PROYECTO CONSERVACIÓN DE BOSQUES Y SOSTENIBILIDAD EN EL CORAZÓN DE LA AMAZONÍA

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA HOMOLOGADA PARA REALIZAR ESTUDIOS DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE AMAZÓNICO COLOMBIANO, EN EL ÁMBITO DE ALCANCE REGIONAL

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "Sinchi"

Documento en Revisión

Bogotá D.C., Junio de 2019

EQUIPO TÉCNICO

Nombre	Entidad	Rol
Uriel Gonzalo Murcia García	Instituto Sinchi	Director General del Proyecto
Jorge Eliecer Arias Rincón	Instituto Sinchi	Coordinación Componente SIG
Oscar Javier Barón Ruiz	Instituto Sinchi	Coordinación técnica
Natalia Carolina Castillo Barrera	Instituto Sinchi	Coordinación técnica
Eduardo Molina González	Patrimonio Natural	Coordinador Temático
Nicolai Alexandro Ciontescu Camargo	Patrimonio Natural	Componente Físico-biótico
Daniel Mauricio Cortés Gutiérrez	Patrimonio Natural	Análisis SIG
Deyanira Esperanza Vanegas	Patrimonio Natural	Componente Socio-económico
Luisa Patricia Corredor Gil	Patrimonio Natural	Control de Calidad
Adriana Constanza Cruz Reyes	Patrimonio Natural	Interpretación de Coberturas
Julieth Natalia Acosta Agudelo	Patrimonio Natural	Interpretación de Coberturas
Herón José Romero Martínez	Patrimonio Natural	Interpretación de Coberturas

CÍTESE COMO:

Sinchi, 2019. Resultados de la implementación de la metodología homologada para realiza estudios de conectividad ecológica y fragmentación del paisaje Amazónico colombiano, en el ámbito de alcance regional. Proyecto Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el corazón de la Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C.

© Junio de 2019, Colombia.



INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS
Directora General

MARCO EHRLICH
Subdirector Científico y Tecnológico

DIEGO FERNANDO LIZCANO BOHORQUEZ
Subdirector Administrativo y Financiero

URIEL GONZALO MURCIA GARCÍA
Coordinador Programa de Investigación

RESÚMEN EJECUTIVO

La Amazonia, cuenta con la mayor en diversidad de géneros y especies terrestres a nivel mundial, siendo de vital importancia por su rol como prestadora de servicios ecosistémicos, de los cuales dependen comunidades humanas a múltiples escalas. En la actualidad, se evidencian los efectos negativos de las actividades antrópicas, como el avance de la frontera agrícola, el aprovechamiento de hidrocarburos, la extracción maderera, la consolidación de mallas viales, entre otras, sobre la integridad ecológica de la región. La Amazonía colombiana no es ajena a estos procesos de transformación, afrontando procesos de pérdida de conectividad ecológica mediante la fragmentación y antropización de sus paisajes naturales. Tal situación debe ser atendida considerándose los efectos ambientales de la fragmentación de las grandes extensiones de coberturas naturales amazónicas que por su localización son paso obligatorio entre sur y centro América y, en el contexto local, por su adyacencia a la región andina y la orinocense y las relaciones ecológicas que ello implica.

Considerando ese tipo de dinámicas, en el marco del proyecto GEF la iniciativa *Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia* (Corazón de la Amazonía), con la participación de Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Patrimonio Natural, se ha conformado una mesa técnica ambiental dentro de la cual, buscando identificar y/o diseñar corredores de conectividad en la Amazonia, el Sinchi lideró la formulación de la presente "Metodología homologada para realizar los estudios de fragmentación del paisaje, motores de fragmentación y conectividad ecológica de la Amazonía colombiana, en tres diferentes ámbitos de alcance geográficos: Regional, Subregional y Local".

Los resultados aquí presentados, fueron obtenidos tras la implementación de los procedimientos planteados en dicha metodología en el ámbito de análisis regional, que permiten la identificación, espacialización y caracterización de sectores particularmente afectados por los procesos de fragmentación, así como de aquellos que dadas sus buenas condiciones son de vital importancia para el mantenimiento de la conectividad al interior de la Amazonía colombiana y de esta con sus regiones vecinas (Andes y Orinoquía). Para este ámbito de análisis, que se corresponde con la delimitación de la Amazonía colombiana hecha por el Instituto SINCHI, se procesa información cartográfica en escalas entre 1:500.000 y 1:100.000.

El análisis de fragmentación realizado, partió de la generación de un mapa de un índice de fragmentación, construido mediante el procesamiento de la capa actualizada de coberturas de la tierra (2016). Con el índice de fragmentación se describen patrones espaciales generales de la región, siendo evidente el alto grado de transformación de las coberturas naturales en el sector noroccidental (arco amazónico). También se revela la presencia de algunos corredores de transformación desde el arco amazónico en dirección sur, que están penetrando la zona central de la región en donde aún se presentan las mayores extensiones del territorio con bajos niveles de fragmentación. Esto sin duda se relaciona con la presencia de un gran número de áreas protegidas y resguardos indígenas. En términos generales las zonas con alta fragmentación, son menos extensas que aquellas con buen estado de conservación. Mediante la clasificación de los valores del índice de fragmentación y su cruce con información de la distribución de paisajes fisiográficos y de los tipos de patrones espaciales de la vegetación presentes en la región, estimados mediante el cálculo de métricas del paisaje de la forma y distribución de los parches de vegetación natural y trasformada, se definen y caracterizan tipos unidades de análisis afectadas diferencialmente por procesos de fragmentación (n = 19). Estas unidades son utilizadas para identificar variables asociadas al desarrollo de procesos de fragmentación en distintos niveles de intensidad (alta, media y baja) y como insumos para el desarrollo de los análisis de motores de fragmentación.

Al respecto, considerando un análisis de histórico de las dinámicas socioeconómicas desarrolladas en la región, se definen unos factores predeterminantes que han establecido las condiciones para que en la actualidad la Amazonía colombiana esté bajo procesos de fragmentación y pérdida de conectividad en búsqueda de su "desarrollo". Dicho análisis es el punto de partida para identificar y caracterizar las actividades relacionadas con el proceso de fragmentación, así como los actores y casusas (directas y subyacentes) de las mismas. A partir de dichos aspectos se definieron 6 motores de fragmentación presentes en el territorio: 1) concentración de la tierra, 2) expansión de la frontera agrícola, 3) expansión de la ganadería, 4) consolidación de infraestructura vial, 5) explotación de recursos minero-energéticos y 6) la implementación de cultivos de uso ilícito. La identificación de variables asociadas a las actividades, causas y actores de cada motor, permitió la modelación de su distribución potencial, con la que se identificó que los distintos tipos de unidades de análisis, son afectadas diferencialmente por cada uno de los motores identificados y que para cada motor existen variables que explican de mejor manera su distribución. Sin embrago, por lo generales observa que la distancia a vías y a centros poblados, así como el tipo de unidad, son las variables que mejor explican la distribución de los motores. Existe una alta correlación entre motores, lo que denota la complejidad de las dinámicas socioeconómicas de la región.

En términos de conectividad, considerando la propuesta del Índice Espacial de Huella Humana (IEHH), se construyó una matriz de resistencia que resume información de variables asociadas a la transformación de los paisajes amazónicos. Además, se identificaron 21 áreas con una extensión total de 32.685.032 ha, que por su tamaño (>4000 ha) y buen estado de conservación, se consideran núcleos desde las cuales se pueden establecer flujos de materia y energía al interior de la Amazonía, procesos relacionado funcionalidad ecológica de la región y la prestación de servicios ecosistémicos. La evaluación de la matriz final resistencia y de las áreas núcleo, permitió describir los patrones espaciales de conectividad para la región, los cuales concuerdan con los descritos con la matriz del índice de fragmentación. Mediante el procesamiento de estos dos insumos se identificaron los corredores ecológicos que presentan las mejores condiciones para conectar el conjunto de las 21 áreas núcleo. Alrededor de aquellos corredores entre pares de áreas núcleos, que se consideraron de vital importancia para la consolidación de la conectividad al interior de la Amazonía y de esta con los Andes y la Orinoquía se delimitaron unas franjas generales de conectividad (n = 6), a partir de la distribución de cuencas hidrográficas y de los valores de resistencia en cada sector. Franjas y corredores fueron caracterizados en términos de su localización y correspondencia espacial con figuras político administrativas y cuencas hidrográficas, así como de los rangos de valores de resistencia y el tipo de coberturas. Finalmente, como un criterio técnico para la eventual priorización de las franjas sobre las cuales intervenir, se estimó su grado de afectación por cada uno de los motores de fragmentación identificados previamente.

Los resultados presentados son útiles para la consolidación de la conectividad ecológica en la Amazonía colombiana, siendo útil para la adecuada toma de decisiones en el desarrollo de estrategias para el ordenamiento del uso del suelo en esta región. Así, contribuye a la construcción de política ambiental y sectorial para el manejo y control de las acciones que generan fragmentación del paisaje amazónico, aportando insumos que permitan el desarrollo y enriquecimiento de las herramientas de manejo del paisaje. Por otra parte, es un criterio técnico para la priorización de sectores particulares en los cuales desarrollar análisis más detallados, en lo que podría configurarse la implementación de la metodología en su ámbito subregional. Además, la importancia de estos resultados, debe ser considerada teniendo en cuenta que los

estudios de fragmentación son nuevos en el país y más aún al abordar los análisis de conectividad ecológica y de motores de fragmentación de los ecosistemas, para la totalidad de la Amazonía colombiana, aportando al conocimiento de la transformación del paisaje y sus causas. También es importante el desarrollo de análisis de fragmentación del paisaje a nivel regional, como fenómeno particular de transformación del paisaje, que

trasciende los más comunes análisis de deforestación, abordando así un marco más amplio de las causas que inciden en la transformación del paisaje.

PALABRAS CLAVE

Amazonía, Colombia, conectividad ecológica, fragmentación, motores de fragmentación.

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN 19
2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 22
3. ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN 25
3.1. OBJETIVOS 25
3.2. RESULTADOS OBTENIDOS 25
3.2.1. Delimitación de las unidades de análisis de fragmentación 25
3.2.1.1. Caracterización espacial de los patrones de fragmentación 26
3.2.1.1.1. Altiplano 30
3.2.1.1.2. Altillanura 31
3.2.1.1.3. Planicie planicie-aluvial 32
3.2.1.1.4. Lomerío 33
3.2.1.1.5. Macizo 34
3.2.1.1.6. Montaña 35
3.2.1.1.7. Piedemonte 36
3.2.1.1.8. Peniplanicie 37
3.2.1.1.9. Distribución de los tipos de patrones de fragmentación 38
3.2.1.1.10. Algunas reflexiones sobre los patrones de fragmentación detectados 39
3.2.1.2. Unidades finales de análisis de fragmentación 40
3.2.2. Variables generales asociadas a fragmentación 49
3.2.2.1. Altillanura 52
3.2.2.2. Altiplanicie 55
3.2.2.3. Aluvial 58
3.2.2.4. Lomerío 60
3.2.2.5. Macizo 63
3.2.2.6. Montaña 66
3.2.2.7. Peniplanicie 69
3.2.2.8. Piedemonte 71
4. ANÁLISIS DE MOTORES DE FRAGMENTACIÓN 74
4.1. OBJETIVOS 74
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS 75
4.2.1. Factores predeterminantes de fragmentación del paisaje 75
4.2.1.1. Necesidad de abordar un nuevo modelo económico 75
4.2.1.1.1. Concentración de la tierra 77
4.2.1.1.2. Expansión de la ganadería (deforestación y apertura de frontera agrícola) 81
4.2.1.1.3. Dotación de bienes públicos y factores de producción. 84
4.2.1.1.4. No sostenibilidad con el patrimonio natural 88
4.2.1.2. Crisis de gobernabilidad 88
4.2.1.2.1. Capacidad Institucional 90
4.2.1.2.2. Desempeño de las Corporaciones de Desarrollo Sostenible 95
4.2.1.2.3. Construcción de consensos 98
4.2.1.3. Urgencia de resolver brechas sociales y económicas 99
4.2.1.3.1. Grandes brechas socioeconómicas 103
4.2.2. Línea de tiempo 2000- 2018 104
4.2.2.1. Dinámicas sociales y fragmentación del paisaje 105
4.2.2.2. Actividades que generan fragmentación del paisaje 112
4.2.2.2.1. Unidades de producción agropecuaria. 113

4.2.2.3. Motores de fragmentación del paisaje 129
4.2.2.3.1. Concentración de la tierra 133
4.2.2.3.1.1. Espacialización del motor de fragmentación de concentración de la tierra 135
4.2.2.3.2. Expansión de la frontera agrícola 141
4.2.2.3.2.1. Espacialización del motor de fragmentación expansión de la frontera agrícola 143
4.2.2.3.3. Exploración y explotación de recursos minero energéticos 149
4.2.2.3.3.1. La minería 151
4.2.2.3.3.2. Hidrocarburos 153
4.2.2.3.3.3. Espacialización del motor aprovechamiento de recursos minero energéticos 154
4.2.2.3.4. Expansión de la ganadería 158
4.2.2.3.4.1. Espacialización del motor expansión de la ganadería 160
4.2.2.3.5. Apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de la red vial terrestre 165
4.2.2.3.5.1. Espacialización del motor apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de red vial 168
4.2.2.3.6. Incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito 172
4.2.2.3.6.1. Espacialización de motor de fragmentación incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito 176
4.2.2.4. Análisis de correlaciones existentes entre los motores de fragmentación 180
4.2.2.5. Impactos generados en el medio por los procesos de fragmentación. 189
4.2.2.5.1. Impactos identificados en el componente biofísico 189
4.2.2.5.2. Impactos identificados en el medio socioeconómico 192
4.2.2.5.3. La fragmentación y la interacción de impactos ambientales (ecológicos y socioeconómicos) 194
4.2.2.6. Estrategias de manejo propuestas para detener o desarticular los motores de fragmentación identificados. 196
4.2.2.6.1. Políticas e instrumentos 196
4.2.2.6.1.1. Política Nacional de Cambio Climático 196
4.2.2.6.1.2. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques 197
4.2.2.6.1.3. Políticas internacionales 197
4.2.2.6.2. Estrategias de manejo propuestas 200
4.2.2.6.2.1. Medidas asociadas al manejo del paisaje basado en ecosistemas 202
4.2.2.6.2.2. Planes de ordenamiento territorial 203
5. ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD 203
5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 203
5.2. RESULTADOS OBTENIDOS 203
5.2.1. Análisis matriciales 203
5.2.1.1. Tipo de cobertura de la tierra 204
5.2.1.2. Distancia a drenajes 206
5.2.1.3. Distancia a Vías 207
5.2.1.4. Distancia a centros poblados. 208
5.2.1.5. Sitios de explotación de recursos no renovables 209
5.2.1.6. Vocación de uso de los suelos 210
5.2.1.7. Índice general de fragmentación de las coberturas 211
5.2.1.8. Dinámicas de transformación de las coberturas naturales 212
5.2.1.9. Pendiente 216
5.2.1.10. Matrices de pérdida y fragmentación de hábitat 217
5.2.1.10.1. Inventario de especies 217
5.2.1.10.2. Modelación de hábitats 220
5.2.1.11. Matriz final de resistencia 221
5.2.1.12. Análisis de patrones generales de conectividad 223

5.2.1.12.1. Modelación de “Áreas Núcleo” 223
5.2.1.13. Sectores importantes para la conectividad 238
5.2.1.13.1. Corredores de Conectividad 239
5.2.1.13.2. Franjas de conectividad 254
5.2.1.13.2.1. Afectación de franjas de conectividad por motores de fragmentación 261
5.2.2. Reflexiones sobre el análisis de conectividad a escala regional 270
6. BIBLIOGRAFÍA 272

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Área de estudio: Amazonía colombiana ____ 23
Figura 3.1. Índice de fragmentación ____ 26
Figura 3.1. Grandes unidades fisiográficas de la Amazonía colombiana Fuente: Sinchi ____ 27
Figura 3.2. Patrones espaciales de fragmentación de la vegetación ____ 28
Figura 3.4. Unidades de análisis de fragmentación y motores de fragmentación ____ 41
Figura 3.5. Tipos de coberturas (naturales y transformadas) por tipo de unidad de análisis identificada en la Amazonía ____ 43
Figura 3.6. Mapa de unidades fisiográficas y grados de fragmentación ____ 44
Figura 3.7. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 53
Figura 3.8. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 55
Figura 3.9 Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 56
Figura 3.10. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 57
Figura 3.11. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 59
Figura 3.12. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 60
Figura 3.13. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 62
Figura 3.14. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 63
Figura 3.15. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 65
Figura 3.16. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 66
Figura 3.17. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 68
Figura 3.18. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 68
Figura 3.19. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 70
Figura 3.20. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 71
Figura 3.21. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Piedemonte-Alta-Parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 73
Figura 3.22. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Piedemonte-Alta- Parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent ____ 74
Figura 4.1. Factores y características del modelo económico rural. Basado en (PNUD, 2011) ____ 77
Figura 4.2. Gini de tierras 2000-2012. Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta. Fuente: (IGAC, 2012) ____ 79
Figura 4.3. Evolución de la frontera agropecuaria en la Amazonia colombiana. Fuente: Sinchi, 2018 ____ 82
Figura 4.4. Distribución UPA y UPNA en zonas PDET de la Amazonia colombiana. Fuente: PDET 2017. DNP 83
Figura 4.5. Evolución de los recursos del Plan Colombia y presupuesto destinado a Defensa. (DNP, 2016) ____ 88

Figura 4.6. Línea de tiempo 2000-2018. Fuente: Elaboración propia. 105
Figura 4.7. Anillo de poblamiento de la Amazonia colombiana (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017) 107
Figura 4.8. Anillo de poblamiento. Tomado de (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017) 108
Figura 4.9. Asentamientos nucleados en el anillo de poblamiento de la región Amazónica colombiana. 2017. Tomado de (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017) 110
Figura 4.10. Presiones socio ambientales en la Amazonia Colombiana, 2014 – 2016. Tomado de (Sinchi, 2017) 112
Figura 4.11. Distribución de la población en la Amazonia colombiana. Censo Nacional Agropecuaria, 2014 (Geoportal del DANE) 113
Figura 4.12. Distribución de los usos del suelo en la Amazonia colombiana, según Censo Nacional Agropecuario. (Geoportal DANE) 115
Figura 4.13. Unidades censadas en el territorio nacional, distribución en el territorio amazónico (DANE, 2014) 115
Figura 4.14. Distribución de usos generales del suelo en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014) 116
Figura 4.15. Patrones espaciales delas unidades de análisis con mayor participación (área) en la Amazonía Colombiana **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 4.16. Motor de fragmentación “Concentración de la tierra” 134
Figura 4.17. Expresión espacial del motor de fragmentación concentración de la tierra. Fuente: Elaboración del proyecto 136
Figura 4.18. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent 140
Figura 4.19. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent 141
Figura 4.20. Motor de fragmentación “Expansión de la frontera agrícola” 142
Figura 4.21. Expresión espacial del motor Frontera agrícola en la Amazonia colombiana a 2016. Fuente: Elaboración del proyecto 144
Figura 4.22. Área estimada de ampliación de frontera agrícola a nivel municipal, mediante fragmentación del paisaje regional. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio. 145
Figura 4.23. Porcentaje del área municipal afectada por ampliación de la frontera agrícola. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio. 145
Figura 4.24. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: Resultados modelo en Maxent 147
Figura 4.25. Paisajes fragmentados por ampliación de frontera agrícola. Alta y baja fragmentación con patrones geométrico, geométrico/parche, parche e isla. 148
Figura 4.26. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent 149
Figura 4.27. Motor de fragmentación “Explotación de recursos minero-energéticos” 151
Figura 4.28. Expresión espacial del motor de fragmentación exploración y explotación de recursos minero-energéticos. Fuente: Elaboración del proyecto 154
Figura 4.29. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor exploración y explotación de recursos minero -energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent 157
Figura 4.30. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor exploración y explotación de recursos minero-energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent 158
Figura 4.31. Áreas en pasturas para el desarrollo de la ganadería bovina por municipio. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio. 158
Figura 4.32. Participación en el área municipal de las pasturas establecidas para el desarrollo de la ganadería bovina. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio. 159
Figura 4.33. Motor de fragmentación “expansión de la ganadería” 160

Figura 4.34. Expresión espacial del motor de fragmentación expansión de la ganadería 162
Figura 4.35. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor exploración y explotación de recursos minero -energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent. 163
Figura 4.36. Incidencia del motor "expansión de la ganadería" según unidad fisiográfica, tipo y patrón de fragmentación. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio. 164
Figura 4.37. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor expansión de la ganadería. Fuente: Resultados modelo en Maxent 165
Figura 4.38. Motor de fragmentación "Construcción, mejoramiento y adecuación de la red vial terrestre" 168
Figura 4.39. Expresión espacial del motor de fragmentación apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial 169
Figura 4.40. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial. Fuente: Resultados modelo en Maxent 171
Figura 4.41. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor expansión de la ganadería. Fuente: Resultados modelo en Maxent 172
Figura 4.42. Motor de fragmentación "incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito" 173
Figura 4.43. Cultivos de coca en el sur del Meta, baja y media fragmentación con patrón parche. Tomada de: (UNODC, 2017) 175
Figura 4.44. Expresión espacial del motor de fragmentación incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito 177
Figura 4.45 Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial. Fuente: Resultados modelo en Maxent 179
Figura 4.46. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito. Fuente: Resultados modelo en Maxent 180
Figura 4.47. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de montaña 182
Figura 4.48. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de piedemonte 183
Figura 4.49. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de peniplanicie 184
Figura 4.50. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de macizo 185
Figura 4.51. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de lomerío 186
Figura 42.5. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de planicie aluvial 187
Figura 4.53. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de altiplanicie 188
Figura 4.54. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de altillanura 189
Figura 4.55. Relación existente entre los motores de fragmentación y sus impactos, con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 4.56. Relación causal entre biodiversidad y servicios ecosistémicos, e impactos generados por fragmentación **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 5.1. Matriz de resistencia asociada a las coberturas terrestres. 206
Figura 5.2. Matriz de resistencia asociada a la distancia a drenajes. 207
Figura 5.3. Matriz de resistencia asociada a la distancia a vías. 208
Figura 5.4. Matriz de resistencia asociada a la distancia a centros poblados. 209
Figura 5.5. Matriz de resistencia de distancia a explotación de recursos no renovables. 210
Figura 5.6. Matriz de resistencia asociada a las la vocación de uso de los suelos. 211
Figura 5.7. Matriz de resistencia del índice general de fragmentación. 212
Figura 5.8. Dinámica de cambio de las coberturas para el periodo 2007-2012 213
Figura 5.9. Dinámica de cambio de las coberturas para el periodo 2012-2016 214
Figura 5.10. Sumatoria Dinámica de Cambio periodos 2007-2012 y 2012-2016 215

Figura 5.11. Matriz de resistencia de la dinámica de transformación de Cobertura (2007-2012 y 2012-2016) 216
Figura 5.12. Matriz de resistencia asociada a pendiente del terreno. 217
6.13. Resultado del modelo de distribución potencial para primates 219
6.14. Resultado del modelo de distribución potencial para Rodentia. 220
Figura 5.15. Mapa de distribución potencial del orden Rodentia en la Amazonía colombiana 221
Figura 5.16. Matriz final de resistencia 222
Figura 5.17. Capa de áreas protegidas utilizada para la modelación de áreas fuente. 224
Figura 5.18. Capa Resguardos utilizada para la modelación de áreas núcleo 225
Figura 5.19. Capa de coberturas naturales utilizada para la modelación de áreas núcleo 226
Figura 5.20. Áreas núcleo como insumo para el análisis MSPA y de Componentes. 227
Figura 5.21. Resultado Análisis Morfológico MSPA – Guidos, para la delimitación de áreas fuente. 228
Figura 5.22. Resultado Análisis de Componentes – Guidos, para la delimitación de áreas fuente (n=21). 229
Figura 5.23. Zonas de áreas protegidas en la Amazonía colombiana con coberturas transformadas. 231
Figura 5.24. Tamaño de las áreas núcleo identificadas 234
Figura 5.25. Localización de conexiones estrechas dentro de diferentes sectores de la AN1. 235
Figura 5.26. Representatividad de los tipos de vegetación natural en la Amazonía colombiana y las áreas núcleo identificadas. 236
Figura 5.27. Representación de los diferentes tipos de coberturas naturales en la AN1. 237
Figura 5.28. Representación de los diferentes tipos de coberturas naturales en las áreas núcleo 2 a 5. 238
Figura 5.29. Matriz de corriente eléctrica entre las áreas núcleo. 239
Figura 5.30. Corredores de conectividad entre las diferentes áreas núcleo definidas en la Amazonía colombiana, modelados utilizando LinkageMapper. 240
Figura 5.31. Caminos de menor costo (resistencia) dentro de los corredores de conectividad identificados entre las diferentes áreas núcleo definidas en la Amazonía colombiana, modelados utilizando LinkageMapper. 241
Figura 5.31. Esquema del resultado de la implementación de las franjas importantes para la conectividad propuestos para la lograr las conexiones Amazonía – Andes, Amazonía – Orinoquía*. Áreas núcleo (colores sólidos). Ampliaciones de las áreas núcleo en marcha o planteadas como propuestas, para la conectividad intra-amazónica (Trazado diagonal). Áreas consideradas necesarias para la conexión Amazonía-Andes y Amazonía – Orinoquía (franjas con trazado horizontal). 259
Figura 5.32. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de la concentración de la tierra. 263
Figura 5.33. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de expansión de la frontera agrícola. 264
Figura 5.34. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de explotación de recursos minero energéticos. 265
Figura 5.35. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de expansión de la ganadería. 266
Figura 5.36. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de apertura y expansión de infraestructura vial. 267
Figura 5.37. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito. 268

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Área transformada según paisaje fisiográfico (en hectáreas). Fuente: Sinchi, 2018 _____ 23
Tabla 2.2. Tipos de vegetación para la Amazonía colombiana por departamento, según principales paisajes fisiográficos. Fuente: Sinchi, 2018 _____ 24
Tabla 3.1.Indicadores espaciales para caracterización de patrones de fragmentación___ **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3.2. Principales características de los patrones de fragmentación _____ **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3.3. Cálculo para indicadores espaciales para caracterización de patrones de fragmentación_____ 28
Tabla 3.4. Patrón de fragmentación para unidades con fragmentación baja_____ 30
Tabla 3.5. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-alta _____ 30
Tabla 3.6. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-baja_____ 31
Tabla 3.7. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-alta _____ 31
Tabla 3.8. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-baja_____ 31
Tabla 3.9. Patrón de fragmentación para planicie-aluvial fragmentación-alta _____ 32
Tabla 3.10. Patrón de fragmentación para planicie-aluvial fragmentación-baja _____ 32
Tabla 3.11. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-alta_____ 33
Tabla 3.12. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-media_____ 33
Tabla 3.13. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-baja _____ 34
Tabla 3.14. Patrón de fragmentación para macizo fragmentación-alta _____ 34
Tabla 4.17. Patrón de fragmentación para macizo fragmentación-baja_____ 34
Tabla 3.16. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-alta_____ 35
Tabla 3.17. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-media_____ 35
Tabla 3.18. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-baja _____ 36
Tabla 3.19. Patrón de fragmentación para piedemonte fragmentación-alta _____ 36
Tabla 3.20. Patrón de fragmentación para piedemonte fragmentación-baja_____ 36
Tabla 3.21. Patrón de fragmentación para peniplanicie fragmentación-alta _____ 37
Tabla 3.22. Patrón de fragmentación para peniplanicie fragmentación-baja_____ 37
Tabla 3.23. Distribución del tipo de fragmentación y patrón de fragmentación por Departamento _____ 38
Tabla 3.24. Extensión de las unidades de análisis espacial por tipo de cobertura _____ 40
Tabla 3.25. Relación entre unidades, fragmentación, patrones y áreas._____ 44
Tabla 3.26. Relación entre coberturas y lomerío en fragmentación media._____ 45
Tabla 3.27. Relación entre coberturas y montaña en fragmentación media._____ 46
Tabla 3.28. Relación entre coberturas y piedemonte en fragmentación media. _____ 46
Tabla 3.29. Relación entre fragmentación alta y coberturas._____ 47
Tabla 3.30. Relación entre fragmentación media y coberturas._____ 48
Tabla 3.31. Relación entre fragmentación baja y coberturas. _____ 48
Tabla 3.35. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico.__ 52
Tabla 3.36. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico. _ 55
Tabla 3.37. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche. 58
Tabla 3.38. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche. _____ 60
Tabla 3.39. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche. 64
Tabla 3.40. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche. _____ 66

Tabla 3.41. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico parche. 69
Tabla 3.42. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Pidemonte-Alta- Parche. 72
Tabla 4.1. Tamaño de la UAF según departamento. Fuente: (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016) 79
Tabla 4.2. Distribución de baldíos titulados (ha), según UAF. 1995-2012. ADS: Adjudicaciones. Fuente: (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016) 80
Tabla 4.3. Vocación del suelo por zona PDET. Fuente: Ficha PDET, 2017. DNP 84
Tabla 4.4. Conflictos de uso del suelo por zona PDET. Fuente: Ficha PDET, 2017. DNP 84
Tabla 4.5. El Censo Bovino realizado por el ICA en el año 2017 84
Tabla 4.6. Créditos agropecuarios aprobados por departamento. Millones de pesos (finagro.gov.co) 85
Tabla 4.7. Familias e inversión del Programa Familias Guardabosques. 2003-2013. (http://www.odc.gov.co/sidco/oferta/familias-guardabosques) 87
Tabla 4.8. Índice de desempeño fiscal 2000-2005. Fuente: DNP, 2013 90
Tabla 4.9. Índice de Desempeño según departamento. Fuente: DNP, 2017. 91
Tabla 4.10. Nivel de riesgo a la corrupción, períodos 2008-2009 y 2013-2014. Fuente. Corporación Transparencia Colombia (2010 y 2015) 93
Tabla 4.11. Estructura programática de la estrategia de preparación para la paz y el posconflicto. (DNP, 2003) 95
Tabla 4.12. Índice de seguimiento y evaluación de desempeño de las CAR. Fuente: MADS, 2016 96
Tabla 4.13. Reporte promedio de los IMG por Corporación 2007-2014 96
Tabla 4.14. Población departamentos amazónicos. 2014. Fuente: DNP. 2014. Tipologías DDT Departamentales 99
Tabla 4.15. Población del área de estudio. 1985, 2000. 2015 y 2020 99
Tabla 4.16. Tasa de dependencia económica de la población por departamento del área de estudio. 2014. Fuente: DNP. 2014. Fichas de caracterización departamentales. 100
Tabla 4.17. Incidencia de Pobreza Multidimensional Urbana y Rural, municipios área de estudio. 2012. Fuente: DANE, 2012. 100
Tabla 4.18. Base brechas a nivel departamental. 2014. Fuente: DNP. Base brechas municipales Fase I. 104
Tabla 4.19. Índice de Pinchemel para la región amazónica, los departamentos y el municipio de Florencia 1985-2015 (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017) 108
Tabla 4.20. Cabeceras y centros poblados de la Amazonia colombiana. 2017 (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017) 109
Tabla 4.21. Población total y productores residentes en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014) 114
Tabla 4.22. Usos generales del suelo en la Amazonia, Censo Nacional Agropecuario 2014 (DANE, 2014) 114
Tabla 4.23. Unidades y área censadas en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014) 116
Tabla 4.24 Distribución áreas en cultivos, descanso y barbecho en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014) 116
Tabla 4.25. Distribución áreas en pastos, rastrojos, cultivos e infraestructura agropecuaria (DANE, 2014) 117
Tabla 4.26. Unidades censadas según formas de tenencia en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014) 117
Tabla 4.27. Tipo y patrón de fragmentación en Lomerío, según departamento. 118
Tabla 4.28. Sistemas de producción de lomerío en Caquetá: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012) 119
Tabla 4.29. Sistemas de producción de lomerío en Guaviare: principales características. Elaborado con base en (SINCHI, 2013) 120
Tabla 4.30. Sistemas de producción de lomerío en Putumayo: principales características. Elaborado con base en (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 120
Tabla 4.31. Sistemas de producción de lomerío en Meta: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012) y (SINCHI, 2013) 121

Tabla 4.32. Tipo y patrón de fragmentación en Planicie Aluvial según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 122
Tabla 4.33. Sistemas de producción de planicie aluvial en Caquetá: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012) 123
Tabla 4.34. Sistemas de producción de planicie aluvial en Guaviare: principales características. Elaborado con base en (SINCHI, 2013) 123
Tabla 4.35. Sistemas de producción de planicie aluvial en Putumayo: principales características. Elaborado con base en (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 124
Tabla 7.36. Tipo y patrón de fragmentación en Montaña y Altiplanicie según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 124
Tabla 4.37. Sistemas de producción de Montaña: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 125
Tabla 4.38. Sistemas de producción de altiplano: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 125
Tabla 4.39. Tipo y patrón de fragmentación en Piedemonte según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 126
Tabla 4.40. Sistemas de producción de piedemonte: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 126
Tabla 4.41. Tipo y patrón de fragmentación en Macizo según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 127
Tabla 4.42. Tipo y patrón de fragmentación en Peniplanicie según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 127
Tabla 4.43. Tipo y patrón de fragmentación en Altillanura según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 128
Tabla 4.44. Sistemas de producción de altiplano y altillanura: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014) 128
Tabla 4.45. Unidades espaciales de análisis de motores de fragmentación. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio) 130
Tabla 4.46. Criterios para el mapeo de motores de fragmentación 131
Tabla 4.47. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor concentración de la tierra. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 136
Tabla 4.48. Unidades de análisis espacial de los motores de fragmentación 137
Tabla 4.49. Coeficiente de Gini de tierras. Elaborado con base en el CNA, 2014 137
Tabla 4.50. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 146
Tabla 4.51. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 155
Tabla 4.52. Codificación de las categorías de Vacación de uso de la tierra (IGAC) 155
Tabla 4.53. Distribución del inventario bovino por departamento. 2017 (Fuente: ICA) 160
Tabla 4.53. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la ganadería. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 162
Tabla 4.54. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de la red vial. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 170

Tabla 4.55. Cultivos de coca en los departamentos de Meta y Guaviare. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017) 174
Tabla 4.56. Cultivos de coca en los departamentos de Putumayo y Caquetá. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017) 175
Tabla 4.57. Cultivos de coca en los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017) 176
Tabla 4.58. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent 177
Tabla 5.1. Variables incluidas en los análisis de conectividad para el ámbito regional. 204
Tabla 5.2. Clasificación de las coberturas de la tierra de acuerdo a su resistencia para la conectividad. 204
Tabla 5.4. Clasificación de los valores de resistencia de acuerdo a la vocación de uso de los suelos. 210
Tabla 5.5. Calificación de las dinámicas de cambio de las coberturas naturales (2007-2016) 214
Tabla 5.5. Registros de especies de mamíferos no voladores para la Amazonía colombiana. MX: registros independientes considerados por el software MaxEnt para la modelación de distribuciones potenciales 218
Tabla 5.6. Zonas generales con alta resistencia al flujo de organismos y municipios asociados. 223
Tabla 5.7. Distribución del área para las diferentes áreas núcleo identificadas por departamento y municipios con los que coinciden. 232
Tabla 5.8. Área ocupada por los corredores de conectividad identificados por departamento y municipio (Primera parte). * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z). 243
Tabla 5.9. Área ocupada por los corredores de conectividad identificados por departamento y municipio (Segunda parte). * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z) 244
Tabla 5.10. Área ocupada por los diferentes corredores de conectividad identificados por cuenca hídrica (Primera parte).* Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z). 246
Tabla 5.11. Área ocupada por los diferentes corredores de conectividad identificados por cuenca hídrica (Segunda parte).* Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z). 247
Tabla 5.12. Áreas de coberturas naturales para los diferentes corredores de conectividad identificados. * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z) 251
Tabla 5.13. Áreas de coberturas transformadas para los diferentes corredores de conectividad identificados. * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z) 253
Tabla 5.14. Cobertura de los diferentes corredores de conectividad identificados en relación al Marco Geoestadístico Nacional (MGN) (24 km). 253
Tabla 5.15. Área ocupada por las diferentes franjas de conectividad identificadas por departamento y municipio 257
Tabla 5.16. Área ocupada por las diferentes franjas de conectividad identificadas por cuencas 257

Tabla 5.17. Área ocupada en las diferentes franjas de conectividad identificadas por tipos de coberturas naturales 258
Tabla 5.18. Área ocupada en las diferentes franjas de conectividad identificadas por tipos de coberturas transformadas 258
Tabla 5.19. Afectación de las diferentes franjas de conectividad planteadas de acuerdo al área y grado de intensidad de cada motor de fragmentación identificado. 269

1. DESCRIPCIÓN

Los resultados que a continuación se presentan son producto de la implementación de la metodología homologada para realizar estudios de fragmentación del paisaje, motores de fragmentación y conectividad ecológica, en el ámbito regional, correspondiente a la Amazonía colombiana. Se incluye así la identificación y caracterización de procesos de fragmentación y de sus motores asociados en el territorio amazónico colombiano, así como de áreas críticas para el mantenimiento de la conectividad al interior de la región y de esta con sus vecinas (Andes y Orinoquía). Los resultados corresponden al del análisis de información documental, el procesamiento de información cartográfica y la modelación espacial de variables que permiten describir las dinámicas de transformación del paisaje amazónico, con escalas entre 1:500.000 y 1:100.000.

El ámbito de análisis (regional) está acotado por el polígono de delimitación de la región elaborado por el Sinchi, en el que se incluyen sectores transicionales entre la Amazonía y sus regiones vecinas (Andes y Orinoquía). La región cubre un total de 483.164 km^2, que representan el 42,3 % del área continental nacional (23,3% del total de Colombia) y el 6.8% de toda la gran Amazonia. Incluye totalmente los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y de manera parcial el Meta, Vichada, Nariño y Cauca.

De los procedimientos desarrollados se debe destacar que: 1) se basan en el análisis de variables cuantitativas y con atributos espaciales, lo que permite la espacialización de los resultados obtenidos, 2) los análisis consideran todos los tipos de coberturas presentes en la región, en contraposición a la perspectiva más comúnmente adoptada de analizar únicamente las coberturas boscosas (deforestación), 3) se analiza el proceso de fragmentación, considerando tanto la pérdida de extensión, como su subdivisión y el tipo de patrones espaciales que ello implica, 4) se concibe la región como un espacio heterogéneo, interpretada mediante unidades espaciales de análisis definidas a partir del cruce información relacionada con los tipos de paisajes fisiográficos presentes, el grado de fragmentación y el tipo de patrón espacial desarrollado en los diferentes tipos de coberturas presentes, y 5) quizás uno de los elementos más innovadores dentro de la propuesta y los resultados obtenidos es el uso de herramientas desarrolladas para la modelación de la distribución espacial de especies, en la identificación de variables asociadas a los procesos de fragmentación y la espacialización de los motores de fragmentación identificados.

En términos del análisis de la conectividad, es clave mencionar que el modelo de conceptual utilizado (Índice Espacial de Huella Humana, IEHH), permitió hacer una representación holística del territorio, incorporando tres dimensiones espaciales (Intensidad de uso, Vulnerabilidad, Fragmentación), que relacionan factores antrópicos en la evaluación de su funcionalidad (conectividad) ecológica. El conjunto de variables incorporadas, tomó como referente la propuesta original del IEHH, pero varió de acuerdo a la disponibilidad y actualización de la información requerida. Se prefirió la opción del uso de variables simples, buscando que los resultados obtenidos permitieran focalizar la gestión del territorio para la conservación de la conectividad sobre procesos socioeconómicos particulares.

También necesario hacer mención a las posibles restricciones que se presentaron durante su desarrollo. Dado que la metodología requiere generar una representación espacial del territorio acorde con la situación presente, la calidad de los resultados obtenidos es altamente dependiente de la calidad y actualización de la información de insumo, lo que muestra rezagos en el contexto colombiano (ej. capas de rondas hídricas y vías). Además, el gran volumen de datos a analizar, producto de la resolución espacial de los insumos y alcance geográfico de los análisis propuestos, implicó retos tecnológicos, en cuanto capacidad de procesamiento del software y el hardware disponible, que resultaron en la inversión de largos tiempo de procesamiento.

En tal sentido, una opción para optimizar próximos ejercicios de implementación de la metodología, es la disminución de la resolución máxima considerada para los insumos analizados. Otro punto a considerar en los análisis desarrollados es el actual desconocimiento del efecto de la distancia al desarrollo de dinámicas

humanas (ej. vías, asentamientos, cultivos, etc.), en la conectividad para diferentes grupos biológicos, lo que requiere de la implementación de investigación en el tema.

El documento está organizado temáticamente en cuatro (4) grandes secciones o capítulos principales, descritas a continuación en términos de sus contenidos.

En la primera se presentan los resultados de los análisis de fragmentación. Para ello, se partió de la producción de una capa correspondiente a un índice de fragmentación, construido bajo el concepto entropía y mediante el procesamiento cartografía actualizada de coberturas de la tierra para la zona de estudio (2016), en la que se diferenciaron las coberturas naturales de las transformadas. El índice de fragmentación fue clasificado en tres niveles (alto, medio y bajo), lo que permitió la descripción de los patrones espaciales generales de la región en términos de este proceso. Posteriormente, tras la intersección espacial del índice de fragmentación clasificado (alta, media y baja fragmentación) con los paisajes fisiográficos presente en la región (n = 8), se realiza un análisis estructural del paisaje para cada una de las unidades resultante. Dicho análisis incorpora métricas relacionadas con la forma y distribución de los parches de vegetación natural y transformada, permitiendo determinar los patrones espaciales de fragmentación presentes (geométrico, difuso, parche, isla). La combinación del grado de fragmentación, el paisaje fisiográfico y el patrón espacial de fragmentación de la vegetación, permitió definir 19 tipos de unidades de análisis, utilizadas con posterioridad para el análisis de los motores de fragmentación.

Dentro del conjunto de tipos de unidades se destacan en número aquellas correspondientes a procesos de fragmentación con intensidad baja (n = 8) y alta (n = 8), en comparación a las unidades definidas por procesos de fragmentación media (n = 3). En extensión, también dominan las unidades de fragmentación baja, indicando, que aún gran parte del territorio amazónico colombiano cuenta con un buen estado de conservación. Por otra parte, de los patrones espaciales de fragmentación de la vegetación se destacan por mucho el de tipo isla (82%). Dado lo anterior y la distribución de los paisajes fisiográficos en la región, no es de extrañar que la unidad de análisis con mayor cubrimiento sea el lomerío con fragmentación y patrón tipo isla (Lomerío-Baja-Isla), correspondiente en gran porcentaje a un bloque de territorio localizado en su parte centro de la región, dominado por áreas protegidas (ej. PNN Chiribiquete, PNN Cahuinarí, PNN Nukak) y resguardos indígenas (ej. Monochoa, Aduche, Nonuya de Villazul, Mirití). Las unidades fisiográficas con mayor proporción de superficie en alta fragmentación son la altiplanicie (70%) y el piedemonte (60%), predominantes en la parte noroccidental de la región, en donde se concentra la actividad humana. Los tipos de unidades, diferenciado por el grado de fragmentación, también difieren en la proporción de coberturas naturales y transformadas. Así, asociadas a las unidades con baja fragmentación es típico encontrar los bosques altos densos con diferentes regímenes de inundación, mientras que en las unidades altamente fragmentadas predominan los pastos limpios. Finalmente, el análisis espacial de la distribución probable de cada tipo de unidad, permitió identificar que en cada caso son diferentes las variables que explican de mejor manera su estructuración. El tipo de coberturas, la cercanía a centros poblados y a vías, aparecen regularmente como variables con gran poder explicativo de la distribución del conjunto de unidades de análisis.

En la segunda sección, se presentan los resultados del análisis de motores de fragmentación. Dichos análisis se fundamentan en los resultados obtenidos en la sección anterior, considerando las unidades de análisis allí definidas y las variables identificadas asociadas a los procesos de fragmentación. Específicamente, los resultados presentados corresponden a un análisis socioeconómico para la identificación, caracterización y priorización de los motores que implican fragmentación en cada unidad de análisis. Para ello, se partió del análisis de 4 factores predeterminantes en un periodo de 15 años, que han establecido las condiciones para que en la actualidad, la Amazonía colombiana esté bajo procesos de fragmentación y pérdida de conectividad: 1) una tendencia creciente de la concentración de la tierra, 2) la expansión de la ganadería mediante deforestación y apertura de frontera agrícola, 3) la baja dotación de bienes públicos y falta de afianzamiento de los factores de producción y 4) la no sostenibilidad del patrimonio natural. El análisis factores predeterminantes

y la asociación de tipos de coberturas con el desarrollo de diferentes actividades productivas permitió identificar 6 motores de fragmentación presentes actualmente en la Amazonía colombiana: 1) concentración de la tierra, 2) expansión de la frontera agrícola, 3) expansión de la ganadería, 4) consolidación de infraestructura vial, 5) explotación de recursos minero-energéticos y 6) los cultivos de uso ilícito. Cada uno, se caracterizó teniendo en cuenta sus causas (directas y subyacentes). La identificación de actividades desarrolladas por agentes particulares y causas asociadas a cada por motor, permitió la modelación de su distribución potencial.

Se observa que la distancia a vías y a centros poblados, así como el tipo de unidad (relacionadas con el grado de fragmentación), son las variables que explican la distribución de los diferentes motores y sobre las cuales se podrían desarrollar estrategias para la desarticulación de los mismos. También se determinó que existe una alta correlación entre motores (>90%), lo que denota la complejidad de las dinámicas socioeconómicas de la región. Esta información permite proponer algunos lineamientos para el diseño de estrategias o recomendaciones para la desarticulación de los motores y la prevención o mitigación de sus impactos.

Finalmente, en una tercera sección se presentan los resultados del análisis de conectividad que toman como referencia la propuesta del "Índice Espacial de Huella Humana" (IEHH), con la intensión de cuantificar, desde una perspectiva espacialmente explicita, el impacto de actividades humanas sobre la conectividad de los paisajes, en términos de la transformación de las coberturas naturales y la relación positiva de este proceso con la resistencia de los paisajes al flujo de organismos. Para ello se generaron matrices de resistencia asociadas a variables relacionadas con la transformación de las coberturas naturales: Cobertura de la tierra, distancia a vías, centros poblados y sitios de explotación de recursos no renovables, pendiente, dinámica de cambio de las coberturas y vocación de uso de los suelos, las cuales fueron combinadas en una matriz final de resistencia correspondiente al IEHH. Además, se identificaron 21 áreas núcleo, con una extensión total de 32.685.032 ha y correspondientes a amplios sectores (>4000 ha), bajo coberturas naturales al interior de áreas protegidas o resguardos indígenas, que aún están internamente conectadas y desde las cuales se puedan generar flujos de organismos.

A partir de la generación de estos dos insumos se describió el estado actual de la región, encontrando concordancia con los patrones definidos a partir de los análisis de fragmentación. Así, se identifica una zona altamente transformada, correspondiente al arco amazónico, correspondiente al piedemonte amazónico (transición con la región Andina) y las inmediaciones del AMEM. Por otra parte, en los sectores centro y sur de la región, en donde la presencia humana es mucho más reducida, se observa continuidad de sus coberturas naturales. Una gran porción de la Amazonía colombiana (67%) corresponde a áreas núcleo, lo que implica un buen estado de conservación. Sin embargo, cerca del 25% de las coberturas naturales de la región están por fuera de dichas áreas. Ahora, gran parte de estas áreas en buen estado de conservación se concentran en un gran bloque (AN1) que cubre la porción centro, sur y oriente de la Amazonía colombiana, el cual cuenta con un total de 29.995.520 ha. Sin embargo hay una porción nada despreciable del territorio (≈2.700.000 ha), repartida en el resto de áreas núcleo identificadas (n = 20), que no están conectadas entre sí y que por su tamaño pueden ser más vulnerables a los procesos de cambio.

Mediante el procesamiento de los dos insumos mencionados (matriz de resistencia y áreas núcleo) se identificaron los corredores ecológicos que presentan las mejores condiciones para conectar el conjunto de las 21 áreas núcleo. Estos corredores cubren un área toral de 1.591.315 ha, extensiones máximas de 110.534 ha. Adicionalmente, pensando en la implementación de estrategias para la consolidación de aquellos corredores entre pares de áreas núcleos, que se consideraron de vital importancia para la consolidación de la conectividad al interior de la Amazonía y de esta con los Andes y la Orinoquía, alrededor de estos se delimitaron unas franjas de conectividad entre pares de área núcleo, a partir de la distribución de cuencas y de los valores de resistencia en cada sector. Tanto franjas como corredores específicos fueron caracterizados en términos de su localización y correspondencia espacial con figuras político administrativas y cuencas hidrográficas, así como de los rangos de valores de resistencia en ellos representados y el tipo de coberturas allí presentes. Finalmente, como un

criterio técnico adicional para la eventual priorización de las franjas de conservación sobre las cuales intervenir, se estimó su grado de afectación por cada uno de los motores de fragmentación identificados previamente.

A partir del proceso de implementación de la metodología queda claro que la obtención de los resultados aquí presentados es un gran avance en el proceso de generar insumos para la adecuada toma de decisiones, para el ordenamiento del uso del territorio amazónico. Decisiones que permitan asegurar la prestación de los servicios ecosistémicos que dependen de la integridad de las coberturas naturales y el desarrollo de actividades productivas. Sin embargo, se debe tener claro que para lograr una mejor representación de los efectos que las actividades humanas tienen en el flujo de materia y energía a lo largo y ancho de la región, se requiere de la generación de información actualmente inexistente, que en algunos casos requieren desarrollar procesos de investigación a largo plazo. Así pues, se debe entender que los resultados aquí expuestos, permiten la validación de la metodología propuesta, cubriendo los requerimientos para el análisis de los procesos de fragmentación, sus motores asociados y de conectividad, en el ámbito regional. Sin embargo, también es claro que la validación de la metodología debe considerar su futura edición y complemento, como parte de un proceso a largo plazo, en el que se busque su refinamiento.

2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Considerando la conexión ecológica que la Amazonía tiene con regiones vecinas (Andina y Orinocense), y la importancia del mantenimiento de su conectividad para la prestación de servicios ecosistémicos desarrollados en cada una, para la delimitación del área de trabajo se considera un polígono que incluya ecosistemas correspondientes a las tres regiones naturales mencionadas o por lo menos a sectores transicionales entre la Amazonía y los dos restantes. En tal sentido, se seleccionó el polígono correspondiente a la Amazonía colombiana definido por el Instituto SINCHI. Lo anterior debido a que en él se incluye en su límite nororiental una gran porción del área hidrográfica Orinocense y al noroccidente, al corresponder a la línea divisora de aguas, ecosistemas de carácter andino de la vertiente oriental de la cordillera oriental (Figura 2.1).

Esta delimitación corresponde a: "*partiendo de la desembocadura del río Vichada en el Orinoco, se sigue su vega por la orilla sur. Luego con rumbo suroeste, pasa por los nacimientos de los ríos Uvá, Iteviare y Siare, hasta llegar a la boca del caño Jabón en el río Guaviare. Por el río Guaviare arriba se continúa hasta encontrar el río Ariari. Por este se sigue aguas arriba hasta la boca del río Güejar y se continúa aguas arriba hasta el nacimiento del río Sanza que se deriva de la quebrada Barrialosa y el río Peñas. Desde este punto, en línea recta con dirección occidente, hasta encontrar el río Guayabero, el cual se sigue hasta su nacimiento en el Cerro Triunfo. A partir de ahí se sigue en dirección sur, la divisoria de los ríos amazónicos hasta la frontera con Ecuador. El polígono se completa siguiendo los límites internacionales amazónicos con Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela, hasta su cierre en la desembocadura del río Vichada sobre el Orinoco*"[1]. Esta región, desde el punto de vista político administrativo cubre en su totalidad los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare y Vaupés, porciones territoriales de los departamentos de Putumayo, Meta (suroriente), Vichada (sur), Cauca (Bota Caucana) y Nariño (parte alta de los ríos Guamuez, Sucio, San Miguel y Aguarico[2].

