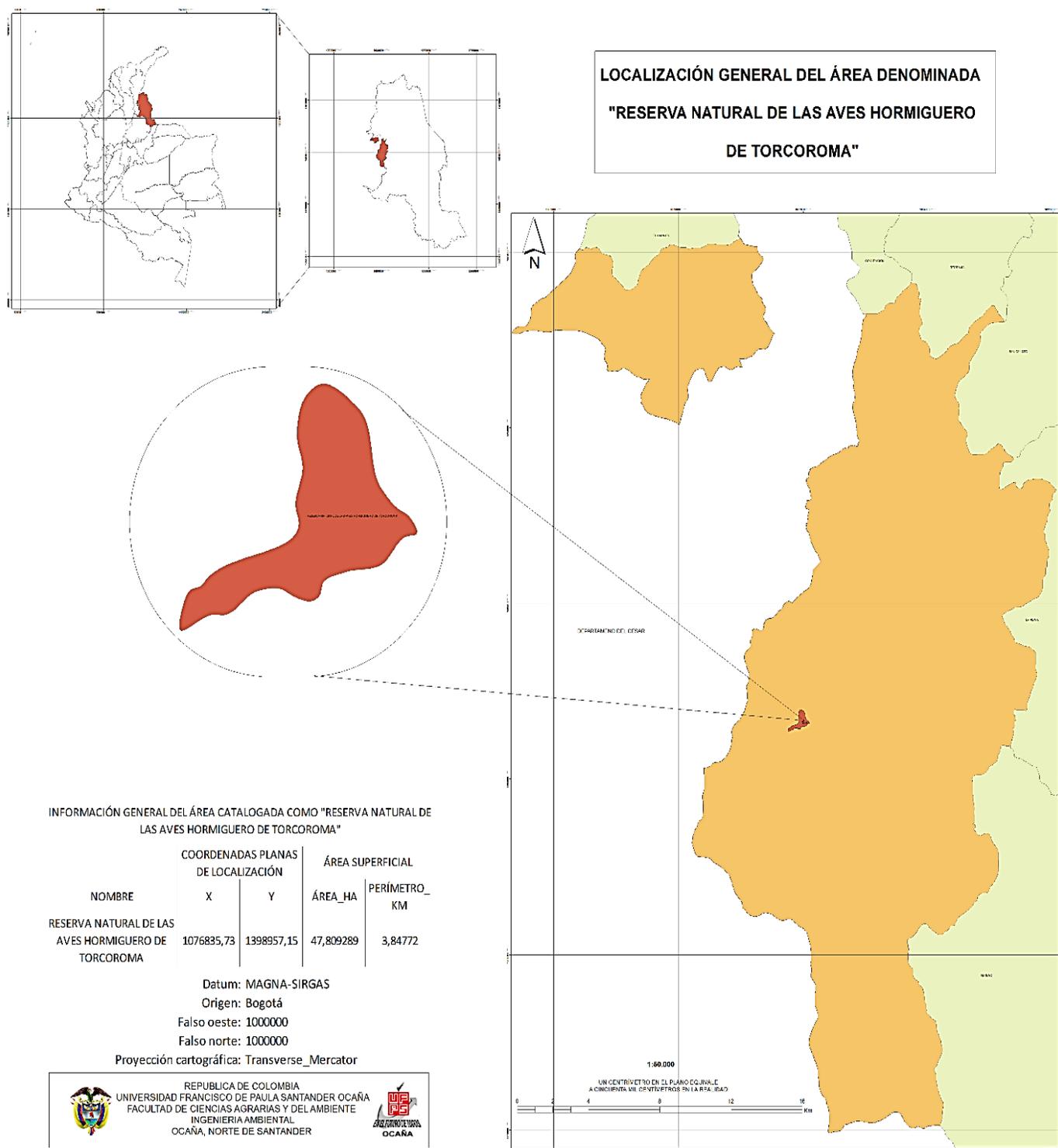


Figura 6. Localización general del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Al seguir el procedimiento planteado en la “Guía específica para realizar actividades del proceso catastral en áreas protegidas que conforman el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas SIGAP” en lo que concierne a la delimitación de un área destinada a la conservación, al momento de realizar la recopilación de información se evidenció la existencia del Auto 0018 del 26 de Julio del 2012 oficio legal de declaratoria de área protegida de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia, en respuesta a la solicitud de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil por parte de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) y la fundación ProAves, no se pudo proceder a dicha solicitud debido a inexactitudes en la extensión del predio propuesta por ambas entidades para ajustar el concepto técnico de área protegida durante el período requerido, por tal motivo se archivó el proceso de declaratoria de área protegida por desistimiento de las partes (Registro de Información Catastral, 2010; Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales, 2012). (Ver apéndice B)

De igual forma se adaptó dicha guía al reconocimiento de límites para un área destinada a la conservación, se realizaron visitas de campo junto con el guardabosque de la zona José del Carmen Barbosa Criado, con el fin de conocer los linderos de manejo establecidos por la fundación ProAves, la demarcación física de los linderos del área está dada por estructuras de mojones con un total de 30 descritos en la tabla 8, y se tomaron sus respectivas coordenadas geográficas capturadas con antena receptora GPS marca Garmin ETREX 10 calibrado en las placas geodésicas del municipio de Ocaña.

Tabla 8*Características físicas de los mojones*

CARACTERÍSTICAS	MOJONES
Forma física	Cilíndrica, material de PCV (Policloruro de vinilo) relleno de cemento
Altura total	1,50 metros
Altura visible	1,20 metros
Altura enterrada	0,30 metros
Ancho	6 pulgadas
Color de pintura en altura visible	Amarillo
Material	Policloruro de vinilo (PVC)
Leyenda para la identificación	a. Número consecutivo b. Coordenadas c. ProAves



Nota: La tabla muestra en general las características físicas de los mojones distribuidos en el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Con la información se originó la planimetría del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” obteniendo un área aproximadamente de 47,80 ha., distribuida en tres veredas: El Poleo con 2,47 ha., Agua de la Virgen con 7,06 ha. y El Mortiño con 38,27 ha., y un perímetro de 3,84 km. La pendiente media y compleja de la zona de estudio se calculó por medio de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el proceso de reclasificación de un Modelo de Elevación Digital (DEM) con una resolución de 30 metros obtenido de la página oficial de ASTER GDEM y adaptando la clasificación propuesta Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Colombia Agustín Codazzi (IGAC) citado por Zúñiga, (2010), dichas pendientes se clasificaron con los valores presentes en la siguiente figura 7.

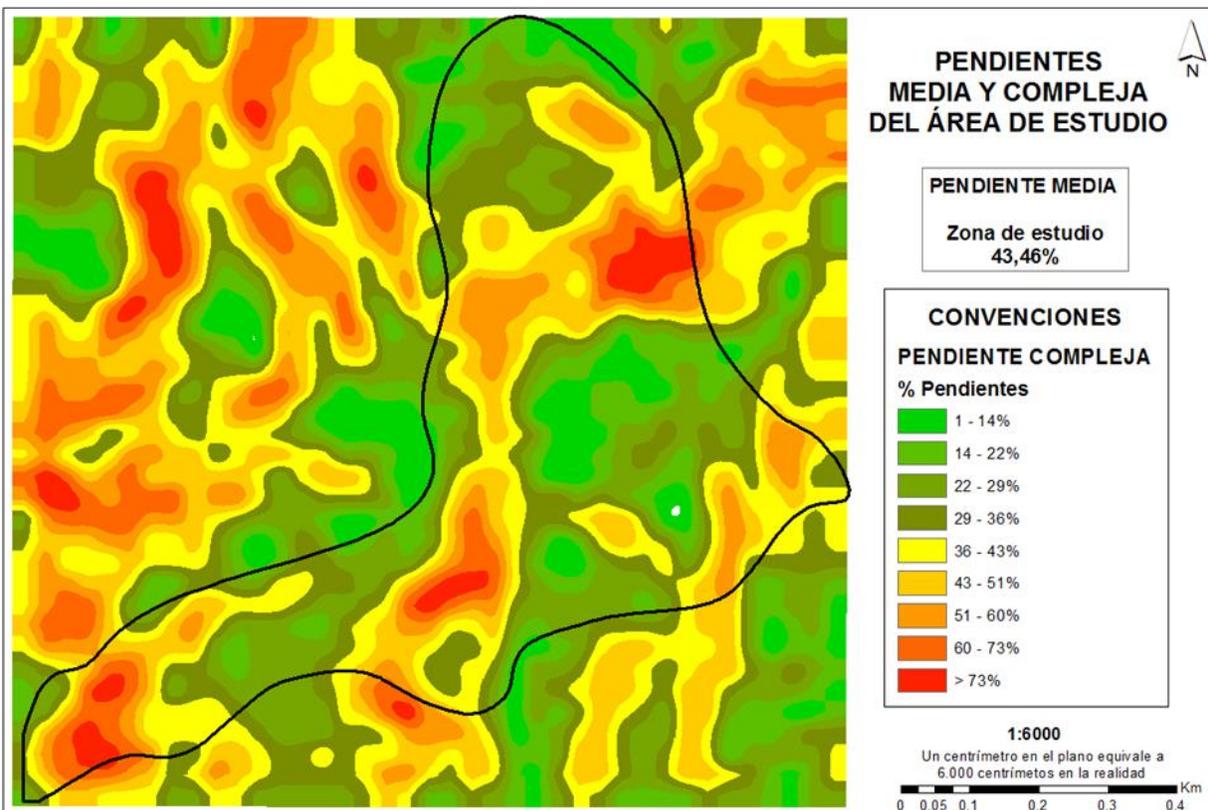


Figura 7. Pendiente media y compleja del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Al realizar el proceso de reclasificación para el cálculo de la pendiente media del área de estudio se obtuvo un valor de 43,46% que indicó una topografía de terreno escarpada ya que se encuentra en el rango de 20 – 45%. De acuerdo a la pendiente compleja del área se evidenció zonas con pendientes de 1 a 36% de terrenos muy ligeros a suavemente quebrados representados por la gama de color: verde, pendientes mayores de 36 a 60% de terrenos suavemente quebrados a fuertemente quebrados representados por la gama de color amarillo - naranja y pendientes de 60 a mayores de 73% de terrenos fuertemente quebrados a muy escarpados representados por la gama de color: rojo, siendo éstas las áreas de difícil acceso. La siguiente tabla 9 muestra la clasificación de pendientes medias y complejas, las cuales permite catalogar el uso del suelo.

Tabla 9*Pendientes media y compleja*

PENIDEN TE MEDIA (%)	DENOMINACIÓN	PENIDEN TE COMPLEJA (%)	DENOMINACIÓN
0 – 1	Ligera	1 - 22	Terrenos de pendiente muy ligera hasta suavemente ondulados.
1 – 5	Suaves – muy suaves	22 - 36	Terrenos de pendiente suavemente ondulados hasta suavemente quebrados.
5 – 10	Fuertes – muy fuertes	36 - 51	Terrenos de pendiente suavemente quebrados hasta moderadamente quebrados.
10 – 20	Moderadamente escarpados	51 - 60	Terrenos de pendiente moderadamente quebrados hasta fuertemente quebrados.
20 – 45	Escarpados	60 - 73	Terrenos de pendiente fuertemente quebrados hasta escarpados.
> 45	Muy escarpados	> 73	Terrenos de pendiente muy escarpados.

Nota: La tabla muestra en general las pendientes medias y complejas para el caso de estudio del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”. Fuente: Zúñiga, 2010.

Basados en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Norte de Santander a escala 1:100000 la zona de estudio cuenta con las siguientes características biofísicas.

Paisaje

El municipio de Ocaña, Norte de Santander, está conformado por dos tipos de paisaje: (I) Paisaje de Lomerío con una extensión de 7399,78 ha. y (II) Paisaje de Montaña con una extensión de 73785,05 ha., como se observa en la figura 8. La zona de estudio se identificó en el paisaje de montaña cuyas características generales son: alturas comprendidas entre 100 a 4500 m.s.n.m., topografía muy accidentada y pendientes pronunciadas.

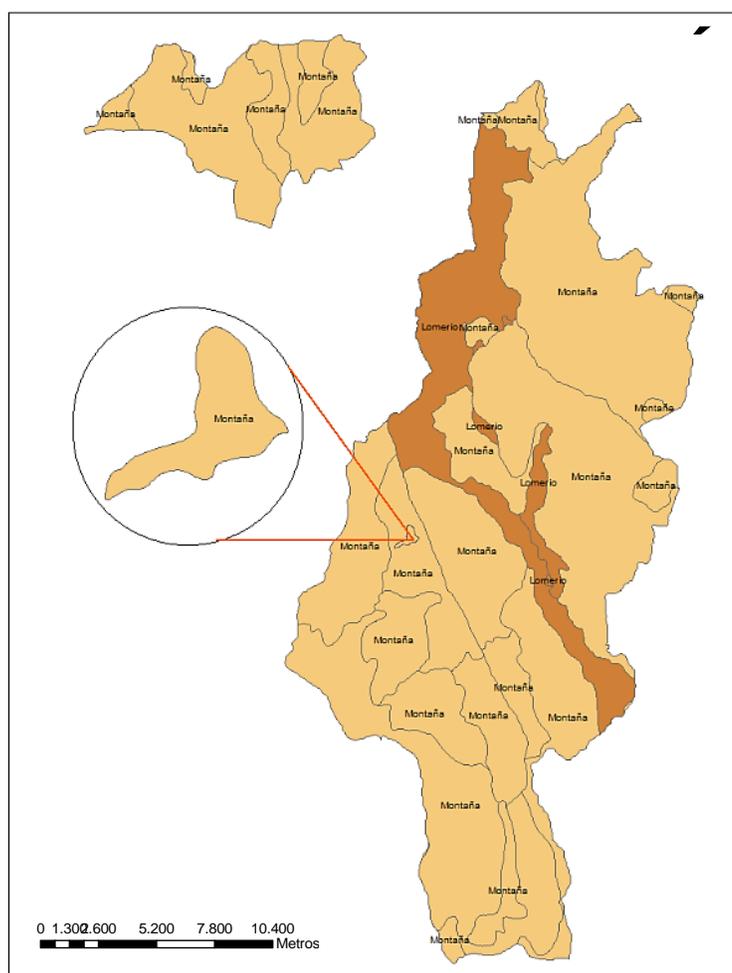


Figura 8. Tipo de paisaje del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Suelo

Los suelos del paisaje de montaña hacen parte de la formación orogénica de la cordillera Oriental, con alturas que varían entre 200 y 4000 m.s.n.m., que determina los diferentes pisos térmicos que van desde cálido a extremadamente frío, con temperatura media anual de 5 a 30°C y precipitación media anual entre 500 a 6000 mm. Dentro del paisaje de montaña se encuentran 79 unidades cartográficas distribuidas en los diferentes climas. En la zona de estudio se identificó en la unidad cartográfica de asociación MQBf1, los suelos de esta unidad son de textura franco arcillosa arenosa, profundos bien drenados, fertilidad natural baja de 1,10%, pH fuertemente ácidos (5,3), además se manifiestan alturas que oscilan entre 1000 a 2000 m.s.n.m., temperaturas de 18 a 24°C, precipitaciones de 1000 hasta 2000 mm. corresponde a la zona de vida según Holdridge de bosque húmedo premontano (bh-PM). Así mismo estos suelos se ven expuestos debido a las intervenciones antrópicas como la tala y quema de vegetación arbórea que facilitan procesos de soliflucción, reptación y deslizamiento.

Relieve y topografía

El municipio de Ocaña, Norte de Santander, está conformado por cinco tipos de relieve: (I) Vallecitos con un área de 17,3 ha., (II) Lomas y crestones con un área de 163,72 ha., (III) Glacís con un área de 563,29 ha., (IV) Lomas con un área de 6819.91 ha. y (V) filas y vigas con un área de 73621.33 ha., como se observa en la figura 9. La zona de estudio corresponde al relieve de filas y vigas constituido principalmente por granito y

cuarzomonzonita, son de naturaleza acida y están sujetos a movimientos en masa como: deslizamientos, derrumbes, solifluxión, reptación y escurrimiento difuso en grado ligero. Se caracteriza por poseer una topografía abrupta fuertemente quebrada de pendientes generalmente entre 50 a 75%.

