

**METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN PARA ÁREAS DE
DESARROLLO AGROAMBIENTAL EN LOS DEPARTAMENTOS
DE CAQUETÁ, GUAVIARE Y META A ESCALA 1:25.000**

Documentos de Debate SINCHI

ISSN: 2665-3451

Bogotá - Colombia

Carlos Alberto Ramírez Lara
Ecólogo, Especialista en Geomática

Jaime Alberto Barrera Dr. Sci
Investigador Principal II

**Instituto Amazónico de Investigaciones
Científicas -Sinchi-**
Subdirección Científica y Tecnológica

© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI 2020

Reservados todos los derechos

Disponible en: Instituto SINCHI
<https://www.sinchi.org.co/documentos-de-debate-sinchi>

REVISIÓN Y EDICIÓN:
Any Catherine Amado Loaiza
Consultor Instituto SINCHI

Publicado en 2020 por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Calle 20 No. 5 – 44.
Bogotá D.C. Colombia.

El presente documento fue elaborado dentro del contexto del Proyecto “*Subacuerdo VA no. 001 de 2016 celebrado entre el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y Patrimonio Natural Programa REDD EARLY MOVERS –REM- COLOMBIA- Subacuerdo para implementación del pilar 3 agroambiental del programa visión Amazonia. Acuerdos de cero deforestación neta con Asociaciones Campesinas – Fase II*”

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	5
METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN PARA ÁREAS DE DESARROLLO AGROAMBIENTAL EN LOS DEPARTAMENTOS DE CAQUETÁ, GUAVIARE Y META A ESCALA 1:25.000	7
MARCO TEÓRICO	6
ZONIFICACIÓN AGROAMBIENTAL	6
COBERTURAS DE LA TIERRA	6
ÍNDICES DE PAISAJE	7
Paisajes en el Departamento del Guaviare	10
Paisajes en el Departamento del Caquetá	10
Paisajes en el Departamento del Meta	11
RESERVA FORESTAL DE LA AMAZONIA	12
TIPOS DE ZONAS	12
CATEGORÍAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI)	14
Definición de los grupos de fauna de análisis de acuerdo a los requerimientos de área mínima de hábitat continuo (área mínima del parche) y rangos de dispersión	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES	22
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	42
ZONIFICACIÓN AGROAMBIENTAL	54
RESULTADOS	66
BIBLIOGRAFÍA	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Agrupación de Coberturas	23
Tabla 2.	Parámetros de la herramienta “Join Field” para vincular las métricas de fragmentación	35
Tabla 3.	Bosques.....	35
Tabla 4.	Intervalos y rangos del indicador de estado de fragmentación en Guaviare zona norte.....	36
Tabla 5.	Parámetros de la herramienta “Add Field” para la creación de los campos de tipo texto de clasificación de métricas.....	37
Tabla 6.	Parámetros de la herramienta “Add Field” para la creación de los campos de tipo entero de clasificación de métricas.....	37
Tabla 7.	Clasificación índice de calidad del fragmento	37
Tabla 8.	Áreas críticas requeridas por cada especie según datos obtenidos en la Amazonia brasilera (Benchimol & Peres, 2015) y promedio de las áreas territoriales reportados en la literatura y recopilados por los mismos autores	43
Tabla 9.	Áreas territoriales promedio reportados en la literatura y recopilados por Benchimol & Peres (2015) utilizadas para determinar la distancia de dispersión	45
Tabla 10.	Definición de fracciones en análisis de conectividad ecológica	45
Tabla 11.	Valores asignados a las coberturas para construir la superficie de resistencia	47
Tabla 12.	Matriz de decisión 1	56
Tabla 13.	Matriz de decisión 2 año 2014	57
Tabla 14.	Matriz de decisión 3	57
Tabla 15.	Matriz de decisión 4	58
Tabla 16.	Matriz de decisión 5	58
Tabla 17.	Matriz de decisión 6	59
Tabla 18.	Matriz de decisión 7	60
Tabla 19.	Matriz de decisión 8	61
Tabla 20.	Matriz de decisión Zonificación agroambiental Predial.....	63
Tabla 21.	Matriz de decisión Zonificación agroambiental Predial.....	64
Tabla 22.	Estadísticas Caquetá	67
Tabla 23.	Estadísticas Guaviare	69
Tabla 24.	Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje	71
Tabla 25.	Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Estado Legal del Territorio	13
Figura 2:	Área de estudio 1	18
Figura 3:	Área de estudio 2 Guaviare.....	19
Figura 4:	Área de estudio 3	20
Figura 5:	Área de estudio 4	21
Figura 6:	Modelo de fragmentación.....	22
Figura 7:	Multipart To Singlepart.....	24
Figura 8:	Feature to Ráster.....	25
Figura 9:	Ventana Feature to Ráster.....	26
Figura 10:	Ráster	27
Figura 11.	Tabla de descriptores de clase para el cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats	28
Figura 12.	Matriz de Contraste de Borde para el cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats	30
Figura 13.	Ventana de captura de entradas del modelo para Fragstats.....	31
Figura 14.	Selección de Ráster.....	32
Figura 15.	Ventana de captura de parámetros del modelo para Fragstats	32
Figura 16.	Ventana de selección de parámetros de “parches” del modelo para el cálculo de las métricas de fragmentación en Fragstats.....	33
Figura 17.	Ventana de despliegue para correr el modelo de cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats ..	34
Figura 18.	Fragmentación de Bosque en el área de Cartagena del Chairá departamento del Caquetá	38
Figura 19.	Fragmentación Guaviare Sur	39
Figura 20.	Fragmentación de Bosque en el área de Forestería departamento del Guaviare	40
Figura 21.	Fragmentación de Bosque en el área de Vista hermosa, Meta	41
Figura 22.	Metodología general empleada para el análisis de la conectividad	43
Figura 23.	Superficie de resistencia según las Coberturas de la Tierra presentes para el armadillo y lapa	49
Figura 24.	Corredores de Conectividad de las especies Lapa, Armadillo y Zaino, Caquetá	51
Figura 25.	Corredores de Conectividad Ecológica para el Zaino, Armadillo y Lapa.....	52
Figura 26.	Corredores de Conectividad Ecológica para el Zaino, Armadillo y Lapa	53
Figura 27.	Corredores de Conectividad Ecológica para Mono araña (<i>Ateles belzebuth</i>), Churuco (<i>Lagothrix lagothericha</i>), Murciélago frutero enano (<i>Rhinophylla pumilio</i>) y el Tití cuellinegro (<i>Saguinus nigricollis</i>	54
Figura 28.	Modelo de Zonificación	55
Figura 29.	Vista a nivel predial de la Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017	62
Figura 30.	Vista a nivel predial de la asignación de las Herramientas de Manejo del Paisaje año 2017.....	65
Figura 31.	Herramientas de Manejo del Paisaje para cada Finca, departamento del Caquetá.....	66
Figura 32.	Herramientas de Manejo del Paisaje para cada Finca, departamento del Guaviare	68
Figura 33.	Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017, área del proyecto Forestería Comunitaria, Departamento del Guaviare	70
Figura 34.	Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017, área de Vista hermosa Departamento del Meta	72

INTRODUCCIÓN

Para la presente zonificación se realiza un análisis de las métricas del paisaje para los fragmentos de bosque de las zonas de estudio en los departamentos del Caquetá, Guaviare y Meta para analizar la fragmentación presente en el bosque mediante la herramienta Fragstats v4.2.1.603 desarrollada por Kevin McGarigal & Eduard Ene en 2013, y obtener el Índice de Calidad del Fragmento (ICF), adicional se realiza el análisis de conectividad ecológica para tres especies de mamíferos el armadillo o gurre de nueve anillos (*Dasybus novencintus*), la lapa (*Cuniculus paca*) analizadas conjuntamente como especies de distancias de dispersión corta y el zaino (*Pecari tajacu*) de

dispersión media para los departamentos del Caquetá y Guaviare y para el departamento del Meta, Mono araña (*Ateles belzebuth*), Churuco (*Lagothrix lagothricha*), Murciélago frutero enano (*Rhinophylla pumilio*) y el Tití cuellinegro (*Saguinus nigricollis*), posterior a este proceso se realizan cruces con ArcMap de ArcGis 10.5, a distintas capas como son Coberturas de la tierra, Estratos de intervención, Fragmentación, Paisajes, Estado legal del territorio, buffer de cuerpos de agua y corredores de conectividad, para obtener de cada cruce una zonificación y con cada una de estas ir definiendo las áreas de desarrollo agroambiental para las zonas de estudio.

METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN PARA ÁREAS DE DESARROLLO AGROAMBIENTAL EN LOS DEPARTAMENTOS DE CAQUETÁ, GUAVIARE Y META A ESCALA 1:25.000

MARCOTEÓRICO

• Zonificación agroambiental

La zonificación agroecológica es definida como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen similares características relacionadas con su aptitud y potencial de producción (FAO, 1996 en Portilla, E. P., & Kientz, D. G. 2006). Como resultado de este proceso se identifican los tipos de usos de la tierra que son más acordes con la capacidad productiva de los recursos naturales, procurando a la vez el equilibrio y la conservación de los agroecosistemas (SSSA, 1995 en Portilla, E. P., & Kientz, D. G. 2006).

La zonificación es la sectorización de un territorio con diversos criterios, para identificar unidades geográficas relativamente homogéneas con características físicas, biológicas y socioeconómicas, con potencial ecológico para su evaluación con diversas opciones de uso sostenible (Arango, M. A. 2007 en SUÁREZ, Giclis M., et al. 2013).

Iniciativas regionales y nacionales que permitan modelar el patrón actual de uso del suelo y predecir los impactos de los cambios futuros, serán de suma importancia para evitar conflictos y optimizar los beneficios de la utilización de los recursos al mínimo costo ambiental. En este sentido, las metodologías de evaluación de tierras deberán irse precisando a escalas regionales e incorporando el uso de los sistemas de información geográfica como herramienta de planeación (Bojórquez-Tapia et al., 2001, Lacher, 1998 en Portilla, E. P., & Kientz, D. G. 2006).

De las experiencias de investigación reportadas se puede establecer que los objetivos de la zonificación agroecológica siempre se relacionan con la clasificación y representación espacial de la aptitud de la tierra con respecto a un determinado uso. Sin embargo, cada estudio

tiene sus particularidades, determinadas entre otros aspectos por la disponibilidad de información ambiental del área de estudio y el conocimiento de los requerimientos agroecológicos de las especies (Portilla, E. P., & Kientz, D. G. 2006).

Para el presente proyecto las capas de información temática que se utilizaron para realizar la zonificación fueron definidas así:

• Coberturas de la Tierra:

Las coberturas de la tierra son aquellos elementos que están sobre su superficie y que en algunas zonas como en los trópicos en lo que se refiere a los bosques, se convierten en el escudo protector de recursos como el suelo y agua; que, a su vez, son el principal soporte en la producción de biomasa y de servicios ambientales para las sociedades.

El monitoreo de las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana se hace, desde al año 2008, a través del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana –SIMCOBA- que se gestiona como parte del programa de investigación Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad, del Instituto Sinchi, a través del Laboratorio de Sistemas de Información Georreferenciada y Sensores Remotos SIGySR (Murcia U; et al. 2016).

• Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana

Esta región mantiene la mayor parte de su territorio con coberturas naturales, esto se evidencia con los resultados de la actualización del mapa de coberturas de la tierra del año 2014, cerca del 90% de la Amazonia está cubierta por bosques, arbustales, Herbazales y cuerpos de agua; Se clasificaron 40 tipos de coberturas diferentes, de las cuales dos clases (palma de aceite y arroz) no se habían detectado en los periodos anteriores (Murcia U; et al. 2016).

El bosque denso alto de tierra firme es la cobertura predominante en la región amazónica, cubre el 70,6%, le sigue el bosque denso alto inundable heterogéneo (7,1%), los pastos limpios (4,6%), el bosque denso bajo de tierra firme (3,4%) y la Vegetación secundaria o en transición (2,5%), los bosques sin incluir los Bosques fragmentados, ocupan el 83% de la región, los Herbazales el 3,6% y los Arbustales 0,5% (Murcia U; et al. 2016).

Estratos de Intervención:

Se denomina de esta manera al resultado de zonificar la Amazonia colombiana considerando diferentes grados de transformación de las coberturas naturales, por acción antrópica. Para esta zonificación se toma como referente espacial una cuadrícula de 1 km², y a partir de la información de coberturas de la tierra, agrupadas en dos clases, antrópica y natural, se generan tres clases de intervención. Para delimitar los rangos de transformación (intervención) se considera el porcentaje de cobertura antrópica en el referente espacial (cuadrícula 1 km²), con los siguientes límites: i) Alta intervención (cobertura antrópica > 70%); ii) Media intervención (cobertura antrópica > 30% <= 70%); iii) Baja intervención (cobertura antrópica < 30%); y, iv) Nula sin intervención (<http://siatac.co/web/guest/estratos-de-intervencion>).

Fragmentación

El término fragmentación usualmente se emplea para denotar la división de un hábitat, antes continuo, en parches aislados que difieren en forma y tamaño (McGarigal & McComb 1999, Phillips & Navarrete 2009). En un paisaje forestal fragmentado, las áreas forestales forman parches rodeados por una matriz de tierras agrícolas u otras formas de uso del suelo. La fragmentación modifica las condiciones medioambientales y el funcionamiento de los ecosistemas alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos minerales, el microclima y las propiedades de los suelos (Forman, 1994; Mas & Correa Sandoval 2000). La fragmentación de los hábitats en parches separados conduce a la reducción de las poblaciones, de los intercambios y de los procesos de inmigración. Estas modificaciones se traducen en la pérdida o el

desplazamiento de la biodiversidad (Estrada y Coates, 1994; Lauga y Joaquim, 1992; McIntyre, 1995; Saunders et al, 1991; Turner, 1996; Mas & Correa Sandoval 2000).

Índices de paisaje

Los resultados de la aplicación de métodos cuantitativos en ecología del paisaje se agrupan en los denominados «índices de paisaje»

Los índices de paisaje aportan interesantes datos numéricos sobre la composición y la configuración de los paisajes, la proporción de cada cubierta del suelo o la superficie y la forma de los elementos del paisaje. Además, los índices de paisaje permiten una útil e interesante comparación entre distintas configuraciones paisajísticas, la misma área en distintos momentos temporales o la definición de escenarios futuros (Gustafson, 1998; Vila Subirós, J., et al. 2006).

Para la presente metodología, las métricas utilizadas para el análisis de fragmentación y la obtención del Índice de Calidad del Fragmento (ICF) que se utilizaran, basado en los análisis de fragmentación previos a este estudio, realizados por Huertas, CM & Murcia, U. 2011 y Cañón, I. 2015, son las siguientes:

- **Contraste de Borde: (ECON)** Mide el grado de afectación de la riqueza de especies de un fragmento por los diferentes tipos de fragmentos que lo rodean (pastos limpios, mosaicos de cultivos, plantaciones, etc. (McGarigal, Cushman, Neel, & Ene, 2002).
- **Área: (ÁREA)** La información sobre el tamaño de parche puede ser utilizada para modelar la riqueza de especies y los patrones de distribución de especies. (Baeza, 2009).
- **Borde: (PERIM)** El estudio de los bordes está íntimamente ligado al contexto del paisaje, ya que es en estos límites entre los fragmentos y sus alrededores donde la impresión más inmediata del contexto del paisaje es detectable. Los bordes son los límites entre los tipos de hábitat, como el borde entre un río y su orilla, o entre un prado y un bosque (Collinge, S. K. 2009).

- **Área núcleo: (CORE)** Las superficies de hábitat interior (core area), son pequeñas áreas de uso intenso dentro de la distancia del hábitat, es decir, el área donde los animales o grupos individuales restringen la mayoría de sus actividades (Burt 1943, Samuel y Green 1988, Asensio, N. et al 2012).
- **Dimensión fractal: (FRAC)** Originalmente, ésta describe una relación invariable en la escala de observación, entre el perímetro y la superficie de un objeto. (Mandelbrot, 1977; Francois & Sandoval, 2000). La forma determina principalmente la longitud y las propiedades del borde (“efecto de borde”), así como su interacción con los hábitats adyacentes o matriz circundante (Laurence y Yensen, 1991; Pincheira-Ulbrich, et al. 2009).
- **Vecino más cercano: (ENN)** El grado de aislamiento de un parche puede ser sencillamente caracterizado por la distancia al parche vecino más cercano. (Francois & Sandoval, 2000). La distancia de un individuo a su vecino más cercano, independientemente de la dirección, proporciona la base para esta medida de espaciamiento.

Estructura de los fragmentos de bosque con relación a la distancia al borde.

En el caso de la variable abundancia, los valores tienden a disminuir hacia el interior del bosque en las diferentes categorías diamétricas, sobre todo para el caso de los brinzales y latizales, pero no hay diferencias estadísticamente significativas.

En este sentido, Oliveira-Filho et al. (1997), Hubbell y Foster (1983), Knight (1975), Laurance (1991), Laurance et al. (1997), Metzger (2000), Tabanez et al. (1997) y Williams-Linera (1990) en Lescano, H., et al (2002), señalan que la abundancia de individuos (principalmente de brinzales y latizales) decrece una vez que se adentra en el bosque, quizás fenómenos de competencia por luz pueden inhibir el desarrollo de los individuos ubicados en estas categorías diamétricas al interior del bosque.

Los valores de abundancia señalan que el mayor número promedio de individuos se encontró a distancias de 40-60

m del borde, seguidos de la distancia 0-20 m para la categoría de fustales (Cuadro 1), mientras que para latizales la mayor abundancia promedio se halló a la distancia entre 0-20 m y en el caso de los brinzales fue en la distancia 60-80 m del borde.

En el caso del área basal se observó que para fustales los mayores valores promedios de área basal se encontraron a distancias entre 80-100 m del borde seguidos de cerca por los valores promedios de área basal en las distancias 40-60 m y 0-20 m del borde, mientras que para los latizales el mayor valor promedio de área basal se encontró a distancias de 0-20 m, seguidos por la distancia 60-80 m y 80-100 m. No hubo diferencia significativa relacionada a la distancia al borde para ninguna de estas variables estructurales a diferencia de lo que encontró Williams-Linera (1990) en fragmentos de bosque húmedo de tierras bajas en San Blas, en Panamá; ella señala que la densidad y área basal de plantas menores de 5 cm de dap decrecía a medida que se alejaba de los bordes hacia el bosque. En el caso de los arbustos entre 5-9,9 cm dap mostraron incremento en densidad y área basal hasta unos 20 m desde el borde del bosque. En un estudio hecho por Laurance et al. (1997) se reporta que para árboles de 10 cm de dap hubo cambios en la densidad y en el área basal con la distancia. (Lescano, H., et al 2002).

La alta producción de semillas pequeñas, así como el oportunismo para desarrollarse en lugares con alta intensidad lumínica, hacen parte de la estrategia utilizada por las especies r. Éstas logran colonizar eficientemente espacios intervenidos, como lo son las zonas fragmentadas. Por el contrario, las especies K se identifican por ser longevas, persistentes y por sobrevivir en ambientes densos con altas tasas de competencia. En las plantas, estas características se traducen en alcanzar tamaños considerables para producir periódicamente frutos grandes en baja cantidad (Begon et al. 2006). De esta forma se explica la gran abundancia de plantas de semilla pequeña (especies r) cerca a los bordes, ya que sus adaptaciones les permiten soportar los impredecibles cambios ambientales, que a su vez no serían suficientes para sobrevivir a la intensa competencia propia del interior del bosque. Adicionalmente, en este estudio se demuestra que el desplazamiento de las plantas de semilla

grande y mediana (especies K) hacia las zonas alejadas de los márgenes de los fragmentos surge como respuesta a la preferencia por el hábitat constante y predecible que se encuentra lejos de estos márgenes. (Stevenson, P., & Rodríguez, M. 2008)

Basado en estas estimaciones realizadas por Lescano, H., et al. (2002) y Stevenson, P., & Rodríguez, M. 2008, se adopta para el presente estudio, que el área de borde sea de 100 metros.

Paisaje:

Troll (1950) partió de la premisa, que un paisaje es una entidad holística (integrada), en el sentido de ser más que la suma de unos componentes interactuantes (clima, litología, suelo, vegetación, actividades humanas, ...), debiendo por lo tanto estudiarse como tal. (Etter, A. 1990). El Paisaje se considera como una entidad espaciotemporal integrada, cuya expresión morfológica y funcional se debe fundamentalmente a las relaciones que se dan entre sus componentes, y no a una suma de las cualidades de estos. (Etter, A. 1990).

Así un paisaje puede definirse como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas conformados por la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas (adaptado de Zonneveld 1979. Etter, A. 1990).

Un paisaje siempre está compuesto por una serie de elementos de paisaje (componentes estructural-funcionales) los cuales corresponden a porciones homogéneas de espacio geográfico equiparables a la noción de ecosistema. Los elementos del paisaje son el resultado de la interacción de los factores formadores del paisaje (clima, geología, hidrología, suelos, vegetación, fauna, hombre) así como de su variabilidad a través del espacio geográfico, a lo largo del tiempo. (Etter, A. 1990).

“El paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella

(sensu Forman & Godron 1986). Esta aproximación al paisaje es muy atractiva y asume el concepto de paisaje total, al identificar al paisaje con el medio y definirlo por la combinación de determinados ecosistemas, sus interacciones, la geomorfología y el clima, la perturbación que los afecta y la abundancia relativa de los ecosistemas combinados (MOPT 1993).

La visión del paisaje total está encaminada, por lo tanto, a considerar al paisaje como indicador o fuente de información del territorio (Forman & Godron 1986).”

Todo lo anterior analizado y citado por ANDRÉS MUÑOZ-PEDREROS en su artículo, La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental, del año 2004.

Evidentemente, los cambios y el dinamismo imperante en la composición estructural y morfológica del paisaje tienen su origen en la propia dinámica ecológica y está fuertemente condicionada por la actividad antrópica, especialmente en los paisajes más humanizados. La sociedad es, en muchas ocasiones, la variable ecológica dominante en la determinación de la configuración del paisaje y, en consecuencia, de las implicaciones funcionales que se generan, tanto en un momento dado como en su evolución a lo largo del tiempo. (Vila Subirós, et al (2006).

La planificación del paisaje incluye su preservación y conservación con fuertes connotaciones ecológicas y considera la aplicación de un enfoque sistémico al conjunto de elementos naturales o artificiales (normalmente el paisaje rural y urbano), con el objeto de estudiarlos y evaluar su preservación o modificación (Gómez 1980, Breman 1993, Muñoz-Pedrerros 2004).

El estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural. (Muñoz-Pedrerros, 2004).

El paisaje se define como una gran porción de tierra caracterizada por una repetición de tipos de relieves similares o por una asociación de tipos de relieves

disímiles (Zinck, 1987 en IGAC 2013). Los tipos de paisaje considerados en el sistema de clasificación IGAC 2007 son: Montaña (M), Altillanura (A), Piedemonte (P), Lomerío (L), Planicie/Llanura (R), Valle (V), Superficie de aplanamiento o Peniplanicie (S).

Paisajes en el Departamento del Guaviare: Para el departamento del Guaviare, a nivel de paisaje, se encontraron seis unidades geomorfológicas (IGAC 2013)

- **Planicie Aluvial.** Superficies planas amplias, formadas por la acumulación de sedimentos aluviales activos depositados en diferentes épocas del Holoceno por el río Guayabero y Guaviare (Barrera, J et al. 2017). En este paisaje se distinguen el plano de inundación o vega y las terrazas bajas medias y altas (IGAC 2013).
- **Peniplanicie.** Es una superficie de erosión extensa y débilmente ondulada, con interfluvio convexo y amplio (Barrera, J et al. 2017). Es un paisaje desarrollado por procesos de denudación sobre las rocas ígneas y metamórficas más antiguas. En este paisaje se distinguen los Peniplanos altos, Lomas, Glacis y Valles estrechos (IGAC 2013).
- **Lomerío estructural.** El paisaje de lomerío es una porción de tierra accidentada caracterizada por la repetición de colinas y lomas generalmente elongadas, con alturas desiguales y separadas por una moderada red hidrográfica (Zinck 1988, IGAC 2013). En este paisaje se distinguen las Ondulaciones, Lomas, Colinas, Glacis de acumulación y Valles estrechos (IGAC 2013).
- **Altillanura.** De acuerdo con Zinck (1988, IGAC 2013), la altillanura se define como la porción de tierra extensa, plana, no confinada, relativamente elevada, la cual es comúnmente limitada en un lado por un descenso abrupto (escarpe) hacia tierra más bajas, formada frecuentemente por el levantamiento tectónico de una antigua llanura. Son superficies afectadas por escurrimiento y modelados de disección en los bordes, taludes y

zonas bajas. En este paisaje se distinguen las Ondulaciones – planos inclinados (IGAC 2013).

- **Macizo.** Se define como un paisaje de macizo a las elevaciones topográficas abruptas y escarpadas, de forma irregular y que carecen de tendencias lineales simples de orientación y se caracterizan por presentar un fuerte dominio estructural y litológico; sus desniveles con los paisajes circundantes son variables: pueden ir desde unos pocos metros hasta por encima de los 300. Constituyen bloques aislados e individuales cuyo núcleo está constituido por rocas antigua, los cuales se pueden extender subsuperficialmente por varios cientos de kilómetros. En este paisaje se distinguen las Mesas y cuestras, Lomas, Glacis, y Escarpes (IGAC 2013).
- **Valles aluviales.** El valle aluvial corresponde a porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua, en este paisaje se distinguen el plano de inundación o vega y las terrazas aluviales (Zinck 1988, IGAC 2013).

Paisajes en el Departamento del Caquetá: Para el departamento del Caquetá, a nivel de paisaje, se encontraron cuatro (4) unidades geomorfológicas ((InPa-IGAC, 1993 en MODELO DE INTERVENCIÓN TERRITORIAL A NIVEL DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA, Documento en preparación. V1, 2017. IGAC 2013).