1 2 https://www.sinchi.org.co/region-amazonica-colombiana

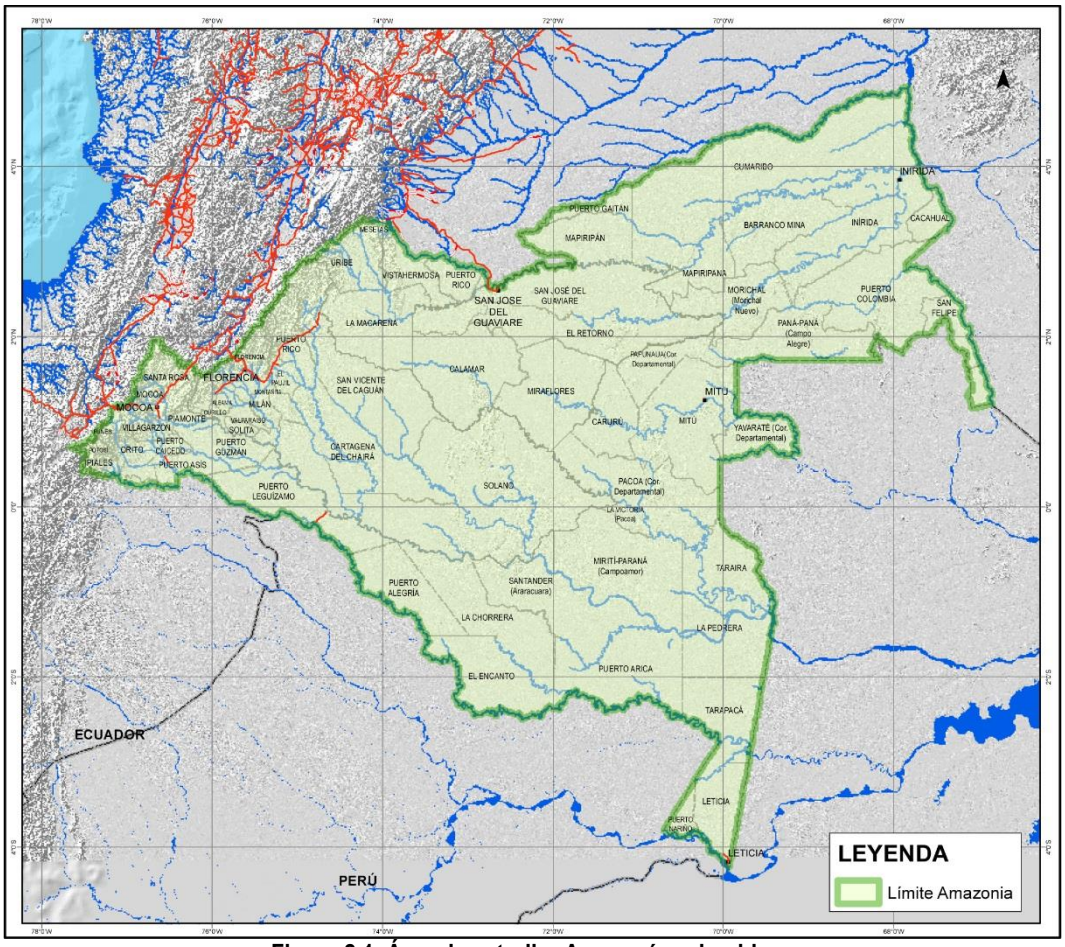


Figura 2.1. Área de estudio: Amazonía colombiana

El área de vegetación natural en la región cubre un total de 43.877.119 ha (Tabla 2.1), mientras que la transformada es de 4.545.690 ha aproximadamente. Las áreas de alta y media transformación se ubican en los departamentos de Nariño, Cauca, Putumayo, Caquetá, Guaviare y en el sur del Meta (Tabla 2.1). Dentro de las diferentes unidades fisiográficas presentes en la región, el piedemonte es la más afectada (63%), seguida de la altiplanicie y la montaña, con valores mucho más bajos (20% y 19%, en su orden). Por departamento, las áreas transformadas presentan la distribución que se presenta en la Tabla 2.2. El sur del Meta es el que presenta mayor transformación, le siguen Putumayo, Caquetá y Cauca. Por el contrario, los departamentos de Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada, presentan los menores valores de transformación.

Tabla 2.1. Área transformada según paisaje fisiográfico (en hectáreas). Fuente: Sinchi, 2018

PAISAJE	NATURAL (ha)	TRANSFORMADO (ha)	TOTAL (ha)	TRANSFORMADO (%)
Altiplanicie	733.271	183.098	916.369	20
Lomerío	22.706.788	2.900.617	25.607.405	11
Macizo	3.085.436	120.274	3.205.711	4
Montaña	1.801.968	429.381	2.231.349	19
Peniplanicie	8.617.045	91.453	8.708.498	1
Piedemonte	114.436	192.489	306.925	63
Planicie aluvial	6.818.175	628.378	7.446.553	8
Total	43.877.119	4.545.690	48.422.810	9

Tabla 2.2. Tipos de vegetación para la Amazonía colombiana por departamento, según principales paisajes fisiográficos. Fuente: Sinchi, 2018

DEPARTAMENTO/PAISAJE	NATURAL (ha)	TRANSFORMADO (ha)	TOTAL GENERAL (ha)	TRANSFORMADO (%)
AMAZONAS	10.835.975	65.265	10.901.240	0,6
Lomerío	8.266.597	26.184	8.292.781	0,3
Macizo	99.669	1.115	100.784	1,1
Planicie aluvial	2.469.709	37.966	2.507.676	1,5
CAQUETÁ	7.043.948	1.963.391	9.007.340	21,8
Altiplanicie	103.293	14.214	117.506	12,1
Lomerío	4.565.570	1.410.206	5.975.776	23,6
Macizo	905.984	1.518	907.502	0,2
Montaña	747.656	290.861	1.038.517	28,0
Piedemonte	3.861	60.873	64.734	94,0
Planicie aluvial	717.585	185.720	903.305	20,6
CAUCA	412.467	82.421	494.889	16,7
Lomerío	10.526	9.608	20.135	47,7
Montaña	382.391	49.088	431.479	11,4
Piedemonte	13.975	20.668	34.644	59,7
Planicie aluvial	5.575	3.057	8.631	35,4
GUAINÍA	7.041.950	71.022	7.112.972	1,0
Macizo	7.664	169	7.833	2,2
Peniplanicie	6.202.082	51.984	6.254.066	0,8
Planicie aluvial	832.204	18.870	851.073	2,2
GUAVIARE	4.982.299	575.008	5.557.307	10,3
Altiplanicie	68.174	22.082	90.256	24,5
Lomerío	3.202.457	425.428	3.627.885	11,7
Macizo	948.738	58.392	1.007.130	5,8
Peniplanicie	87.058	954	88.012	1,1
Planicie aluvial	675.871	68.152	744.024	9,2
META	2.384.805	952.394	3.337.199	28,5
Altiplanicie	424.636	121.444	546.079	22,2
Lomerío	1.158.035	569.343	1.727.377	33,0
Macizo	242.523	51.018	293.541	17,4
Montaña	154.214	23.777	177.992	13,4
Piedemonte	1.365	12.435	13.800	90,1
Planicie aluvial	404.032	174.378	578.410	30,1
NARIÑO	258.761	34.447	293.208	11,7
Altiplanicie	4.632	2.567	7.199	35,7
Montaña	240.874	22.160	263.035	8,4
Piedemonte	10.433	7.654	18.087	42,3
Planicie aluvial	2.822	2.065	4.887	42,3
PUTUMAYO	1.937.148	645.983	2.583.131	25,0
Altiplanicie	29	8.587	8.616	99,7
Lomerío	1.271.899	391.309	1.663.209	23,5
Montaña	276.832	43.495	320.327	13,6
Piedemonte	84.802	90.859	175.661	51,7
Planicie aluvial	303.585	111.733	415.318	26,9
VAUPÉS	5.250.967	77.831	5.328.799	1,5
Lomerío	2.391.088	25.855	2.416.944	1,1
Macizo	787.198	6.970	794.168	0,9
Peniplanicie	1.523.078	31.862	1.554.940	2,0
Planicie aluvial	549.603	13.144	562.747	2,3
VICHADA	3.728.799	77.926	3.806.726	2,0
Altiplanicie	132.506	14.205	146.711	9,7
Lomerío	1.840.615	42.683	1.883.299	2,3
Macizo	93.661	1.092	94.753	1,2

DEPARTAMENTO/PAISAJE	NATURAL (ha)	TRANSFORMADO (ha)	TOTAL GENERAL (ha)	TRANSFORMADO (%)
Peniplanicie	804.827	6.654	811.481	0,8
Planicie aluvial	857.189	13.293	870.482	1,5
TOTAL GENERAL	**43.877.119**	**4.545.690**	**48.422.810**	**9,4**

3. ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN

3.1. OBJETIVOS

- Identificar los procesos de fragmentación de las coberturas naturales
- Caracterizar los procesos de fragmentación desde los patrones espaciales de las coberturas
- Identificar y caracterizar variables asociadas a procesos de fragmentación.

3.2. RESULTADOS OBTENIDOS

3.2.1. Delimitación de las unidades de análisis de fragmentación

Si bien el área de estudio es la región amazónica colombiana delimitada por el Instituto Sinchi, para la realización de los análisis de fragmentación, esta se diferenció en tres categorías obtenidas a partir de la clasificación del índice de fragmentación calculado (Figura 3.1): a) alta fragmentación (valores del índice de fragmentación > 67), media fragmentación (valores del índice entre 34 y 66) y baja fragmentación (valores del índice < 33).

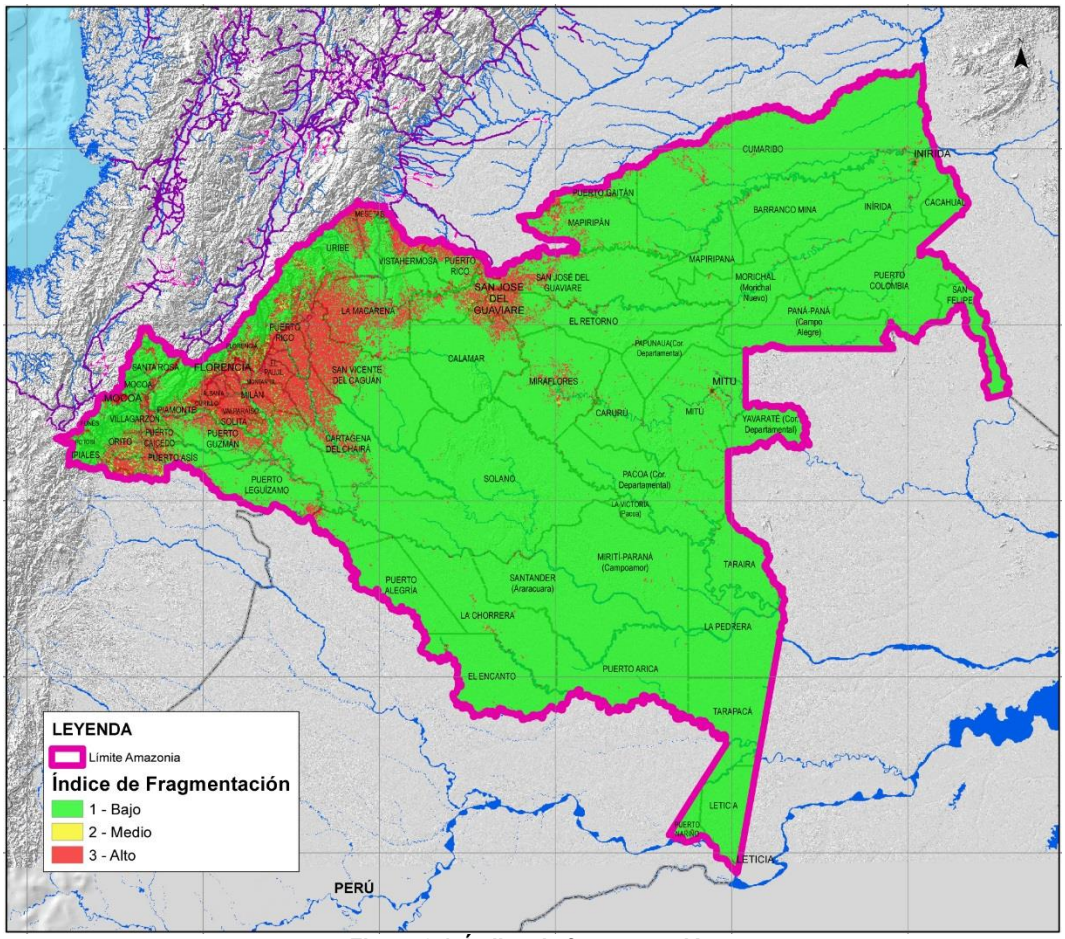


Figura 3.1. Índice de fragmentación

3.2.1.1. Caracterización espacial de los patrones de fragmentación

Para las unidades espaciales resultantes de la intersección del índice de fragmentación clasificado (Figura 3.1) y los paisajes fisiográficos presentes en la región: altiplano, altillanura, planicie aluvial, lomerío, macizo, montaña, piedemonte y peniplanicie (Figura 3.2), se hizo un análisis estructural del paisaje, con el propósito de obtener resultados cuantitativos que aporten a la definición de los patrones de fragmentación de la vegetación (Figura 3.3, Tabla 3.1). Las métricas del paisaje utilizadas para el cálculo del índice, se estimaron tanto para coberturas naturales como transformadas, pues la estructura espacial que estas dos grandes categorías, brinda la información necesaria para establecer cómo es el patrón espacial de fragmentación de la vegetación (Tabla 3.1). Con los resultados de cada métrica se estimó el índice que ayuda precisar qué tipo de patrón de fragmentación es el que se ha dado en cada zona predefinida. No obstante, no para todas las unidades se analizaron las categorías de media fragmentación, ya que el área en donde se presentó dicha categoría fue muy poca en relación al total de la unidad.

Los valores más altos están relacionados con aquellas áreas con menor grado de transformación o mejor estado de conservación, mientras que los más bajos indican espacios bastantes transformados con pequeños relictos de coberturas naturales. En este sentido, los patrones de fragmentación de tipo geométrico, parche y espina de pescado se acercan a valores más pequeños, mientras que los patrones, difuso, corredor e isla arrojaran valores más altos para las coberturas naturales (Tabla 3.1).

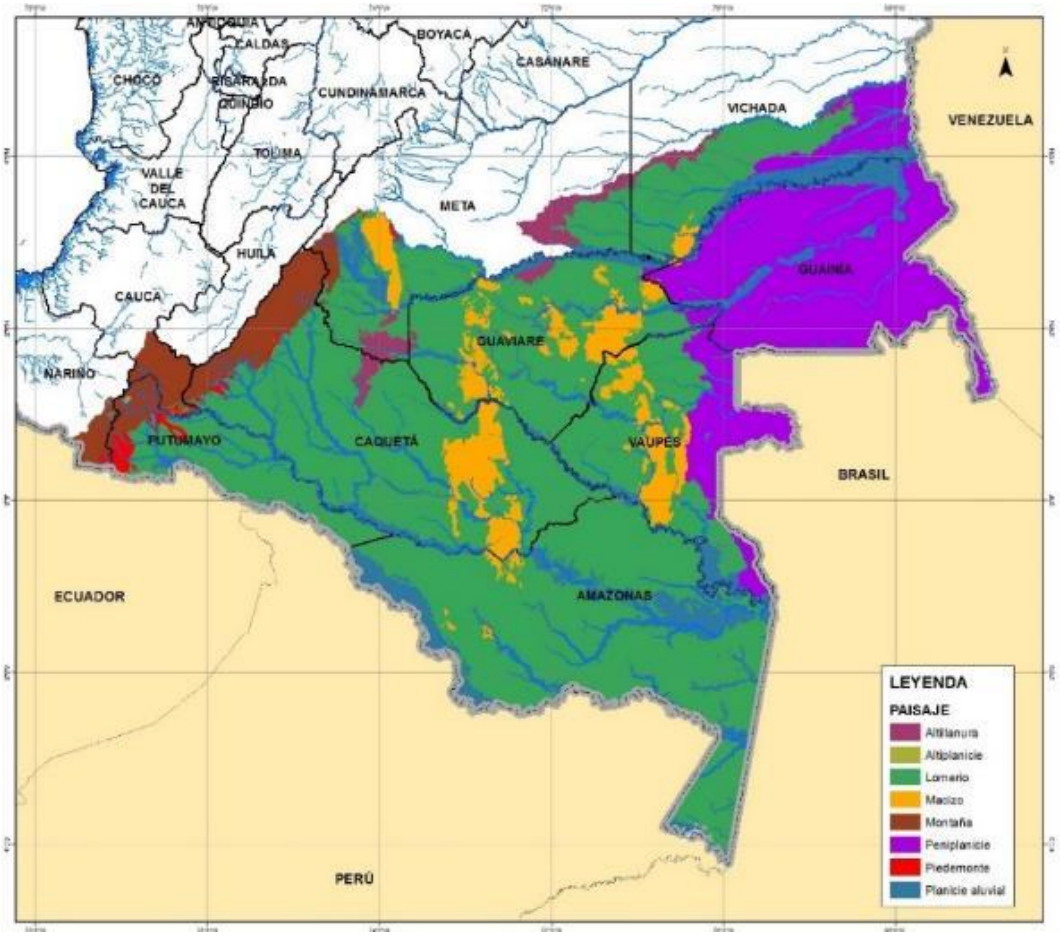


Figura 3.2. Grandes unidades fisiográficas de la Amazonía colombiana Fuente: Sinchi

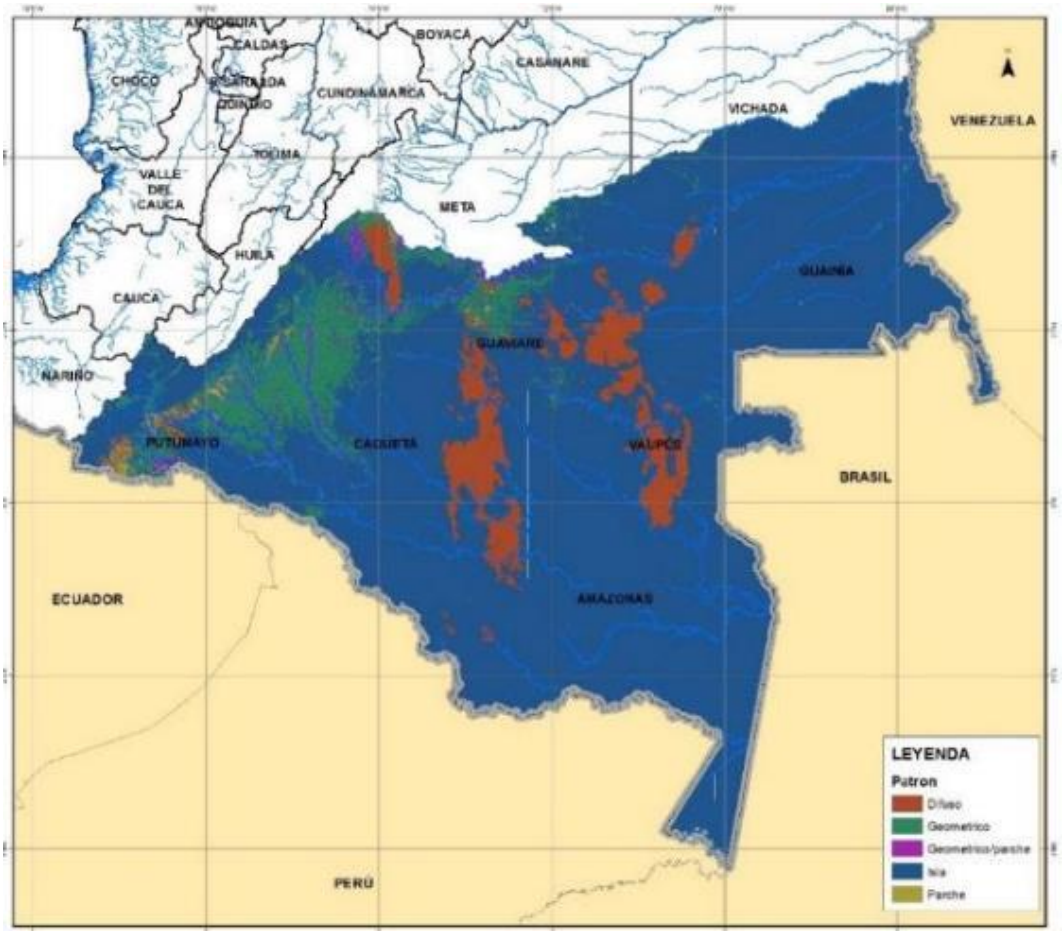


Figura 3.2. Patrones espaciales de fragmentación de la vegetación

En las zonas montañosas los grados de fragmentación son mucho más evidentes, demostrando dinámicas de transformación del paisaje relacionadas a otro tipo de uso del suelo, pues en dichas unidades el grado de fragmentación media si fue considerablemente representativo. De las ocho unidades fisiográficas, se observa que en la altiplanicie y en el piedemonte es donde más hay áreas con fragmentación alta, mientras que en el macizo, en la peniplanicie y en la planicie aluvial predominan las zonas con bajo grado de fragmentación. Los resultados de las métricas del paisaje y del índice para patrones de fragmentación, sugieren que en zonas de fragmentación alta y media predominan los patrones tipo geométrico y tipo parche, mientras que en las zonas de fragmentación baja los patrones más predominantes son los tipos difuso e isla (Tabla 3.1).

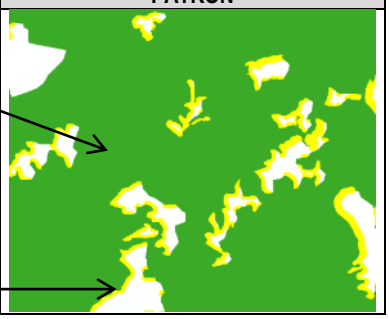
Tabla 3.1. Cálculo de indicadores espaciales para caracterización de patrones de fragmentación

UNIDAD FISIOGRAFICA	FRAGMENTACIÓN	CONDICIÓN	%	PARCHES	CIRCLE	NÚCLEO	COHESIÓN	DISTANCIA	ÍNDICE	PATRÓN
ALTIPLANO	ALTA	Natural	0.9	68.1	42.0	0.0	17.3	388.2	3.7	Geométrico/parche
		Transformado	99.1	31.9	58.0	83.6	98.5	787.0	32.1	
	BAJA	Natural	97.9	31.3	58.0	74.8	97.8	546.3	42.5	Difuso/isla
		Transformado	2.1	68.7	42.0	0.0	14.9	534.8	2.6	
ALTILLANURA	ALTA	Natural	3.1	81.2	40.8	0.0	14.71	454.8	3.1	Geométrico/parche
		Transformado	96.9	18.8	60.6	67.1	97.46	595.2	38.7	
	BAJA	Natural	99.2	14.6	55.9	89.0	99.8	301.0	77.5	Difuso/isla
		Transformado	0.8	85.4	40.9	0.0	15.4	439.5	2.9	
ALUVIAL	ALTA	Natural	4.8	75.8	41.8	0.0	28.4	470.3	5.6	Geométrico/parche
		Transformado	95.2	24.2	61.4	58.3	96.4	706.8	31.5	
	BAJA	Natural	99.6	20.5	59.3	91.6	99.9	308.9	74.9	Difuso/isla
		Transformado	0.4	79.5	41.4	0.0	16.8	473.5	2.9	
LOMERIO	ALTA	Natural	2.8	87.3	41.5	0.0	16.8	395.0	3.7	Geométrico/parche
		Transformado	97.2	12.7	61.1	75.4	99.6	592.9	40.8	
	MEDIA	Natural	9.4	59.6	41.4	0.0	17.2	637.2	3.6	Geométrico/parche
		Transformado	90.6	40.4	56.2	23.7	87.4	809.9	22.2	
	BAJA	Natural	99.6	15.1	60.3	95.9	99.8	316.3	75.4	Difuso/isla
		Transformado	0.4	85.0	41.8	0.0	17.5	383.8	3.5	
MACIZO	ALTA	Natural	4.0	78.1	41.2	0.0	20.5	442.5	4.4	Geométrico/parche
		Transformado	96.0	21.9	61.8	62.0	97.1	736.1	31.1	
	BAJA	Natural	99.8	18.0	58.0	96.1	99.8	445.3	56.8	Difuso/isla
		Transformado	0.1	82.0	41.7	0.0	16.8	415.3	3.1	
MONTAÑA	ALTA	Natural	3.8	86.6	41.4	0.0	16.8	380.6	4.0	Geométrico/parche
		Transformado	96.2	13.4	61.3	65.3	98.9	346.8	61.8	
	MEDIA	Natural	8.4	66.4	41.3	0.0	15.9	447.7	4.4	Geométrico/parche
		Transformado	91.6	33.6	58.3	25.0	90.4	551.1	32.2	
	BAJA	Natural	98.9	9.4	57.9	91.2	99.9	244.1	93.1	Difuso/isla
		Transformado	1.0	91.0	41.8	0.0	17.6	358.1	3.8	
PIE DE MONTE	ALTA	Natural	6.6	72.6	43.5	20.0	71.8	376.0	20.0	Geométrico/parche
		Transformado	93.4	27.0	58.7	70.0	98.5	327.0	63.4	
	MEDIA	Natural	11.4	66.0	42.4	0.0	18.2	380.0	6.1	Geométrico/parche
		Transformado	88.6	34.0	57.6	22.4	87.0	571.0	29.9	
	BAJA	Natural	94.4	20.0	57.6	62.7	97.8	357.6	58.6	Difuso/isla
		Transformado	5.6	80.0	42.6	0.0	19.0	355.0	5.3	
PENIPLANICIE	ALTA	Natural	6.4	75.3	41.5	0.0	19.3	478.8	4.3	Geométrico/parche
		Transformado	93.6	24.7	64.0	43.1	91.1	1220.9	17.4	
	BAJA	Natural	99.9	8.6	52.0	98.1	99.9	324.4	77.4	Difuso/isla
		Transformado	0.1	91.4	41.5	0.0	16.4	415.5	3.0	

Para todas las unidades fisiográficas que se encuentran sobre grados de fragmentación baja, los resultados de las métricas son muy similares y por lo tanto la configuración espacial de las coberturas naturales y transformadas para todas las unidades se comporta de manera muy parecida, con patrones de fragmentación tipo difuso o isla. En términos estructurales, para las zonas de fragmentación baja el comportamiento espacial de las unidades naturales y transformadas es totalmente opuesto que para las zonas de fragmentación alta. Ahí, las coberturas naturales corresponden a la matriz del paisaje, representadas en pocos fragmentos bastante cohesionados, además presentan zonas con áreas núcleos bastante grandes, casi ocupando la generalidad de su área total, pues los pocos fragmentos que las conforman, tienen formas regulares o geométricas, permitiendo

zonas núcleos grandes (Tabla 3.2). Se puede decir que el estado de conservación de las unidades con grado de fragmentación baja es bastante bueno.

Tabla 3.2. Patrón de fragmentación para unidades con fragmentación baja

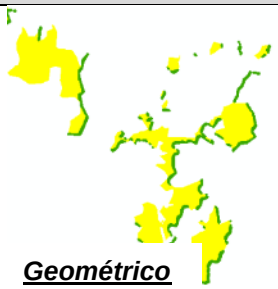
CONDICIÓN	PATRON
Natural	
Transformado	

Las coberturas transformadas dentro de grados de fragmentación baja, para la mayoría de los casos, ocupan cerca del 2% de la unidad, con un número bastante alto de fragmentos, muy distanciados entre ellos. Además, de que las formas de cada uno de los parches son muy irregulares y el tamaño de cada uno es muy pequeño, lo que genera como resultado zonas sin áreas núcleo efectivas.

3.2.1.1.1. Altiplano

En esta unidad fisiográfica los grados de fragmentación más predominantes son el bajo y el alto, los grados medios se presentaron muy poco. En las zonas de fragmentación alta las coberturas transformadas son la matriz del paisaje, se encuentran bastante cohesionadas y representadas en pocos fragmentos, con áreas efectivas muy grandes, lo cual se ve reflejado en el valor alto del índice para patrones de fragmentación (Tablas 3.3-4). Por el contrario, las coberturas naturales en estas zonas de alta fragmentación, se encuentran repartidas en muchos parches muy distanciados entre ellos y con área núcleo casi insignificantes. Las características estructurales evidenciadas, siguieren que el patrón de fragmentación en las zonas de alta fragmentación es de tipo geométrico o parche.

Tabla 3.3. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	3.7	
Transformado	32.1	***Geométrico***

En contraste, para las zonas con fragmentación baja, las coberturas naturales son la matriz del paisaje ocupando cerca del 98% de la unidad. Están representadas por pocos fragmentos, cohesionados y con áreas núcleo efectivas cercanas a su área total. Por el contrario, las coberturas transformadas representan el 2% de la unidad, con pocos parches muy distanciados y formas irregulares, indicando un patrón de fragmentación de tipo isla (Figura 3.4). Se podría decir que el estado de conservación de dicha unidad es bastante bueno.

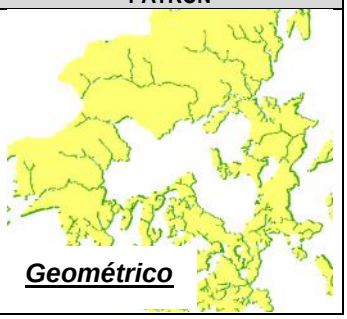
Tabla 3.4. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-baja

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	42.5	
Transformado	2.6	

3.2.1.1.2. Altillanura

En la unidad fisiográfica de altillanura los grados de fragmentación media se presentaron muy poco, mientras que la fragmentación alta predomina notablemente después de la baja. Las coberturas transformadas son las que más área ocupan dentro de la clasificación de fragmentación alta (96.9%), siendo la matriz del paisaje, con pocos parches y con áreas efectivas muy grandes, lo cual se ve reflejado en el valor alto del índice para patrones de fragmentación. Por su parte, las coberturas naturales ocupan cerca de 3% del paisaje, pero con un número de fragmentos bastante alto y considerablemente distanciados entre ellos, arrojando como resultado un valor de índice muy pequeño (Tabla 3.5). Las métricas del paisaje, los valores bajos del índice para coberturas naturales y altos para coberturas transformadas, más la muestra espacial de los relictos naturales vs transformado, sugiere que en las zonas con alto grado de fragmentación dentro de las unidades de altiplano, el patrón de fragmentación es geométrico.

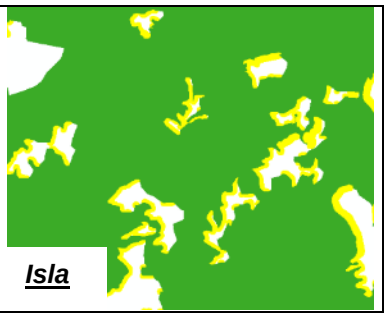
Tabla 3.5. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	3.1	
Transformado	38.7	

Para las zonas con fragmentación baja las coberturas naturales ocupan el 99% de la unidad, representadas en muy pocos fragmentos cercanos unos a otros y bastante cohesionados. Por el contrario, las coberturas transformadas, presentan el 85% de los fragmentos, que están muy distanciados y con formas muy irregulares. Se puede decir que el estado de conservación de esta unidad es bastante bueno y que el patrón de fragmentación es tipo isla (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Patrón de fragmentación para altiplano fragmentación-baja

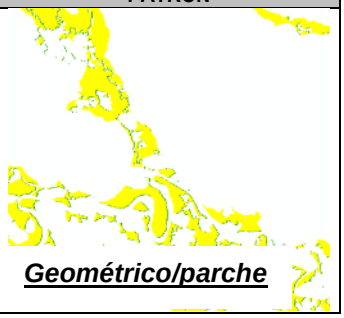
CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	77.5	

Transformado	2.85	

3.2.1.1.3. Planicie planicie-aluvial

Al igual que en el altiplano, en la planicie aluvial las áreas fragmentadas altas son las más predominantes. Dentro de dichas zonas, las coberturas transformadas ocupan la mayor área con cerca del 95% del paisaje, siendo la matriz de este y dejando algunos remanentes de espacios naturales, representados en muchos fragmentos y con áreas núcleo casi insignificantes. Según los resultados de las métricas y los cálculos de los índices, esta unidad presenta un patrón geométrico o parche (Tabla 3.7).

Tabla 3.7. Patrón de fragmentación para planicie-aluvial fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	5.65	
Transformado	31.54	

Como se menciona al principio de los resultados, las partes con fragmentación baja se caracterizan por tener un buen estado de conservación, en donde las coberturas naturales son la matriz del paisaje y las coberturas transformadas se presentan en muchos fragmentos con muy poca área y distanciados entre ellos, generando un efecto de huecos aislados entre una matriz natural. Por lo anterior, el patrón de fragmentación para dicha unidad se define como tipo isla (Tabla 3.8).

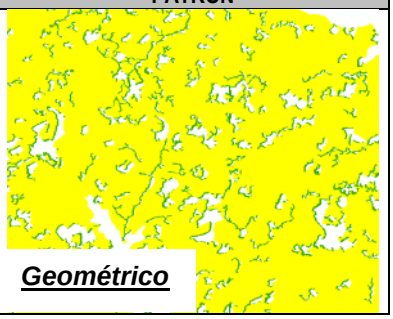
Tabla 3.8. Patrón de fragmentación para planicie-aluvial fragmentación-baja

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	74.8	
Transformado	2.89	

3.2.1.1.4. Lomerío

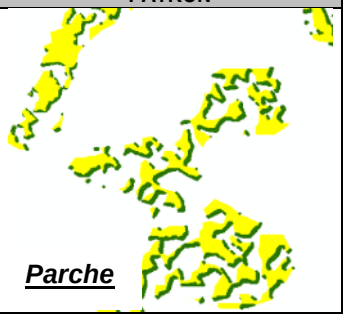
En esta unidad fisiográfica el grado de fragmentación alto también es el más predominante después del bajo, sin embargo el grado medio también se presenta dentro del paisaje con un área considerable, por lo que fue pertinente estimar los resultados de estructura del paisaje. En las partes con alto grado de fragmentación, las coberturas transformadas predominan notoriamente con casi el 97% del paisaje, siendo la matriz del paisaje con muy pocos parches y bastante cohesionada, por su parte las coberturas naturales están representados con muchos fragmentos que suman cerca del 2% del paisaje y que se encuentran muy distanciados unos de otros. Los valores altos del índice de patrón de fragmentación en coberturas transformadas y bajos para coberturas naturales, evidencia que el patrón de fragmentación puede estar asociado al tipo geométrico (Tabla 3.9).

Tabla 3.9. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	3.74	
Transformado	40.84	

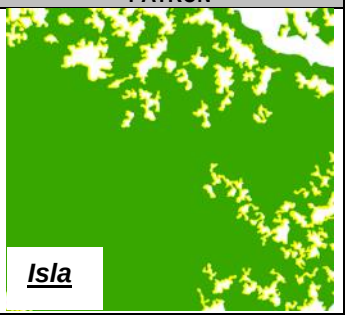
En las zonas de fragmentación media para esta unidad fisiográfica, las coberturas naturales se presentan ocupando cerca del 9% del paisaje. La descripción estructural es muy similar a la de la zona de fragmentación alta, ya que se evidencia un paisaje dominado por una matriz transformada y con algunos relictos de coberturas naturales dispersos a los largo del territorio. No obstante, en cuanto al número de parches, tanto las coberturas naturales como las transformadas tienen una cantidad muy parecida, lo que podría ser un criterio para considerar este patrón de fragmentación como tipo parche (Tabla 3.10).

Tabla 3.10. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-media

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	3.64	
Transformado	22.25	

En las zonas de fragmentación baja en las unidades de lomerío, las coberturas naturales son la matriz del paisaje, llegando a ocupar cerca del 100% de la unidad, mientras que las coberturas transformadas tienen muy poca área y se encuentran muy separadas entre ellas. Las características estructurales de esta unidad, indican que el patrón de fragmentación puede ser tipo isla (Tabla 3.11).

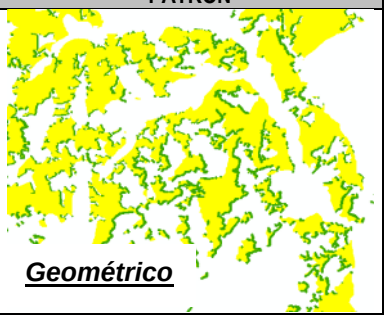
Tabla 3.11. Patrón de fragmentación para lomerío fragmentación-baja

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	75.4	
Transformado	3.49	

3.2.1.1.5. Macizo

En esta unidad fisiográfica el grado de fragmentación que más predomina es el bajo, sin embargo también se presentan áreas con grado de fragmentación alto, ubicadas específicamente en el departamento del Meta en los municipios de Mesetas y Vistahermosa y en el departamento del Guaviare en la parte norte del municipio de Calamar. En las zonas con fragmentación alta, predominan las coberturas transformadas siendo la matriz del paisaje con pocos fragmentos, cercanos entre ellos y muy cohesionados. Mientras que las coberturas naturales, están representadas por muchos parches, muy distanciados entre ellos y sin áreas núcleo efectivas significantes. Lo anterior permite evidenciar un patrón de fragmentación tipo geométrico (Tabla 3.12).

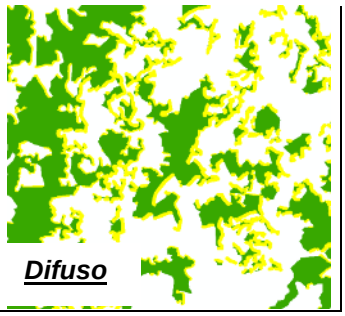
Tabla 3.12. Patrón de fragmentación para macizo fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	4.47	
Transformado	31.12	

Al igual que en las otras unidades de análisis, en las zonas con bajo grado de fragmentación, las coberturas naturales son la matriz del paisaje, mientras que las coberturas transformadas tienen muy poco área pero en muchos fragmentos. No obstante, la distancia entre parches transformados no es muy grande, por lo cual el patrón de fragmentación tiende a ser más tipo difuso. Lo anterior demuestra que las zonas de fragmentación no están repartidas aleatoriamente por toda la unidad sino que están concentradas en áreas específicas. (Tabla 3.13).

Tabla 3.13. Patrón de fragmentación para macizo fragmentación-baja

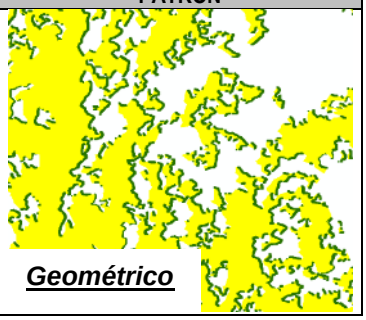
CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	56.76	

Transformado	3.15	

3.2.1.1.6. Montaña

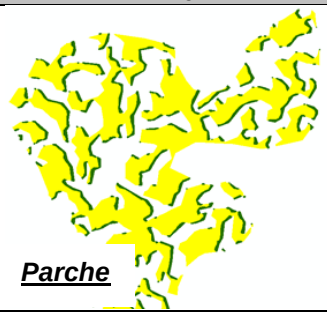
Esta unidad fisiográfica se comporta muy parecida que la unidad de lomerío, pues además de registrar zonas con grados altos y medios de fragmentación, las coberturas naturales y transformadas tienen las mismas características estructurales. En las partes con alto grado de fragmentación, las coberturas transformadas predominan notoriamente con casi el 96% del paisaje, y por su parte las coberturas naturales están representadas con muchos fragmentos que suman cerca del 4% del paisaje. Los valores altos del índice de patrón de fragmentación, en coberturas transformadas y bajos para coberturas naturales, evidencian que el patrón de fragmentación puede estar asociado al tipo geométrico (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	4.05	
Transformado	61.78	

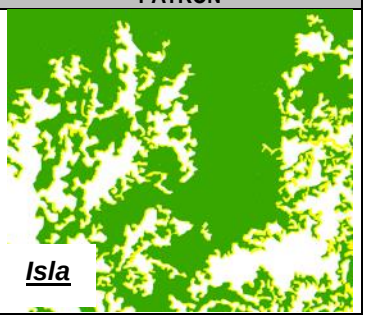
En las zonas de fragmentación media, para esta unidad fisiográfica, las coberturas naturales se ocupan cerca del 8% del paisaje. La descripción estructural es muy similar a la de la zona de fragmentación alta, ya que se evidencia un paisaje dominado por una matriz transformada y con algunos relictos de coberturas naturales dispersos a lo largo del territorio. No obstante, en cuanto al número de parches, tanto las coberturas naturales como las transformadas tienen una cantidad muy parecida, lo que podría ser un criterio para considerar este patrón de fragmentación como tipo parche (Tabla 3.15).

Tabla 3.15. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-media

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	4.37	
Transformado	32.20	

En las zonas con grado de fragmentación baja, las coberturas naturales son la matriz del paisaje y se encuentran bastante cohesionadas con área núcleos muy grandes. De todos los fragmentos, casi el 90% corresponden a transformados, los cuales tienen áreas muy pequeñas y bastante distanciados entre ellos, lo que genera un patrón de fragmentación tipo isla (Tabla 3.16).

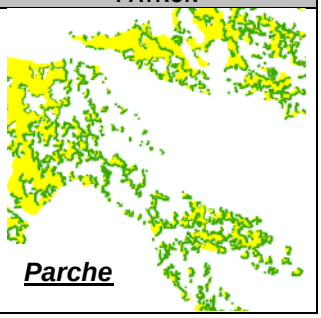
Tabla 3.16. Patrón de fragmentación para montaña fragmentación-baja

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	93.37	
Transformado	3.81	

3.2.1.1.7. Piedemonte

Esta unidad, al igual que las otras relacionadas con geoformas pendientes, como los lomeríos y unidades montañosas, presentan grados de fragmentación alta y media. Las coberturas transformadas predominan notoriamente, tanto en las partes de media como de alta fragmentación, siendo la matriz del paisaje, estando muy cohesionadas. Para el caso de la fragmentación alta, el índice de patrones para coberturas naturales es el más alto de todos (20.01), lo que podría interpretarse como áreas con patrones tipo parche o espina de pescado; sin embargo, el mismo índice, pero para coberturas transformadas es bastante alto también, lo que quiere decir que las diferentes formas de uso se encuentran bastantes conectadas, poco distanciadas entre ellas y con áreas efectivas bastante grandes (Tabla 3.17).

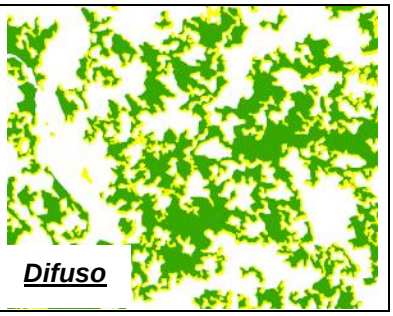
Tabla 3.17. Patrón de fragmentación para piedemonte fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	20.01	
Transformado	63.45	

En las zonas del piedemonte con un grado de fragmentación bajo, las coberturas naturales también son la matriz del paisaje, mientras que las transformadas están muy poco representadas, pero con un número de parches bastante alto, pues cerca del 80% corresponde a parches de origen antrópico. El patrón de fragmentación es de tipo difuso (Tabla 3.18).

Tabla 3.18. Patrón de fragmentación para piedemonte fragmentación-baja

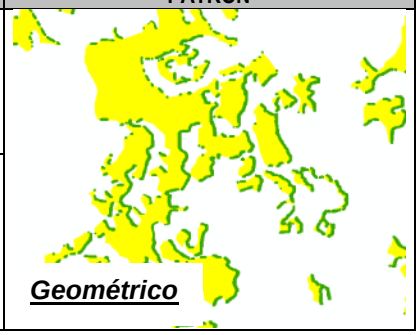
CONDICIÓN	INDICE	PATRON

Natural	51.01	
Transformado	5.31	

3.2.1.1.8. Peniplanicie

En esta unidad, las zonas de fragmentación alta son las que más predominan y dentro de estas, las coberturas transformadas ocupan cerca del 93% del paisaje. Por su parte, las coberturas naturales ocupan solo el 6.4% del territorio, tienen casi el 75% de todos los fragmentos y estos se encuentran muy dispersos, distanciados unos de otros. El valor bajo del índice de patrón de fragmentación para coberturas naturales sugiere que el patrón es tipo geométrico (Tabla 3.19).

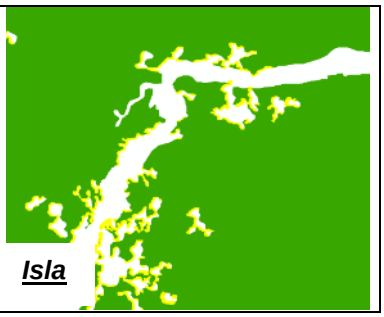
Tabla 3.19. Patrón de fragmentación para peniplanicie fragmentación-alta

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	4.17	
Transformado	17.40	

El patrón de para zonas de baja fragmentación, en la unidad de peniplanicie, es tipo isla (Tabla 3.20), pues además de que las coberturas naturales son la matriz del paisaje, con un buen estado de conservación, las coberturas transformadas se encuentran representadas con un número de fragmentos bastante grande y se encuentran considerablemente separadas entre sí.

Tabla 3.20. Patrón de fragmentación para peniplanicie fragmentación-baja

CONDICIÓN	INDICE	PATRON
Natural	77.4	

Transformado	3.0	

3.2.1.1.9. Distribución de los tipos de patrones de fragmentación

La distribución de los diferentes tipos de patrones de espaciales por grado de fragmentación es posible decir que: el 11,2% del paisaje está en alta (equivalente a 4.234.374 hectáreas), el 88,6% está en baja (correspondiente a 33.370.593 hectáreas) y el 0,2% está en media (es decir 61.996 hectáreas) (Tabla 3.1). Según los patrones de fragmentación identificados (difuso, geométrico, geométrico/parche, isla y parche), el 82,1% del paisaje amazónico tiene fragmentación tipo isla, seguido del geométrico con el 9,2% y el difuso con el 6,5%, siendo la fragmentación tipo parche la que participa apenas con el 0,6%. Por departamentos, esta distribución se presenta en la tabla 3.21.

Tabla 3.21. Distribución del tipo de fragmentación y patrón de fragmentación por Departamento

DEPARTAMENTO/TIPO DE FRAGMENTACIÓN	PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN (ha)					
	DIFUSO	GEOMÉTRICO	GEOMÉTRICO/ PARCHE	ISLA	PARCHE	TOTAL
AMAZONAS	99.716	25.622	36.065	10.736.920		10.898.323
Alta		25.622	36.065			61.687
Baja	99.716			10.736.920		10.836.636
CAQUETÁ	908.958	1.592.581	178.564	6.097.120	91.602	8.868.824
Alta		1.592.280	178.564		61.392	1.832.235
Baja	908.958			6.097.120		7.006.078
Media		301			30.210	30.511
CAUCA	14.337	57.513	2.676	399.132	20.526	494.185
Alta		57.171	2.676		20.207	80.054
Baja	14.337			399.132		413.470
Media		343			319	661
GUAINÍA	264	49.453	16.611	2.802.277		2.868.606
Alta		49.453	16.611			66.064
Baja	264			2.802.277		2.802.541
GUAVIARE	412.202	474.406	60.944	2.363.495	7.096	3.318.142
Alta		474.406	60.944			535.349
Baja	412.202			2.363.495		2.775.697
Media					7.096	7.096
META	200.228	694.731	166.979	1.657.862	15.393	2.735.193
Alta		694.649	166.979		12.557	874.185
Baja	200.228			1.657.862		1.858.091
Media		82			2.836	2.918
NARIÑO	11.122	25.290	1.775	250.568	5.884	294.638
Alta		24.078	1.775		5.765	31.618
Baja	11.122			250.568		261.690
Media		1.212			118	1.330
PUTUMAYO	87.047	427.194	104.176	1.855.014	97.587	2.571.017
Alta		422.148	104.176		83.660	609.984
Baja	87.047			1.855.014		1.942.061

DEPARTAMENTO/TIPO DE FRAGMENTACIÓN	PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN (ha)					
	DIFUSO	GEOMÉTRICO	GEOMÉTRICO/ PARCHE	ISLA	PARCHE	TOTAL
Media		5.045			13.926	18.972
VAUPÉS	603.711	58.383	10.679	2.899.965	127	3.572.865
Alta		58.383	10.679			69.062
Baja	603.711			2.899.965		3.503.676
Media					127	127
VICHADA	93.726	62.414	11.722	1.876.928	381	2.045.171
Alta		62.414	11.722			74.136
Baja	93.726			1.876.928		1.970.654
Media					381	381
TOTAL	2.431.311	3.467.586	590.190	30.939.282	238.595	37.666.964

3.2.1.1.10. Algunas reflexiones sobre los patrones de fragmentación detectados

En términos generales, los resultados de las métricas del paisaje como el índice calculado para patrones de fragmentación, muestran que dentro de las zonas de alta y media fragmentación, los principales patrones son los tipo geométrico y tipo parche, que se relacionan estrechamente con altos grados de transformación del territorio, que se ven reflejados en una representación muy baja de las coberturas naturales en un número de parches bastante alto, muy dispersos y muy irregulares. Mientras que las coberturas transformadas se comportan como la matriz del paisaje, con área efectivas muy grandes, muy cercanas entre ellas y muy cohesionadas.

Ahora, al observar los mapas de fragmentación a través coberturas naturales vs transformadas, se evidencia que en las zonas transicionales entre las grandes áreas en buen estado de conservación y las altamente transformadas (zonas de fragmentación media), existen patrones de fragmentación relacionados con los tipos difuso y espina de pescado. Sin embargo, esto no se evidencia tan claramente en los resultados cuantitativos, lo que se debe principalmente a que el índice de fragmentación fue clasificado manualmente tratando de repartir los resultados según la afectación por la fragmentación y no según clasificaciones estadísticas, que reparten los datos según la cantidad y dispersión de estos. Lo anterior, implica que hay muy pocas áreas en zonas de fragmentación media, y consecuentemente pocas unidades de análisis con este tipo de fragmentación, y que por lo tanto los patrones de fragmentación asociados no son abundantes, y consecuentemente tampoco lo son los patrones de espina de pescado y difuso.

Para todas las unidades de análisis con un grado de fragmentación bajo, la configuración espacial de las coberturas naturales y transformadas presentan características muy parecidas, lo que genera como resultado patrones de fragmentación tipo isla y difuso, pues las coberturas de origen humano se presentan dentro del paisaje con áreas muy pequeñas, representadas en muchos fragmentos que se pueden encontrar separados o cercanos entre sí. Esta última característica, fue determinante para poder diferenciar entre patrón tipo isla y difuso.

Utilizar otras unidades de análisis diferente al grado de fragmentación podría evidenciar de mejor manera los diferentes patrones de fragmentación, pues es evidente que en las zonas donde se observa la transición entre expansión de la frontera agropecuaria y las áreas en buen estado de conservación, existen patrones relacionados con eventos medios de transformación como lo son los de tipo isla, corredor y difuso. Para definir exactamente el patrón de fragmentación que tiene un área específica, se deben analizar conjuntamente los valores cuantitativos de cada métrica calculada y el índice propuesto, tanto para las coberturas naturales como para las de origen humano, pues dichas medidas son valores que por definición se deben comportar opuestamente para lo natural y transformado. En este sentido, los valores más altos para las coberturas naturales indican patrones relacionados con menor intervención como los son el tipo isla, corredor o difuso, mientras que los valores más pequeños pueden indicar patrones tipo geométrico, parche o espina de pescado.

Además de lo anterior, también es importante tener en cuenta los mapas de coberturas naturales vs transformadas ya que brindan información gráfica de cada patrón.

Los diferentes patrones de fragmentación están estrechamente relacionados con la intervención humana. Patrones como el tipo geométrico o parche se relacionan con zonas altamente intervenidas, en donde los patrones de fragmentación son más altos, mientras que los patrones tipo isla se presentan en zonas donde la intervención humana es muy poca y en donde por lo tanto los índices de fragmentación son bajos. En este sentido, a continuación se analiza la relación entre unidades fisiográficas y fragmentación y posteriormente entre la fragmentación y las diferentes formas de intervención del territorio, analizadas a través de las coberturas de la tierra.

3.2.1.2. Unidades finales de análisis de fragmentación

Las unidades finales de análisis corresponden al resultado del cruce espacial entre las unidades fisiográficas, el grado de fragmentación y los patrones de fragmentación (Figura 3.4) y son el insumo principal para identificar las variables asociadas a los procesos de fragmentación bajo condiciones ambientales particulares y elaborar los análisis de motores de fragmentación. Esto, bajo la consideración que las actividades humanas están condicionadas por el tipo de ambiente (fisiografía) existente y que su desarrollo genera grados particulares de fragmentación, asociados a patrones espaciales específicos, como se ha analizado en la sección anterior. Antes de presentar a la evaluación de motores, es importante analizar los resultados de los cruces y cómo se relacionan los factores que definen las unidades.