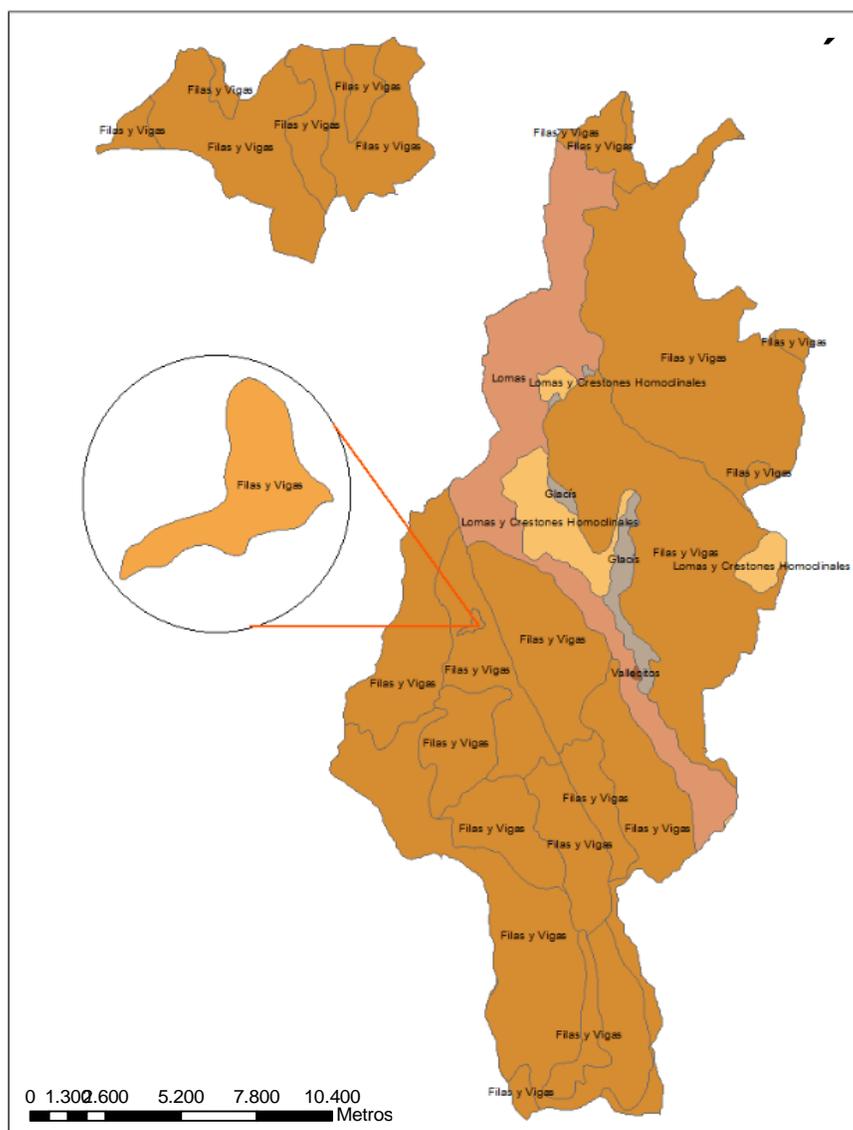


Figura 9. Tipo de relieve del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Clase agrológica

De acuerdo con las características edáficas como fuertes pendientes, susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica y la fertilidad natural baja se clasifican estos suelos por su capacidad de uso en clase VII como se observa en la figura 10, estos suelos bajo condiciones especiales pueden ser utilizados para cultivos densos (pastos y plantas forrajeras), cultivos permanentes de tipo agroforestal (café, cacao), permanentes especiales (frutales, arbóreos) y plantaciones forestales. De acuerdo a las características de los suelos clase VII anteriormente mencionadas su uso prioritario es la conservación de los recursos naturales, limitados al establecimiento de vegetación permanente (arbóreo-arbustivo) a través de programas de reforestación con especies nativas que faciliten la estabilización de estos suelos.

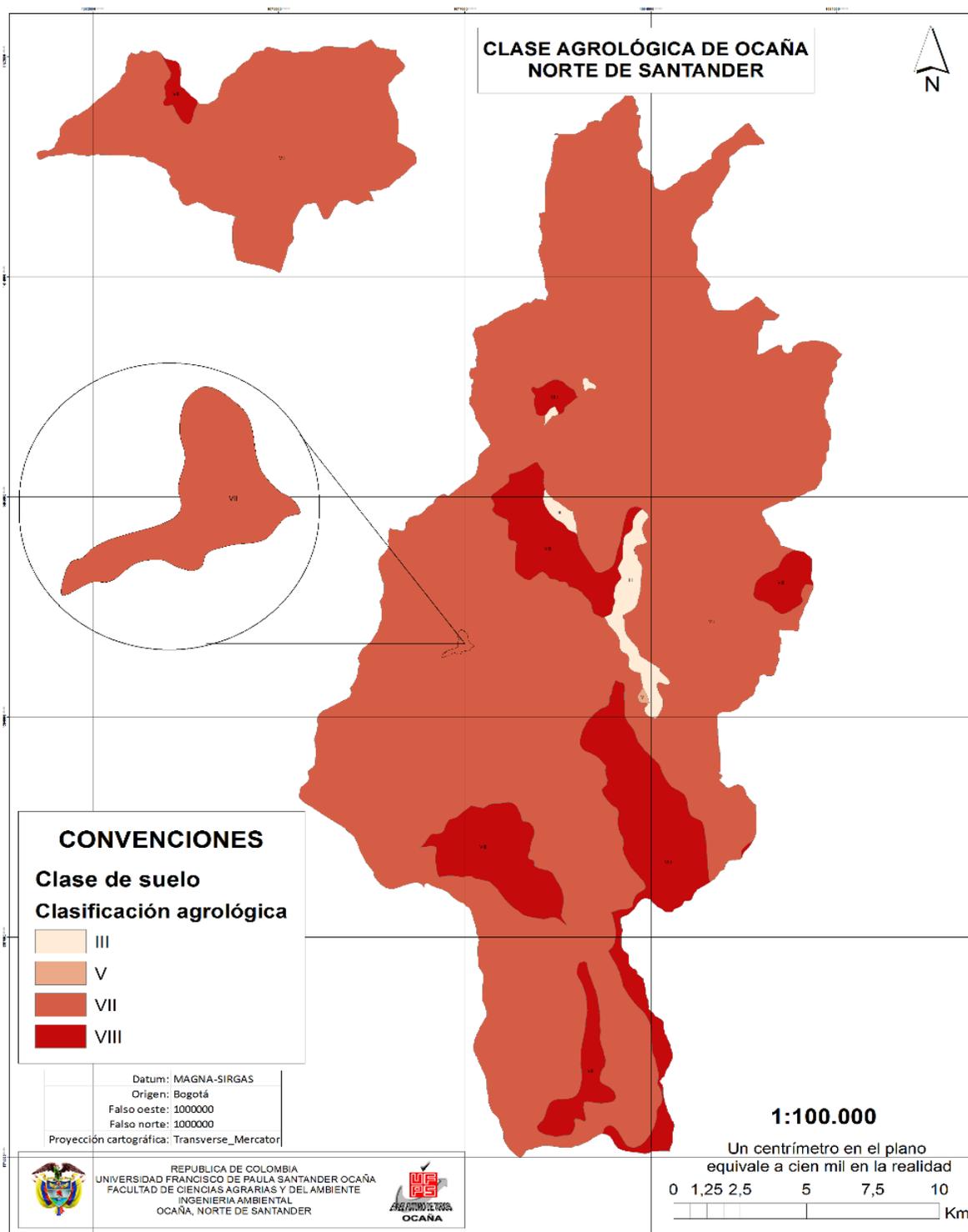


Figura 10. Clase agrológica del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuencas e hidrografía

La red de drenaje del departamento Norte de Santander hace parte de la cordillera Oriental dentro de las vertientes del Catatumbo, Magdalena y Orinoco, la mayor parte de los ríos drenan sus aguas a la Cuenca del Catatumbo constituida por cinco subcuencas: Río Catatumbo, Sardinata, Zulia, Pamplonita y Táchira, siendo corrientes tributarias del Lago de Maracaibo-Venezuela y el sistema hidrográfico más pequeño del país.

Subcuenca Río Catatumbo: nace en el cerro de Jurisdicciones con el nombre de Oroque al sur del municipio de Ábrego, corre hacia el norte donde empieza a llamarse Algodonal cruzando la mesa de Ocaña y continua su curso con el nombre de río Catatumbo, el cual tiene una extensión aproximada de 450 km., de los cuales 240 km. pertenecen al territorio colombiano representando el 37% de la superficie del departamento.

Subcuenca Río Sardinata: nace en el páramo de Guerrero a 3400 m.s.n.m. tiene una dirección noreste y en el sitio llamado Tres Bocas del municipio de Tibú recibe las aguas de los ríos Tibú y Presidente, posee una longitud aproximada de 170 km. representa el 17,3% de la superficie del departamento.

Subcuenca Río Zulia: nace en la Serranía de San Turbán a 4000 m.s.n.m. en su recorrido hacia el norte recibe los ríos Arboledas, Cucutilla, Peralonso, Pamplonita y Salazar, representa el 19,2% de la superficie del departamento.

Subcuenca Río Pamplonita: Se constituye como el principal afluente del río Zulia, nace en el Páramo de Fontibón a 3100 m.s.n.m. al suroeste de Pamplona, corre en sentido norte paralelo a los ríos Táchira y Zulia atravesando los municipios de Cúcuta, Chinácota, Durania, Pamplona, Pamplonita y Villa del Rosario.

Subcuenca del Río Táchira: Es el principal afluente del río Pamplonita nace en el Páramo de Tamá a 3300 m.s.n.m. posee una longitud de 70 km. recibe los afluentes de las quebradas Orocué, Blanco, Pum-pum y Paso Antiguo.

Hidrografía

El área de estudio corresponde a la zona de amortiguación de la microcuenca del río Tejo (Fundación ProAves, s.f.), pertenece a la subcuenca del río Algodonal y esta su vez a la gran cuenca del río Catatumbo. La microcuenca río Tejo cuenta con un área de 8.233 ha. y el río con una longitud de 31,34 km hasta donde confluye con el río Algodonal en sentido sur-norte (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, 2013). A nivel de área de estudio la zona denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” es atravesada por la principal corriente hídrica la Quebrada Santa Rita con una longitud de 281,46 m. y además por drenajes de tipo transitorio o intermitente, como se observa en la figura 11.

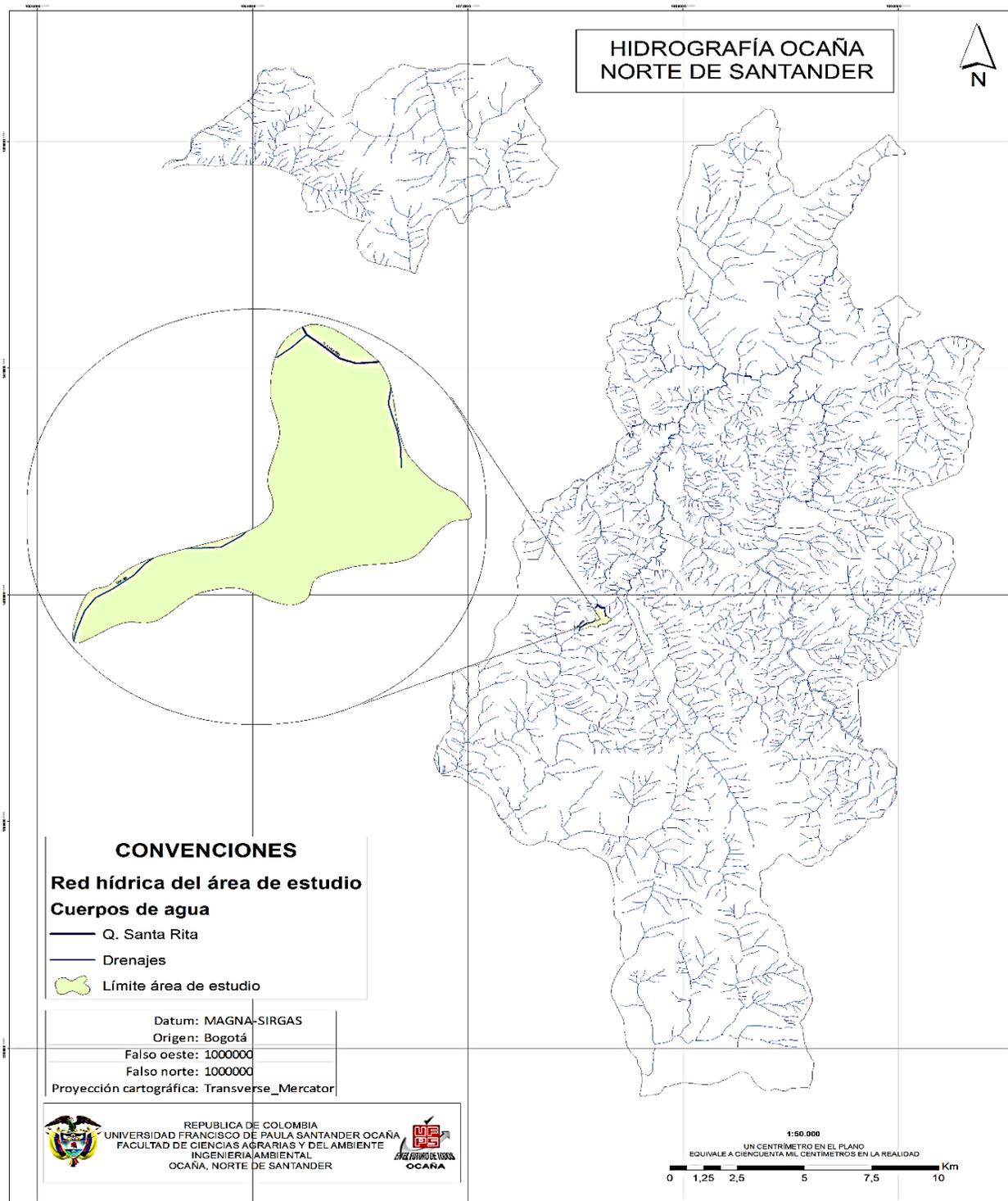


Figura 11. Cuencas e hidrografía del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Clima

El clima es el resultado de la combinación de elementos de la atmosfera como precipitación, temperatura, humedad relativa, presión, viento, entre otros. El departamento de Norte de Santander consta de un clima tropical modificado y suavizado por las variaciones de altitud y de relieve que se abarcan entre los 100 a 4000 m.s.n.m., presenta sectores planos a ligeramente inclinados hasta sectores fuertemente escapados en las zonas del paisaje de montaña.

Precipitación

El departamento de Norte de Santander se encuentra atravesado por la cordillera Oriental, presenta zonas de mayor precipitación en la cuenca del Catatumbo municipio de Tibú con 2554 mm., de igual forma las zonas de menor precipitación se encuentran ubicadas en tres centros; el primero en la cuenca baja del río Pamplonita y Zulia municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y los Patios con una pluviosidad menor de 1000 mm. El segundo en el sector central de la cuenca alta de Catatumbo, municipios de Ocaña, La Playa y Abrego con promedios anuales próximos a 1000 mm. El tercero en la Serranía de San Turbán sector occidental de la cuenca del Orinoco municipios de Silios, Cácuta y oriente de Pamplona y Pamplonita con precipitaciones de 1000 mm. El departamento se ve marcado por dos regímenes de distribución de lluvias; (I) un periodo bimodal dominante característico por dos períodos mayores de lluvias comprendidos entre los meses de marzo - junio y septiembre - noviembre y dos menores de lluvia al año en los meses de diciembre

a marzo y junio a septiembre, y (II) un periodo monomodal en el cual hay una época de mayores y otra de menores lluvias dado en el municipio de Chitagá.

Temperatura

Según el Sistema Experto elaborado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016), el departamento de Norte de Santander posee una temperatura media máxima anual al sur entre 12 – 20°C, al centro entre 20 - 28°C y al norte entre 28 - 36°C. Una temperatura media anual al sur entre 8 - 12°C, al centro en los municipios de Sardinata, Hacari, Ocaña, La Playa de Belén, Abrego y San Calixto la temperatura media fluctúa entre 16 - 24°C y al norte entre 24 - 28°C. Y una temperatura media mínima al sur entre 0 - 12°C, al centro entre 12 - 20°C y al norte entre 20 - 24°C.

Evapotranspiración Potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial es la cantidad de agua que podría utilizar la vegetación madura normal en un sitio de asociación climática, ya que las formaciones vegetales están sometidas a las condiciones climáticas y edáficas del ecosistema. Según el Sistema Experto de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2016), el departamento de Norte de Santander, al sur cuenta una evapotranspiración de oscila entre 1000 hasta 1200 mm, en la zona central hacia el occidente y suroccidente la

evapotranspiración varía entre 1400 hasta 1800 mm y en oriente y nororiente del departamento se encuentra en los rangos de 1200 a 1400 mm.

Cálculo de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial

Para la determinación de la precipitación y temperatura de la zona de estudio se efectuó mediante herramientas de Sistema de Información Geográfico (SIG) por el método de interpolación Spline, como base se utilizaron los datos meteorológicos de los últimos 25 años (1990 – 2015) de cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en los municipios de: La Playa de Belén, Ábrego y Ocaña, proporcionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como se muestran en las siguientes tablas: tabla 10 y tabla 11.

Tabla 10*Dato meteorológico de Precipitación*

Estaciones	Nombre	Código	Elevación (m)	Latitud (N)	Longitud (W)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
1	La Playa	1605506	1500	1400509,88	1092742,48	324	353,1	736,1	1685,3	2532,8	1319,9	1229,7	2270,8	3005,9	3422,7	3134,7	834,3	1737,44
2	UFPSO	1605510	1150	1402795,39	1083310,37	340,1	710,3	1534,7	2553,1	3030,2	1463,4	1471,1	2938,3	3434,2	3363,1	3578,3	1090,9	2125,64
3	Brotare	1605017	1545	1420688,23	1072567,98	682	589,7	1267	2319,8	2817,2	1976,6	1938,1	2724	3309,8	3194,2	2330,6	832,3	1998,44
4	Abrego	16055060	1430	1386194,82	1093997,1	348,8	497,3	811,2	2919,4	4334,1	2394,8	2263	3405,7	4841,5	4161,2	2172,1	462,2	2384,28

Nota: La tabla muestra de manera general los datos meteorológicos de la precipitación total mensual multianual de las cuatro estaciones de los últimos 25 años (1990 – 2015). Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 11*Dato meteorológico de Temperatura*

Estaciones	Nombre	Código	Elevación (m)	Latitud (N)	Longitud (W)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
1	La Playa	1605506	1500	1400509,88	1092742,48	18,79	19,29	19,89	20,39	20,65	20,72	20,92	20,80	20,35	19,94	19,59	19,03	20,03
2	UFPSO	1605510	1150	1402795,39	1083310,37	20,38	20,90	21,45	21,72	22,05	22,18	22,12	22,08	21,77	21,43	21,20	20,75	21,50
3	Brotare	1605017	1545	1420688,23	1072567,98	19,06	19,83	20,39	20,90	21,00	20,87	20,83	21,06	20,86	20,24	19,76	19,54	20,36
4	Abrego	16055060	1430	1386194,82	1093997,1	20,38	20,63	21,11	21,42	21,46	21,49	21,58	21,47	21,24	21,10	20,89	20,51	21,11

Nota: La tabla muestra de manera general los datos meteorológicos de la temperatura media mensual multianual de las cuatro estaciones de los últimos 25 años (1990 – 2015). Fuente: Elaboración propia, 2016.