- **Montaña.** Se caracteriza por contar con un relieve abrupto y escarpado, lo cual conlleva a la presencia de cuencas hídricas tipo torrencial con divisorias de aguas no alineadas y bastante irregulares.
- **Piedemonte.** Hace referencia a las relativamente pequeñas e intermitentes ubicadas a la base de la montaña entre 300 y 500 m.s.n.m., formadas por abanicos, glacis y vallecitos.

- **Lomerío** (altiplanicie ondulada). El paisaje de Lomerío ocupa la mayor extensión, tanto en el área de estudio como en el resto de la Amazonia colombiana. Se extiende desde el pie de montaña y comprende tres tipos de relieves denominados lomas, mesas y vallecitos.
- **Valles aluviales.** El valle aluvial corresponde a porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua, en este paisaje se distinguen el plano de inundación o vega y las terrazas aluviales (Zinck 1988, IGAC 2013).

Paisajes en el Departamento del Meta: Para el área de estudio, a nivel de paisaje, se encontraron cuatro unidades geomorfológicas

- **Planicie Aluvial.** Superficies planas amplias, formadas por la acumulación de sedimentos aluviales activos depositados en diferentes épocas del Holoceno por el río Guayabero y Guaviare (Barrera, J et al. 2017). En este paisaje se distinguen el plano de inundación o vega y las terrazas bajas medias y altas (IGAC 2013).
- **Piedemonte.** Hace referencia a las relativamente pequeñas e intermitentes ubicadas a la base de la montaña entre 300 y 500 m.s.n.m., formadas por abanicos, glaciares y vallecitos.
- **Lomerío estructural.** El paisaje de lomerío es una porción de tierra accidentada caracterizada por la repetición de colinas y lomas generalmente elongadas, con alturas desiguales y separadas por una moderada red hidrográfica (Zinck 1988, IGAC 2013). En este paisaje se distinguen las Ondulaciones, Lomas, Colinas, Glaciares de acumulación y Valles estrechos (IGAC 2013).
- **Macizo.** Se define como un paisaje de macizo a las elevaciones topográficas abruptas y escarpadas, de forma irregular y que carecen de tendencias lineales simples de orientación y se caracterizan por

presentar un fuerte dominio estructural y litológico; sus desniveles con los paisajes circundantes son variables: pueden ir desde unos pocos metros hasta por encima de los 300. Constituyen bloques aislados e individuales cuyo núcleo está constituido por rocas antiguas, los cuales se pueden extender subsuperficialmente por varios cientos de kilómetros. En este paisaje se distinguen las Mesas y cuestras, Lomas, Glaciares, y Escarpes (IGAC 2013).

Estado Legal del Territorio:

Mapa de Estado Legal del Territorio para la Zonificación y Ordenamiento Ambiental de la Reserva Forestal de la Amazonia (Ley 2da de 1959). Cuenta con las áreas que representan una figura legal del territorio como son áreas de reserva forestal ley 2da de 1959, áreas protegidas, resguardos indígenas entre otras.

La Zona de Reserva Forestal de la Amazonia fue creada mediante la Ley 2ª de 1959, comprendiendo los siguientes límites generales: partiendo de Santa Rosa de Sucumbíos, en la frontera con el Ecuador, rumbo Noreste, hasta el cerro más alto de los Picos de la Fragua; de allí, siguiendo una línea, 20 kilómetros al Oeste de la Cordillera Oriental hasta el Alto de Las Oseras, de allí en línea recta, por su distancia más corta, al Río Ariari, y por éste hasta su confluencia con el Río Guayabero o el Guaviare, por el cual se siguen aguas abajo hasta su desembocadura en el Orinoco; luego se sigue la frontera con Venezuela y el Brasil, hasta encontrar el Río Amazonas, siguiendo la frontera Sur del país, hasta el punto de partida. (República de Colombia, 1959)

De las siete Reservas creadas por la Ley 2ª en todo el país, la Reserva Forestal de la Amazonia es la más extensa. Actualmente, su superficie es de 37.844.524 Has, como consecuencia de la sustracción de 6.115.213 Has, con el fin de la destinación de tierras para colonización o la titulación de tierras ya colonizadas. Su área cubre los departamentos de Amazonas, Putumayo, Nariño, Caquetá, Guainía, Guaviare, Huila, Meta y Vaupés (<http://siatac.co/web/guest/productos/ordenamiento-territorial/zrf>).

Reserva Forestal de la Amazonia

Resolución 1925 de 30 de diciembre de 2013, “por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la ley 2^{da} de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila” las cuales poseen una extensión aproximada de 12.004.504 hectáreas.

Tipos de Zonas

Zona de Tipo A

Zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de los contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte de la diversidad biológica.

Para este tipo de zona se deberá:

- ✓ Fomentar la investigación científica aplicada prioritariamente a la restauración ecológica y a la generación de información sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, de acuerdo a la normatividad vigente.
- ✓ Fomentar la investigación básica sobre biodiversidad y manejo forestal sostenible.
- ✓ Implementar las acciones de restauración, rehabilitación y recuperación en procura del restablecimiento del estado natural de las coberturas y de las condiciones ambientales necesarias para regular la oferta de servicios ecosistémicos.
- ✓ Incentivar la reconversión de la producción agrícola y pecuaria existentes hacia esquemas de producción sostenibles, que sean compatibles con las características biofísicas de este tipo de zona.
- ✓ Incentivar el Certificado de Incentivo Forestal con fines de conservación, establecido en la ley 139 de

1994 y el parágrafo del artículo 250 de la ley 223 de 1995.

- ✓ Desarrollar actividades de Resolución de Emisiones por Deforestación y Degradación – REDD, otros mecanismos de mercado de carbono y otros esquemas de distribución de beneficios por servicios ecosistémicos.
- ✓ Incentivar el aprovechamiento sostenible de fauna la agricultura ecológica y la biotecnología según las normas vigentes.
- ✓ Impulsar las líneas establecidas en la estrategia de emprendimiento de Negocios verdes, incluida en la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible y los programas que implementen, como el ecoturismo, siempre y cuando sean compatibles con las aptitudes del suelo y las características de este tipo de zona.

Zonas de Tipo B

Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Para esta zona se deberá:

- ✓ Propender por la ordenación forestal integral de estas áreas y fomentar actividades relacionadas con la producción forestal sostenible, el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima y del recurso hídrico, así como el control de la erosión.
- ✓ Estimular la investigación científica aplicada prioritariamente a la restauración ecológica y a la generación de información sobre el manejo forestal de fuentes de productos maderables y no maderables, diversidad biológica y servicios ecosistémicos, de acuerdo a la normatividad vigente.
- ✓ Promover el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en áreas que por sus condiciones permitan el desarrollo de estas actividades, teniendo en cuenta la evaluación del riesgo.

- ✓ Incentivar la reconversión de la producción agrícola y pecuaria existentes hacia esquemas de producción sostenibles, que sean compatibles con las características del tipo de zona.
- ✓ Implementar procesos de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Restauración de agua a las poblaciones y a las actividades económicas.
- ✓ Promover la implementación del Certificado de Incentivo Forestal para plantaciones comerciales y para la conservación de que trata la ley 139 de 1994 y el párrafo del artículo 250 de la ley 223 de 1995.
- ✓ Los proyectos relacionados con alianzas productivas u otras estrategias, se podrán desarrollar en predios privados, siempre que no implique la ampliación de la frontera agrícola, se evite la reducción de las áreas de bosque natural, cuenten con un componente forestal, no se afecte el recurso hídrico y se ejecuten implementando buenas prácticas.
- ✓ Propender por el desarrollo de actividades de Desarrollo de Bajo Carbono, incluyendo los de la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación – REDD, Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y otros mecanismos de mercado de carbono, así como otros esquemas de reconocimiento por servicios ambientales.
- ✓ Impulsar las líneas establecidas en la Estrategia de Emprendimiento de Negocios Verdes, incluida en la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, y los programas que lo implementen siempre y cuando sean compatibles con las aptitudes del suelo y las características de este tipo de zona.



Figura 1: Estado Legal del Territorio

Fuente: Proceso de zonificación y ordenamiento Reserva Forestal Ley 2ª de 1959, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI

CATEGORÍAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI)

Artículo 7: El Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI) se organizará conforme a un proceso de ordenamiento territorial, a partir de las siguientes categorías: Categoría de Ordenamiento:

1. Preservación. Entiéndese por preservación la acción encaminada a garantizar la intangibilidad y la perpetuación de los recursos naturales dentro de espacios específicos del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI). Serán espacios de preservación aquellos que contengan bioma o ecosistemas de especial significación para el país.

2. Protección. Entiéndese por protección la acción encaminada a garantizar la conservación y mantenimiento de obras, actos o actividades producto de la intervención humana, con énfasis en sus valores intrínsecos e histórico culturales. Serán objeto de protección, entre otras, obras públicas, fronteras, espacios de seguridad y defensa, territorios indígenas tradicionales, sitios arqueológicos, proyectos lineales, embalses para la producción de energía o agua para acueductos, espacios para explotaciones mineras.

3. Producción. Entiéndese por producción la actividad humana dirigida a generar los bienes y servicios que requiere el bienestar material y espiritual de la sociedad y que para el Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables (DMI), presupone un modelo de aprovechamiento racional de los recursos naturales en un contexto de desarrollo sostenible. Para esta categoría se tomarán en cuenta, entre otras las siguientes actividades: Agrícola, ganadera, minera, forestal, industrial y turística.

4. Recuperación. Esta categoría puede ser de dos tipos: Recuperación para la preservación: Entiéndese por recuperación para la preservación las actividades humanas orientadas al restablecimiento de las condiciones naturales primigenias de la zona. Recuperación para la producción: Entiéndese por recuperación para la producción las actividades humanas orientadas al restablecimiento de las condiciones naturales que permitan el aprovechamiento sostenible de

los recursos de la zona. Para la categoría de recuperación se tomarán en cuenta, entre otros, los espacios siguientes: Suelos con alto grado de erosión; suelos que presenten procesos de salinización y solidicidad; aquellos que sufren inundaciones crecientes como producto de la actividad antropógena; suelos y cuerpos de agua que presentan toxicidades comprobadas suelos y cuerpos de agua que presentan procesos de contaminación por manejo inadecuado de agroquímicos o por residuos industriales o domésticos; aquellos afectados por heladas, vendavales, avalanchas y derrumbes; zonas boscosas con ecosistemas altamente degradados en su fauna, flora y suelo; cuencas en deterioro; cuerpos de agua en proceso de desecamiento y alta sedimentación.

Parágrafo 1: Dentro de una misma zona podrán utilizarse una o varias de las categorías de ordenamiento señaladas de acuerdo con sus características propias, los requerimientos técnicos y los objetivos propuestos.

Parágrafo 2: En el ordenamiento territorial se deberán tener en cuenta espacios adecuados para la ubicación de los diferentes tipos de asentamientos humanos y de la infraestructura necesaria para la actividad antrópica (MINISTERIO DE AGRICULTURA DECRETO 1974 DEL 31 DE AGOSTO DE 1989. Capítulo 5)

Conectividad:

La conectividad puede definirse como la característica del paisaje que facilita los flujos ecológicos y el movimiento de los organismos a través del mismo (Calabrese & Fagan, 2004, Vergara, L. 2017) o como el grado en el cual el paisaje facilita o impide el movimiento entre fragmentos, siendo considerada como un factor clave en la conservación de la biodiversidad para el mantenimiento de la estabilidad e integridad de los ecosistemas naturales (Taylor et al., 1993; Raison et al., 2001; Crist et al., 2005 en: Saura & Hortal, 2007 en Vergara, L. 2017). En este sentido la conectividad tiene dos componentes: i) El aspecto estructural relacionado directamente con la configuración espacial del paisaje y ii) el aspecto funcional que se relaciona con la capacidad de dispersión de las especies o flujos ecológicos, razón por la cual depende del grupo biológico o procesos ecológicos considerados (Calabrese & Fagan, 2004 en Vergara, L. 2017).

La conectividad asegura la dispersión de las especies, el flujo de genes necesario para mantener las poblaciones y diversas funciones ecológicas a nivel de paisaje, constituyendo un aspecto clave en la planeación de la conservación, análisis de cambios, monitoreo y manejo de los paisajes transformados donde aún quedan espacios de hábitat, ya sea para implementar acciones que aumenten la permeabilidad de la matriz y faciliten el movimiento a través de ella o la construcción de corredores de condiciones favorables que conecten físicamente las zonas de hábitat remanente (Pascual-Hortal & Saura, 2006; Baranyi, Saura, Podani, & Jordán, 2011 en Vergara, L. 2017).

- **Corredores de conectividad Caquetá y Guaviare**

Con el fin de que los resultados sean comparables con otros estudios elaborados a nivel regional, se usaron las mismas especies que se utilizaron en el análisis de conectividad realizado por el SINCHI en los municipios de San José de Guaviare, El retorno y Calamar en el Departamento de Guaviare.

De las 6 especies de mayor caza identificadas por Yara (2015) se seleccionaron 3 teniendo en cuenta la disponibilidad de información y las distancias de dispersión para tener análisis con especies de distancias de dispersión cortas y largas: La especie de armadillo de nueve anillos (*Dasybus novencintus*) y la lapa (*Cuniculus paca*) analizadas conjuntamente como especies de distancias de dispersión corta y el zaino (*Pecari tajacu*) de dispersión media.

El análisis de la conectividad del área de interés se realizó aplicando un Modelo de grafos probabilístico, para las cuatro especies definidas pertenecientes a tres rangos de dispersión (corto y medio). Dicho modelo permite identificar la importancia que tienen cada fragmento para la conectividad del hábitat de las especies estudiadas. Adicionalmente el modelo tuvo en cuenta la dificultad de atravesar la matriz para el flujo de los individuos entre los nodos mediante la construcción de una superficie de resistencia o fricción y empleando distancias medias de dispersión para estos dos grupos obtenidas de la literatura (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

- **Abordaje de conectividad para el contexto del sur del Meta y el municipio de Vista Hermosa**

El abordaje conceptual para el desarrollo metodológico del análisis de conectividad del paisaje para el contexto del sur del Meta, parte del reconocimiento de la importancia del entorno regional como un punto de partida para identificar los bloques de hábitat que aún se conservan y describir sus dinámicas de movimiento de acuerdo a la información disponible. Por otro lado, busca analizar como estos patrones de movimiento varían de acuerdo al tipo de ecosistema, ya que, el sur del Meta, al ser un área de transición entre las regiones Andina, Orinocense y Amazónica, presenta una gran diversidad de ecosistemas en un gradiente altitudinal que va desde los 0 hasta áreas por encima de los 4000 msnm. En este sentido se busca, que esta visión general derivada del análisis de los grandes bloques de hábitats sirva para evidenciar representatividad de las áreas importantes para la conectividad dentro del sistema nacional de áreas protegidas (SINAP), resguardos indígenas, y otras figuras de ordenamiento territorial, orientadas a la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, y por otro lado ver las oportunidades de articulación con los procesos de ordenamiento territorial, en cuanto a la definición de los determinantes ambientales (ver Ley 388 de 1997). (Infante J. 2018, Análisis de conectividad del municipio de Vista Hermosa (Meta), SINCHI).

Con esta visión regional, que se va a desarrollar a escala 1:100.000, se espera analizar las áreas importantes para la conectividad regional en el municipio de Vista Hermosa, haciendo énfasis en las áreas de interés para el proyecto. En este sentido el ejercicio de conectividad de desarrollará a escala 1:25.000 con el fin de identificar como los patrones locales, complementan los regionales y contribuyan con insumos para resolver las preguntas relacionadas con la gestión del territorio como, ¿Dónde usar?, ¿Dónde conservar?, ¿Dónde restaurar?, ¿Dónde implementar acciones urgentes que contribuyan a la solución de conflictos ambientales?

Esto bajo la premisa de que la gestión ambiental de esta zona se encuentra en un escenario de recursos limitados, donde los procesos de priorización con base en múltiples criterios son urgentes para orientar una toma de decisión

adecuada por parte de los actores institucionales y sociales con injerencia en el aérea que busquen la solución de los conflictos y problemas ambientales en el área (Infante J. 2018, Análisis de conectividad del municipio de Vista Hermosa (Meta), SINCHI).

Definición de los grupos de fauna de análisis de acuerdo a los requerimientos de área mínima de hábitat continuo (área mínima del parche) y rangos de dispersión.

Se van a compilar los listados de fauna de mamíferos terrestres no voladores para el área de estudio obtenidos de la información secundaria de la zona y de las bases de datos del *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), del Sistema de Información de Biodiversidad (SIB – Colombia) administrado por el Instituto Alexander von Humboldt. Se centra el estudio en este grupo de especies de mamíferos debido a que son las que presentan un mayor grado de conocimiento frente a las variables mínimas requeridas para la modelación de la conectividad funcional (Pe'er *et al.* 2014).

Con base en estos listados se seleccionaron aquellas especies que presenten información de requerimientos de área mínima y rangos de dispersión para lo cual se consultaran las bases de datos PanTheria (Jones *et al.* 2009) y SCALETOOL (Pe'er *et al.* 2014) seleccionando a el Mono araña (*Ateles belzebuth*), Churuco (*Lagothrix lagothricha*), Murciélago frutero enano (*Rhinophylla pumilio*) y el Tití cuellinegro (*Saguinus nigricollis*) (Infante J. 2018, Análisis de conectividad del municipio de Vista Hermosa (Meta), SINCHI).

Del proceso de zonificación agroambiental se obtienen como resultado las categorías explicadas a continuación:

Conservación:

Un acuerdo de conservación es una herramienta de negociación entre dos o más actores alrededor del ordenamiento de actividades relacionadas con la conservación, preservación, uso y manejo de determinados recursos (MODELO DE INTERVENCION TERRITORIAL A NIVEL DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA, Documento en preparación. V1).

Enriquecimiento forestal:

El sistema de enriquecimiento en fajas es el sistema de plantación, más extendido en la Amazonia (Nalvarte, 2004). Este método es un sistema de regeneración artificial de bosques, mediante el cual la regeneración natural es complementada con la plantación de especies forestales comercialmente valiosas (Flores, 2002), siendo éste, un sistema poco intensivo de plantación (Whitmore, 1998). Se encuentran en zonas donde se ha practicado la extracción selectiva de madera, es decir, donde se han cosechado sólo aquellos pies de valor comercial, dejando en pie el resto de los árboles, o bien en zonas por las que por algún motivo la regeneración natural no funcionó (Flores, 2002).

Sistemas productivos sostenibles:

Es decir, sistemas agroforestales que incluyan especies promisorias de la biodiversidad amazónica y que estén asociados a cadenas como las del caucho, cacao o café y maderables (Pilar 3 agroambiental).

Sistemas silvopastoriles:

Son una modalidad de los sistemas agroforestales, donde se desarrollan árboles y pasturas manejados en forma conjunta, cuyo objetivo es incrementar la productividad en forma sostenible, supliendo además otros beneficios (Radulovich, 1994, en PÉREZ, Antonio Mijail, et al., 2005).

Restauración Ecológica

Existen tres posiciones diferentes con respecto al significado de la restauración ecológica, mencionare dos. Una visión fundamentalista de ésta, consiste en considerar la restauración como un regreso a las condiciones existentes en las comunidades naturales originales de cada región, incluida la diversidad biológica original incluso logrando nuevamente cierta estabilidad sin necesidad de manejo posterior. El retorno a la situación original puede aún ser posible en zonas perturbadas de lugares como reservas de la naturaleza en las que sólo una parte de la comunidad original ha sido alterada; en cambio, en muchos sitios sólo será posible aplicar una segunda opción más práctica y que puede combinarse con

actividades productivas. En este caso la restauración ecológica estaría dirigida a tratar de recuperar las principales funciones ambientales del ecosistema original, que permitan mantener la estabilidad en la fertilidad, la conservación del suelo y el ciclo hidrológico, aunque parte de la diversidad se haya perdido, la estabilidad del sistema tenga que ser manejada y algunas especies extrañas previamente inexistentes hayan ingresado al área (YANES, CARLOS VÁZQUEZ, et al. 2001).

Herramientas de manejo del paisaje

El diseño de las herramientas de manejo para un paisaje (HMP) es la respuesta a las condiciones de transformación del paisaje y las oportunidades de conservación identificadas. Las HMP diseñadas pueden contener diferentes arreglos vegetales y estructurales, y su ajuste para la escala predial deberá responder a características de la finca como las oportunidades de conservación identificadas, los sistemas productivos del predio, el costo de oportunidad de la tierra y las necesidades de recursos del bosque para uso por parte de los propietarios. Las HMP se proponen en el proceso de planificación predial para apoyar la concertación en el reordenamiento de la finca (MODELO DE INTERVENCIÓN TERRITORIAL A NIVEL DE PAISAJES PRODUCTIVOS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA, Documento en preparación. V1).

A continuación, se mencionan los diferentes tipos de HMP:

- Cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento. (Acuerdos de Conservación)
- Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos
- Sistema agroforestal
- Árboles dispersos
- Sistema silvopastoril
- Banco de proteínas
- Bosque dendroenergético
- Ampliación de parches de bosque o cañadas
- Corredores biológicos
- Cercas vivas mixtas

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Para el desarrollo del presente proyecto se tienen cuatro áreas de influencia de coberturas de la tierra a escala 1:25000, interpretadas bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, ubicadas en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Meta.

El área de estudio 1 se encuentra localizada en el departamento del Caquetá, al sur del municipio de La Playa y al Nor-Oriente del municipio de La Tagua, con los municipios de Puerto Camelia y Remolinos del Caguán dentro de sus límites, se definió como parte de la cuenca del Río Caquetá y es regado por el Río Caguán y Río Sunsiya, la zona tiene una extensión total de aproximadamente 274.670,76 ha. (Figura 2).

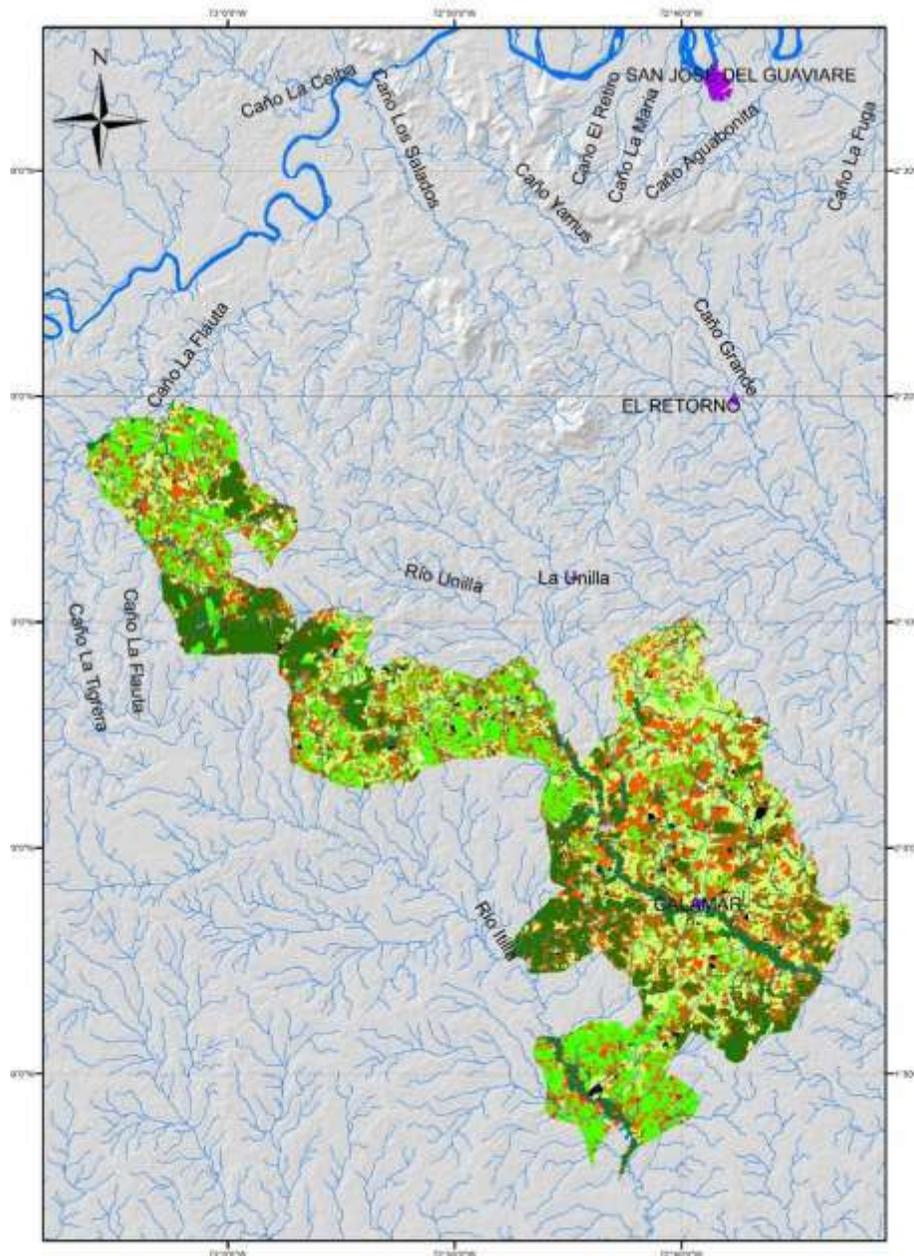


Figura 3. Área de estudio 2 Guaviare

Fuente: SINCHI 2017

El área de estudio 3 se encuentra localizada en el departamento del Guaviare, al sur-oriente del municipio de Pueblo Nuevo y al Occidente del municipio de La Unilla, se definió como parte de la

cuenca del Río Guaviare y es regado por el Río Unilla, Caño La Flauta y Caño La Tigra, la zona tiene una extensión total de aproximadamente 44.828,60 ha. (Figura 4).