Se obtuvieron un total de 19 tipos diferentes de unidades (Tabla 3.22). La de mayor extensión corresponde a lomeríos con fragmentación baja y patrón de isla (19.699.111 ha, 52%). Esta unidad está dominada enteramente por coberturas naturales, particularmente por bosques densos altos de tierra firme (Figura 3.5). La dominancia de este tipo de unidad, se relaciona con el hecho que el paisaje fisiográfico de lomerío es el predominante en el paisaje amazónico colombiano (22.423.607 ha). Por su parte, el bajo grado de fragmentación de esta unidad, se puede asociar a su localización sobre la parte centro y sur de la región, la más alejada de la frontera de expansión agrícola y en donde grandes extensiones del territorio están bajo figuras de PNN y resguardos indígenas, que permiten el mantenimiento de las coberturas naturales (ver sección: áreas núcleo en los análisis de conectividad).

Tabla 3.22. Extensión de las unidades de análisis espacial por tipo de cobertura

UNIDAD DE ANÁLISIS	NATURAL		TRANSFORMADO		TOTAL
	ÁREA (HA)	%	ÁREA (HA)	%	GENERAL
Lomerío-Baja-Isla	19,682,246	100	16,866	0	19,699,111
Aluvial-Baja-Isla	4,781,631	100	5,573	0	4,787,204
Peniplanicie-Baja-Isla	4,220,053	100	473	0	4,220,525
Lomerío-Alta-Geométrico	13,146	0	2,678,942	100	2,692,088
Macizo-Baja-Difuso	2,313,817	100	923	0	2,314,740
Montaña-Baja-Isla	1,797,148	100	5,617	0	1,802,766
Aluvial-Alta-Geométrico/parche	3,504	1	586,685	99	590,190
Altillanura-Baja-Isla	424,310	100	736	0	425,046
Montaña-Alta-Geométrico	3,167	1	390,701	99	393,868
Piedemonte-Alta-Parche	990	1	182,592	99	183,582
Altillanura-Alta-Geométrico	709	0	164,178	100	164,887
Piedemonte-Baja-Difuso	115,012	99	1,559	1	116,571
Macizo-Alta-Geométrico	403	0	112,015	100	112,419
Peniplanicie-Alta-Geométrico	128	0	85,922	100	86,050
Lomerío-Media-Parche	107	0	32,301	100	32,408
Montaña-Media-Parche	34	0	22,571	100	22,605
Altiplanicie-Alta-Geométrico	32	0	11,260	100	11,292
Piedemonte-Media-Geométrico		0	6,983	100	6,983

UNIDAD DE ANÁLISIS	NATURAL		TRANSFORMADO		TOTAL GENERAL
	ÁREA (HA)	%	ÁREA (HA)	%	
Altiplanicie-Baja-Isla	4,589	99	40	1	4,630

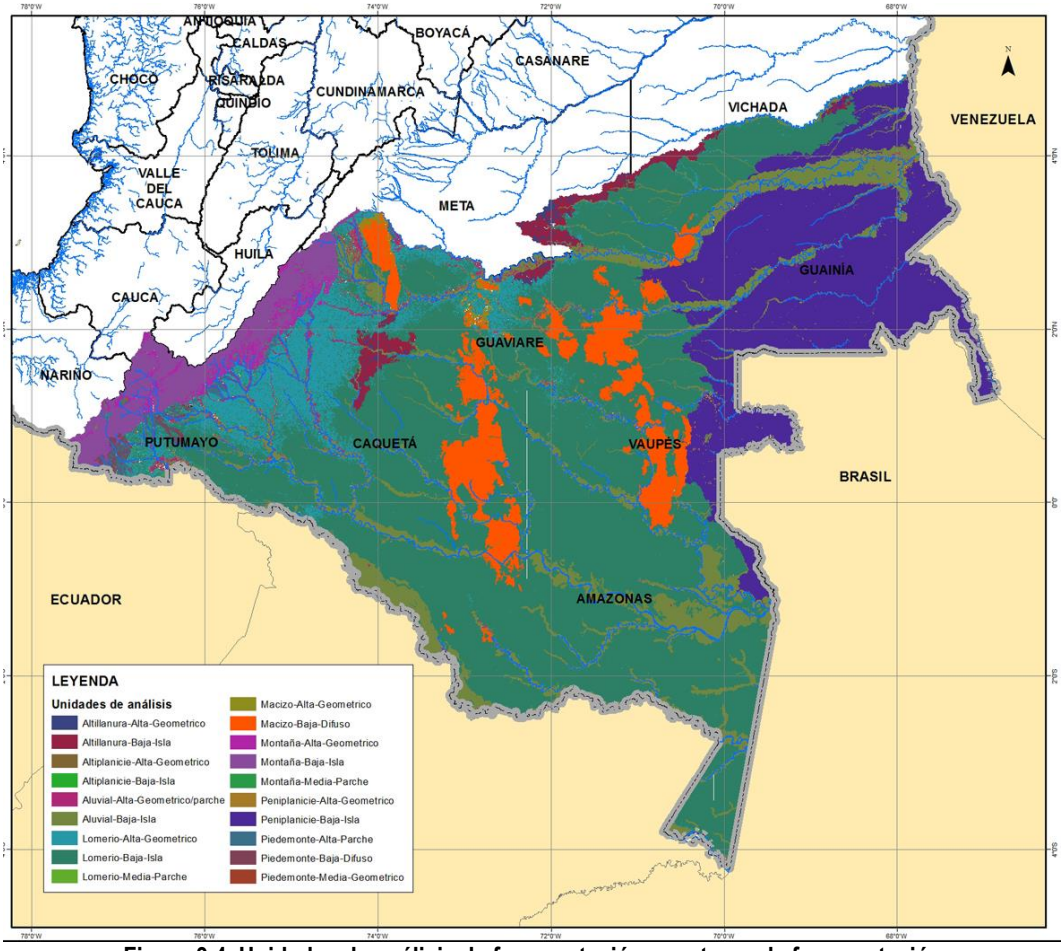


Figura 3.4. Unidades de análisis de fragmentación y motores de fragmentación

El segundo y tercer tipo de unidades con mayor extensión, corresponden a sectores aluviales y de peniplanicie, ambos con fragmentación baja y patrón tipo isla. En extensión estas unidades corresponden al 24% y al 13% del tipo de unidad de mayor cobertura (Tabla 3.24). Ambas unidades se encuentran dominadas por coberturas naturales, particularmente por bosques densos altos de tierra firme, lo que nuevamente evidencia la importancia, de este tipo de cobertura en la región amazónica (Figura 3.25).

Tan sólo tres unidades adicionales presentan áreas superiores al millón de hectáreas, cada una en una unidad fisiográfica diferente (lomerío, macizo y montaña, en orden de extensión) (Tabla 3.24). La unidad sobre lomeríos, presenta fragmentación alta, mientras que las otras dos presentan bajos niveles de transformación. Las tres unidades presentan patrones espaciales diferentes: geométrico, difuso e isla, respectivamente. De estas tres unidades, la única que es dominada por coberturas transformadas, es la asociada a lomeríos (la de mayor tamaño), en donde abundan los pastos limpios (Figura 3.5). En los otros dos casos las coberturas dominantes son los bosques altos de tierras firmes, confirmando la dominancia de este tipo de coberturas (Figura 3.5).

El tipo de unidad con menor área corresponde a sectores de montaña con fragmentación media y patrón tipo parche (4.629 ha). Este tipo de unidad también está dominado casi enteramente por coberturas naturales (99%) (Tabla 3.6), particularmente herbazales densos de tierra firme con arbustos (Figura 3.5). Cabe mencionar que la única cobertura de carácter transformada dentro de este tipo de unidad son los bosques fragmentados con vegetación secundaria, que dentro de la categoría de transformado es de las categorías con menor nivel de intervención.

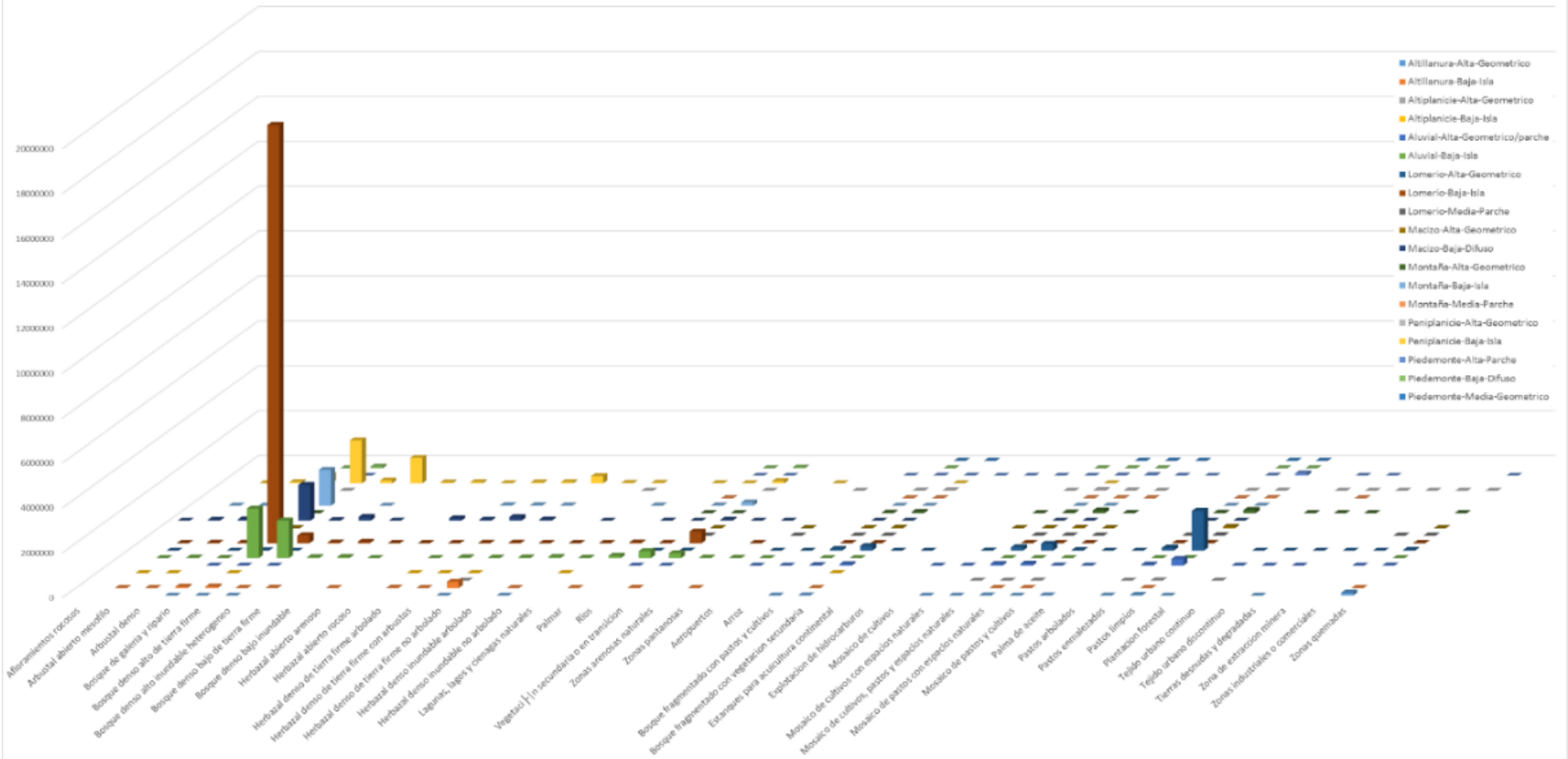


Figura 3.5. Tipos de coberturas (naturales y transformadas) por tipo de unidad de análisis identificada en la Amazonía

Al generar el cruce de unidades fisiográficas contra los grados de fragmentación, se observa que no todas las unidades presentan zonas con grados de fragmentación media (Figura 3.6, Tabla 3.23), evidenciando un contraste muy marcado en los procesos de transformación del territorio, en donde la expansión de la frontera agropecuaria se da de una manera uniforme.

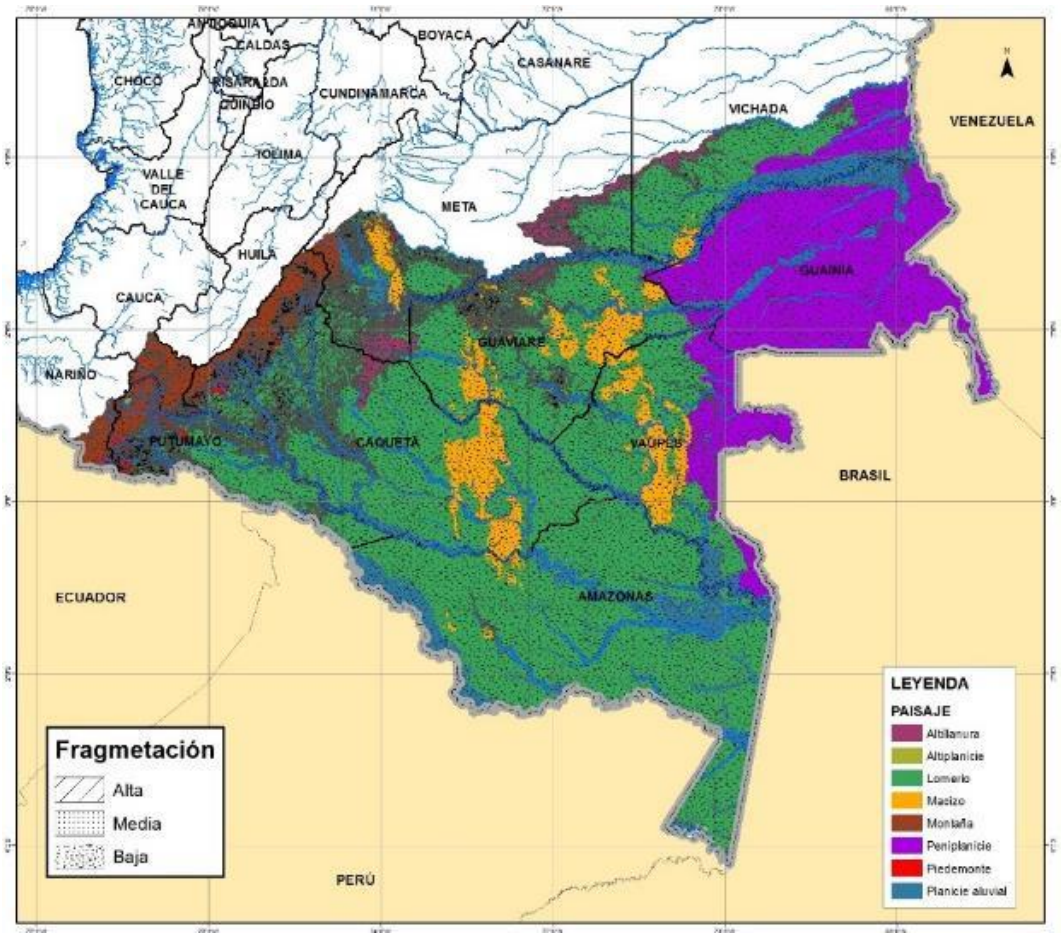


Figura 3.6. Mapa de unidades fisiográficas y grados de fragmentación

Tabla 3.23. Relación entre unidades, fragmentación, patrones y áreas.

UNIDAD FISIOGRÁFICA	FRAGMENTACIÓN	TOTAL	PORCENTAJE
Altillanura	Alta	164.886	27,95
	Baja	425.046	72,05

UNIDAD FISIOGRÁFICA	FRAGMENTACIÓN	TOTAL	PORCENTAJE
	Total Altillanura	**589.933**	**100**
Altiplanicie	Alta	11.291	70,92
	Baja	4.629	29,08
	Total Altiplanicie	**15.921**	**100**
Aluvial	Alta	590.189	10,98
	Baja	4.787.203	89,02
	Total Aluvial	**5.377.393**	**100**
Lomerío	Alta	2.692.087	12,01
	Baja	19.699.111	87,85
	Media	32.408	0,14
	Total Lomerío	**22.423.607**	**100**
Macizo	Alta	112.418	4,63
	Baja	2.314.740	95,37
	Total Macizo	**2.427.158**	**100**
Montaña	Alta	393.867	17,75
	Baja	1.802.765	81,23
	Media	22.604	1,02
	Total Montaña	**2.219.238**	**100**
Peniplanicie	Alta	86.049	2,00
	Baja	4.220.525	98,00
	Total Peniplanicie	**4.306.575**	**100**
Piedemonte	Alta	183.581	59,77
	Baja	116.571	37,95
	Media	6.983	2,27
	Total Piedemonte	**307.135**	**100**

Las unidades fisiográficas más transformadas son las de altiplanicie y piedemonte y por lo tanto en donde predominan los grados de fragmentación alta. Para la primera, este grado de fragmentación ocupa cerca del 70% de la unidad y para la segunda aproximadamente el 60%. Por su parte, las unidades menos transformadas son el macizo y la peniplanicie y las que tienen menor área con grados de fragmentación alta. Para la primera este grado de fragmentación ocupa cerca del 4% de la unidad y para segunda el 2%. En este sentido, en cuanto a patrones de fragmentación, en las unidades de altiplanicie y piedemonte, predominan los patrones tipo geométrico, mientras que en las unidades de macizo y la peniplanicie los patrones predominantes son tipo isla.

Las unidades fisiográficas con grados de fragmentación media, son el lomerío, la montaña y el piedemonte; inicialmente el resto de unidades también presentaron este grado de fragmentación, pero en fragmentos menores a 25 ha, por lo que para la escala de trabajo fueron pequeña zonas que se no se tuvieron en cuenta para los análisis finales y fueron generalizados dentro los otros tipo de grados de fragmentación y patrones. Sin embargo, se puede evidenciar que para el lomerío, la montaña y el piedemonte, dichos grados están poco representados; para la primera es cerca del 0.15% de la unidad, para la segunda aproximadamente el 1% y para la última el 2.27%. Estos grados de fragmentación son un punto interesante de análisis, pues el lomerío y la montaña presentan grados de fragmentación alta, cercanas al 15% de la unidad, y baja de aproximadamente el 80%, lo que refleja un estado intermedio en los procesos de intervención y fragmentación del territorio. En este sentido, los grados de fragmentación media son la evidencia de zonas que están en procesos de intervención y transformación de los espacios naturales, como lo evidencia el tipo de coberturas representadas (Tabla 3.24-26).

Tabla 3.24. Relación entre coberturas y lomerío en fragmentación media.

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Aeropuertos	30.66	0.095
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	729.86	2.252
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1364.29	4.210
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	7415.29	22.881
Mosaico de pastos con espacios naturales	4495.43	13.871
Mosaico de pastos y cultivos	200.34	0.618
Pastos enmalezados	1328.90	4.100
Pastos limpios	16540.50	51.038
Vegetación secundaria o en transición	107.30	0.331
Zonas industriales o comerciales	33.44	0.103
Zonas quemadas	162.36	0.501
Total	32408.37	100

Tabla 3.25. Relación entre coberturas y montaña en fragmentación media.

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	220.08	0.97
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	549.54	2.43
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2445.02	10.82
Mosaico de pastos con espacios naturales	8071.85	35.71
Mosaico de pastos y cultivos	39.60	0.18
Pastos enmalezados	710.39	3.14
Pastos limpios	10496.75	46.44
Ríos	34.00	0.15
Tejido urbano discontinuo	37.34	0.17
Total	22604.58	100

Para las unidades de lomerío y montaña con fragmentación media, la intervención humana está representada en su gran mayoría por los pastos limpios, los mosaicos de pastos y espacios naturales y los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, siendo además las coberturas que más predominan dentro del paisaje (Tabla 3.24-26). Los pastos limpios, ocupan cerca de la mitad de la unidad, lo que demuestra que la producción pecuaria es la principal actividad productiva y que los mosaicos evidencian la transformación en las áreas con grados de fragmentación media.

En la unidad de piedemonte con grados de fragmentación media, la intervención humana también está representada en su gran mayoría por los pastos limpios, mosaicos de pastos y espacios naturales y mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales (Tabla 3.26). Sin embargo, a diferencia de las unidades de lomerío y montaña, aquí los mosaicos son las coberturas predominantes, llegando a ocupar más de la mitad de la unidad y los pastos limpios representan cerca del 28%. Lo anterior, puede demostrar otro paso en los procesos de fragmentación, en donde todavía las actividades pecuarias no están establecidas del todo en el territorio y que aún persisten unidades semitransformadas (mosaicos) que evidencian formas sostenibles del manejo.

Tabla 3.26. Relación entre coberturas y piedemonte en fragmentación media.

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	167.11	2.39
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	208.90	2.99
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1299.93	18.62
Mosaico de pastos con espacios naturales	2950.50	42.25
Mosaico de pastos y cultivos	98.47	1.41
Pastos enmalezados	265.62	3.80
Pastos limpios	1992.70	28.54

Total	6983.25	100

No obstante, la unidad de piedemonte, es de las tres que tienen grado de fragmentación media, la que más área tiene en zonas con grado de fragmentación alta y la que menos área tiene con grados de fragmentación baja. Lo que demuestra, que en zonas donde los procesos de fragmentación están en etapas intermedias, aparecen zonas con grados de fragmentación media, en donde las coberturas muestran etapas transicionales hacia prácticas pecuarias mucho más consolidadas.

Como se mencionó anteriormente los grados de fragmentación están estrechamente relacionados con los patrones, pues el grado de fragmentación alto se asocia a patrones tipo geométrico y parche, mientras que la fragmentación baja se asocia a patrones tipo isla. A continuación se analiza la relación que existe entre estos patrones con las diferentes coberturas de la tierra. Para la gran mayoría de las unidades fisiográficas con fragmentación alta, la heterogeneidad dentro del paisaje es bastante considerable, pues se registran más de 30 tipos de unidades de cobertura, entre naturales y transformadas (Tabla 3.27). Las naturales representan casi el 90%, mientras que las transformadas cerca del 10%. Entre las coberturas naturales, el bosque denso alto de tierra firme es el predominante. Para las coberturas transformadas, los pastos limpios son las que más predominan, seguidas de las de tipo mosaico; las primeras se presentan con más de la mitad del área, mientras que las segundas con aproximadamente el 20%. Considerando que los pastos limpios, por lo general se asocian a actividades pecuarias, lo anterior quiere decir que los patrones de fragmentación tipo geométrico, se encuentran en zonas con grados de fragmentación alto y que son la expresión de las actividades humanas relacionadas con la ganadería.

Tabla 3.27. Relación entre fragmentación alta y coberturas.

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Aeropuertos	638.96	0.015
Arbustal abierto mesófilo	26.14	0.001
Arroz	2938.74	0.069
Bosque de galería y ripario	1196.26	0.028
Bosque denso alto de tierra firme	13476.43	0.318
Bosque denso alto inundable heterogéneo	338.09	0.008
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	128735.77	3.040
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	384186.20	9.073
Estanques para acuicultura continental	155.08	0.004
Explotación de hidrocarburos	125.92	0.003
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	62.96	0.001
Herbazal denso inundable no arbolado	51.77	0.001
Mosaico de cultivos	848.88	0.020
Mosaico de cultivos con espacios naturales	2413.37	0.057
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	302708.52	7.149
Mosaico de pastos con espacios naturales	582445.57	13.755
Mosaico de pastos y cultivos	39250.40	0.927
Palma de aceite	5753.97	0.136
Pastos arbolados	275.40	0.007
Pastos enmalezados	186501.60	4.404
Pastos limpios	2405674.38	56.813
Plantación forestal	553.25	0.013
Ríos	2534.14	0.060
Tejido urbano continuo	5737.04	0.135
Tejido urbano discontinuo	2943.87	0.070
Tierras desnudas y degradadas	710.78	0.017

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Vegetación secundaria o en transición	4392.73	0.104
Zona de extracción minera	399.41	0.009
Zonas industriales o comerciales	191.96	0.005
Zonas quemadas	159106.68	3.758
TOTAL	4234374.267	100

En las zonas con grado de fragmentación media, la heterogeneidad del paisaje es considerablemente menor, ya que se presentan alrededor de 13 tipos de unidades de coberturas entre naturales y transformadas (Tabla 3.30). No obstante, aquí las coberturas trasnformadas predominan notoriamente con casi el 95% de la unidad, y las coberturas naturales solo están representadas por bosques fragmentados. Entre las coberturas naturales, los pastos empiezan a disminuir su representatividad dentro de las unidades fisiográficas, pues se presentan con menos de la mitad, mientras que las coberturas tipo mosaico comienzan a ganar área, evidenciando los procesos graduales de intervención humana.

Tabla 3.28. Relación entre fragmentación media y coberturas.

COBERTURAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Aeropuertos	30.6617123	0.049
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	1117.05102	1.802
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2122.7367	3.424
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11160.2403	18.001
Mosaico de pastos con espacios naturales	15517.7888	25.030
Mosaico de pastos y cultivos	338.40927	0.546
Pastos enmalezados	2304.91609	3.718
Pastos limpios	29029.9568	46.825
Ríos	33.99782	0.055
Tejido urbano discontinuo	37.3428871	0.060
Vegetación secundaria o en transición	107.296855	0.173
Zonas industriales o comerciales	33.4392999	0.054
Zonas quemadas	162.357839	0.262
Total	61996.1954	100

En las zonas con grados de fragmentación baja, la heterogeneidad del paisaje vuelve y aumenta considerablemente, pues se registran alrededor de 30 tipos de unidades de coberturas entre naturales y transformadas. Sin embargo, aquí las coberturas naturales predominan en su composición y área, ya que ocupan más del 95 % de la unidad, estando representadas en más de 20 tipos de coberturas (Tabla 3.29).

Tabla 3.29. Relación entre fragmentación baja y coberturas.

Coberturas	Área	Porcentaje
Aeropuertos	25.478	7.635E-05
Afloramientos rocosos	115.711	0.0003467
Arbustal abierto mesófilo	43711.891	0.1309893
Arbustal denso	160982.817	0.4824092
Bosque de galería y ripario	438796.207	1.3149188
Bosque denso alto de tierra firme	26061844.178	78.098234
Bosque denso alto inundable heterogéneo	2165859.503	6.4903236
Bosque denso bajo de tierra firme	1377615.360	4.1282315
Bosque denso bajo inundable	151862.137	0.4550777
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	553.914	0.0016599
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1536.058	0.004603
Herbazal abierto arenoso	54094.121	0.1621012

Coberturas	Área	Porcentaje
Herbazal abierto rocoso	113025.664	0.3386984
Herbazal denso de tierra firme arbolado	107623.106	0.3225088
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	267874.428	0.802726
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	691520.253	2.0722444
Herbazal denso inundable arbolado	38204.102	0.1144843
Herbazal denso inundable no arbolado	72695.629	0.2178434
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	19965.444	0.0598295
Mosaico de cultivos con espacios naturales	61.236	0.0001835
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4607.417	0.0138068
Mosaico de pastos con espacios naturales	5525.282	0.0165573
Mosaico de pastos y cultivos	279.208	0.0008367
Palmar	142136.953	0.4259348
Pastos enmalezados	736.906	0.0022083
Pastos limpios	17760.227	0.0532212
Ríos	330870.687	0.9915038
Vegetación secundaria o en transición	1066548.984	3.1960744
Zonas arenosas naturales	18257.458	0.0547112
Zonas pantanosas	15201.435	0.0455534
Zonas quemadas	701.558	0.0021023
Total	33370593.35	100

3.2.2. Variables generales asociadas a fragmentación

Las unidades de análisis resultado del cruce espacial entre fisiografía, grado de fragmentación y patrones de fragmentación, son el insumo principal para identificar cuáles son las variables biofísicas que se asocian a la fragmentación y patrones en cada unidad fisiográfica identificada. En este sentido, se partió de seis variables: coberturas de la tierra, vocación del uso del suelo, distancia a vías, distancia a centros poblados, distancia a recursos no renovables y pendientes.

Las variables coberturas de la tierra y vocación del uso del suelo, se incluyeron dentro del modelo como variables categóricas, lo cual quiere decir, que dentro de cada una de dichas variables se encuentra un atributo temático específico, que contribuye o no a la probabilidad de ocurrencia de cada unidad de análisis. A continuación se muestran las tablas con los códigos que tienen cada categoría de las variables coberturas y vocación (tabla 3.30 y tabla 3.31). Esta información resulta muy útil para identificar cual característica propicia la aparición de las unidades de análisis.

Tabla 3.30. Códigos de las categorías de vocación de uso del suelo utilizadas

VOCACIÓN	CÓDIGO
Agrícola	1
Agroforestal	2
Conservación de Suelos	3
Cuerpo de agua	4
Forestal	5
Ganadera	6
Zonas urbanas	7

Tabla 3.31. Códigos de las categorías de coberturas terrestres utilizadas

Cobertura	Código		Cobertura	Código
Aeropuertos	1		Zonas industriales o comerciales	23
Arroz	2		Zonas quemadas	24
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	3		Afloramientos rocosos	25
Bosque fragmentado con vegetacion secundaria	4		Arbustal abierto mesofilo	26
Estanques para acuicultura continental	5		Arbustal denso	27
Explotacion de hidrocarburos	6		Bosque de galeria y ripario	28
Mosaico de cultivos	7		Bosque denso alto de tierra firme	29
Mosaico de cultivos con espacios naturales	8		Bosque denso alto inundable heterogeneo	30
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	9		Bosque denso bajo de tierra firme	31
Mosaico de pastos con espacios naturales	10		Bosque denso bajo inundable	32
Mosaico de pastos y cultivos	11		Herbazal abierto arenoso	33
Palma de aceite	12		Herbazal abierto rocoso	34
Palmar	13		Herbazal denso de tierra firme arbolado	35
Pastos arbolados	14		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	36
Pastos enmalezados	15		Herbazal denso de tierra firme no arbolado	37
Pastos limpios	16		Herbazal denso inundable arbolado	38
Plantacion forestal	17		Herbazal denso inundable no arbolado	39
Tejido urbano continuo	18		Lagunas, lagos y cienagas naturales	40
Tejido urbano discontinuo	19		Rios	41
Tierras desnudas y degradadas	20		Zonas arenosas naturales	42
Vegetación secundaria o en transicion	21		Zonas pantanosas	43
Zona de extraccion minera	22			

Según los resultados, se observa que las vías, los centros poblados, las coberturas de la tierra y la cercanía a los recursos naturales no renovables, son las variables que principalmente explican los procesos de fragmentación en sus tres diferentes escenarios, alta, media y baja. Sin embargo, estas variables tienen una contribución diferente a estos procesos, dependiendo de la unidad fisiográfica. Por otro lado, también se observa que la pendiente y la vocación del uso del suelo, son las variables que en términos generales tienen menos contribución en la fragmentación, igualmente dicha contribución varía dependiendo de la unidad fisiográfica aunque en proporciones más pequeñas (Tabla 3.32).

Las vías son la principal causa de la fragmentación en zonas con grado de fragmentación alta, pues de las ocho unidades que tienen este grado, cuatro de estas registran las vías como una de las que mayor contribución tiene a estos procesos. Las unidades en donde las vías se caracterizan por ser las principales variables de la fragmentación son: Altillanura-Alta-Geométrico, Lomerío-Alta-Geométrico, Montaña-Alta-Geométrico y Piedemonte-Alta-Parche. No obstante, en estas cuatro unidades, otras variables contribuyen a la fragmentación, como lo son la cercanía a los recursos no renovables, y las coberturas de la tierra, lo que en conjunto generan como resultado patrones de fragmentación tipo geométrico y parche para el caso del piedemonte.

Todas las variables predeterminadas que se incluyeron para los análisis de correlaciones, tienen de alguna manera un efecto sobre los procesos de fragmentación, la contribución de cada una de estas varía dependiendo de la unidad y del grado de fragmentación. Sin embargo, se puede observar también que la pendiente es la variable que menos contribución tiene en los efectos de fragmentación, solo para la unidad de montaña en zonas con fragmentación media, dicha variable tiene una contribución significativa.

Tabla 3.32a. Valores de contribución a las unidades de fragmentación de cada variable explicativa

Unidad de análisis	Variable	Porcentaje de contribución	Importancia en la permutación
Altillanura-Alta-Geométrico	Vías	69.6	72.6
	Coberturas	23.8	19.2
	Recursos no renovables	3.7	2.3
	Pendiente	1.1	0.8
	Centros poblados	0.9	5.2
	Vocación del suelo	0.9	0
Altillanura-Baja-Isla	Vías	67.2	83.9
	Coberturas	21.2	12.2
	Recursos no renovables	6.6	2.3
	Pendiente	3.5	0.6
	Vocación del suelo	1.1	0.2
	Centros poblados	0.4	0.8
Altiplanicie-Alta-Geométrico	Centros poblados	29.3	29.2
	Recursos no renovables	26.2	41
	Vocación del suelo	25.4	18.4
	Coberturas	16.9	8.6
	Vías	2.3	2.9
	Pendiente	0	0
Altiplanicie-Baja-Isla	Vocación del suelo	31.1	14.1
	Centros poblados	29.6	23.2
	Recursos no renovables	25.3	41.9
	Coberturas	10.1	5.5
	Vías	3.5	13.1
	Pendiente	0.5	2.1
Aluvial-Alta-Geométrico /parche	Centros poblados	31.8	4.5
	Coberturas	30.2	57.3
	Vocación del suelo	19.9	20.7
	Vías	13.6	2
	Recursos no renovables	3.6	13.6
	Pendiente	0.9	1.9

Unidad de análisis	Variable	Porcentaje de contribución	Importancia en la permutación
Aluvial-Baja-Isla	Coberturas	56.5	55.9
	Vocación del suelo	35.4	31.3
	Pendiente	3.1	5.5
	Centros poblados	3	2.1
	Vías	1.4	2.7
	Recursos no renovables	0.6	2.6
Lomerio-Alta-Geométrico	Vías	41.7	29.9
	Centros poblados	24.6	36.5
	Coberturas	15.7	14.2
	Pendiente	7.8	13.6
	Vocación del suelo	7.2	3.4
	Recursos no renovables	3	2.4
Lomerio-Baja-Isla	Coberturas	29.1	20.5
	Vías	26.6	22.6
	Centros poblados	16.9	30.1
	Pendiente	15.9	3.6
	Recursos no renovables	6	21.8
	Vocación del suelo	5.4	1.4
Lomerio-Media-Parche	Vías	49.1	54.1
	Centros poblados	28.3	22.8
	Coberturas	13.9	16.7
	Pendiente	3.7	4.1
	Recursos no renovables	3.6	1.5
	Vocación del suelo	1.4	0.8
Macizo-Alta-Geométrico	Centros poblados	35.3	24
	Recursos no renovables	27.5	61.8
	Coberturas	21.4	12.7
	Vías	12.3	0.6
	Vocación del suelo	2.2	0.8
	Pendiente	1.4	0.1

De las ocho unidades fisiográficas identificadas dentro de la Amazonía, no todas presentan los tres grados de fragmentación. El grado de fragmentación media es el que menos ocurre, y los grados altos y bajos varían en sus proporciones dependiendo la unidad fisiográfica analizada. Las unidades fisiográficas de lomerío, montaña, y piedemonte son las únicas que registran grados medios de fragmentación. A continuación se hace una descripción de las variables asociadas a cada unidad fisiográfica y se hace especial énfasis en las unidades que presentan grados altos de fragmentación.

Tabla 3.32b. Valores de contribución a las unidades de fragmentación de cada variable explicativa

Unidad de análisis	Variable	Porcentaje de contribución	Importancia en la permutación
Macizo-Baja-Difuso	Recursos no renovables	57.3	63.2
	Coberturas	29.3	23.8
	Vocación del suelo	8.8	3.1
	Vías	1.6	1.6
	Centros poblados	1.6	8.1
	Pendiente	1.3	0.2
Montaña-Alta-Geométrico	Vías	39.6	15.8
	Recursos no renovables	23	30.7
	Centros poblados	11.9	31.7
	Coberturas	10.4	8.5
	Pendiente	9.5	10.4
	Vocación del suelo	5.6	3
Montaña-Baja-Isla	Vías	35.1	29.1
	Recursos no renovables	26.7	42.4
	Coberturas	12.6	4.8
	Pendiente	10.8	6.1
	Centros poblados	10.4	16.9
	Vocación del suelo	4.5	0.8
Montaña-Media-Parche	Vías	43.1	69.1
	Pendiente	19.2	11.1
	Recursos no renovables	13.4	7.2
	Coberturas	13.2	8.5
	Centros poblados	7.9	2.4
	Vocación del suelo	3.1	1.7
Peniplanicie-Alta-Geométrico	Recursos no renovables	53.4	70.6
	Coberturas	37.1	22.6
	Vocación del suelo	6.7	3.6
	Pendiente	1.2	0.8
	Centros poblados	1	0.9
	Vías	0.6	1.5
Peniplanicie-Baja-Isla	Recursos no renovables	46.8	70.2
	Coberturas	34.5	16.6
	Vocación del suelo	13.7	8.6
	Pendiente	2.6	1.8
	Centros poblados	2.3	2.1
	Vías	0.2	0.7
Piedemonte-Alta-Parche	Recursos no renovables	50.6	59.7
	Vías	16.8	12.5
	Vocación del suelo	12.2	12.6
	Centros poblados	10.8	11.2
	Coberturas	8	3.1
	Pendiente	1.5	0.9
Piedemonte-Baja-Difuso	Recursos no renovables	42.9	47.5
	Vías	24.9	19.7
	Vocación del suelo	10.5	7.2
	Coberturas	10.2	6.8
	Centros poblados	8.3	16.7
	Pendiente	3.3	2.1
Piedemonte-Media-Geométrico	Recursos no renovables	40.5	56.3
	Centros poblados	38.3	24.8
	Coberturas	11.6	4
	Vías	5.7	12.6
	Pendiente	2.6	1.3
	Vocación del suelo	1.3	1

3.2.2.1. Altillanura

Para la altillanura, tanto en zonas con grado de fragmentación alta y baja, las vías y las coberturas de la tierra son las variables que tienen mayor peso sobre la fragmentación, mientras que los centros poblados y la vocación del suelo no tienen alguna importancia sobre este efecto. Lo cual quiere decir, que el uso actual de la tierra y el acceso a los recursos naturales, generan una fragmentación de los ecosistemas, y que tanto los patrones geométricos como los tipos isla son el resultado de estas dos variables (Tabla 3.33).

Tabla 3.33. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Altillanura-Alta-Geométrico	Coberturas	51.1	26.4
	Vías	41.4	67.8
	Recursos no renovables	5.8	3.5

	Cetros poblados	0.8	2
	Vocación	0.8	0.2
	Pendiente	0.1	0.1

En las curvas de respuesta de la dos primeras variables puede observarse (Figura 3.7), de donde se evidencia que la variable cobertura presenta una mayor probabilidad de presencia de la unidad Altillanura-Alta-Geométrico, en las coberturas de bosque fragmentado, palma de aceite, pastos enmalezados, plantación forestal y en zonas quemadas, es en donde existe mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, cuando se analizan en relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo (Cobertura (b)), manteniendo las demás variables constantes en su valor promedio. Como se observa la cobertura (a) en la Figura, cuando la variable se analiza de forma individual, hay mayor probabilidad de presencia de la unidad Altillanura-Alta-Geométrico en las coberturas de zonas quemadas, mientras que las que las otras reducen su contribución significativamente.

Curvas de respuesta relativa individual

Curvas de respuesta de dependencia

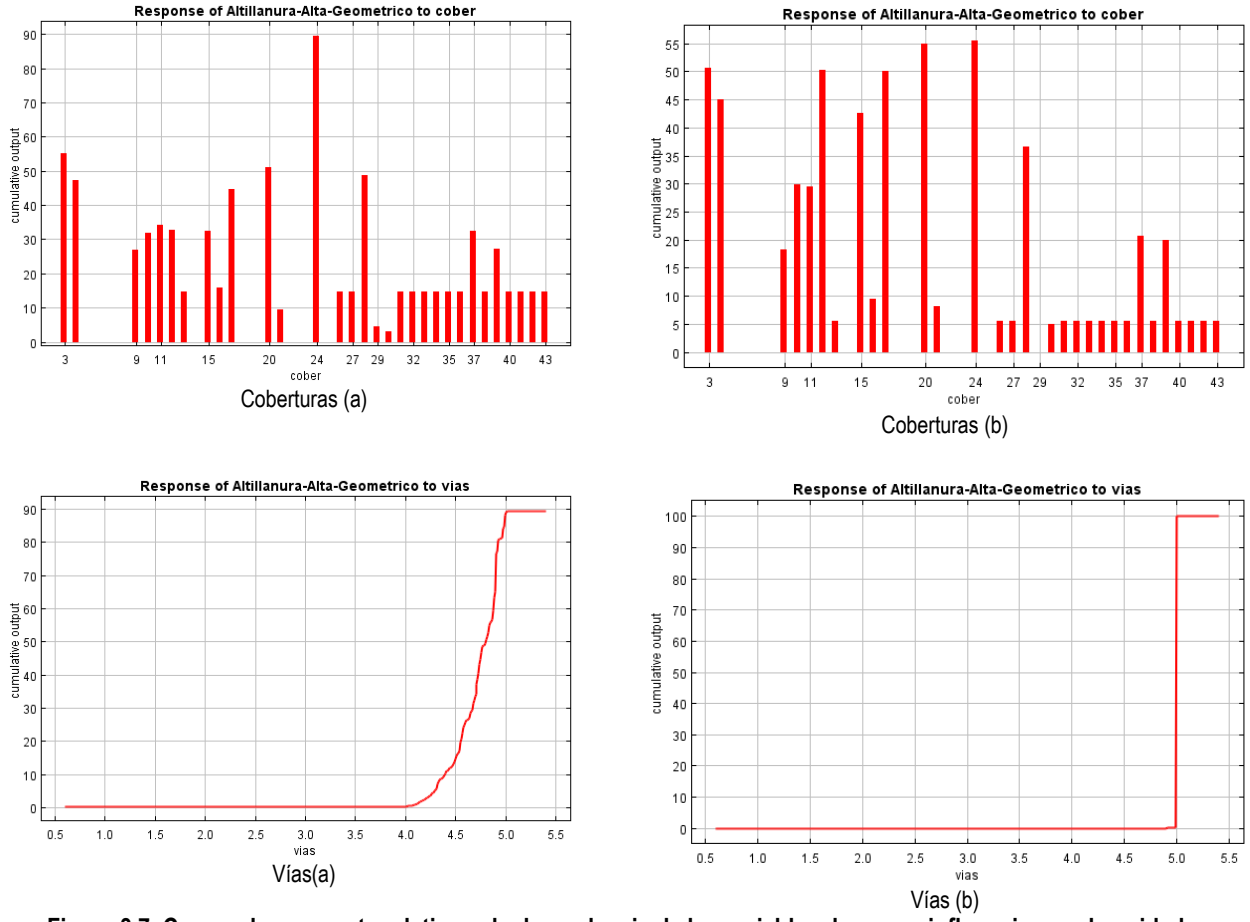
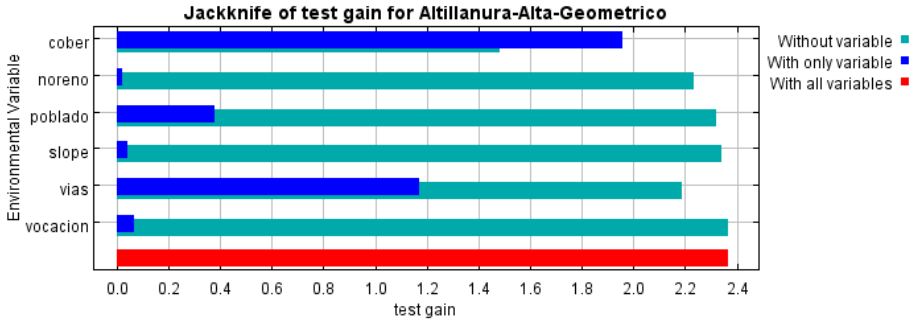


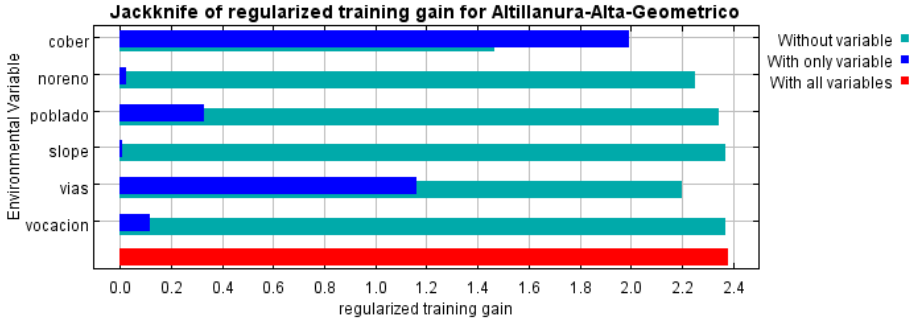
Figura 3.7. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent

En la variable vías, cuando se tiene en cuenta su comportamiento individual (ver en la Figura vías (a)), se incrementa la probabilidad de presencia de la unidad de manera muy abrupta a partir de los valores que indican mayor proximidad a las vías, en particular en los cercanos a cinco. Al ser analizada en interacción de dependencia con las demás variables, vías (b) en la Figura, se observa que solo a partir de los valores de cinco o en aquellas zonas continuas a las vías es donde crece el modelo.

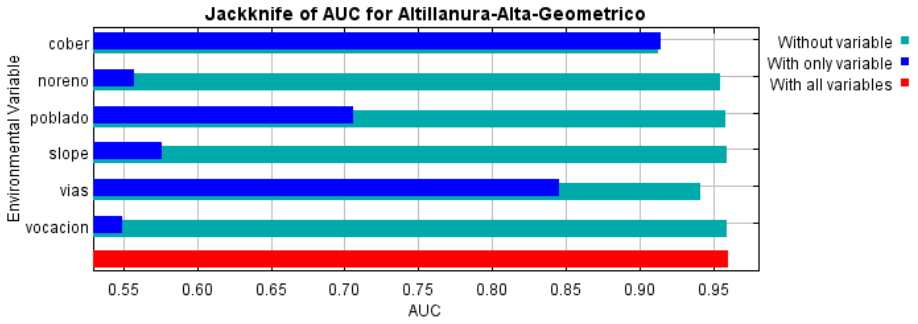
La Figura 3.8 muestra los resultados de importancia variable, mediante la prueba de "navaja" (Jackknife). La variable ambiental con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, es cobertura, pues resalta por tener la información más útil por sí misma. La variable ambiental que disminuye más la ganancia del modelo, cuando se omite, es también coberturas, por ser la variable con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, como se observa en la Figura 3.8 (a). Por su parte, en la Figura 3.8 (b), se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Si bien las conclusiones sobre aquellas variables más importantes pueden cambiar, ahora que se analizan los datos de las pruebas, el resultado es similar dado que las variables coberturas y vías siguen manteniendo su importancia en el modelo. Por último, en la Figura 3.8 (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de la variable cobertura, ahora seguida además de las variables distancia a vías y a centros poblados. De acuerdo a lo anterior, puede concluirse que las variables que mejor expresan la probabilidad de presencia de esta unidad son las ya mencionada coberturas y vías, si bien las otras variables priorizadas aportan en su explicación.



(a)



(b)



(c)

Figura 3.8. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Altillanura-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent

3.2.2.2. Altiplanicie

Para la altiplanicie, en zonas de fragmentación alta y baja, las variables que explican este proceso, son la cercanía a los centros poblados, a los recursos naturales no renovables y a la vocación del uso del suelo. Para los dos grados de fragmentación la cercanía a los recursos naturales no renovables y a los centros poblados tienen el mismo peso, sin embargo, la vocación del uso del suelo tiene mayor significancia en las zonas con grado de fragmentación baja, pues tiene un peso de cerca del 31 % en relación a las otras variables (Tabla 3.32). Lo anterior evidencia que los patrones tipo isla están estrechamente relacionados con la vocación del uso de suelo, mientras que el patrón geométrico se relaciona con los centros poblados y con la cercanía a los recursos no renovables (Tabla 3.34).

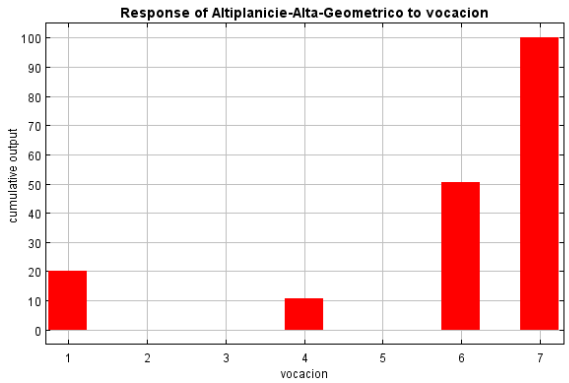
Tabla 3.34. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Altiplanicie-Alta-Geométrico	Vocación	34.2	37.5
	Coberturas	26.2	17.9
	Centros poblados	18.7	29.3
	Recursos no renovables	15.7	4.7
	Vías	5.2	10.6
	Pendiente	0	0

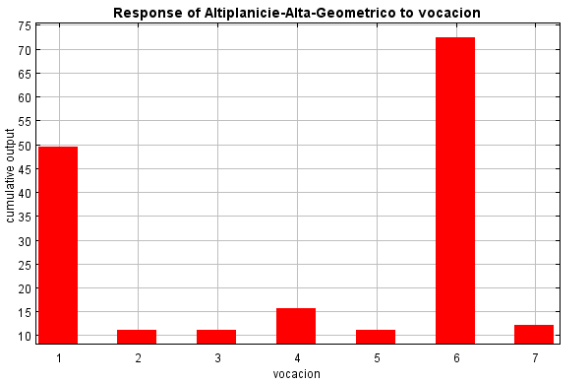
Las curvas de respuesta de estas tres primeras variables pueden observarse en la Figura 3.9, de donde se desprende que la variable vocación presenta una mayor probabilidad de presencia de la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico, en área con vocación para la ganadería y zonas urbanas, cuando se analizan de manera individual (vocación (a)), manteniendo las demás variables constantes en su valor promedio. Como se observa vocación (b) en la Figura, cuando la variable se analiza en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo, hay mayor probabilidad de presencia de la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico en zonas con vocación para las zonas urbanas y agricultura, mientras que la contribución de las zonas con vocación ganadera disminuye notablemente.

Curvas de respuesta relativa individual

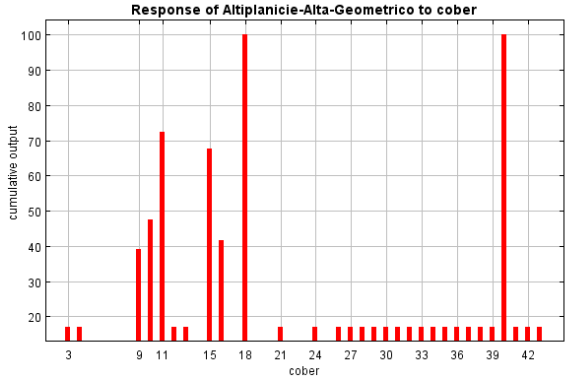
Curvas de respuesta de dependencia



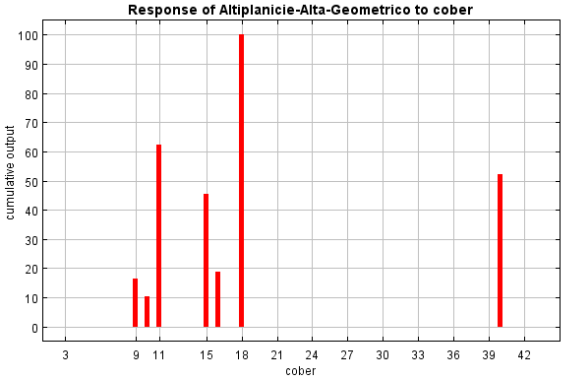
Vocación (a)



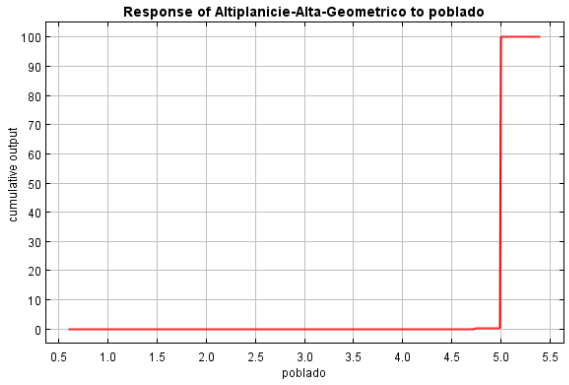
Vocación (b)



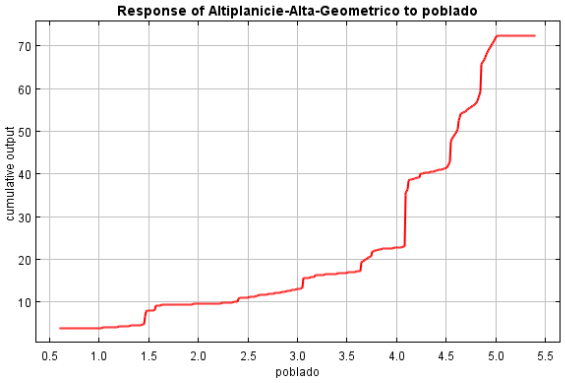
Coberturas(a)



Coberturas (b)



Centros poblados(a)



Centros poblados (a)

Figura 3.9 Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent

La variable coberturas, cuando se tiene en cuenta su comportamiento individual (ver en la Figura vías (a)), se incrementa la probabilidad de presencia de la cobertura en zonas bajo tejido urbano continuo, lagos y mosaicos de pastos y cultivos. Al ser analizada en interacción de dependencia con las demás variables, coberturas (b) en

la Figura, las zonas con tejido urbano son aquellas que adquieren mayor importancia mientras que las otras reducen sus valores.