Por medio de herramientas de Sistema de Información Geográfico (SIG) se hallaron las Isoyetas e Isotermas del área destinada a la conservación “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, mediante el método de interpolación Splining para el cual, según el cálculo de las isoyetas halladas cada 10 mm, la precipitación total mensual multianual comprendida entre los años 1990 hasta 2015, varía en los rangos de 2380 a 2410 mm de precipitación. Según la figura 12, muestra que la pluviosidad del área de estudio se afecta debido a la topografía montañosa que esta presenta.

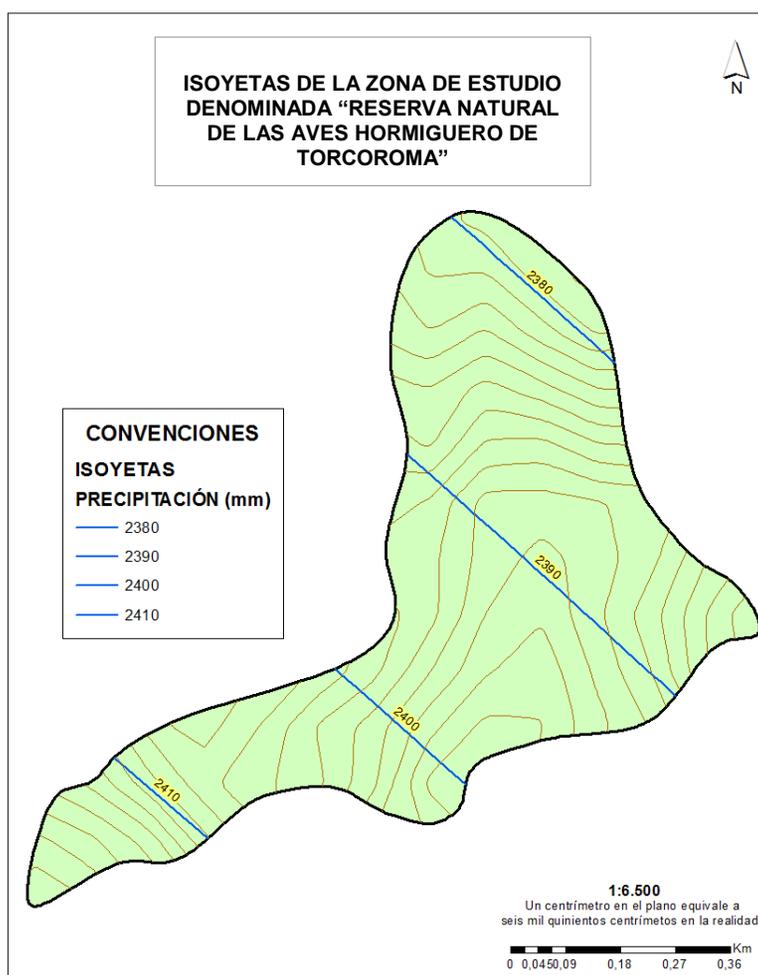


Figura 12. Isoyetas del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para el cálculo de las isotermas, se realizó a nivel municipal dado que la temperatura es un parámetro climatológico que varía poco en cuanto a los años y extensión territorial (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2016), las isotermas se hallaron cada 2°, se empleó la temperatura media mensual multianual comprendida entre los años 1990 hasta 2015, que varía en un rango de 20 a 22 °C. Según la figura 13 el área de estudio se encuentra próxima a los 22°C.

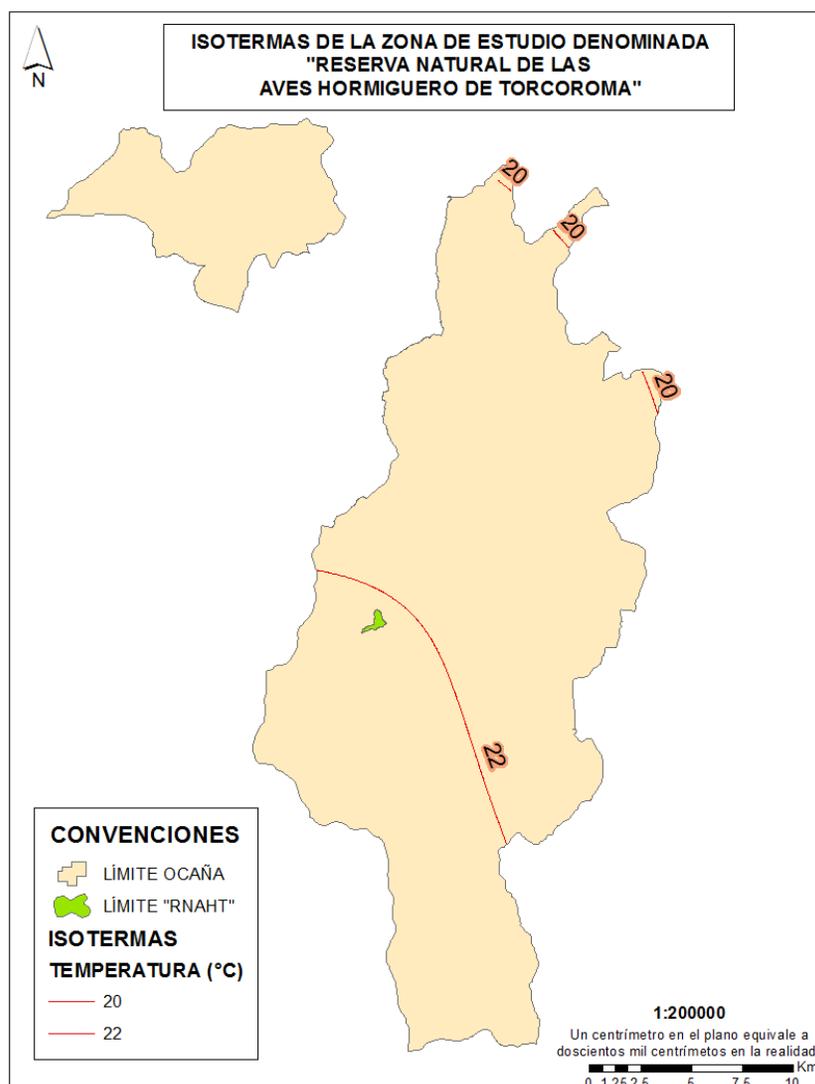
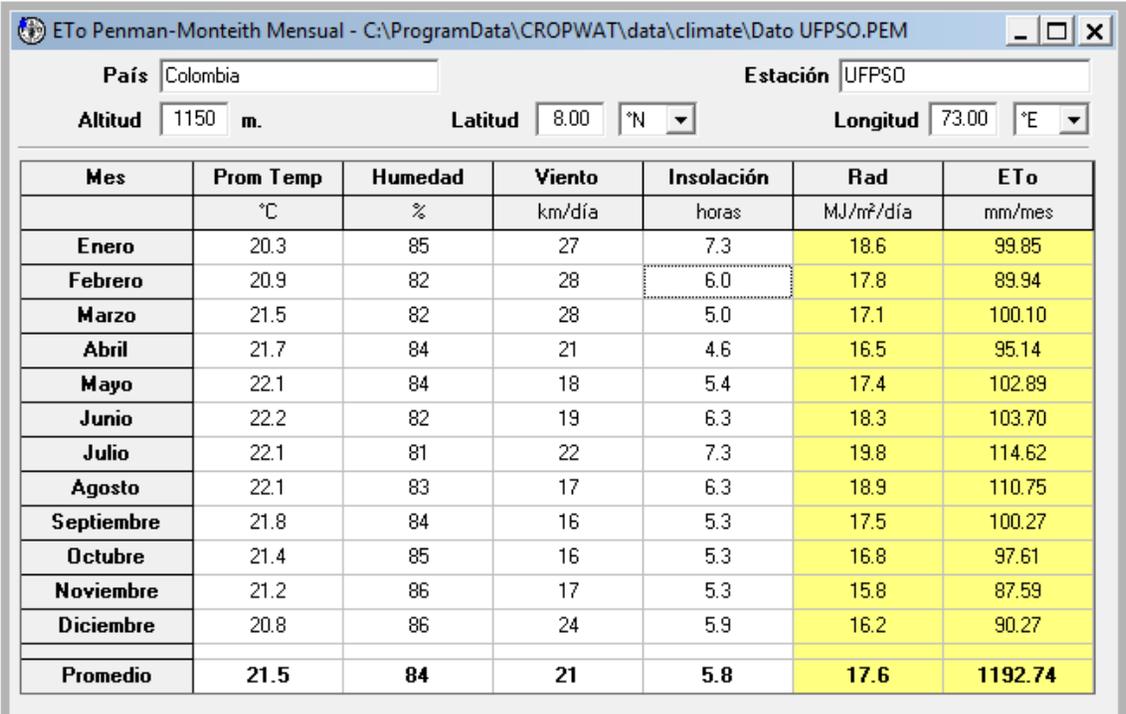


Figura 13. Isotermas del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para la determinación de la Evapotranspiración (ET) esta se realizó mediante el software CROPWAT versión 8.0 elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) el cual permite el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y las necesidades de riego en base a datos de suelo, clima y cultivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). Los datos de Precipitación media anual ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%), Velocidad del viento (Km/día), Brillo solar o insolación (horas) obtenidos de la estación de la Universidad Francisco de Paula Santander del Instituto Hidrológico, Meteorológico y de Estudios Ambiental (IDEAM), por ser la estación más cercana a la zona de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, son requeridos por el software para el cálculo de la evapotranspiración (ET) según el método Penman-Monteith de la Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos - Evapotranspiración de cultivos (Allen, Pereira, Raes y Smith, 2006), la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) estimada es de 1192,74 mm/mes, como se muestra en la siguiente figura 14.



Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/mes
Enero	20.3	85	27	7.3	18.6	99.85
Febrero	20.9	82	28	6.0	17.8	89.94
Marzo	21.5	82	28	5.0	17.1	100.10
Abril	21.7	84	21	4.6	16.5	95.14
Mayo	22.1	84	18	5.4	17.4	102.89
Junio	22.2	82	19	6.3	18.3	103.70
Julio	22.1	81	22	7.3	19.8	114.62
Agosto	22.1	83	17	6.3	18.9	110.75
Septiembre	21.8	84	16	5.3	17.5	100.27
Octubre	21.4	85	16	5.3	16.8	97.61
Noviembre	21.2	86	17	5.3	15.8	87.59
Diciembre	20.8	86	24	5.9	16.2	90.27
Promedio	21.5	84	21	5.8	17.6	1192.74

Figura 14. Variables meteorológicas para la determinación de la Evapotranspiración de referencia (ETo). Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015.

Una vez obtenida la evapotranspiración de referencia se procedió a el cálculo de la evapotranspiración potencial según la metodología propuesta por Leslie R. Holdridge, la cual relación la constante 58,93 por la biotemperatura anual promedio (Holdridge, 2000), se obtuvo la Evapotranspiración Potencial con un valor de 1296,46 mm., con los datos de Evapotranspiración Potencial y Precipitación mensual anual se halló la Provincia de humedad con valor de 0,54.

$$\text{EvapoTranspiración Potencial (ETP)} = 58,93 \times \text{Biotemperatura (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\text{ETP} = 58,93 \times 22^{\circ} \rightarrow \text{ETP} = 1296,46 \text{ mm}$$

$$\text{Provincia de humedad} = \frac{\text{Evapotranspiración Potencial (ETP)}}{\text{Precipitación total mensual muntianual}} = \frac{1296,46}{2395} = 0,54$$

Una vez hallados los datos de precipitación total mensual multianual, temperatura media mensual multianual, la evapotranspiración potencial y la provincia de humedad como se muestra en la siguiente tabla 12, se realizó la intercepción de los valores en el Sistema de Clasificación de zonas de vida de Holdridge, que permite la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático, en la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM).

Se analizó la información de evapotranspiración de referencia obtenida del software CROPWAT y la evapotranspiración potencial según Leslie R. Holdridge, visualizando que el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” mantiene sus condiciones microclimáticas ya que las provincias de humedad presentan valores cercanos sin evidenciar un cambio significativo en la clasificación de zona de vida conservándose en el umbral de Bosque Húmedo Premontano (bh-PM).

Tabla 12

Variables meteorológicas

VARIABLES METEOROLÓGICAS	VALOR
Precipitación total mensual multianual	2395 mm
temperatura media mensual multianual	22 °C
Evapotranspiración Potencial	1296,46
Provincia de humedad	0,54

Nota: Variables meteorológicas para la determinación de zona de vida según Holdridge en el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”. Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.2 Coberturas de las tierras del área de estudio “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” para los años 2006 – 2016.

Se realizaron visitas de campo con el fin de identificar los diferentes tipos de coberturas de la tierra existente en el área de estudio denominado “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (CCLC) a escala 1:100000 ajustada para este proyecto a escala 1:10000, para ello se desarrolló la toma de coordenadas como Puntos de Control (PC) de acuerdo a la metodología propuesta Jiménez (2014), los cuales fueron establecidos bajo los criterios de acompañamiento por parte del guardabosque de la zona José del Carmen Barbosa Criado, georreferenciación de puntos clave como infraestructura así mismo la representatividad de las coberturas de la tierra con un radio mínimo de 100 m., estas metodologías no especifican un número total de puntos de control para la identificación de coberturas de la tierra, por ello se tomaron más de 50 puntos de control que abarcan en su mayoría la superficie del área.

Para la generación de los mapas de coberturas elaborados para este proyecto a escala 1:10000, se emplearon 67 puntos de control (PC) y tres imágenes satelitales: ALOS con escena de febrero 2006, SPOT 7 con escena de marzo 2014 y SAS Planet del satélite de Google con escena de febrero 2016, dicho procedimiento se realizó a través del software ArcGis 10.3 con licencia académica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por medio del proceso de Clasificación Asistida o Supervisada, el cual permite realizar un análisis estadístico multivariado que relaciona el valor de pixel de acuerdo a los puntos de control establecidos, se reclasificaron las firmas espectrales agrupándolas según las categorías asignadas para cada punto, para este caso se plantearon ocho (8) categorías de acuerdo a la metodología Corine Land

Cover adaptada para Colombia (CCLC), las cuales se aprecian a continuación en la tabla 13 y cuya descripción se puede observar en el apéndice G.

Tabla 13

Coberturas de la Tierra para el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”

Categoría según Puntos de Control	Código de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra – Colombia	Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra - Colombia	Registro fotográfico
1	3.2.2.1	Arbustal denso	
2	3.1.2.2	Bosque abierto bajo	
3	3.2.1.1.2.4	Helechal	

“Tabla 13. Continuación”

4 3.2.1.1.1.2 Herbazal denso de
tierra firme arbolado



5 2.3.3 Pastos enmalezados



6 1.2.2.1 Red vial y territorios
asociados



7 1.1.2 Tejido urbano
discontinuo



“Tabla 13. Continuación”

8	3.3.3	Tierras desnudas y degradadas
---	-------	-------------------------------



Nota: La tabla muestra de manera detalla las categorías asignadas al área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

La clasificación asistida o supervisada consistió en la asignación de un valor numérico para cada categoría a través de la creación de un archivo GSG por medio de la herramienta *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Multivariate - Create Signatures* que guarda de esta forma las firmas espectrales de cada uno de los puntos de control, posteriormente con el archivo generado en formato GSG y la imagen satelital a usar se obtuvo un archivo raster en formato Geotiff tras haber ejecutado la herramienta *Maximum Likelihood Classification* que se encuentra en la *ArcToolbox* en la siguiente ruta: *Spatial Analyst Tools - Multivariate - Maximum Likelihood Classification*. Dicho archivo raster se vectorizó y se obtiene un archivo shapefile de modo que se corroboró en la tabla de atributos las categorías asignadas, donde se observó de esta manera que el proceso fue ejecutado de manera correcta. En la imagen satelital ALOS (2006) se encontraron presentes ocho (8) categorías, y en las imágenes satelitales SPOT 7 (2014) y SAS Planet (2016) se encontraron presentes siete (7) categorías, a excepción de la categoría Tierras desnudas y degradadas. Por último se llevó a cabo un proceso de edición que asocia los valores de los polígonos más pequeños, (en el caso de estudio se estimó un valor menor e igual a 110 m²) con el valor del polígono más grande cercano, esto se llevó a cabo a través de la herramienta *Eliminate* por medio de la ruta: *ArcToolbox - Data Management Tools – Generalization – Eliminate*, y a su vez se procedió a unir los polígonos que compartían el mismo atributo con la

herramienta *Geoprocessing – Dissolve* obteniendo de esta forma los mapas de coberturas de la tierra dentro del periodo establecido 2006 – 2016, (ALOS 2006, SPOT 7- 2014, SAS Planet 2016) como se observan en las siguientes figuras: 15, 16 y 17.