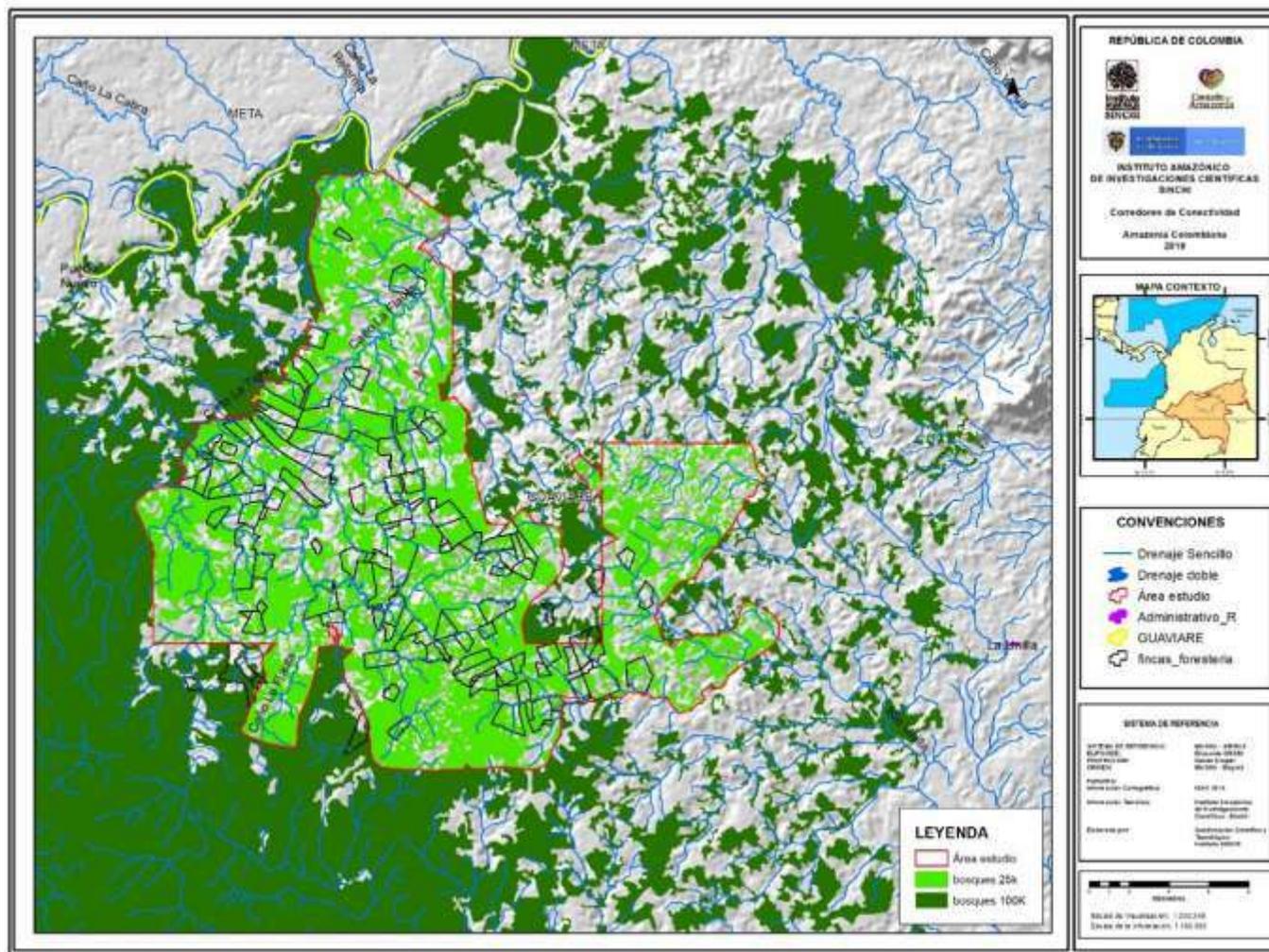


Figura 4. Área de estudio 3.

Fuente: Presente proyecto

El área de estudio 4 se encuentra localizada en el departamento del Meta, con los Municipios de Vista hermosa y Piñalito dentro de sus límites, se definió como

parte de la cuenca del Río Guayabero y es regado por el Río Guejar, Río Duda y Río Nuevo, la zona tiene una extensión total de aproximadamente 506.572,84 ha. (Figura 5).

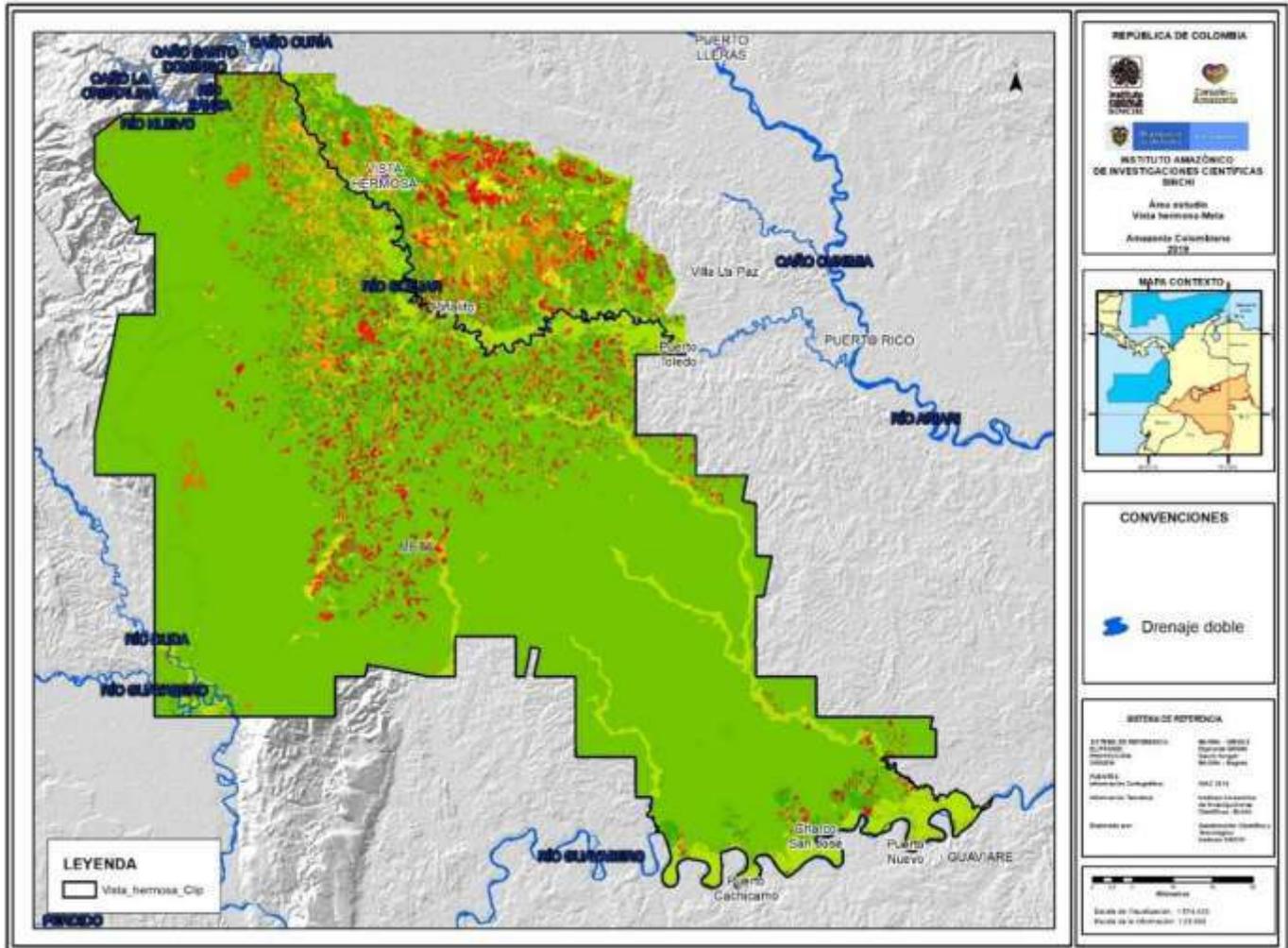


Figura 5. Área de estudio 4.

Fuente: Presente proyecto

Fragmentación de Bosques



Figura 6. Modelo de fragmentación

Fuente: SINCHI 2017

Para esta metodología se realiza un análisis de las métricas del paisaje para los fragmentos de bosque del área de estudio, para analizar la fragmentación presente en el bosque mediante la herramienta Fragstats v4.2.1.603 desarrollada por Kevin McGarigal & Eduard Ene en 2013, y obtener el Índice de Calidad del Fragmento (ICF), ya que por medio de la construcción de la matriz de descriptores de clase y la matriz de contraste de borde (Cañón, I. 2015), se puede obtener la métrica de contraste de borde (ECON) por medio de la cual se mide el contraste

que tiene un fragmento de borde frente a sus coberturas vecinas, dándosele un peso a cada cobertura de acuerdo al impacto que causa esta sobre el borde del bosque. Al obtener los valores para esta métrica (ECON) se puede realizar el cálculo de Índice de Calidad del Fragmento (ICF) mediante la ecuación 1, planteada en el documento de Huertas, CM & Murcia, U. 2011, por medio de la cual se da un peso a cada métrica dependiendo la importancia que tiene esta para el análisis y son divididas por la sumatoria de los pesos asignados a cada métrica.

Ecuación 1:

$$\frac{(EDCON * 5) + (ED * 4) + (FRAC * 3) + (CORE * 2) + (NN: MIN * 1)}{15}$$

15

$$((ICOD_ECON] *5) + [ICOD_PERIM] *4) + [ICOD_FRAC] *3)+ [ICOD_CORE] *2)+ [ICOD_ENN] *1))/15$$

Fase 1: Procesamiento de la capa de coberturas de la tierra

Se inicia el proceso con la capa de coberturas a escala 1:25.000 con sistema de coordenadas GCS_SIRGAS, la cual proyectamos a MAGNA_Colombia_Bogota, a esta

capa se le agrega un campo “agrup_cob” en el cual van las agrupaciones de las coberturas realizadas en el software ArcGis 10.5, basado en el análisis de conectividad (tabla 1) realizado por Lina Katherine Vergara Chaparro, SINCHI (2017), es necesario realizar los ajustes en los nombres, espacios, puntuación y el acento de las categorías.

Tabla 1. Agrupación de coberturas.

Fuente: Presente proyecto, adaptado de Lina Katherine Vergara Chaparro, SINCHI 2017

DESCRIPCIO	agrup_cob
Tejido urbano continuo	Areas_artificializadas
Tejido urbano discontinuo	
Bosque de galería alto	Bosques
Bosque de galería bajo	
Bosque denso alto de tierra firme	
Bosque denso alto inundable heterogéneo	
Bosque denso bajo de tierra firme	
Bosque denso bajo inundable	
Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos	
Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria	
Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	
Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria	
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	
Ríos	Cultivos_permanentes
Otros cultivos permanentes arbustivos	
Otros cultivos permanentes herbáceos	Cultivos_transitorios_y_o_herbaceos
Mosaico de pastos y cultivos	
Herbazal denso inundable arbolado	Herbazales_arbustos_arbolados
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Herbazales_no_arbolados
Herbazal denso inundable no arbolado	
Mosaico de cultivos y espacios naturales arbóreos	Mosaicos_agropecuarios_con_espacios_naturales
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbóreos	
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arbustivos	
Mosaico de cultivos, pastos y vegetación secundaria	
Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	
Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	
Mosaico de pastos con espacios naturales herbáceos	
Mosaico de pastos y vegetación secundaria	
Nubes	Nubes
Pasto enmalezado de tierra firme	Pastos_enmalezados
Pasto enmalezado inundable	
Pastos abiertos arbolados de tierra firme	
Pastos abiertos arbolados inundables	
Pastos densos arbolados de tierra firme	
Pastos densos arbolados inundables	
Pasto limpio abierto de tierra firme	Pastos_limpios
Pasto limpio abierto inundable	
Pasto limpio denso	
Pasto limpio denso de tierra firme	
Pasto limpio denso inundable	
Vegetación secundaria alta de tierra firme	Vegetacion_secundaria_alta
Vegetación secundaria alta inundable	Vegetacion_secundaria_baja
Vegetación secundaria baja de tierra firme	
Vegetación secundaria baja inundable	Zonas_arenosas
Arenales	
Playas	
Zonas Pantanosas	Zonas_pantanosas
Tierras erosionadas	Zonas_quemadas
Zonas quemadas	

Posterior a esto se realiza la conversión de la capa de coberturas, de formato vector a formato ráster para proceder a realizar las métricas del paisaje en el software Fragstats v4.2.1.603 desarrollado por Kevin McGarigal & Eduard Ene en 2013.

Al shape se le realiza el proceso de “Multipart To Singlepart”, herramienta que se encuentra en “Toolbox” en la toolbox “Data Management Tools” – “Features”(Figura7).

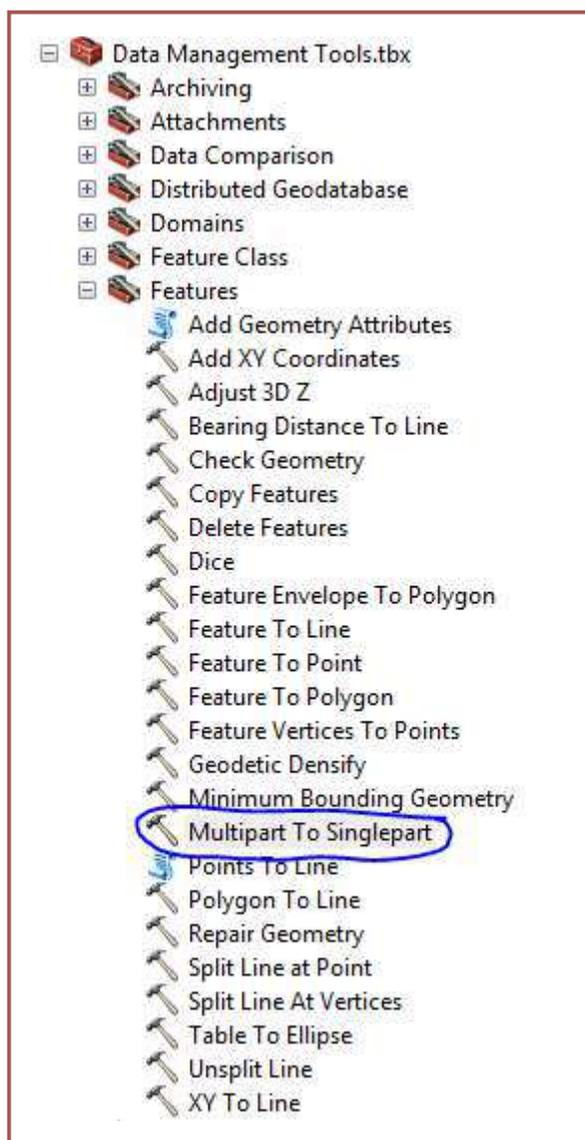


Figura 7. Multipart To Singlepart.

Fuente: Presente proyecto

El Feature Class resultante del proceso anterior se convierte a formato ráster mediante la herramienta “Feature to raster” incluida dentro de la toolbox “Conversion Tools” – “To Raster” (Figura 8).

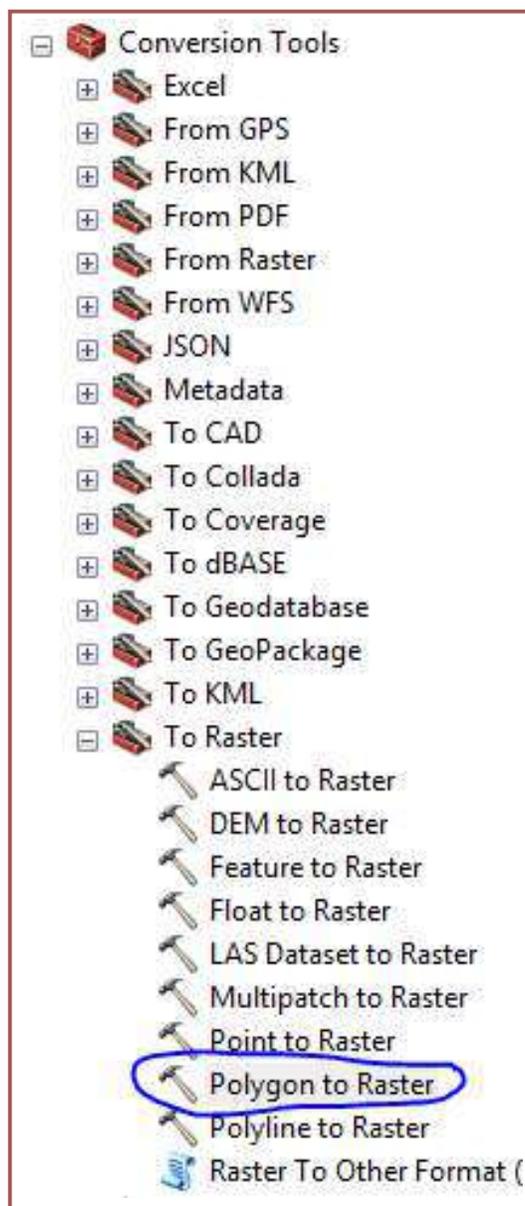


Figura 8. Feature to Raster.

Fuente: Presente proyecto

En la ventana que se despliega realizamos lo siguiente, en “Input Features” se selecciona la capa a convertir, en “Value field” seleccionamos de la capa a convertir la columna de la tabla de atributos que se requiere para el posterior proceso, en este caso “agrup_cob” que es la columna de las agrupaciones de las coberturas realizadas

anteriormente, en “Output Raster Dataset” seleccionamos la ruta donde se almacenará el ráster generado y se asigna el nombre de este, finalmente “Output cell size” es el tamaño de cada pixel, el cual depende de la imagen satelital utilizada en la interpretación de coberturas. (Figura 9).

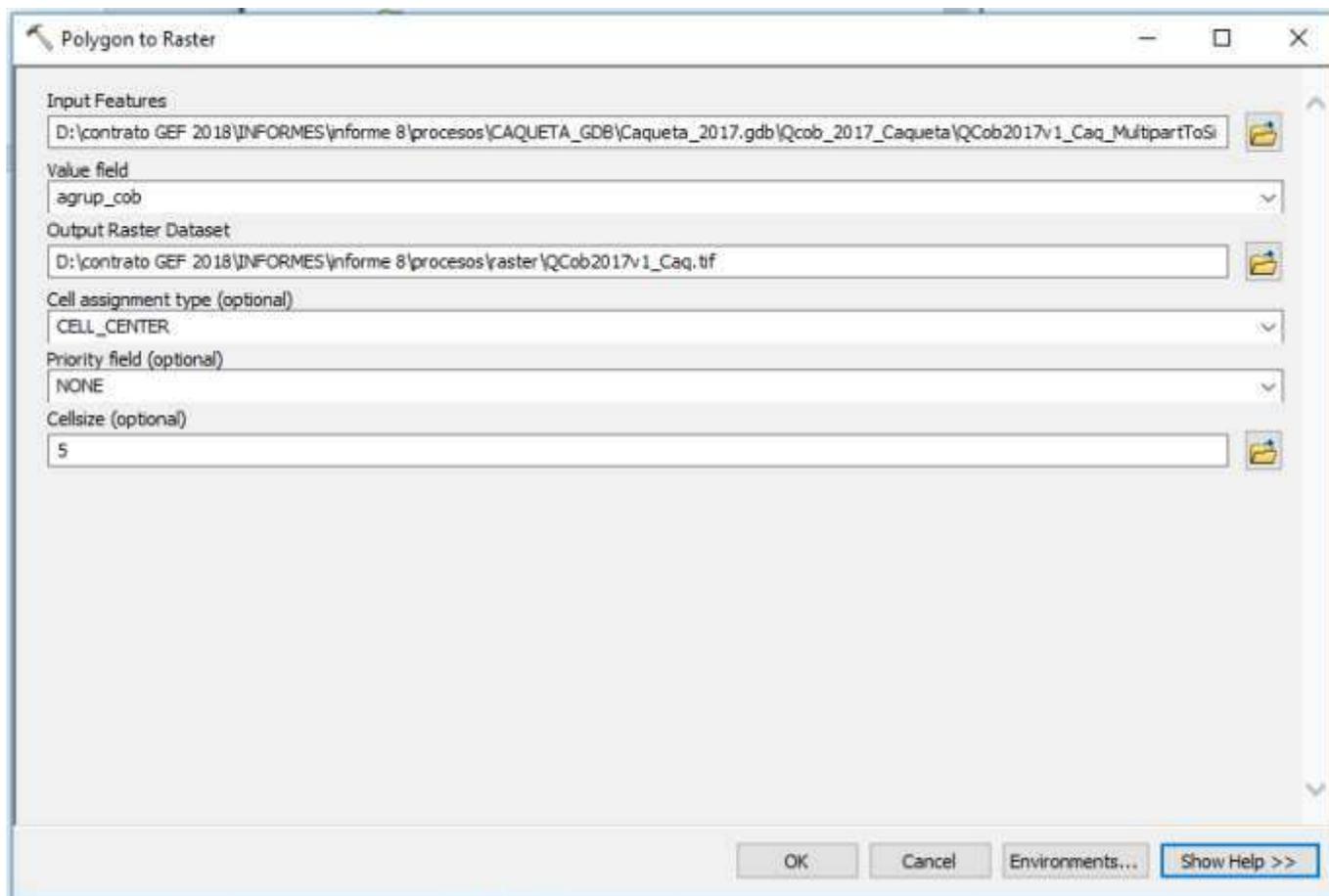


Figura 9. Ventana Feature to Raster.

Fuente: Presente proyecto

El resultado es un archivo Ráster con la agrupación de coberturas en su tabla de atributos. (Figura 10).

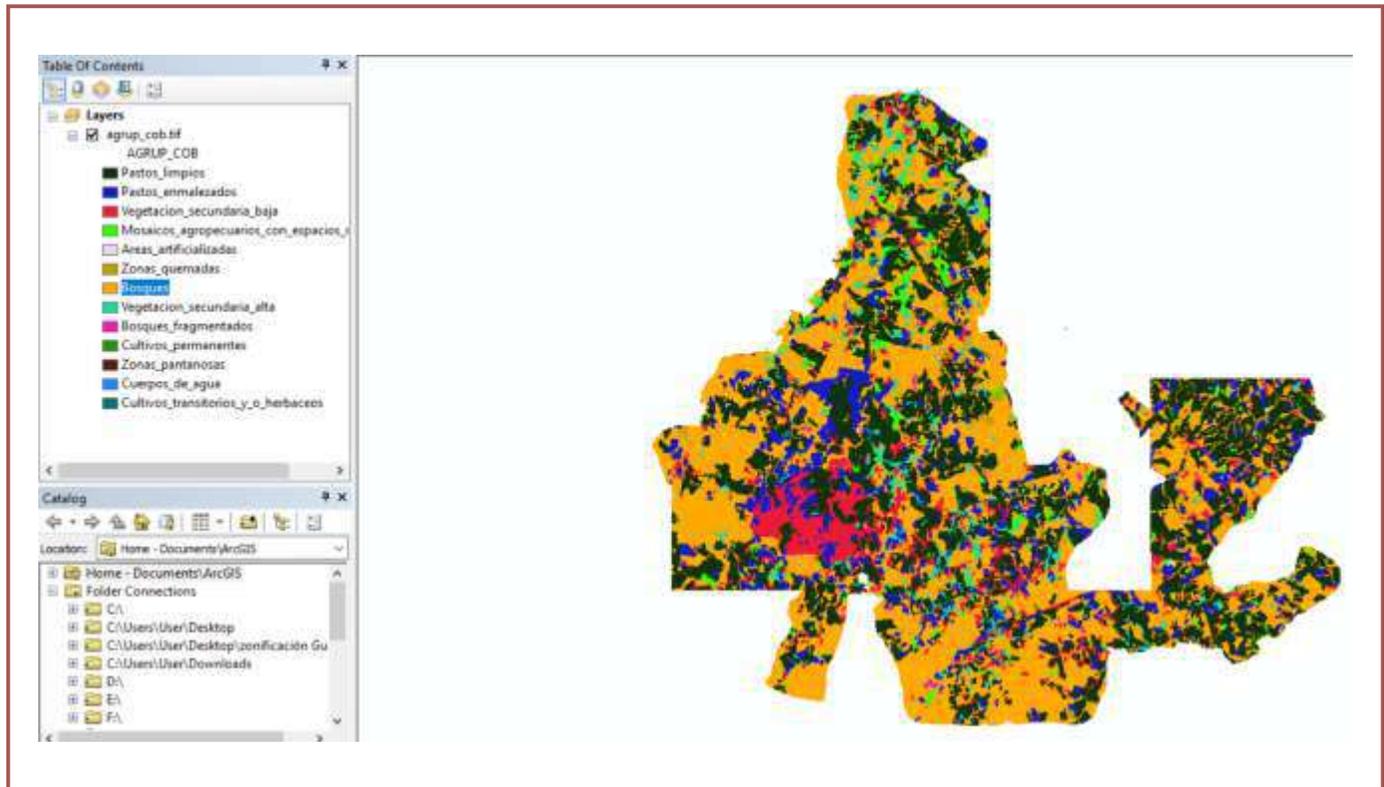


Figura 10. Ráster.
Fuente: Presente proyecto

Fase 2: Cálculo de métricas del Paisaje

Para generar el cálculo de las métricas de Área, Perímetro, Índice de dimensión Fractal, Área de núcleo, Contraste de Borde y distancia al vecino más cercano en Fragstats, es necesario realizar la matriz de descriptores de clase y específicamente para el Contraste de Borde, la matriz de contraste de borde. (Cañón, I. 2015).

Construcción de la matriz de descriptores de clase

La matriz de descriptores de clase contiene el registro de cada clase de cobertura que se analiza. Fragstats usa la extensión .fcd para identificar la matriz de descriptores de clase. Cada registro en la matriz debe contener un valor numérico del tipo de cobertura, un carácter descriptor para la cobertura (nombre), un indicador lógico del estatus de la cobertura, y un indicador de análisis en segundo plano:

ID, Name, Enabled, IsBackground
 1, arbustos, true, false
 2, bosques, true, false
 3, bosque fragmentado, true, false
 4, otras, false, true
 Etc.

El campo *ID*, es un valor entero correspondiente a la clase de cobertura. *Name*, es el nombre descriptivo de la cobertura; pueden tener cualquier longitud y contener cualquier tipo de caracteres, pero no puede contener comas. (Cañón, I. 2015).