En cuanto a la distancia a los centros urbanos y centros poblados (variable poblados), cuando se tiene en cuenta su comportamiento individual (ver en la Figura vías (a)), se observa un incremente muy abrupto en las zonas continuas a los poblados, mientras que en el análisis en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo, se evidencia un crecimiento progresivo de la aparición de esta unidad a medida que las distancias a los centros poblados son menores.

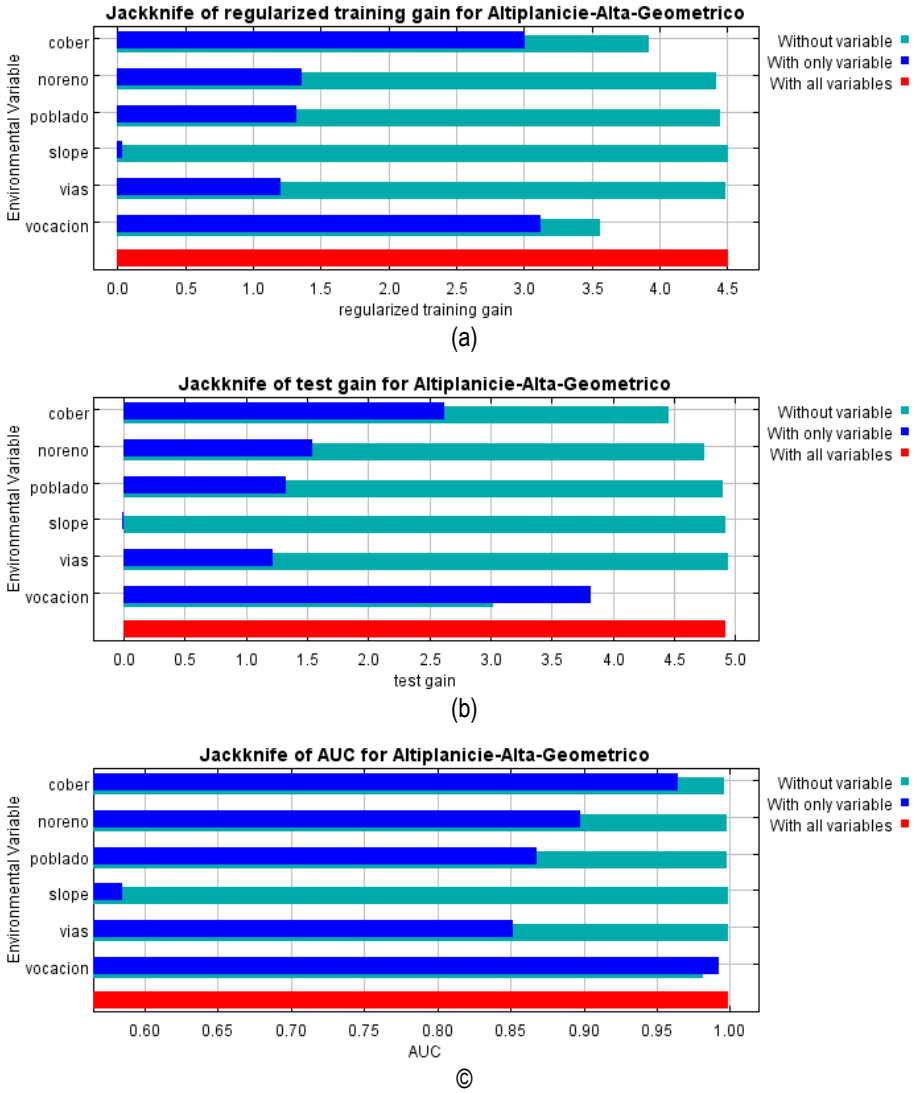


Figura 3.10. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Altiplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las diferentes variables en el modelo espacial de Maxent se realizan también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife) (Figura 3.10). Las variables con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, son las coberturas de la tierra y la vocación, dado que tiene la información más útil por sí misma, siendo también las que disminuye más la ganancia del modelo cuando se omite, dado son las variables con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, tal como se aprecia en la Figura (cobertura, vocación (a)).

Se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Se observa que las mismas variables, coberturas de la tierra y vocación son las que más contribuyen, sin embargo también se evidencia que la vocación es aquella que más disminuye el modelo conforme se omite.

Por último, en la misma Figura, en su parte (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de las dos variables, pero ahora seguidas de otras como las distancias a vías, centros poblados y a recursos naturales no renovables, como aquellas que contribuyen en la probabilidad de presencia de esta unidad.

3.2.2.3. Aluvial

En las unidades de planicies aluviales, tanto en zonas con fragmentación alta y baja, las coberturas de la tierra son las que más explican este fenómeno. Sin embargo, en las zonas con fragmentación baja, las coberturas tienen un peso de contribución cercano al 60%, mientras que en las zonas con fragmentación alta es aproximadamente la mitad; en esta misma zona los centros poblados llegan a tener la misma contribución que las coberturas con aproximadamente el 30% (Tabla 3.35).

Tabla 3.35. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Aluvial-Alta-Geométrico parche	Coberturas	40.9	41.2
	Vocación	40.5	53.2
	Cetros poblados	9.7	2.9
	Vías	7.8	2.1
	Recursos no renovables	0.9	0.4
	Pendiente	0.2	0.1

Respecto de los valores referidos a la permutación de importancia, además de coberturas y vocación, figuran distancias a centros y a vías, siendo el aporte de estas dos últimas cercano a 20%. En total estas cuatro variables contribuyen con el 98% al modelo. El comportamiento individual y según su dependencia de otras variables se muestra en la Figura 3.11 para coberturas y vocación. En el primer caso, las coberturas de pastos limpios y pastos enmalezados son las presentan la mayor probabilidad de presencia de esta unidad, según su importancia relativa individual. La respuesta a la dependencia de las demás variables, las coberturas con mayor probabilidad de presencia de esta unidad incrementan notoriamente, siendo: los bosques fragmentados, mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, mosaicos de pastos con espacios naturales, los pastos enmalezados y los pastos limpios.

Curvas de respuesta relativa individual

Curvas de respuesta de dependencia

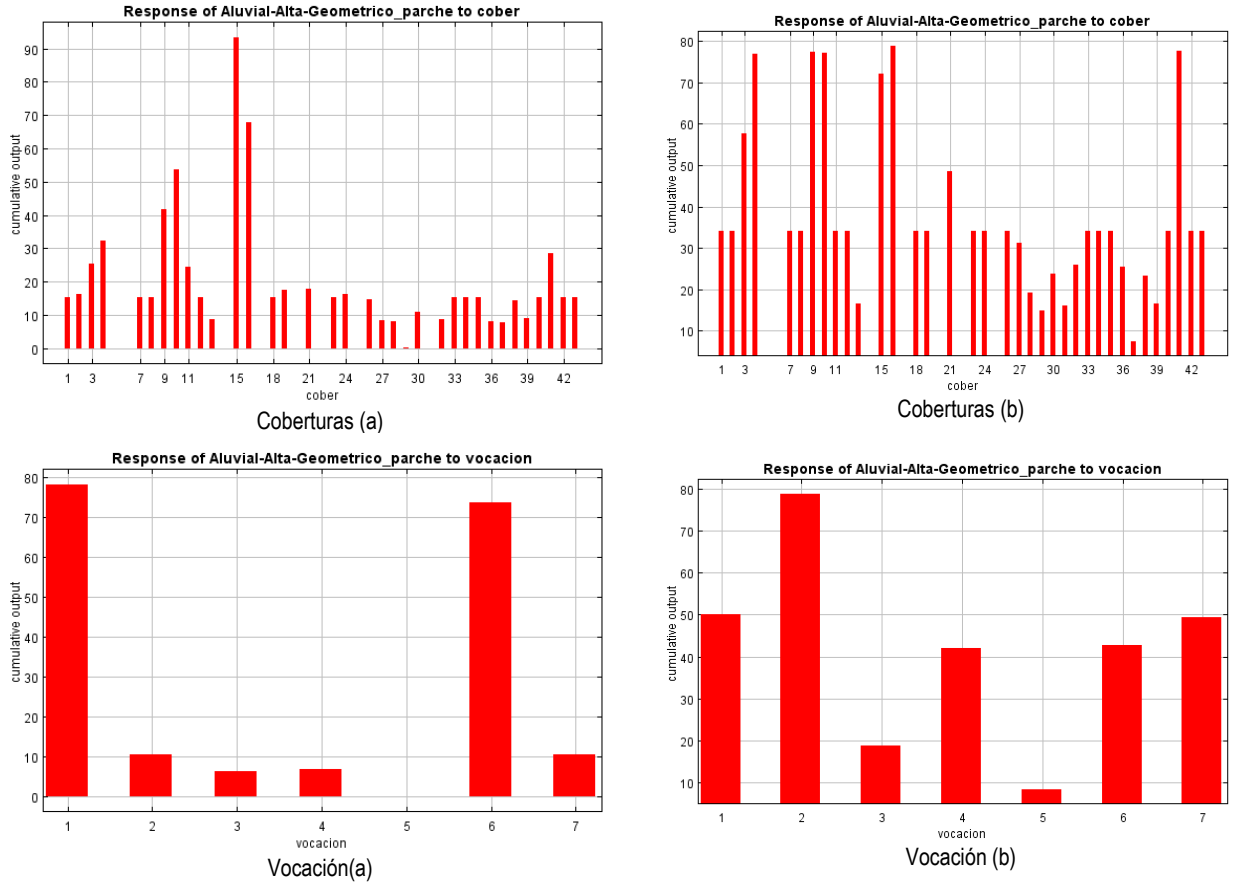
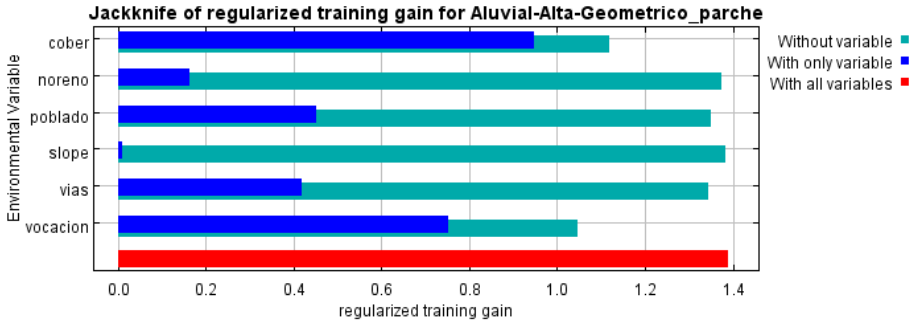
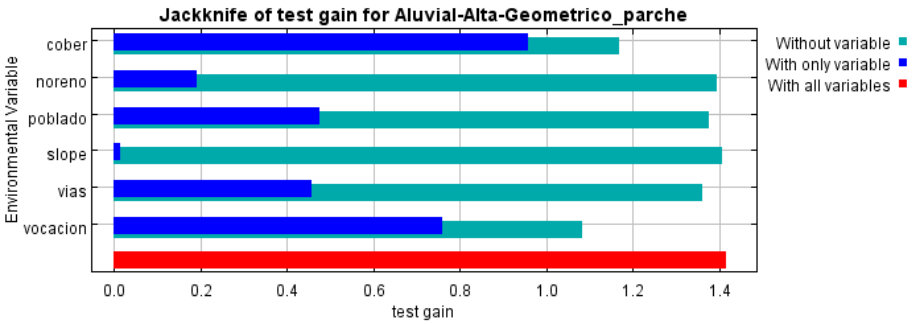


Figura 3.11. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

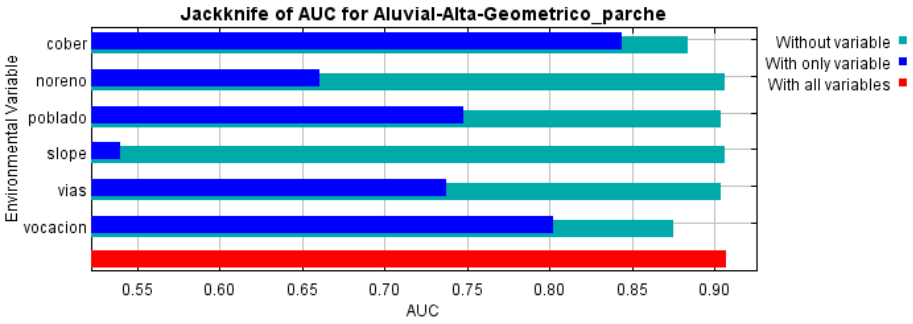
Para el caso de la vocación, cuando se analiza la variable individualmente, se observa que en las categorías agrícola y ganadera es donde existe una mayor probabilidad de ocurrencia de esta unidad, Aluvial-Alta-Geométrico-parche. Al ser analizada en interacción de dependencia con las demás variables, vocación (b) en la Figura, la categoría agroforestal aparece notoriamente, mientras que las otras disminuyen y adquieren valores promedios.



(a)



(b)



©

Figura 3.12. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Aluvial-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las variables en el modelo de probabilidad de presencia de Maxent para este motor, pueden ser vistos también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife), (Figura 3.12). Las variables ambientales con mayor ganancia cuando se usan de forma aislada es cobertura y vocación, por contar con la información más útil por sí misma (que no está presente en las otras variables). En la misma Figura en su parte (b), se observa que el comportamiento de las variables es muy similar al caso anterior. Este resultado se obtiene con la misma prueba de "navaja", utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Esta misma Figura, en su parte (c) muestra un comportamiento muy parecido a los anteriores, ahora apareciendo las variables de distancia a vías y a centros poblados, como aquellas que aportan importancia de ocurrencia de la unidad.

3.2.2.4. Lomerío

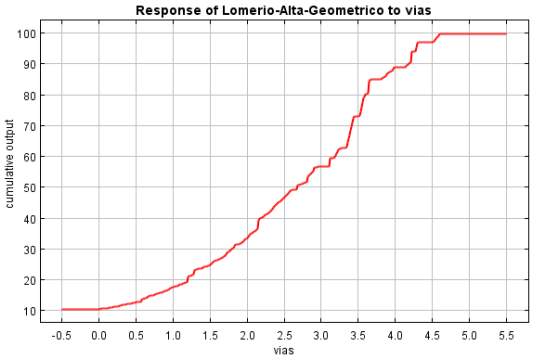
En el lomerío, siendo pocas de las unidades donde se presentaron zonas con fragmentación media, las coberturas de la tierra, la distancia a centros poblados y a vías son las principales variables que explica la fragmentación de ecosistemas en los tres grados de este proceso. La cercanía a los centros poblados, es la tercera variable que explica la fragmentación, en zonas de alta fragmentación contribuye en un 18.4% y en zonas de media fragmentación contribuyen en un 28% (Tabla 3.36).

Tabla 3.36. Contribución relativa de variables ambientales para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Lomerío-Alta-geométrico	Coberturas	36.7	51.2
	Vías	34.5	27.2
	Cetros poblados	18.4	15.7
	Vocación	5.3	2
	Pendiente	2.8	2.5
	Recursos no renovables	2.3	1.4

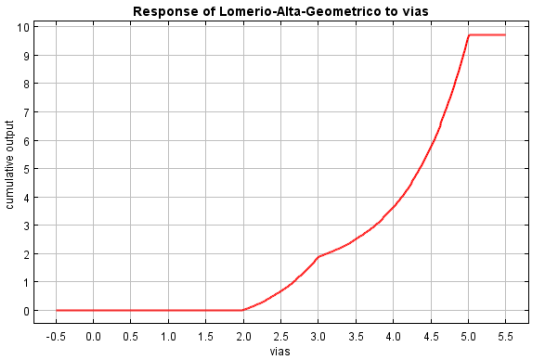
En las curvas de respuesta de las tres variables mencionadas puede observarse (Figura 3.13), de donde se evidencia que la variable cobertura presenta una mayor probabilidad de presencia de la unidad Lomerío-Alta-Geométrico, en las coberturas de bosque fragmentado, pastos limpios, pastos enmalezados, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y mosaico de pastos con espacios naturales, es en donde existe mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, cuando se analizan en relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo (Cobertura (b)), manteniendo las demás variables constantes en su valor promedio. Como se observa la cobertura (a) en la Figura, cuando la variable se analiza de forma individual, hay mayor probabilidad de presencia de la unidad Altillanura-Alta-Geométrico en las coberturas de bosque fragmentado, y pastos limpios, mientras que las que las otras reducen su contribución significativamente.

Curvas de respuesta relativa individual



Vías (a)

Curvas de respuesta de dependencia



Vías (b)

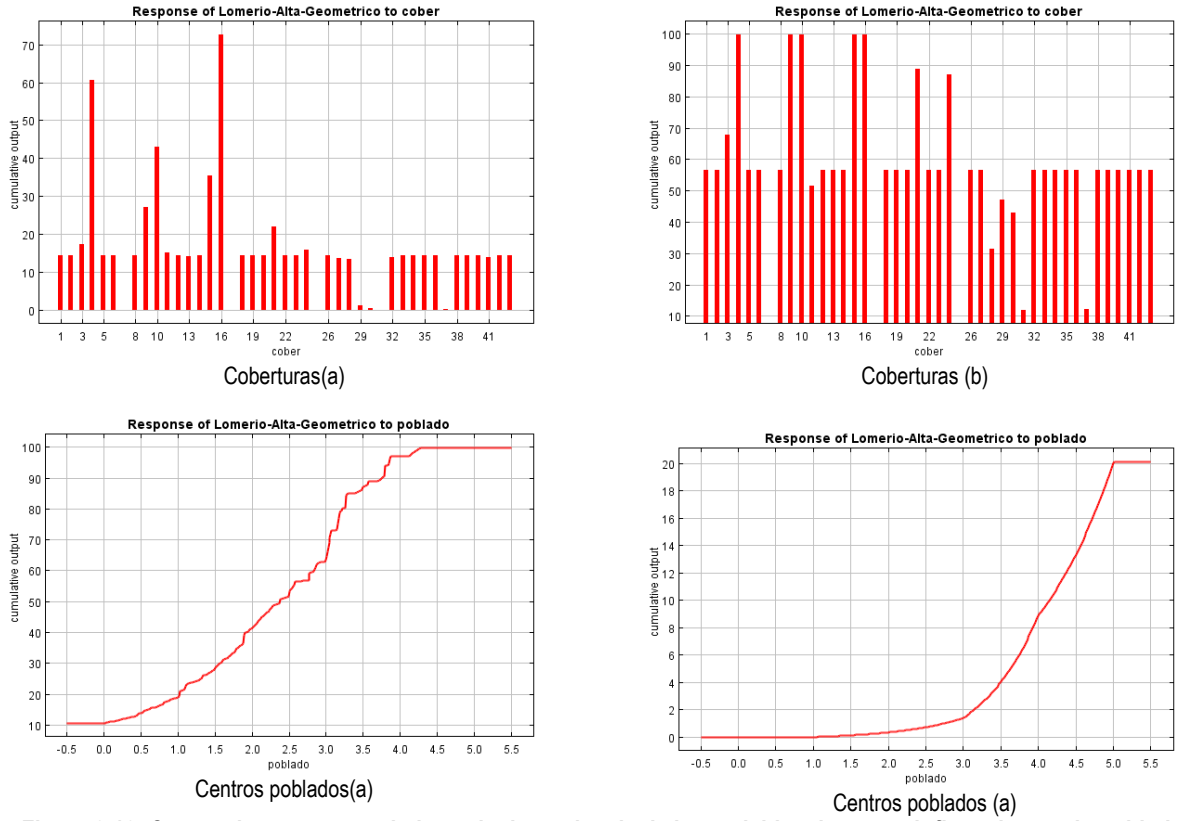
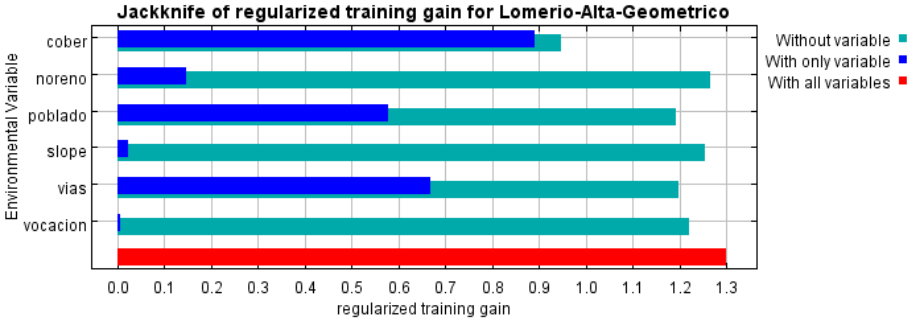


Figura 3.13. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

El comportamiento de las variables distancia a vías y a centros poblados es muy similar, tanto para las curvas que muestran el análisis en relación a la dependencia con las otras variables, como las que muestran el comportamiento individual de la variable. Se observa en las figuras centros poblados y vías (a) que la probabilidad que ocurra esta unidad, va aumentando de una manera gradual, conforme disminuye la distancia a las vías y a centros poblados.



(a)

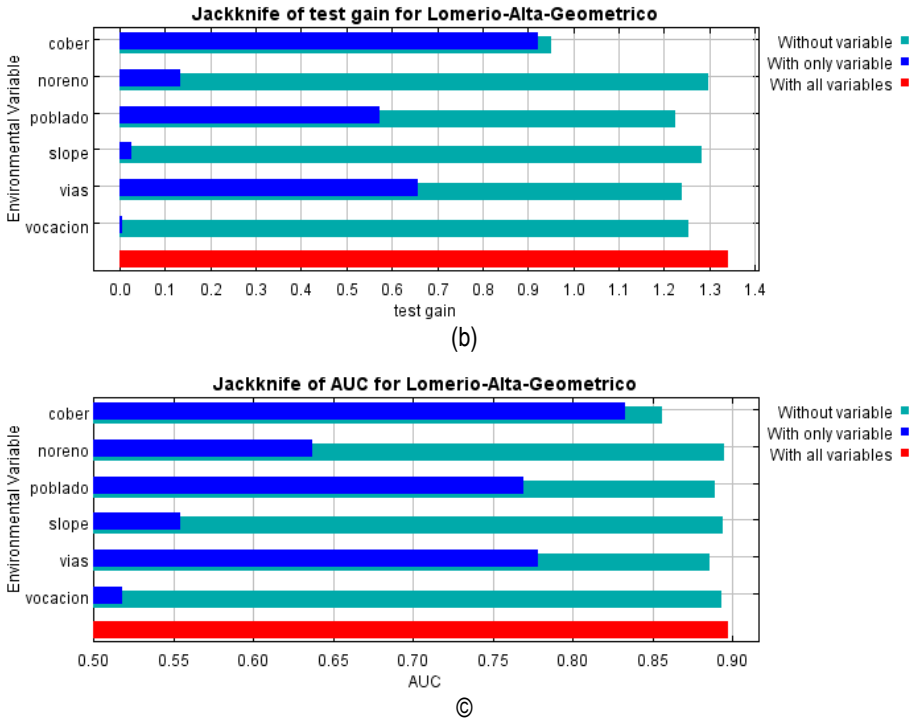


Figura 3.14. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Lomerío-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las diferentes variables en el modelo espacial de Maxent se realizan también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife) (Figura 3.14). Las variables ambientales con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, son las coberturas de la tierra, la distancia a centros poblados y vías, de estas, las coberturas es aquella que disminuye más la ganancia del modelo cuando se omite, dado son las variables con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, tal como se aprecia en la Figura (cobertura (a)).

Se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Se observa que las mismas variables, coberturas de la tierra, la distancia a centros poblados y vías son las que más contribuyen, también las coberturas aparecen como aquellas que más disminuyen la ganancia del modelo al ser omitida.

Por último, en la misma Figura, en su parte (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de las tres variables, pero ahora seguidas de otra como la distancia a recursos naturales no renovables.

3.2.2.5. Macizo

Para las unidades de macizo, en zonas con grado de fragmentación alta y baja, la cercanía a los centros poblados, a los recursos no renovables y las coberturas de la tierra, son las variables que mejor explican los procesos de fragmentación. No obstante, en las zona de baja fragmentación, la cercanía a los recursos no

renovables tienen una contribución notoriamente mayor cercana al 60%, mientras que en las zonas de alta, esta variable contribuye con aproximadamente el 30%. Lo anterior demuestra, que el tipo de patrón difuso está estrechamente relacionado con la cercanía a los recursos naturales no renovables, mientras que el patrón geométrico se relaciona a esta variable y a la cercanía a los centros poblados (Tabla 3.37).

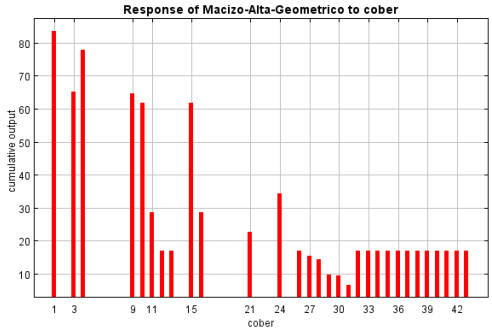
Tabla 3.37. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Macizo-Alta-Geométrico	Coberturas	54.1	50.1
	Recursos no renovables	20.3	19.6
	Cetros poblados	15.2	27.2
	Vías	6.4	0.5
	Vocación	3.5	2
	Pendiente	0.5	0.5

La variable coberturas presenta una probabilidad de presencia de la unidad Macizo-Alta-Geométrico en las coberturas de aeropuertos, bosques fragmentados, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales y pastos limpios, cuando se evalúa de forma individual cada variable (en la Figura coberturas (a)). Cuando se evalúa en dependencia con las demás variables (coberturas (b) en la Figura), solo tres coberturas aportan significativamente a la ocurrencia de esta unidad, a saber, bosques fragmentados y pastos enmalezados (Figura 3.15).

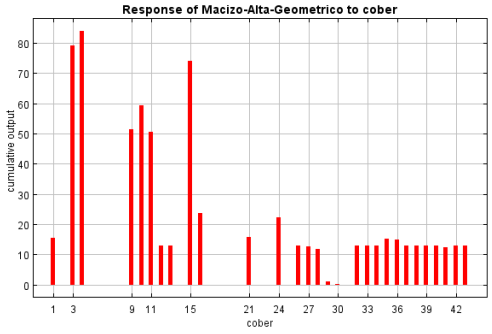
En cuanto a la distancia a los recursos no renovables, la probabilidad de presencia de esta unidad es más alta en zonas más próximas a dichos recursos, y la curva crece de una manera exponencial cuando la variable se analiza de manera individual (recursos no renovables (a) en la Figura). Cuando se analiza de manera conjunta con las demás variables, el comportamiento es muy similar, sin embargo se observa un aumento más abrupto.

Curvas de respuesta relativa individual

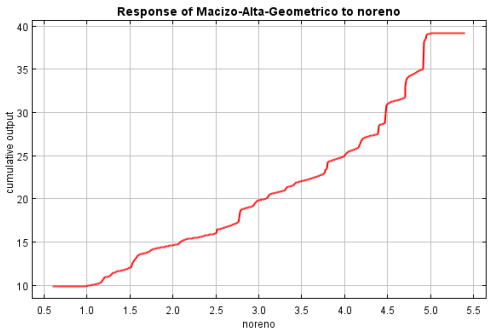


Coberturas (a)

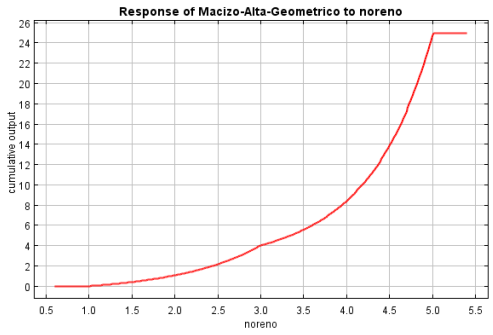
Curvas de respuesta de dependencia



Coberturas (b)



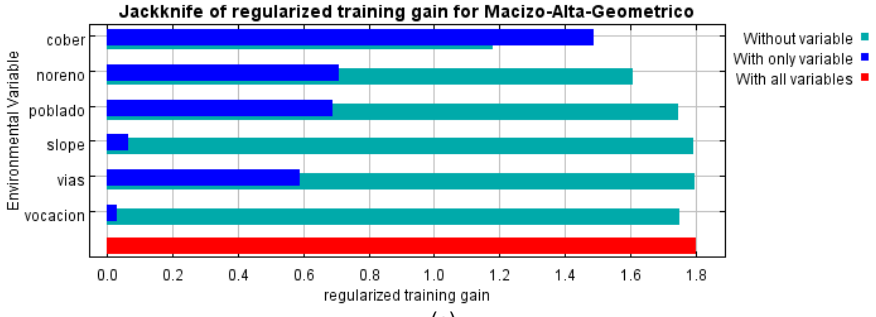
Recursos no renovables(a)



Recursos no renovables (b)

Figura 3.15. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

A partir de los resultados de la prueba de "navaja", se puede tener una aproximación de la importancia de las diferentes variables en el modelo de probabilidad de presencia espacial para esta unidad, que se presentan en la Figura 3.16, se encuentra que la variable ambiental con mayor ganancia, es cobertura cuando se usa de forma aislada, pues cuenta con la información más útil por sí misma; cuando se omite, es la que disminuye más la ganancia del modelo, por tratarse de la variable con la mayor cantidad de información que no se encuentra en las otras variables (cobertura figura (a)). Le sigue la variable poblados. Los datos cambian cuando se utiliza la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, en la misma Figura en su parte (b), donde cobertura sigue teniendo importancia, también poblados cobra relevancia al igual que recursos naturales no renovables. Esta misma Figura, en su parte (c) donde se usa el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés), para evaluar las variables, muestra como cuatro variables son de importancia para el modelo, a saber, coberturas, distancia a vías, centros poblados y a recursos no renovables.



(a)

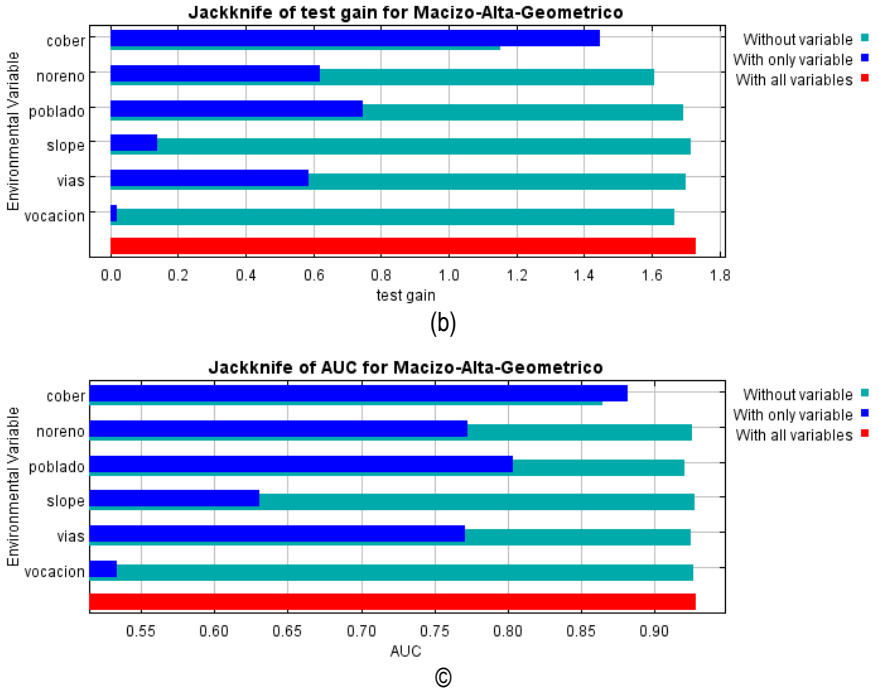


Figura 3.16. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Macizo-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

3.2.2.6. Montaña

En las zonas de montaña, la cual también presenta los tres grados de fragmentación, las vías y la cercanía a los recursos naturales no renovables, son las principales variables que están explicando estos procesos; las vías para los tres grados de fragmentación tienen una contribución cercana al 40%, mientras que la cercanía a los recursos no renovables varía dependiendo de la zona. Es importante señalar que para las zonas con grado de fragmentación media, la pendiente adquiere importancia llegando a presentar una contribución cercana al 20%. Dado que para los tres grados de fragmentación, las vías tienen una contribución aproximada al 40%, se podría concluir que dicha variable es la que explica los patrones geométricos, isla y parche para esta unidad fisiográfica (Tabla 3.38).

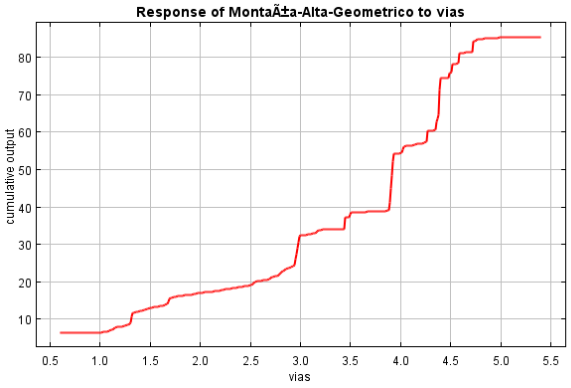
Tabla 3.38. Contribución relativa de variables ambientales para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Montaña-Alta-Geométrico	Vías	34.5	21.1
	Recursos no renovables	27.4	33.9
	Pendiente	15	15.2
	Coberturas	14.6	13.9
	Cetros poblados	4.4	13.8
	Vocación	4.1	2.2

Las variables de mayor contribución, de acuerdo a su comportamiento individual y según su dependencia de otras variables, se muestran en la Figura 3.17. Las dos variables, distancia a vías y a recursos no renovables, se comporten muy similar en la evaluación individual y de dependencia. Se observa en la figura (a) que el comportamiento se da de forma escalonada, en tal sentido que a medida que las distancia son más próximas a las vías y a recursos no renovables, aumenta la probabilidad de la aparición de esta unidad. Cuando se considera la respuesta a la dependencia de las demás variables (vías, recursos no renovables (b) en la Figura), se evidencia un aumento abrupto de la probabilidad de aparición de esta unidad, conforme aparecen las zonas más continuas a las vías y a recursos no renovables.

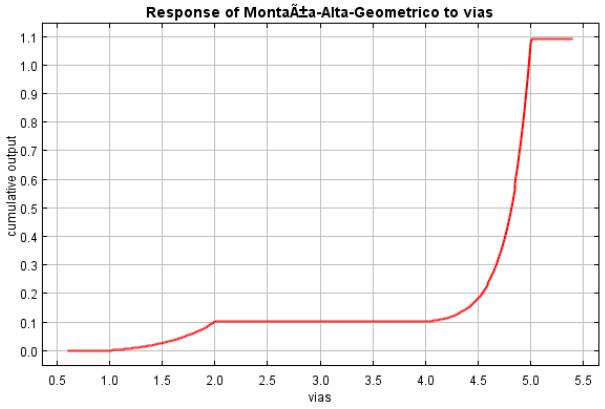
Con los resultados de la prueba de "navaja" (Figura 3.18), se tiene una aproximación de la importancia de las diferentes variables en el modelo de probabilidad de presencia espacial de esta unidad. En primer lugar, se evidencia que casi todas las variables juegan un papel importante en la explicación de esta unidad. Los datos son muy similares cuando se utiliza la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, lo que se aprecia en la misma Figura en su parte (b), donde las coberturas sigue teniendo importancia, además de ser la variable que más disminuye el modelo cuando se omite. Cuando se usa el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) para evaluar las variables, todas las variables menos vocación, aumentan su importancia dentro del modelo y de forma casi promedio, lo que se aprecia en esta misma Figura en su parte (c).

Curvas de respuesta relativa individual

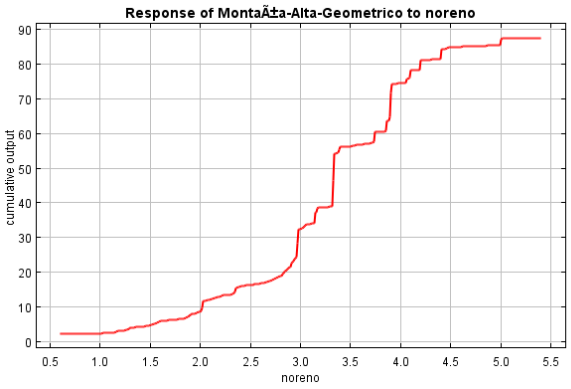


Vías (a)

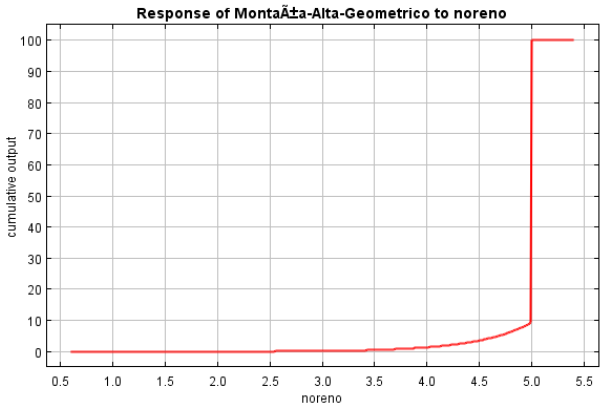
Curvas de respuesta de dependencia



Vías (b)



Recursos no renovables(a)



Recursos no renovables (b)

Figura 3.17. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

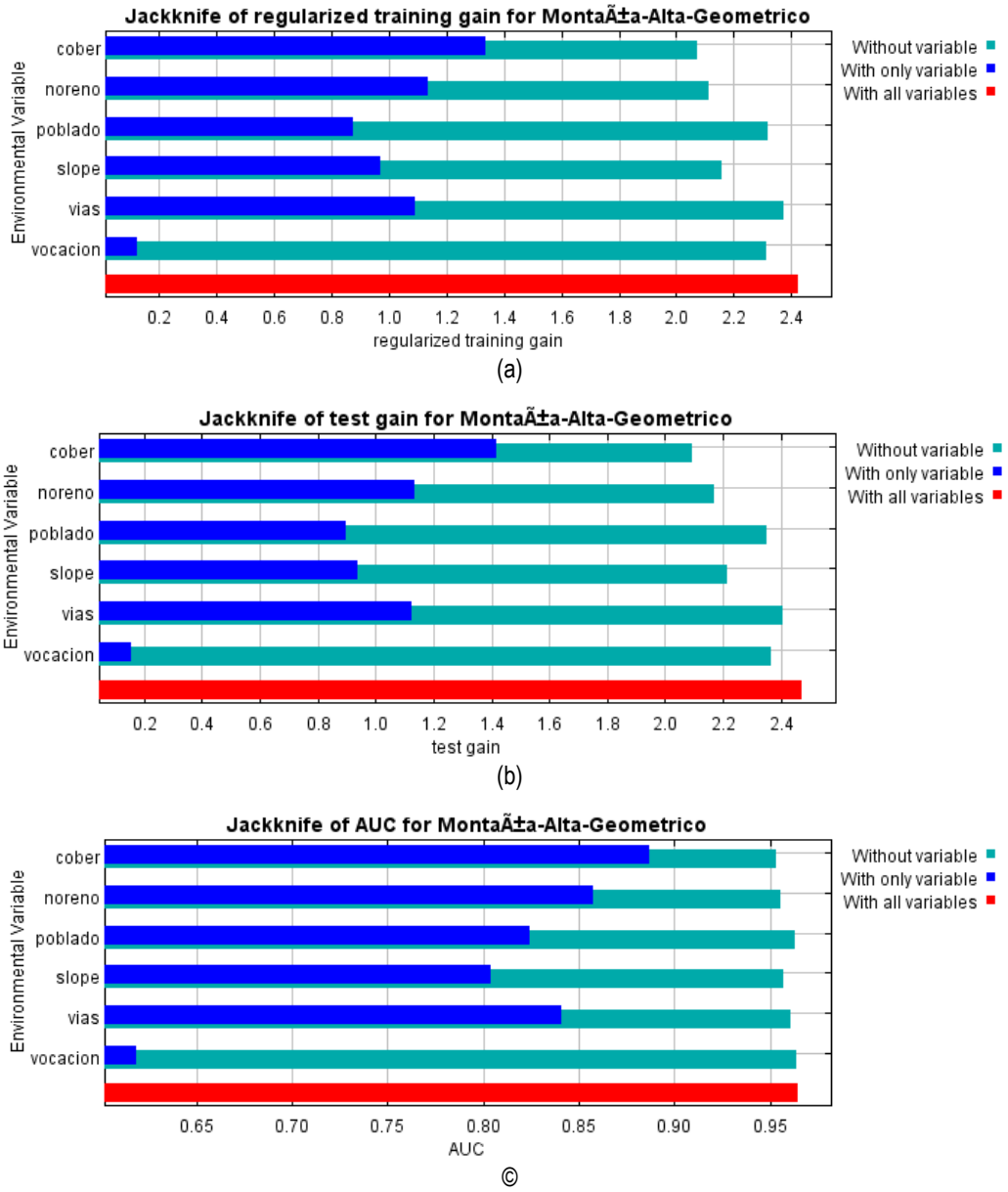


Figura 3.18. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Montaña-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

3.2.2.7. Peniplanicie

Para la peniplanicie, tanto en zonas de alta como de baja fragmentación, las coberturas de la tierra como la distancia a los recursos naturales no renovables son las principales causas de la fragmentación de ecosistemas, pues para ambos casos las coberturas tienen una contribución aproximada al 35% y la cercanía a los recursos naturales no renovables cercana al 50%. Lo anterior, evidencia que los patrones tipo geométrico e isla para esta unidad, están altamente relacionados con las dos variables en mención (Tabla 3.39).

Tabla 3.39. Contribución relativa de variables ambientales para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Peniplanicie-Alta-Geométrico	Coberturas	79.7	66.2
	Recursos no renovables	9.5	20
	Vocación	7.6	5.1
	Vías	1.6	3.7
	Cetros poblados	1.3	3.9
	Pendiente	0.4	1

Las curvas de respuesta de estas dos primeras variables pueden observarse en la Figura 13, de donde se desprende que la variable cobertura presenta una mayor probabilidad de presencia de la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico, en las coberturas de aeropuertos, bosques fragmentados y mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales, cuando se analizan de manera individual (cobertura (a)), manteniendo las demás variables constantes en su valor promedio. Como se observa cobertura (b) en la Figura, cuando la variable se analiza en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo, hay mayor probabilidad de presencia de la unidad en las coberturas bosques fragmentados y mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales (figura 3.19).

La variable distancia a recursos no renovables, cuando se tiene en cuenta su comportamiento individual (ver en la Figura recursos no renovables (a)), se incrementa la probabilidad de presencia de la unidad desde las distancias lejanas a los recursos no renovables y tiende a estabilizarse en distancias próximas y continuas. Al ser analizada en interacción de dependencia con las demás variables, recursos no renovables (b) en la Figura, se observa un incremento de la probabilidad de ocurrencia de esta unidad en valores intermedios a la distancia a los recursos no renovables.

Curvas de respuesta relativa individual

Curvas de respuesta de dependencia

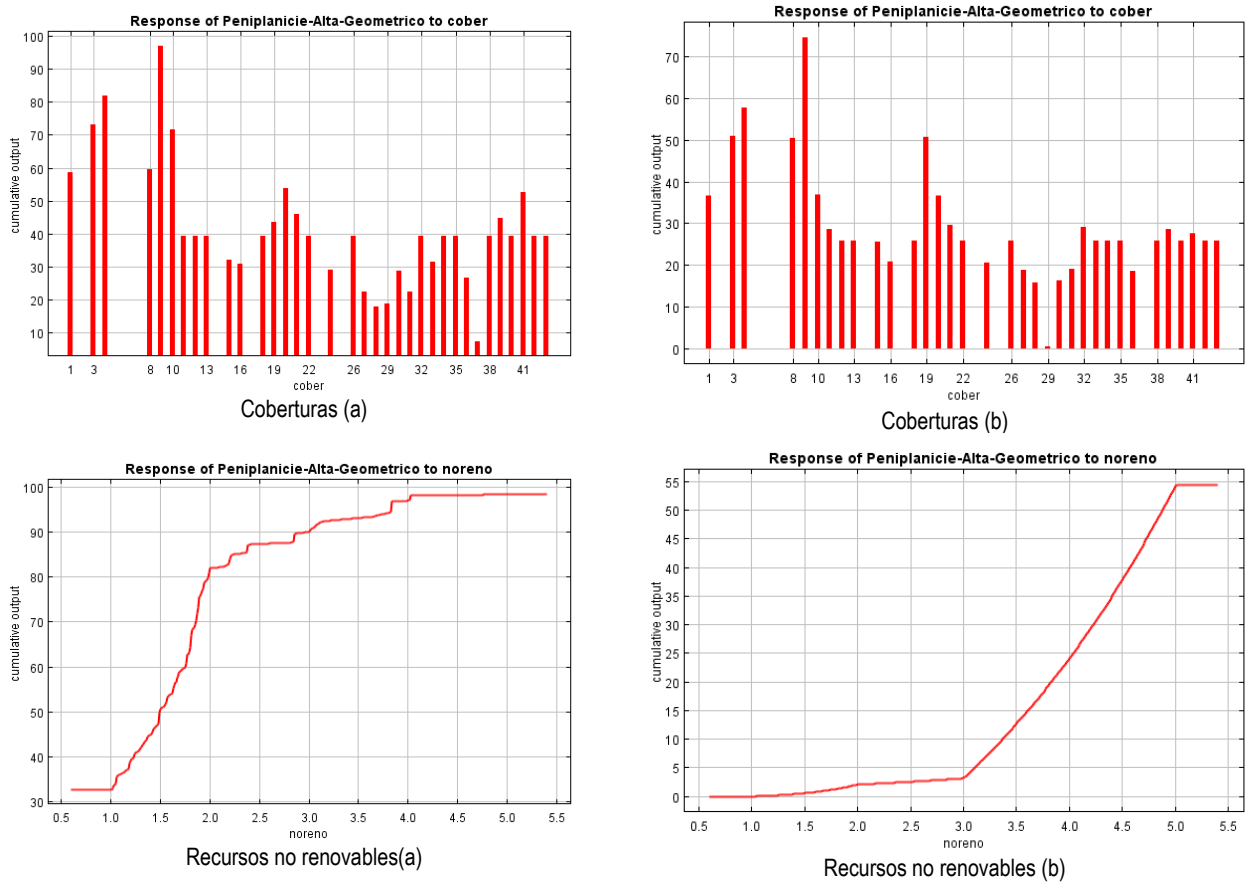


Figura 3.19. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las diferentes variables en el modelo espacial de Maxent se realizan también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife) (Figura 3.20). La variable con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, es cobertura, dado que tiene la información más útil por sí misma, siendo la que disminuye más la ganancia del modelo cuando se omite, dado que es la variable con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, tal como se aprecia en la Figura (cobertura (a)).. Por su parte, en la misma Figura en su parte (b), se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, el resultado es muy similar al anterior, ratificando la importancia de la variable cobertura. Por último, en la misma Figura, en su parte (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de la variable cobertura, pero ahora la variable distancia a recursos no renovable adquiere una importancia considerable.

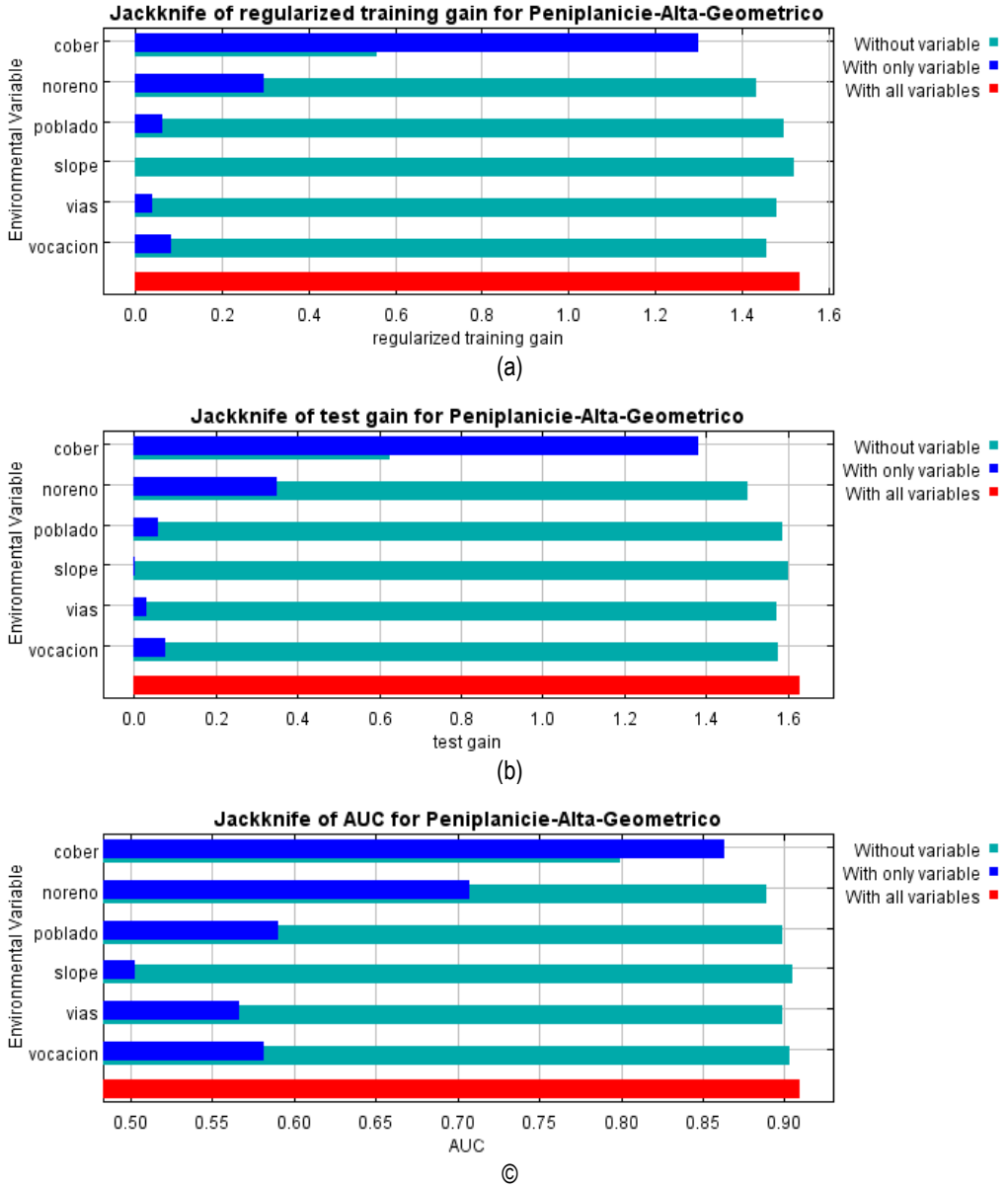


Figura 3.20. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Peniplanicie-Alta-Geométrico parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

3.2.2.8. Piedemonte

En el piedemonte también se presenta los tres grados de fragmentación, y la cercanía a los recursos naturales no renovables es la principal causa de estos procesos, pues para los tres escenarios dicha variable tienen una contribución cercana al 45%. Para los grado de fragmentación alta y baja las vías son la segunda causa de estos procesos, para la primera tienen una contribución del 17% y para la segunda del 25%. Para el caso de

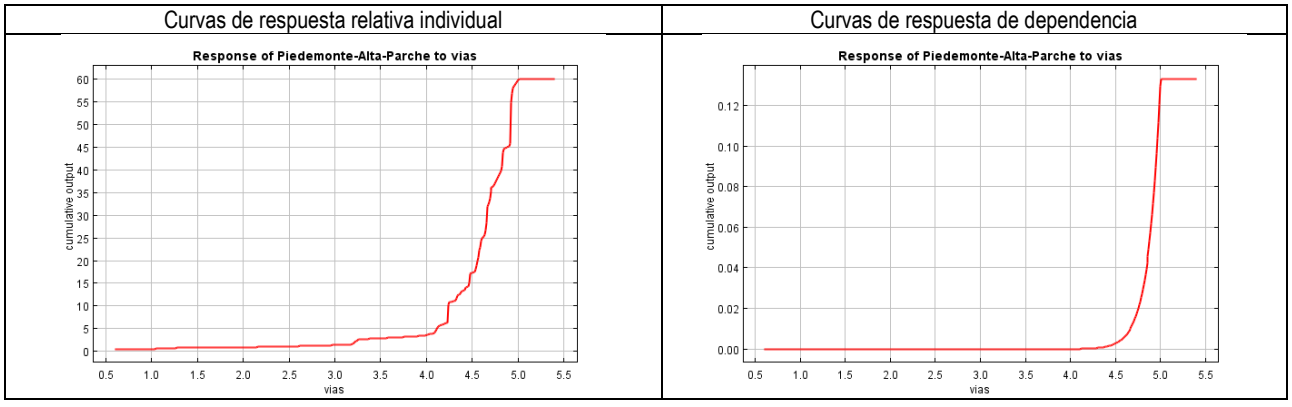
las zonas con grado de fragmentación media, los centros poblados y la cercanía a los recursos no renovables tienen una contribución muy similar aproximada al 40%. La vocación del uso del suelo en zonas con fragmentación alta también adquiere una contribución significante, cercana al 20% (Tabla 3.40).