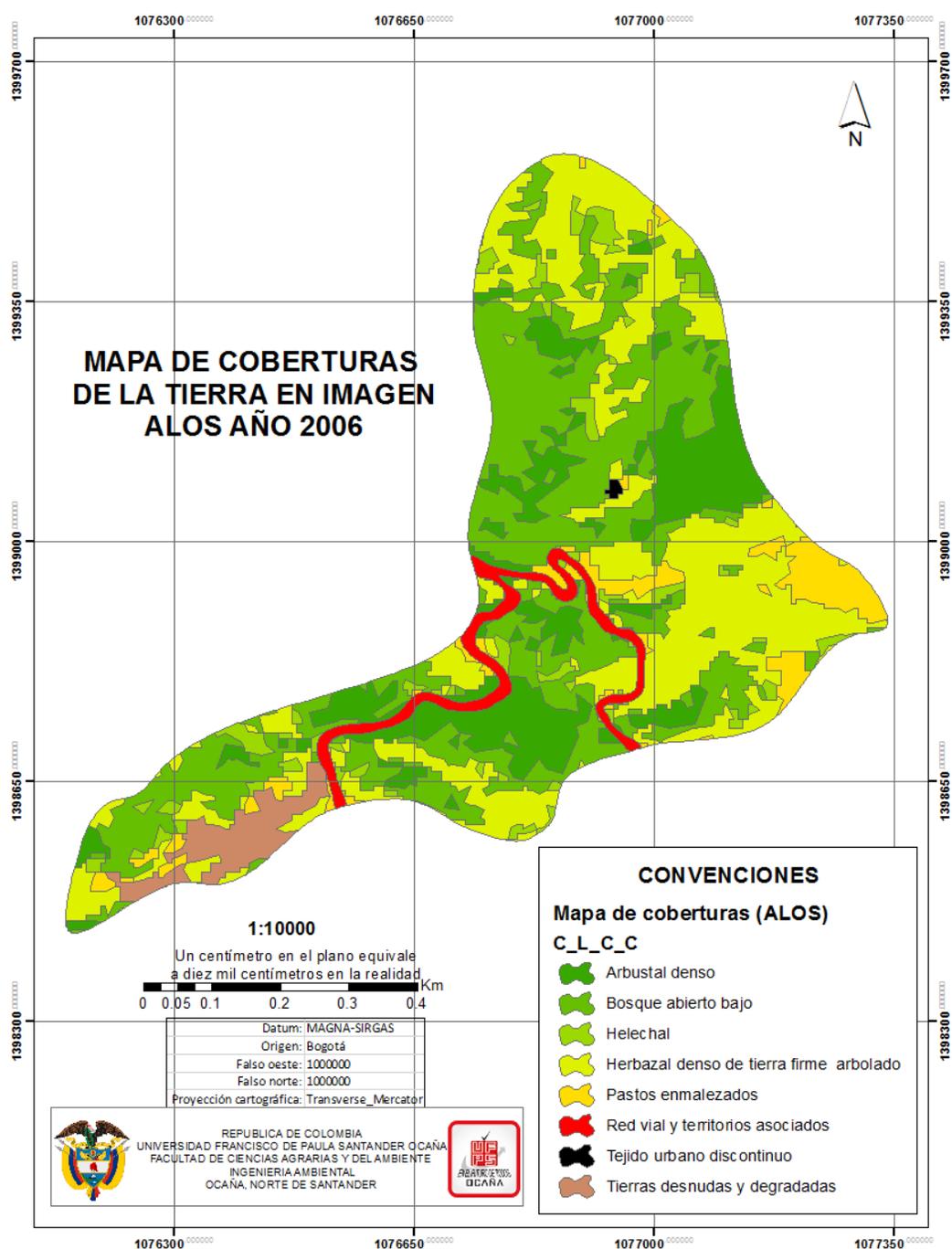


Figura 15. Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital ALOS para el año 2006 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

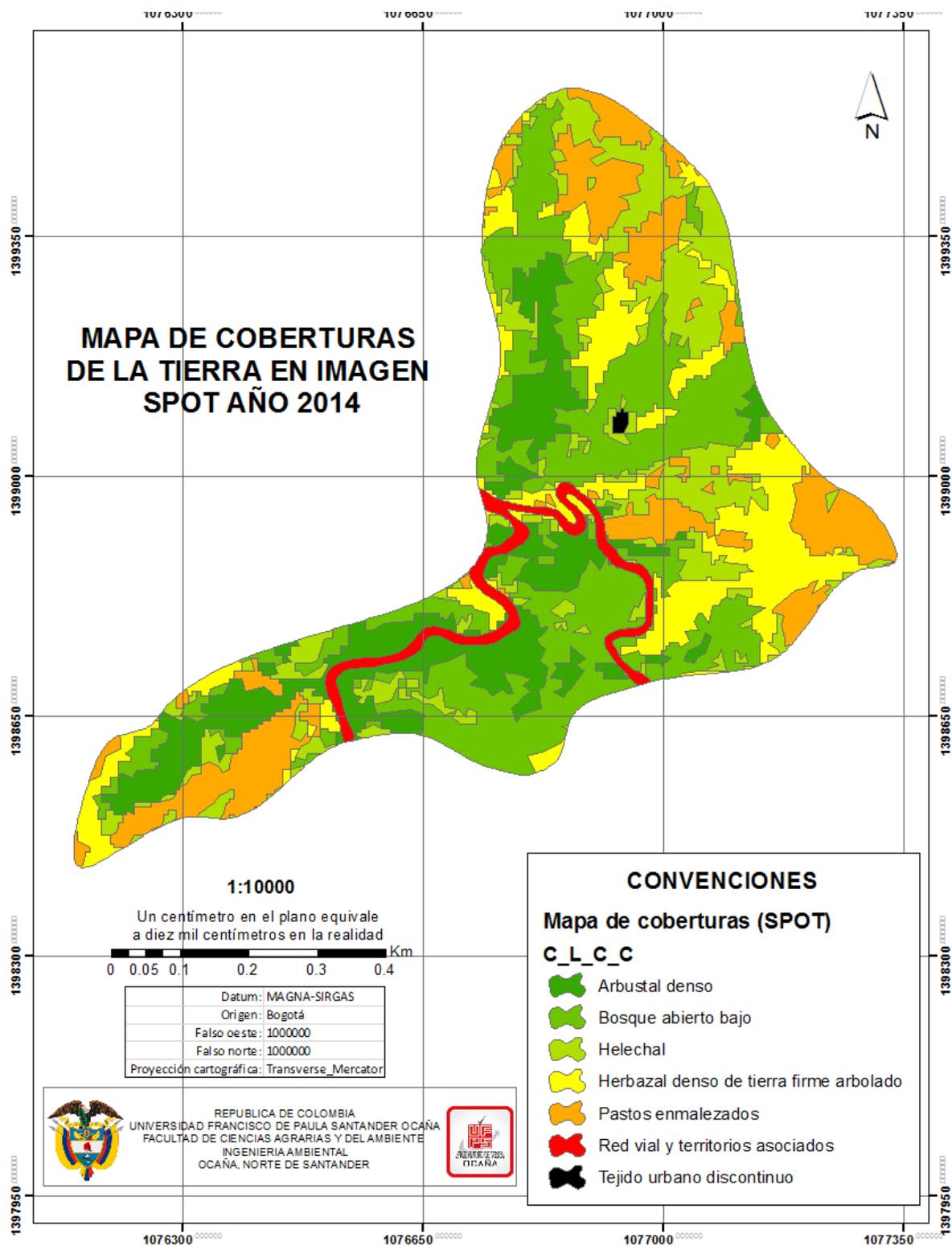


Figura 16. Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital SPOT 7 para el año 2014 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

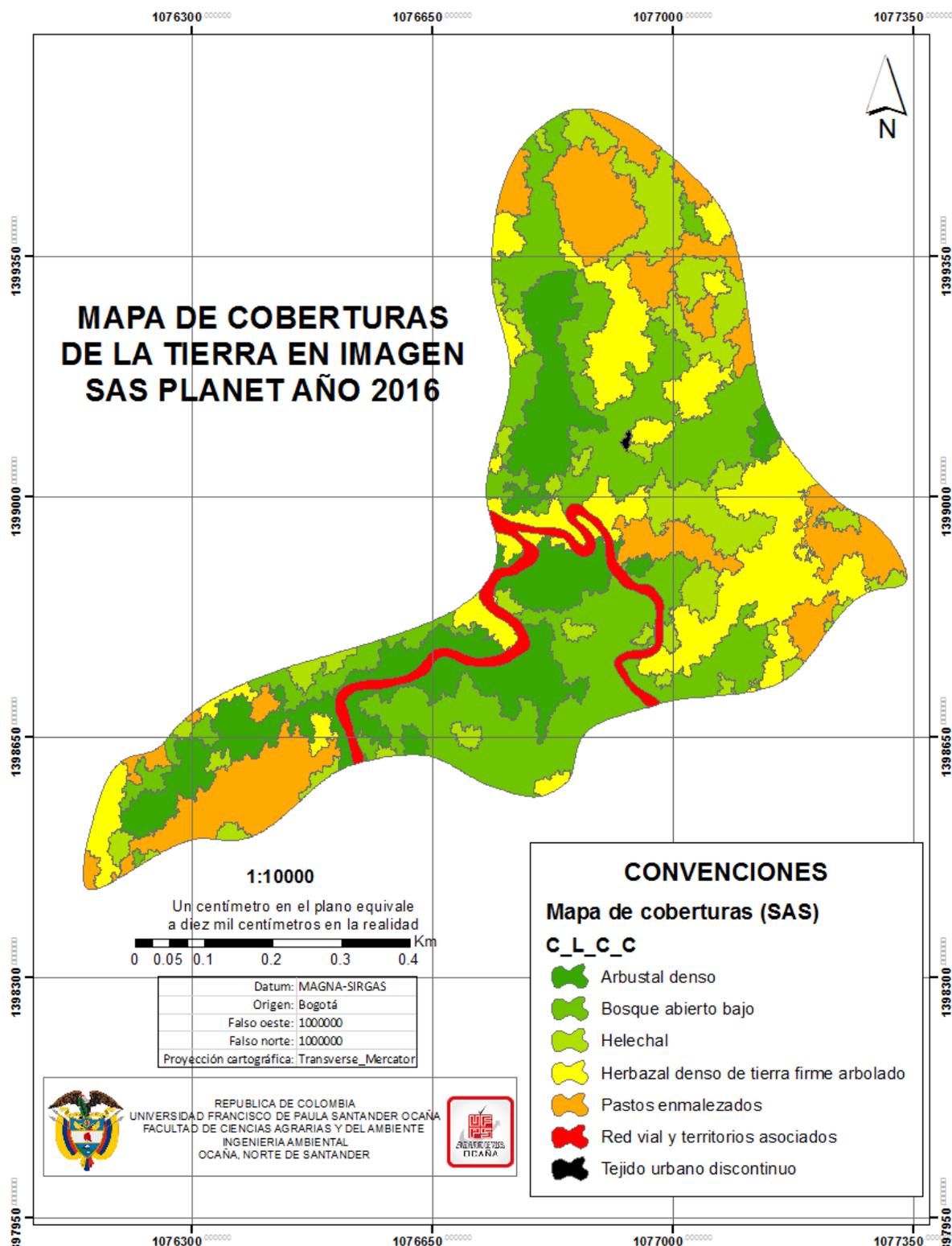


Figura 17. Mapa de coberturas de la tierra en imagen satelital SAS PLANET para el año 2016 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para la determinación de la dimensión temporal de las coberturas de la tierra en el periodo 2006 – 2016, se emplearon dos matrices de cambio entre los periodos 2006 – 2014 y 2014 – 2016, que permitió relacionar los valores de pixel por medio de la superposición de los diferentes mapas de coberturas de la tierra obtenidos previamente a escala 1:10000. Para ello se calculó el valor de pixel de acuerdo a la fórmula de ESRI (s.f.) con un valor de 2,64.

$$\text{Tamaño de celda} = \frac{\text{Escala} \times 0,0254}{96}$$

$$\text{Tamaño de celda} = \frac{10000 \times 0,0254}{96} \quad \text{Tamaño de celda} = 2,645833$$

De igual forma se asignó una codificación en la tabla de atributo del archivo shapefile para cada una de las coberturas basados en la metodología propuesta por Prenzel y Treitz (2006) citado por Santana y Salas (2007), la cual consistió en rasterizar, ya que los archivos raster son celdas numéricas de valor único, por último se empleó la herramienta *Map Algebra* que se encuentra en la siguiente ruta: *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools – Map Algebra – Raster Calculator*, que sumó el campo de codificación dada, posterior a ello se realizó el proceso de edición, que consistió en vectorizar y ejecutar las herramientas de *Eliminate* y *Dissolve* mencionadas anteriormente.

Siguiendo la metodología propuesta por Pontius, Shusas, y McEachern (2004) se obtuvieron los cambios experimentados por las diferentes coberturas de la tierra que se evidencian en las matrices de cambio, transición o tabulación cruzada para los años 2006 – 2014 y 2014 – 2016. Las matrices de cambio para los distintos lapsos de tiempo proyectan las

transformaciones de las coberturas de la tierra por medio de la superposición de los diferentes mapas temáticos de las coberturas previamente elaborados, de esta manera dicha matriz permitió observar en la diagonal con las celdas de color gris en las tablas 14 y 16, los valores de áreas en hectáreas (ha) que permanecieron constantes o estables en los periodos establecidos, de igual forma los valores que se encuentran fuera de la diagonal representan las distintas transformaciones de las coberturas, así mismo la sumatoria de las filas y columnas representan el área total de cada una de las coberturas designadas en los diferentes años. Por otra parte, con la información de la matriz de cambio se calculó las ganancias, pérdidas, cambio total (sumatoria entre pérdida y ganancia) y cambio neto (diferencia entre pérdida y ganancia) de cada una de las categorías de las coberturas de la tierra como se observan en las tablas 15 y 17.

Tabla 14

Matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2006 – 2014.

Mapa de coberturas CLCC SPOT 7 - 2014
Área (ha)

Mapa de cobertura CLCC ALOS 2006 Área (ha)	Matriz de cambio	Arbustal denso	Bosque abierto bajo	Helechal	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Pastos enmalezados	Red vial y territorios asociados	Tejido urbano discontinuo	Tierras desnudas y degradadas	Total 2006
	Arbustal denso	3.6704	2.9373	0.4376	0.7485	0.2558	0	0	0	8.0496
Bosque abierto bajo	3.0977	7.77	3.0757	1.315	0.6925	0	0.0146	0	15.9655	
Helechal	0.504	0.4717	0.4021	0.4528	0.5442	0	0	0	2.3748	
Herbazal denso de tierra firme arbolado	0.4324	2.894	3.528	4.7225	3.1499	0	0	0	14.7268	
Pastos enmalezados	0.3321	0.1354	0.1849	0.6493	1.8107	0	0	0	3.1124	
Red vial y territorios asociados	0	0	0	0	0	1.7796	0	0	1.7796	
Tejido urbano discontinuo	0	0	0	0	0	0	0.0684	0	0.0684	
Tierras desnudas y degradadas	0.0361	0.0174	0.2529	0.1492	1.2627	0	0	0	1.7183	
Total 2014	8.0727	14.2258	7.8812	8.0373	7.7158	1.7796	0.083	0	47.7954	

Nota: La tabla muestra de manera detalla la matriz de cambio en hectáreas obtenida de los mapas de coberturas de la tierra del periodo 2006 – 2014 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (CCLC). Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 15

Resumen de la matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2006 – 2014.

Clases de coberturas de la tierra CLCC	2006 (ALOS)	2014 (SPOT 7)	Estable	Ganancia	Perdida	Cambio total	Cambio neto
Arbustal denso	8.0496	8.0727	3.6704	4.4023	4.3792	8.7815	0.0231
Bosque abierto bajo	15.9655	14.2258	7.77	6.4558	8.1955	14.6513	-1.7397
Helechal	2.3748	7.8812	0.4021	7.4791	1.9727	9.4518	5.5064
Herbazal denso de tierra firme arbolado	14.7268	8.0373	4.7225	3.3148	10.0043	13.3191	-6.6895
Pastos enmalezados	3.1124	7.7158	1.8107	5.9051	1.3017	7.2068	4.6034
Red vial y territorios asociados	1.7796	1.7796	1.7796	0	0	0	0
Tejido urbano discontinuo	0.0684	0.083	0.0684	0.0146	0	0.0146	0.0146
Tierras desnudas y degradadas	1.7183	0	0	0	1.7183	1.7183	-1.7183

Nota: La tabla muestra de manera detalla el resumen de los resultados de la matriz de cambio en hectáreas obtenida de los mapas de coberturas de la tierra del periodo 2006 – 2014 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 16

Matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2014 – 2016.

		Mapa de coberturas CLCC SAS Planet 2016								
Mapa de cobertura CLCC SPOT 2014	Matriz de cambio	Arbustal denso	Bosque abierto bajo	Helechal	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Pastos enmalezados	Red vial y territorios asociados	Tejido urbano discontinuo	Tierras desnudas y degradadas	Total 2014
	Arbustal denso	6.9298	0.7032	0.1558	0.154	0.1573	0	0	0	8.1001
	Bosque abierto bajo	0.8373	11.2143	0.5575	1.1206	0.4639	0	0	0	14.1936
	Helechal	0.2402	1.0972	3.915	1.3702	1.2553	0	0	0	7.8779
	Herbazal denso de tierra firme arbolado	0.1256	0.54	0.6604	6.0366	0.6988	0	0	0	8.0614
	Pastos enmalezados	0.1207	0.1593	0.9533	0.627	5.8698	0	0	0	7.7301
	Red vial y territorios asociados	0	0	0	0	0	1.7796	0	0	1.7796
	Tejido urbano discontinuo	0	0	0	0	0	0	0.0684	0	0.0684
	Total 2016	8.2536	13.714	6.242	9.3084	8.4451	1.7796	0.0684	0	47.8111

Nota: La tabla muestra de manera detalla la matriz de cambio en hectáreas obtenida de los mapas de coberturas de la tierra del periodo 2014 – 2016 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (CCLC). Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla 17

Resumen de la matriz de cambio de los mapas de coberturas de la tierra del año 2014 – 2016.