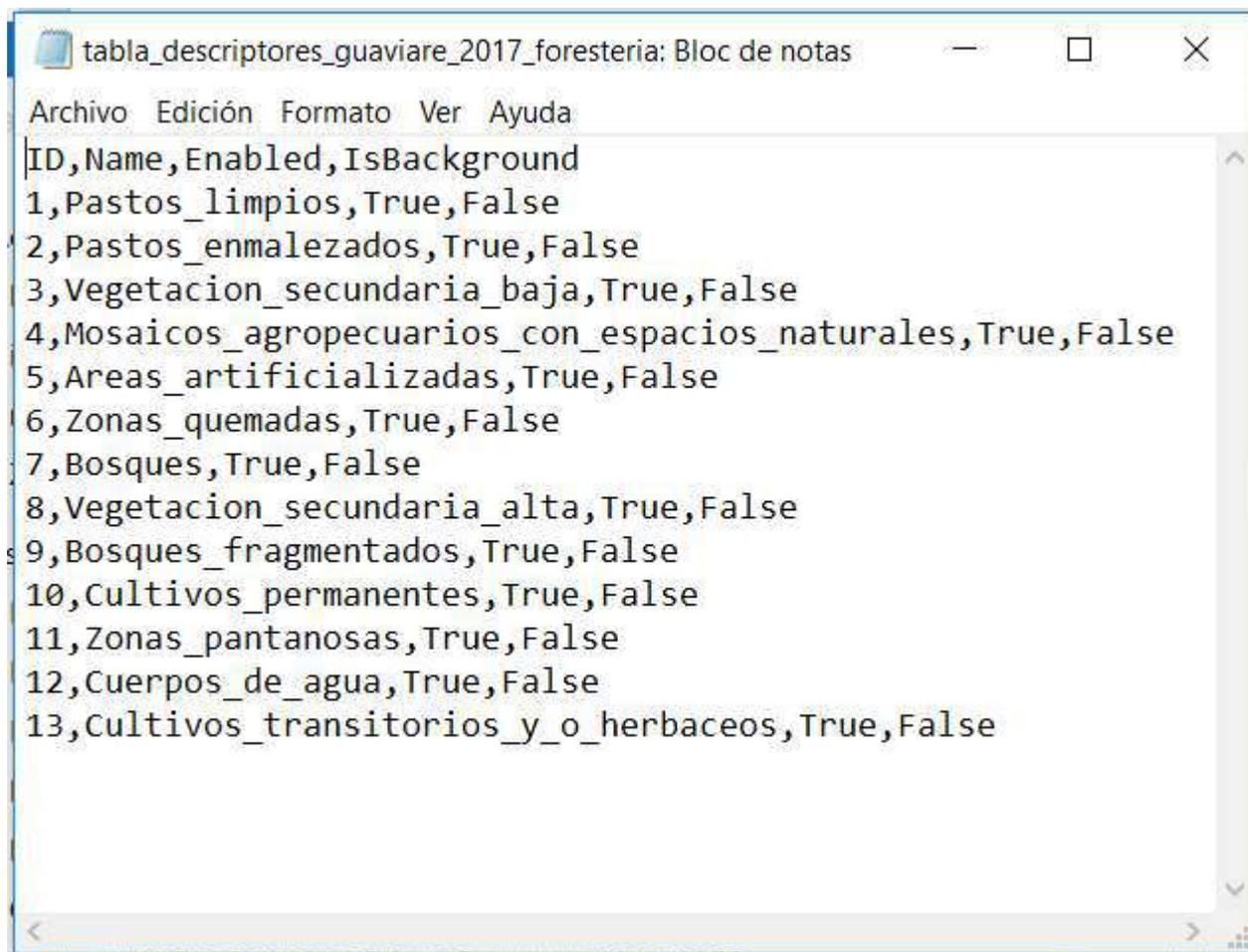
El campo *Enabled*, puede tomar valores “true” o “false” y determina si la clase correspondiente debe ser procesada y se añade a los resultados o simplemente es ignorada en los archivos de salida. Un "true" o "t" indica que la clase está habilitada y debe ser la producción en los archivos de

salida del parche y de clase. Un "false" o "f" indica que la clase está desactivada y no debe incluirse en el archivo de salida. (Cañón, I. 2015).

IsBackground, puede tomar los valores "true", o "t"; y "falso", o "f" (mayúsculas o minúsculas), y determina si la clase correspondiente debe ser reclasificada y tratada como en segundo plano (es decir, asigna el valor de segundo plano la clasificación de una clase, dependiendo

del valor asignado tendrá un efecto sobre muchas métricas del paisaje). (Cañón, I. 2015).

Para la construcción de la matriz de clase de descriptores, se aconseja se genere en una tabla de Excel con la estructura que requiere Fragstats, y posteriormente se guarde en un archivo plano del tipo CSV (archivo de texto delimitado por comas). Y un editor de texto se realice el ajuste definitivo, y posterior almacenamiento con la extensión especificada (Cañón, I. 2015). (Figura 11).



```
tabla_descriptores_guaviare_2017_foresteria: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
ID,Name,Enabled,IsBackground
1,Pastos_limpios,True,False
2,Pastos_enmalezados,True,False
3,Vegetacion_secundaria_baja,True,False
4,Mosaicos_agropecuarios_con_espacios_naturales,True,False
5,Areas_artificializadas,True,False
6,Zonas_quemadas,True,False
7,Bosques,True,False
8,Vegetacion_secundaria_alta,True,False
9,Bosques_fragmentados,True,False
10,Cultivos_permanentes,True,False
11,Zonas_pantanosas,True,False
12,Cuerpos_de_agua,True,False
13,Cultivos_transitorios_y_o_herbaceos,True,False
```

Figura 11. Tabla de descriptores de clase para el cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats

Fuente: Presente proyecto

Construcción de la matriz de Contraste de Borde

La matriz de contraste de borde almacena los valores de “contraste de borde” usados para determinar la magnitud del contraste del borde de cada tipo de cobertura y si sólo es relevante si una o más métricas de contrastes de borde son seleccionadas. (Cañón, I. 2015).

Fragstats usa la extensión .fsq para los archivos de matriz de contraste de borde. La sintaxis para este tipo de archivos es a manera de ejemplo la siguiente:

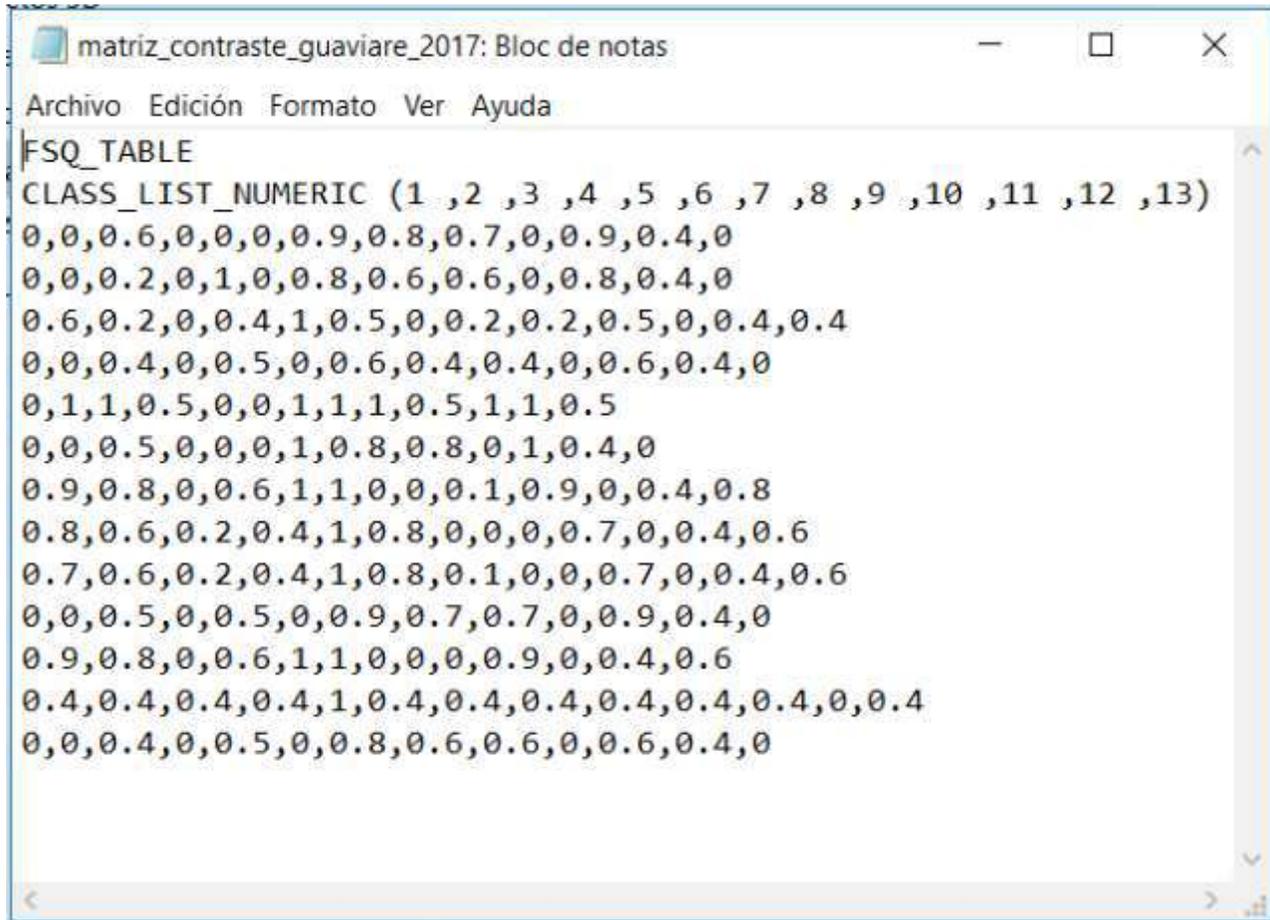
```
FSQ TABLE  
CLASS LIST LITERAL(1stClassName, 2ndClassName,  
etc.)  
CLASS LIST NUMERIC(1stClassID, 2ndClassID, etc.)  
ContrastWeight 1-1, ContrastWeight 1-2, etc.  
ContrastWeight 2-1, ContrastWeight 2-2, etc.  
Etc.
```

El campo FSQ TABLE siempre debe especificarse en la primera línea por necesidad del software. Fragstats identifica dos tipos de clases de listas; CLASS LIST LITERAL(...) y CLASS LIST NUMERIC(...), pero solo la primera encontrada es considerada, es decir, no es necesario colocar ambas, sólo especificar alguna de las dos. En el caso de Literal class names (1stClassName,

2ndClassName, etc.) son caracteres de tipo texto y no pueden contener espacios. Cuando son Class Ids (1stClassID, 2ndClassID, etc.) son valores de tipo entero correspondientes a los valores del grid o ráster creado. (Cañón, I. 2015).

En cuanto a los pesos de contraste, el orden de filas y columnas es la especificada en el CLASS LIST LITERAL () o CLASS LIST NUMERIC (), lo que ocurra primero. ContrastWeight i-j es un valor entero dando la profundidad de borde (en porcentaje) para el tipo de borde correspondiente (es decir, para la clase de coordinación designado por el ClassID ith y la clase adyacente designada por el j ClassID). Los pesos de contraste deben ir desde 0 (sin contraste) a 1 (contraste máximo). (Cañón, I. 2015).

Las entradas de contraste de borde debe ser una matriz cuadrada (es decir, el mismo número de filas y columnas), debe tener la misma lista y el orden de ClassIDs tal como figura en el CLASS LIST LITERAL o CLASS LIST NUMERIC, debe contener un registro para cada combinación de pares única de tipos de parche (clases) en el paisaje de entrada (de cualquier clase que falta deben faltar en las filas y columnas y se les asignará un peso contraste borde de uno (máximo)), y todos los argumentos deben estar separados por una coma. (Cañón, I. 2015). Figura 12.



```

matriz_contraste_guaviare_2017: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
FSQ_TABLE
CLASS_LIST_NUMERIC (1 ,2 ,3 ,4 ,5 ,6 ,7 ,8 ,9 ,10 ,11 ,12 ,13)
0,0,0.6,0,0,0,0.9,0.8,0.7,0,0.9,0.4,0
0,0,0.2,0,1,0,0.8,0.6,0.6,0,0.8,0.4,0
0.6,0.2,0,0.4,1,0.5,0,0.2,0.2,0.5,0,0.4,0.4
0,0,0.4,0,0.5,0,0.6,0.4,0.4,0,0.6,0.4,0
0,1,1,0.5,0,0,1,1,1,0.5,1,1,0.5
0,0,0.5,0,0,0,1,0.8,0.8,0,1,0.4,0
0.9,0.8,0,0.6,1,1,0,0,0.1,0.9,0,0.4,0.8
0.8,0.6,0.2,0.4,1,0.8,0,0,0,0.7,0,0.4,0.6
0.7,0.6,0.2,0.4,1,0.8,0.1,0,0,0.7,0,0.4,0.6
0,0,0.5,0,0.5,0,0.9,0.7,0.7,0,0.9,0.4,0
0.9,0.8,0,0.6,1,1,0,0,0,0.9,0,0.4,0.6
0.4,0.4,0.4,0.4,1,0.4,0.4,0.4,0.4,0.4,0.4,0,0.4
0,0,0.4,0,0.5,0,0.8,0.6,0.6,0,0.6,0.4,0
  
```

Figura 12. Matriz de Contraste de Borde para el cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats

Fuente: Presente proyecto

Construcción del modelo de fragmentación

Una vez obtenidas las matrices de descriptores de clases y de contraste de borde, se procede a construir el modelo para el cálculo de las métricas indicadas anteriormente de la siguiente manera:

En el software Fragstats al entrar se despliega la ventana

principal del programa, se debe seleccionar la opción “New” en el menú “File” (Figura 13). Al lado izquierdo se despliega una nueva ventana en donde hay dos pestañas: Input Layers y Analisis Parameters. En la pestaña de “Input Layers” [1] debe darse click en la opción “Add Layer” [2], y debe seleccionarse el grid o ráster creado (Figura 14), es importante que el “NoData Value” sea de 99999.

Siguiendo con el proceso de ingreso de las entradas del modelo, se debe seleccionar la matriz de clase de descriptores [3] y la matriz de contraste de borde [5], en archivos con extensión fcd y fsq, respectivamente, conforme lo indicado anteriormente. En la opción de profundidad de borde o “Edge depth”, debe señalarse la opción e ingresar un valor de 100, referente a 100 metros del valor de la

profundidad desde el borde de los parches o fragmentos para determinar el área de núcleo. (Cañón, I. 2015).

Luego, se hace necesario la selección de los parámetros del modelo; para ello, debe seleccionarse la pestaña “Analisis Parameters” [5]. Y se desplegará una sub-ventana como la de la Figura 15.

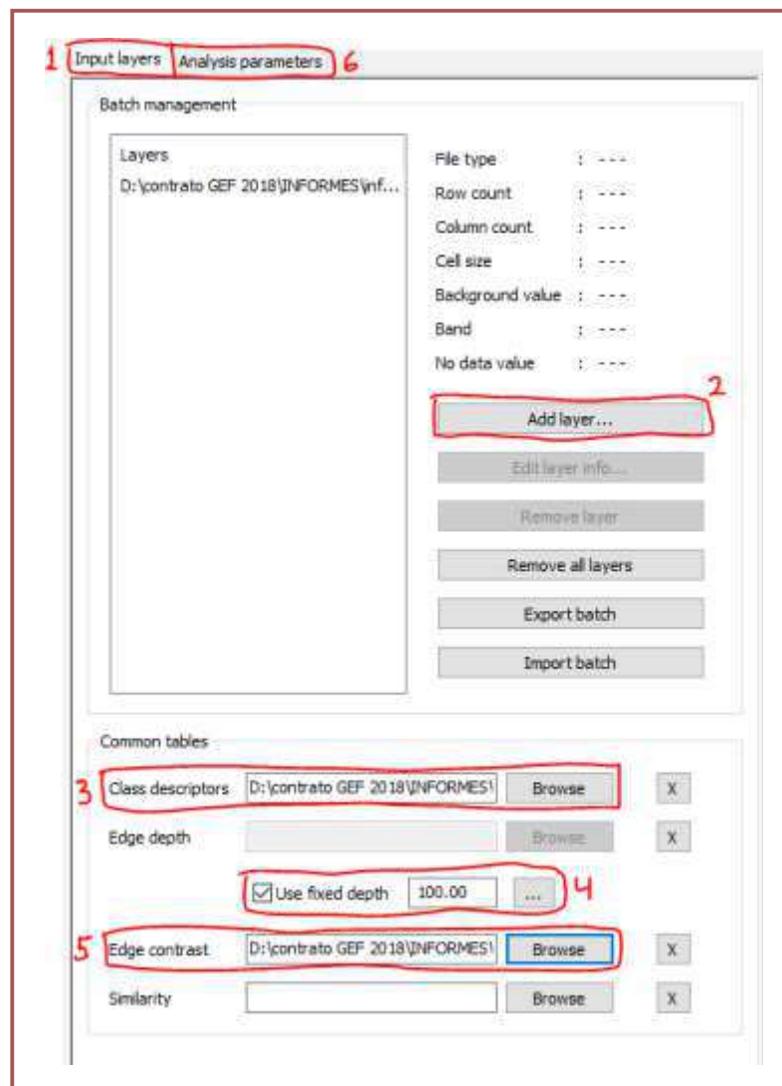


Figura 13. Ventana de captura de entradas del modelo para Fragstats
Fuente: Presente proyecto

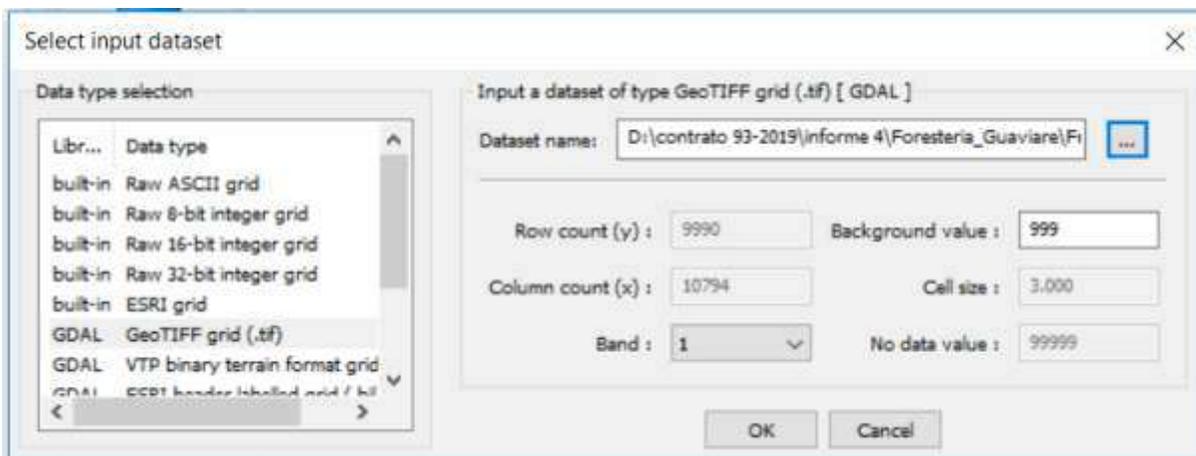


Figura 14. Selección de raster

Fuente: Presente proyecto

En la pestaña de “*Analysis parameters*”, en “*General options*” se indica que el proceso trabajará usando 8 vecinos para general las métricas, por lo que debe seleccionarse la opción “*Use 8 cell neighborhood rule*”. Al igual, se debe indicar una ruta para el almacenamiento de los resultados y seleccionar que el resultado se guarde automáticamente.

Posteriormente en “*Sampling strategy*”, debe seleccionarse como estrategia de muestreo “*No sampling*” y en sus subopciones “*Patch metrics*” y “*Generate Patch ID file*”, para que el software genere un nuevo raster o grid con los identificadores de cada fragmento o parche de coberturas del análisis (Figura 15). Las restantes opciones deben dejarse por defecto. (Cañón, I. 2015).

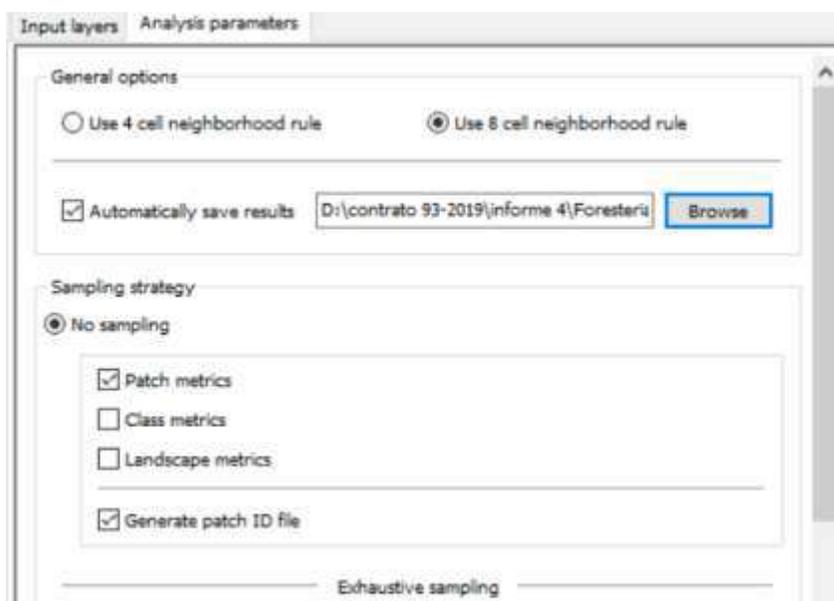


Figura 15. Ventana de captura de parámetros del modelo para Fragstats

Fuente: Presente proyecto

En la ventana paralela a las de “*Input layers*” y “*Analysis parameters*”, que se despliega al abrir un nuevo proyecto (Figura 16), debe seleccionarse en la parte izquierda la opción “*Patch metrics*”, debido a que el modelo únicamente se enfocará en el cálculo de métricas de fragmentación sobre los parches de coberturas. Luego, al lado derecho en las pestañas que indican las métricas de

“*Area-edge*”, “*Shape*”, “*Core area*”, “*Constrast*”, y “*Aggregation*”, se deben marcar las opciones de “*Patch area (AREA)*”, “*Patch Perimeter (PERIM)*”, “*Fractal dimensión index (FRAC)*”, “*Core area (CORE)*”, “*Edge contrast index (ECON)*” y “*Euclidean Nearest-Neighbor Distance (ENN)*”, dejando las demás opciones por defecto. (Cañón, I. 2015).

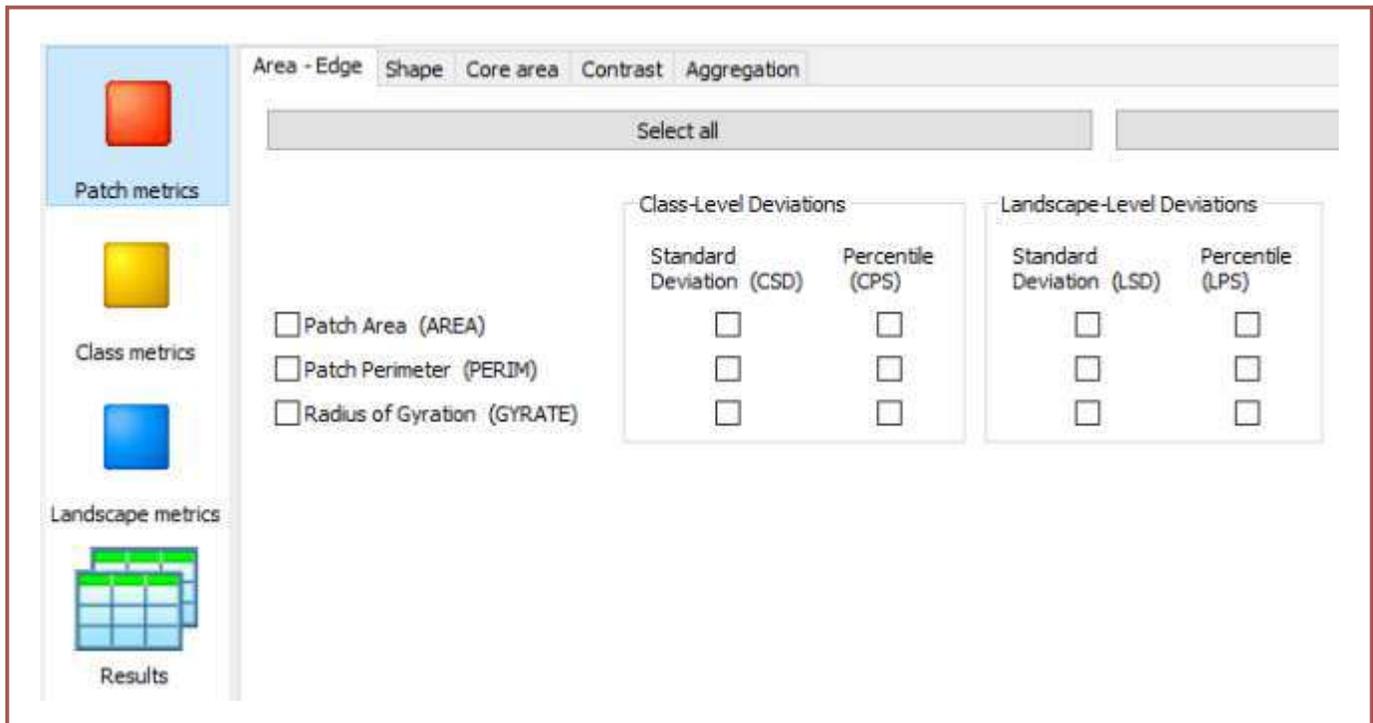


Figura 16. Ventana de selección de parámetros de “parches” del modelo para el cálculo de las métricas de fragmentación en Fragstats

Fuente: Presente proyecto

De la forma descrita concluye la construcción del modelo, lo siguiente es almacenarlo y el menú principal en la opción “*Analisis*” seleccionar la opción “*Run*”, y en la ventana que se despliega, seleccionar “*Proceed*” (Cañón, I. 2015). (Figura17).