Tabla 3.40. Contribución relativa de las variables ambientales para la unidad Pidemonte-Alta- Parche.

UNIDAD DE ANÁLISIS	VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	IMPORTANCIA EN LA PERMUTACIÓN
Piedemonte-Alta-Parche	Recursos no renovables	40.9	54.7
	Vías	19.9	16.1
	Vocación	19.4	14.7
	Coberturas	12	6.8
	Cetros poblados	6.8	6.4
	Pendiente	1	1.3

El comportamiento individual y según su dependencia de otras variables, de las tres variables de mayor contribución, se muestra en la Figura 3.21. Para el caso de las variable distancia a recursos no renovables y a vías, el comportamiento es muy similar, pues se observa un incremento abrupto de la ocurrencia de esta unidad en las zonas más continuas y próximas a las vías y a los recursos no renovables, de acuerdo a su importancia relativa individual (unidad (a) en la Figura) y a su respuesta a la dependencia con otras variable. (unidad (b) en la Figura).

Las curvas de respuesta para la variable vocación pueden observarse en la Figura 3.21, de donde se observa que para la vocación conservación de suelos y zonas urbanas presenta una mayor probabilidad de presencia de la unidad Piedemonte-Alta-Parche, cuando se analizan de manera individual (vocación (a)), manteniendo las demás variables con valores diferentes. Como se observa vocación (b) en la Figura, cuando la variable se analiza en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo, hay mayor probabilidad de presencia de la unidad en las zonas con vocación agrícola, ganadera y zonas urbanas.



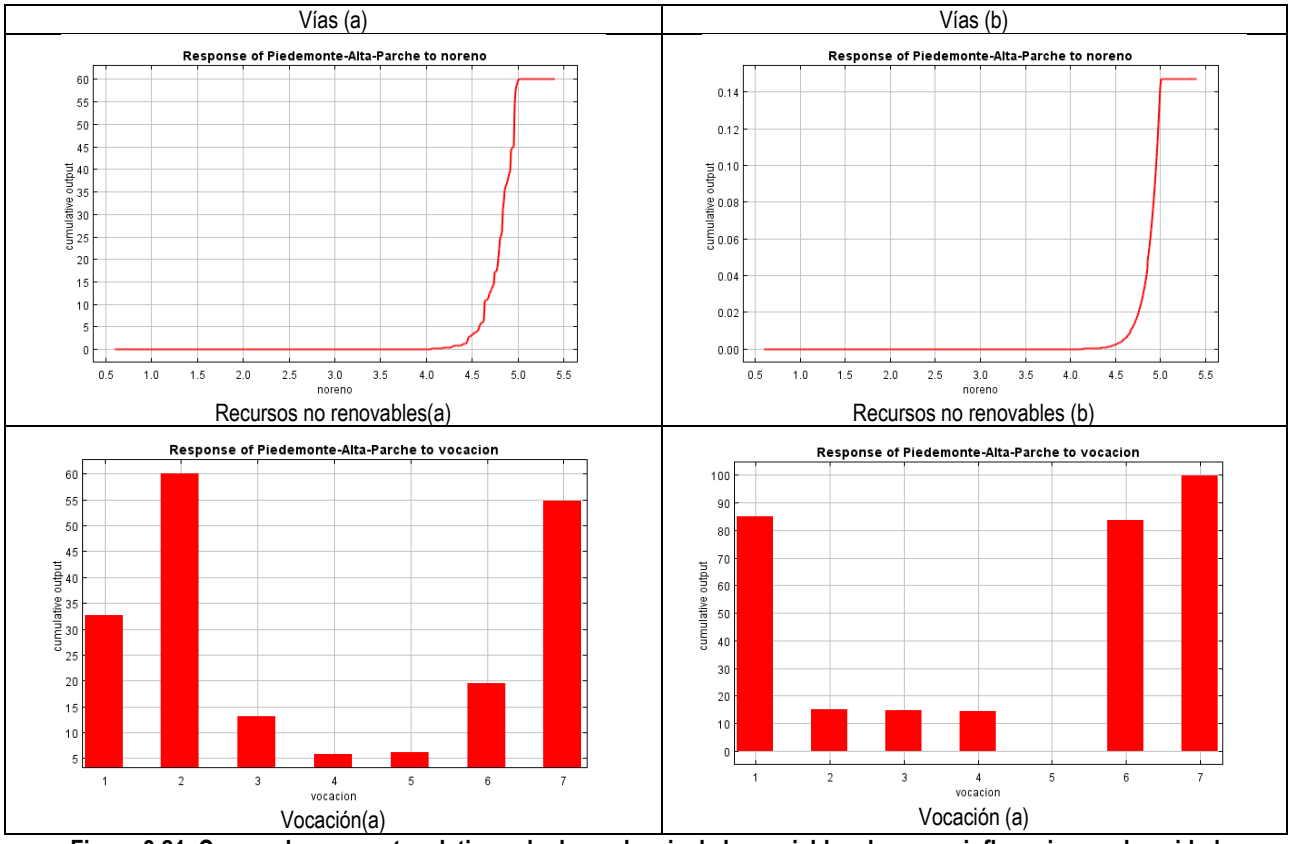
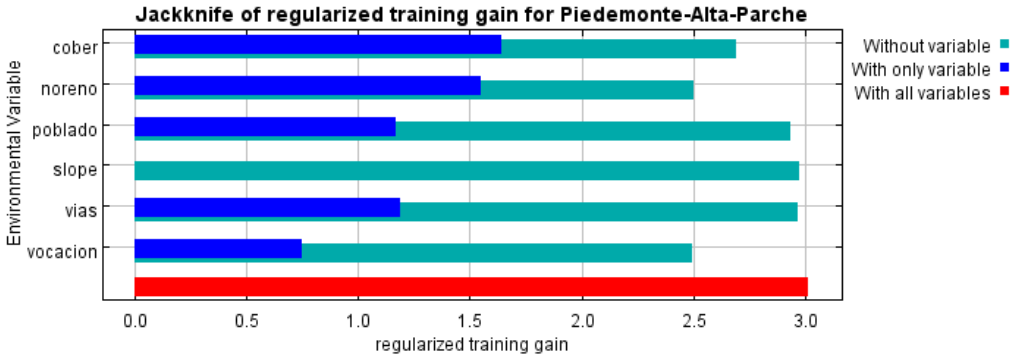


Figura 3.21. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia para la unidad Piedemonte-Alta-Parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent



(a)

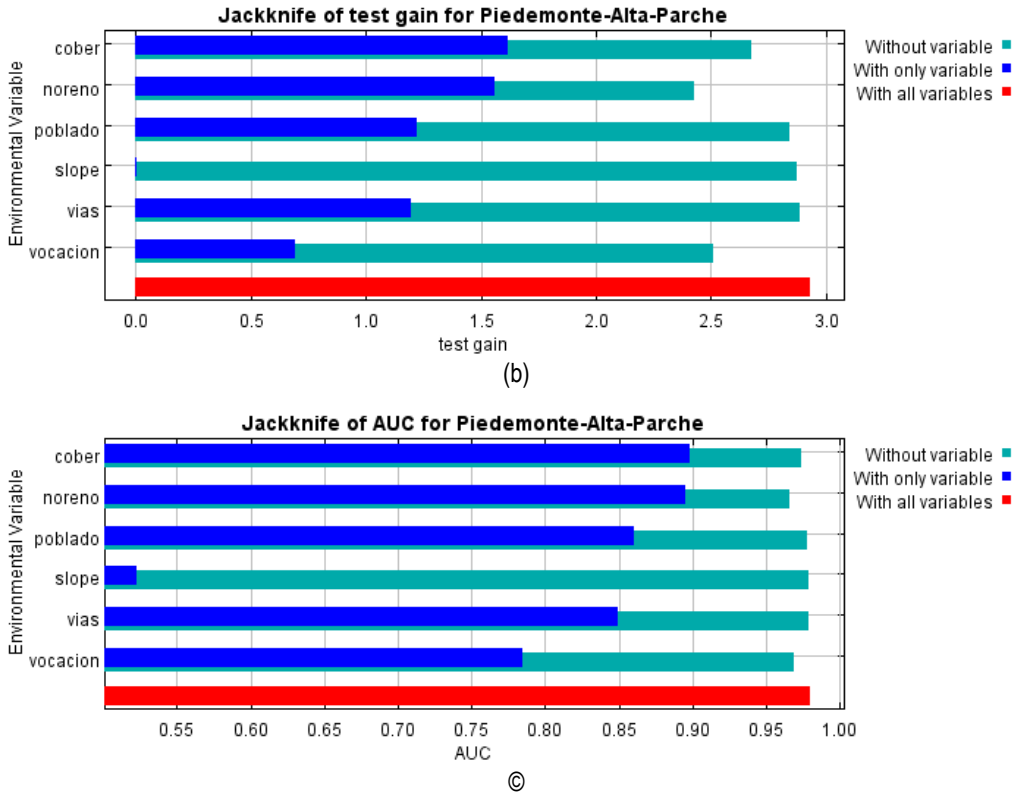


Figura 3.22. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para la unidad Piedemonte-Alta-Parche. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las diferentes variables en el modelo espacial de Maxent se realizan también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife) (Figura 3.22). Las variables con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, son las coberturas, la distancia a recursos no renovables, a centros poblados y a vías, de las anteriores la distancia a recursos no renovables es la que disminuye más la ganancia del modelo cuando se omite, tal como se aprecia en la Figura (recursos no renovables (a)). Le siguen vías y coberturas, lo que ratifica su importancia para el modelo espacial. Por su parte, en la misma Figura en su parte (b), se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, el resultado es muy similar al anterior, ratificando la importancia de estas cuatro variables. Por último, en la misma Figura, en su parte (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de las cuatro variables con mayor contribución, pero ahora se incorpora la variable vocación como aquella que también contribuye en la probabilidad de presencia de esta unidad.

4. ANÁLISIS DE MOTORES DE FRAGMENTACIÓN

4.1. OBJETIVOS

- Identificar y caracterizar con criterios sociales y económicos los agentes y las causas directas y subyacentes que generan la fragmentación a escala regional en zonas priorizadas.
- Priorizar agentes y causas de fragmentación a escala regional.
- Proponer estrategias de manejo para desarticular los motores de fragmentación identificados.
- Caracterizar los principales impactos generados a los ecosistemas o a los componentes de estos, por parte de los motores de fragmentación identificados.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS

4.2.1. Factores predeterminantes de fragmentación del paisaje

Los factores predeterminantes de la fragmentación del paisaje están referidos a aquellos fenómenos que favorecen o propician las condiciones para que la fragmentación se lleve a cabo y persista en una región, pueden ser naturales y antrópicos. Cada vez que esas condiciones se reúnen hacen probable la fragmentación. En la Amazonia colombiana se analizan a partir del año 2000 y son el resultado de una serie de fenómenos económicos y sociales que determinaron la situación del país y que incidieron de manera directa e indirecta en la Amazonia. Por ello es importante tener en cuenta el detalle de la situación que conllevó al país a una grave crisis económica y social que se sintió con mayor fuerza en la Amazonia colombiana. Esta situación y sus razones pueden ser consultadas en detalle en el Documento Anexo 1. La síntesis de la situación analizada desde los factores predeterminantes es la que se relaciona en los párrafos siguientes

Colombia, a pesar de ser un estado sudamericano de alta tradición democrática, ha vivido seis décadas ininterrumpidas de violencia protagonizadas por el exterminio partidista, narcotraficantes, guerrillas marxistas, grupos paramilitares y bandas criminales emergentes. Para la región amazónica, la entrada al nuevo mileno estuvo marcada por una situación peor que la vivida en el resto del país, si se tiene en cuenta que en ese momento era una región marginal que no gozaba del mismo trato que la región andina, centro de atención del nivel nacional. Por tanto, lo diseñado, planeado y acordado no tenía en cuenta las implicaciones para esta vasta zona del país. Todo lo anterior puso en cuestión tres factores, vigentes hoy día:

- La necesidad de abordar un **nuevo modelo económico** para el desarrollo de un país en crisis;
- **La baja gobernabilidad** del país, y de manera particular, la gobernabilidad de las áreas rurales más marginadas y donde prevalecen los mayores conflictos,
- La urgencia de resolver las grandes **brechas sociales y económicas** que determinan la desigualdad social de la población colombiana.

4.2.1.1. Necesidad de abordar un nuevo modelo económico

La economía de la región amazónica, a la entrada del nuevo milenio estaba cimentada en el modelo de desarrollo alternativo, caracterizada por:

- La continuidad de algunas de las acciones del Plan Nacional de Desarrollo Alternativo, conocido como PNDA o PDA, puesto en marcha durante el Gobierno de Ernesto Samper (1994-1998) que comprendía:
  - El programa Plante, a corto plazo, para ofrecer alternativas productivas que garantizaran ingresos básicos a las familias afectadas por las labores de erradicación. Si bien este programa inició en el gobierno de Samper, se prolongó a la administración de Andrés Pastrana (1998-2002) e inclusive a

dos años de la primera administración de Álvaro Uribe (2002-2006), debido a la vigencia de compromisos internacionales (Crédito BID-Plante).

- El Plan de Desarrollo Alternativo Normalizado, encargado de financiar y asistir procesos productivos sostenibles en el mediano y el largo plazo, para consolidar las unidades productivas de las pequeñas familias productoras.
- El desarrollo regional permanente, dentro del cual se esperaba la convergencia de las acciones contempladas en las fases anteriores, mediante programas y proyectos estratégicos para las zonas afectadas por el cultivo de coca y su procesamiento primario. En este, se esperaba lograr la articulación del PDA con la planeación nacional. (Presidencia de la República de Colombia, 1995)

A nivel nacional hubo avances en el mejoramiento de la situación económica del país: la inversión volvió a crecer y se volvió a ver el país como una posibilidad para inversionistas extranjeros, pues se veía al país como un lugar interesante, seguro y con muy buenas perspectivas de crecimiento. La economía nacional creció a una tasa promedio de 5,8% anual y al año 2008 alcanzó una tasa de 7,5%. Pese a lo anterior, quedaron inconclusos varios puntos estratégicos: el auge de la economía internacional, entre 2003 y 2008, no se aprovechó para mejorar la competitividad y la generación de empleo, perdiéndose una oportunidad de largo plazo. El desempleo creció a niveles altos y la deuda social no fue resuelta, y se profundizaron las brechas sociales.

En 2009, el crecimiento económico se desplomó, llegando a 0,4%, mientras se esperaba que en 2010 estuviese entre 2,5% y 3%, muy por debajo de lo proyectado para los países emergentes (6,8%), los latinoamericanos (4,9%) y la economía mundial (3,6%). Los déficit fiscales proyectados para 2010 (el déficit consolidado de 3,8% del PIB y el déficit del gobierno central de 4,5% del PIB) quedaron a los mismos niveles que los registrados en el 2002, situación que fue más crítica pues los estimados incluían la venta de Isagen en cerca $3 billones, que formaba parte de las fuentes de financiación. Sin embargo, esta venta no se llevó a cabo en ese período presidencial.

Además de lo anterior, las inversiones en infraestructura, y en ciencia y tecnología, fundamentales para la competitividad, fueron las mismas que al inicio del período de Gobierno en 2002, solamente en el último año de administración de Uribe se actuó de forma improvisada, aprobando por el Conpes recursos de vigencias futuras para obras que no eran prioritarias, se priorizaron compromisos adquiridos en los Consejos Comunitarios. Así, la posición de Colombia en el ranking de competitividad fue muy similar a la de ocho años atrás, dado que no solo el país no avanzó, mientras que lo hicieron los demás países de la región.

De acuerdo con lo presentado en la Figura 4.1, el problema no resuelto de tenencia y distribución de propiedad rural, ante la falta de una reforma agraria aplazada, es el que explica buena parte de los problemas del campo colombiano. De allí se desprenden los siguientes factores que se consideran los que más contribuyen a la situación actual en la Amazonia colombiana, en particular en las zonas de mayor fragmentación del paisaje, que guardan estrecha relación con los demás factores y condicionantes presentados, en particular los económicos.

En este orden, en el presente apartado se abordan los siguientes:

- Tendencia creciente de la concentración de la tierra.
- Expansión de la ganadería mediante deforestación y apertura de frontera agrícola.
- Baja dotación de bienes públicos y falta de afianzamiento de los factores de producción.
- No sostenibilidad con el patrimonio natural.

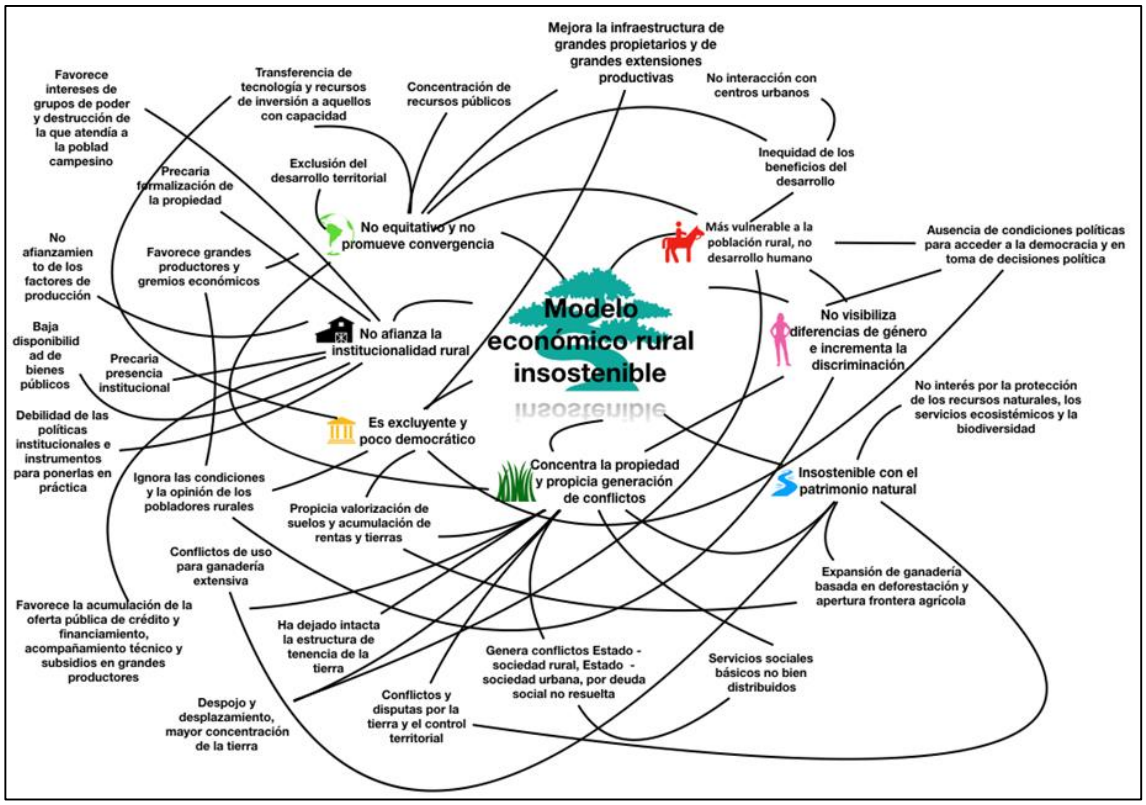


Figura 4.1. Factores y características del modelo económico rural. Basado en (PNUD, 2011)

4.2.1.1.1. Concentración de la tierra

El índice de Gini[2] departamental construido por el IGAC para el período 2000 – 2012[3], arroja los resultados que se aprecian en la Figura 4.2, para los casos de Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta, que tienen su mayor participación en la fragmentación del paisaje amazónico. En estos cuatro departamentos el Gini se ha ido incrementado en el período considerado, a excepción del Meta que presenta un fuerte cambio entre el 2007 y 2009, para luego descender hacia el 2012, sin embargo sigue siendo alto (superior a 0,85). En el caso del Guaviare, el Gini no es alto (está por debajo y cercano a 0,5) y a pesar de haberse incrementado, no alcanza a llegar a un valor alto en este período.

2 Entre más distante esté la distribución real del estado de "equidistribución", el Gini se acerca más a uno y existe mayor desigualdad: un alto porcentaje del área del terreno estará en manos de un bajo porcentaje de la población. Al contrario, si la distribución está cerca de este estado, es decir el Gini está cercano a cero, habrá menor desigualdad.

3 El IGAC hace una aclaración respecto a los datos de los departamento de Amazonas, Guainía, Guaviare y Vaupés: "Dado que estos departamentos pertenecían a los antiguos Territorios Nacionales, los catastros se han formado con declaraciones voluntarias de los propietarios (catastros fiscales) y no con censos. Estos catastros fiscales no son confiables para examinar las estructuras de propiedad en estos departamentos. Además, gran parte del territorio está destinado a parques naturales y reservas lo que hace que sólo el cinco por ciento de la tierra sea privado. Todas estas características redundan en indicadores poco confiables y que, por tanto, no se presentan en el Atlas." (IGAC)

El índice de Gini de área propietarios, estimado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA[4], para cada uno de estos departamentos es el siguiente:

- **Departamento de Caquetá**, estimado sobre un total de 25.815 predios con destino agropecuario, que cubren un total de 1.875.311 hectáreas: 0,59, clasificado como medio, inferior al nacional que es 0,87. Esta entidad señala que "El 10 % de los propietarios de Caquetá que menos área tienen (decil 1) cuentan con 5 ha o menos. La mitad de los propietarios en Caquetá reúnen el 11,95 % del área del departamento, equivalente a 224.011 ha. Asimismo, el 10 % de los propietarios que más hectáreas tienen recogen el 46,2 % del área agropecuaria. Los propietarios de predios privados rurales con destino agropecuario tienen alrededor de 40,98 ha, que corresponde al valor de la mediana, y al analizar los datos entre los deciles 3 y 8, que son el 60 % de los propietarios observados, con áreas que oscilan entre 12,07 y 97,70 ha." (UPRA, 2016).

- **Departamento de Guaviare**, sobre un total de 5.051 predios que ocupan un área de 219.799 hectáreas: 0,552 (medio), inferior al nacional (0,87). En este caso, "El 10 % de los propietarios del Guaviare que menos área tienen (decil 1) cuentan con 0,89 ha o menos. La mitad de los propietarios en el Guaviare reúnen el 12,39 % del área del departamento, equivalente a 27.227 ha. Así mismo, el 10 % de los propietarios que más hectáreas tienen recogen el 37,48 % del área agropecuaria. Los propietarios de predios privados rurales con destino agropecuario tienen alrededor de 30,45 ha, que corresponde al valor de la mediana, y al analizar los datos entre los deciles 3 y 8, que son el 60 % de los propietarios observados, estos tienen áreas que oscilan entre 5,69 y 69,82 ha." (UPRA, 2016).

- **Departamento de Meta**, con un total de 51.265 propietarios que cubren un área de 5.041.241 hectáreas: 0,871 (alto), igual al nacional (0,87). La distribución de la propiedad es de la siguiente manera: "*El 10 % de los propietarios del Meta que menos área tienen (decil 1) cuentan con 0,20 ha o menos. La mitad de los propietarios en el Meta reúnen el 1,39 % del área del departamento, equivalente a 70.107 ha. Así mismo, el 10 % de los propietarios que más hectáreas tienen recogen el 81,61 % del área agropecuaria. Los propietarios de predios privados rurales con destino agropecuario tienen alrededor de 9,40 ha, que corresponde al valor de la mediana, y al analizar los datos entre los deciles 3 y 8, que son el 60 % de los propietarios observados, estos tienen áreas que oscilan entre 1,12 ha y 56,47 ha*." (UPRA, 2016).

- **Departamento de Putumayo**, sobre un total de 30.419, que agrupan un área de 473.186 hectáreas: 0,743 (alto) inferior al nacional (0,87). Respecto a la distribución de la propiedad, la UPRA señala que "El 10 % de los propietarios del Putumayo que menos área tienen (decil 1) cuentan con 0,03 ha o menos. La mitad de los propietarios en el Putumayo reúnen el 3,54 % del área del departamento, equivalente a 16.760 ha. Asimismo, el 10 % de los propietarios que más hectáreas tienen recogen el 57,92 % del área agropecuaria. Los propietarios de predios privados rurales con destino agropecuario tienen alrededor de 4,23 ha, que corresponde al valor de la mediana, y al analizar los datos entre los deciles 3 y 8, que corresponde al 60 % de los propietarios observados, estos tienen áreas que oscilan entre 0,22 y 20,8 ha." (UPRA, 2016).

4 Los datos son del Catastro Nacional (IGAC), tomados de las últimas actualizaciones catastrales. Si bien se trata del Coeficiente de Gini, los procedimientos de cálculos realizados guardan algunas diferencias con los adelantados en el Atlas de la Propiedad Rural en Colombia.

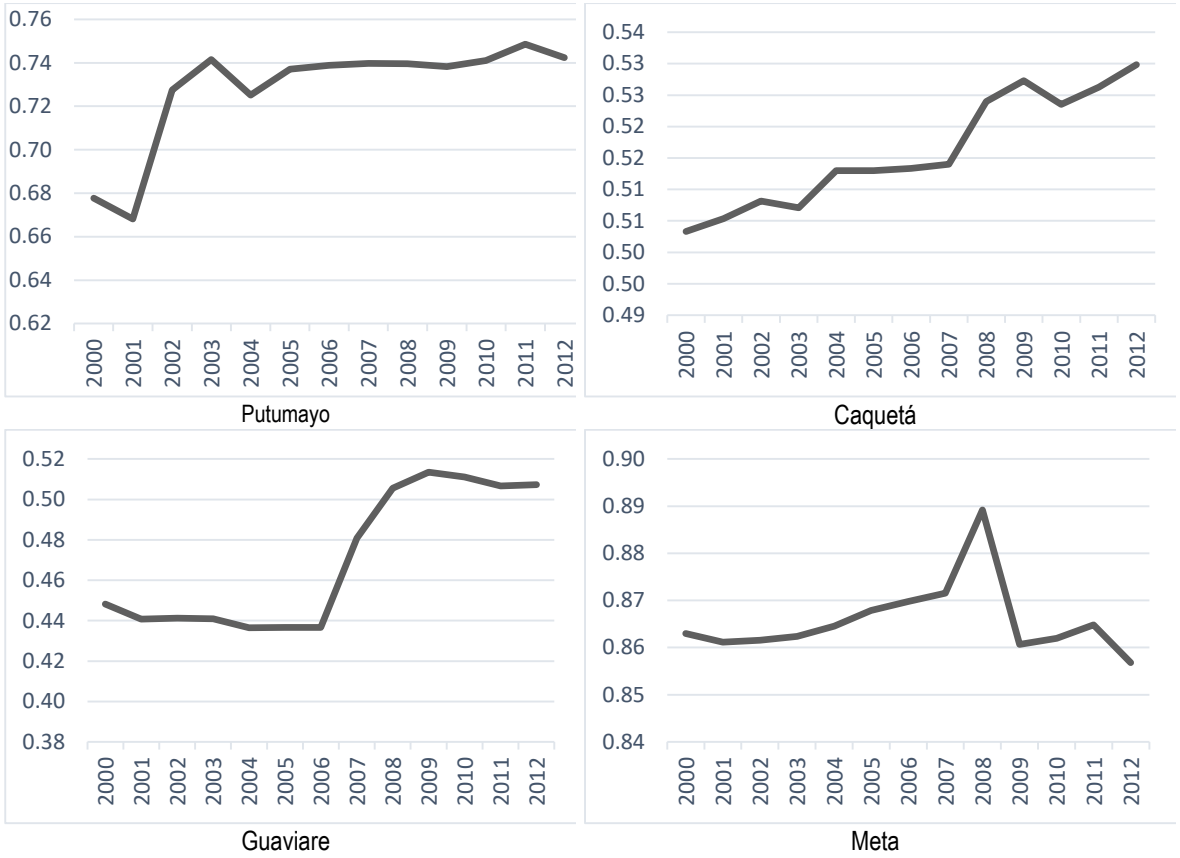


Figura 4.2. Gini de tierras 2000-2012. Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta. Fuente: (IGAC, 2012)

A partir de la Ley 160 de 1994 la adjudicación de baldíos de la Nación cambió a la nueva figura introducida que fueron las Unidades Agrícolas Familiares- UAF. El tamaño de la UAF (Tabla 4.1) en estos departamentos es un parámetro para establecer la tendencia a la concentración de la tierra.

Tabla 4.1. Tamaño de la UAF según departamento. Fuente: (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016)

DEPARTAMENTO	TAMAÑO MÍNIMO (ha)	TAMAÑO MÁXIMO (ha)
Caquetá	58	2.269
Guaviare	52	220
Meta	28	1.840
Putumayo	35	90

En los departamentos considerados, el mecanismo de adjudicación de tierras (baldías) fue uno de las principales actividades para la apropiación territorial. LA UAF incluye no solo el área, también tiene en cuenta criterios de calidad de las tierras que garanticen su explotación adecuada y el mantenimiento de la unidad familiar. Para los departamentos amazónicos la situación de adjudicación de baldíos puede ser observada en la Tabla 4.2. Se ha incluido a Vichada, por su participación en la titulación de baldíos en el período analizado con 32% del total nacional.

Tabla 4.2. Distribución de baldíos titulados (ha), según UAF. 1995-2012. ADS: Adjudicaciones. Fuente: (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016)

RANGOS UAF	MENOS DE 1 UAF			1 UAF		
Departamento	ADS	%	Área (ha)	ADS	%	Área (ha)
Vichada	2.582	92,4	1.176.678	109	3,9	173.001
Meta	3.699	58,8	15.933	2.436	40,0	974.856
Caquetá	2.476	56,8	48.074	1.184	43,2	213.140
Putumayo	5.432	78,2	46.055	1.258	17,8	72.141
Guaviare	1.545	65,3	26.107	807	34,1	63.706
Total nacional	98.278	77,8	1.510.714	25.312	20,0	2.860.232
RANGOS UAF	**MÁS DE 1 UAF**			**TOTAL**		
Vichada	102	3,7	279.678	2.795	32,4	1.629.357
Meta	12	0,2	32.548	6.087	20,3	1.023.317
Caquetá	1	-	6.131	4.861	5,3	267.345
Putumayo	272	4,9	33.085	6.942	3,0	151.261
Guaviare	14	0,6	3.912	1.364	1,9	95.745
Total nacional	2.798	2,2	658.609	126.388	100,0	5.031.555

Hay dos elementos relacionados con los datos presentados, según el Centro de Memoria (2016): hubo áreas adjudicadas por fuera de los límites legales establecidos para este proceso, donde Vichada representa el 42,5% (279.678 ha), siendo el caso más representativo, sobresalen también Santander (18%), Antioquia (6,5%), Casanare (5,8%) y Putumayo (5%). De estos casos no se tiene total certeza de si se trata de acumulación de baldíos. El detalle puede consultarse en el Documento Anexo 1.

Si bien la desigualdad en la distribución de la propiedad disminuyó gradualmente en la segunda mitad del SXX, debida a la adjudicación de baldíos a colonos en el caso amazónico, la inequidad en la distribución se mantiene con una tendencia acentuada al incremento, por razones como la reducida dotación de recursos necesarios para la adecuada explotación de los predios, como el crédito subsidiado, la asistencia técnica y la provisión de cadenas de comercialización para los productos campesinos; a lo que se suma la carencia de un modelo de desarrollo rural para la región amazónica, que se base en su aptitud de uso.

Adicional a lo anterior, es de mencionar el caso de las Zonas de Reserva Campesina – ZRC, como mecanismo creado para controlar la concentración de la propiedad, en especial en zonas de colonización. En el caso de la Amazonia, se crearon dos ZRC:

- **Guaviare**: San José del Guaviare, El Retorno y Calamar, mediante Resolución 054 de diciembre 18 de 1997, con 463.000 ha. En ese año se estimó una población de 38.596 habitantes en la ZRC. En los tres municipios había una superficie bajo propiedad privada de 134.253 ha, con 2.689 propietarios rurales y con 2.135 adjudicaciones de baldíos al 2000, que ocupaban 157.646 hectáreas.
- **Caquetá**: Cuenca del Río Pato y Valle de Balsillas, en el San Vicente del Caguán, con Resolución 055 de diciembre 18 de 1997, con 88.401 ha. La población estimada fue de 7.500 habitantes en la ZRC. La superficie en el municipio que estaba bajo propiedad privada era de 267.135 ha, con 3.178 propietarios rurales, había 3.216 adjudicaciones de baldíos al 2000, abarcando 302.047 ha.

La efectividad de las ZRC ha sido muy cuestionada, pues la mayoría de los objetivos bajo los que fueron creadas, no se han cumplido. Estos están consignados en la Ley 160 de 1994 (capítulo XIII) y el Decreto Reglamentario 1777 de 1996 de la Junta Directiva del INCORA. En ellos se definen:

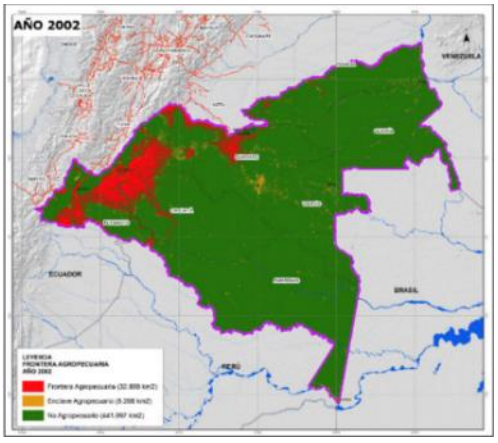
- El ámbito económico y geográfico de aplicación (zonas de colonización y predominio de baldíos, y en especial en a las zonas de amortiguación de los parques nacionales naturales);

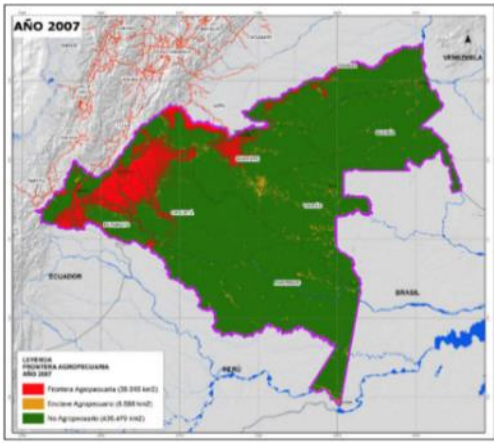
- Los objetivos (económicos, ambientales y políticos), en zonas cuyas características agroecológicas y socioeconómicas permitan su desarrollo, a la vez que se regule, limite y lleve a cabo el ordenamiento de la propiedad y promueva el desarrollo de organizaciones campesinas;

La acción interinstitucional de soporte, mediante la convergencia de las entidades del sistema nacional de reforma agraria y las instituciones para financiación de programas de crédito, capitalización rural, servicios públicos e investigación, entre otros.

4.2.1.1.2. Expansión de la ganadería (deforestación y apertura de frontera agrícola)

La apertura y ampliación de frontera agrícola se expresa: "*En la Amazonia colombiana es la zona transformada por las actividades antrópicas, que forma un espacio geográfico continuo, desde la periferia de la región, conectado por vía terrestre con los mayores centros urbanos del interior del país… La frontera agropecuaria se localiza principalmente en el sector noroccidental de la Amazonia e incluye parte de los departamentos de: Caquetá, Putumayo, Guaviare, y sur del Meta. Dicha frontera se debe observar no como una línea, sino como una franja del territorio que limita de un lado con los bosques nativos y de otro lado con zonas de pastizales principalmente*"[5]. Se hace referencia a esta aproximación dado que cuenta con un análisis multitemporal, en tanto que la frontera agrícola definida para el país (UPRA) solo contempla los cambios de cobertura (bosque-no bosque) a partir del 2010. Esta frontera se ha ampliado de manera progresiva en la Amazonia occidental principalmente y coincide con las áreas y paisaje que han sido y son fragmentados (Figura 4.3).





5 http://siatac.co/web/guest/productos/frontera-agropecuaria

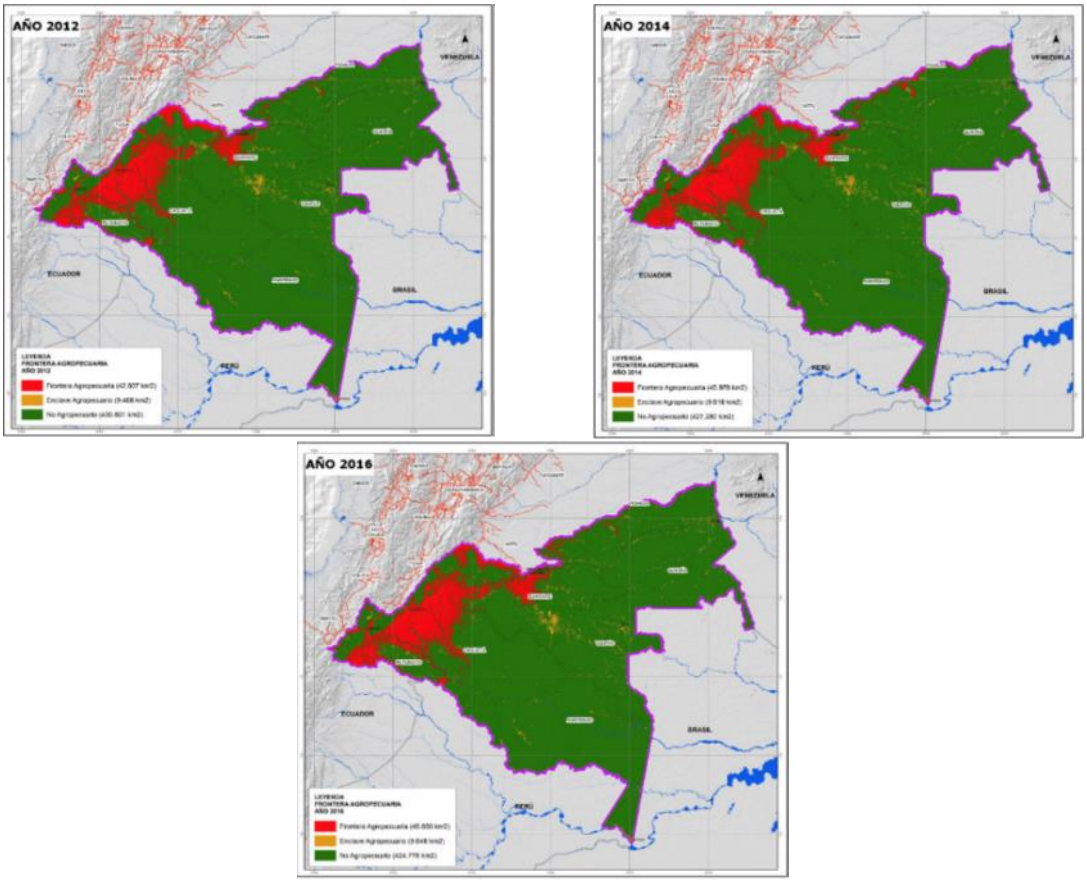


Figura 4.3. Evolución de la frontera agropecuaria en la Amazonia colombiana. Fuente: Sinchi, 2018

La adjudicación de baldíos entre 1995 y 2012 afectó la frontera agrícola, en tanto que propició la ampliación de esta en departamentos amazónicos. Tal como lo señala el Centro de Memoria *"… al desagregar las cifras de baldíos adjudicados a personas naturales y jurídicas por departamentos, lo primero que salta a la vista es el agotamiento de las tierras baldías disponibles dentro de la frontera agrícola. En efecto, del área total adjudicada a particulares en los últimos 17 años, escasamente el 8 por ciento se distribuyó entre 20 departamentos de antiguo poblamiento y en la zona rural de Bogotá, en tanto que el 92 por ciento restante se repartió entre diez departamentos que todavía disponen de grandes extensiones de baldíos, de los cuales Vichada, Meta, Arauca, Casanare y Caquetá concentraron casi el 80 por ciento del área adjudicada en ese periodo."* (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016).

Contribuyen a este fenómeno las transacciones de tierras de origen baldío que fueron concentradas, por agentes económicos que obtuvieron grandes ganancias producto del narcotráfico, como forma de lavado de activos y consolidación de rentas especulativas, en las que la tierra juega un papel importante. Aunado a ello está la expansión de la ganadería extensiva, como actividad rentable al no pagar impuestos, requiere niveles de inversión bajos (mano de obra, tecnología) y el costo de la tierra es muy bajo. De igual forma, ha contribuido a su continua expansión la carencia de una política sólida que actué en dos vías: primera, utilización de la frontera agrícola existente en el país, y segunda, el diseño de medidas de control que hagan efectivo su control.

En la Amazonia colombiana se suman además, la baja gobernabilidad territorial, la carencia de un modelo de desarrollo amazónico y una política de poblamiento. Estas últimas han contado con varias iniciativas, que no han pasado de ser directrices y lineamientos que no trascienden al desarrollo de instrumentos para hacerlas una realidad.

Un forma de aproximarse a la situación en cuanto a la ampliación de la frontera agrícola son los datos del Censo Nacional Agropecuario (Dane, 2014) que definió como base del levantamiento de los datos en las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) y las Unidades de Producción no Agropecuaria (UPNA). La distribución de estas unidades por zona de los Planes de desarrollo con enfoque territorial - PDET en la Amazonia es la que puede ser apreciada en la Figura 4.4, que muestra como las zonas Macarena- Guaviare y Cuenca Caguán – Piedemonte Caqueteño tienen una distribución muy similar de estos dos tipos de unidades, siendo las UPA las que tienen mayor participación (82% y 85% en su orden), mientras que la zona Putumayo cuentan con un 59% de UPA, frente a un 41% de UPNA. Estas zonas se encuentran en las zonas que presentan fragmentación del paisaje media y alta.

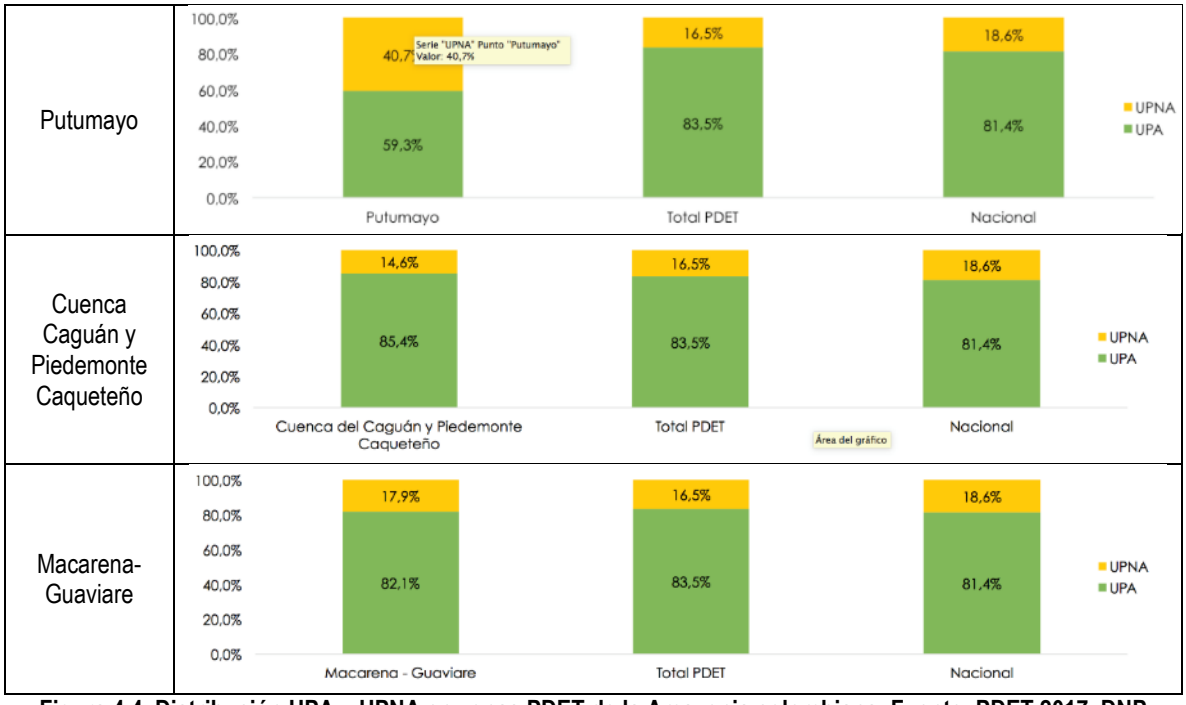


Figura 4.4. Distribución UPA y UPNA en zonas PDET de la Amazonia colombiana. Fuente: PDET 2017. DNP

La vocación del suelo en cada zona PDET de la Amazonia, para la ganadería apenas alcanza las 2.661.363 de hectáreas, mientras que para uso agrosilvopastoril es de 687.745 hectáreas y para uso forestal es de 13.815.823 hectáreas (Tabla 4.3). Sin embargo, en uso inadecuado por sobreutilización se encuentran 608.589 hectáreas y por subutilización 1.261.044 hectáreas (Tabla 3.38). En las zonas PDET tienen uso adecuado 9.672.065 hectáreas, donde Macarena –Guaviare tiene la mayor participación, donde también se presenta la mayor extensión en sobreutilización del suelo. En la zona Caguán – Piedemonte Caqueteño se considera que hay una gran extensión en uso adecuado, 1.089.575 hectáreas, las mismas que se considera deben estar en

uso agrícola (Tabla 4.4). El Censo Bovino realizado por el ICA en el año 2017, arroja el inventario tanto de número de cabezas de ganado como de fincas que se presenta en la Tabla 4.5.

Tabla 4.3. Vocación del suelo por zona PDET. Fuente: Ficha PDET, 2017. DNP

VOCACIÓN DEL SUELO	PUTUMAYO (ha)	CAGUÁN PIEDEMONTE CAQUETEÑO (ha)	MACARENA GUAVIARE (ha)	TOTAL NACIONAL PDET (ha)	NACIONAL (ha)
Vocación Agrícola	260.449	1.089.575	2.436.117	7.478.781	22.081.792
Vocación Agrosilvopastoril	501.171	34.086	152.488	1.767.633	4.054.216
Vocación Conservación de suelos	13.574	800	309.214	1.542.610	6.289.978
Vocación Forestal	1.332.531	6.977.332	5.505.960	23.522.557	64.165.953
Vocación Ganadería	258.694	943.036	1.459.633	4.127.679	15.147.393

Tabla 4.4. Conflictos de uso del suelo por zona PDET. Fuente: Ficha PDET, 2017. DNP

CONFLICTOS DE USO	PUTUMAYO (ha)	CAGUÁN-PIEDEMONTE CAQUETEÑO (ha)	MACARENA – GUAVIARE (ha)	TOTAL NACIONAL PDET (ha)	NACIONAL (ha)
Uso adecuado	260.449	1.089.575	8.322.041	29.014.522	76.918.934
Subutilización	501.171	34.086	725.787	2.878.337	14.905.219
Sobreutilización	13.574	800	594.215	4.815.905	13.385.566
Otros*	1.332.531	6.977.332	267.229	2.304.702	8.654.483

* Otros incluye: conflictos en áreas pantanosas, mineros, urbanos, demanda no disponible por nubes.

Tabla 4.5. El Censo Bovino realizado por el ICA en el año 2017

DEPTOS	TOTAL BOVINOS - 2017	No FINCAS 1 A 50	No FINCAS 51 A 100	No FINCAS 101 A 500	No FINCAS 501 O MAS	TOTAL FINCAS CON BOVINOS - 2017
Caquetá	1.486.685	6.165	3.776	4.033	277	14.251
Guaviare	301.224	1.678	871	775	44	3.368
Meta	512.493	2.180	1.216	1.275	123	4.794
Putumayo	209.006	6.359	561	317	15	7.252
Total	2.509.408	16.382	6.424	6.399	460	29.665

4.2.1.1.3. Dotación de bienes públicos y factores de producción.

La dotación de estos bienes y factores de producción determina en gran medida el modelo económico vigente en la Amazonia occidental. Los bienes afectados al uso público son materia de interés dado que están relacionados con la ocupación del territorio y con la fragmentación del paisaje. Con los datos de mejoramiento y construcción de vías, se tiene una aproximación tanto en obra como en inversión, de un tipo de estos bienes, que se consideran solución a los problemas de las áreas rurales. En el Guaviare se han mejorado o construido 831,41 km de vías cuya inversión alcanza el los $714.971.781.965. En Caquetá, en el período 2013 – 2018, se han realizado inversiones en 1.331,3 km de vías, con un total de $450.456.616, en el Meta, $48.538.667.727, el Putumayo ha realizado una inversión y cuenta con una proyección que alcanza los $633.980.608.000 en 412,6 km de vías. La información detallada puede consultarse en la Tabla Anexa en el Documento Anexo 1

En cuanto a la dotación de los factores de producción (tierra, capital, mano de obra), ya se analizó lo que corresponde a la tierra. Respecto a los recursos de capital, una de las fuentes es el crédito agropecuario y de incentivos a la capitalización rural. Los créditos aprobados por Finagro presentan grandes diferencias entre departamentos (Tabla 4.6), donde Caquetá y Meta acumulan los mayores recursos, sin embargo en el caso del

Meta se considera la totalidad de recursos de crédito aprobados para el departamento, no solamente a los municipios del sur del Meta. Después de 2008 los recursos de crédito asignados van disminuyendo, con la recuperación en 2013, para luego descender nuevamente hasta alcanzar muy bajos valores en 2016.

Tabla 4.6. Créditos agropecuarios aprobados por departamento. Millones de pesos (finagro.gov.co)

DEPARTAMENTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Caquetá	36.052	18.015	251	322	24.678	106.432	2.268	3.735	396
Meta	275.153	93.554	19.409	9.266	38.980	194.271	21.033	37.979	401
Putumayo	19.795	2.264	1.265	1.460	18.598	52.888	196	285	256
Amazonas	22	-	-	-	11	2.016	-	-	-
Guainía	1.146	-	-	-	23	567	-	-	5
Guaviare	13.413	1.234	-	-	4.564	7.974	425	-	27
Vaupés	116	-	-	-	107	369	-	-	4
Vichada	20.585	1.709	1.275	598	2.561	6.350	671	-	21

Llama la atención el caso de Amazonas, que el 2013 es el único año que presenta un valor relativamente alto, de los años que tienen asignación de créditos. Igual en el Guainía, que parte de un valor comparativamente alto, para luego presentar una pequeña asignación en 2012, que se incrementa ligeramente en 2013, para luego volver a cero, con una muy pequeña asignación en 2016. Es de tener en cuenta que en estos departamentos hay un predominio de población indígena, lo que explica el bajo uso de este factor para la producción. El Guaviare también presenta un caso atípico, demostrando como en los otros departamentos anteriormente mencionados, el uso de recursos de crédito no es significativo y no aporta como factor de producción.