Clases de coberturas de la tierra CLCC	2014 (SPOT 7)	2016 (SAS Planet)	Estable	Ganancia	Perdida	Cambio total	Cambio neto
Arbustal denso	8.1001	8.2536	6.9298	1.3238	1.1703	2.4941	0.1535
Bosque abierto bajo	14.1936	13.714	11.2143	2.4997	2.9793	5.479	-0.4796
Helechal	7.8779	6.242	3.915	2.327	3.9629	6.2899	-1.6359
Herbazal denso de tierra firme arbolado	8.0614	9.3084	6.0366	3.2718	2.0248	5.2966	1.247
Pastos enmalezados	7.7301	8.4451	5.8698	2.5753	1.8603	4.4356	0.715
Red vial y territorios asociados	1.7796	1.7796	1.7796	0	0	0	0
Tejido urbano discontinuo	0.0684	0.0684	0.0684	0	0	0	0
Tierras desnudas y degradadas	0	0	0	0	0	0	0

Nota: La tabla muestra de manera detalla el resumen de los resultados de la matriz de cambio en hectáreas obtenida de los mapas de coberturas de la tierra del periodo 2014 – 2016 del área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” Fuente: Elaboración propia, 2016.

La matriz de cambio del año 2006 – 2014 que corresponde a las imágenes satelitales ALOS y SPOT 7 detallan la evolución por la que han transcurrido las diferentes coberturas de la tierra, en este sentido el comportamiento espacio-temporal de las mismas se expresan a continuación:

Se aprecia en la matriz de cambio (2006 – 2014) que para el año 2006 el Bosque abierto bajo poseía la porción más extensa del área con 15.9655 ha., seguido por Herbazal denso de tierra firme arbolado con 14.7268 ha., y Arbustal denso con 8.0496 ha y en menor porción se encuentran las coberturas de Pastos enmalezados, Helechal y Tierras desnudas degradadas con 3.1124 ha., 2.3748 ha. y 1.7183 ha. respectivamente. De igual forma al analizar la estructura espacio-temporal para el año 2014 se observa que el Bosque abierto bajo es la cobertura vegetal de mayor extensión, pero aun así se precisa una pérdida 1.7397 ha., por otra parte, el Arbustal denso aumentó su cobertura en 0.0231 ha. convirtiéndose en la segunda cobertura vegetal más extensa para ese año, seguido por Herbazal denso de tierra firme arbolado que pasó de 14.7268 ha. a 8.0373 ha. que disminuyó aproximadamente 6.6895 ha., las coberturas de Helechal y Pastos enmalezados presentaron un incremento de 5.5064 ha. y 4.6034 ha. respectivamente. El cambio de mayor relevancia se presentó en la cobertura de Tierras desnudas y degradadas la cual dejó de existir dentro de los límites del área de estudio.

Se aprecia en la matriz de cambio (2014 – 2016) que para el año 2014 el Bosque abierto bajo poseía la porción más extensa del área con 14.1936 ha., seguido por Arbustal denso con 8.1001 ha., y Herbazal denso de tierra firme arbolado con 8.0614 ha. y en menor porción se encuentran las coberturas de Helechal, Pastos enmalezados con 7.8779 ha. y 7.7301 ha. respectivamente. De igual forma al analizar la estructura espacio-temporal para el año 2016 se observa que el Bosque abierto bajo sigue siendo la cobertura vegetal de mayor extensión, con

una pérdida de 0.4796 ha., por otra parte, la cobertura de Herbazal denso de tierra firme arbolado pasó a ser la segunda con mayor extensión, seguido de Pastos enmalezados y Arbustal denso con 9.3084 ha., 8.4451 ha., y 8.2536 ha., por su parte la cobertura de Helechal muestra una disminución de 1.6359 ha., las Tierra desnudas y degradadas permanece inexistentes para este año dentro de los límites del área de estudio. Como se observó en las matrices de cambio para el periodo de tiempo del 2006 al 2016 las coberturas de la tierra Red vial y territorios asociados y Tejido urbano discontinuo se tomaron como valores constantes ya que no se evidencia incremento o disminución alguna.

Al comparar los mapas de pendientes y coberturas de la tierra para el año 2016, se observa que en las zonas de pendientes con un grado superior a 73% predominan las coberturas de la tierra de Pastos enmalezados y Helechales, en estas zonas fuertemente escarpadas este tipo de coberturas son asociadas a vegetación secundaria o de transición, dando a entender que han existido procesos de resiliencia siendo un ecosistema autogénico debido a su capacidad de recuperación estructural (atributo ecológico) favorecido por la escasa intervención antrópica producto de destinar y dar a conocer esta área para la conservación.

4.3 Métricas del paisaje del área de estudio “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

Basados en la metodología propuesta en el Instructivo metodológico para evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas y una vez obtenidos los mapas de coberturas de la tierra, se llevó a cabo el proceso de rasterización, luego se exportó a formato Geotiff en la ruta: *Anticlick – Data – Export Data*, y se proyectó al Sistema de referencia para

Colombia (*Magna_Colombia_Bogotá*) en la ruta *ArcToolbox – Data Managements Tools – Projections and Transformations – Raster – Project Raster*, una vez obtenido el archivo en formato raster se exporta la tabla de atributos en formato (.txt) para su posterior edición, la cual consistió en eliminar la información que no es relevante al momento de calcular las métricas del paisaje e incluir las palabras *true*, *false* y de este modo el software Fragstats versión 4.2 ejecute el archivo.

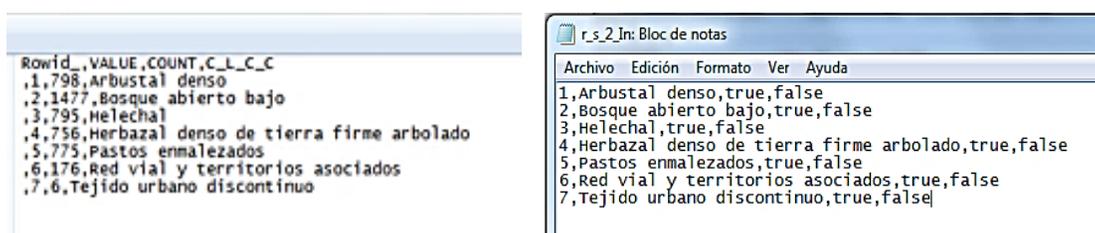


Figura 18: Archivo de bloc de notas sin editar y editado empleado para el cálculo de las métricas del paisaje por medio del software Fragstats. Fuente: Elaboración propia, 2016.

El cálculo de las métricas del paisaje se realizó por medio del software Fragstats versión 4.2., programa de acceso libre con fundamento matemático para cada uno de los índices a calcular, dicho software se encuentra disponible en la página oficial de la University of Massachusetts. Para ejecutar los indicadores del paisaje planteados en este proyecto se utilizó los archivos obtenidos provenientes del software ArcGis versión 10.3, estos archivos (Formato Geotiff y .txt) se ingresaron en el programa y se seleccionaron los parámetros a hallar en los campos *Patch*, *Class* y *Landscape metrics*, se ejecuta en la opción *Run* y se obtiene de esta forma las métricas del paisaje. Los resultados se generaron en formato (.txt) y se importó a documento Excel, en el cual se delimita y se separa por tabulación y comas, mostrando de manera organizada los parámetros para cada tipo de cobertura de la tierra planteada.

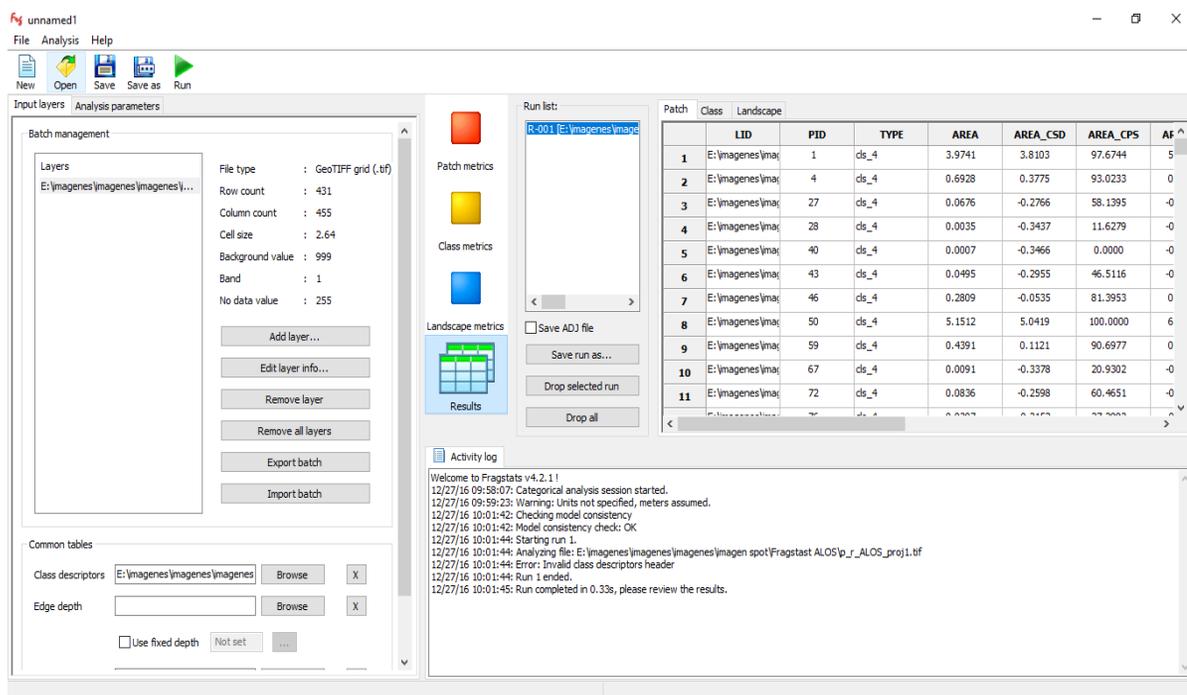


Figura 19. Interface de trabajo del programa Fragstats versión 4.2. Fuente: McGarigal, Marks, Cushman, y Ene, (2000).

En el presente trabajo se calcularon algunas métricas del paisaje como lo son: Área total (CA), Porcentaje del paisaje (PLAND), Perímetro (P), Número de parches (NP), Índice de forma del paisaje (LSI), Densidad de parche (PD), Borde total (TE) y Densidad del borde (ED), las cuales permiten llevar a cabo el análisis multitemporal del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”, dichos indicadores permiten estimar el cambio a nivel estructural de las coberturas de la tierra en el periodo 2016, como se observa en la tabla 18.

Tabla 18*Métricas del paisaje para el año 2016*

Métricas del paisaje para el año 2016 a partir de imagen satelital SAS PLANET									
Tipo	Categorías	(CA) Área Total (ha.)	(PLAND) Porcentaje de paisaje (%)	(P) Perímetro (m)	(NP) Número de parches (NP)	(DP) Densidad del parche (#/ha.)	(LSI) Índice de forma del paisaje	(TE) Borde Total (m)	(ED) Densidad del borde (m/ha)
1	Arbustal denso	7.98	16.6841	7920	24	50.1777	6.9474	7640	159.7324
2	Bosque abierto bajo	14.77	30.8802	13340	29	60.6314	8.6623	12260	256.3245
3	Helechal	7.95	16.6214	12140	74	154.7146	10.6491	11150	233.1173
4	Herbazal denso de tierra firme arbolado	7.56	15.806	8420	30	62.7221	7.6545	7340	153.4602
5	Pastos enmalezados	7.75	16.2032	7480	27	56.4499	6.6786	6180	129.2076
6	Red vial y territorios asociados	1.76	3.6797	3240	1	2.0907	6	100	2.0907
7	Tejido urbano discontinuo	0.06	0.1254	100	1	2.0907	1	3090	64.6038

Nota: La tabla muestra de manera detallada las métricas del paisaje para el año 2016 a partir de imagen satelital SAS PLANET para el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”. Fuente: Elaboración propia, 2016.

Según las métricas a nivel de clase; el índice de área, superficie, densidad y variabilidad que hace referencia al área total (CA), número de parches (NP), densidad del parche (DP) y porcentaje del paisaje (PLAND), se obtuvo que la cobertura de Bosque abierto bajo se encuentra en mayor proporción en la zona de estudio con un área de 14,77 ha. representado el 30,88% del ecosistema, conformada por 29 fragmentos, seguido por Arbustal denso con un área de 7,98 ha. (16,68% del área de estudio) distribuida en 24 fragmentos, por otra parte, las coberturas de Pastos enmalezados y Herbazal denso se encuentran con áreas de 7,75 ha. y 7,56 ha. que ocupan el 16,20% y 15,80% del paisaje respectivamente, así mismo la cobertura de Helechal posee un área de 7,95 ha. abarcando el 16,68% del área destinada a conservación, distribuida en 74 fragmentos, siendo esta el tipo de vegetación con distribución salpicada dentro de la zona de estudio. De acuerdo con Badii y Landeros (2007), González y Romero (2013) en relación a la densidad del parche (DP), este es un indicador de altos niveles de fragmentación que afirma que a mayores densidades representan áreas que han sido intervenidas o fragmentadas, en este sentido se observa que la cobertura de Helechal es aquella con mayor fragmentación con una densidad de 154,71.

Conforme al índice de forma permite estimar la configuración del paisaje a partir de la evaluación de la complejidad de las formas (Molina y Albarran, 2013), destacan el índice de forma del paisaje (LSI) considerando los valores cercanos a uno (1) como forma cuadrada y en medida que este valor aumenta los fragmentos se desagregan e indica coberturas más complejas e irregulares, como se observa en la siguiente tabla 19.

Tabla 19*Índice de forma del paisaje (LSI – Landscape Shape Index)*

Índice de forma del paisaje (LSI)	
Forma	Valor
Cuadrado	= 1
Medianamente cuadrado	> 1, < 2
Poco cuadrado	> 2, < 3
Poco alargado	> 3, < 5
Medianamente alargado	> 5, < 7
Alargado	> 7

Nota: La tabla muestra de manera detallada los valores y forma que adopta el Índice de forma del paisaje (LSI). Fuente: Molina y Albarran (2013).

Con referencia a la tabla anterior el índice de forma del paisaje (LSI) para las coberturas de la tierra del área de estudio, se observa que la cobertura de Bosque abierto bajo, Helechal y Herbazal denso de tierra firme arbolado adquieren una forma alargada, siendo valores mayores a 7 y las coberturas de Arbustal denso y Pastos enmalezados con forma medianamente alargados, por ende la cobertura de la tierra de Bosque abierto bajo presente en el área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” cuyo índice de forma del paisaje (LSI) es 8,66 y con una extensión de 14,77 ha. se considera como corredor biológico que permite la conexión y desplazamiento de las especies faunísticas y florísticas dentro de la misma.

El índice de ecotono y hábitat interior que hace alusión a los indicadores de Borde total (TE) y Densidad de borde (ED) de acuerdo a Badii y Landeros (2007), González y Romero (2013) sugieren que un incremento en estos indicadores está relacionado con la disminución y

división de los fragmentos afectándose continuamente, razón que modifica las condiciones microclimáticas y la dinámica de los bordes, por lo tanto las coberturas de la tierra de: Bosque abierto bajo y Helechal son las más propensas a disminución con un Borde y Densidad de borde de 12260 m. y 256,32 m/ha. y 11150 m. y 233,11 m/ha. respectivamente.

Por otra parte las coberturas de la tierra de Red vial y territorios asociados y Tejido urbano discontinuo por ser territorios artificiales producto gradual de urbanización, se presentan como las coberturas con mínimas alteraciones, evidenciado en los siguientes indicadores donde el número de parches (NP) es igual a uno para ambas coberturas, de acuerdo al índice de forma del paisaje (LSI) la cobertura más compacta de forma cuadrada es el Tejido urbano discontinuo, por otra parte la cobertura de Red vial y territorios asociados presenta una forma medianamente alargado debido a las condiciones topográficas de la zona, cabe destacar que dicha cobertura ocupa un área de 1,76 ha., es decir, el 3,67 % del área de estudio.

Al comparar algunas de las métricas a nivel de paisaje calculadas para cada año 2006 y 2016 a partir de los mapas de coberturas de la tierra, se evidenció una disminución en cuanto al Número de parches (NP) pasando de 234 para el año 2006 a 186 fragmentos para el año 2016, así como la Densidad de parche (DP) que disminuyó de 489,35 a 388,87, este comportamiento refleja una disminución en los procesos de fragmentación favoreciendo la conectividad de la estructura del paisaje. De igual manera el índice de forma del paisaje (LSI), demuestra que las coberturas del paisaje presentes en el área de estudio mantiene una configuración de tipo alargado e indica que el ecosistema tiene una estructura compleja e irregular; como se observa en la siguiente tabla 20.

Tabla 20

Métricas del paisaje para los años 2006 y 2016.

Métricas del paisaje	ALOS 2006	SAS PLANET 2016
NP	234	186
DP	489,3582	388,8713
LSI	11,8053	10,3453

Nota: La tabla muestra de manera detallada las métricas del paisaje: Número de parches (NP), Densidad de parche (DP) y el Índice de forma del paisaje (LSI) para los años 2006 y 2016 en el área de estudio denominado “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Desde el punto de vista de la ecología del paisaje la fragmentación se presenta en diferentes grados o estados de afectación. Gurrutxaga (2003), propone un índice para el cálculo de la fragmentación, el cual cuantifica la superficie total en relación al número y dispersión de parches, como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21.

Índice del Grado de Fragmentación (F)

ÍNDICE DEL GRADO DE FRAGMENTACIÓN

$$F = \frac{\text{Superficie total del habitat}}{(\text{Número de parches} \times \text{dispersión de los parches})}$$

Dónde: Dispersión de los parches= (Rc): $2 \text{ dc} (\lambda/\pi)$

Así dc = Distancia media de un parche (centroide) hasta el parche más cercano.