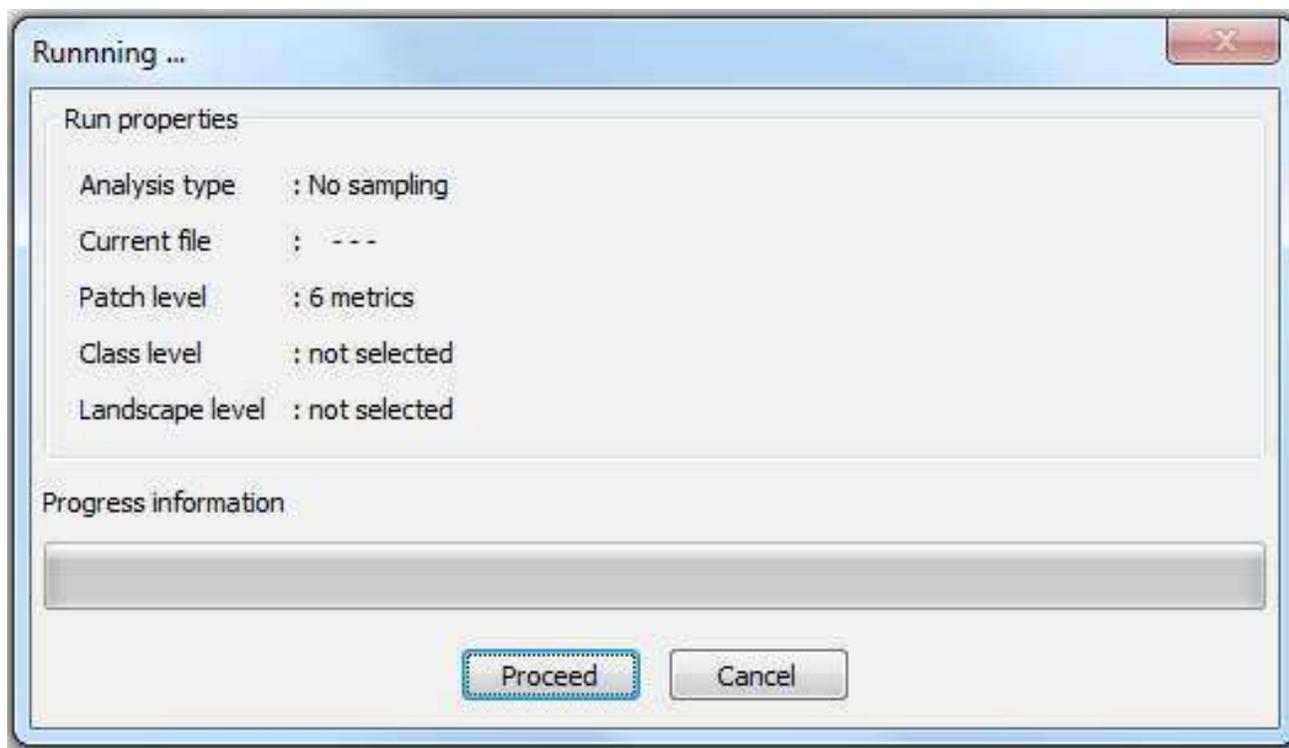


Figura 17. Ventana de despliegue para correr el modelo de cálculo de métricas de fragmentación en Fragstats

Fuente: Presente proyecto

Fase 3: Categorización de variables y cálculo del Índice de Calidad del Fragmento

Fragstats genera dos archivos como resultado del análisis, un ráster de los fragmentos y una tabla de extensión .patch, este archivo se abre en Excel y se guarda como Hoja de cálculo de Microsoft Excel 97-2003, posterior a esta conversión en ArcGIS con la herramienta “Excel to table” del toolbox “Conversion tools/Excel” se convierte a un archivo .dbf que es con el cual se realiza el “Join Field”. Adicionalmente, con el grid o ráster generado de los identificadores, se hace necesario vincular la información de las métricas a cada uno de los polígonos de cobertura, por lo tanto, se usaron una serie de procesos en ArcGIS para vincular los dos productos y así, realizar el cálculo del Índice de calidad de Fragmento.

Vectorización de la información del ráster de coberturas y vinculación de la información de métricas

En principio, usando la herramienta “Raster to polygon” del toolbox “Conversion tools/Raster to polygon” se realizó la conversión de los fragmentos analizados por el Fragstats a formato vectorial.

Posteriormente, se realizó una asociación de la información de la tabla de resultados de Fragstats empleando la herramienta “Join Field” del toolbox “Data management tools/Joins”, con los parámetros de la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de la herramienta “Join Field” para vincular las métricas de fragmentación

Fuente: Presente proyecto

Parámetro	Valor
Layer name or table view	<i>agrup_cob_id8.shp</i>
Input Join Field	GRIDCODE
Join Table	fragmentacion.dbf
Output Join Field	PID
Keep all Target Features	Ok

Clasificación de métricas

Una vez consolidadas las métricas con la información espacial, se realizó la extracción de las coberturas de tipo Bosques a una capa aparte (bosques.shp), esto se realiza dado que el objetivo es el cálculo de la fragmentación de las áreas de Bosque. (Tabla 3)

Tabla 3. Bosques

Fuente: Presente proyecto

Bosque de galería alto	Bosques
Bosque de galería bajo	
Bosque denso alto de tierra firme	
Bosque denso alto inundable heterogéneo	
Bosque denso bajo de tierra firme	
Bosque denso bajo inundable	
Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos	
Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria	
Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	
Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria	

La clasificación de las variables se realizó conforme los resultados en cinco rangos clasificándolos según el estado de fragmentación. Entendiendo la fragmentación como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes, inmersos en una matriz transformada, la clasificación debe reflejar el patrón y las tendencias espaciales que permitan la continuidad ecosistémica de

estos fragmentos. Dando un valor de 1 a los fragmentos con muy baja fragmentación, hasta un valor de 5 a los fragmentos de muy alta fragmentación. (Tabla 4) Para la asignación de los rangos, se realizó un análisis de los histogramas observando los patrones de distribución de los datos, este proceso se denomina categorización por “natural breaks”. (Cañón, I. 2015).

RANGO		CLASIFICACIÓN	VARIABLE
3349.4733016336.649800	1	Muy baja	Área fragmento (h ²) (AREA)
1052.9784013349.473300	2	Baja	
474.6492011052.978400	3	Media	
116.142301474.649200	4	Alta	
0.000900116.142300	5	Muy alta	
288421- 744042	1	Muy baja	Borde del fragmento (m) (PERIM)
141631- 288420	2	Baja	
67843- 141630	3	Media	
20215- 67842	4	Alta	
12- 20214	5	Muy alta	
1.3144011.449200	1	Muy baja	Índice de dimensión fractal (INDAC)
1.2216011.314400	2	Baja	
1.1575011.221600	3	Media	
1.0958011.157500	4	Alta	
1.0000001.095800	5	Muy alta	
1741.8573012929.109400	1	Muy baja	Área núcleo (h ²) (CORE)
491.1129011741.857300	2	Baja	
137.347201491.112900	3	Media	
46.696501137.347200	4	Alta	
0.00000046.696500	5	Muy alta	
2326.7413017254.593000	5	Muy alta	Distancia mínima al fragmento más cercano (m) (ENN)
1067.6376012326.741300	4	Alta	
386.9884011067.637600	3	Media	
90.448901386.988400	2	Baja	
6.70820090.448900	1	Muy Baja	
0.00000023.412300	1	Muy baja	Contraste de borde (ECON)
23.41230150.419600	2	Baja	
50.41960166.970400	3	Media	
66.97040180.000000	4	Alta	
80.00000194.022300	5	Muy alta	

Tabla 4. Intervalos y rangos del indicador de estado de fragmentación en Guaviare zona norte
Fuente: Presente proyecto

Se realiza la adición de los campos en donde se clasificarán las variables, mediante la herramienta “Add Field” del toolbox “Data management tools/Fields”, se crearon dos campos para cada variable. El primero corresponde a la clasificación de la categoría de la métrica y el segundo a la clasificación numérica la métrica.

Tabla 5. Parámetros de la herramienta “Add Field” para la creación de los campos de tipo texto de clasificación de métricas

Fuente: Presente proyecto

Parámetro	Valor
Input table	bosques.shp
Field Name	CAT "Metrica"
Field Type	Text
Field Length	25

Tabla 6. Parámetros de la herramienta “Add Field” para la creación de los campos de tipo entero de clasificación de métricas

Fuente: Presente proyecto

Parámetro	Valor
Input table	bosques.shp
Field Name	COD "Metrica"
Field Type	Long

Los campos adicionados son “COD_AREA”, “CAT_AREA”, “COD_PERIM”, “CAT_PERIM”, “COD_FRAC”, “CAT_FRAC”, “COD_CORE”, “CAT_CORE”, “COD_ENN”, “CAT_ENN”, “COD_ECON”, “CAT_ECON”, “ICF” y “FRAGMENTAC”

Posterior a esto se procede a calcular el índice de calidad del fragmento utilizando la Ecuación 1, obtenida del documento “Análisis de fragmentación de las áreas naturales de la Amazonia colombiana. Versión 2.0.” realizado por Huertas, CM & Murcia, U. 2011. Obtenemos como resultado el mapa de fragmentación de los bosques del área de estudio del departamento del Guaviare “fragmentacion.shp” (Figura 18, 19, 20 y 21).

Tabla 7. Clasificación índice de calidad del fragmento

Fuente: Presente proyecto

RANGO	SÍMBOLO	CLASIFICACIÓN
1		Fragmentación muy baja
2		Fragmentación Baja
3		Fragmentación Media
4		Fragmentación Alta
5		Fragmentación Muy alta

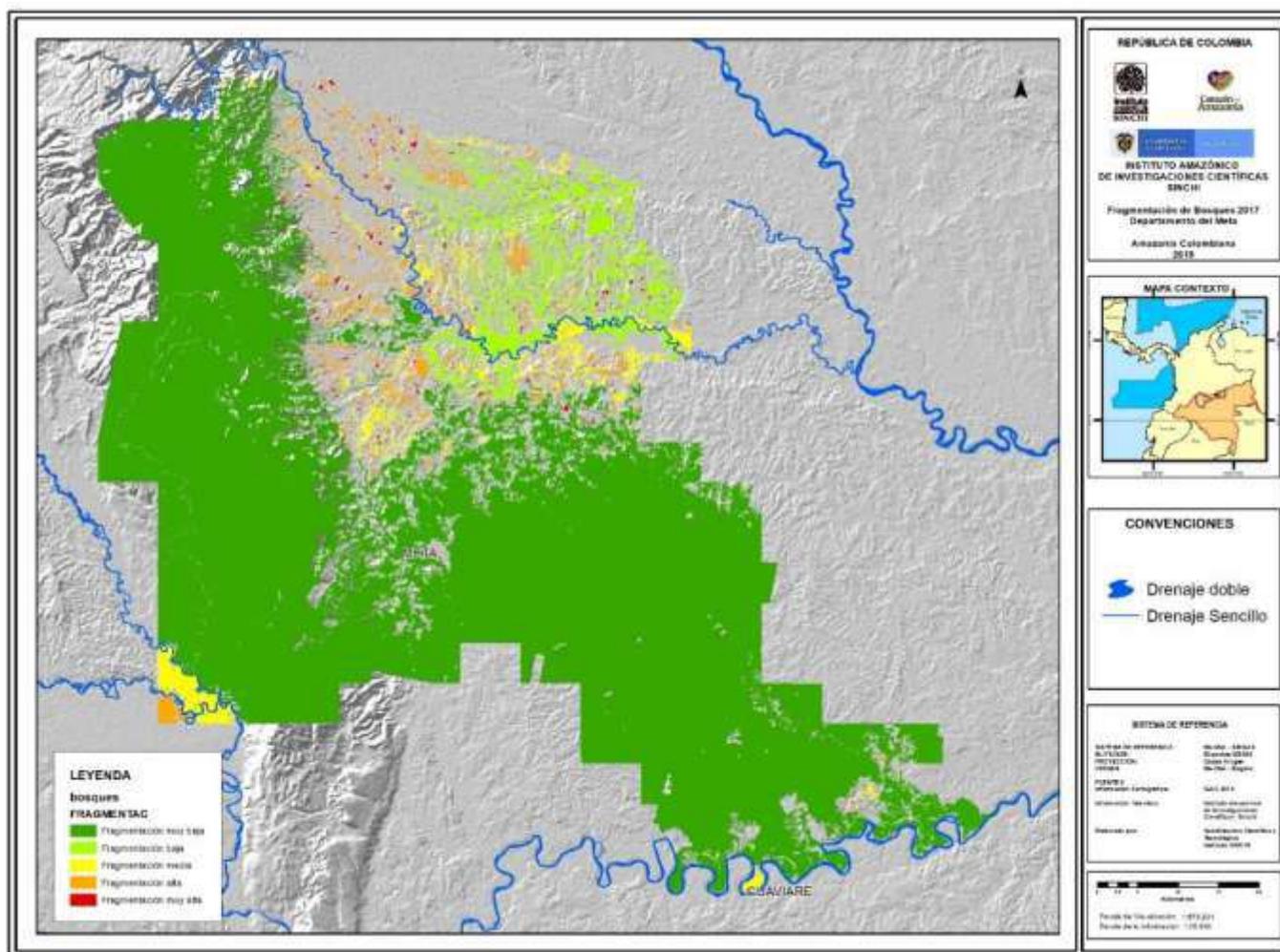


Figura 21. Fragmentación de Bosque en el área de Vista hermosa, Meta.

Fuente: Presente proyecto

Conectividad Ecológica

Especies de interés para el análisis de la conectividad del área

Un mismo paisaje es percibido de manera diferencial por distintas especies (o procesos) debido a que las condiciones de distancia de dispersión varían y la preferencia de rutas de movimiento y selección de hábitat o sitios de paso dependerá también de otras variables, tales como la disponibilidad de alimento, competencia intra e interespecífica, presencia de predadores, rasgos de comportamiento y factores aleatorios entre otros (sinchi 2016). Con el fin de que los resultados sean comparables con otros estudios elaborados a nivel regional, se usaron las mismas especies que se utilizaron en el análisis de conectividad realizado por el SINCHI en los municipios de San José de Guaviare, El retorno y Calamar en el Departamento de Guaviare.

De las 6 especies de mayor caza identificadas por Yara (2015) se seleccionaron 3 teniendo en cuenta la disponibilidad de información y las distancias de dispersión para tener análisis con especies de distancias de dispersión cortas y largas: La especie de armadillo de nueve anillos (*Dasyopus novencintus*) y la lapa (*Cuniculus paca*) analizadas conjuntamente como especies de distancias de dispersión corta y el zaíno (*Pecari tajacu*) de dispersión media. Los requerimientos de hábitat y rangos de movimiento para estas especies fueron obtenidos de la literatura:

- 1) Gurre o Armadillo de nueve bandas (*Dasyopus novencintus*): A nivel global, se distribuye en Estados Unidos, México, Centro América, Sudamérica hasta el Norte de Argentina, las Antillas (y Trinidad y Tobago). En Colombia se encuentra en los llanos orientales, las costas Atlántica y Pacífica, la región Andina y selvas del Amazonas, entre los 0 y los 1500 msnm o más (IAvH, 2011). El hábitat de los armadillos se encuentra asociado generalmente a los bosques, con vegetación densa, cerca de cuerpos de agua (Goulart et al., 2009; IAvH, 2011) y las zonas pantanosas, excavando madrigueras en remansos de los ríos y matorrales (IAvH, 2011). En la Amazonia brasilera se encuentra en fragmentos pequeños de bosque siempre y cuando tengan dosel (no en áreas de vegetación arbustiva). Se han registrado áreas territoriales bajas de 2.5 a 3.4 hectáreas (McDonough, 2000 en: Yara, 2015), por lo que se deduce que no recorren grandes distancias para pasar de un parche a otro (Yara, 2015). Los Armadillos son capaces de nadar grandes distancias (McBee and Baker, 1982) e incluso caminar para cruzar cuerpos de agua angostos y muy poco profundos (McBee and Baker, 1982). Mediciones de las diferencias en la ubicación entre avistamientos de un mismo individuo en Florida muestran que los armadillos se mueven en cerca de 200 m con valores promedios registradas de 156,2 m en un mismo año, 210,1 y 231,4m entre diferentes años (Loughry & McDonough, 1998).
- 2) Lapa (*Cuniculus paca*): Se encuentra principalmente en bosque con una alta densidad de árboles (Goulart et al., 2009; Jax et al., 2015) y su distribución está asociada a cuerpos de agua (Goulart et al., 2009; Valsecchi et al., 2014; Jax et al., 2015). En Belice se observó que cuando el hábitat de bosque es inaccesible debido a las inundaciones, las pacas prefieren un hábitat de sabana con vegetación densa en lugar de la sabana con pastos más abiertos (Gutierrez et al., 2016). Respecto al movimiento, Weckel et al. 2006 en: Valsecchi et al., 2014) encontró que las pacas siguen rutas cortas, lejos de caminos utilizados por el hombre.
- 3) Zaíno (*Pecari tajacu*): Se encuentra desde los 0 a los 2.000 m.s.n.m. en los bosques, aunque también se pueden observar en pastizales y sabanas y matorrales, puesto que se adaptan muy bien a hábitats perturbados (IAvH, 2009).

Con base en los estudios realizados por Benchimol & Peres (2015), se establecieron las áreas requeridas para los análisis de conectividad. Esta información fue tomada en cuenta para construir los modelos de conectividad del área de estudio (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Tabla 8. Áreas críticas requeridas por cada especie según datos obtenidos en la Amazonia brasilera (Benchimol & Peres, 2015) y promedio de las áreas territoriales reportados en la literatura y recopilados por los mismos autores

<i>Especie</i>	<i>Area crítica (ha)*</i>	<i>territorial promedio – Home Range (ha)**</i>
<i>Armadillo (Dasypus novencintus)</i>	0,2	3,4
<i>Lapa (Cuniculus paca)</i>	9,66	2,46
<i>Zaíno (Pecari tajacu)</i>	112,2	500

*Área crítica requerida para asegurar una probabilidad mínima de ocupación del 60%, basados en modelos de regresión logística para fragmentos de bosque la Amazonia brasilera.

** De acuerdo con revisión bibliográfica (Benchimol & Peres 2015)

Parámetros del modelo y preparación de la información

La metodología para el análisis de conectividad ecológica de este documento está basada y adaptada a partir de los documentos de conectividad realizados por el instituto SINCHI en los años 2016 y 2017 (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

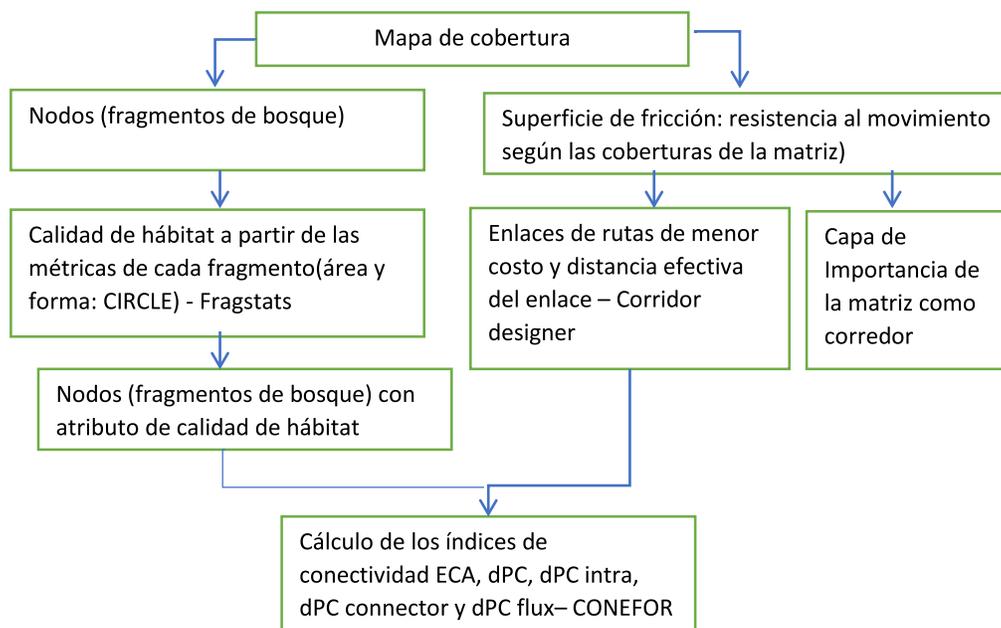


Figura 22. Metodología general empleada para el análisis de la conectividad

El análisis de la conectividad del área de interés se realizó aplicando un Modelo de grafos probabilístico, para las tres especies definidas pertenecientes a dos rangos de dispersión (corto y medio). Dicho modelo permite identificar la importancia que tienen cada fragmento para la conectividad del hábitat de las especies estudiadas. Adicionalmente el modelo tuvo en cuenta la dificultad de atravesar la matriz para el flujo de los individuos entre los nodos mediante la construcción de una superficie de resistencia o fricción y empleando distancias medias de dispersión para estos dos grupos obtenidas de la literatura. La metodología genera empleada se muestra en la figura 22 (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Considerando que las unidades de coberturas son un elemento del paisaje que sintetiza muchos aspectos biofísicos del territorio, se escogió las coberturas como la unidad de análisis para la evaluación de conectividad ecológica. El área de estudio 25k cuenta con coberturas de la tierra a escala 1:25.000, no obstante, el resto del área de estudio general no cuenta con coberturas a este mismo nivel de detalle, por lo que fue necesario construir un mapa de coberturas final, uniendo la capa de coberturas 25.000 del año 2017, con la capa de coberturas 100.000 del año 2016. De esta manera, se obtiene un mapa de coberturas que cubre toda el área de estudio y que además distingue con bastante precisión las unidades naturales de las transformadas, lo que permitirá elaborar un análisis de conectividad muy preciso, en donde los espacios naturales son los principales elementos que marcaron las áreas importantes para a conectividad. Cabe anotar que el área mínima de mapeo de las coberturas 1:25.000 es 1.6 ha, mientras que a escala 1:100.00 el área mínima es de 25 ha. Las coberturas de estos mapas fueron utilizadas para definir los nodos y las superficies de resistencia (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Definición y calidad de los nodos

Los nodos corresponden a los polígonos de Bosque del Mapa de Coberturas tanto 2016 como 2017 tipificados como Bosque alto de tierra firme, Bosque de Galería asociado a vegetación alta, Bosque denso inundable heterogéneo y vegetación secundaria o en transición (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

De acuerdo con los resultados de Benchimol & Peres (2015) en fragmentos de bosque de la Amazonia, estas tres especies son sensibles al área (especialmente el Cajuche) y presentan diferentes requerimientos al respecto (Tabla 8), por lo cual el área hizo parte del atributo de cada nodo. También la cantidad de área central (CORE) y de borde pueden estar influyendo en la calidad de hábitat de las especies. Teniendo en cuenta que los fragmentos más compactos tendrán una mayor área central y menos borde que los parches alargados y muy sinuosos, se incluyó una métrica de forma como parte del atributo de los nodos y para complementar el análisis de calidad (SINCHI 2016). De esta manera, la calidad del hábitat se estimó calculando para cada fragmento las métricas de área y CIRCLE, esta última variable fue estimada con el Programa FRAGSTATS 4.2.1 (McGarigal, 2015); esta métrica toma valores de 0 a 1, donde 0 representa los fragmentos más semejantes a un círculo y 1 fragmentos más lineales (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Tanto los valores de área como de circle fueron normalizados de 0 a 100 para cada uno de los fragmentos, donde los valores más altos corresponden a un mejor hábitat y los más pequeños a un hábitat no muy deseable. Estas dos variables definieron la calidad de hábitat de cada fragmento y se utilizó como un atributo de los nodos para incluir dentro de los análisis de conectividad mediante los análisis de grafos (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Cálculo de las medidas de conectividad

El cálculo de los índices o medidas de conectividad del Modelo probabilístico de grafos se realizó con la herramienta Conefor 2.6 (Saura. & Torné, 2009), tomando como insumos los nodos con el valor de calidad de hábitat (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

El modelo probabilístico también requiere definir la distancia de dispersión y la probabilidad a la que equivale dicha distancia, la cual será de 0.5 si se toma en cuenta la mediana de la distancia o una probabilidad mayor en caso de que se utilicen los valores máximos de dispersión (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Tabla 9. Áreas territoriales promedio reportados en la literatura y recopilados por Benchimol & Peres (2015) utilizadas para determinar la distancia de dispersión

<i>Especie</i>	<i>Área territorial promedio – Home Range (ha)*</i>	<i>Distancia de dispersión (m)**</i>
<i>Armadillo (Dasypus novencintus)</i>	3,4	208,1
<i>Lapa (Cuniculus paca)</i>	2,46	177,0
<i>Zaíno (Pecari tajacu)</i>	500	2523,1

* De acuerdo con revisión bibliográfica (Benchimol & Peres 2015)

**Corresponde al diámetro del área territorial promedio, si se asume una forma circular.

Los índices o métricas de conectividad estimados para cada parche y para las especies agrupadas según su distancia de dispersión fueron los siguientes: (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Índices para cada fragmento

- Delta del Índice de Probabilidad de Conectividad dPC por fragmento
- Fracción dPCintra: Para cada fragmento
- Fracción dPCflux: Para cada fragmento
- Fracción dPCconnector: Para cada fragmento

Tabla 10. Definición de fracciones en análisis de conectividad ecológica

Fuente: Saura & Rubio 2010 Ecography

Fracción	Definición / contribución	¿Topología?	¿Caract. locales?
<i>dPCintra</i>	Habitat disponible proporcionado por la tesela en sí misma a través del área que contiene (<u>intrapatch connectivity</u>)	No	Sí
<i>dPCflux</i>	<u>Flujo</u> a través de las conexiones de la tesela con el resto cuando ella es el punto de origen o destino de dicho flujo.	Sí	Sí
<i>dPCconnector</i>	Contribución de la tesela a la conectividad entre el resto, como un <u>elemento conector</u> o <u>tesela puente</u> . Sólo si tesela está en camino óptimo/más corto. Su valor depende de posibles caminos alternativos.	Sí (teselas + enlaces)	No

Superficie de fricción o resistencia

Para incluir la matriz dentro de los análisis de conectividad se construyó una superficie de fricción o resistencia. Se tomaron en cuenta los datos de requerimientos o preferencias de hábitat encontrados en la literatura para estas especies, teniendo en cuenta las principales consideraciones: (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

- Esta superficie se construyó asignando un valor de resistencia de 1 a 100 a las superficies con cobertura vegetal, donde uno representa ninguna resistencia (bosques) y 100 la resistencia máxima (tabla 11), para las áreas sin vegetación se utilizaron valores entre 100 y 500
- A las coberturas naturales se asignaron menores valores de resistencia que a las agropecuarias y a las artificializadas. Por ejemplo, a los herbazales sin arbustos y con arbustos y árboles se les asignó una menor resistencia que a los pastos limpios o con

rastrojos, ya que las primeras constituyen coberturas por las que naturalmente se han desplazado estas especies y podrían tener una menor influencia de actividades antrópicas.