Otra fuente importante de recursos de capital han sido los programas de sustitución de cultivos de uso ilícito. Desde el año de 1986, con la Ley 30 de este año (Estatuto Nacional de Estupefacientes), Colombia determina que toda la cadena de las drogas ilícitas son ilegales. Es decir que el cultivo es ilegal y supone penas de cárcel, sin embargo, poco después de la aprobación del Estatuto se iniciaron los primeros programas de sustitución de cultivos ilícitos. En 1987 se hicieron las primeras intervenciones en los departamentos de Cauca y Nariño, en el sur del país, a través de un enfoque multisectorial coordinado bajo la estrategia de Naciones Unidas. En 1990 este programa se amplió a los departamentos de Guaviare, Caquetá y Putumayo. En 1993 el gobierno impulsó el Plan Nacional de Rehabilitación, reformulado en 1995 a través del Programa Nacional de Desarrollo Alternativo (PLANTE) una intervención territorial focalizada, sin que se consiguieran los resultados esperados. Al finalizar el PLANTE entre 2001 y 2003 y de forma paralela al Plan Colombia, se creó el Programa Campo en Acción, que estableció los primeros pactos de erradicación voluntaria con cultivadores, igual con pocos resultados. El Plan Colombia, por su parte (1998-2015), unió en una misma estrategia la lucha antinarcóticos con la lucha antiterrorista y antisubversiva. Este Plan se desarrolló en tres etapas; las dos primeras de ellas durante los gobiernos de Andrés Pastrana y Álvaro Uribe. Entre 2000 y 2007 la mayor parte de las ayudas del componente social se destinó a Desarrollo Alternativo, en un contexto en el que el conflicto armado alcanzó su mayor impacto humanitario a través de masacres, combates y ataques indiscriminados y el desplazamiento. Regiones productoras como las de la Amazonia quedaron en medio del fuego cruzado. Durante este período las fumigaciones se reforzaron, generando graves problemas para la población (DNP, 2016). Sin embargo las cifras las hectáreas cultivadas no disminuyeron, en 2007 sobrepasaban las 90 mil hectáreas e incluso habían aumentado frente a 2003. (Contraloría General de la República, 2016)

En 2006 se creó el Plan Nacional de Consolidación territorial, que buscaba llevar el Estado a los territorios en los cuales no estaba presente o solo lo había hecho a través de la estrategia militar, concretamente en el caso de la sustitución de cultivos ilícitos su objetivo estaba "concentrado en la generación de condiciones y oportunidades lícitas para el empleo productivo y sostenible de la mano de obra rural" (CONPES 3218 de 2010).

El programa se centró en tres estrategias: erradicación manual, programa de familias guardabosques y proyectos productivos, previa erradicación voluntaria. El Programa Familias Guardabosques arrojó los resultados consignados en la Tabla 4.7. En 2000 el Plan Colombia inició el desembolso de la cooperación estadounidense, con un presupuesto inicial de US$4.900 millones para programas de seguridad y justicia que redujeran a la mitad el área de coca y de US$1.300 millones para promover el desarrollo alternativo y el apoyo a las víctimas del conflicto. Tras 15 años de duración la inversión alcanzó los US$9.600 millones por parte del Gobierno de los EEUU y los US$ 31.000 millones del Gobierno de Colombia (DNP, 2016).

Tabla 4.7. Familias e inversión del Programa Familias Guardabosques. 2003-2013. (http://www.odc.gov.co/sidco/oferta/familias-guardabosques)

DEPARTAMENTO	INDICADOR	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Amazonas	Familias Atendidas	---	---	---	---	1774	1779	17	1	---	---	---
	Inversión en Pesos	---	---	---	---	1.972.272.000	4.279.512.000	9.384.000	408.000	---	---	---
Caquetá	Familias Atendidas	---	---	916	2077	2134	3381	2331	4	---	---	---
	Inversión en Pesos	---	---	1.805.400.000	5.505.600.000	7.048.800.000	8.046.384.000	3.407.088.000	3.024.000	---	---	---
Guainía	Familias Atendidas	---	---	---	---	---	---	---	403	431	409	403
	Inversión en Pesos	---	---	---	---	---	---	---	164.424.000	526.320.000	494.904.000	85.884.000
Guaviare	Familias Atendidas	---	174	960	896	629	435	---	246	254	243	229
	Inversión en Pesos	---	786.632.000	2.469.575.000	3.638.400.000	1.477.200.000	265.800.000	---	100.368.000	295.392.000	274.584.000	49.368.000
Meta	Familias Atendidas	---	---	---	931	1919	2169	1966	13	---	---	---
	Inversión en Pesos	---	---	---	824.400.000	5.233.704.000,00	6.994.728.000	4.664.256.000	7.608.000	---	---	---
Putumayo	Familias Atendidas	3393	3206	4052	4940	4536	4601	2902	656	473	462	6
	Inversión en Pesos	10.251.731.000	14.360.090.500	14.881.723.000	9.611.400.000	9.199.512.000	10.367.520.000	4.851.432.000	447.348.000	570.792.000	445.740.000	1.632.000
Vaupés	Familias Atendidas	---	---	---	---	1077	1165	1147	8	---	---	---
	Inversión en Pesos	---	---	---	---	439.416.000	2.727.888.000	1.031.832.000	6.120.000	---	---	---
Vichada	Familias Atendidas	---	---	---	---	---	---	---	46	27	---	---
	Inversión en Pesos	---	---	---	---	---	---	---	18.768.000	22.440.000	---	---

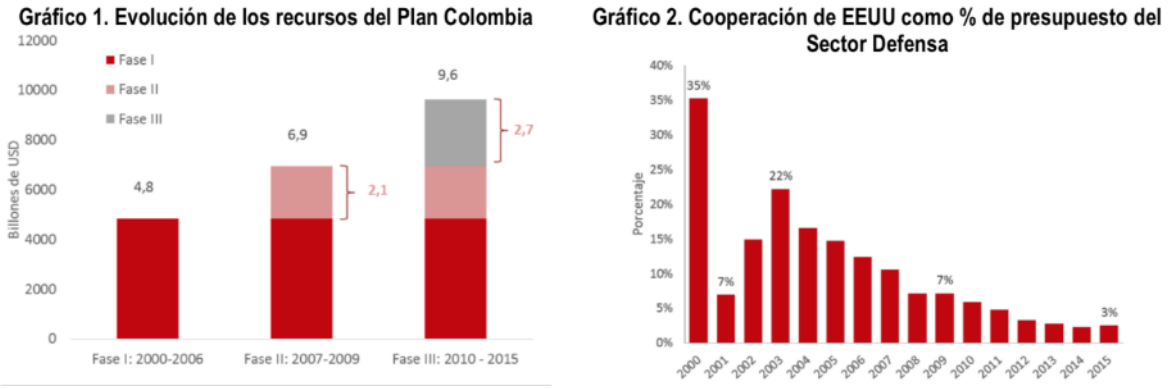


Figura 4.5. Evolución de los recursos del Plan Colombia y presupuesto destinado a Defensa. (DNP, 2016)

El 72% de los recursos del Plan Colombia se destinó al componente de apoyo militar y policial, focalizado principalmente a la profesionalización de las Fuerzas Militares y la lucha contra el narcotráfico; en tanto que solamente el 28% se destinó a iniciativas humanitarias, sociales económicas y administración de justicia (DNP, 2016). El balance de la sustitución y erradicación de cultivos, ha estado marcado por el déficit en la construcción de un sistema social cohesionado y de una institucionalidad incluyente (Contraloría General de la República, 2016). Los diferentes programas no han sido consistentes en el diagnóstico y abordaje de las fallas en la cultura de la legalidad, especialmente al determinarse desde un enfoque que se basa en la seguridad del Estado como objetivo último y de la implementación centrada en la erradicación. A la falta de resultados y de enfoques específicos que alimenten la confianza entre personas y con las instituciones y la cultura de la legalidad, se suma el efecto perverso de la falta de resultados de los programas de Desarrollo Alternativo que profundizan la desconfianza en las instituciones.

4.2.1.1.4. No sostenibilidad con el patrimonio natural

Las acciones sociales e institucionales orientadas a la producción agropecuaria no consultan la aptitud del ecosistema amazónico y sus posibilidades de uso sostenible. Hay una oferta de sistemas y prácticas de producción sostenible generadas desde las instituciones nacionales (SINA), que no son consultadas ni adoptadas para su transferencia al sector agropecuario. El Instituto Sinchi ha venido adelantando la caracterización y tipificación de sistemas productivos en la Amazonia colombiana, entre los temas que aborda están la sostenibilidad ambiental de cada tipología identificada. La informalidad en la tenencia de la tierra persistente en el territorio amazónico, es uno de los mayores obstáculos para acceder al crédito agrícola y a otros bienes públicos y para superar la pobreza rural. Además la informalidad aumenta el riesgo de que los campesinos sean despojados de sus tierras, ya sea mediante coacción, violencia o trucos jurídicos.

4.2.1.2. Crisis de gobernabilidad

Colombia era considerada un estado débil[6] o disfuncional a inicios del nuevo milenio. Con la entrada del gobierno a cargo de Álvaro Uribe Vélez (2002 y 2010), se instauró la Política de Seguridad Democrática[7], un eje programático transversal a su política de desarrollo nacional, con el que proponía asegurar la viabilidad de la democracia y afianzar la legitimidad del Estado a través del impulso de tres estrategias fundamentales: recuperación de la seguridad, confianza inversionista y cohesión social. El supuesto: existencia de una relación de causalidad entre estas estrategias, de tal forma que una mejora en las condiciones de seguridad propiciaría un incremento en la inversión y en la actividad económica, lo que a su vez redundaría en una mayor recaudación tributaria que permitiría el financiamiento de proyectos sociales. La estrategia de seguridad democrática se consideró la más importante, por tanto, fue a la que se le asignaron los mayores esfuerzos de gestión, gobierno y recursos. Pese a los anteriores argumentos, también se consideró que aquellos lugares donde no existieran y no se pudieran garantizar condiciones de seguridad no eran favorables para la inversión; así, se generó menor desarrollo de la economía y bajo recaudo de impuestos en varias zonas del país, disminuyéndose con ello todas las posibilidades de reducir la pobreza.

El Plan Colombia fue un pilar de la política de seguridad democrática, en cuyo caso se propuso establecer y garantizar un Estado que pudiera ejercer su verdadera autoridad y cumplir con sus obligaciones esenciales. De igual forma, este plan tuvo un componente militar para poner fin al comercio de drogas mediante la erradicación de cultivos ilícitos. Este Plan se extendió hasta el año 2015 y su costó fue de 8 mil millones de dólares, de los cuales cerca del 80% fue para el ejército, campañas de fumigación y otros programas para combatir el cultivo, la producción, y el tráfico de drogas, actividades altamente asociadas a las condiciones de inseguridad prevalecientes en el país.

Si bien, durante la administración de Uribe Vélez, hubo importantes logros en la recuperación de la institucionalidad y la consolidación de la presencia estatal en la mayor parte del país, los resultados de reducción del cultivo de hoja de coca, su procesamiento y la distribución de su producto primario, no se cumplieron, así como no se cumplió el objetivo de acabar con la guerrilla de las FARC y el ELN. Se avanzó en la reestructuración del sistema político y jurídico, la recuperación de la economía para salir de la crisis existente y se fortalecieron y profesionalizaron las fuerzas armadas, además, se abrieron las posibilidades para iniciar un proceso de negociación con las FARC y el ELN. Además de estos dos grupos armados, existían las “Bacrim” (bandas criminales), conformadas por paramilitares (ej. Autodefensas Unidas de Colombia, Águilas Negras, Clan Usuga, Oficina de Envigado y Los Rastrojos). Los costos sociales se presentan en la sección: “Urgencia de resolver grandes brechas sociales”.

[6] Según (Ramírez Montañez, 2017) Dentro de los estados débiles “se incluye un amplio espectro, que intrínsecamente son frágiles debido a circunstancias geo gráficas, físicas o limitaciones económicas fundamentales. Son temporalmente caducos a causa de los antagonismos internos, deficiencias de gestión, la codicia, el despotismo o ataques externos, y una mezcla de los dos. En los Estados débiles normalmente las tasas de delincuencia urbana y rural tienden a ser mayor y creciente, el respeto por los derechos políticos es disminuido, las redes de infraestructura física se han deteriorado. Las escuelas y los hospitales muestran signos de abandono, especialmente fuera de las principales ciudades. El PIB per cápita y otros indicadores económicos presentan cifras críticas, pues han caído o están cayendo, a veces de forma espectacular. Los niveles de corrupción son vergonzosamente altos y crecientes”.

[7] En los dos Planes Nacionales de Desarrollo 2002-2006, Hacia un Estado Comunitario y 2006-2010, Estado Comunitario: Desarrollo para Todos, se mantuvo esta política como eje transversal.

4.2.1.2.1. Capacidad Institucional

El desarrollo institucional gubernamental, su eficacia y eficiencia para atender las demandas no resueltas de la población y su capacidad para construir consensos en materia de política pública pueden ser vistos de dos maneras: a) con el Índice de Desempeño Integral que el DNP construye para las entidades territoriales; b) el desarrollo de la estrategia de Consejos Comunitarios, con los que se esperaba acercar el Estado a las comunidades para atender de manera directa sus requerimientos y resolver los vacíos estatales existentes.

En el primer caso se toma en primer lugar el Índice de Desempeño Fiscal (IDF) como instrumento para medir el desempeño de las entidades territoriales a partir del 2000, que mide: porcentaje de ingresos corrientes destinados al funcionamiento, magnitud de la deuda, porcentaje de ingresos que corresponden a transferencias, porcentaje de ingresos que corresponden a inversión y capacidad de ahorro. Este índice se califica de la siguiente manera:

- Deterioro: <40
- Riesgo: >=40 y <60
- Vulnerable: >=60 y <=70
- Sostenible: >=70 y <=80
- Solvente: >=80

El resultado para los departamentos amazónicos, entre 2000 y 2005 no fue alentador (Tabla 4.8). Todos los departamentos inician el nuevo milenio con un desempeño fiscal en riesgo, que al finalizar el año 2005 apenas si pasa el nivel vulnerable para los departamentos de Amazonas, Nariño, Meta y Vaupés.

Tabla 4.8. Índice de desempeño fiscal 2000-2005. Fuente: DNP, 2013

DEPARTAMENTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Amazonas	50,6	49,7	52,7	46,9	58,8	61,7
Caquetá	54,9	54,7	55,4	52,0	56,0	56,9
Cauca	53,6	54,0	54,6	50,5	53,1	57,8
Guainía	53,3	58,3	49,6	49,0	60,6	58,4
Guaviare	52,5	56,9	50,9	51,3	54,2	52,2
Meta	55,5	56,9	57,8	57,6	60,6	60,1
Nariño	53,2	56,8	59,4	59,4	57,8	62,0
Putumayo	50,5	51,7	55,3	49,3	55,6	57,9
Vaupés	53,0	55,8	58,0	56,5	57,0	60,3
Vichada	56,5	54,7	53,0	49,8	51,7	55,8

El IDF se suma al Índice de Desempeño Municipal (IDM), calculado por el DNP, e integrado por indicadores que miden la eficacia, la eficiencia, cumplimiento de requisitos legales, capacidad administrativa y IDF, de cada entidad territorial. El IDM tiene la siguiente calificación:

- Sobresaliente: >=80.
- Satisfactorio: >=70 y <80
- Medio: >=60 y <70

- Bajo: >=40 y <60
- Crítico: <40

El Índice muestra como los aspectos más destacados en el grupo con calificación satisfactoria son la eficacia y el cumplimiento de requisitos legales, lo que evidencia señales positivas en los avances del Plan de Desarrollo y el cumplimiento de lo estipulado en el marco normativo. En los niveles bajo y crítico, además de los componentes de la eficacia, contribuyen al bajo desempeño los productos obtenidos con los insumos utilizados relacionados con los sectores de educación, salud y agua potable. El desempeño integral de los departamentos amazónicos, entre el período 2000-2016, se ha tomado como el promedio simple de los municipios que lo conforman, en el caso de Cauca, Meta y Nariño, es el promedio de los municipios amazónicos. En los años analizados los municipios de cada departamento fueron mejorando en los componentes evaluados, partiendo de un desempeño promedio bajo y crítico en 2000 para finalizar con un desempeño entre medio a satisfactorio en 2016 (Tabla 4.9), tendencia que fue posible gracias a los cambios presentados a partir del año 2012, en la mayoría de los casos. Resaltan Guainía y Vaupés que tienen un comportamiento variable.

Tabla 4.9. Índice de Desempeño según departamento. Fuente: DNP, 2017.

DPTO	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CAQUETÁ	33,3	33,5	32,6	30,7	31,9	44,3	43,8	50,8	59,4	61,2	58,5	66,3	67,4	71,7	70,0	71,7
GUAVIARE	20,3	22,5	21,8	21,1	21,6	56,0	25,1	33,6	48,3	55,9	55,1	58,3	64,3	66,1	55,5	67,2
META	43,6	45,5	44,1	42,2	43,8	51,5	44,5	58,2	56,7	50,1	47,7	62,1	67,3	71,4	64,8	72,3
PUTUMAYO	25,6	25,8	26,1	24,7	25,9	50,1	46,5	37,9	42,8	48,9	45,0	53,7	62,3	61,4	62,8	59,7
CAUCA	33,8	33,9	33,5	31,8	32,6	34,5	40,6	59,0	57,2	49,7	58,0	50,5	62,5	67,3	69,7	73,6
NARIÑO	33,7	34,0	33,7	32,7	33,5	33,8	61,4	71,0	67,4	68,3	76,5	67,5	77,7	79,5	77,1	74,7
AMAZONAS	30,2	36,6	37,7	35,4	37,3	36,8	36,6	42,5	59,8	50,1	51,7	59,9	43,9	52,0	60,2	51,4
GUAINIA	28,6	27,9	28,0	24,7	26,8	32,4	26,1	40,7	45,9	42,6	44,1	38,3	42,6	40,4	55,1	40,2
VAUPES	30,5	32,6	33,7	31,2	31,2	53,8	44,7	61,8	52,2	48,1	56,7	48,7	56,6	67,7	65,6	68,6
VICHADA	24,9	24,4	23,9	22,9	23,4	23,6	4,7	12,3	23,4	26,5	14,0	21,9	40,2	70,2	75,4	61,8

Los departamentos considerados en el presente análisis, presentan un entorno de desarrollo entre intermedio (Amazonas, Cauca, Guainía, Meta, Nariño, Putumayo y Vaupés) y temprano o incipiente (Caquetá, Guaviare y Vichada), ninguno cuenta con un desarrollo robusto o favorable (DNP, 2016). Tipología construida con base en las seis dimensiones, donde A y B representan los municipios con un entorno de desarrollo favorable o robusto, C y D, los municipios con una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo y E los municipios con un entorno de desarrollo incipiente. Dentro de los tres grupos también se percibe mayor favorabilidad en el entorno de desarrollo en los municipios que tienen una tipología calificada con una letra más cercana a la A en el orden del alfabeto.

La crisis institucional que se produjo por el estilo del Presidente Uribe, caudillista y mesiánico, que pasó de la democracia participativa a la democracia mediática, fue una de las principales causas de esta situación, crisis que se acentuó entre el 2005 y el 2010, donde algunas entidades municipales disminuyeron en sus indicadores de desempeño, en lugar de mejorar. La gran mayoría de los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial dejaron de ser efectivos, en la medida que las decisiones de inversión se tomaban en los Consejos Comunitarios, sin tener en cuenta los instrumentos de planeación ni la programación y asignación presupuestal. Contribuyó a esta situación la cooptación o captura del Estado por parte de los grupos armados ilegales, principalmente los paramilitares. Según Garay (2014), se trata de "*la acción de individuos, grupos o firmas, en*

el sector público y privado, que influyen en la formación de leyes, regulaciones, decretos y otras políticas de gobierno, para su propio beneficio como resultado de provisiones ilícitas de beneficios privados otorgados a funcionarios públicos." Se diferencia de la corrupción administrativa en cuanto que ésta última se da en el proceso de implementación deformada de leyes, regulaciones, decretos y políticas públicas, otro de los fenómenos que erosiona la institucionalidad estatal.

El índice de Transparencia de Entidades Públicas (ITEP) contempla un conjunto de variables que permiten determinar tanto la capacidad institucional para ejercer control interno, como el nivel de riesgo a la corrupción. A partir del 2013 el ITEP identifica y valora las prácticas riesgosas, no solo los aspectos formales y de cumplimiento de normas como se hacía en 2010, incluye además indicadores orientados a la identificación de la aplicación de medidas y políticas anticorrupción, así como las condiciones institucionales para garantizar la producción acceso a la información pública, siguiendo compromisos institucionales en la lucha contra la corrupción (Corporación Transparencia por Colombia, 2015).

Los criterios utilizados para construir el índice son:

- Relevancia del tema en términos de transparencia y prevención de riesgos de corrupción en los procesos de la gestión pública.
- Actualización normativa respecto a instrumentos y herramientas de administración pública, tanto en existencia como en su contenido en pro de la transparencia,
- Mayor o menor dificultad para la puesta en marcha de medidas o acciones de mejoramiento. En este aspecto se tiene en cuenta que aquellos temas que requieran mayores esfuerzos pesan más en el momento de la medición.

Los factores y los indicadores de evaluación tienen pesos diferenciados en el cálculo de la calificación final del índice. El peso de cada factor e indicador se otorga por libre consideración metodológica y conceptual de acuerdo a los criterios mencionados. De acuerdo con lo anterior, los factores de visibilidad y control y sanción tienen un peso de 30 por ciento cada uno sobre la calificación final del Índice, mientras que el factor de Institucionalidad cuenta con un peso de 40 por ciento. Por su parte, los indicadores que componen cada factor también cuentan con una ponderación diferenciada en tipo 1 y tipo 2. Los primeros tienen el doble del peso que los segundos. En este orden, los niveles de riesgo alto y muy alto de corrupción rondan a la rama legislativa y judicial, mientras la rama ejecutiva logra pasar apenas regular y los órganos autónomos encargados del control y la vigilancia, obtienen el promedio más alentador (Corporación Transparencia por Colombia, 2015). El ITEP califica el riesgo de corrupción de cada entidad entre cero y cien puntos. Las calificaciones más cercanas a 100 señalan un menor riesgo de corrupción en la gestión administrativa y las más cercanas a 0 indican mayor riesgo. Con esta evaluación es posible comparar el nivel de transparencia y riesgo de corrupción entre entidades.

- Riesgo Bajo: 0-44.4
- Riesgo Moderado: 44.5-59.9
- Riesgo Medio: 60-74.4
- Riesgo Alto: 74.5-89.4
- Riesgo Muy Alto: 89.5-100

Las principales alertas señaladas por la Corporación Transparencia Colombia en 2010 fueron:

- La discrecionalidad en las decisiones. Se hacían pocas licitaciones públicas, con escasa o nula publicidad y en la mayoría de casos con un solo proponente y sin interventorías.
- La gestión del talento humano no se hace aplicando la meritocracia. El promedio nacional en este tema fue de 48,1 puntos sobre 100, lo que refleja la insuficiente información sobre el recurso humano que se publica en los sitios web de las gobernaciones.
- Las regalías no tienen mayor control y sanción. No se aplica este mecanismo en la mayoría de departamentos, por tanto el manejo ha sido discrecional.

Los departamentos que arrojan mejoras al 2014 son Meta, Guaviare y Vichada, sin que estas hayan sido significativas; las demás desmejoraron (Tabla 4.10). A 2014 todas estas entidades territoriales se encuentran entre el riesgo moderado a muy alto, siendo siete de ellas las que se tienen riesgo alto y muy alto a la corrupción.

Tabla 4.10. Nivel de riesgo a la corrupción, períodos 2008-2009 y 2013-2014. Fuente. Corporación Transparencia Colombia (2010 y 2015)

NOMBRE DE LA ENTIDAD	2008-2009	NIVEL DE RIESGO	2013-2014	NIVEL DE RIESGO
Gobernación del Meta	66,8	MEDIO	74,8	RIESGO MODERADO
Gobernación de Cauca	65,2	MEDIO	60,9	RIESGO MEDIO
Gobernación de Putumayo	51,5	ALTO	42,7	RIESGO MUY ALTO
Gobernación de Nariño	76,8	MODERADO	64,0	RIESGO MEDIO
Gobernación de Amazonas	47,1	ALTO	48,0	RIESGO ALTO
Gobernación de Caquetá	67,9	MEDIO	37,0	RIESGO MUY ALTO
Gobernación de Guaviare	40,1	MUY ALTO	54,8	RIESGO ALTO
Gobernación del Vichada	54,8	ALTO	56,1	RIESGO ALTO
Gobernación de Vaupés	49,6	ALTO	32,4	RIESGO MUY ALTO
Gobernación de Guainía	53,7	ALTO	34,2	RIESGO MUY ALTO

Como se aprecia, si bien uno de los ejes de la política de seguridad democrática era fortalecer la institucionalidad, en el caso de las entidades territoriales amazónicas, este resultado no se logró. Aún hoy, es un tema que persiste en la discusión política y cívica, que tiene a Colombia entre los países con más bajo desempeño en este tema. Es de recordar que con el desarme y reinserción de las FARC a la vida civil, el tema que salió a la luz pública como uno de los causantes de la actual situación del país, fue el de la corrupción.

El período de análisis (2000 a 2016) termina con la entrada del gobierno de Juan Manuel Santos y una nueva política democrática orientada a la construcción de una paz estable y duradera. Para ello, a la par que se desarrollaban los diálogos en La Habana con la guerrilla de las FARC, se diseñaban los instrumentos para hacer posible llegar a un Acuerdo para la Terminación del Conflicto y poner en marcha un proceso que conduzca a su objetivo final. Estos instrumentos comprenden una renovada estructura institucional que desarrolle los puntos acordados y firmados en noviembre de 2016, en lo que se conoce como el Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, entre el gobierno nacional y la guerrilla de las FARC, cuyos diálogos iniciaron en el 2012, sobre seis puntos: política de desarrollo rural integral, participación política, fin del conflicto, solución al problema de las drogas ilícitas, víctimas, e implementación, verificación y refrendación.

El 23 de diciembre de 2016 se aprueba el Documento Conpes 3867 "Estrategia de Preparación Institucional para el Posconflicto", que recoge los principales problemas que no han sido resueltos en el país, en un diagnóstico sobre cuya base se definen las acciones a seguir. En lo que se refiere a la reforma rural integral, que busca la transformación del campo, con el fin de cerrar las grandes brechas existentes entre el campo y la ciudad, y crear las condiciones para el buen vivir de la gente del campo colombiano. Las intervenciones en los territorios pretenden: *"(i) beneficiar a campesinos sin tierra o tierra insuficiente, y aumentar su productividad; (ii) ordenar socialmente la propiedad, en especial en el territorio rural, y formalizar la tenencia de la tierra; (iii) establecer una nueva jurisdicción agraria para garantizar una ágil y oportuna atención de los conflictos agrarios, especialmente de los pequeños y medianos propietarios y poseedores; y (iv) proteger las áreas de especial interés ambiental*". (DNP, 2016 A)

Las intervenciones nacionales proyectadas, bajo el principio de desarrollo sostenible, son: "(i) infraestructura y adecuación de tierras; (ii) estímulos a la productividad; (iii) desarrollo social en salud, educación y saneamiento básico; (iv) la garantía progresiva del derecho a la alimentación; y (v) zonificación ambiental, cierre de la frontera agropecuaria y superación de los conflictos de vocación y uso del suelo". La meta propuesta es "… *eliminar la pobreza extrema y reducir la pobreza rural a la mitad, en el periodo de transición de diez años*". Lo anterior, además de los Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), para aquellas regiones en condición más crítica, tanto por el conflicto armado como por las condiciones de pobreza, exclusión y marginalidad. (DNP, 2016 A)

La gobernabilidad en el escenario postconflicto requiere de un alto liderazgo y capacidad del Gobierno en sus diferentes niveles, la participación de los sectores que deben desarrollar los puntos acordados, los arreglos institucionales que deben llevarse a cabo para coordinar y armonizas las políticas y los recursos para el desarrollo sostenible y la paz. Además, se debe garantizar que de manera permanente participen las comunidades de manera directa y del concurso de todos los colombianos.

Según el DNP las áreas rurales al año 2015 presentaban la siguiente situación:

- Rezago social y económico de las zonas rurales y los territorios afectados por el conflicto
- Débil ordenamiento territorial, conflictos por el uso del suelo, y degradación ambiental
- Retos de seguridad y oportunidades para mejorar el acceso a la justicia y el goce efectivo de los derechos de las víctimas
    - Retos para incrementar la seguridad
    - Oportunidades de mejora en acceso a la justicia, especialmente en zonas rurales
    - Economías ilícitas: cultivos de uso ilícito y explotación ilícita de minerales
    - Territorios afectados por minas antipersonales
    - Tareas pendientes en la reparación integral a las víctimas del conflicto armado
- Limitaciones de capacidad, presencia institucional y debilidad en garantizar la participación ciudadana
    - Conflicto armado, entornos tempranos de desarrollo, baja capacidad y presencia institucional
    - Retos para garantizar el ejercicio efectivo de la participación ciudadana

- Fortalecimiento de procesos de desmovilización y reincorporación de combatientes (DNP, 2016 A).

Los anteriores retos aplican a los departamentos de Putumayo, Caquetá, Guaviare y sur del Meta, en la Amazonía colombiana. La estructura programática propuesta es la presentada en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11. Estructura programática de la estrategia de preparación para la paz y el posconflicto. (DNP, 2003)

PROGRAMA	SUBPROGRAMA
Desarrollo social y económico de las zonas rurales para la paz territorial	Generación de ingresos y proyectos productivos
	Derechos sociales con enfoque territorial (salud, cultura, educación, seguridad social, protección a la vejez, vivienda, seguridad alimentaria)
	Vías regionales y bienes públicos para la paz
	Ordenamiento territorial y de la propiedad rural (catastro, POT y POD)
Conservación y uso sostenible del capital natural (Colombia Sostenible)	Ordenamiento ambiental del territorio
	Fortalecimiento de la gobernanza ambiental
	Alternativas económicas ambientalmente sostenibles
	Recuperación y conservación de ecosistemas estratégicos
Seguridad, acceso a la justicia, y goce efectivo de los derechos de las víctimas	Promoción de la convivencia y la seguridad ciudadana
	Seguridad pública y seguridad nacional en el posconflicto
	Acceso a la justicia y la resolución de conflictos
	Combate a las economías ilícitas: cultivos de uso ilícito y explotación ilícita de minerales.
	Reparación integral de las víctimas del conflicto armado
	Acción integral contra minas antipersonales
Capacidades territoriales para la paz y la participación política y ciudadana	Desarrollo de capacidades territoriales para la paz y el posconflicto
	Cultura de paz
	Garantías para el ejercicio de la política
	Fortalecimiento de la participación ciudadana y garantías para su ejercicio
Desmovilización y reincorporación de combatientes a la vida civil	Reincorporación social (acceso a servicios)
	Reincorporación económica (capacidades productivas, laborales y emprendimiento)
	Reincorporación comunitaria

Será materia de otro estudio evaluar la efectividad y el impacto del proceso postconflicto y la construcción de la paz estable y duradera en el país, y de manera particular, en las zonas focalizadas.

4.2.1.2.2. Desempeño de las Corporaciones de Desarrollo Sostenible

El MADS en Convenio con las Asocars desarrolló una metodología para adelantar el seguimiento y evaluación del desempeño de las CARs, para lo cual definió el Índice de Evaluación y Desempeño (IED), compuesto por tres componentes: i) eficacia física, ii) eficacia financiera y iii) capacidad de gestión corporativa (MADS, 2016). El IED presenta una escala de clasificación de los resultados obtenidos para cada una de las Corporaciones, organizada de la siguiente manera:

- Sobresaliente: 90-100
- Bueno:80-89
- Aceptable: 70-79
- Bajo: 60-69
- Muy bajo: 50-59

- Deficiente: <50

La información para la construcción del IED es la reportada por las Corporaciones semestralmente al MADS en sus informes de gestión. En este orden, los principales insumos utilizados corresponden a: i) Matriz de Seguimiento del Plan de Acción, ii) Matriz de Estado presupuestal de ingresos y gastos, III) Matriz de la Capacidad Gestión Corporativa - Fortalecimiento de la Capacidad Operativa y Funcional IV) Matriz de la Capacidad Gestión Corporativa - Fortalecimiento Económico y Sectorial. De los resultados obtenidos para las tres autoridades ambientales que tienen la mayor cobertura en la Amazonia (Tabla 4.12), se observa cómo la CDA tiene un desempeño aceptable hasta 2008 para pasar a un buen desempeño entre 2009 y 2010; Cormacarena presentó tendencia a la baja pasando de un desempeño aceptable en 2006 a deficiente en 2010; y Corpoamazonia se mantiene con un desempeño aceptable.

Tabla 4.12. Índice de seguimiento y evaluación de desempeño de las CAR. Fuente: MADS, 2016

CORPORACIÓN	2006	2007	2008	2009	2010	PROMEDIO
CDA	72,2%	70,0%	74,5%	87,1%	85,0%	77,7%
CORMACARENA	81,3%	68,1%	73,1%	72,1%	44,9%	67,9%
CORPOAMAZONIA	73,3%	69,9%	66,1%	62,7%	71,4%	68,7%
Promedio Nacional	71,4%	72,9%	79,2%	80,2%	79,0%	76,5%

El promedio del desempeño de las 33 CAR se mantiene en aceptable (76,5%), solamente el año 2009 se logra un buen desempeño.

El IED no fue calculado para el período 2011 – 2014, en cuyo caso se presentan los resultados de los Indicadores Mínimos de Gestión, que según el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004, los establece el Ministerio para que las CAR evalúen la gestión, el impacto generado y se construya a nivel nacional un valor agregado para evaluar la política ambiental. A continuación se presentan los resultados de los Indicadores Mínimos de Gestión, definidos por el MADS mediante Resolución 964 de 2007, según la cual se modifica la Resolución 643 de 2004, y se expiden los 25 Indicadores Mínimos de Gestión – IMG vigentes a la fecha. Del reporte realizado por las tres Corporaciones con mayor jurisdicción en la Amazonia, se tiene que Corpoamazonia es la que se acerca a los 25 indicadores que deben ser reportados al MADS (Tabla 4.13).

Tabla 4.13. Reporte promedio de los IMG por Corporación 2007-2014

CORPORACIÓN	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	PROMEDIO
CDA	17	13	22	20	12	19	15	11	16
CORMACARENA	21	21	16	15	17	7	18	19	17
CORPOAMAZONIA	23	23	23	21	21	23	23	24	23

Más allá de si reportan o no los indicadores, se carece de un análisis integrado de los resultados para evaluar la gestión, de allí que desde el 2017 se esté desarrollando una metodología para construir el Índice de seguimiento y evaluación integral de las CARS – IDEI. Lo que si resulta claro es que la situación en materia ambiental en la Amazonia la gestión no está siendo efectiva, tal como lo manifiesta la STC 4360 de 2018[8], emitida por la Corte Suprema de Justicia, que le otorga derechos a la Amazonia colombiana para garantizar su protección. La Corte señala que hay una desidia estatal en el control de la deforestación, destacando 14

8 El 5 de abril de 2018 la Corte Suprema de Justicia emite la STC 4360 de 2018, fallando a favor de la Acción de Tutela interpuesta por 25 jóvenes colombianos alarmados por las tendencias que tiene la deforestación en la Amazonia colombiana e invocan su derecho a tener un ambiente sano.

municipios de la Amazonia que encabezan la deforestación, por tanto, se invoca la protección inmediata al goce de un ambiente sano, consagrado como derecho fundamental y colectivo en nuestra jurisprudencia. Esta deforestación creciente afecta la provisión de los servicios ecosistémicos y el entorno vital del país, y por ende afecta la calidad de vida de todos sus habitantes. Es así como en tan sólo el periodo 2015 a 2016, las tasas de deforestación en la Amazonia se han incrementado en más del 44%. No están operando en la región los principios de precaución, de solidaridad y de equidad intergeneracional.

Los escenarios de cambio climático estiman un incremento de la temperatura en el país, en el periodo 2011 a 2040 entre 0,7°C a 1,1°C, en el periodo 2041 a 2070 entre 1,47°C a 1,7°C y en el periodo 2071 a 2100 entre 1,77°C a 2,7°C, lo que acarrea cambios extremos en el clima, la desaparición de especies. Además, la deforestación irracional conlleva el rompimiento de la conectividad entre la Amazonia, Los Andes y la Orinoquia, generando la pérdida de hábitats y la extinción de especies únicas de estos ecosistemas. En la STC 4360 de 2018 se establecen unas medidas de control que deben ser llevadas a cabo por las instituciones tuteladas, estas, de manera general son:

- Controlar la expansión desmedida de los cultivos de coca y la minería ilegal en la Amazonia.
- Recuperar la presencia activa del Estado, en los sitios donde imperan las actividades ilegales y llenar el vacío en los lugares que anteriormente operaban los grupos al margen de la Ley.
- Controlar incendios forestales, deforestación y expansión irracional de la frontera agropecuaria.
- Planear y tener la precaución debida en la apertura de vías, en el otorgamiento de títulos y en las concesiones mineras.
- Delimitar y controlar la expansión de la agroindustria y la ganadería extensiva.
- Preservar estos ecosistemas por su vital importancia en la regulación climática global.
- Completar los cálculos científicos referentes con el crecimiento en la liberación de GEI por las quemas y la tala de los bosques amazónicos.
- Hacer frente al cambio climático y a la destrucción de la selva amazónica.

La Corte ordena lo siguiente:

- El SINA en los 4 meses siguientes, debe formular un Plan de Acción a corto, mediano y largo plazo, para el control de la deforestación y hacer frente a los efectos del cambio climático en especial a las alertas tempranas emanadas por el IDEAM.
- Con la participación institucional, comunitaria y la academia debe construirse en los 5 meses siguientes, un Pacto Intergeneracional por la Vida del Amazonas Colombiano – PIVAC, que permita llevar a cero la deforestación, poniendo en marcha acciones de prevención, control, pedagogía de obligatorio cumplimiento por las partes interesadas.
- En los siguientes 5 meses los municipios de la Amazonia deben actualizar sus POT y EOT, donde se incluya un Plan de Acción para el control de la deforestación, donde la meta es neutralizar la deforestación con estrategias medibles de adaptación a cambio climático, que involucren la prevención, control y pedagogía, todas ellas de carácter obligatorio.

- A su vez, en ese mismo lapso de 5 meses las Corporaciones de la región deben instaurar las medidas de interdicción del Plan de Acción de control de la deforestación, implantando acciones policivas, judiciales y administrativas pertinentes.
- En las siguientes 48 horas a este fallo, deben ser intensificadas todas las medidas que actualmente se llevan a cabo para mitigar los efectos de la deforestación.

4.2.1.2.3. Construcción de consensos

La construcción de consensos es un factor clave en el ejercicio de gobernabilidad. El Estado ha jugado un rol coyuntural y poco significativo en el ordenamiento social y político de la Amazonia colombiana. Es importante señalar el significado de los hechos que llevaron a los colonos-campesinos a ocupar la Amazonia, pues en estos se encuentra las bases para avanzar en la construcción de consensos con el Estado.

Para los colonos, campesinos e indígenas en la Amazonia, los significados de un Estado que contribuyó a su expulsión, marginación y pobreza, se heredan a las siguientes generaciones, de tal suerte que hacen parte del comportamiento adquirido de este tipo de sociedades. Así, a los sentimientos de ira e inconformidad frente al despojo y el ultraje, se unen la frustración y la indefensión. Este conjunto de hechos, significados y sentimientos explican la consolidación y continuidad de la presencia guerrillera, la existencia de organizaciones sociales y comunitarias relativamente fuertes, la adopción en sus predios del cultivo de la coca, y el apoyo a acciones colectivas, como paros cívicos, movilizaciones y protestas colono-campesinas, cuyo resultado deriva en negociaciones y acuerdos. “Desde el comienzo de los primeros movimientos cívicos municipales y departamentales, los campesinos estaban disputándose una política de reconocimiento y el derecho a tener derechos, es decir, el derecho a su ciudadanía”.

De allí, que la construcción de consensos en la Amazonia colombiana se haya centrado en la necesidad de erradicar los cultivos de uso ilícito, que van a la par con los demás ejes de desarrollo demandados por la población y el reconocimiento de sus derechos. Lo anterior, se hizo evidente desde las marchas campesinas de 1996. El tema central entonces, la voluntad de erradicación manual y gradual de la coca, situación que se mantiene hasta hoy día, a pesar que la gradualidad ha sido difícil de posicionar en la agenda de negociaciones. La condición que también se mantiene desde entonces, es que el Estado se comprometa a la introducción de proyectos productivos sostenibles a mediano y largo plazo, a cambio de no adelantar labores de fumigación aérea. Al desarrollo productivo se asocian temas como atención en salud, mejoramiento de la red vial terciaria y secundaria, dotación de infraestructura productiva para el procesamiento post-cosecha, mejoramiento de la prestación del servicio educativo, capacitación a los productores y restablecimiento de sus derechos. Varios temas han presentado avances desde entonces, sin embargo, la siembra y cosecha de hoja de coca y su procesamiento primario a base de cocaína, no han sido superados.

Los programas de Desarrollo y Paz que se han llevado a cabo en las zonas de conflicto, por lo regular han fomentado la apropiación de una institucionalidad pública y privada por parte de los ciudadanos, y se han orientado a fortalecer el liderazgo político y social mediante la capacidad de organización, gestión y articulación a nivel social y comunitaria, de los programas y proyectos. De igual forma, han procurado la formación de los ciudadanos para defender sus derechos, para organizarse y ejercer una participación activa y propositiva, entendida como elemento fundamental en el marco de la gobernabilidad, por tanto han sido múltiples las iniciativas en este sentido en Colombia. Si bien ese es el propósito, no siempre los espacios de diálogo con las autoridades públicas permiten una real expresión de los ciudadanos y es poca la incidencia de los ciudadanos

sobre las decisiones públicas, siendo aún un reto a resolver. Es de precisar en este sentido, que garantizar la participación ciudadana requiere de un proceso de formación y de intercambio de información que permita tomar decisiones informadas y coherentes con la realidad territorial, en particular con su estado legal (ordenamiento ambiental y territorial) y su reglamentación. De igual forma requiere una aproximación que propicie la legitimación como ciudadanos, su reconocimiento, y el restablecimiento de derechos y cumplimiento de deberes que conlleva el ser ciudadano colombiano.

4.2.1.3. Urgencia de resolver brechas sociales y económicas

Estas brechas determinan la desigualdad social. Se parte de reconocer la población y sus condiciones de vida. La población de la región amazónica se estimaba en 1.338.378 habitantes al año 2014, con base en las proyecciones de población realizadas por el DANE. Los departamentos con mayor población son Caquetá y Putumayo, Meta y Guaviare. Putumayo y Meta son los que tienen mayor densidad poblacional. Las tasas de crecimiento son relativamente bajas comparadas con la tasa de crecimiento nacional que es de 0,97% (Tabla 4.14).

Tabla 4.14. Población departamentos amazónicos. 2014. Fuente: DNP. 2014. Tipologías DDT Departamentales

DPTO	POBLACIÓN	POB_RESTO/POB_TOTAL %	DENSIDAD POBLACIÓN (hab/km2)	AGLOMERACION %	CRECIMIENTO POB %
Amazonas	75.388	0,62	0,68	0,09	0,04
Caquetá	471.541	0,40	5,30	0,06	0,05
Guainía	40.839	0,69	0,56	0,11	0,06
Guaviare	109.490	0,41	2,04	0,25	0,05
Sur Meta	179.726	0,24	11,01	0,06	0,08
Putumayo	341.034	0,51	13,70	0,15	0,04
Vaupés	43.240	0,61	0,79	0,16	0,04
Vichada	21.078	0,57	0,70	0,25	0,10

Aglomeración: Porcentaje de municipios en el departamento que pertenezcan a sistemas de ciudades y capital. Crecimiento_Pob: Promedio crecimiento población anual entre los años 2010 y 2014. IPM: incidencia de pobreza según índice de pobreza multidimensional

La población total del área de estudio era de 642.002 habitantes en 1985 y pasó a 1.102.322 en 2015 (Tabla 4.15). Las áreas urbanas sumaban 242.652 personas en 1985 mientras que en 2015 se estiman 566.656 habitantes; para el área rural había 399.350 habitantes en tanto que en 2015 se proyectaron 535.666 personas. El Caquetá es el que acumula mayor cantidad de población en los períodos de análisis, seguido del Putumayo.

Tabla 4.15. Población del área de estudio. 1985, 2000. 2015 y 2020

AÑO	DPTO	Caquetá	Guaviare	Sur del Meta	Putumayo	Totales
1985	URBANO	131.990	21.578	23.543	65.541	242.652
	RURAL	145.509	35.818	73.534	144.489	399.350
	TOTAL	*277.499*	*57.396*	*97.077*	*210.030*	*642.002*
2000	URBANO	206.033	41.550	35.918	116.358	399.859
	RURAL	181.601	47.488	101.041	177.167	507.297
	TOTAL	*387.634*	*89.038*	*136.959*	*293.525*	*907.156*

AÑO	DPTO	Caquetá	Guaviare	Sur del Meta	Putumayo	Totales
2015	URBANO	280.219	65.469	52.433	168.535	566.656
	RURAL	185.794	45.910	127.293	176.669	535.666
	TOTAL	*466.013*	*111.379*	*179.726*	*345.204*	*1.102.322*
2020	URBANO	306.390	72.879	56.681	187.224	623.174
	RURAL	190.267	46.317	137.705	182.108	556.397
	TOTAL	*496.657*	*119.196*	*194.386*	*369.332*	*1.179.571*

Fuente: Dane. Censos de Población y Vivienda. 1985 y 2005 con proyecciones a 2020.

En 1985 en todos los departamentos de estudio predominaba la población rural, mientras que en el año 2000, en Caquetá pasa a ser la población urbana la mayoritaria, denotando una tendencia a la consolidación de este tipo de población para los años siguientes. En Guaviare y Putumayo, en el año 2000 se observa una población similar urbana y rural, siendo al 2015 predominante la población urbana en Guaviare, en tanto que en Putumayo vuelve a ser mayoritaria la población rural. En el sur del Meta, la población rural es mayoritaria en el período analizado.

Hay que tener en cuenta que los departamentos de estudio culturalmente diversos. Un aspecto que ha incidido en la evolución de la población en estos departamentos es el del conflicto armado, mediante el desplazamiento forzado. Las cifras presentadas sobre la población, son proyecciones que no incluyen esta variable.

El Índice de Pobreza Multidimensional (IPM[9]), se construye teniendo en cuenta las condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y la juventud, trabajo, salud, y acceso a los servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda, cada una conformada por varias variables que se constituyen en privaciones para cada hogar. Así, se considera multi-dimensionalmente pobre un hogar que tenga privaciones en al menos el 33% de las variables analizadas. En cuatro departamentos amazónicos la situación es la presentada en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16. Tasa de dependencia económica de la población por departamento del área de estudio. 2014. Fuente: DNP. 2014. Fichas de caracterización departamentales.

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN INACTIVA (0-14 y 60 o más)	POTENCIALMENTE ACTIVA (15 a 59)	TASA DE DEPENDENCIA
GUAVIARE	47.790	61.700	77%
PUTUMAYO	141.130	199.904	71%
CAQUETÁ	196.340	275.201	71%
META	358.009	585.063	61%

Tabla 4.17. Incidencia de Pobreza Multidimensional Urbana y Rural, municipios área de estudio. 2012. Fuente: DANE, 2012.

DEPARTAMENTO/MUNICIPIO	INCIDENCIA URBANA	INCIDENCIA RURAL
Caquetá	68,5%	90,3%
Guaviare	79,8%	90,5%
Meta	58,1%	77,0%
Putumayo	70,2%	86,1%
Promedio general	64,8%	83,3%

El desplazamiento forzado ha sido de los factores críticos para la población de la Amazonia, por su impacto a nivel humanitario, que conlleva a una situación de no garantía de los derechos fundamentales y humanos. Este

9 El IPM varía entre 0 y 1, en porcentaje entre 0 y 100%. Mayor valor, indica mayor incidencia de pobreza, acercándose a la totalidad de los habitantes.

fenómeno tiene un impacto en la dinámica poblacional, pues ha incidido de manera crítica en algunos departamentos en la migración, a la que se han asociado fenómenos como el despojo de tierras y su posterior acaparamiento. El confinamiento forzado fue una estrategia utilizada por la guerrilla de las FARC de control territorial, que consistía en impedir, mediante el uso de la coerción y la fuerza, que la población saliera de sus sitios de residencia rural. Sobre este fenómeno no hay estadísticas que permitan medir su evolución temporal, ni su impacto en la dinámica poblacional.

La dinámica temporal del desplazamiento forzado se describe a nivel general según departamento, excluyendo a Nariño y Cauca, dado que los datos departamentales no aportan de manera significativa a la situación amazónica. En primer lugar cabe mencionar que hay departamentos eminentemente expulsores de población y otros cuya situación es contraria, sin que ello signifique que no presenten expulsión de población. Los departamentos en los que predomina la expulsión son Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta. Para el análisis se toman los datos del Registro Único de Víctimas[10], el cual arroja información anual, desde 1985, e incluye la población total desplazada antes de este año. En el presente caso, se suma la totalidad de población registrada hasta 1999 y a partir de allí se presentan las cifras anuales. El período de mayor desplazamiento es entre 2002 y 2008, en la mayoría de los departamentos analizados.

En el departamento de Putumayo el año que arroja el mayor número de víctimas por desplazamiento forzado es el 2002, con 31.191 personas expulsadas del departamento, siendo receptor de 15.773. En 2003 esta cifra se reduce casi a la mitad, seguida de un ligero descenso en 2004, para luego volver a incrementase a partir del 2005. A partir de 2009 vuelve a descender, comportamiento que se mantiene hasta 2015, a partir del cual desciende hasta 628 personas expulsadas y 513 recibidas.

Lo significativo del fenómeno es que fueron expulsadas del departamento un total de 247.774 personas en el período considerado, llegaron al departamento un total de 139.256 personas que fueron expulsadas de otros departamentos por la misma causa, y se registraron (en la Unidad de Víctimas) un total 142.260 personas (con posible repetición). Cabe aclarar, para todos los casos analizados, que el reporte "*muestra el número de personas por año, lugar de expulsión, recepción y declaración. La suma no refleja el número total de desplazados, teniendo en cuenta que una persona pudo ser desplazada en varios años*" (https://cifras.unidadvictimas.gov.co).

La intensidad en el Putumayo ha sido mayor que la presión que ejerce el fenómeno sobre la entidad territorial, sin embargo, la ocurrencia de ambos factores incide en la dinámica poblacional y en las posibilidades de respuesta inmediata y a largo plazo según la capacidad institucional. En el caso del departamento de Caquetá, la situación es similar, sin embargo el número de víctimas es mayor, como se observa en la figura 7.9, donde se aprecia que el período 2002-2008 fue crítico en cuanto a expulsión de población. En el año 2002 fueron expulsadas 36.013 personas y recibidas 20.292 personas. El total de personas expulsadas en el período considerado es de 332.692, mientras que se recibieron 208.638, las registradas es de un total de 213.744.

La intensidad en el Putumayo ha sido mayor que la presión que ejerce el fenómeno sobre la entidad territorial, sin embargo, la ocurrencia de ambos factores incide en la dinámica poblacional y en las posibilidades de respuesta inmediata y a largo plazo según la capacidad institucional. En el caso del departamento de Caquetá, la situación es similar, sin embargo el número de víctimas es mayor, como se observa en la Figura 4.9, donde se aprecia que el período 2002-2008 fue crítico en cuanto a expulsión de población. En el año 2002 fueron

10 https://cifras.unidadvictimas.gov.co

expulsadas 36.013 personas y recibidas 20.292 personas. El total de personas expulsadas en el período considerado es de 332.692, mientras que se recibieron 208.638, las registradas es de un total de 213.744.

El impacto en el Caquetá ha sido crítico, en tanto el índice de intensidad es el que denota una situación que ameritaba atención urgente, sin que esta llegase a tiempo y de manera integral para controlar el fenómeno, generando una crisis humanitaria de grandes dimensiones. El índice de presión, si bien no hay que perderlo de vista para garantizar un abordaje integral del problema, no es tan alto como el de intensidad. Después de una ligera estabilidad entre 2009 y 2015, ambos índices descienden de manera considerable hasta el presente año.