λ = Densidad de parches

Nota: La tabla muestra de forma detallada la fórmula del Índice del grado de fragmentación.
Fuente: Gurrutxaga (2003).

Estimación del valor del Índice de Fragmentación (F) para los años 2006 y 2016

$$F_{2006} = \frac{47,8}{234 \times 990,66} = 0,000206$$

$$F_{2016} = \frac{47,8}{186 \times 208,17} = 0,00123$$

Según Gurrutxaga (2003), el índice de fragmentación (F) permite ponderar la fragmentación que surge en el interior de un ecosistema considerando las características propias del mismo conforme al patrón de distribución espacial de los fragmentos que este contenga, en este sentido la interpretación de este índice no es comparable entre diferentes ecosistemas ya que se realiza de acuerdo a la escala que se emplea en el desarrollo del estudio, siendo un índice inversamente proporcional que relaciona el incremento con la disminución del grado de fragmentación y viceversa. Para esta investigación se empleó el índice de fragmentación (F) en el tiempo 2006 y 2016, demostró que para el año 2016 respecto al año 2006, existe un aumento en el índice, y constata que el grado de fragmentación del área destinada a la conservación “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” disminuyó en el periodo de 10 años, de acuerdo a lo anterior el hecho de destinar áreas naturales para la conservación conlleva a la disminución de las intervenciones antropicas lo que supone una reducción de los tensionantes que puedan afectar dichas áreas, por ello el establecimiento de zonas de manejo especial favorecen las sucesiones ecológicas, la permanencia de la biodiversidad y la conectividad estructural del paisaje.

Capítulo 5. Conclusiones

Tras solicitar información pertinente a la zona de estudio no se obtuvo respuesta alguna por parte de la Fundación ProAves, razón por la cual el reconocimiento de la estructura espacial se realizó a través de información secundaria y de campo. Así mismo se recopiló información referente al área, encontrando que ésta no es reconocida legalmente por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) como Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma, dado que el Auto 0018 del año 2012, constata que no se pudo proceder a la solicitud de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil, ya que presentó inexactitudes en la extensión del predio propuesta por las entidades; Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) y la fundación ProAves. Al realizar el levantamiento planímetro, tras recorrer los linderos y georreferenciar cada uno de los mojones (30) que delimitan la zona, se obtuvo un área de 47, 8 ha. aproximadamente, siendo esta superficie distinta a las propuestas por ambas entidades. Mediante la implementación de Sistema de Información Geográfico (SIG) se verificó la cartografía digital con archivo vectorial de las veredas del municipio de Ocaña, Norte de Santander proporcionado por CORPONOR, que el área de estudio se encuentra ubicada en las veredas: El Poleo con 2,47 ha., Agua de la Virgen con 7,06 ha. y El Mortiño con 38,27 ha., hecho que contradice a la Fundación ProAves y al Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander quienes la ubican únicamente en la vereda Agua de la Virgen.

De acuerdo a la investigación realizada y los datos aportados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales (IDEAM): Precipitación total mensual multianual y Temperatura media mensual multianual que se calcularon por medio de herramienta de Sistema de Información Geográfico (SIG) y Evapotranspiración potencial por la metodología de Leslie

Holdridge, se determinó que el área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” se encuentra en la zona de vida de Bosque húmedo premontano bh-PM como lo afirman la Fundación ProAves y al Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander, siendo un ecosistema de transición de Bosque seco a Bosque húmedo.

Respecto a los mapas de coberturas obtenidos para los años 2006, 2014 y 2016 y las matrices de cambio elaboradas para los lapsos de tiempo 2006 - 2014 y 2014 - 2016, es importante destacar que los valores obtenidos por medio de las imágenes satelitales y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden presentar inexactitudes que se tornan insignificantes debido al valor de pixel y resolución de las imágenes utilizadas. En este sentido se apreció que la cobertura de la tierra: Tierras desnudas y degradadas dejó de existir dentro de los límites comprendidos en el área de estudio, ya que esta no se registró en los mapas de coberturas del 2014 y 2016 siendo este el principal cambio que refiere una ganancia de coberturas de 1,7 ha. que según la matriz de cambio elaborada a partir de las imágenes satelitales ALOS y SPOT 7, 1,2 ha. pasó a ser parte de la cobertura de Pastos enmalezados. No obstante, se refleja una tendencia a la disminución progresiva de la cobertura de Bosque abierto bajo para el periodo de tiempo estudiado, en ambas matrices se evidencian pérdidas siendo estas alrededor de 2,2 ha., motivo que causa preocupación ya que esta representa la mayor superficie en la zona con 14,19 ha. Cabe agregar que en las coberturas de la tierra: Red vial y territorios asociados y Tejido urbano discontinuo no acreditan cambio alguno manifestando que no ha existido intervención antrópica en cuanto a infraestructura de desarrollo.

Las métricas del paisaje halladas para el área de estudio en relación al análisis de los patrones de fragmentación que se presentaron en los últimos 10 años se pudo contemplar que las coberturas vegetales a nivel de paisaje se han consolidado mostrando una disminución en el

número de fragmentos (NP) pasando de 234 a 186, por otra parte el índice de forma del paisaje (LSI) se mantuvo con valores cercanos, manifestando que el comportamiento de las coberturas a nivel de paisaje se mantiene de forma alargada, compleja y desagregada. A nivel de clase se consideró la cobertura de Bosque abierto bajo como corredor biológico dentro de la zona, ya que esta posee la mayor extensión de 14.77 ha. y un índice de forma del paisaje (LSI) de 8,66 representando una forma alargada, así mismo la cobertura de Helechal constituida por 74 fragmentos y con índice de forma del paisaje (LSI) de 10,64 se aprecia como la cobertura con una distribución salpicada, ya que el tamaño de los fragmentos o parches son valores mínimos.

Se analizó la fragmentación del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma” tras la estimación del Índice de Fragmentación (F) para el periodo de 10 años (2006 – 2016) se clasificó de acuerdo al estado de fragmentación en Paisaje Salpicado partiendo de las observaciones realizadas en campo, imágenes satelitales, mapas de coberturas, matrices de cambio, captura de imágenes por medio de tecnología dron (Phantom 3), métricas del paisaje y teniendo en cuenta la presencia de infraestructura vial que divide la zona de estudio.

Capítulo 6: Recomendaciones

Se recomienda a la Fundación ProAves emprender el proceso de aclaración de área catastral ante el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), de igual forma iniciar nuevamente el proceso de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil ante el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), así la reserva es reconocida legalmente y pasa a ser parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Teniendo en cuenta que el manejo de áreas silvestres depende del conocimiento que se tengan sobre las mismas, por ello se sugiere emprender estudios e investigaciones, así como establecer áreas de amortiguación, tomando como punto partida el presente proyecto de grado como herramientas de conservación y protección del área denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

Basados en los resultados obtenidos y entendiendo los ecosistemas como sistemas abiertos que interactúan entre sí, se propone realizar esta investigación a una unidad más extensa con el fin de conocer el grado de fragmentación de las áreas adyacente a la zona de estudio.

Se recomienda realizar investigaciones sobre “Análisis de fragmentación” a nivel municipal y en especial en las áreas protegidas, ya que no se registró bibliografía alguna a nivel municipal y regional.

Se sugiere para futuras investigaciones de este tipo, el uso de imágenes satelitales del mismo sensor remoto y resolución espacial con el fin de minimizar posibles errores en la asignación del valor de pixel.

Referencias

- Acuña, C. (Julio de 2010). *Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encenillo (municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatavita), Cundinamarca*. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana:
<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9796/1/tesis86.pdf>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2013). *Fragmentación del paisaje en Europa*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/FRAGMENTACION_PAISAJE_EUROPA_tcm7-306343.pdf
- Aguilar, C., Martínez, E., & Arraiga, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *Biodiversitas*(30), 7-11. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv30art2.pdf>
- Alarcón Hincapié, J., & Pabón Caicedo, J. (Diciembre de 2013). El cambio climático y la distribución espacial de las formaciones vegetales en Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 171 - 185. Recuperado el 23 de Marzo de 2016, de
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v16n2/v16n2a04>
- Alemán, B. (2014). *Ecología del paisaje: análisis de la pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos en el sector noreste de la Reserva Forestal Golfo Dulce, 1979- 2013. untarenas, Costa Rica*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información:
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2055>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Depósito de documentos de la FAO:
<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>
- Altamirano, A., Echeverría, C., & Lara, A. (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*(80), 27-42. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v80n1/art03.pdf>
- Andrade, G., & Castro, L. (2012). *Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Javeriana:
<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/3196>

- Armesto, J., Willson, M., Díaz, I., & Reid, S. (Mayo de 2005). *Ecología del paisaje rural de la isla Chilóe: diversidad de especies de aves en fragmentos de bosques nativos*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Repositorio académico de la Universidad de Chile: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120072/Smith-Ramirez%2c%20Cecilia-LIBRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Badii, M., & Landeros, J. (2007). Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 2(1), 26 - 38. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de [http://www.spentamexico.org/v2-n1/2\(1\)%2026-38.pdf](http://www.spentamexico.org/v2-n1/2(1)%2026-38.pdf)
- Bennet, A. (2004). *Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de Unión Mundial para la Naturaleza: http://svsch.ceachile.cl/e-Biblioteca/Documentos/Biodiversidad/2004_Corredores_Biologicos.pdf
- Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M., Echeverría, C., & Urrutia, R. (2011). Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Revista de Geografía Norte Grande*(49), 125-138. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n49/art08.pdf>
- Bustamante, R., & Grez, A. (Junio de 1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, XL(2), 58-63. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de http://www.ieb-chile.cl/otras_publicaciones/RBustamante/Bustamante_Grez_1995_Ambient_Desarr.pdf
- Cahuana, A., & Yugar, W. (Septiembre de 2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de Universidad Mayor de San Simón: <http://myslide.es/documents/libro-completo-de-hidrologia.html>
- Canet, L. (2007). *Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica*. Recuperado el 11 de Febrero de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1573E/A1573E.PDF>
- Chuvieco, E. (Julio de 1995). *Fundamentos de la teledetección espacial*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Geografía física: http://geografiafisica.org/sem_2015_01/maestria_geom/SIG_p_GdR/fundamentos_de_teledeteccion_espacial_chuvieco_BUENO.pdf
- Cifuentes, M. (1983). *Reservas de Biosfera: Clarificación de su marco conceptual y diseño y aplicación de una metodología para la planificación estratégica de un subsistema nacional*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1577e/A1577e00.pdf>
- Concejo Municipal de Ocaña, Norte de Santander. (2011). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte

de Santander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/index.shtml?apc=v-xxl-&x=2835077>

Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. (15 de Diciembre de 2012). *Plan de Contingencia para Incendios Forestales del Municipio de Ocaña, Norte de Santander*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Alcaldía Municipal de Ocaña, Norte de Santander: <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/plan-de-contingencia-incendios-forestales.pdf>

Coronado, M. (Octubre de 2014). *Análisis de la fragmentación en el Parque Nacional Cerro Azul Meámbar (PANACAM)*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Zomorano : <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3320/1/IAD-2014-004.pdf>

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. (2013). *Caracterización del río Algodonal, río Tejo y laguna de oxidación - Ábrego año 2012 - 2013*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental: http://corponor.gov.co/control_calidad/2014/MONITOREO_RIO_%20ALGODONAL-R_TEJO2012-2013.pdf

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2016). *Sistema Experto*. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria: <http://www.corpoica.org.co/site-mapa/sistexp/>

De Alba Ávila, A., Chapa, D., & Sosa, J. (Marzo de 2008). Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 14(1), 37-51. Recuperado el 17 de Abril de 2016, de <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=61714104>

Díaz, M. (Diciembre de 2006). *La zonificación como elemento de planificación y manejo de áreas del sistema de parques nacionales naturales*. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/documentozonificacion.pdf>

ESRI. (s.f.). *ArcGis for Desktop*. Recuperado el 21 de Julio de 2016, de Rangos de tamaño de celda en un dataset de mosaico: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/cell-size-ranges-in-a-mosaic-dataset.htm>

Etter, A. (1991). *Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos ecológicos*. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi : <https://drive.google.com/file/d/0B7dPeC1rpAmhMjEwOTE0NGMtYTdhNy00MmQ0LTg5MWMtNzdiYWZjNmVhZWRI/view?pref=2&pli=1>

- EUROPARC España. (2009). *Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramienta y casos prácticos*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de EUROPARC España: <http://www.redeuroparc.org/publicaciones/monografia2.pdf>
- Ferreira, P., & Fandiño, M. (1998). *Colombia biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción ambiental en biodiversidad*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/169-colombia-biodiversidad-siglo-xxi-propuesta-tecnica-para-la-formulacion-de-un-plan-de-accion-ambiental-en-biodiversidad>
- Figuerola, A., & Valencia, M. (Septiembre de 2009). *Fragmentación y Coberturas Vegetales de Ecosistemas Andinos, Departamento del Cauca*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de Universidad del Cauca: <http://talos.unicauca.edu.co/gea/sites/default/files/Fragmentaci%C3%B3n%20y%20Coberturas%20Vegetales%20de%20Ecosistemas%20Andinos.pdf>
- Fundación ProAves. (s.f.). *Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de Fundación ProAves: <http://www.proaves.org/rna-hormiguero-de-torcoroma/>
- Garay, L. (Junio de 2013). Minería en Colombia: Fundamentos para superar el modelo extractivista. *SciELO*, 15(28), 289-291. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962013000100020
- García, D. (Mayo de 2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20(2), 1-10. doi:10.7818/18
- González, L., & Romero, Á. (2013). *Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura de la tierra e incidencia del cultivo de palma en el territorio del municipio de Villanueva, Casanare*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de Repositorio Pontificia Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13495/GonzalezBorreroLuisHernan2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grajales, T. (26 de Mayo de 2002). *Tipos de Investigación*. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de Investigación: <http://tgrajales.net/investipos.pdf>
- Gurrutxaga, M. (2003). *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de Ingurumen, Lurralde Plangintza eta Etxebizitza Saila: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/indicadores_biodiversidad/es_doc/adjuntos/fragmentacion_2003.pdf

- Gurrutxaga, M., & Lozano, P. (Julio de 2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos*, LXIX(265), 519-543. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/97/94>
- Herrera, R., & Rincón, D. (10 de Marzo de 2014). Nuevo registro del Hormiguero Pico de Hacha (*Clytoctantes alixii*) para el departamento de Santander, Colombia. *Cotinga*(36), 54-55. Recuperado el 04 de Febrero de 2016, de <http://neotropicalbirdclub.org/articles/36/Herrera.pdf>
- Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en la zona de vida*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado el 01 de Agosto de 2016, de https://books.google.com.co/books?id=m3Vm2TCjM_MC&pg=PA25&lpg=PA25&dq=factor+58,93+para+evapotranspiraci%C3%B3n&source=bl&ots=oMfA1zWHDL&sig=os_tV2wtHo_FxDBISaqqyzFa8Z0k&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiD2KHHx-_OAhVG4CYKHRs9AHUQ6AEIHzAB#v=onepage&q=58%2C93&f=false
- Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Recuperado el 06 de Abril de 2016, de Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). *Asuntos meteorológicos*. Recuperado el 02 de Agosto de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/asuntos-meteorologicos>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2003). *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los Andes colombianos*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/255-informe-anual-2003-proyecto-conservacion-y-uso-sostenible-de-la-biodiversidad-de-los-andes-colombianos>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. (F. H. Lozano-Zambrano, Ed.) doi:978-958-8343-37-2
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (30 de Mayo de 2006). *Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Alcaldía de Filandia - Quindío: <http://www.filandia-quindio.gov.co/apc-aa->

files/34373838333435393431666366353030/Patrones_de_paisaje_en_paisajes_ganaderos.pdf

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2006). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras : Del Departamento de Norte de Santander*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37552&shelfbrowse_itemnumber=39050
- Ivars, A., & Vega, C. (2008). Ejemplo teórico de aplicación de las herramientas de la ecología del paisaje en la ordenación por rodales en la Cerdaña. *Sociedad Española de Ciencias Forestales*(27), 87-94. Recuperado el 21 de Abril de 2016, de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/9758/9676
- Izurieta, A. (1997). *Evaluación de la eficacia del manejo de áreas protegidas: validación de una metodología aplicada a un subsistema de áreas protegidas y sus zonas de influencia, en el área de conservación Osa, Costa Rica*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria: <http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A0496E/A0496E.PDF>
- Jiménez, A. (Octubre de 2014). *Metodología para el Levantamiento de Puntos de Control en la Verificación del Mapa de Superficie Forestal y Coberturas de la Tierra de Honduras*. Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de Programa Regional Reducción de Emisiones por Deforestación de Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana: http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_2134369771.pdf
- Kathy , M., John , M., Graham, C., & Jim, T. (Octubre de 1982). *Manejo de áreas protegidas en los trópicos*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza : <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1986-MacK-001-Es.pdf>
- Kattan, G., & Valderrama, C. (Agosto de 2006). *Plan de Conservación de la Pava Caucauca (Penelope perspicax)*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/293-plan-de-conservacion-de-la-pava-caucauca-penelope-perspicax>
- Laverde, O., & F. Gary, S. (2007). Aportes sobre el Hormiguero Pico de Hacha (Thamnophilidae: Clytoctantes Alixii) y su relación cn un bambú en un Bosque Secundaio de Colombia. *Ornitología Colombiana*(5), 83 - 90. Recuperado el 02 de Mayo de 2016, de https://www.academia.edu/4677231/APUNTES_SOBRE_EL_HORMIGUERO_PICO_DE_HACHA_THAMNOPHILIDAE_CLYTOCTANTES_ALIXII_Y_SU_RELACION_CON_UN_BAMBUC3%9A_EN_UN_BOSQUE_SECUNDARIO_DE_COLOMBIA_Notes_on_the_Recurve-billed_Bushbird_Thamnophilidae_Clytoctantes_alixii_and_i