- Los cultivos asociados a especies arbóreas o de mayor altitud y cobertura, incluyendo las latifoliadas y las palmas se les asignó un valor de resistencia o fricción menor que el de los demás cultivos, ya que ofrecen mayor protección para el paso de las especies; existen estudios que reportan el paso de mamíferos a través de los cultivos de palmas (Pardo & Payán, 2015).
- Los pastos limpios representan la cobertura vegetal con mayor resistencia, debido al porte bajo y abierto de la vegetación, que además representa zonas extensas de la matriz.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se construyó la superficie de resistencia o fricción asignando los valores como se indica en la tabla 11.

Tabla 11. Valores asignados a las coberturas para construir la superficie de resistencia.

<i>Clase de cobertura</i>	<i>Coberturas de la Tierra Mapa 1:25.000</i>	<i>Resistencia lapa y armadillo</i>
<i>Bosques</i>	<i>Bosque denso alto de tierra firme Bosques denso alto y bajo inundable heterogéneo Bosques intervenidos o secundarios de tierra firme e inundables Bosques de galería denso de tierra firme</i>	<i>1</i>
<i>Bosques fragmentados</i>	<i>Bosques fragmentados con pastos, cultivos y/o vegetación secundaria (zona circundante al proyecto)</i>	<i>5</i>
<i>Vegetación secundaria alta</i>	<i>Vegetación secundaria o en transición alta inundable Vegetación secundaria o en transición alta</i>	<i>10</i>
<i>Vegetación secundaria baja</i>	<i>Vegetación secundaria o en transición baja Bosque de galería asociada a vegetación secundaria Vegetación secundaria o en transición baja inundable Arbustales Vegetación secundaria (zona circundante de 100.000)</i>	<i>20</i>
<i>Herbazales arbustos/arbustos</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>• Herbazal denso de tierra firme arbolado</i><i>• Herbazal denso de tierra firme con arbustos</i><i>• Herbazal denso inundable arbolado</i>	<i>30</i>
<i>Zonas arenosas</i>	<i>Zonas arenosas naturales (en las vegas de ríos)</i>	<i>30</i>
<i>Herbazales no arbolados</i>	<ul style="list-style-type: none"><i>• Herbazal denso de tierra firme no arbolado</i><i>• Herbazal denso inundable no arbolado</i>	<i>40</i>
<i>Zonas pantanosas</i>	<i>Zonas pantanosas</i>	<i>40</i>
<i>Cultivos permanentes</i>	<i>Plantaciones de latifoliadas</i>	<i>40</i>

	<i>Cultivos permanentes arbóreos o arbustivos (cacao, p. ej) Palma de aceite</i>	
<i>Cuerpos de agua</i>	<i>Ríos Lagunas, lagos y ciénagas naturales</i>	<i>50</i>
<i>Mosaicos agropecuarios con espacios naturales</i>	<i>Mosaico de pastos con espacios naturales Mosaico de cultivos con espacios naturales Mosaico de cultivos y pastos con espacios naturales</i>	<i>50</i>
<i>Pastos enmalezados</i>	<i>Pastos enmalezados Pastos arbolados Patos enmalezados o arbolados inundables</i>	<i>50</i>
<i>Cultivos transitorios y/o herbáceos</i>	<i>Cultivos transitorios Mosaicos de cultivos Mosaicos de pastos y cultivos Cultivos permanentes herbáceas Arroz</i>	<i>60</i>
<i>Pastos limpios</i>	<i>Pastos limpios inundables Pastos limpios</i>	<i>75</i>
<i>Zonas quemadas</i>	<i>Zonas quemadas Tierras desnudas y degradadas</i>	<i>100</i>
<i>Áreas artificializadas</i>	<i>Red vial, ferroviaria y terrenos asociados</i>	<i>250</i>
	<i>Tejido urbano discontinuo</i>	<i>300</i>
	<i>Estanques acuicultura</i>	<i>500</i>
	<i>Tejido urbano continuo</i>	<i>500</i>

Como se mencionó anteriormente, las matrices de resistencia fueron construidas solo para el área de estudio para corredores, debido a que en dicha zona se priorizó el trabajo para la modelación de conectividades

ya que son las áreas más transformadas y es en donde se tienen las intenciones de manejo (figura 22) (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

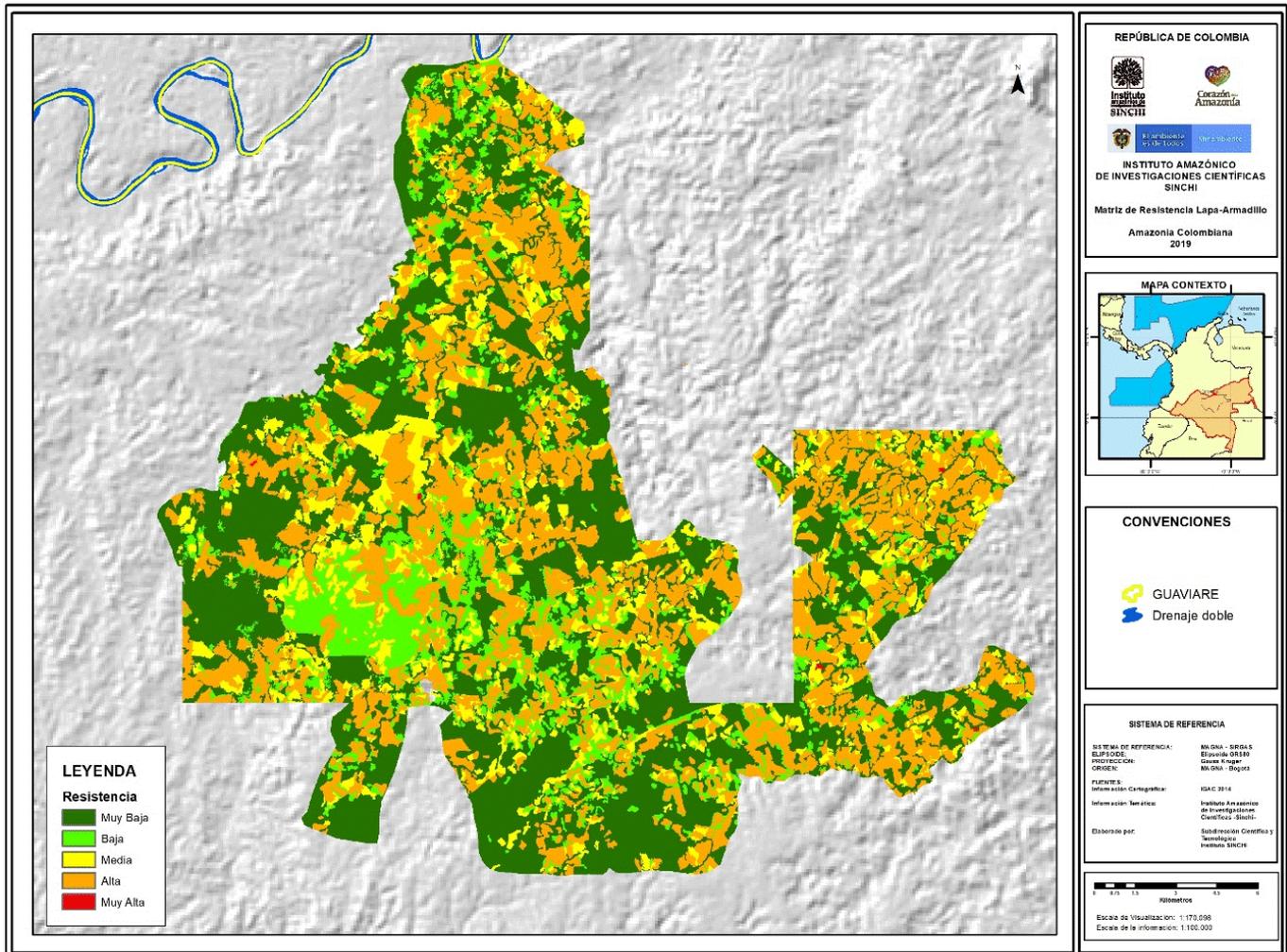


Figura 23. Superficie de resistencia según las Coberturas de la Tierra presentes para el armadillo y lapa.

Corridor Designer

Corridor Designer (Majka et al. 2007) es un conjunto de herramientas disponibles como un Toolbox de ArcGIS 9 y una extensión para ArcMap. Aunque incluye una variedad de funciones y opciones de proceso más o menos directamente relacionadas con el diseño de corredores, podemos destacar por un lado las herramientas que incorpora para crear modelos de calidad o adecuación del hábitat para una determinada especie, y a partir de ellos estimar los valores de permeabilidad en la superficie de fricción como inversa de los valores de adecuación del hábitat resultantes de esos modelos (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Por otro lado, Corridor Designer evita tener que restringirse a una caracterización de un corredor como un camino de coste mínimo de un único píxel de anchura, permitiendo seleccionar zonas de bajo costo y suficiente anchura (situados o no en torno al camino de mínimo costo) y que puedan en la práctica servir de corredores efectivos para la especie o especies de interés. Complementariamente permite valorar la distancia que tendrían que recorrer los individuos para desplazarse de unas zonas de hábitat a otras a través de esas franjas o corredores, así como identificar qué puntos a lo largo de las mismas pueden actuar como cuellos de botella o zonas más vulnerables por contar con una menor anchura de

zonas de bajo costo favorables para la dispersión. Finalmente, también ayuda a identificar, más allá del óptimo desde el punto de vista biológico, otros corredores alternativos con características relativamente buenas (dado que en la práctica no todas las propuestas serán igualmente posibles o factibles a la hora de implementarlas sobre el terreno), así como a comparar la calidad de estos otros corredores con el óptimo identificado inicialmente (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

La construcción de los enlaces o conexiones y los atributos o peso de estas se realizó con la herramienta corridor designer. A partir de la capa de nodos y la superficie de resistencia, el programa determinó la ruta de menor costo acumulado entre cada par de nodos, en este caso se permitió que el programa trazara enlaces que pasen por otros nodos o fragmentos de bosques, ya que esta situación es más natural que la opción de restringir los enlaces únicamente a rutas que atraviesen la matriz evitando cruzar por otro parche de bosque que se encuentre en el camino. Dicho análisis se realizó solo para los valores de las especies de dispersión corta (armadillo y lapa), y media (Zaino) ya que de esta manera se consideran casi todos los fragmentos de bosque existentes en el área de estudio, permitiendo incluir parches de bosques pequeños que se encuentran repartidos por toda la zona (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

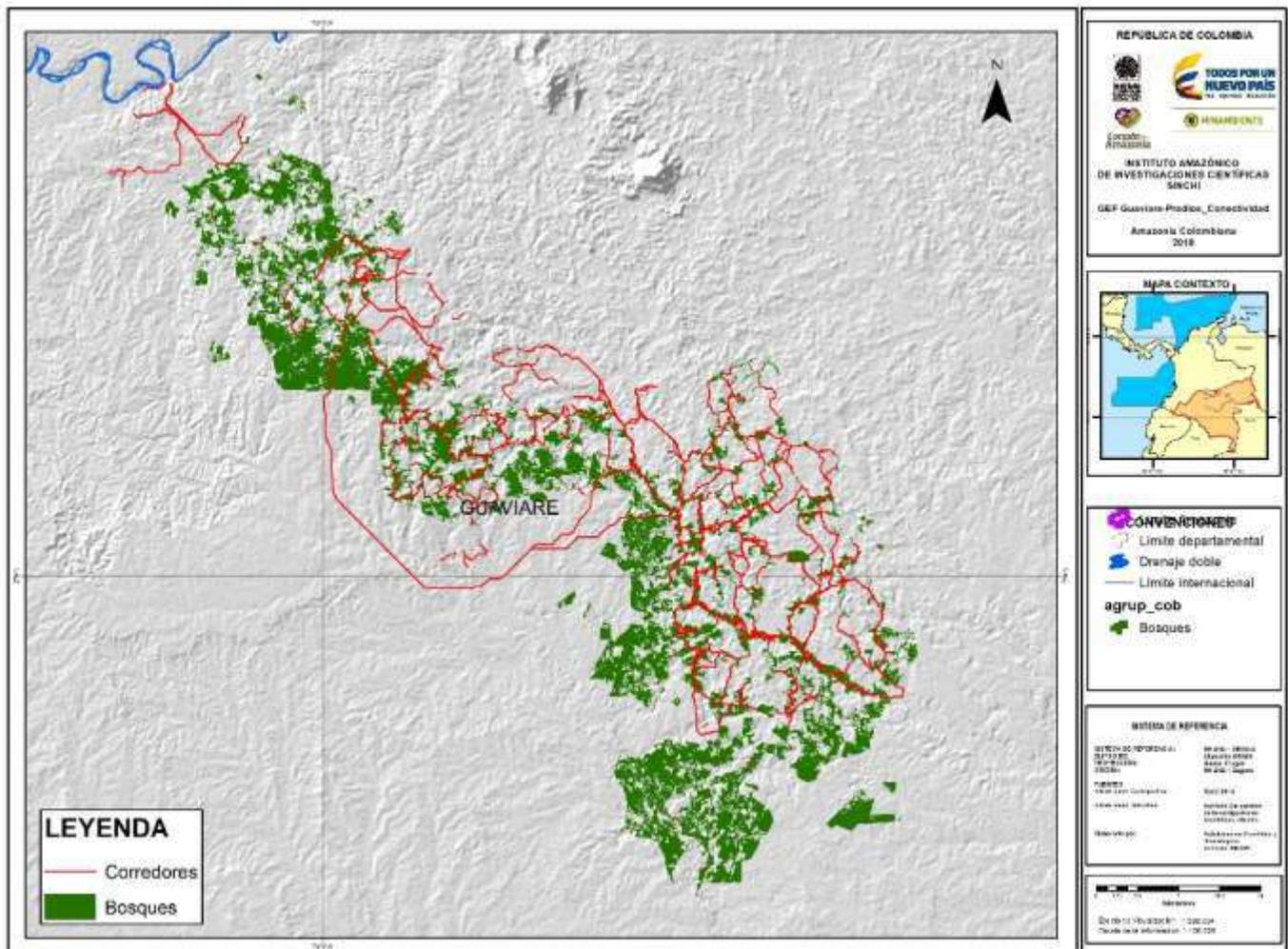


Figura 25. Corredores de Conectividad Ecológica para el Zaino, Armadillo y Lapa.

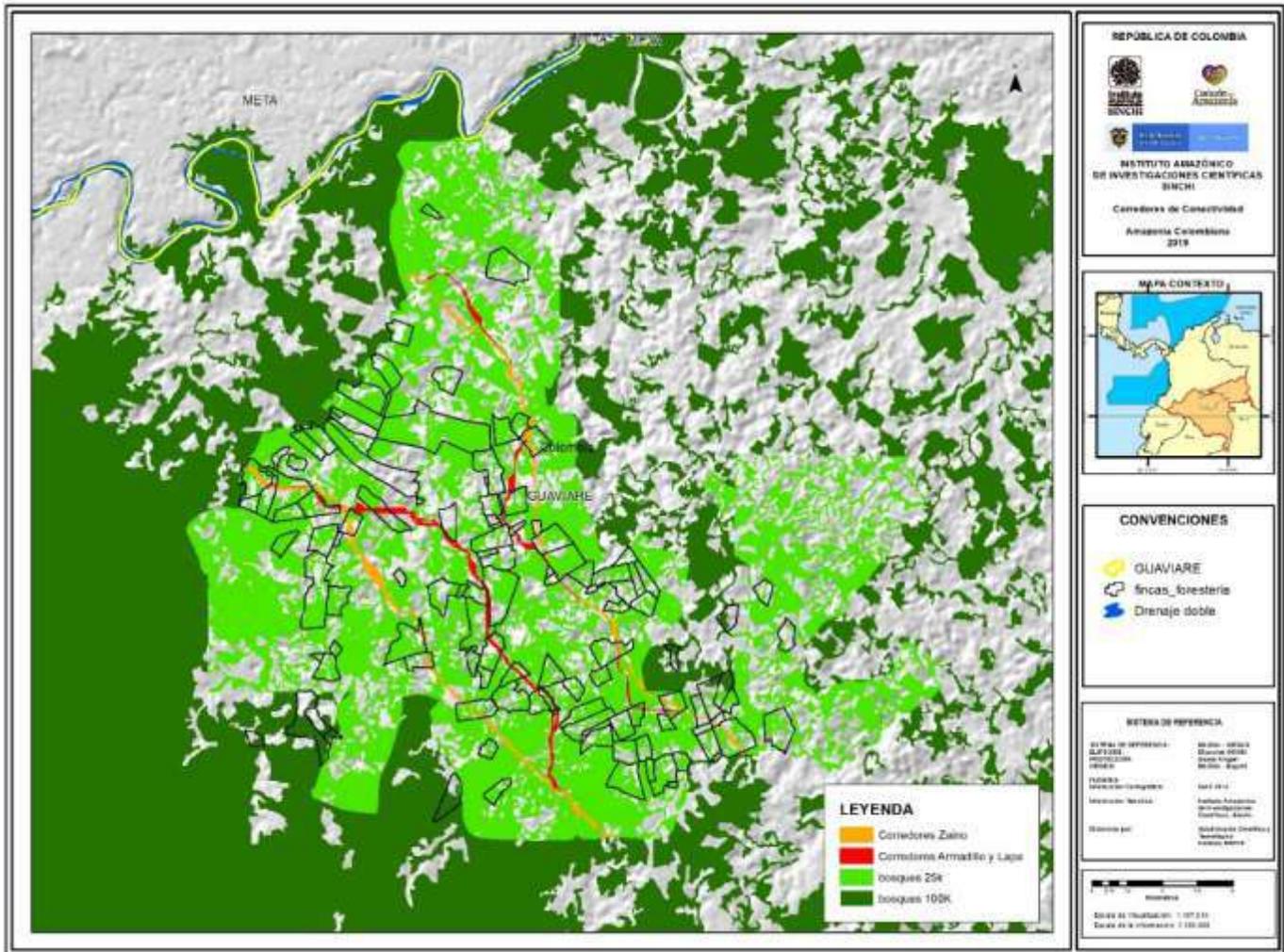


Figura 26. Corredores de Conectividad Ecológica para el Zaino, Armadillo y Lapa.

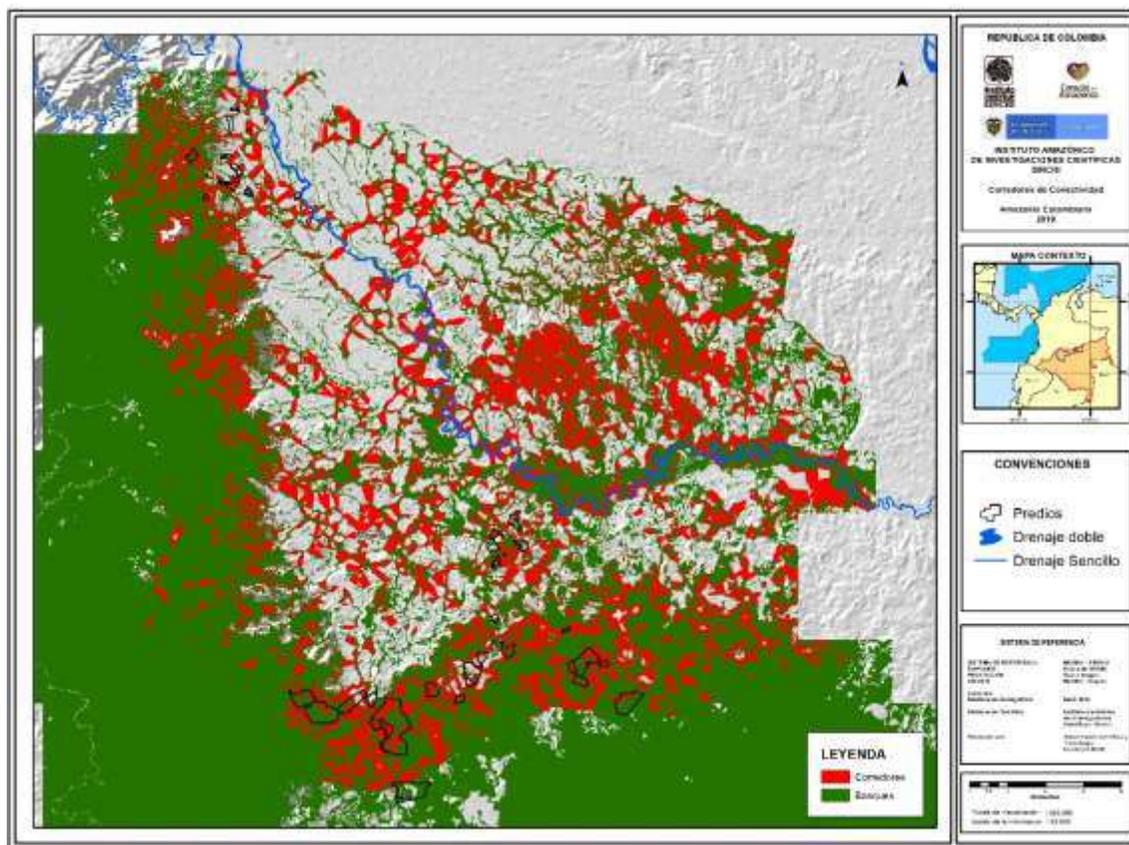


Figura 27. Corredores de Conectividad Ecológica para Mono araña (*Ateles belzebuth*), Churuco (*Lagothrix lagothricha*), Murciélago frutero enano (*Rhinophylla pumilio*) y el Tití cuellinegro (*Saguinus nigricollis*) (Infante J. 2018, Análisis de conectividad del municipio de Vista Hermosa (Meta), SINCHI).

Con este resultado es posible establecer las zonas donde se podrían implementar herramientas y acciones para disminuir la resistencia de la matriz y las áreas de menor costo entre fragmentos donde podrían llegar a establecerse corredores.

Además de los resultados del modelo, puede considerarse como otras posibles zonas de corredores el enriquecimiento y recuperación de los bosques asociados a corrientes de agua que comuniquen los fragmentos, entre otras cosas porque tanto el armadillo como la lapa y el zaino suelen moverse y permanecer en zonas cercanas a las fuentes de agua (Ciontescu N. 2018, Análisis de Conectividad Ecológica, SINCHI).

Zonificación Agroambiental

Al haber obtenido la capa de fragmentación y los corredores de conectividad ecológica para el área de estudio se procede a realizar la zonificación agroambiental, esta metodología de zonificación fue adoptada del Proceso de zonificación y ordenamiento Reserva Forestal Ley 2ª de 1959, en donde a dos capas de información se le cruzan los valores y se obtiene una tercera capa con los valores cruzados dando así una Matriz de decisión. (Figura 27). Para el presente proyecto, los parámetros para definir las distintas zonificaciones fueron obtenidos del documento en preparación V1. Modelo de Intervención territorial a nivel de Paisajes Productivos en la Amazonia colombiana de Barrera, J; Grupo de investigación en Sistema de Producción Sostenible. (2017).

Modelo de áreas de desarrollo agroambiental

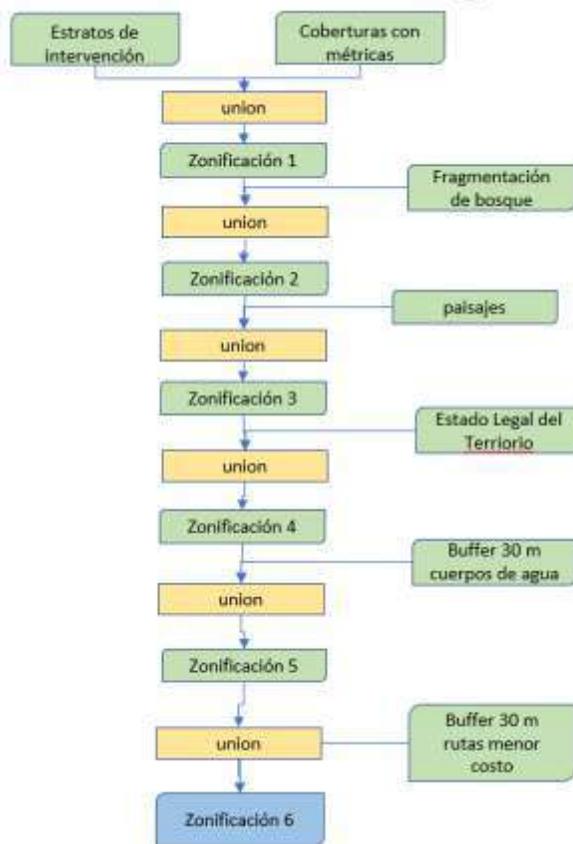


Figura 28. Modelo de Zonificación

Fuente: Metodología de Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental en los departamentos de Caquetá y Guaviare (SINCHI 2017)

Para realizar la zonificación 1, mediante la matriz de decisión 1, se cruzan con una unión en el software ArcMap 10.5, las capas de coberturas de la tierra a escala 1:25000 y

la capa de estratos de intervención (Estratos de intervención de la Amazonia colombiana. Escala 1:100.000. Año 2016. Versión 2.) (Tabla 12.)