En el Guaviare, hasta 1999 hubo un número considerable de personas expulsadas (7.818), que desciende para luego incrementarse en casi al doble en los años 2002 y 2003 (8.171 y 8.544, en su orden), situación que si bien tiene un ligero descenso, se mantiene hasta 2008, año en el cual se incrementa nuevamente la expulsión (7.766). A partir del 2009 hay un descenso sostenido, llegando a su punto más bajo en 2018. En total, en este departamento fueron expulsadas 86.850 personas, recibidas 40.207 personas y registradas 41.814 personas. Las cifras totales pueden contabilizar las mismas personas, en aquellos casos en que fueron desplazadas en más de una ocasión. En un departamento que tiene una población cercana a los 120 mil habitantes, el hecho que se hayan expulsado un número equivalente al 72%, denota la dimensión de este fenómeno, más aún en un departamento con baja capacidad institucional y baja gobernabilidad. Lo anterior se refleja en los índices de intensidad y presión donde el de intensidad es significativo.

Lograr estabilidad de la población y sentido de pertenencia por el territorio en este contexto es una tarea compleja, que se traduce en estos departamentos en un el fenómeno de transacción irregular de tierras y en su concentración. Más aún cuando la formalidad de la tenencia de la tierra es muy baja, aunado al fenómeno de ampliación de la frontera agrícola y de colonización en áreas de especial importancia ecosistémica.

En el caso del departamento de Meta, por su parte, presenta una situación diferente a los anteriores, posiblemente debido a que se considera la totalidad del departamento y no solamente el sur del Meta. Este departamento fue un municipio expulsor hasta el año 2007; a partir de 2009 pasa a ser un departamento receptor, principalmente hacia los municipios del centro y norte departamental, si bien las cifras son muy cercanas a las de expulsión de población. Es así como hasta el año 1999 había expulsado 32.733 personas y recibido 25.200.

En el período analizado (1985 a 2018) en total se expulsaron 232.419 personas y se recibieron 230.894, en tanto fueron registradas 228.540. Los años de mayor expulsión de población fueron 2002, 2005 y 2006, con 21.111, 23.982 y 24.728 personas, en su orden. El registro de víctimas de desplazamiento en este departamento se presenta en mayor medida a partir del año 2009, la cifra de personas registradas siempre es superior en los años siguientes, a los de personas expulsadas y recibidas, presentándose su mayor valor en el año 2014, con 16.615 personas. Como en los casos anteriores, la tendencia tanto de expulsión como de recepción de personas es decreciente, llegando a cifras muy bajas en lo que va corrido del año 2018. Al finalizar el año 2017 se reportaron 1.434 personas expulsadas, 1.517 personas recibidas y 2.145 registradas.

El índice de presión fue mayor al de presión en los años 2000 y 2001, para luego revertirse la situación siendo mayor el índice de intensidad en los años siguientes, hasta que nuevamente, en 2008 cambia la situación, siendo de allí en adelante mayor el índice de presión, dado su carácter de departamento receptor de población.

Putumayo, Caquetá y Guaviare, presentan un sostenido descenso de este fenómeno, a partir del 2015, año en el que las FARC anuncian el cese unilateral de hostilidades, mientras se concretaba el cese bilateral, decretado

a partir del 29 de agosto de 2016, ambos en el marco de las negociaciones con esta guerrilla y la firma del Acuerdo Final. Como lo demuestran las cifras, en particular las de desplazamiento forzado, el haber concretado el proceso de paz contribuyó a que se disminuyeran los índices asociados al conflicto armado

Como en los departamentos de Putumayo, Caquetá y Guaviare, vistos hasta el momento, la tendencia tanto de intensidad como de presión ha sido decreciente hasta septiembre 1 de 2018, fecha corte de los datos en el Registro de Información de la Unidad Nacional de Víctimas. Los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guainía y Vichada en materia de desplazamiento forzado presentan una situación algo distinta a la de los cuatro analizados con anterioridad, aunque cada uno de estos tiene un comportamiento distinto. Observando solamente los índices de intensidad y de presión se encuentra como Vaupés y Vichada tienen un índice de intensidad mayor a de Amazonas y Guainía. En Vaupés se presenta una mayor intensidad en el año 1998, para decrecer paulatinamente y volver a incrementarse en los años 2002 a 2008. En Guanía, prevalece el índice de presión, presentando los mayores valores entre los años 2004 a 2009, en tanto que el índice de intensidad fue mayor entre 1999 y 2001, siendo sus valores muy bajos respecto de los años siguientes. Si bien en el 2010 disminuyen ambos índices, prevaleciendo el de presión, hacia 2014 y 2015 presentan un ligero repunte, para luego volver a decrecer. Amazonas, por su parte, presenta un comportamiento distinto e irregular, dado que tanto el índice de presión como de intensidad varían considerablemente de un año a otro. El índice de intensidad tiene su mayor valor en 2002 y 2006 y si bien disminuye, vuelve a incrementarse en los años 2012 a 2014, siendo realmente atípico este comportamiento, respecto de los demás departamentos amazónicos.

Cabe mencionar que en estos departamentos hay un predominio de población indígena, por tanto, el impacto del desplazamiento forzado adquiere otras dimensiones teniendo en cuenta que la mayoría de grupos étnicos han sido declarados en riesgo de desaparición física y cultural, razón por la cual se han tomado medidas preventivas, como es la obligación de diseñar los planes de salvaguarda, mediante Auto 004 de 2009, de la Corte Constitucional, encaminado a la protección de derechos fundamentales de personas e indígenas desplazados por el conflicto armado, por el riesgo de exterminio de pueblos indígenas por desplazamiento o muerte natural o violenta de sus integrantes. El Auto ordena "*al Director de Acción Social y al Ministro del Interior y de Justicia, - con la participación de la Directora del ICBF, la Ministra de Educación, el Ministro de la Protección Social, el Ministro de Defensa y el Director del Programa de Acción Integral contra las Minas Antipersonal - que, en el término máximo de seis (6) meses a partir de la notificación del presente auto, formulen e inicien la implementación de planes de salvaguarda étnica ante el conflicto armado y el desplazamiento forzado para cada uno de los pueblos identificados en la presente providencia. En el cumplimiento de esta orden deberán tener participación efectiva las autoridades legítimas de los pueblos indígenas enunciado de conformidad con lo señalado tanto en la parte motiva como en el anexo de la presente providencia*".

4.2.1.3.1. Grandes brechas socioeconómicas

El DNP elaboró el análisis de brechas sociales y económicas por departamento y municipio al año 2015. Las variables consideradas fueron: cobertura en educación, prueba Saber, analfabetismo, mortalidad infantil, vacunación y acueducto; déficit de vivienda (cuantitativo y cualitativo), ingreso tributario/ ingreso total e ingreso tributario per cápita. Para cada uno analizó la cobertura actual, estableció la brecha existente respecto de la población de cada entidad territorial, la meta que debe cumplir la respectiva entidad territorial al 2018 para cerrar la brecha existente y el esfuerzo que debe hacer para su cumplimiento. Con base en las variables analizadas estableció la concurrencia y la severidad, con el fin de establecer el nivel de esfuerzo integral que deben resolver las entidades territoriales, a partir de la estimación de cuartiles que indican el nivel de esfuerzo que el municipio

debe hacer para cerrar la brecha, siendo el esfuerzo bajo menor a 0,25, el medio bajo entre 0,25 y 0,5, medio alto entre 0,5 y 0,75 y alto mayor a 0,75. (DNP, 2015)

La concurrencia es la calificación con base en las 10 variables analizadas, donde se calcula el porcentaje de variables en las que se debe fijar meta, siendo 1 el municipio de mayor esfuerzo y 0 el menor; la severidad, es la calificación con base en las 10 variables analizadas, donde se calcula el porcentaje de variables en las que se debe hacer esfuerzo medio alto y alto, siendo 1 el municipio de mayor esfuerzo y 0 el menor. El esfuerzo integral es el promedio entre concurrencia y severidad. El resultado según el grupo de esfuerzo integral es el que se presenta en la Tabla 4.18, como se observa todos los municipios tienen un nivel de esfuerzo entre medio alto y alto, lo que denota que existen grandes brechas a nivel social, en las cuales se deben centrar las entidades territoriales para avanzar en el cierre de las mismas, en los aspectos que comprende el análisis.

Tabla 4.18. Base brechas a nivel departamental. 2014. Fuente: DNP. Base brechas municipales Fase I.

DEPARTAMENTO	CONCURRENCIA	SEVERIDAD	ESFUERZO INTEGRAL	NIVEL DE ESFUERZO
CAQUETA	0,82	0,46	0,64	Medio alto
CAUCA	0,84	0,51	0,68	Medio alto
GUAVIARE	0,85	0,68	0,76	Alto
META	0,87	0,56	0,71	Medio alto
NARIÑO	0,55	0,28	0,42	Medio bajo
PUTUMAYO	0,66	0,38	0,52	Medio alto
VICHADA	1,00	0,90	0,95	Alto
Total general	0,78	0,47	0,62	Medio alto

4.2.2. Línea de tiempo 2000- 2018

Con base en el análisis de los factores predeterminantes se ha configurado una línea de tiempo que recoge los hechos más significativos sucedidos en el territorio, que tienen relación directa con las transformaciones que ocurren en el mismo. El resultado se puede apreciar en la Figura 4.6

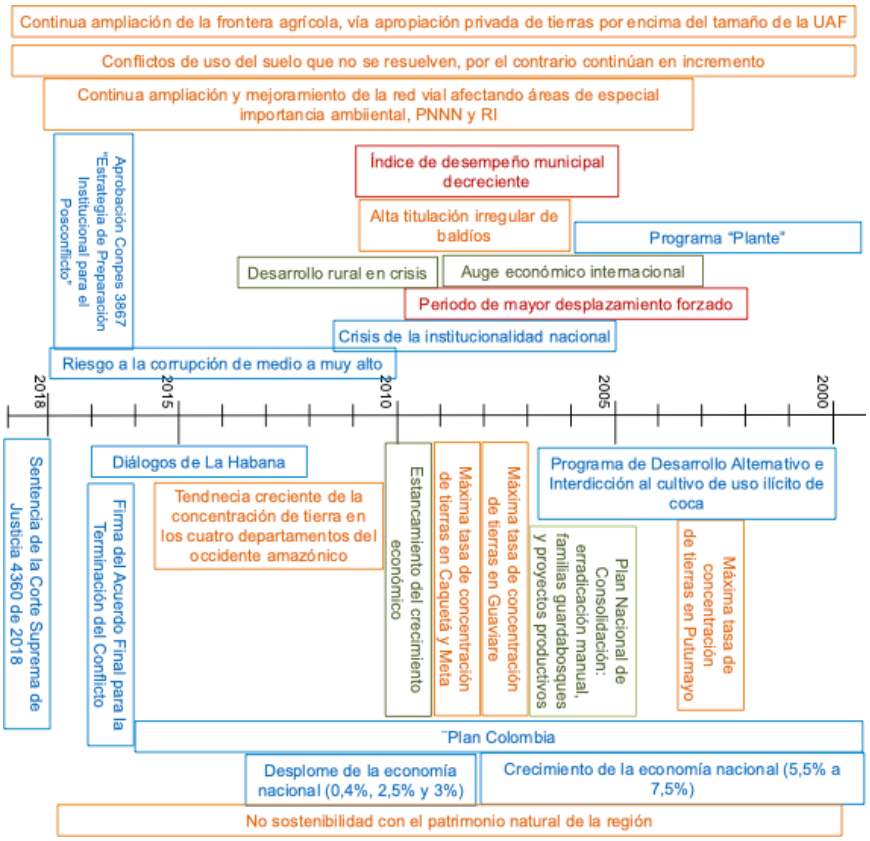


Figura 4.6. Línea de tiempo 2000-2018. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1. Dinámicas sociales y fragmentación del paisaje

Como se mencionó en secciones anteriores, a partir de análisis estructurales del paisaje, en la Amazonía colombiana se identificaron 5 tipos diferentes de patrones espaciales de fragmentación de la vegetación (difuso, geométrico, geométrico/parche, isla y parche). El 82,1% del paisaje amazónico tiene fragmentación tipo isla, seguido geométrico con el 9,2% y el difuso con el 6,5%, siendo la fragmentación tipo parche la que participa apenas con el 0,6%. Estos patrones además, se distribuyen de diferente manera de acuerdo al tipo de unidad fisiográfica a la que se haga referencia y varían de acuerdo al grado de afectación del paisaje (grado de fragmentación) (Figura 3.5), hecho que se relaciona con el tipo particular de procesos socioeconómicos, incluyendo la estructuración de factores predeterminantes, que se desarrollan en cada uno de los tipos de unidades resultantes de la interacción de dichos factores.

Así, los patrones de fragmentación guardan un estrecha relación con las formas de ocupación del territorio amazónico, que careció de un proyecto económico de largo plazo, acorde a sus características y de una estrategia geopolítica definida por el Estado, así como de un proyecto claro y con directrices bien definidas para las entidades territoriales en materia de ordenamiento territorial, lo cual ha permitido que los empresarios agrarios conduzcan los procesos de colonización de baldíos y se generara así una expropiación generalizada

de los territorios campesinos y una apropiación privada del territorio. Además se han afectado de manera casi irreversible áreas protegidas y resguardos indígenas, estratégicos para garantizar la conectividad estructural y funcional del paisaje regional. En este orden de ideas, el territorio se ha intervenido de diferentes maneras, de acuerdo a la actividad que pretenden realizar los inversionistas privados o los colono – campesinos que continúan ampliando la frontera agrícola.

El Grupo de Dinámicas Socioambientales del Instituto Sinchi, ha trabajado durante los períodos de la delimitación de la frontera agropecuaria y del análisis de coberturas de la tierra (2002, 2007, 2012 y 2016), el análisis del anillo de poblamiento en la Amazonia colombiana, entendido como "…*un espacio de poblamiento continuo y jerarquizado, que tiene una red de comunicaciones que integra el conjunto de los diferentes tipos de centros a la economía de mercado y que, a su vez, son soporte de nuevas oleadas de ocupación*". Y se precisa que "*El anillo de poblamiento de la Amazonia colombiana constituye la expresión espacial del sistema de asentamientos humanos en la región. Es la continuación del sistema urbano periférico nacional en el sur del país, fenómeno que se explica por la construcción social del territorio y que significa la consolidación de lo urbano-rural, mediante la red de centros poblados y ejes viales, las coberturas antrópicas (pastos y cultivo), las áreas intervenidas -áreas transformadas- y la concentración de población en áreas urbanas*" (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017). Lo significativo de este análisis es que presenta las principales características de la frontera agropecuaria en la Amazonia desde el punto de vista de la dinámica de los asentamientos humanos, debiéndose resaltar los siguientes aspectos:

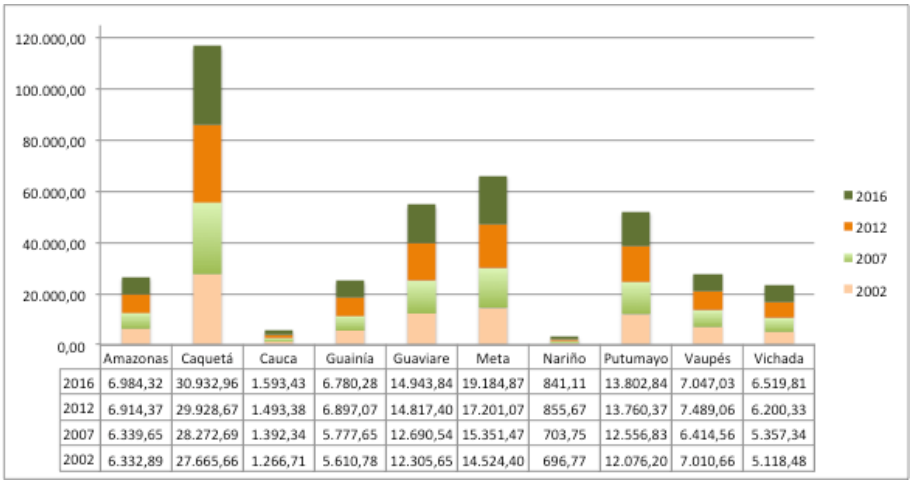
1. En el año 2002, el área transformada en la Amazonia colombiana se estimó en 92.608,19 km^2 y ya en 2016 alcanza los 108.630,49 km^2. Entre el 2002 y el 2016 el incremento total del anillo de poblamiento fue de 17,3%, es decir que en 14 años se sumó un área de 1.144,45 km^2 a la superficie del anillo (Figura 4.16).
2. Entre los períodos analizados, el incremento del anillo de poblamiento es como sigue: en 2007 creció en un 2,4% respecto del 2002, en 2012 se incrementó en un 11,28% respecto del 2007 y en 2016 el incremento fue del 2,91 % respecto a 2012.
3. En 2002, la extensión del anillo correspondía al 19,17% del territorio amazónico colombiano; en 2007 al 19,63 %, en 2012 al 21,85 % de la región y en 2016 al 22,48%.
4. De los 108.630,49 km^2 del anillo de poblamiento, el 28,48 % se localizó en Caquetá, el 17,66% en Meta y el 13,76 % en Guaviare, concentrándose así el 59,89 % del anillo regional.

Este avance se realizó con base en la deforestación, transformado totalmente las coberturas naturales y los ecosistemas allí presentes, y con ello se fragmentó el paisaje de diferentes maneras. Es en este anillo donde se encuentra la infraestructura vial y de servicios sociales, y donde se presenta la mayor presencia institucional.

El anillo de poblamiento puede ser observado en la Figura 4.7-8. Según el estudio citado, en la Amazonia hay una tendencia a que la población se asiente en áreas urbanas, o en su periferia. "*El proceso de formación de los centros urbanos en la Amazonia tiene profundas raíces en la violencia y el despojo, propiciando la aparición de marginalidad, segregación y fragmentación del hecho urbano. El Estado colombiano frente a esta expresión espacial no ha tenido una respuesta que procure mitigarlas o contrarrestarlas y su ausencia perpetúa los problemas y conflictos sociales que no se han resuelto*" (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017).

La concentración de la población en áreas urbanas, ha sido estimada con el índice de Pinchemel "*que da cuenta de la relación entre cada centro urbano con un centro más importante dentro de un mismo territorio,*

para el caso la región amazónica colombiana" (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017). Con estos cálculos, se encontró el grado de urbanización (Tabla 4.19) Se encontró que la región creció en términos urbanos, y en ella, los departamentos de Caquetá y Amazonas, siendo el crecimiento de Florencia el mayor, cuyo índice marcó 107,30 superando con creces el crecimiento regional urbano. También crecieron Guaviare y Vaupés en forma discreta, mientras que Putumayo, Meta y Guainía disminuyeron la concentración de su población en áreas urbanas.



	Amazonas	Caquetá	Cauca	Guainía	Guaviare	Meta	Nariño	Putumayo	Vaupés	Vichada
2016	6.984,32	30.932,96	1.593,43	6.780,28	14.943,84	19.184,87	841,11	13.802,84	7.047,03	6.519,81
2012	6.914,37	29.928,67	1.493,38	6.897,07	14.817,40	17.201,07	855,67	13.760,37	7.489,06	6.200,33
2007	6.339,65	28.272,69	1.392,34	5.777,65	12.690,54	15.351,47	703,75	12.556,83	6.414,56	5.357,34
2002	6.332,89	27.665,66	1.266,71	5.610,78	12.305,65	14.524,40	696,77	12.076,20	7.010,66	5.118,48

Figura 4.7. Anillo de poblamiento de la Amazonia colombiana (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017)

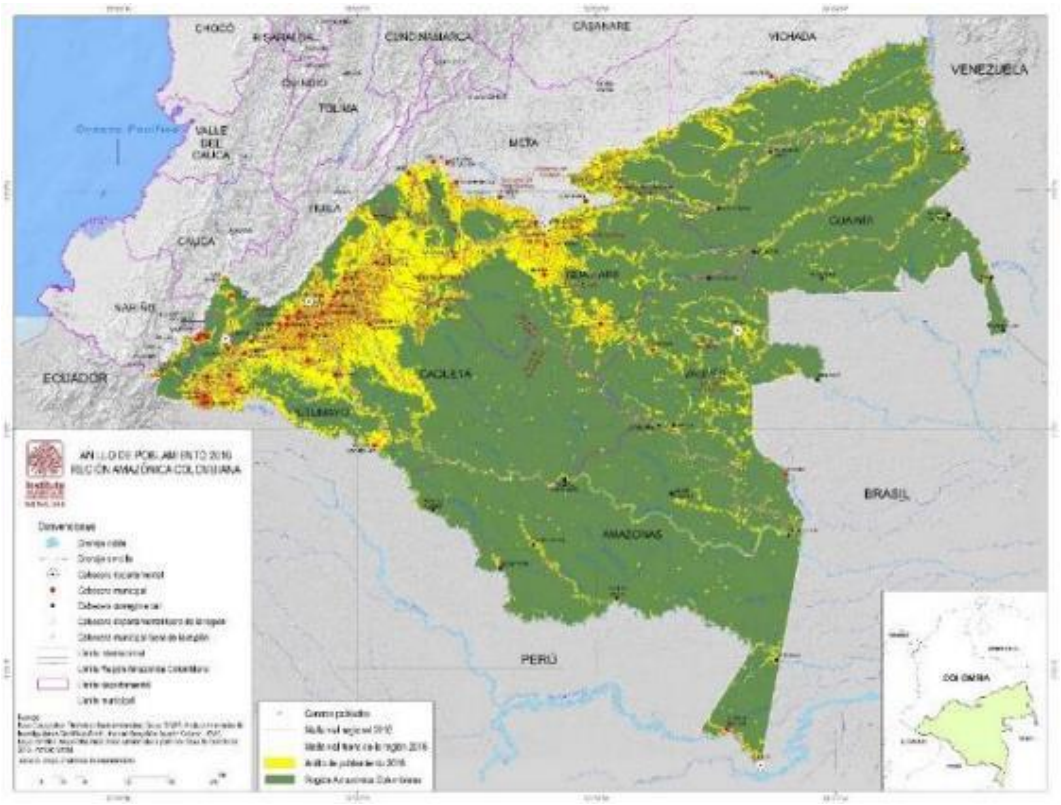


Figura 4.8. Anillo de poblamiento. Tomado de (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017)

Tabla 4.19. Índice de Pinchemel para la región amazónica, los departamentos y el municipio de Florencia 1985-2015 (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017)

ENTIDAD TERRITORIAL	1985	1993	2005	2015
Florencia	107,30	107,18	133,90	169,49
Región	61,68	63,36	85,14	99,30
Caquetá	44,97	40,07	55,91	66,50
Putumayo	11,08	13,81	20,82	25,65
Guaviare	4,84	5,58	10,70	14,75
Meta	2,45	2,61	3,26	3,53
Amazonas	5,42	6,05	3,09	2,69
Vaupés	0,57	0,64	1,50	1,69
Guainía	0,92	1,04	0,94	0,89
Vichada	0,03	0,03	0,26	0,43
Cauca	0,03	0,02	0,06	0,07

En este estudio se plantea que "*Los pobladores de la Amazonia colombiana en la segunda década del siglo XXI, pueden ser originarios de la región como los indígenas, descendientes de migrantes del interior del país que llegaron la región en los diferentes momentos de la historia nacional, los hijos, nietos y bisnietos de unos y*

otros, ya sean producto del mestizaje de estas culturas o no, los pobladores de los actuales centros urbanos de la región constituyen la tercera y cuarta generación de aquellos pioneros que dieron vida a Florencia, Leticia, Mocoa y demás cabeceras municipales de hoy que un día fueron pequeños caseríos" (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017).

El proceso de poblamiento de la Amazonia, ha tenido como punto de apoyo para su avance y ampliación de la frontera agrícola a las cabeceras municipales y los centros poblados, a la vez que han sido los puntos hacia los cuales la población recurre cuando las condiciones en las áreas rurales cambian, bien sea por la pérdida de productividad o por el conflicto armado. En la Amazonia se han identificado un total de 498 cabeceras y centros poblados (Tabla 4.20), se trata de cabeceras municipales, de áreas no municipalizadas, de corregimientos y de inspecciones, así como de centros poblados y caseríos. Caquetá y Putumayo son los que tienen el mayor número de asentamientos (Figura 4.9).

La localización y distribución de los centros poblados coincide con las áreas de alta y media fragmentación del paisaje. Buena parte de los caseríos se encuentran hacia las áreas de baja fragmentación, siendo el punto de apoyo de la población dispersa, y en algunas áreas, el punto de avanzada para el poblamiento en áreas de especial importancia ambiental (áreas protegidas, reserva forestal e inclusive resguardos indígenas).

Tabla 4.20. Cabeceras y centros poblados de la Amazonia colombiana. 2017 (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017)

ENTIDAD TERRITORIAL	CABECERA MUNICIPAL	CABECERA ÁREA NO MUNICIPALIZADA	CABECERA CORREGIMIENTO MUNICIPAL	CABECERA INSPECCIÓN DE POLICÍA	CENTRO POBLADO	CASERÍO	TOTAL
AMAZONAS	2	9		1	45		57
CAQUETÁ	16		2	27	50	27	122
CAUCA	2		6		2	5	15
GUAINÍA	1	8		7	9		25
GUAVIARE	4			9	35	6	54
META	9			10	36	4	52
NARIÑO			8	1	17	3	29
PUTUMAYO	13		5	29	32	34	113
VAUPÉS	3	3	2	8	1		17
VICHADA	1		1	8	1	4	14
REGIÓN	51	20	24	100	228	83	498

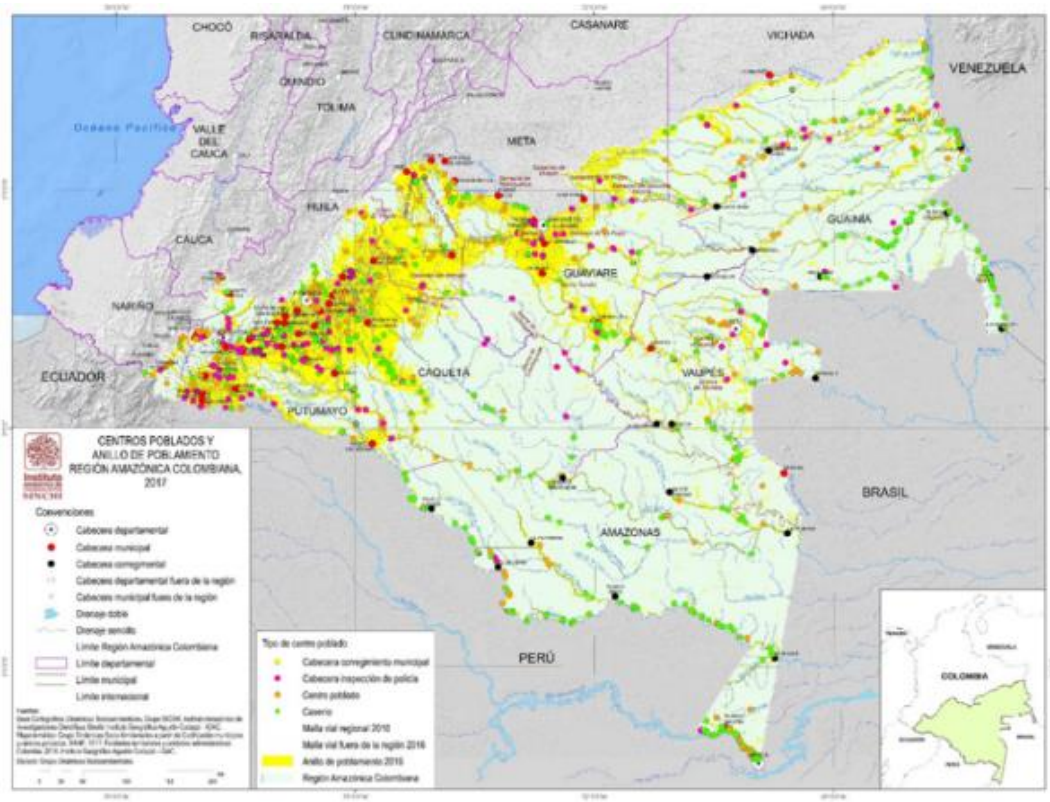


Figura 4.9. Asentamientos nucleados en el anillo de poblamiento de la región Amazónica colombiana. 2017. Tomado de (Riaño Umbarilla & Salazar Cardona, 2017)

Si bien los asentamientos nucleados, en especial las cabeceras municipales atraen población, en esencia campesina o indígenas desplazados, esta población demanda una serie de recursos sobre las periferias y las áreas rurales próximas, razón por la cual en sus alrededores y a lo largo de los corredores viales que los comunican, se conforman áreas de alta fragmentación con patrón geométrico. A medida de las cabeceras de los corregimientos o de las áreas no municipalizadas se van articulando a estas mediante el desarrollo vial, se va fragmentando el paisaje, con un patrón tipo parche, que subdivide áreas naturales. De acuerdo con el análisis de presiones socioambientales (Sinchi, 2017), hay cuatro grupos de presiones que explican la situación o estado de los recursos naturales, el ambiente y las poblaciones humanas en la región amazónica:

- Modificación de coberturas: deforestación, praderización, degradación del bosque y cultivo de hoja de coca
- Actividad minera y petrolera: explotación de hidrocarburos y minería
- Población y asentamientos: densidad de población rural y urbana, nivel de urbanización, influencia vial y fluvial, jerarquía urbana por oferta de servicios y equipamientos y consumo de energía eléctrica por habitante rural y urbano
- Conflicto social: tasa de homicidios.

Cada variable se clasificó según la intensidad que ejerce sobre el territorio, definiendo cinco clases: muy baja, baja, media, alta y muy alta. Una vez calculada y analizada cada variable, se integraron y reclasificaron los resultados, primero por grupo temático y luego para el total de presiones (Figura 4.10). Se obtuvieron, en conclusión los siguientes resultados: *"… el 59% (28.910.100 ha) de la Amazonia colombiana se encuentra en intensidad muy baja, 18% (8.745.400 ha) en intensidad baja, 13% (6.205.400 ha) en intensidad media, 7% (3.513.200 ha) en intensidad alta, y por último, 3% (1.506.700 ha) en intensidad muy alta. Es de resaltar que Caquetá con 675.900 ha (1,4%) y 1.516.800 ha (3,1%) constituye el departamento con mayor superficie de intensidad de PSA muy alta y alta respectivamente, en la Amazonia colombiana. Por el contrario, Amazonas con 10.729.100 ha (21,9%) y Guainía con 5.761.500 ha (11,8%), constituyen los dos departamentos con mayor superficie en intensidad de PSA muy baja*" (Sinchi, 2017).

Los municipios y corregimientos que presentan mayores presiones sobre el territorio son: Leticia, en el Amazonas, con intensidad alta (19.200 ha), San Vicente del Caguán con muy alta y alta presión (229.600 ha y 472.500 ha, en su orden), Piamonte en Cauca, con muy alta y alta intensidad de PSA (5.800 ha y 32.600 ha), Inírida en Guainía con alta presión (42.200 ha), San José del Guaviare, con intensidad muy alta y alta de PSA (100.500 ha y 390.600 ha), Uribe en el Meta con muy alta intensidad (37.000 ha), la Macarena una alta intensidad de presión (91.300 ha), Puerto Asís con muy alta intensidad de PSA (166.800 ha). En Nariño, Ipiales presenta a la vez muy baja y baja intensidad (45.200 ha y 48.500 ha) y muy alta y alta intensidad de presión (600 ha y 8.700 ha), mientras que el municipio de Mitú en Vaupés, presenta tanto muy alta y a la vez muy baja intensidad de presión socioambiental (3.700 ha y 1.134.900 ha). De otra parte, los municipios y corregimientos que tienen menores presiones son: Miritíi-Paraná (Amazonas) con menor intensidad de PSA (muy baja 1.672.800 ha), Solano en Caquetá, con menor intensidad (3.241.000 ha muy baja) y, Santa Rosa (Cauca) muy baja intensidad (190.700 ha), Puerto Colombia (Guainía), con muy baja intensidad (1.443.900), Miraflores en Guaviare, muy baja intensidad (776.100), Puerto Leguízamo en Putumayo, con muy baja intensidad de PSA (531.000 ha) y Cumaribo en el Vichada con muy baja intensidad (82.800 ha).

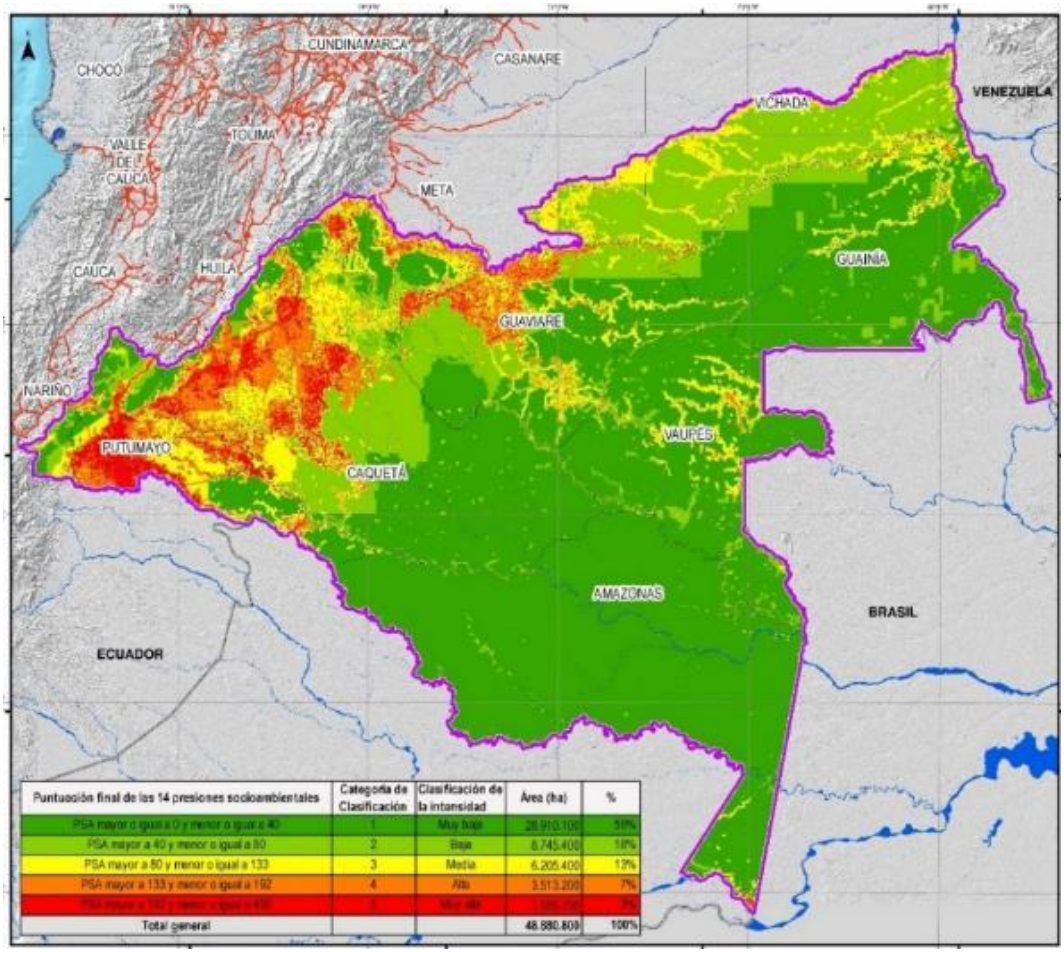


Figura 4.10. Presiones socio ambientales en la Amazonia Colombiana, 2014 – 2016. Tomado de (Sinchi, 2017)

4.2.2.2. Actividades que generan fragmentación del paisaje

La identificación de las actividades que propician o generan fragmentación del paisaje parten de la identificación y caracterización de las entidades territoriales político administrativas (municipio y corregimiento) que comparten los siguientes rasgos: paisaje fisiográfico y tipo de fragmentación (alta y media), según patrón de fragmentación (geométrico, geométrico/parche, isla y parche). Ya identificadas se procede a evaluar sus características, relacionadas básicamente con cantidad y distribución de población, unidades de producción agropecuaria, principales usos del suelo agropecuario, y tamaño y tenencia de la tierra, con el fin de identificar las actividades que generan la fragmentación del paisaje.

En esta sección se presentan las principales cifras del Censo Nacional Agropecuario, referidas a las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), entendidas como la unidad de organización de la producción agropecuaria, la cual debe cumplir con las siguientes condiciones: (i) Producir bienes agrícolas, forestales, pecuarios, acuícolas; (ii) Tener un único productor natural o jurídico que asume la responsabilidad y los riesgos; y, (iii)

Utilizar al menos un medio de producción como construcciones, maquinaria, equipo y/o mano de obra en los predios que la integran (DANE, 2014). Además, se hace referencia a la Unidad de Producción no agropecuaria (UPNA), que trata de los predios rurales dedicados a actividades productivas no agropecuarias, estas se identifican en 37 modalidades o tipologías de actividad productiva asociadas a los sectores secundario y terciario de la economía rural (industria, comercio y servicios) (DANE, 2014).

Se incluye una síntesis de los sistemas de producción tipificados y caracterizados por el Instituto Sinchi. En todos los casos, los estratos de intervención se pueden asimilar a los tipos de fragmentación (alta, media y baja), dado que tienen expresiones espaciales similares. La denominación de los sistemas de producción está dada básicamente por la actividad que genera los mayores ingresos y la participación de la mano de obra familiar, aspectos a tener en cuenta en los demás numerales en los que se presentan estos sistemas. Es de tener en cuenta que una vez descritas las características de un municipio o corregimiento en una unidad de paisaje fisiográfico (en la que tiene mayor participación), no se describirán en otras unidades. Lo anterior por cuanto buena parte de estas entidades territoriales tienen más de una unidad del paisaje fisiográfico.

4.2.2.2.1. Unidades de producción agropecuaria.

Según el Censo Nacional Agropecuario (CNA), hay 987.137 habitantes de los cuales 45.320 son productores residentes (Figura 4.10, Tabla 4.21). En cuanto la distribución de usos del suelo, el área agropecuaria alcanza 8.899.817 ha, es decir el 21% del total nacional, en tanto que los bosques corresponden al 67% (Tabla 4.22). El departamento de Amazonas contiene la mayor área en bosques, seguido de Guainía y Vaupés, mientras que Sur del Meta y Vichada contienen la mayor área agropecuaria, seguidos de Caquetá (Figura 4.11). El número y distribución del total de unidades censadas, pueden observase con detalle en la Tabla 4.23 y la Figura 4.12. En la Amazonia fueron censadas el 6% del total nacional, en Nariño y Putumayo se encuentra el mayor número, mientras que en Cauca y Vaupés están las menores unidades censadas.

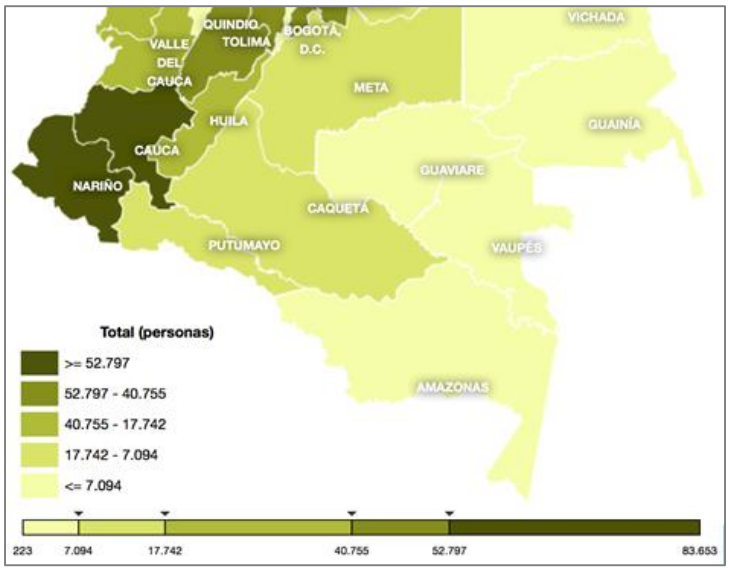


Figura 4.11. Distribución de la población en la Amazonia colombiana. Censo Nacional Agropecuaria, 2014 (Geoportal del DANE)

Tabla 4.21. Población total y productores residentes en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	PRODUCTORES RESIDENTES #
Amazonas	86.029	6.577
Caquetá	462.640	10.903
Guainía	43.446	4239
Guaviare	115.829	5.118
Sur del Meta	163.185	7329
Cauca amazónico	31.531	2.372
Vaupés	44.928	4059
Vichada	39.549	4.723
Total amazonia	**987.137**	**45.320**

Tabla 4.22. Usos generales del suelo en la Amazonia, Censo Nacional Agropecuario 2014 (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	ÁREA EN BOSQUES	ÁREA AGROPECUARIA	ÁREA NO AGROPECUARIA	ÁREA EN OTROS USOS
Amazonas	10.673.963	137.016	1.492	149.734
Caquetá	6.180.706	1.574.390	105.183	93.095
Guaviare	4.957.334	574.599	21.132	28.053
Guainía	6.474.905	592.773	2.573	81.997
Sur del Meta	2.952.407	2.849.598	93.178	59.531
Putumayo	1.747.700	644.871	46.341	15.901
Vaupés	5.203.746	105.783	211	38.334
Vichada (Cumaribo)	3.963.210	2.420.787	3.273	169.099
Total Amazonia	42.153.969	8.899.817	273.382	635.743
Total Nacional	63.214.574,20	43.024.739,60	2.459.663,10	2.754.020,80

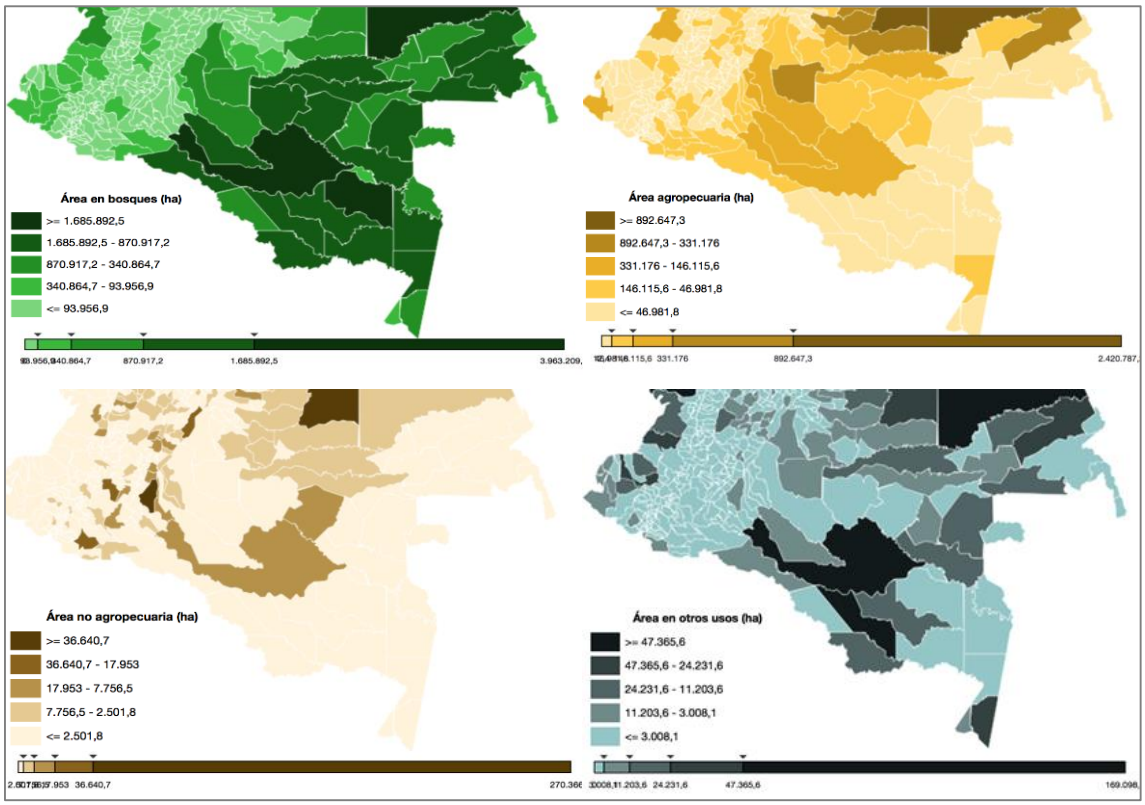


Figura 4.12. Distribución de los usos del suelo en la Amazonia colombiana, según Censo Nacional Agropecuario. (Geoportal DANE)

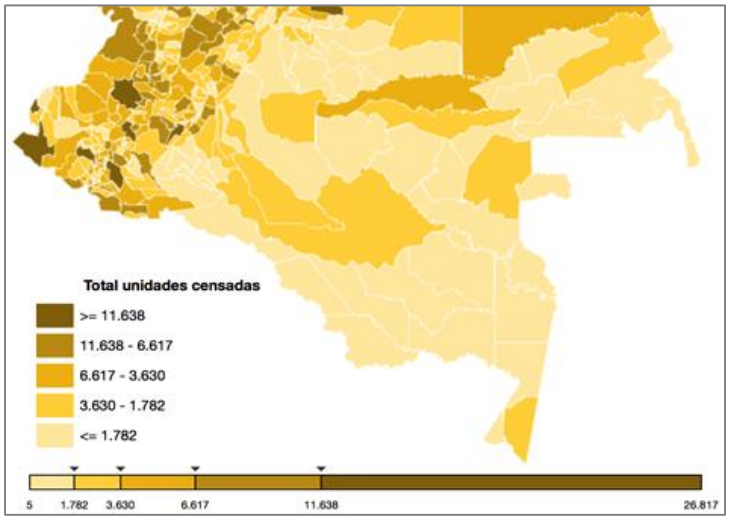


Figura 4.13. Unidades censadas en el territorio nacional, distribución en el territorio amazónico (DANE, 2014)

Tabla 4.23. Unidades y área censadas en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	TOTAL UNIDADES CENSADAS	ÁREA CENSADA (ha)
Amazonas	5.352	10.962.203,80
Caquetá	23.996	7.953.373,80
Sur del Meta	12569	5.954.714,60
Guaviare	7.885	5.581.117,90
Guainía	4.059	7.152.247,50
Putumayo	40.088	2.454.812,30
Vaupés	3.614	5.348.074,10
Nariño Amazónico	58.317	395.292,30
Cauca Amazónico	2.307	354.394,80
Vichada (Cumaribo)	4.502	6.556.368,40
Total Amazonia	155.880	45.801.836,30
Total Nacional	2.913.163	111.452.997,7 ha

La distribución de acuerdo a los grandes usos del suelo se puede observar en la Figura 4.13 y en las Tabla 4.24 y 4.25. La Amazonia tenía 581.743,90 hectáreas en cultivos (8% del total nacional) y 4.435.022,90 hectáreas en pastos (18% del total nacional), según datos del CNA a 2014. Las áreas en rastrojo ocupaban el 14%, mientras que las que se encontraban en infraestructura agropecuaria correspondían al 4% del total nacional, siendo muy poca la extensión de estas áreas en Cauca y Amazonas, y las mayores en Guainía. Respecto a las áreas en pastos, la mayor extensión se encuentra en Sur del Meta, Vichada y Caquetá, mientras que Vaupés y el Cauca tienen las menores extensiones en este uso. Las áreas que se encontraban en infraestructura agropecuaria son mayores en Sur del Meta, Vichada, y mínimas en Guainía, Cauca y Vaupés, sin que en los demás departamentos sean realmente significativas.

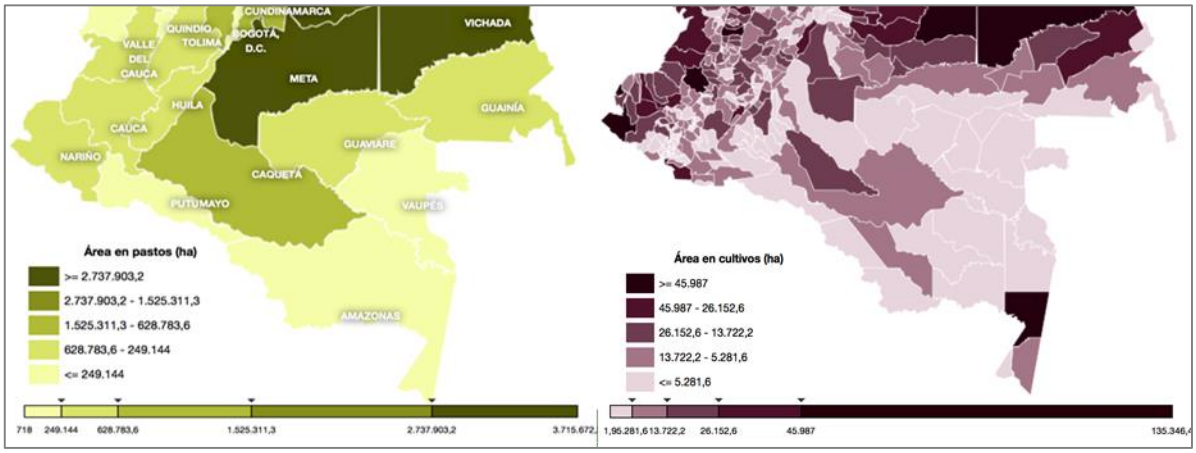


Figura 4.14. Distribución de usos generales del suelo en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014)

Tabla 4.24 Distribución áreas en cultivos, descanso y barbecho en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	ÁREA EN CULTIVOS	ÁREA EN DESCANSO	ÁREA EN BARBECHO
Amazonas	76.972	687,3	834,1
Caquetá	65.115	21.309,70	4.233,20
Guaviare	19.790	2.244,80	2.198,80
Guainía	86.008	39.757,10	13.401,90
Sur del Meta	190.450	19073,7	11779,1
Putumayo	53.634	20.104,80	7.731
Vaupés	8.994	4.364,10	4.160,10
Nariño Amazónico	8.846	20.270,70	298,4
Cauca Amazónico	14.649	360,2	34,8
Vichada (Cumaribo)	57.282	6.885,80	10.690,90
Total Amazonia	581.743,90	135.058,20	55.362,30
Total Nacional	7.111.482	1.150.218,60	215.010,70

Tabla 4.25. Distribución áreas en pastos, rastrojos, cultivos e infraestructura agropecuaria (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	ÁREA EN PASTOS	ÁREA EN RASTROJO	ÁREA EN INFRAESTRUCTURA AGROPECUARIA
Amazonas	44.004,80	14.256,70	260,3
Caquetá	1.092.222,80	390.939,10	570,2
Sur del Meta	2.265.210,00	360.675	2.410,0
Guaviare	408.884,50	141.220,30	260,3
Guainía	342.489,70	111.108,70	6,5
Putumayo	215.564,20	347.251	586,3
Vaupés	66.646,90	21.609,30	8,3
Nariño Amazónico	120.932,10	16.272,70	447,7
Cauca Amazónico	41.473,70	62.256	21,2
Vichada (Cumaribo)	1.723.222,20	620.784,30	1.921,4
Total Amazonia	4.435.022,90	1.387.060,10	4570,8
Total Nacional	24.797.932,90	9.628.688,60	121.406,90

En lo que se refiere a la tenencia de la tierra, se puede mencionar que las unidades propias alcanzan solamente el 3%, en usufructo el 4%, en comodato el 3%, en ocupación de hecho el 5% y en propiedad colectiva el 12%, respecto del total nacional. Por departamentos, se encuentran Nariño, Putumayo y Caquetá, los que tienen el mayor número de unidades propias, mientras que Nariño y Putumayo tienen el mayor número de unidades en arriendo. Amazonas, Vaupés, Putumayo y Vichada tienen el mayor número de unidades en propiedad colectiva, sin que las diferencias sean significativas respecto de los demás departamentos amazónicos, a excepción de Cauca y Nariño que presentan el menor número de unidades en este tipo de tenencia (Tabla 4.2630).