- Lozano, A., Rivera, P., & Sierra, P. (2012). Criterios de Zonificación Ambiental usando técnicas de participación y de Información: Estudio de caso Zona Costera del Departamento del Atlántico. *Scielo*, *I*(41), 61-83. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v41n1/v41n1a04.pdf>
- Martínez, R. (Abril de 2002). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Reserva Biológica de Yuscarán, El Paraiso, Honduras*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Zamorano: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1585/1/T1414.pdf>
- Mass, J., & Correa, J. (2000). Análisis de fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas*(43), 42-59. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n43/n43a4.pdf>
- Mastropietro, D. (Agosto de 1996). *Detección de bordes de una imagen a través de la técnica de filtros B-Spline*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de International Atomic Energy Agency: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/050/29050366.pdf
- McGarigal, K., Marks, B., Cushman, S., & Ene, E. (2000). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de UMass Landscape Ecology Lab: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Recuperado el 27 de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe-biodiversidad-2014.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/decretos#>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Indicadores de fragmentación de hábitats causado por infraestructuras lineales de transporte*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/sec_copia_de_libro_parques_nacionales_tcm7-165477.pdf

- Molina, G., & Albarran, A. (2013). Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela. *Revista Colombiana de Geografía*, 22(1), 25 - 40. Recuperado el 25 de Septiembre de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281825518005>
- Morera, C., Pinto, J., & Romero, M. (2007). *Paisaje, procesos de fragmentación y deres ecológicas: aproximación conceptual*. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Morera_beita/publication/256495889_PAISAJE_PROCESOS_DE_FRAGMENTACION_Y_REDES_ECOLGICAS_APROXIMACION_CONCEPTUAL/links/0deec5231d7ebb5356000000.pdf
- Mullo, F. (Mayo de 2001). *Aportes de la ecología del paisaje al manejo integrado de los recursos hídricos en la microcuenca de la quebrada Ambuqui*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwix3rXNs4nMAhUEkIMKHcboApkQFggaMAA&url=http%3A%2F%2F repositorio.puce.edu.ec%2Fbitstream%2F22000%2F3702%2F1%2FT-PUCE-3331.pdf&usq=AFQjCNG0BzTAGUWi1D74SSW6bQsRAiisgw>
- Naveh, Z., & Lieberman, A. (1994). *Landscape Ecology: Theory and Application*. doi:10.1007/978-1-4757-2331-1
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *CROPWAT 8.0*. Recuperado el 02 de Agosto de 2016, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html
- Ortega Gómez, S. (2009). *Propuesta de red de conectividad ecológica entre remanentes de bosque y cacaotales en dos paisajes centroamericano*. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3064E/A3064E.PDF>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (28 de Marzo de 2014). *Instructivo metodológico para evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia: http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/GAINF_IN_09Evaluacion atributosecologicos e integridadecologicaV1.pdf
- Paruelo, J., Guershman, J., Piñeiro, G., Jobbagy, E., Verón, S., Baldi, G., & Baeza, S. (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay : marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, X(2), 47-61. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL10/2/pp47-61.pdf>
- Pinto, J., & Ruiz de Centurión, T. (Septiembre de 2010). Patrones de deforestación y fragmentación 1976-2006 en el municipio de San Julian (Santa Cruz, Bolivia). *Ecología*

- en Bolivia*, 45(2), 101-115. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de <http://uniciencia.ambientalex.info/revistas/452eb101115.pdf>
- Pontius, R., Shusas, E., & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 251 - 268. Recuperado el 22 de Julio de 2016
- Posada, E., Ramirez, H., & Espejo, N. (2012). *Manual de prácticas de percepción remota con el programa ERDAS IMAGINE*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de United Nations Office for Outer Space Affairs: http://www.un-spider.org/sites/default/files/ManualERDAS_web.pdf
- Prenzel, B., & Treitz, P. (Marzo de 2006). Spectral and spatial filtering for enhanced thematic change analysis of remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 27(5), 835 - 854. doi:10.1080/01431160500300321
- Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2011). *ArcGis Basico 10*. Recuperado el 25 de Abril de 2016, de ArcGeek: <http://arcgeek.com/descargas/MA10B.pdf>
- Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2013). *Manual de ArcGis 10 Nivel Intermedio*. Recuperado el 22 de Julio de 2016, de http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/Manual_ARCGIS10_Intermedio_MAG10I.pdf: http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/Manual_ARCGIS10_Intermedio_MAG10I.pdf
- Ramos, Z. (2004). *Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: <http://www.sidalc.net/repdoc/A0303e/A0303e.pdf>
- Registro de Información Catastral. (Diciembre de 2010). *Guía Metodológica para el Levantamiento Catastral en Áreas Protegidas*. Recuperado el 25 de Marzo de 2016, de Registro de Información Catastral: <http://www.ric.gob.gt/normativa/guia-metodologica-para-el-levantamiento-catastral-en-areas-protegidas>
- Renjifo, L., Franco, A., Amaya, J., Kattan, G., & López, B. (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0463/MMA-0463_CAPITULO1.pdf
- Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., & Smith, E. (29 de Septiembre de 2000). Global-Scale Patterns of Forest Fragmentation. *Ecology and Society*, 4(2), 1-15. Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.ecologyandsociety.org/vol4/iss2/art3/>

- Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007*. Recuperado el 31 de Marzo de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:
<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/336-informe-sobre-el-estado-de-la-biodiversidad-en-colombia-2006-2007>
- Rudas , G., Armenteras, D., Polanco, R., Gómez , J., & Maldonado, J. (2006). *Deforestación y fragmentación de ecosistemas naturales en el Escudo Guayanés colombiano*. Recuperado el 23 de Abril de 2016, de Centro de Estudios en Planificación, Políticas Públicas e Investigación Ambiental:
<http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Guayana/Publicacion%20Guayana.pdf>
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L., & Sarmiento, A. (2007). *Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia*. Recuperado el 28 de Abril de 2016, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de Metodología de la Investigación:
https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf
- Sánchez, R. (2006). *Establecimiento y manejo de áreas protegidas: notas básicas para la enseñanza*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional: Instituto Tecnológico de Santo Domingo:
<https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/223?show=full>
- Santana, L., & Salas, J. (2007). Análisis de cambios en la ocupación del suelo ocurridos en sabanas de Colombia entre 1987 y 2001, usando imágenes Landsat. *Revista Intenacional de Ciencia y Tecnología de Información Geográfica*, 7, 281 - 313. doi:1578-5157
- Sarmiento, A., Galán , F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). *Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con Índices de Presión y Respuesta Antrópica*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>
- Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). *Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con índices de Presión y Respuesta Antrópica*. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>

- Sarmiento, A., Rudas, G., Marcelo, D., & Delgado, C. (Julio de 10 de 2006). *Ecosistemas de los Andes Colombianos: Conservación y degradación del bosque natural subandino*. Recuperado el 29 de Marzo de 2016, de INFOANDINA:
http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/ecosistemas_de_los_andes_colombianos.pdf
- Saunders, D., Hobbs, R., & Margules, C. (Marzo de 1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18-32. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <http://www.carmelacanzonieri.com/library/6108-LandscapeEcoPlanning/Saunders-BioConsequence%20EcosysFragmentation.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:
http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf
- Soluciones Integrales en Geomática. (s.f.). *Alos*. Recuperado el 05 de Abril de 2016, de GeoSoluciones: <http://www.geosoluciones.cl/alos/>
- Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales. (26 de Julio de 2012). *Por medio del cual se archiva una solicitud de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil*. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de Parques Nacionales Naturales de Colombia:
http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Auto_0018_260712_sgm.pdf
- Tam, J., Vera, G., & Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamientos y Acción*(5), 154-145. Recuperado el 02 de Junio de 2016, de http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf
- Tellería, J., & Santos, T. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-33471/2006_Ecosistemas_2_3.pdf
- Universidad de la Sabana. (s.f.). *Comunicación Social y Periodismo Investigación aplicada*. Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de Universidad de la Sabana:
<http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada/>
- Valdés, A. (Mayo de 2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2), 11-20. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/19>

Vélez, L., & Gómez, A. (Febrero de 2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala del paisaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXIV(729), 31-44. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/159/159>

Vila, J., Varga, D., Llausás, A., & Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*(48), 151 - 166. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%A0del%20paisaje_DAG_48_2006.pdf

Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio (Ensayo técnica)*. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/pendiente_compleja.pdf

Apéndice

Apéndice A. Visitas de campo al área de estudio



Fotografía 1. La panorámica muestra la vía de comunicación interveredal y de acceso al área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.



Fotografía 2. Valla alusiva del área natural denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.



Fotografía 3. En la izquierda se observa la cobertura de la tierra de helechal identificada según la metodología Corine Land Cover Colombia (CLCC).



Fotografía 4. En la panorámica se observa la cobertura de la tierra de tejido urbano discontinuo (quiosco) identificada según la metodología Corine Land Cover Colombia (CLCC).



Fotografía 5. Se observa las coberturas de la tierra de helechal y pastos enmalezados identificados según la metodología Corine Land Cover Colombia (CLCC).



Fotografía 6. Se observa la cobertura de la tierra de bosque abierto bajo identificada según la metodología Corine Land Cover Colombia (CLCC).

Apéndice B. Auto 0018 – 26 de Julio 2012 “Por medio del cual se archiva una solicitud de registro de Reserva Natural de la Sociedad Civil”

REPÚBLICA DE COLOMBIA



Libertad y Orden

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

AUTO

(018) 26 JUL 2012

“POR MEDIO DEL CUAL SE ARCHIVA UNA SOLICITUD DE REGISTRO DE RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL”

El Subdirector de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia, en ejercicio de sus facultades legales y en especial las establecidas en el numeral 14 del artículo 13 del Decreto 3572 de 2011, la Resolución N° 092 de 2011 y,

CONSIDERANDO

La Constitución Política de 1.991 señala que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano (Artículo 79), y consagra obligaciones compartidas entre el Estado y las personas como la de proteger las riquezas naturales (Artículo 8), y otras exclusivas para las personas como las de proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación del ambiente sano. (Numeral 8 del Artículo 95, en consonancia con el Artículo 58).

La Ley 99 de 1993 creó el Ministerio del Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de conformidad con art 12 de la ley 1444 de 2011 y el Decreto 3570 del mismo año, como el organismo rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

Los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993, crearon la figura de conservación privada de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil y las definieron como la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que toda persona natural, jurídica o colectiva propietaria de un área denominada Reserva Natural de la Sociedad Civil deberá obtener Registro del Ministerio del Medio Ambiente.

El artículo 5° del Decreto 1996 de 1999, dispone que toda persona propietaria de un área denominada Reserva Natural de la Sociedad Civil deberá obtener registro único a través de Parques Nacionales Naturales de Colombia del Ministerio del Medio Ambiente.

El Artículo 1° del Decreto 3572 de 2011, enuncia la Creación de Parques Nacionales Naturales de Colombia, como un órgano del orden nacional, sin personería jurídica, con autonomía administrativa y financiera, con jurisdicción en todo el territorio nacional, en los términos del artículo 67 de la Ley 489 de 1998 Este organismo del nivel central está adscrito al Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

"POR MEDIO DEL CUAL SE ARCHIVA UNA SOLICITUD DE REGISTRO DE RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL"

El artículo 14 ibidem, enuncia las funciones de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de la Unidad, a su vez en numeral 13 de este artículo le autoriza expresamente para *"Adelantar los trámites administrativos ambientales y proyectar los actos administrativos a que haya*

lugar, para el otorgamiento de permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y seguimiento ambiental, para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables en las áreas del Sistema de Parques Nacionales, así como para el registro de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil". Subraya fuera de texto.

Parques Nacionales Naturales de Colombia recibió en el mes de mayo de 2007, solicitud de registro de los predios denominados "EL ESPEJO" inscrito con folio de matrícula inmobiliaria N° 270-32461 (folio 7), el inmueble "SIN NOMBRE" inscrito bajo el folio de matrícula inmobiliaria N° 270-32462 (folio 8), ubicados en la vereda Agua de la Virgen, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander, de propiedad de la FUNDACIÓN PROAVES DE COLOMBIA, identificada con Nit. No. 811.031.641-7, y cuya representante legal para la época es la señora YANETH POLANCO MUTIS. Bajo la categoría privada de como Reserva Natural de la Sociedad Civil con el nombre "DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA". (folios 1 al 8)

Mediante oficio SUT-GSS 003913 del 30 de mayo de 2007, la Coordinación del Grupo SINAP solicita al director de CORPONOR se diligencie y remita a Parques Nacionales el formato de "instructivo para los procedimientos de apoyo al Registro de Reservas Naturales de la Sociedad Civil", documento en el cual obra la información para verificar la importancia de la muestra del ecosistema natural y la sostenibilidad de los procesos de producción y aprovechamiento llevados a cabo en los predios que conforman la reserva. (Folio 13)

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -CORPONOR-, da respuesta a la solicitud SUT-GSS 003913 del 30 de mayo de 2007, elevada por Parques Nacionales, mediante oficio del 13 de septiembre de 2007, en el cual remite los formatos diligenciados y el concepto técnico en el cual se señala *"...se considera viable ambientalmente el registro del predio como reserva natural de la sociedad civil..."* (folio 23), dando así cumplimiento a lo dispuesto en el artículo en el Decreto 1996 de 1999. (Folios 16 a 25)

Una vez revisada la documentación allegada, la Coordinación del Grupo SINAP observa que la información contenida en el informe remitido por CORPONOR con oficio del 13 de septiembre de 2007 (folios 16 a 25), no es acorde con el área solicitada para el registro, ya que PROAVES solicitó el registro de 8 hectáreas y en el informe allegado por CORPONOR la zonificación se realiza sobre 40 hectáreas, a su vez se le informa al director de CORPONOR con oficio SUT-GSS 008068 del 15 de septiembre de 2009 y se le solicita el envío de un informe y concepto técnico que sean acordes con el área de registro, ciñéndose a las especificaciones de zonificación dispuestas en el Decreto 1996 de 1999. (Folio 43)

CORPONOR atiende el anterior requerimiento a través del oficio 1825 del 9 de diciembre de 2009, en el cual remite con los ajustes solicitados los formatos diligenciados y el concepto favorable para el registro del predio "EL ESPEJO" como Reserva Natural de la Sociedad Civil. (Folios 53 a 60)

Una vez examinados los documentos remitidos nuevamente por CORPONOR, la Coordinación del Grupo SINAP mediante oficio SUT-GSS 011159 del 29 de diciembre de 2009, informa al director de esa Corporación: *"... Aunque en esta versión corregida del informe se encuentra en las tablas de visita técnica una zonificación ajustada, no es claro si las 8 ha con posibilidad de registro componen únicamente la zona de conservación o si las zonas de amortiguación y manejo especial y uso intensivo e infraestructura también están incluidas dentro de esta área..."*; por lo tanto se solicitan aclaraciones técnicas para continuar con el trámite de registro de la futura reserva. (Folio 62)

**"POR MEDIO DEL CUAL SE ARCHIVA UNA SOLICITUD DE REGISTRO DE RESERVA
NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL"**

A través de oficio 272 del 24 de febrero de 2010, el director de CORPONOR da respuesta a la solicitud realizada por Parques Nacionales Naturales en su oficio SUT-GSS 011159 del 29 de diciembre de 2009, en el cual informa que esa entidad solicitó a PROAVES aclaración del área objeto de registro y una vez allegada esta información se procederá a realizar los ajustes en el respectivo informe técnico. (Folio 63)

La Subdirección Técnica de Parques Nacionales Naturales, mediante oficio 10200 del 12 de noviembre de 2010, requiere nuevamente al director de CORPONOR, para que allegue el concepto técnico con las especificaciones requeridas para continuar con el trámite de registro. (Folio 64)

El director de CORPONOR da respuesta al requerimiento realizado por Parques Nacionales Naturales mediante oficio de 15 de diciembre de 2010, informando que la fundación PROAVES no había remitido a esa entidad los documentos aclaratorios "... el título y su registro con la aclaración del área y el plano en una escala adecuada que nos permita conocer cuáles son las zonas y sus usos..." y en consecuencia no se podía realizar el nuevo concepto técnico. (Folio 65)

Posteriormente la Dirección General de Parques Nacionales Naturales por medio de oficio No. 00105-816-004351 de 4 de mayo de 2012, solicita apoyo a la Dirección Territorial de los Andes Nororientales -DTAN-, con el propósito de apoyar la visita técnica y elaborar los informes técnicos de predios que se encuentran en esa comprensión departamental dentro de ellos el inmueble denominado "EL ESPEJO", a fin de avanzar en el proceso de registro de Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (Folio 66)

En respuesta al anterior requerimiento la Dirección Territorial Andes Nororientales, mediante oficio 1160 del 25 de junio de 2012, informa que COPORNOR emitió dos conceptos técnicos los cuales fueron enviados a la Subdirección Técnica y no fueron tenidos en cuenta por inexactitud en la extensión del predio, por lo tanto, CORPONOR requirió a PROAVES para que allegara la información necesaria para ajustar el concepto técnico; tal requerimiento no ha sido atendido por el solicitante del registro. Por lo tanto la DTAN recomienda que el proceso sea archivado por desistimiento del peticionario.

El inciso segundo del artículo séptimo del Decreto 1996 de 1999, establece que "... Si la información o documentos que proporcione el interesado no son suficientes para decidir, se le requerirá por una sola vez el aporte de lo que haga falta y se suspenderá el término. Si pasados dos (2) meses contados a partir del requerimiento éstos **no se han aportado, se entenderá que ha desistido de la solicitud de registro y se procederá a su archivo...**".

Como quiera que a la fecha han transcurrido más de dos (2) meses sin que el interesado haya aclarado la información solicitada por CORPONOR, en oficio 0271 del 24 de febrero de 2010 se procede a dar cumplimiento a lo establecido en el artículo citado.