Tabla 12. Matriz de decisión 1

zonif_1				
agrup_coberturas	ESTRATOS INTERVENCIÓN			
	NULA	BAJA	MEDIA	ALTA
Areas_artificializadas	N/A	N/A	N/A	N/A
Bosques	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Cuerpos_de_agua	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Cultivos_permanentes	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Cultivos_transitorios_y_o_herbaceos	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Herbazales_arbustos_arbolados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Herbazales_no_arbolados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Mosaicos_agropecuarios_con_espacios_naturales	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Nube	N/A	N/A	N/A	N/A
Pastos_enmalezados	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Pastos_limpios	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Sistema silvopastoril	Sistema silvopastoril
Vegetacion_secundaria_alta	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Vegetacion_secundaria_baja	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Zonas_arenosas	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Zonas_pantanosas	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Zonas_quemadas	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
Bosques_fragmentados	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración	Restauración

La zonificación 2 se obtiene del resultado de realizar la matriz de decisión 2 con las capas de información, zonificación 1 y la capa de fragmentación de bosque (Tabla 13).

Tabla 13. Matriz de decisión 2 año 2014.

zonif_2					
zonif_1	fragmentación bosque				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Conservación	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Enriquecimiento forestal	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema silvopastoril	Conservación	Conservación	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La zonificación 3 se obtiene mediante el cruce de las capas de información zonificación 2 y Paisajes. (Tabla 14)

Tabla 14. Matriz de decisión 3

zonif_3						
zonif_2	paisajes					
	altiplanicie	lomerío	macizo	planicie aluvial	montaña	pedemonte
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Restauración	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Restauración	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Restauración	Enriquecimiento forestal	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Sistema silvopastoril	Sistema silvopastoril	Restauración	Restauración	Restauración
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Zonificación 4, se obtiene mediante el cruce de la capa de información de la zonificación 3 y la capa de Estado Legal del Territorio (Tabla 15).

Tabla 15. Matriz de decisión 4

zonif_4					
zonif_3	estado legal del territorio				
	reserva forestal de la amazonia	sustracción	distrito de Conservación de agua y suelo	parques nacionales naturales	resguardo indígena
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Restauración	Restauración	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Sistema silvopastoril	Restauración	Restauración	Sistema silvopastoril
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

La matriz de decisión 5 se realiza cruzando la zonificación 4 con la capa de la Reserva Forestal de la Amazonía en donde se tienen las categorías de Reserva tipo A, tipo B, tipo C y áreas con previa decisión de ordenamiento (tabla 16).

Tabla 16. Matriz de decisión 5

zonif_5				
zonif_4	reserva forestal de la amazonia			
	tipo A	tipo B	tipo C	ÁREAS CON PREVIA DECISIÓN DE ORDENAMIENTO
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Sistema productivo sostenible	Sistema silvopastoril	Sistema silvopastoril
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Para realizar la zonificación 6 se cruzan la zonificación 5 y la capa de Distrito de Manejo Integrado (DMI), capa que tiene las categorías de Preservación, Protección Caños, lagunas y Humedales, Restauración y Uso Sostenible (tabla 17).

Tabla 17. Matriz de decisión 6

zonif_6				
zonif_5	DMI			
	Preservación	Protección Caños, lagunas y Humed	Restauración	Uso Sostenible
Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración	Restauración	Restauración	Sistema productivo sostenible
Sistema silvopastoril	Restauración	Restauración	Restauración	Sistema silvopastoril
Restauración	Restauración	Restauración	Restauración	Restauración
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Para obtener la zonificación 7 (Tabla 18), a los cuerpos de agua presentes se les realiza un buffer de 30 metros a lado y lado a los drenajes sencillos y de 50 metros a lado y lado a los drenajes dobles basado en el Decreto 1449 de 1977 del Ministerio de Agricultura que indica en su Artículo 3 numeral 1. B. “Una faja no inferior a

30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua”, para los drenajes dobles un buffer de 50 metros y para los nacimientos de agua un buffer de 100 metros.

Tabla 18. Matriz de decisión 7

Fuente: Presente proyecto

zonif_7	
zonif_6	cuerpos de agua con zona de amortiguación
Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración
Sistema silvopastoril	Restauración
Restauración	Restauración
N/A	Restauración

Basado en los corredores de conectividad obtenidos del Análisis de Conectividad Ecológica, desarrollado en los pasos previos a esta zonificación se realiza la matriz de decisión 8, la cual es la última matriz que se

obtiene para dar como resultado la Zonificación Agroambiental para la zona de Forestería del departamento del Guaviare para el año 2017 (Tabla 19).

Tabla 19. Matriz de decisión 8

zonif_8	
zonif_7	Corredores de Conectividad Ecológica
Conservación	Conservación
Enriquecimiento forestal	Enriquecimiento forestal
Sistema productivo sostenible	Restauración
Sistema silvopastoril	Restauración
Restauración	Restauración
N/A	Restauración

La Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental fue realizada con las 8 matrices de decisión, arrojando como resultado (zonificación 8), las Áreas de desarrollo agroambiental (Figura 32), conservación, enriquecimiento forestal, restauración, sistemas productivos sostenibles y

sistemas silvopastoriles en las cuales serán definidos distintos tipos de Herramientas de manejo del paisaje (HMP) descritas en el documento, Modelo de Intervención territorial a nivel de Paisajes Productivos en la Amazonia colombiana (BARRERA, J et al. 2017).

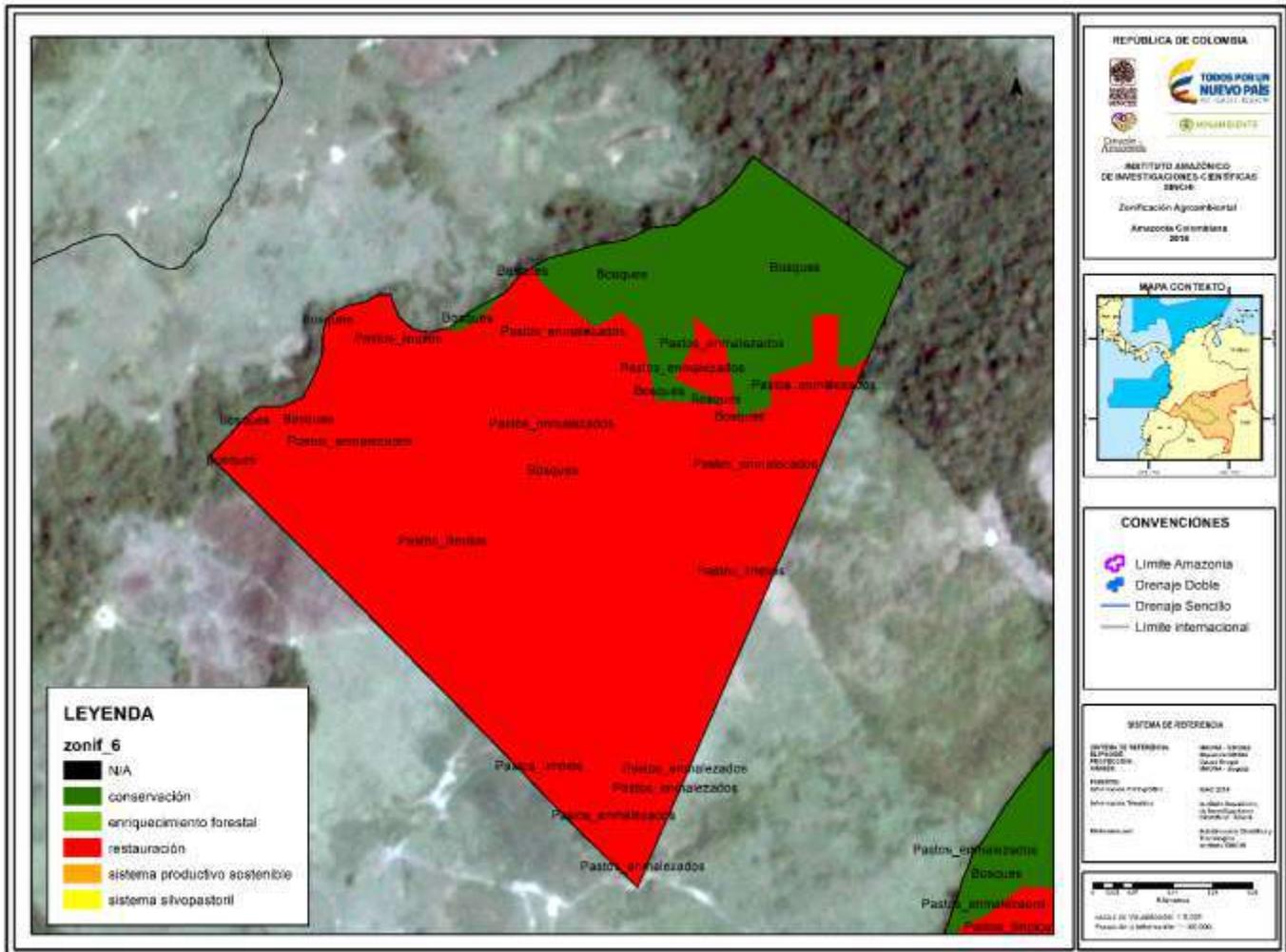


Figura 29. Vista a nivel predial de la Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017.

Fuente: Presente proyecto

La Figura 28 corresponde al resultado de la zonificación agroambiental desarrollada a nivel de paisaje, en donde se evidencia que, para el predio como resultado, casi toda la finca está en zona de restauración como al igual se evidencia que al

interior del predio hay varias clases de coberturas de la tierra, por lo tanto se procede a realizar una matriz de decisión que nos lleve la zonificación a escala predial, para este fin se confrontan las coberturas de la tierra y las zonas agroambientales (Tablas 20 y 21).

Tabla 20. Matriz de decisión Zonificación agroambiental Predial.

Fuente: Presente proyecto

agrup_cob	zonif_6	prop_PPP	HMP_PPP	
Areas_artificializadas	N/A	N/A	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos N/A	
Bosques	conservación	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento corredores biológicos	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos árboles dispersos-cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas	
		restauración	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos ampliación de parches de bosque o cañadas	
	enriquecimiento forestal	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento corredores biológicos	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos ampliación de parches de bosque o cañadas	
		restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos ampliación de parches de bosque o cañadas	
	restauración	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento corredores biológicos	
	Cuerpos_de_agua	conservación	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos
		enriquecimiento forestal	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas
		restauración	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos
Cultivos_permanentes	enriquecimiento forestal	enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
	sistema productivo sostenible	sistema productivo sostenible	Sistema agroforestal	
Cultivos_transitorios_y_o_herbaceos	conservación	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos árboles dispersos-cercas vivas mixtas	
		restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
	enriquecimiento forestal	enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos árboles dispersos-cercas vivas mixtas	
		restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
	restauración	sistema productivo sostenible	Sistema agroforestal	
	restauración	restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
sistema productivo sostenible	sistema productivo sostenible	árboles dispersos-cercas vivas mixtas Sistema agroforestal		

Tabla 21. Matriz de decisión Zonificación agroambiental Predial.

Fuente: Presente proyecto

Mosaicos_agropecuarios_con_espacios_naturales	conservación	enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	árboles dispersos-cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas	
	enriquecimiento forestal	enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	árboles dispersos-cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
	restauración	restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
	sistema productivo sostenible	sistema productivo sostenible	árboles dispersos-cercas vivas mixtas Sistema agroforestal	
	Nube	N/A	N/A	ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos
				N/A
Pastos_enmalezados	restauración	restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas corredores biológicos	
Pastos_limpios	conservación	restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos ampliación de parches de bosque o cañadas bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas corredores biológicos	
	restauración	restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
		sistema silvopastoril	restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas
	sistema silvopastoril	sistema silvopastoril	sistema silvopastoril- Banco de proteínas- cercas vivas mixtas	
sin información	sin información	sin información	sin información	
Vegetacion_secundaria_alta	conservación	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas	
	enriquecimiento forestal	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas corredores biológicos	
	restauración	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento	
		enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
Vegetacion_secundaria_baja	conservación	conservación	ampliación de parches de bosque o cañadas	
		restauración	árboles dispersos- cercas vivas mixtas ampliación de parches de bosque o cañadas bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas corredores biológicos	
	enriquecimiento forestal	enriquecimiento forestal	ampliación de parches de bosque o cañadas Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas corredores biológicos	
	restauración	enriquecimiento forestal	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	
		restauración	bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas corredores biológicos	
	Zonas_quemadas	restauración	restauración	ampliación de parches de bosque o cañadas
restauración			ampliación de parches de bosque o cañadas- árboles dispersos corredores biológicos	

Se ilustra en la tabla 20 la metodología de decisión, se dividió el grupo de fincas por ubicación en el paisaje, Lomerío en este caso, se selecciona la cobertura 2017 de **Bosque**¹ que tiene zonificación agroambiental a nivel de paisaje de **Conservación**², se observa en la imagen satelital 2017 el estado de la cobertura de bosque, las coberturas vecinas y si tiene bosques con cuales potencialmente realizar conectividad, dependiendo de estos factores se deja en el campo **prop_PPP**³, referente a la zonificación agroambiental predial, como **Conservación**⁴ o se cambia a restauración o Enriquecimiento Forestal y se asignan las herramientas de manejo del paisaje pertinentes, dependiendo de si se cruza

este bosque con un buffer de drenaje o de rutas de conectividad, en estos casos, para los drenajes se le asigna la HMP **ampliación e parches de bosque o cañadas**⁵ y si se cruza con ruta de conectividad, la HMP será **corredores biológicos**⁶, si la cobertura de bosque, es bosque conservado a la fecha, se asigna la HMP **cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento**⁷.

Adicionalmente se revisan las zonas de Zonificación Amazonia Ley 2 (A, B, C, Áreas con previa decisión de ordenamiento), con el fin de precisar detalles ya tenidos en cuenta en la zonificación agroambiental a nivel de paisaje.

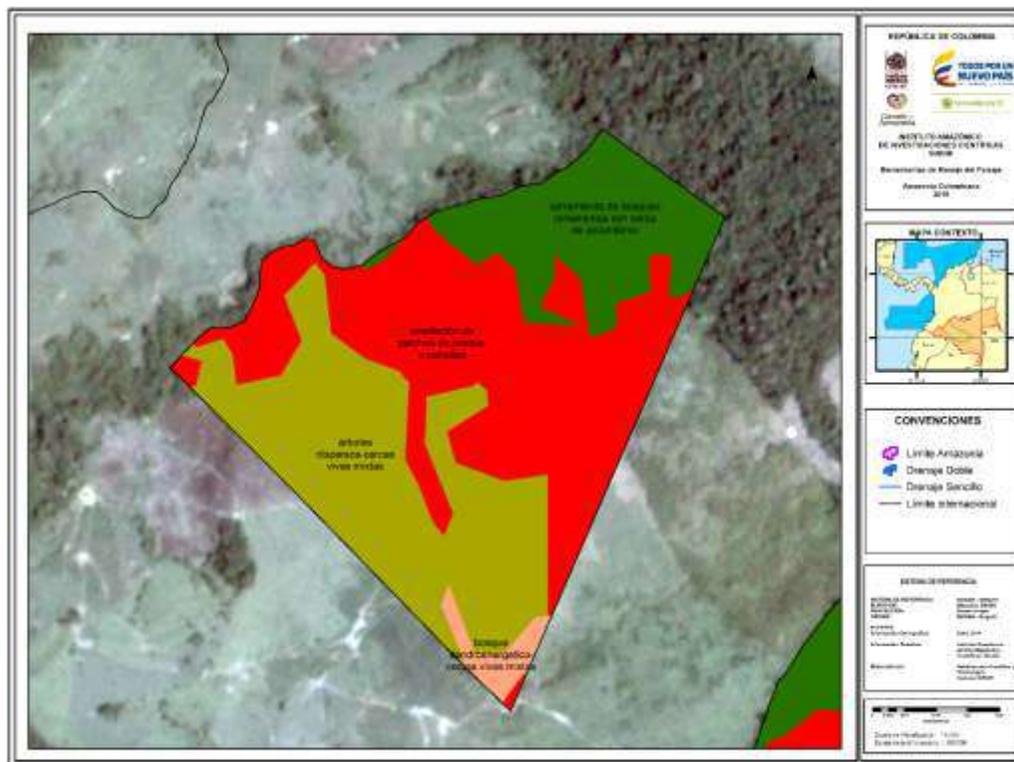


Figura 30. Vista a nivel predial de la asignación de las Herramientas de Manejo del Paisaje año 2017.

Fuente: Presente proyecto

Como resultado, de esta matriz de decisión (Tablas 20 y 21), obtenemos las Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP) que se deben implementar al interior del predio y así aplicar la Zonificación Agroambiental a nivel Predial descrita, en la Figura 29 se observan las diversas zonas

agroambientales obtenidas producto de la zonificación a escala predial, dando así la posibilidad de restaurar este predio valiéndonos de distintas Herramientas de manejo del Paisaje acordes a los objetivos planteados para cada zona agroambiental.

RESULTADOS

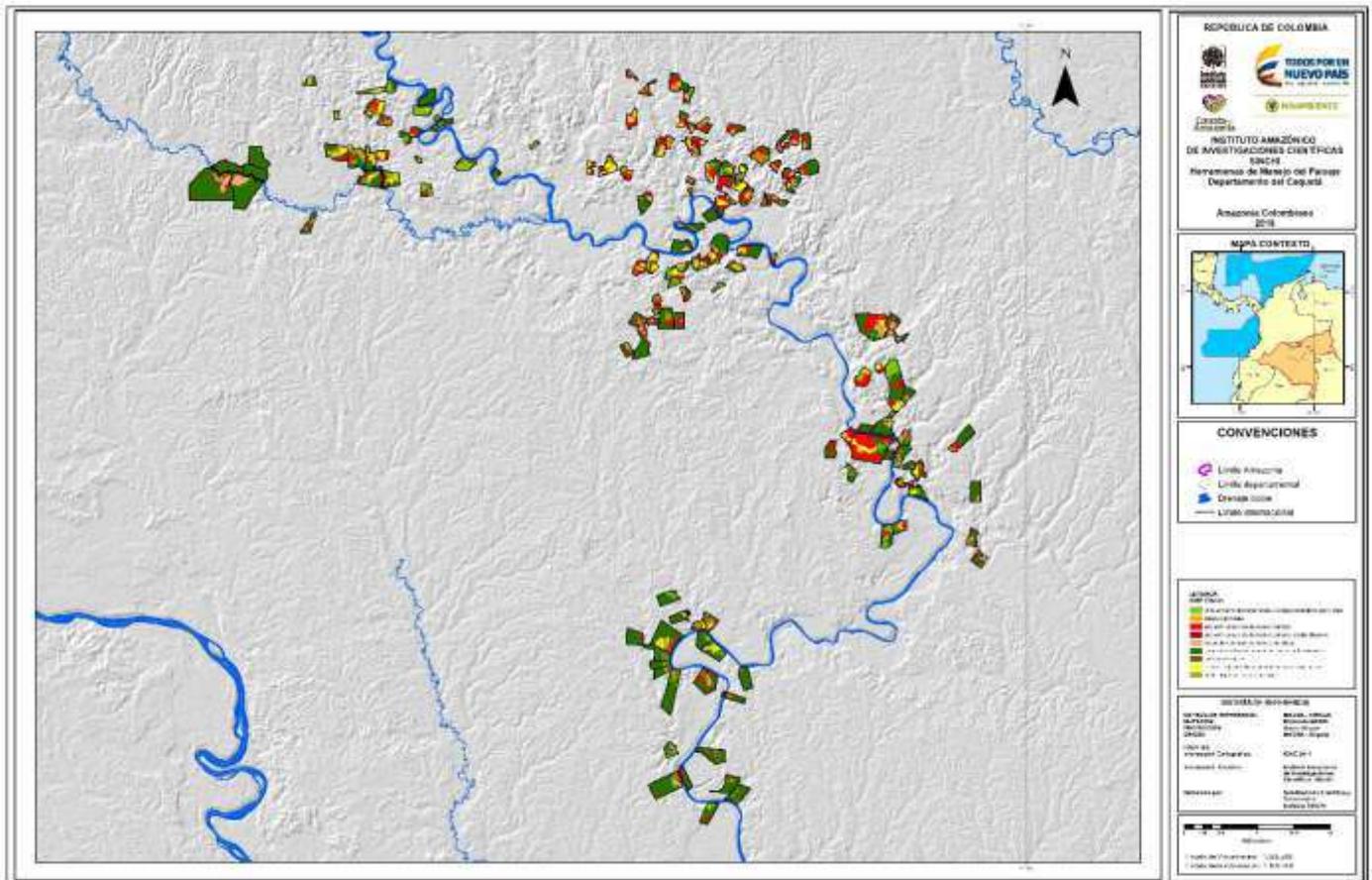


Figura 31. Herramientas de Manejo del Paisaje para cada Finca, departamento del Caquetá.

Tabla 22. Estadísticas Caquetá.

CÓDIGO	HMP Fincas	Área ha	%
	ampliación de parches de bosque o cañadas	5379.81	22.0
	ampliación de parches de bosque o cañadas-árboles dispersos	80.03	0.3
	árboles dispersos-cercas vivas mixtas	739.39	3.0
	bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas	1374.71	5.6
	cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento	11696.14	47.7
	corredores biológicos	571.01	2.3
	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	2572.80	10.5
	N/A	1.80	0.0
	Sistema agroforestal	307.76	1.3
	sistema silvopastoril-Banco de proteínas-cercas vivas mixtas	1780.23	7.3
TOTAL		24503.69	100

Para el departamento del Caquetá se observa que las 138 fincas adscritas al proyecto ocupan 24.503,69 hectáreas del territorio del departamento del Caquetá, para esta área se asignaron 5.379,81 ha (22%) para la HMP ampliación de parches de bosques o cañadas, el 0,3% para ampliación de parches de bosques o cañadas – árboles dispersos, para la HMP árboles dispersos – cercas vivas mixtas el 3% del área de las fincas, los bosques dendroenergéticos – cercas vivas mixtas abarcan

1.374,71 ha, la HMP de mayor cobertura es cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento con el 47,7% (11.696,14 ha), los corredores biológicos ocupan el 2,3% (571,01 ha), la HMP Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos abarca 2.572,80 ha (10,5%). Los Sistemas agroforestales el 1,3% (307,76 ha) y el sistema silvopastoril-Banco de proteínas-cercas vivas mixtas 1.780,23 ha (7,3%), (Ilustración 4, tabla 22).

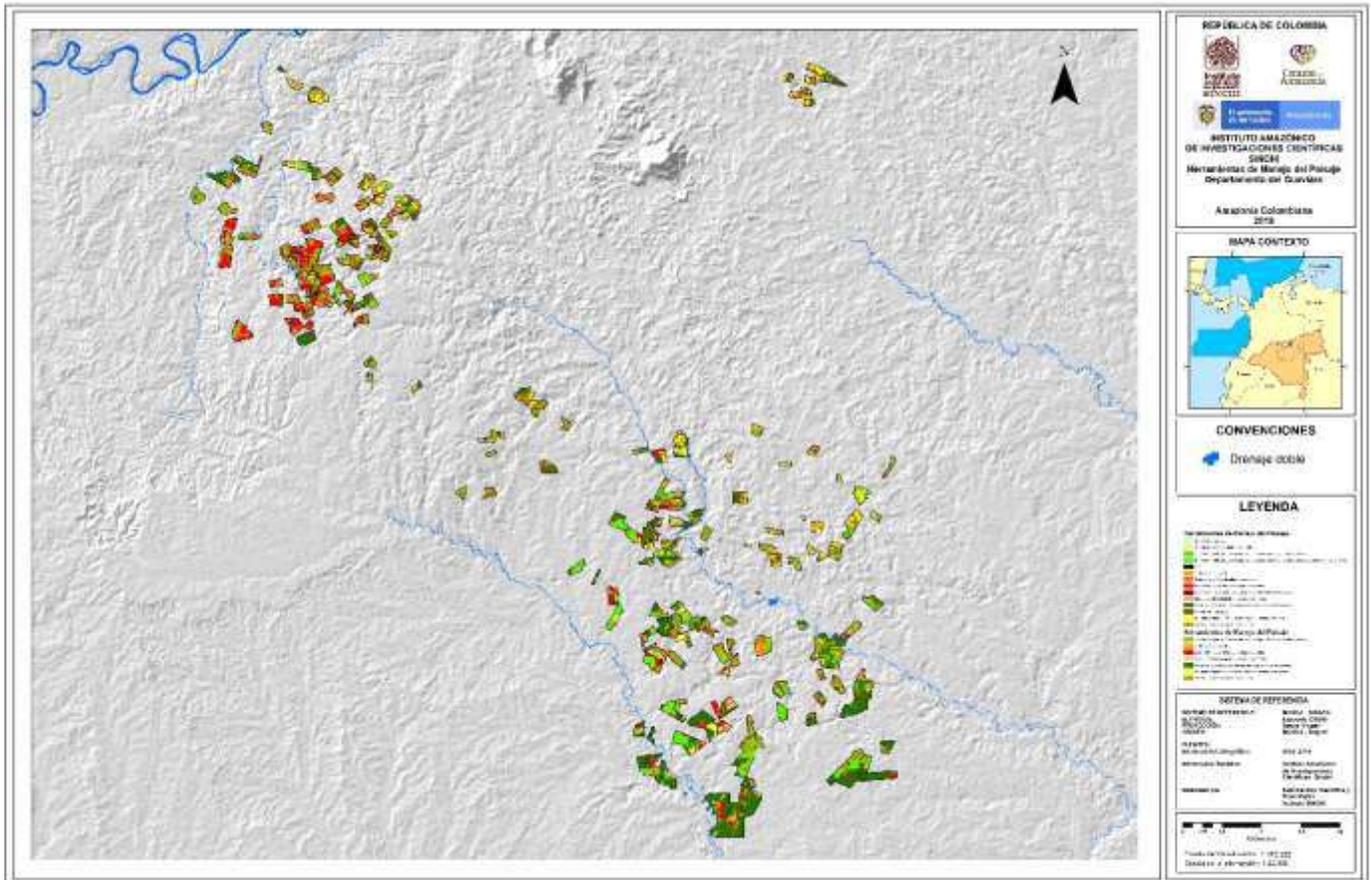


Figura 32. Herramientas de Manejo del Paisaje para cada Finca, departamento del Guaviare.

Tabla 23. Estadísticas Guaviare.

CÓDIGO	HMP Fincas Guaviare	Área ha	%
	Banco de proteínas	11.36	0.0
	Banco de proteínas-cercas vivas mixtas	25.89	0.1
	ampliación de parches de bosque o cañadas	4426.19	18.3
	ampliación de parches de bosque o cañadas-árboles dispersos	133.79	0.6
	ampliación de parches de bosque o cañadas-bosque dendroenergético	1.01	0.0
	árboles dispersos-cercas vivas mixtas	3923.37	16.3
	bosque dendroenergético	20.33	0.1
	bosque dendroenergético- cercas vivas mixtas	1397.78	5.8
	cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento	6031.07	25.0
	corredores biológicos	890.74	3.7
	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos	2286.97	9.5
	Enriquecimiento de bosque natural o bosques secundarios altos y bajos-ampliación de parches de bosque o cañadas	2378.84	9.9
	N/A	93.69	0.4
	Sistema agroforestal	1131.93	4.7
	Sistema agroforestal-árboles dispersos	50.60	0.2
	sistema silvopastoril-Banco de proteínas-cercas vivas mixtas	1336.07	5.5
TOTAL		24139.62	100.00

Para las 247 Fincas analizadas en el departamento del Guaviare, se observa que la mayor proporción (25%) de área está dada para la HMP cerramiento de bosques remanentes con cerca de aislamiento (6.031,07 ha), le sigue la Herramienta de restauración ampliación de parches de bosque o cañadas con 4.426,19 ha, el 18,3% del total del área ocupada por las fincas de los usuarios, en

el 16,3% del área de las fincas se implementara la HMP árboles dispersos y cercas vivas mixtas, las HMP de Enriquecimiento forestal abarcan el 9,9% y el 9,5% respectivamente, las otras HMP planteadas para el territorio están en menor proporción pero jugando un papel importante en el planteamiento y la reconversión por parte de los usuarios de sus Fincas deseadas (tabla 23).

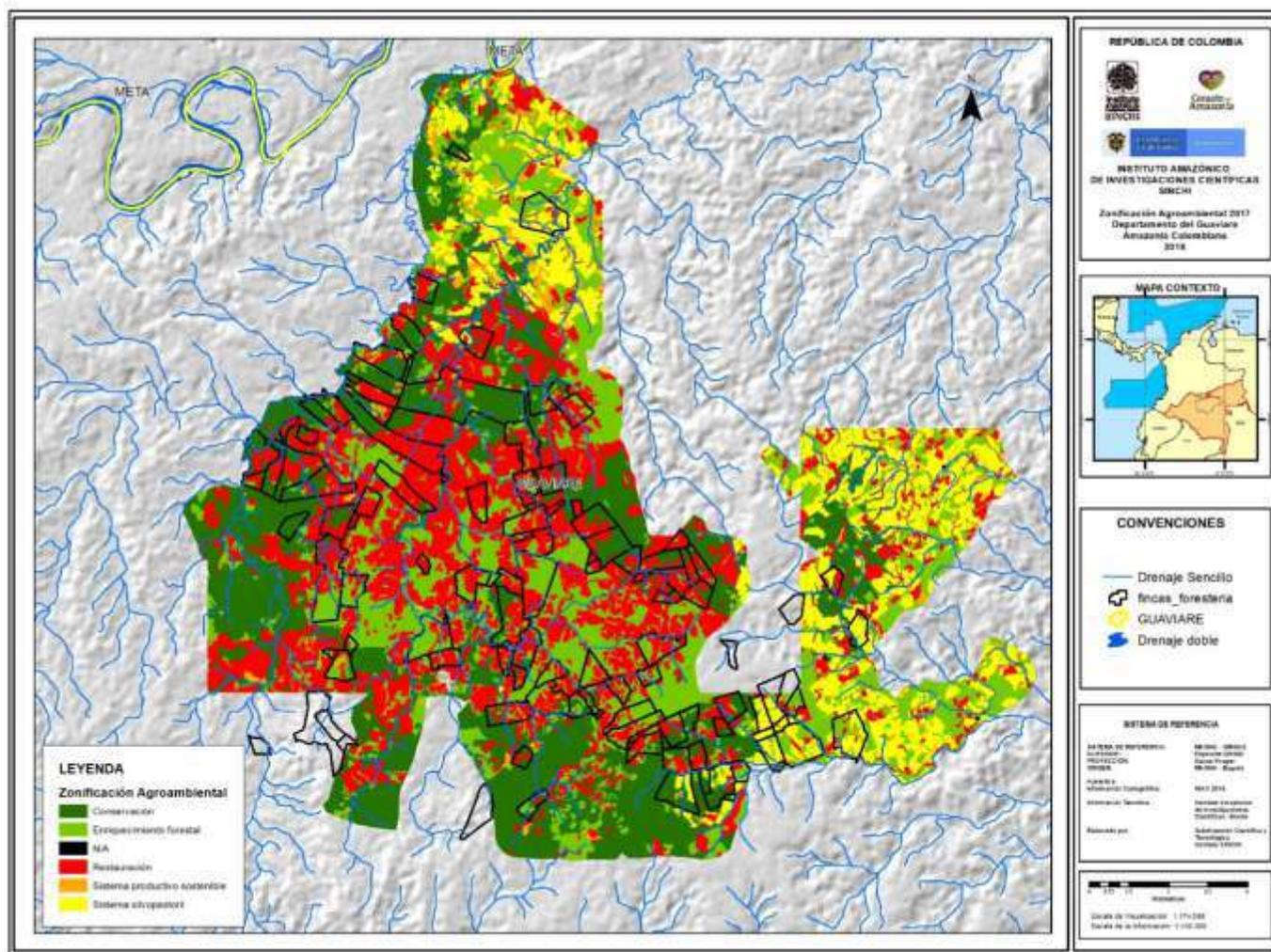


Figura 33. Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017, área del proyecto Forestería Comunitaria, Departamento del Guaviare.
Fuente: Presente Proyecto

Tabla 24. Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje

ZONIFICACIÓN AGROAMBIENTAL FORESTERÍA, GUAVIARE 2017						
Área ha						
ZONA AGROAMBIENTAL	PAISAJE					
	Lomerio	%	Macizo	%	Planicie aluvial	%
Conservación	9671.59	27.51	3139.26	33.19	119.31	56.31
Enriquecimiento forestal	9492.27	27.00	2383.73	25.20	0.00	0.00
Restauración	11123.06	31.64	2325.98	24.59	92.57	43.69
Sistema productivo sostenible	541.75	1.54	117.64	1.24	0.00	0.00
Sistema silvopastoril	4320.50	12.29	1491.74	15.77	0.00	0.00
N/A	9.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	35158.36	100.00	9458.35	100.00	211.88	100.00

En el Paisaje de Lomerío, para zona de Conservación se obtienen 9.671,59 hectáreas, para Enriquecimiento forestal 9.492,27 hectáreas, Restauración 11.123,06 hectáreas, para zonas de Sistemas productivos sostenibles 541,75 hectáreas, para zonas de Sistemas silvopastoriles 4.320,50 hectáreas y zona N/A 9,20 ha (Tabla 24).

En el Paisaje de Macizo, se destinan para zona de Conservación 3.139,26 hectáreas, zona de Enriquecimiento forestal 2.383,73 hectáreas,

Restauración 2.325,98 hectáreas, zonas de Sistemas productivos sostenibles 117,64 hectáreas y para zonas de Sistemas silvopastoriles 1.491,74 hectáreas (Tabla 24).

En el Paisaje de Planicie Aluvial, se destinan para zona de Conservación 119,31 hectáreas, zona de Enriquecimiento forestal 0 hectáreas, Restauración 92,57 hectáreas, zonas de Sistemas productivos sostenibles 0 hectáreas y para zonas de Sistemas silvopastoriles ninguna hectárea (Tabla 24).

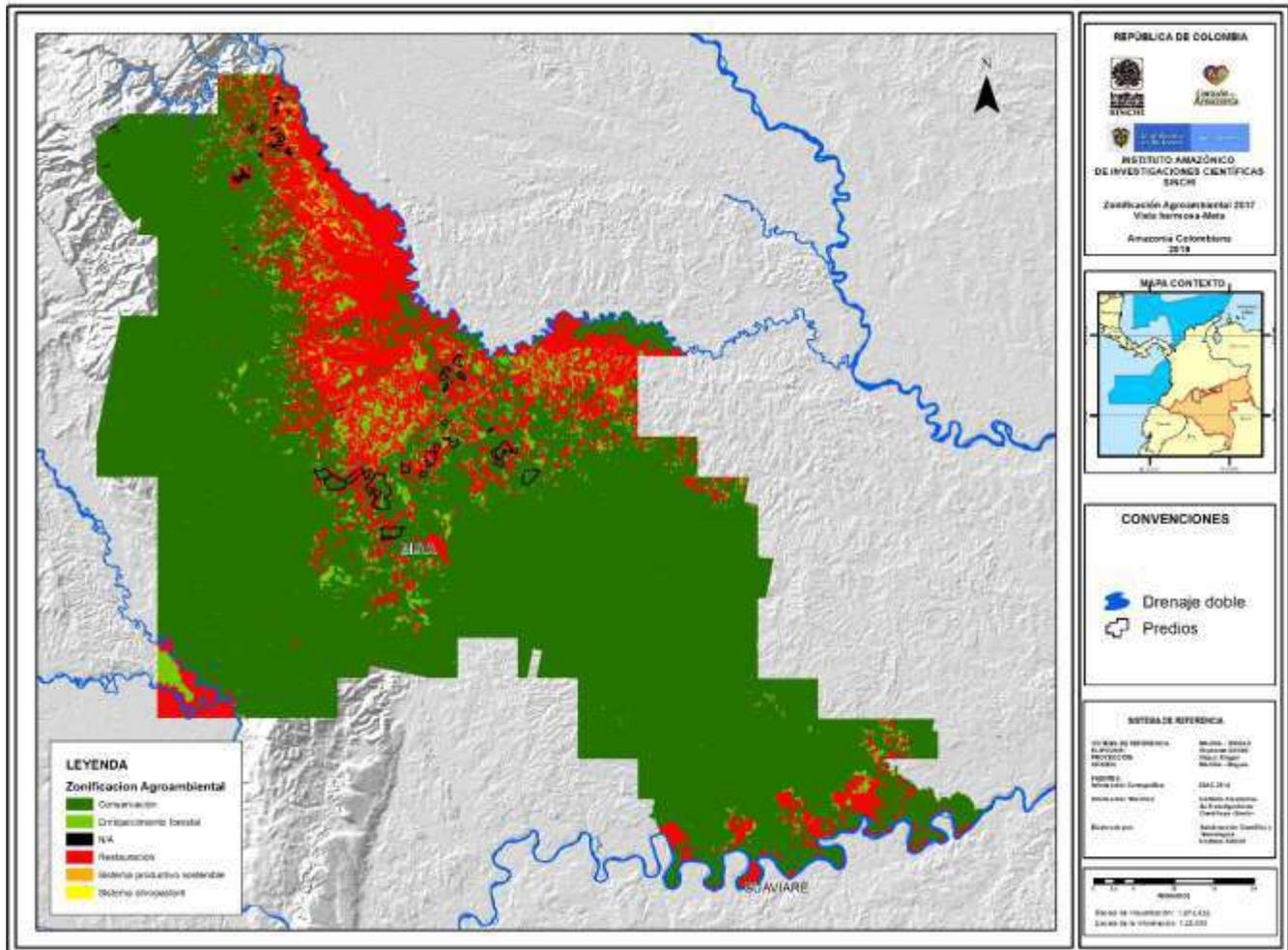


Figura 34. Zonificación para áreas de desarrollo agroambiental año 2017, área de Vista hermosa Departamento del Meta.

Fuente: Presente Proyecto

Tabla 25. Zonificación Agroambiental a nivel de Paisaje

ZONIFICACIÓN AGROAMBIENTAL VISTA HERMOSA, META 2017								
Área ha								
ZONA AGROAMBIENTAL	PAISAJE							
	Lomerio	%	Macizo	%	Planicie aluvial	%	Piedemonte	%
Conservación	211247.78	77.86	141829.01	90.66	35430.53	52.52	976.96	8.61
Enriquecimiento forestal	19999.59	7.37	4507.58	2.88	0.00	0.00	1747.88	15.40
Restauración	39491.64	14.56	9582.22	6.12	32012.89	47.45	7525.26	66.29
Sistema productivo sostenible	532.34	0.20	231.97	0.15	0.00	0.00	1092.78	9.63
Sistema silvopastoril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N/A	37.19	0.01	297.70	0.19	19.59	0.03	9.92	0.09
TOTAL	271308.55	100.00	156448.49	100.00	67463.02	100.00	11352.79	100.00

En el Paisaje de Lomerío, para zona de Conservación se obtienen 21.1247,78 hectáreas, para Enriquecimiento forestal 19.999,59 hectáreas, Restauración 39.491,64 hectáreas, para zonas de Sistemas productivos sostenibles 532,34 hectáreas, para zonas de Sistemas silvopastoriles 0 hectáreas y zona N/A 37,18 ha (Tabla 25).

En el Paisaje de Macizo, se destinan para zona de Conservación 141.829,01 hectáreas, zona de Enriquecimiento forestal 4.507,58 hectáreas, Restauración 9.582,22 hectáreas, zonas de Sistemas productivos sostenibles 231,96 hectáreas, para zonas de Sistemas silvopastoriles 0 hectáreas y zona N/A 297,70 ha (Tabla 25).

En el Paisaje de Planicie Aluvial, se destinan para zona de Conservación 35.430,53 hectáreas, zona de Enriquecimiento forestal 0 hectáreas, Restauración 32.012,88 hectáreas, zonas de Sistemas productivos sostenibles 0 hectáreas para zonas de Sistemas silvopastoriles ninguna hectárea y zona N/A 19,59 ha (Tabla 25).

En el Paisaje de Piedemonte, se destinan para zona de Conservación 976,95 hectáreas, zona de Enriquecimiento forestal 1.747,87 hectáreas, Restauración 7.525,25 hectáreas, zonas de Sistemas productivos sostenibles 1.092,77 hectáreas, para zonas de Sistemas silvopastoriles ninguna hectárea y zona N/A 9,92 ha (Tabla 25).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-MORALES, Damián, et al. LA ZONIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE LAS FIGURAS DE CALIDAD AGROALIMENTARIAS. EL CASO DE LA DOP VALENCIA. En XI Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria. 2017. p. 263.
- ALONSO-F, Ana Milena, et al. Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 2017, vol. 39, no 1, p. 140-156.
- BARRERA-CATAÑO, José Ignacio; VALDÉS-LÓPEZ, César. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 2007, vol. 12, no Es2.
- BARRERA, J; Grupo de investigación en Sistema de Producción Sostenible. (2017) Modelo de Intervención territorial a nivel de Paisajes Productivos en la Amazonia colombiana (documento en preparación V1).
- BERUMEN, Sergio A.; LLAMAZARES REDONDO, Francisco. La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de administración*, 2007, vol. 20, no 34.
- BUZAI, Gustavo D. Primer seminario argentino de geografía cuantitativa (1° SEMAGEC). *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 2004, no 4, p. 1-5.
- CHARRY, Andres, et al. Estrategia Sectorial de la Cadena de Cacao en Caquetá, con Enfoque Agroambiental y Cero Deforestación. 2017.
- CIONTESCU, N. (2017). Informe técnico del Contrato N° 16 Instituto SINCHI: Documento con Análisis de Conectividad Ecológica en el departamento del Caquetá. Proyecto: " Conservación de bosques y sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia. Componente 3: Programas sectoriales de manejo sostenible del paisaje ". Instituto Sinchi. Documento inédito. 34p.
- ETTER, A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje un marco de integración para los levantamientos rurales. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1990
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Subdirección de Agrología. 2013. Estudio general de suelos y zonificación de tierras a escala 1:100.000: departamento de Guaviare. El Instituto. – Imprenta Nacional de Colombia, 2013. 345p.
- OSORIO, Juan Carlos; OREJUELA, Juan Pablo. El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación (Documento de trabajo), Cali, Colombia, Universidad del Valle, 2005.
- SEVILLA, Víctor A.; COMERMA, Juan A. Caracterización de la cuenca del río Canoabo en el estado Carabobo, Venezuela. IV: Zonificación agroecológica. *Agronomía Tropical*, 2009, vol. 59, no 3, p. 265-273.
- ZINCK, J. A. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. ITC. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente, The Netherlands, 2012.

- BOTERO, P.J. 1980. Características geo-morfopedológicas de los paisajes entre los ríos Putumayo y Caquetá, Amazonia Colombiana. *Rev. CIAF*, 5(1): 127-150 pp.
- SALAZAR, E., Mendoza, J., Ochoa-Gaona, S., Ku-Quej, V., & Hidalgo-Mihart, M. (2017). Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). *Investigaciones Geográficas*, 0(92). doi: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.52210>
- CAÑÓN, I. 2015. Análisis de Fragmentación de las Áreas Naturales de la Amazonia Colombiana. Contrato No. 75 de 2015 Instituto SINCHI. Versión 1.0. 45 pp.
- BUZAI, Gustavo D. Primer seminario argentino de geografía cuantitativa (1° SEMAGEC). *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 2004, no 4, p. 1-5.
- ALONSO-F, Ana Milena, et al. Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 2017, vol. 39, no 1, p. 140-156.
- CHASSOT, Oliver; FINEGAN, Bryan; ARIAS, Guisselle Mange. Red de conectividad ecológica en el Caribe Norte de Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Conservación | Latin American Journal of Conservation*, 2011, vol. 2, no 1.
- SALAZAR, E., Mendoza, J., Ochoa-Gaona, S., Ku-Quej, V., & Hidalgo-Mihart, M. (2017). Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). *Investigaciones Geográficas*, 0(92). doi: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.52210>
- SAN VICENTE, Mikel Gurrutxaga; VALENCIA, Pedro José Lozano. Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de geografía*, 2012, no 16, p. 35-54.
- PORTILLA, Emiliano Pérez; KIENTZ, Daniel Geissert. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.). *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 2006, vol. 31, no 8, p. 556-562.
- SUÁREZ, Giclis M., et al. Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo del cacao (*Theobroma cacao*, Lin) por medio del criterio de expertos. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no 2, p. 30-37.
- MURCIA García U; Gualdrón A, Londoño M. 2016. Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2012 al 2014 y coberturas del año 2014. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI". Bogotá, D.C., xxxx p., 138 Anexos.
- PÉREZ, Antonio Mijail, et al. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Revista Ecosistemas*, 2005, vol. 15, no 3.
- YANES, CARLOS VÁZQUEZ, et al. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. 2001.
- HUERTAS, CM & Murcia, U. 2011. Análisis de fragmentación de las áreas naturales de la Amazonia colombiana. Versión 2.0. 37pp.

- HUERTAS, CM & Murcia, U. 2011. Protocolo de Procedimientos Metodológicos Análisis de fragmentación de las áreas naturales de la Amazonia colombiana. Versión 2.0. 10 pp.
- Proceso de zonificación y ordenamiento Reserva Forestal Ley 2ª de 1959, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI
- STEVENSON, P., & Rodríguez, M. (2008). Determinantes de la Composición Florística y Efecto de Borde en un Frangmento de Bosque en el Guaviare, Amazonia Colombiana. *Colombia forestal*, 11(1), 5 - 18.
- LÓPEZ-BARRERA, F. (2004). Estructura y función en bordes de bosques. *Revista Ecosistemas*, 13(1).
- GRANADOS, C., SERRANO GINÉ, D. A. V. I. D., & García-Romero, A. (2014). EFECTO DE BORDE EN LA COMPOSICIÓN Y EN LA ESTRUCTURA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS. SIERRA DE MONTE-ALTO, CENTRO DE MÉXICO. *Caldasia*, 36(2), 269-287.
- LESCANO, H., Finegan, B., Condit, R., & Delgado, D. (2002). Variación de las características de la comunidad vegetal en relación al efecto de borde en fragmentos de bosque, Las Pavas, Cuenca del Canal de Panamá.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DECRETO 1974 DEL 31 DE AGOSTO DE 1989. Por el cual se reglamenta el artículo 310 del Decreto - Ley 2811 de 1974, sobre Distritos de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables y la Ley 23 de 1973.
- SALAZAR, E., Mendoza, J., Ochoa-Gaona, S., Ku-Quej, V., & Hidalgo-Mihart, M. (2017). Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2017(92), 101-115.
- WILLIAMS LINERA, Guadalupe; Manson, Robert H.; Isunza Vera, Eduardo; (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques, primavera*, 73-89.
- WILLIAMS-LINERA, G. (2007). El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación (Vol. 28).
- BARANYI, G., Saura, S., Podani, J., & Jordán, F. (2011). Contribution of habitat patches to network connectivity: Redundancy and uniqueness of topological indices. *Ecological Indicators*, 11(5): 1301–1310.
- Benchimol, M. & Peres, C.A. (2015). Predicting local extinctions of Amazonian vertebrates in forest islands created by a mega dam. *Biological Conservation* 187: 61–72
- CALABRESE, J. M., & Fagan, W. F. (2004). A comparison-shopper ' s guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecological Environment*, 2(10): 529–536.
- ERÖS, T., Schmera, D. & Schicke, R. S. (2011). Network thinking in riverscape conservation – A graph-based approach. *Biological Conservation* 144: 184–192
- GALPERN, P., Manseau M. & Fall, A. (2011). Patch-based graphs of landscape connectivity: A guide to construction, analysis and application for conservation. *Biological Conservation* 144: 44–55

- GOULART, F.V., Caceres, N.C., Graipel, M.E., Tortato, M.A., Ghizoni Jr, I.R. & Rodrigues Oliveira-Santos L.G. (2009). Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian biology* 74:182–190
- GURRUTXAGA, M., Lidón Rubio, L. & Saura, S. (2011). Key connectors in protected forest area networks and the impact of highways: A transnational case study from the Cantabrian Range to the Western Alps (SW Europe). *Landscape and Urban Planning* 101: 310–320
- GUTIERREZ, S.M., Harmsen, B.J., Doncaster C.P., Kay, E. & Foster R.J. (2016). Ranging behavior and habitat selection of pacas (*Cuniculus paca*) in central Belize. *Journal of Mammalogy*. gyw179. doi: 10.1093/jmammal/gyw179
- GUZMÁN-LENIS, A & Camargo-Sanabria, A. (2004). Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 9 (1): 11-22
- IAvH (2009). Pecari tajacu (Linnaeus, 1758). Fichas de especie No.275. Catálogo de biodiversidad. <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/631>
- IAvH (2011). *Dasyopus novemcinctus* (Linnaeus, 1758). Fichas de especie No.275. Catálogo de biodiversidad. <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/275>
- IAvH (2011). *Tayassu pecari* (Link, 1795) Fichas de especie No 407.. Catálogo de biodiversidad. <http://catalogo.biodiversidad.co/fichas/4071>
- JAX, E., SMarín, S., Rodríguez-Ferraro, A. & Isasi-Catalá, E. (2015). Habitat use and relative abundance of the Spotted Paca *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766) (Rodentia: Cuniculidae) and the Red-rumped Agouti *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) (Rodentia: Dasyproctidae) in Guatopo National Park, Venezuela. *Journal of Threatened Taxa*. 7(1): 6739-6749
- LOUGHRY, W.J. & McDonough, M. (1998). Spattial patterns in a population of Nine-banded Armadillos (*Dasyopus novemcinctus*). *The American Midland Naturalist* 140: 161-169
- MCBEE, K. & Baker, R.J. (1982). *Dasyopus novemcinctus*. *Mammalian species* No. 169. The American Society of Mammalogist. pp 1-9
- MCGARIGAL, K. (2015). *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Documentation. Amherst, Massachusetts.
- PARDO-VARGAS, L. E. & Payán-Garrido, E. (2015). Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 54-66
- PASCUAL-HORTAL, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21(7): 959–967.
- PASCUAL-HORTAL, L., & Saura, S. (2008). Integración de la conectividad ecológica de los bosques en los instrumentos de planificación forestal a escala comarcal y regional. *Revista Montes*, 94: 31–37.

- PIRNAT, J. & Hladnik, D. (2016). Connectivity as a tool in the prioritization and protection of sub-urban forest patches in landscape conservation planning. *Landscape and Urban Planning* 153: 129–139.
- SAURA, S., & Pascual-Hortal, L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2-3): 91–103.
- SAURA, S., & Rubio, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, (July 2009).
- SAURA, S., & J. Torné. (2009). Conefor Sensinode 2,2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity, *Environmental Modelling & Software* 24: 135-139.
- VALSECCHIA, J., El Bizria H.R. & Figueira J.E.C. (2014). Subsistence hunting of *Cuniculus paca* in the middle of the Solimões River, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 74 (3) <http://dx.doi.org/10.1590/bjb.2014.0098>
- VERGARA, L. K.. (2015). Informe técnico del producto No. 5 del Contrato SGR N° 62: Documento con índice de métricas de paisaje de los relictos de bosque del área de interés con análisis respectivo a partir del mapa de coberturas (17 de septiembre de 2015). Proyecto: "Investigación en relictos de bosque como estrategia para generar bienes y servicios ambientales en el Departamento del Guaviare". Instituto Sinchi. Documento inédito. 29p.
- VERGARA Chaparro, L. (2017) Análisis de conectividad, Conservación de bosques y sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia. Componente 3: Programas sectoriales de manejo sostenible del paisaje. Contrato No. 72 de 2016. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI
- YARA, A. C. (2015). Informe técnico del producto No. 6 del Contrato SGR N° 102: Documento con el análisis de la propuesta de trabajo de grado desarrollada a partir de la información capturada durante el estudio de fauna (17 de diciembre de 2015). Proyecto: "Investigación en relictos de bosque como estrategia para generar bienes y servicios ambientales en el Departamento del Guaviare". Instituto Sinchi. Documento inédito. 29p.
- ZELLER, K. a., McGarigal, K., & Whiteley, A. R. (2012). Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology*, 27(6): 777–797.