En mérito de lo expuesto;

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- Ordenar el archivo definitivo del expediente contentivo de las diligencias relativas a la solicitud de registro como Reserva Natural de la Sociedad Civil "DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA", compuesta por los predios denominados "EL ESPEJO" inscrito con folio de matrícula inmobiliaria N° 270-32461 y el inmueble "SIN NOMBRE" inscrito bajo el folio de matrícula inmobiliaria N° 270-32462, ubicados en la vereda Agua de la Virgen, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander, conforme a las razones expuestas en la parte motiva del presente acto administrativo.

**"POR MEDIO DEL CUAL SE ARCHIVA UNA SOLICITUD DE REGISTRO DE RESERVA
NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL"**

ARTÍCULO SEGUNDO.- Notificar personalmente o en su defecto por edicto el contenido del presente acto administrativo a la señora **YANETH POLANCO MUTIS**, en calidad de representante legal de la **FUNDACIÓN PROAVES DE COLOMBIA**, identificada con Nit. No. 811.031.641-7, o a quien haga sus veces, en los términos previstos en los artículos 44 y 45 del Código Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO TERCERO.- Contra la presente decisión procede el recurso de reposición, el cual podrá interponerse de forma personal o por escrito dentro de los cinco (5) días siguientes a la fecha de su

notificación, ante la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia, conforme al párrafo segundo del artículo quinto de la resolución No. 092 de 2011, en los términos establecidos en los artículos 51 y 52 del CCA.

ARTÍCULO CUARTO.- Librense las comunicaciones a que haya lugar.

NOTIFIQUESE Y CUMPLASE,

Dada, en Bogotá, D.C, a los,


EDGAR EMILIO RODRÍGUEZ BASTIDAS
Subdirector de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas

Proyectó: Fernando Gómez L. - Abogado contratista SGM
Revisó: Natalia Julieta Galvis - Profesional SGM
Aprobó: Jorge Hernán Lozano - Coordinador GTEA

Apéndice C. Soporte de consulta de información a la Fundación ProAves

27 de enero de 2016
Bogotá, Cundinamarca

Señores.:

Fundación ProAves

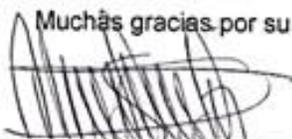
Organización no gubernamental sin ánimo de lucro.

Cordial saludo

Nosotros, Ghordan Alberto Téllez Sabbagh identificado con cédula de ciudadanía 1'091.670.840 de Ocaña y Mirsleyn Sanjuán Rojas identificada con cédula de ciudadanía 1'091.670.462 de Ocaña, estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente en el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña.

Por motivo del Trabajo de Grado que se realiza en cooperación con la Fundación ProAves en la Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma, solicitamos de manera respetuosa la siguiente información: la Escritura pública y el Certificado catastral o predial del área de estudio, con el fin de esclarecer el área total perteneciente a la Reserva y así poder iniciar con el respectivo estudio.

Muchas gracias por su atención, esperamos pronta respuesta.

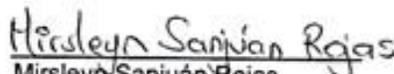


John Salvador Arevalo Bacca

Ingeniero Ambiental



Ghordan Alberto Téllez Sabbagh
C.C. 1'091.670.840 de Ocaña



Mirsleyn Sanjuán Rojas
C.C. 1'091.670.462 de Ocaña

09 de abril del 2016
Bogotá, Cundinamarca

Señores

Fundación ProAves
Organización no gubernamental sin ánimo de lucro
Bogotá, Cundinamarca.

Cordial saludo

Nosotros, Ghordan Alberto Téllez Sabbagh identificado con número de cédula 1'091.670.840 de Ocaña (Norte de Santander) y Mirsleyn Sanjuán Rojas identificada con número de cédula 1'091.670.462 de Ocaña (Norte de Santander), estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente en el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña.

Por motivo de la realización de nuestro Trabajo de Grado en la "Reversa Natural de la Aves Hormiguero de Torcoroma", ubicado en la vereda Agua de la Virgen del municipio de Ocaña, y celebrando el Marco del Convenio número 0046 entre la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y la Fundación ProAves, para el desarrollo de trabajos de investigación científica, diferentes tipos de proyectos, tesis y pequeñas investigaciones, solicitamos de manera respetuosa la siguiente información requerida para la continuación del proyecto, la cual será manejada exclusivamente para fines académico dado bajo el convenio de cooperación existente.

- Escritura pública o certificado catastral de la zona.
- Información en formato CAD el área.
- Planimetría del predio que abarca la Reversa Natural de la Aves Hormiguero de Torcoroma.
- Cartografía temática en PDF o JPG de estudios previos realizados en dicha área.

Muchas gracias por su atención, esperamos pronta respuesta.

Atte.:

Mirsleyn Sanjuán Rojas
C.C.: 1'091.670.462 de Ocaña
misleysanjuan22@gmail.com

Ghordan Alberto Téllez Sabbagh
C.C.: 1'091.670.840 de Ocaña
ghordantellez@hotmail.com

Apéndice D. Soporte de consulta de información al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

Respuesta información: 20169050008222

Recibidos x



SUMINISTROS <suministroinfo@ideam.gov.co>

12 abr. ☆



para mí ▾

Bogotá D.C. 12 de Abril 2016

Señora:

Mirsleyn Sanjuán Rojas
misleysanjuan22@gmail.com

Referencia: Petición Información Radicado 20169050008222

Asunto: Información Hidrometeorológica y Ambiental

En atención al asunto de la referencia, conforme a los términos de la solicitud presentada y en cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política de Colombia, artículo 13, 14 y SS de la ley 1437 del 2011, resolución interna 2071 del 2015 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información allegada; en consecuencia como adjunto encontrará el documento que contiene la información solicitada y disponible a la cual podrá acceder **únicamente a través de WORDPAD O BLOC DE NOTAS.**

Descargando el adjunto, encontrará la información existente.

*Se entrega información climatológica de las estaciones ABREGO CENTRO ADMO [16055040], OCANA [16050050] y RIO DE ORO [16050060]

Teniendo en cuenta que la solicitud allegada se presenta como solicitud de información; se hace entrega del material disponible para consulta y suministro almacenado en el Banco de Datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-.

Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla a través de los siguientes canales:
<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pgrsd> o atencionalciudadano@ideam.gov.co

Trabajamos para brindar cada vez un mejor servicio, por esta razón solicitamos su colaboración en el diligenciamiento de la encuesta disponible en el siguiente enlace: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/encuesta-nsu>

NOTA: Los requerimientos correspondientes a solicitud de información, son respondidos única y exclusivamente conforme a la información disponible en nuestra base de datos y el IDEAM no se responsabiliza de la interpretación dada por terceros.

El IDEAM pone este material a disposición de los usuarios en forma individual, estando vedado toda comercialización o usufructo de la información aquí contenida.

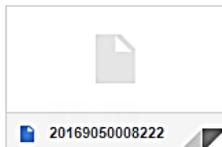
-

Atentamente,

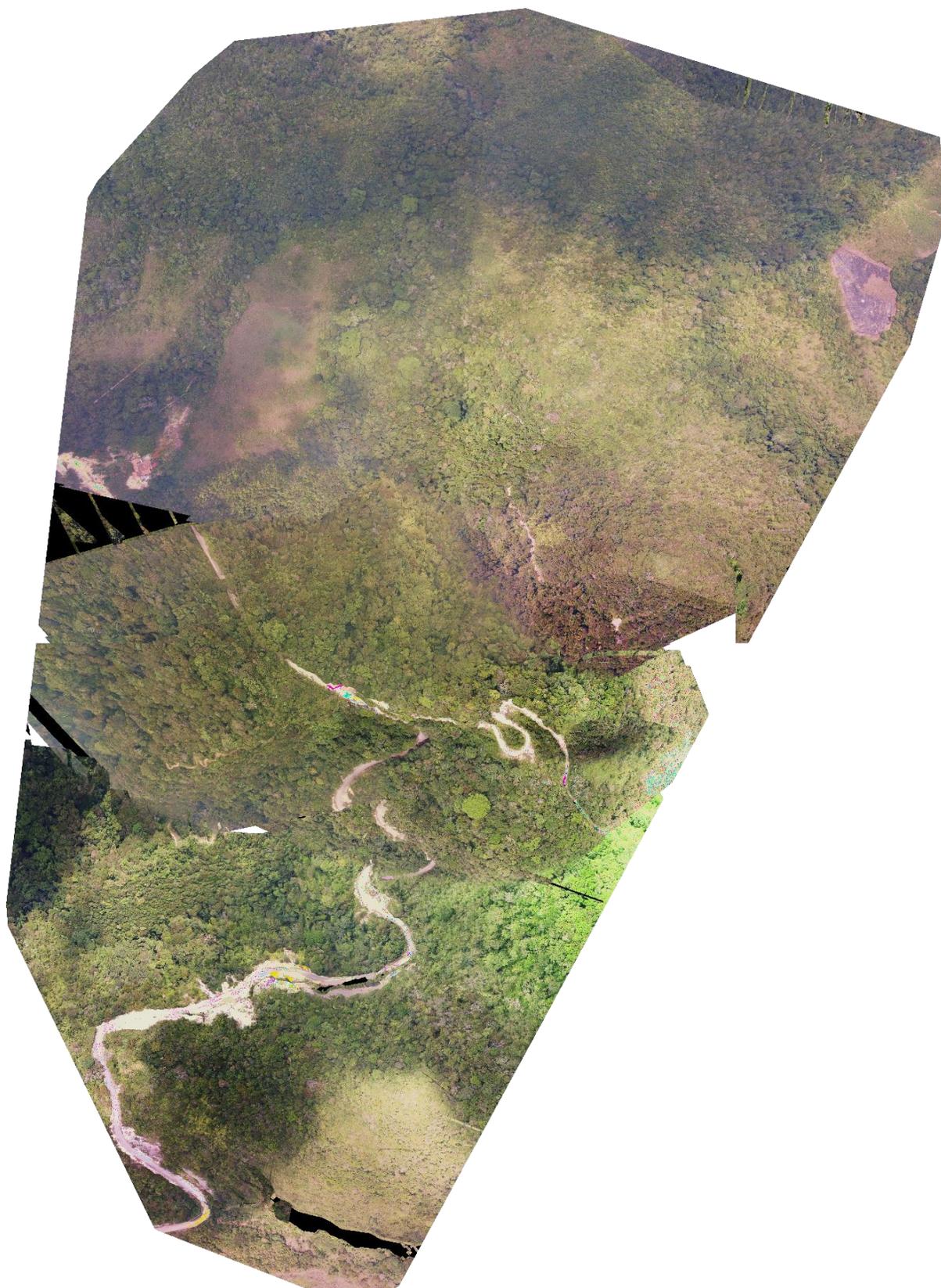
LEIDY LORENA PINEDA CASTAÑO

Grupo de Atención al Ciudadano – IDEAM

2 archivos adjuntos



Apéndice E. Imagen generada con las imágenes capturadas por el Dron Phantom 3



Apéndice F. Cartera de campo

COORDENADAS PLANAS Y GEOGRÁFICAS DE LA PLANIMETRÍA DEL ÁREA NATURAL DENOMINADA RESERVA NATURAL DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA, OCAÑA (NORTE DE SANTANDER).

EL ÁREA NATURAL DENOMINADA RESERVA NATURAL DE LAS AVES HORMIGUERO DE TORCOROMA, OCAÑA (NORTE DE SANTANDER) SE IDENTIFICA CON NÚMERO DE PLANCHA: 86 - I - B - 1 A ESCALA 1:10000.

Nombre del punto geolocalizado	Número de coordenadas	Latitud	Longitud	Norte	Este	Observaciones
Mojón 1	1	8°12'0,2"	73°22'58,6"	1398610.823	1076534.977	
Sendero	2	8°11'58,9"	73°23'0,7"	1398570.771	1076470.765	
Mojón 2	3	8°11'58,4"	73°23'1,5"	1398555.367	1076446.303	
Quebrada	4	8°11'57,6"	73°23'2,9"	1398530.714	1076403.491	La toma de coordenadas de la "Quebrada" se realizó de manera aleatoria sobre el cauce del cuerpo de agua, sin tener en cuenta la forma técnica de georreferenciación de cuerpos hídricos.
Mojón 3	5	8°11'56,6"	73°23'4,3"	1398499.917	1076360.69	
Mojón 4	6	8°11'56,7"	73°23'5,8"	1398502.91	1076314.769	
Sendero	7	8°11'55,4"	73°23'8,3"	1398462.838	1076238.312	
Mojón 5	8	8°11'54,5"	73°23'11,4"	1398435.023	1076143.468	
Mojón 6	9	8°11'57,6"	73°23'11"	1398530.287	1076155.548	
Quebrada	10	8°12'0,4"	73°23'9,6"	1398616.387	1076198.255	La toma de coordenadas de la "Quebrada" se realizó de manera aleatoria sobre el cauce del cuerpo de agua, sin tener en cuenta la forma técnica de georreferenciación de cuerpos hídricos.
Mojón 7	11	8°12'1"	73°23'7,9"	1398634.911	1076250.26	
Mojón 8	12	8°12'2"	73°23'7"	1398665.681	1076277.756	
Mojón 10	13	8°12'9,8"	73°22'53,2"	1398906.055	1076699.761	
Sendero	14	8°12'10,1"	73°22'52,9"	1398915.288	1076708.928	
Lindero	15	8°12'11"	73°22'51,8"	1398942.998	1076742.551	
Mojón 11	16	8°12'11,8"	73°22'52,1"	1398967.561	1076733.326	

Mojón 12	17	8°12'12,5"	73°22'52,2"	1398989.062	1076730.227
Lindero	18	8°12'16"	73°22'51,6"	1399096.626	1076748.407
Lindero	19	8°12'18,9"	73°22'51,1"	1399185.751	1076763.557
Lindero	20	8°12'22"	73°22'51,4"	1399280.978	1076754.209
Mojón 13	21	8°12'23,5"	73°22'52"	1399327.031	1076735.763
Quebrada	22	8°12'26,6"	73°22'50,9"	1399422.333	1076769.268
Mojón 14	23	8°12'30,1"	73°22'50"	1399529.913	1076796.63
Mojón 15	24	8°12'31,1"	73°22'48,6"	1399560.711	1076839.43
Mojón 16	25	8°12'27,5"	73°22'41,8"	1399450.469	1077047.768
Mojón 17	26	8°12'15,4"	73°22'38"	1399078.916	1077164.733
Mojón 18	27	8°12'14,8"	73°22'37,2"	1399060.525	1077189.253
Mojón 19	28	8°12'12,4"	73°22'35,2"	1398986.895	1077250.602
Mojón 20	29	8°12'11,6"	73°22'33,8"	1398962.391	1077293.499
Mojón 21	30	8°12'8,7"	73°22'32,4"	1398873.367	1077336.509
Mojón 22	31	8°12'8,4"	73°22'33,9"	1398864.07	1077290.61
Lindero	32	8°12'7,7"	73°22'34,3"	1398842.542	1077278.403
Lindero	33	8°12'6,9"	73°22'35,4"	1398817.905	1077244.775
Mojón 23	34	8°12'4,1"	73°22'38,2"	1398731.729	1077159.217
Mojón 24	35	8°12'3,7"	73°22'40,6"	1398719.312	1077085.774
Mojón 25	36	8°12'3,1"	73°22'43,7"	1398700.712	1076990.914
Mojón 26	37	8°12'3"	73°22'44,2"	1398697.613	1076975.615
Mojón 27	38	8°12'1,5"	73°22'47,7"	1398651.342	1076868.559
Mojón 28	39	8°11'59,3"	73°22'48,5"	1398583.707	1076844.188
Lindero	40	8°11'58,7"	73°22'49,6"	1398565.215	1076810.549
Mojón 29	41	8°11'58,7"	73°22'50,3"	1398565.178	1076789.122
Lindero	42	8°11'59,1"	73°22'51,9"	1398577.382	1076740.124
Mojón 30	43	8°12'0,6"	73°22'55,1"	1398623.298	1076642.092

La toma de coordenadas de la "Quebrada" se realizó de manera aleatoria sobre el cauce del cuerpo de agua, sin tener en cuenta la forma técnica de georreferenciación de cuerpos hídricos.

Apéndice G. Coberturas de la Tierra para el área de estudio denominada “Reserva Natural de las Aves Hormiguero de Torcoroma”.

Categoría según Puntos de Control	Código de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra – Colombia	Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra - Colombia	Registro fotográfico	Descripción
1	3.2.2.1	Arbustal denso		<p>Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, puede contener elementos arbóreos dispersos y coberturas de herbazales y arbustivas de subpáramo. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales.</p>
2	3.1.2.2	Bosque abierto bajo		<p>Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros e inferior a 15 metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.</p>

“Apéndice G. Continuación”

3

3.2.1.1.2.4

Helechal



Cobertura dominada por especies de helecho tropical, son plantas de porte bajo hasta 2m, este tipo de coberturas forman poblaciones densas que invaden rápidamente claros, son comúnmente encontradas en precipicios u orillas.

4

3.2.1.1.1.2

Herbazal denso de tierra firme arbolado



Corresponde a superficies dominadas por vegetación herbácea con presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos se pueden encuentra en zonas de páramo y subpáramo de la alta montaña.

5

2.3.3

Pastos enmalezados



Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono, presentan alturas de la vegetación secundaria menores a 1,5 m

“Apéndice G. Continuación”

6	1.2.2.1	Red vial y territorios asociados		<p>Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento.</p>
7	1.1.2	Tejido urbano discontinuo		<p>Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes distribuidas de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.</p>
8	3.3.3	Tierras desnudas y degradadas		<p>Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas.</p>