Tabla 4.26. Unidades censadas según formas de tenencia en la Amazonia colombiana. (DANE, 2014)

DEPARTAMENTO	UNIDADES CENSADAS	UNIDADES PROPIAS	UNIDADES EN ARRIENDO	UNIDADES EN APARCERÍA	UNIDADES EN USUFRUCTO	UNIDADES EN COMODATO	UNIDADES EN OCUPACIÓN DE HECHO	UNIDADES EN PROPIEDAD COLECTIVA	UNIDADES EN ADJUDICATARIO O COMUNERO	UNIDADES EN OTRA FORMA DE TENENCIA	UNIDA-DES MIXTAS
Amazonas	5.352	1.032	46	2	5	14	87	3.223	1	22	3
Caquetá	23.996	15.821	701	77	225	43	98	1.165	79	419	439
Sur del Meta	12.569	8.104	498	24	45	10	7	1.256	3	181	411
Guaviare	7.885	4.061	205	14	9	9	19	1.033	2	104	2
Guainía	4.059	914	12	3	177	0	0	1.505	578	52	3
Putumayo	40.088	16.468	1.079	150	1.059	93	113	2.676	234	740	500
Vaupés	3.614	447	5	2	1	0	42	2.766	1	26	1
Nariño Amazónico	58.317	39.604	5.529	1.612	439	160	99	369	543	643	1.574
Cauca Amazónico	9.639	6.557	561	86	283	21	36	137	387	198	83
Vichada (Cumaribo)	4.502	602	32	6	2	1	3	2.984	274	17	7
Total Amazonia	97.563	46.847	2.546	272	1.521	169	366	13.624	898	1.544	1.359
Total Nacional	2.913.163	1.572.635	208.075	33.530	34.562	6.718	7.245	110.995	28.708	64.959	96.501

Lo anterior denota ya una serie de actividades y agentes que contribuye de diferente manera a la fragmentación del paisaje. Siguiendo los planteamientos para definir la unidad de análisis que ha sido definida para el presente proyecto, para identificar actividades y agentes que genera fragmentación, se realiza una identificación según el paisaje fisiográfico, para aproximarse al grado y patrón de fragmentación referidos a la entidad territorial departamental y local. El lector interesado puede encontrar el detalle en el Documento Anexo 1, donde se presentan las entidades territoriales locales presentes en cada unidad fisiográfica, el número de UPAs y UPNAs y el uso predominante, además del número de habitantes.

El paisaje fisiográfico de lomerío, de mayor extensión en la Amazonia, con 22.423.607 ha, de las cuales el 63% está en los departamentos de Amazonas y Caquetá, en tanto Guaviare ocupa el 10% y los departamentos restantes el 10% (Tabla 4.27). En esta unidad fisiográfica predomina, particularmente en el Amazonas, la baja fragmentación con patrón isla. En el departamento de Caquetá, es donde se encuentra la mayor área afectada por la alta fragmentación de tipo geométrico, con 1.300.000 hectáreas, seguido de Meta, Guaviare y Putumayo.

Tabla 4.27. Tipo y patrón de fragmentación en Lomerío, según departamento.

	TIPO DE FRAGMENTACIÓN	ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL
	PATRÓN	Geométrico	Isla	Parche	
DEPARTAMENTO	Amazonas	24.671	8.266.327		8.290.998
	Caquetá	1.318.184	4.548.757	7.990	5.874.932
	Cauca	9.031	10.820	220	20.071

	Guaviare	400.897	2.000.278	7.096	2.408.270
	Meta	504.682	1.067.957	2.749	1.575.388
	Putumayo	370.847	1.276.717	13.846	1.661.410
	Vaupés	22.846	1.383.104	127	1.406.077
	Vichada	40.930	1.145.152	381	1.186.462
	Total	2.692.088	19.699.111	32.408	22.423.607

No incluye Guainía y Nariño, dado que este tipo de paisaje fisiográfico no se presenta en estos departamentos.

Con base en los estudios de tipificación y caracterización de los sistemas productivos de los departamentos de Caquetá, Guaviare y Putumayo adelantados por el Instituto Sinchi, en esta unidad fisiográfica están establecidos los siguientes sistemas, con sus principales características. En el caso de Caquetá (Tabla 4.28) hay un predominio de los pastos, respecto de las demás coberturas, los índices de sostenibilidad estimados dan como resultado bajo y medio (este último solamente en sistemas). Los rastrojos están presentes en todos los sistemas, así como los bosques, siendo relictos en varios casos (ganadero semi-empresarial y agrícola semi-empresarial).

Tabla 4.28. Sistemas de producción de lomerío en Caquetá: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012)

ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO FISIOG	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Lomerío/ intervención alta	Ganadero Semi-empresarial	36%	69% pastos, 3% cultivos, 11% bosques, 14% rastrojos	74	Bajo
	Agropecuario semi-empresarial	25%	39% pastos, 16% cultivos, 12,3% bosques, 30,1% rastrojos y 2,2% otras áreas	84	Bajo
	Ganadero empresarial	15%	66% pastos, 20% rastrojos, 9% bosques, 5% cultivos	89	Bajo
	Palma africana				Bajo
Lomerío/ intervención media	Ganadero Semi-empresarial	45%	72% pastos, 3% cultivos, 5% bosques, 13,2% rastrojos, 6% otras áreas	94	Bajo
	Agropecuario semi-empresarial	15%	45% pastos, 13,2% cultivos, 25% bosques y 17% rastrojos	83	Bajo
	Agrícola semi-empresarial	15%	66% pastos, 5% cultivos, 9% bosques, 20% rastrojos	89	Medio
Lomerío/ intervención baja	Agropecuario avícola familiar	26%	28% pastos, 9% cultivos, 46% bosques, 12% rastrojo	39	Medio
	Ganadero Semi-empresarial	24%	65% pastos, 2,5% cultivos, el restante bosques y rastrojos	82	Bajo
	Ganadero familiar	22%	63% pastos, 17% bosques, 15% rastrojos, 3% cultivos	61	Medio

En el caso del Guaviare (Tabla 4.29), predominan los pastos en todos los sistemas de producción, excepción hecha del sistema agropecuario familiar en baja intervención, en el que aún predomina el bosque. En todos hay rastrojos y cultivos, cuya participación en el sistema productivo denota el paso intermedio de sustitución de coberturas naturales hacia usos productivos, incluyendo el caso de los cultivos destinados para el autoconsumo familiar, que después de dos o tres años como máximo pasarán a potreros.

Tabla 4.29. Sistemas de producción de lomerío en Guaviare: principales características. Elaborado con base en (SINCHI, 2013)

ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Lomerío/ intervención alta	Ganadero familiar	24%	59% pastos, 5% cultivos, 17% rastrojos, 19% bosque	113	Bajo
	Agropecuario familiar	71%	59% pastos, 4% cultivos, 13% rastrojos y 24% bosques	82	Medio
	Avícola familiar	6%	33% pastos, 5% cultivos, 37% rastrojos, 24% bosques	41	Alto
Lomerío/ intervención media	Agropecuario familiar	68%	34% pastos, 4% cultivos, 33% rastrojos, 29% bosques	64	Bajo
	Ganadero familiar	32%	60% pastos, 2% cultivos, 9% rastrojos, 27% bosques	114	Bajo
Lomerío/ intervención baja	Ganadero empresarial	24%	59% pastos, 3% cultivos, 9% rastrojos, 31% bosques	239	Alto
	Agropecuario familiar	68%	37% pastos, 4% cultivos, 18% rastrojos, 41% bosques	81	Bajo

El Putumayo presenta una tipología un poco distinta, algo más diversificada, si bien la ganadería también es predominante, pues está presente en todos los sistemas en diferente proporción, de allí el predominio de los pastos como cobertura principal. Los sistemas agro-avícola semi-empresarial y agro-avícola con ganadería familiar, tienen una participación importante de los pastos, sin embargo sus principales ingresos provienen de la actividad avícola. El índice de sostenibilidad se encuentra entre bajo y medio (Tabla 4.30).

Tabla 4.30. Sistemas de producción de lomerío en Putumayo: principales características. Elaborado con base en (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Lomerío/ intervención alta	Ganadero Semi-empresarial	36%	73,6% pastos, 5,4% cultivos, 11% rastrojos, 10% bosques	81	Medio
	Agropecuario y Venta de Servicios empresarial	27%	52,5% pastos, 16,6% rastrojos, 22,3% bosques	53	Medio
	Agropecuario familiar	16%	65% pastos, 10% cultivos, 12% rastrojos, 13% bosques	19	Bajo
	Agrícola con Ganadería y Avicultura familiar	14%	30% cultivos, 30% pastos y 21% rastrojos, 9,6% bosques	43	Bajo
	Ganadero Avícola semi-empresarial	7%			Bajo

ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Lomerío/ intervención media	Agrícola con venta de mano de obra y Servicios Familiar	54%	19% pastos, 30,7% cultivos, 27,2% rastrojos, 23,1% bosques	17	Bajo
	Agrícola con Ganadería y Avicultura familiar	23%			Bajo
	Agropecuario familiar	23%			Bajo
Lomerío/ intervención baja	Agropecuario y venta de Mano de Obra Familiar	41%	34,7% pastos, 30,4% cultivos, 20,5% rastrojos, 14,4% bosques	10	Bajo
	Agro-avícola semi-empresarial	32%	24,4% pastos, 22,6% cultivos, 30,1% rastrojos, 22,7% bosques	57	Bajo
	Agro-avícola con ganadería Familiar	28%	24,2% pastos, 25,6% cultivos, 34,2% rastrojos, 15,8% bosques	14	Bajo

En el caso del sur del Meta, se hizo una aproximación al tipo de sistema de producción con base en la información de los sistemas de Caquetá y Guaviare, por guardar algunas características similares. En estos sistemas, se mantiene la tendencia subregional del predomino de los pastos sobre las demás coberturas (Tabla 4.31).

Tabla 4.31. Sistemas de producción de lomerío en Meta: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012) y (SINCHI, 2013)

ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Lomerío/intervención alta	Agropecuario familiar	Medio
	Ganadero familiar	Bajo
	Agropecuario y servicios Familiar	Bajo
	Agrícola semi-empresarial	Alto

El índice de sostenibilidad se estima alto en el caso del sistema agrícola semi-empresarial, medio en el agropecuario familiar y bajo en los dos sistemas restantes. En los departamentos restantes (Amazonas, Guainía y Vaupés) predomina el sistema de producción tradicional indígena, si bien algunos de estos departamentos tienen zonas donde se adelantan actividades de extracción de recursos naturales (minería y pesca) lideradas por población "blanca".

La mayoría de las comunidades indígenas desarrolla la pequeña producción agrícola de autoconsumo, mediante el cultivo en chagras que asocian una diversidad de productos. La agricultura se complementa con las actividades de caza, pesca y recolección de productos obtenidos del bosque, según la oferta natural. Los indígenas obtienen ingresos de algunas actividades comerciales (provenientes de la pesca, la madera y la venta de algunos frutos), así como de actividades de jornaleo en los casos en que se encuentran vinculados a actividades extractivas, como minería o coca. "*La chagra, además de ser un modelo productivo, es un complejo de relaciones simbólicas y culturales. Se observan algunos procesos de nuclearización y de polos urbanos al interior de los resguardos, y procesos de diferenciación social (por trayectoria y posición profesional, edad, y género). Existen también pequeños grupos aislados y nómadas en extensos territorios selváticos y áreas trasnacionales que rehúyen el contacto*" (CEPAL, s.f). El modelo de chagra, el huerto habitacional, los rastrojos,

la pesca, la caza y la recolección, son parte de un complejo sistema de producción que está adecuado a la oferta ambiental y que permite su uso sostenible. Este sistema "presenta limitaciones y debe partir de las siguientes premisas:

- Contar con grandes extensiones de selva virgen.
- Tener la posibilidad de mantener tierras en rastrojos durante períodos de tiempo superiores a los 20 años.
- Mantener una baja densidad demográfica" (Vieco, s.f)

En los departamentos fronterizos las comunidades indígenas tienen importantes intercambios familiares, comerciales y sociales. Las actividades de producción se ven influenciadas por este intercambio, incluyendo prácticas de comunidades blancas tanto en los sistemas agrícolas tradicionales como en la explotación y extracción de recursos naturales. Allí se presentan patrones geométricos y de parche, particularmente, son el reflejo de esta influencia e inter-relacionamiento. A estos patrones de fragmentación están asociados los fenómenos de sedentarización a que se han visto abocados, generados por el conflicto armado y el control ejercido en los territorios por grupos al margen de la ley y asociados al narcotráfico, que restringieron el acceso a las áreas en las que se practicaba la agricultura itinerante y las chagras rotacionales. El uso de recursos del bosque se vio limitado a las áreas más cercanas a los asentamientos en los que poco a poco se fueron confinando y asentando para garantizar su sobrevivencia. El sistema de producción descrito, "*está acorde con la estructura y la organización social existente, así como con la densidad demográfica que permite tal sistema productivo, en cuanto a su capacidad de explotación de los recursos naturales sin agotarlos*". Es el caso de las comunidades del Trapecio amazónico. (Vieco, s.f).

La planicie aluvial es también conocida como vega de los ríos y quebradas (o caños). Esta unidad fisiográfica ocupa el segundo lugar en extensión, con 5.377.393 hectáreas, en alta y baja fragmentación con una combinación entre patrones tipo geométrico/parche e isla (Tabla 4.32). La baja fragmentación es predominante, con el patrón tipo isla, en su mayoría en el departamento de Amazonas. Caquetá y Guaviare tienen 178 mil y 166 mil hectáreas en alta fragmentación de tipo geométrico/parche, en su orden, y cuentan además con 689 mil hectáreas, en el primer caso, y 288 mil en el segundo caso, en baja fragmentación de tipo isla.

Tabla 4.32. Tipo y patrón de fragmentación en Planicie Aluvial según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

FRAGMENTACIÓN		ALTA	BAJA	TOTALES
PATRÓN		GEOMETRICO/PARCHE	ISLA	
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	36.065	2.470.594	2.506.658
	CAQUETÁ	178.564	689.313	867.877
	CAUCA	2.676	5.148	7.824
	GUAINÍA	16.611	119.813	136.424
	GUAVIARE	60.944	315.288	376.232
	META	166.979	288.342	455.321
	NARIÑO	1.775	2.761	4.536
	PUTUMAYO	104.176	301.224	405.400
	VAUPÉS	10.679	420.591	431.270
	VICHADA	11.722	174.130	185.852
TOTALES		590.190	4.787.204	5.377.393

En los estudios de sistemas de producción del Instituto Sinchi, está unidad fisiográfica no se acompañó del estrato de intervención para la tipificación resultante. Los sistemas de producción presentes en esta unidad, en el departamento de Caquetá, tienen las características que se presentan en la Tabla 4.33. En los tres sistemas predominan los pastos y en ellos las áreas en bosques corresponden a pequeñas áreas, con áreas en rastrojos que a veces superan a los bosques. A excepción del agro-piscícola familiar, todos tienen áreas en cultivos muy pequeñas, para el sustento familiar.

Tabla 4.33. Sistemas de producción de planicie aluvial en Caquetá: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Ganadero Semi-empresarial	39%	77% pastos, 2% cultivos, 13% bosques, 7% rastrojos	99	Medio
Ganadero familiar	30%	66% pastos, 8% cultivos, 12% rastrojos, 13% bosques	53	Medio
Agro-piscícola familiar	12%	48% pastos, 13% cultivos, 6% bosques, 26% rastrojos y 7% zona inundable	58	Medio

En el caso del Guaviare (Tabla 4.34), los tres sistemas identificados son de tipo familiar, dos de ellos con mayor predominio de pastos (Agro-piscícola avícola familiar y Ganadero familiar), con porcentajes de áreas de cultivos mayores a las de los anteriores departamentos, si bien el tamaño de las fincas es mucho menor.

Tabla 4.34. Sistemas de producción de planicie aluvial en Guaviare: principales características. Elaborado con base en (SINCHI, 2013)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Agro-piscícola avícola familiar	39%	52% pastos, 16% cultivos, 7% rastrojos, 13% bosques	19	Medio
Agrícola familiar	29%	18% pastos, 27% cultivos, 24% rastrojos, 21% bosques	15	Bajo
Ganadero familiar	32%	34% pastos, 4% cultivos, 33% rastrojos, 20% bosques	64	Medio

En el Putumayo hay tres sistemas de producción, uno de ellos con una importante área en cultivos (Agrícola con venta de Mano de Obra Familiar), el 67% del total de su área que apenas alcanza 25 hectáreas en promedio (Tabla 4.35). Los otros dos sistemas tienen predominio del área en pastos y cuentan con un área relativamente grande en rastrojos. Las áreas en bosques varían siendo mayor en el sistema Agrícola con Explotación de Maderas y Avicultura Semi-empresarial, con el 36% del sistema (de 81 hectáreas en promedio), siendo el área en pastos es del 29%.

Tabla 4.35. Sistemas de producción de planicie aluvial en Putumayo: principales características. Elaborado con base en (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP/ ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
Agrícola con venta de Mano de Obra Familiar	50%	0,4% pastos, 67,3% cultivos, 14% rastrojos, 17% bosques	25	Bajo
Agrícola con Explotación de Maderas y Avicultura Semi-empresarial	27%	29% pastos, 14% cultivos, 20% rastrojos 36% bosques	81	Bajo
Ganadero Piscícola y venta de mano de obra Semi-empresarial	23%	72,8% pastos, 11% cultivos, 7,7% rastrojos, 2,7% bosques	27	Bajo

En el Meta se identificaron los sistemas de producción Agrícola familiar, Agro-avícola y Venta de Servicios Familiar y Ganadero familiar, de acuerdo a la similaridad de con el Caquetá (Garzón et al, 2012) y Guaviare (SINCHI, 2013). Según lo encontrado, tienen bajo índice de sostenibilidad.

En cuanto a los sistemas de producción indígena, además de las características de los sistemas de producción indígena presentadas en el caso del Lomerío, es de señalar que estos sistemas se han transformado en la medida en que se ha dado la "transición de la familia tradicional hacia familias monoparentales y extensas, que ha debilitado las relaciones y vínculos de parentesco, lo que a su vez ha provocado que las prácticas productivas tradicionales se articulen cada vez más con las actividades del mercado para suplir esas nuevas demandas" (De La Cruz, et al., 2017). Estos autores señalan que hay otros factores que restringen la reproducción de los sistemas productivos tradicionales, entre los que se encuentra la educación formal impartida en centros educativos que concentran a los niños y jóvenes, alejados de su entorno y su familia. Esta situación afecta la disponibilidad de los más jóvenes para participar del trabajo de la chagra. En este modelo educativo, los métodos pedagógicos y los contenidos son descontextualizados del medio amazónico y no incorporan los mecanismos tradicionales de apropiación de conocimientos, en particular cuando no se cuenta con docentes indígenas y bilingües. (De La Cruz, et al., 2017) Según estos autores, los datos de Tarapacá no difieren mucho de Puerto Nariño, La Chorrera, La Pedrera y Leticia.

El paisaje de montaña, por su parte, ocupa 2.219.238 hectáreas, siendo la mayoría de ellas (1.802.766 ha) en baja fragmentación con patrón isla, mientras que en alta fragmentación hay 393.868 hectáreas en patrón geométrico y en media fragmentación hay solamente 22.605 hectáreas de tipo parche. En la altiplanice o altiplano, predomina la alta fragmentación de tipo geométrico, con 11.292 hectáreas (Tabla 4.36).

Tabla 7.36. Tipo y patrón de fragmentación en Montaña y Altiplanicie según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

PAISAJE FISIOGRÁFICO	MONTAÑA				ALTIPLANICIE		
FRAGMENTACIÓN	ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL MONTAÑA	ALTA	BAJA	TOTAL ALTIPLANICIE
PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN	GEOMÉTRICO	ISLA	PARCHE		GEOMÉTRICO	ISLA	
Caquetá	258.405	755.646	22.220	1.036.270			
Cauca	48.140	383.164	99	431.403			
Meta	23.236	143.705	87	167.028			
Nariño	21.420	243.177	118	264.716	2.658	4.630	7.288
Putumayo	42.667	277.074	80	319.821	8.634		8.634
Total	393.868	1.802.766	22.605	2.219.238	11.292	4.630	15.922

Los sistemas de producción identificados en la unidad fisiográfica de montaña son seis, tres de tipo familiar y tres de tipo semi-empresarial; tres de los sistemas están en Caquetá y tres en Putumayo (Tabla 4.37). Estos sistemas de producción son diversos y varían en su composición en cuanto a la distribución de las coberturas. Así hay sistemas donde son más importantes los cultivos caso Putumayo con los sistemas Agro-avícola familiar y agrícola semi-empresarial y el agro-piscícola familiar en Caquetá. En esta unidad fisiográfica hay sistemas que tienen predominio de pastos como el sistema de ganadería con venta de servicios familiar, en el Putumayo, y el ganadero semi-empresarial en Caquetá.

Tabla 4.37. Sistemas de producción de Montaña: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

DEPARTAMENTO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP / ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
CAQUETÁ	Ganadero Semi-empresarial	50%	48% pastos, 3,1% cultivos, 46% bosque-rastrojo, 2,5% otras coberturas	76	Medio
	Agro-avícola semi-empresarial	14%	31% pastos, 14% cultivos, 55% bosque-rastrojo	35	Medio
	Agro-piscícola familiar	19%	30% pastos, 27% cultivos, 41% bosques, 8,3% rastrojos	28	Alto
PUTUMAYO	Agro-avícola Familiar	43%	11% pastos, 72,5% cultivos, 10,7% rastrojos, 5,8 bosques	3	Bajo
	Ganadería con venta de servicios Familiar	30%	54% pastos, 5,5 cultivos, 13,8 rastrojos, 13% bosques	6	Medio
	Agrícola semi-empresarial	17%	30% pastos, 70% cultivos	14	Alto

En el departamento de Meta se identificaron los sistemas de producción Agropecuario y servicios Familiar, Agrícola semi-empresarial y Ganadero Semi-empresarial, con base en los estudios de Caquetá (Garzón G, et. al., 2012) y Guaviare (SINCHI, 2013), como en los casos anteriores. Estos sistemas presentan indicadores de sostenibilidad con valores entre medio a bajo (Tabla 4.38).

Tabla 4.38. Sistemas de producción de altiplano: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

DEPARTAMENTO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP / ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
META	Ganadero familiar	43%	87,2% pastos, 10,4% cultivos, 2,4% bosques y áreas inundables	8	Alto
	Agrícola semi-empresarial	33%	7,7% pastos, 87,3%, no rastrojos ni bosques	8	Alto

	Ganadero empresarial	23%	85,3% pastos, 14% cultivos, 0,6% áreas inundables	17	Alto

El piedemonte ocupa 307.136 hectáreas, la mayoría de su extensión se encuentra en alta fragmentación con patrón parche (183.582 ha), las 6.983 hectáreas restantes están en media fragmentación con patrón geométrico (Tabla 4.39). Los departamentos que presentan la mayor área con alta fragmentación son Putumayo y Caquetá, siendo el primero el que tiene la mayor participación en baja fragmentación con patrón difuso y en media fragmentación con patrón geométrico.

Tabla 4.39. Tipo y patrón de fragmentación en Piedemonte según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

TIPO DE FRAGMENTACIÓN		ALTA	BAJA	MEDIA	TOTAL
PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN		PARCHE	DIFUSO	GEOMETRICO	
DEPARTAMENTO	Caquetá	61.392	2.978	301	64.671
	Cauca	20.207	14.337	343	34.888
	Meta	12.557	1.087	82	13.725
	Nariño	5.765	11.122	1.212	18.100
	Putumayo	83.660	87.047	5.045	175.752
	TOTAL	183.582	116.571	6.983	307.136

Los sistemas de producción del Piedemonte (Tabla 4.40), se identificaron para los departamentos de Caquetá y Putumayo. Se caracterizan por su predominio en pastos, a excepción del agrícola familiar en Caquetá en el que predominan los bosques y del Agro-avícola y Venta de Servicios Familiar en Putumayo, con apenas siete hectáreas, en el que predominan los cultivos. El tamaño promedio de la finca varía entre 26 y 65 hectáreas para los demás sistemas de producción. Los rastrojos tienen una participación importante en los sistemas del Putumayo. En el Meta, se identificaron los sistemas Agropecuario semi-empresarial, Agropecuario familiar y Ganadero empresarial, con medio, bajo y alto índice de sostenibilidad, respectivamente.

Tabla 4.40. Sistemas de producción de piedemonte: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

DEPARTAMENTO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP /ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
CAQUETÁ	Agrícola familiar	29%	49% bosques, 8% rastrojos, 27% pastos y 4,3% cultivos, 1,5% otras áreas	30	Alto
PUTUMAYO	Agropecuario familiar	45%	64,2% pastos, 16% cultivos, 11,6% rastrojos, 8,1% bosques	26	Medio
	Agro-avícola y Venta de Servicios Familiar	32%	0,4% pastos, 67,2% cultivos, 15% rastrojos, 17,3% bosques	7	Medio
	Agropecuario semi-empresarial	19%	44% pastos, 12,8% cultivos, 23% rastrojos, 20% bosques	65	Medio

Los indígenas del piedemonte ocupan resguardos con limitaciones de tamaño y acceso a los recursos naturales, por lo que procesos de sedentarización y nuclearización de la población con cambios en sus estrategias productivas, pues deben buscar en el trabajo asalariado una estrategia para generar ingresos que les permita complementar su dieta básica y sus necesidades de consumo de los bienes que no producen y que han

introducido en su modo de vida. En esta unidad fisiográfica son minoría poblacional frente a la población campesina. Se presentan tensiones permanentes de tenencia con la población campesina y algunos cuentan con cabildos indígenas pues viene en áreas urbanas, dado que no cuentan con tierra. Aquellos que viven en resguardos se ven presionados además por la introducción de cultivos de uso ilícito y la presencia de actores armados ilegales.

Parte de estas comunidades indígenas proviene de los Andes y el Pacífico (del grupo pasto y de los pueblos Awá, Nasa, Emberá y Natagaima) teniendo tensiones con otros grupos indígenas, que tradicionalmente han vivido en la Amazonia y que ahora también se encuentran en el piedemonte. A la anterior situación se agrega la pérdida territorial con el consecuente menoscabo de los patrones ancestrales de uso del territorio, la praderización de las áreas vecinas que deteriora la disponibilidad de recursos naturales, las dinámicas derivadas de la explotación petrolera y los consecuentes flujos migratorios, la expansión de los cultivos de uso ilícito y el conflicto que aún afecta zonas rurales. (CEPAL, s.f; Vieco, s.f).

En el paisaje fisiográfico de macizo, los departamentos presentan alta y baja fragmentación, en el primer caso de tipo geométrico y en el segundo de tipo difuso (Tabla 4.41). En los departamentos de Caquetá, Vaupés, Guaviare y Meta es donde tiene mayor extensión este tipo de paisaje fisiográfico. La afectación por fragmentación se da principalmente con un patrón de tipo difuso en fragmentación baja, en un 95% del total. Las actividades relacionadas a esta fragmentación se deben a la introducción de sistemas de producción que se llevan a cabo en las áreas circundantes al macizo, caso agropecuario familiar, ganadero semi-empresarial y ganadero empresarial.

Tabla 4.41. Tipo y patrón de fragmentación en Macizo según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

TIPO DE FRAGMENTACIÓN		ALTA	BAJA	TOTAL
PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN		GEOMÉTRICO	DIFUSO	
DEPARTAMENTO	Amazonas	951	99.716	100.666
	Caquetá	1.469	905.980	907.449
	Guainía	153	264	417
	Guaviare	53.625	412.202	465.827
	Meta	49.126	199.142	248.268
	Vaupés	6.117	603.711	609.828
	Vichada	977	93.726	94.703
TOTAL		112.419	2.314.740	2.427.159

En Peniplanicie se identificó alta fragmentación con patrón geométrico en 86.050 hectáreas, área relativamente pequeña comparada con las áreas fragmentadas en lomerío, por ejemplo (Tabla 4.42). El resto del área de esta unidad fisiográfica presenta baja fragmentación con patrón isla. La Peniplanicie tiene una extensión de 4.306.575 hectáreas. En ella se encuentran los resguardos indígenas de mayor extensión, quienes basan su producción en el uso de los recursos del bosque y las prácticas de agricultura itinerante, que se ha visto alterada con tendencia a la explotación de los recursos existentes en las áreas más cercanas a los asentamientos, debido a las presiones del conflicto armado.

Tabla 4.42. Tipo y patrón de fragmentación en Peniplanicie según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

TIPO DE FRAGMENTACIÓN	ALTA	BAJA	TOTAL
PATRON DE FRAGMENTACIÓN	GEOMÉTRICO	ISLA	

DEPARTAMENTO	Guainía	49.300	2.682.464	2.731.764
	Guaviare	777	2.088	2.865
	Vaupés	29.420	1.096.270	1.125.690
	Vichada	6.553	439.704	446.257
	TOTAL	86.050	4.220.525	4.306.575

En la altillanura hay 589.933 hectáreas con fragmentación alta y patrón geométrico, y baja fragmentación con patrón isla. En el primer caso se trata de 164.667 hectáreas y en el segundo de 435.046, tal como se encuentra en la Tabla 4.43. El departamento con mayor área fragmentada en esta unidad fisiográfica es el Meta, con áreas similares en ambos tipos de fragmentación.

Tabla 4.43. Tipo y patrón de fragmentación en Altillanura según departamento. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

TIPO DE FRAGMENTACIÓN		ALTA	BAJA	TOTAL
PATRÓN DE FRAGMENTACIÓN		GEOMETRICO	ISLA	
DEPARTAMENTO	Caquetá	14.221	103.404	117.625
	Guaviare	19.107	45.842	64.949
	Meta	117.604	157.859	275.462
	Vichada	13.954	117.942	131.896
TOTAL		164.887	425.046	589.933

Los sistemas de producción identificados se relacionan en la Tabla 4.44, en el caso de la producción colono y campesina, en los departamentos de Guaviare y Meta. Como se observa, la ganadería está presente en la mayoría de los sistemas de producción aunque la fuente de ingresos esté dada por otra actividad, caso el agrícola familiar y el agro avícola.

Tabla 4.44. Sistemas de producción de altiplano y altillanura: principales características. Elaborado con base en (Garzón G, Betancurt P, Rodríguez L, & Daza, 2012), (SINCHI, 2013) y (Betancurt, Rodríguez, & Garzón, 2014)

DEPARTAMENTO	ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP / ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
GUAVIARE	Sabana (Altillanura)	Ganadero empresarial	33%	87% pastos, 4% rastrojos, 9% bosques, no cultivos	720	Bajo
		Ganadero Semi-empresarial	67%	61% pastos, 2% cultivos, 8% rastrojos, 29% bosques	302	Bajo
META	Altillanura/intervención media	Agrícola familiar				Bajo
		Ganadero Semi-empresarial	67%	61% pastos, 2% cultivos, 8% rastrojos, 29% bosques	302	Medio
	Altillanura/intervención alta	Agroavícola y Venta de Servicios Familiar				Bajo
		Ganadero empresarial	33%	87% pastos, 4% rastrojos,	720	Medio

DEPARTAMENTO	ESTRATO FISIOGRÁFICO/ INTERVENCIÓN	SISTEMA DE PRODUCCIÓN (SP)	% SP / ESTRATO	COBERTURAS (% promedio)	TAMAÑO PROMEDIO (ha)	ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD
				9% bosques, no cultivos		
	Altillanura/intervención baja	Agrícola familiar				Bajo
		Ganadero Semi-empresarial				Medio

4.2.2.3. Motores de fragmentación del paisaje

Con el fin de identificar y caracterizar los motores de fragmentación del paisaje a nivel regional, se han realizado la revisión de fuentes secundarias y análisis espaciales, una vez se han identificado las variables que permiten explicar el comportamiento espacial de la fragmentación, basado en los resultados de la revisión y análisis de fuentes secundarias.

De manera sintetizada, los pasos seguidos para identificar y analizar los motores de fragmentación son:

- Análisis de factores predeterminantes durante el período 2000 a 2016
- Identificación del tipo y patrón de fragmentación, a nivel espacial
- Precisión de las unidades espaciales de análisis
- Identificación de las actividades que generan fragmentación del paisaje, por unidad fisiográfica, según tipo y patrón de fragmentación, y por entidad territorial (departamental y local)
- Identificación de los motores de fragmentación, que incluye agentes, causas directas e indirectas, por unidad espacial de análisis o grupo de ellas
- Caracterización de los motores de fragmentación

Los pasos cuatro primero pasos ya han sido presentados en secciones anteriores del presente documento y permiten precisar los elementos constitutivos de cada motor de fragmentación, es decir, los agentes y las causas directas e indirectas. A continuación se presentan los motores de fragmentación del paisaje amazónico identificados y sus principales características

- Concentración de la tierra
- Expansión de la frontera agrícola
- Expansión de la ganadería
- Construcción, mejoramiento y ampliación de la red vial
- Baja gobernabilidad
- Explotación de recursos minero energéticos
- Incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito

Hay dos motores que surgieron durante el análisis, a saber:

- Desarrollo urbano mal planeado (este motor va asociado a la construcción, mejoramiento y ampliación de la red vial, por tanto se incluyen los elementos de caracterización con ese motor).
- Expansión de cultivos comerciales (maíz, palma, arroz, plátano, sorgo), cambios severos y extensivos a través de obras de drenaje para la adecuación de tierras agrícolas (afectan sabanas naturales que son inundables…).

Como se precisó en los análisis de factores predeterminantes y de actividades que generan fragmentación, permiten establecer las causas de los motores, para luego separarlas entre directas y subyacentes, según el motor identificado; este análisis a su vez permite ir identificando actividades y agentes asociados a la fragmentación del paisaje, los cuales se precisan cuando se analizan las actividades que generan fragmentación por cada unidad del paisaje. Los motores de fragmentación guardan relación entre sí, no son totalmente independientes, en el sentido que en algunos casos algunos de ellos explican y son la causa de otros, ya que interactúan en el mismo territorio. Sin embargo, cada uno tiene sus propias causas, permitiendo así analizarlos uno a uno.

Las unidades espaciales de análisis son las presentadas en la Tabla 4.45, donde la unidad está conformada por la unidad fisiográfica, el tipo de fragmentación y el patrón de fragmentación asociado, en su orden. El mapa correspondiente se encuentra en la Figura 3.1, en el Capítulo 3. Corresponde a un área total de 37.666.964 hectáreas.

Tabla 4.45. Unidades espaciales de análisis de motores de fragmentación. (Sinchi, 2018. Cálculos del estudio)

UNIDAD ESPACIAL DE ANÁLISIS	ÁREA (ha)	PARTICIPACIÓN/TOTAL
Altillanura-Alta-Geométrico	164.887	0,4%
Altillanura-Baja-Isla	425.046	1,1%
Altiplanicie-Alta-Geométrico	11.292	0,0%
Altiplanicie-Baja-Isla	4.630	0,0%
Aluvial-Alta-Geométrico/parche	590.190	1,6%
Aluvial-Baja-Isla	4.787.204	12,7%
Lomerío-Alta-Geométrico	2.692.088	7,1%
Lomerío-Baja-Isla	19.699.111	52,3%
Lomerío-Media-Parche	32.408	0,1%
Macizo-Alta-Geométrico	112.419	0,3%
Macizo-Baja-Difuso	2.314.740	6,1%
Montaña-Alta-Geométrico	393.868	1,0%
Montaña-Baja-Isla	1.802.766	4,8%
Montaña-Media-Parche	22.605	0,1%
Peniplanicie-Alta-Geométrico	86.050	0,2%
Peniplanicie-Baja-Isla	4.220.525	11,2%
Piedemonte-Alta-Parche	183.582	0,5%
Piedemonte-Baja-Difuso	116.571	0,3%
Piedemonte-Media-Geométrico	6.983	0,0%
Total	37.666.964	100,0%

Un elemento a tener en cuenta es que cada motor tiene estadios o etapas temporales a medida que se instala y consolida en el paisaje, de allí que algunos motores son la expresión temprana de otros que ya se encuentran establecidos en el paisaje. Como se vio, la alta fragmentación con patrón geométrico es la última etapa de la fragmentación, donde existen relictos de vegetación natural y el paisaje ha sido transformado casi en su totalidad. La baja fragmentación con patrón difuso y de isla corresponde a las primeras etapas de la fragmentación, asociadas a actividades que pueden permanecer en el tiempo, o que se pueden ir transformando a un destino final deseado por el agente que moviliza el motor de fragmentación. De allí, que algunos motores son la expresión de alguna de las etapas espacio-temporales de otros motores, razón por la cual algunas de las causas son compartidas, aunque en momentos y espacios territoriales diferentes.

Otro elemento importante que debe no perderse de vista es que los motores de fragmentación son multivariados y sus causas se conjugan en un entramado que corresponde con la compleja realidad en la que se presentan. No se trata de fenómenos lineales que puedan ser explicados de esa manera. Esta complejidad se aprecia en cada una de las figuras que los representan y que se encuentran en la descripción de cada uno de ellos. Igual interrelación se encuentra entre los agentes de fragmentación y entre estos y las causas directas, tal como se puede apreciar en las figuras que representan cada motor de fragmentación.

Para el mapeo de los motores se propusieron los siguientes criterios (Tabla 4.46):

Tabla 4.46. Criterios para el mapeo de motores de fragmentación

MOTOR	UNIDAD ESPACIAL DE ANÁLISIS	COBERTURA DE LA TIERRA	OTRAS CONDICIONES (además de las variables desde lo biofísico)
Concentración de la tierra	Todas las unidades fisiográficas en alta y media fragmentación, patrones geométrico y parche	Pastos limpios, pastos enmalezados, pastos arbolados, palma, arroz, tierras desnudas y degradadas, todos los mosaicos, zonas industriales y comerciales	Que estén ubicadas cerca de la red vial, así sea terciaria Estado legal del territorio Densidad de población
Expansión de la frontera agrícola	Todas las unidades fisiográficas en media y baja fragmentación, patrones geométrico/parche, parche, difuso e isla	Bosque fragmentado con pastos y cultivos, bosque fragmentado con vegetación secundaria, mosaicos (todos), zonas quemadas	Aplica también vegetación secundaria o en transición. Estado legal del territorio Densidad de población Distancia a vías y centros poblados
Exploración y explotación de recursos minero energéticos	Todas las unidades	Zonas de explotación minera, explotación de hidrocarburos	Estado legal del territorio Densidad de población Distancia a vías y centros poblados Capas de ANH y ANM con las zonas que están en producción.
Expansión de la ganadería	Todas las unidades fisiográficas en alta y media fragmentación, patrones geométrico y parche	Pastos limpios, pastos enmalezados, pastos arbolados, tierras desnudas y degradadas, los mosaicos con pastos, zonas quemadas	Estado legal del territorio Densidad de población Distancia a vías y centros poblados
Apertura, construcción, ampliación y	Todas las unidades	Aeropuertos Tejidos urbanos continuos y discontinuos	Red vial Estado Legal del Territorio Densidad poblacional

MOTOR	UNIDAD ESPACIAL DE ANÁLISIS	COBERTURA DE LA TIERRA	OTRAS CONDICIONES (además de las variables desde lo biofísico)
mejoramiento de la red vial terrestre			Polígonos de coberturas de pastos y mosaicos que se encuentren a una distancia máxima a 1 km de la vía
Incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito	Todas las unidades	Mosaicos y la capa de cultivos de uso ilícito	Densidad poblacional Distancia a vías y centros poblados Distancia a red fluvial Estado legal del territorio

Cada motor está referido a unas clases de coberturas de la tierra en las cuales se expresa espacialmente. Siguiendo los criterios anteriores, las variables ambientales de contexto utilizadas para mapear cada motor son:

- Unidades espaciales de análisis para los motores (compuestas por fisiografía, tipo de y motor de fragmentación)
- Distancia a las vías,
- Distancia a los centros poblados,
- Vocación de las tierras según IGAC,
- Participación del área en bosques en las UPAS[11] (Área en bosques/ área total entidad territorial)
- Población proyectada según Censo DANE 2005
- Porcentaje de UPAS con ganado bovino
- Participación del área agrícola en las UPAS,
- Coeficiente de Gini de tierras con base en los datos del CNA,
- Distribución de las UPNAS[12]
- Densidad vial
- Número de UPAS propias respecto del total
- Pendiente
- Recursos naturales no renovables
- Distribución de UPAS
- Participación del área en pastos en las UPAS (Área en pastos/ área agropecuaria)
- Participación del área agropecuaria en las UPAS (Área agropecuaria / área total entidad territorial)

11 Unidad de Producción Agropecuaria, Censo Nacional Agropecuario – CNA. 2014.
12 Unidad de Producción no Agropecuaria, Censo Nacional Agropecuario – CNA. 2014.

El modelamiento espacial se realizó en Maxent, un programa basado en el marco conceptual de máxima entropía para modelar nichos y distribución de especies[13].

4.2.2.3.1. Concentración de la tierra

En la teoría económica se refieren tres factores de producción: capital, tierra y trabajo[14]. Con ellos se producen bienes y servicios que se ofrecen a la sociedad o que hacen parte del consumo de la unidad productiva. La tierra es un factor esencial para la producción rural y determina las posibilidades de los usuarios de la tierra, de generar los medios para un buen vivir. Mediante la sinergia de estos factores de producción, la tierra se convierte en la expresión de la riqueza social creada por quienes inicialmente se asentaron (colono campesinos) y con su trabajo y capital la valorizaron, para luego ser acumulada por otros agentes económicos.

Este motor de fragmentación se encuentra representado en la Figura 4.16, en la que se establecen las relaciones existentes entre causas directas y subyacentes. Los agentes que intervienen son empresarios ganaderos, medianos y grandes productores agropecuarios y agentes económicos que acumulan rentas especulativas.

13 En el presente caso "la especie" es el motor de fragmentación. A partir de un conjunto de cuadrículas ambientales (por ejemplo, climáticas) y localidades geo-referenciadas de ocurrencia, el modelo expresa una distribución de probabilidad, donde cada celda de la cuadrícula tiene una capacidad predecible de las condiciones para la especie, en el presente caso motor de fragmentación.

14 El capital comprende todos los bienes y artículos elaborados, en los cuales se ha realizado una inversión; contribuyen en la producción y se utilizan para producir otros bienes o servicios. No incluye el dinero pues este por sí solo no contribuye en el proceso de producción. El retorno o la compensación lo constituyen los beneficios o ganancias. El trabajo comprende las capacidades físicas, humanas y mentales que poseen los trabajadores, que son necesarias para la producción; su compensación es el salario. La tierra, se refiere tanto a la tierra en sí misma como a los recursos naturales que ella tiene, que son de utilidad para la producción (suelo, agua, bosques, fauna, peces, otros). Su valor depende de la ubicación y de la disponibilidad de estos recursos. El valor de compensación es la renta obtenida por su uso. En las áreas rurales este factor es fundamental.

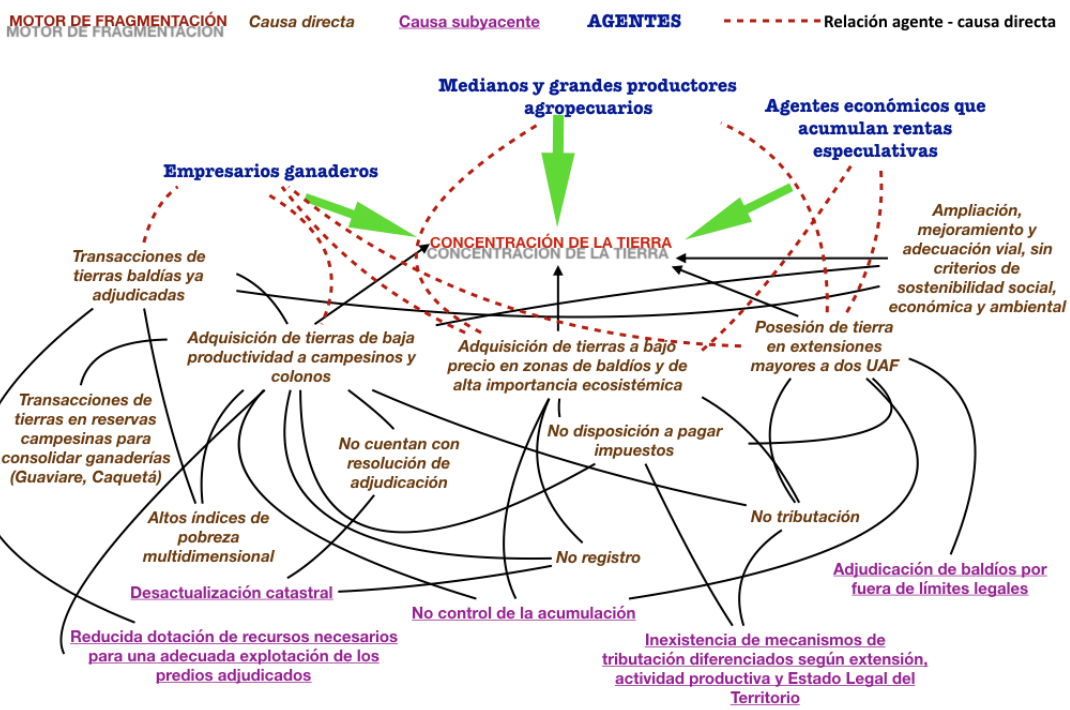


Figura 4.16. Motor de fragmentación "Concentración de la tierra"

El índice de Gini de área propietarios, estimado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA, para cada uno de estos departamentos es el siguiente (UPRA, 2016):

- Caquetá: 0,59,
- Guaviare: 0,87,
- Meta: 0,87 y
- Putumayo: 0,87.

Entre las causas directas se encuentran las transacciones de tierras baldías ya adjudicadas, que como se vio en los factores predeterminantes, ha influido en la concentración de la tierra. En los departamentos amazónicos, el mecanismo de adjudicación de tierras (baldías) fue uno de las principales actividades para la apropiación territorial. Para los departamentos amazónicos la situación de adjudicación de baldíos se hizo bajo dos modalidades: adjudicación de baldíos por fuera de los límites legales establecidos para este proceso, donde sobresalen Vichada y Putumayo (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2016) y la adjudicación siguiendo los límites legales.

Entre 2000 y 2009, la titulación de baldíos a particulares, en los departamentos citados, explica cerca del 20% del aumento de los predios rurales y el 47,3% de la ampliación de la superficie catastral rural bajo propiedad privada. A esta causa se encuentran asociadas la adquisición de tierras de baja productividad a campesinos y

colonos y la adquisición de tierras a bajo costo en zonas de baldíos y de alta importancia ecosistémica. En las transacciones de las tierras baldías adjudicadas son de señalar los departamentos de Meta y Caquetá, que ocupan el cuarto y quinto lugar en la venta de tierras que fueron adjudicadas, siendo dos departamentos donde hay continua expansión de frontera agrícola con altos índices de informalidad en la tenencia de la tierra, con tendencia a la concentración y epicentros de conflicto armado interno.

Como se precisó en los factores predeterminantes, si bien la desigualdad en la distribución de la propiedad disminuyó gradualmente en la segunda mitad del SXX, debida a la adjudicación de baldíos a colonos en el caso amazónico, la inequidad en la distribución se mantiene con una tendencia acentuada al incremento, por razones como la reducida dotación de recursos necesarios para la adecuada explotación de los predios, como el crédito subsidiado, la asistencia técnica y la provisión de cadenas de comercialización para los productos campesinos; a lo que se suma la carencia de un modelo de desarrollo rural para la región amazónica, que se base en su aptitud de uso. Inciden en este comportamiento la ampliación, mejoramiento y adecuación vial, sin criterios de sostenibilidad social, económica y ambiental, las transacciones de tierras en reservas campesinas para consolidar ganaderías (Guaviare y Caquetá), los altos índices de pobreza multidimensional, la ausencia de adjudicaciones, la no disposición a pagar impuestos, la no titulación y el no registro.

Las causas subyacentes son: desactualización catastral, reducida dotación de recursos necesarios para una adecuada explotación de los predios adjudicados, no control de la acumulación, inexistencia de mecanismos de tributación diferenciados según extensión, actividad productiva y Estado Legal del Territorio, y adjudicación de baldíos por fuera de límites legales.

4.2.2.3.1.1. Espacialización del motor de fragmentación de concentración de la tierra

Los valores más altos de presencia probable de este motor, correspondientes a los sitios en donde el motor se encuentra presente[15] y aquellos con probabilidad alta y media de desarrollarse, se encuentran concentrados en el sector occidental y noroccidental de la región amazónica, confluyendo con aquellas áreas de alta fragmentación y patrón geométrico (Figura 4.17) con algunas áreas aisladas, caso Miraflores en el Guaviare. El motor avanza en aquellas zonas de media fragmentación y patrón tipo parche, caso Reserva Forestal de la Amazonia, en la que se apropian predios de grandes extensiones, por lo regular, por parte de un solo agente económico. En este orden, se corresponde con las áreas de pastos limpios y enmalezados, en las que se encuentra establecida la ganadería extensiva.

[15] Las áreas en donde el motor se encuentran presentes, deben corresponder a aquellas en las que el paisaje se encuentra más fragmentado, sin que ello necesariamente implique que se encuentra completamente transformado.

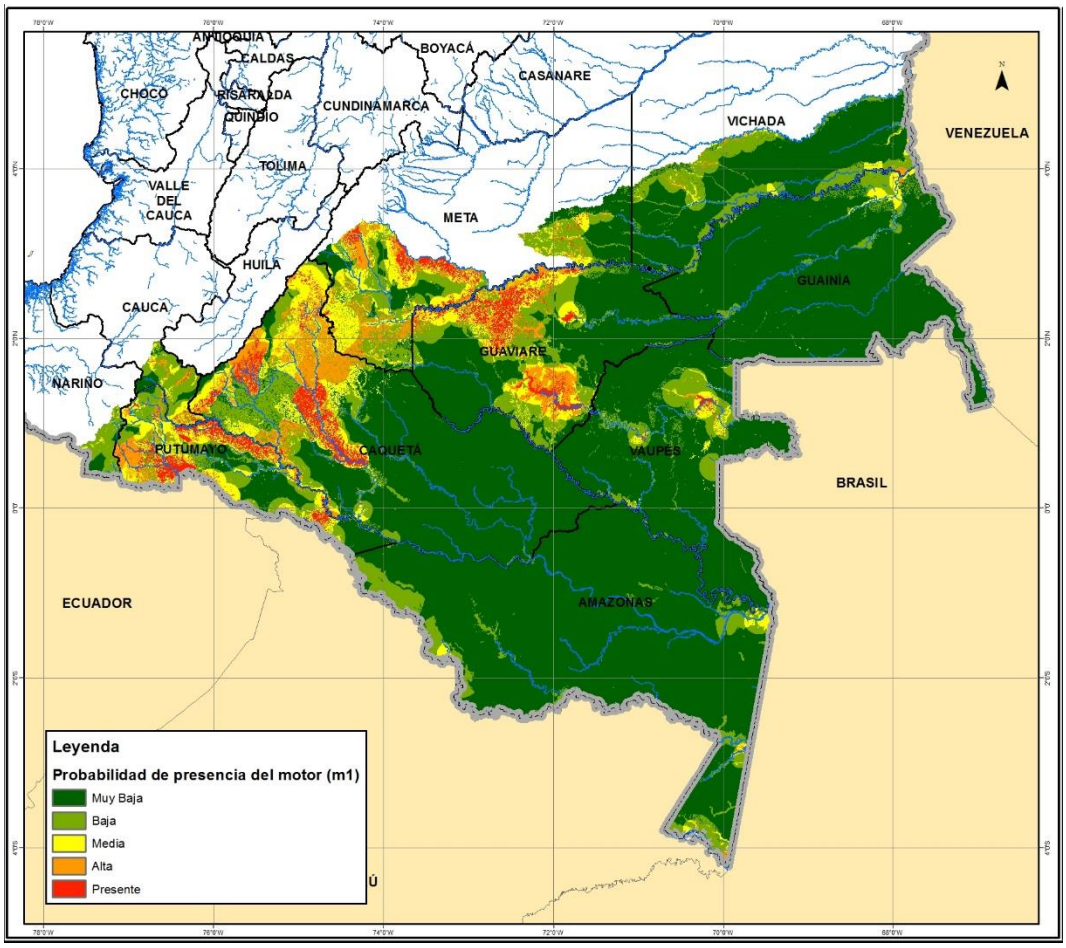


Figura 4.17. Expresión espacial del motor de fragmentación concentración de la tierra. Fuente: Elaboración del proyecto

Las variables que más aportan al modelo de fragmentación concentración de la tierra son las relacionadas en la Tabla 4.47, de un lado según su porcentaje de contribución, y de otro, según la permutación de importancia. Las variables son: unidad[16], vías (distancia a las vías, en km), poblados (distancia a centros poblados y cascos urbanos, en km), vocación (clases de uso del suelo según IGAC), part_bosques (participación de los bosques en el área total de las UPAS), upas_pro (porcentaje de UPAS propias) distr_upas (distribución del número de UPAS por entidad territorial local) y gini (coeficiente de Gini de tierras). No se incluye el total de variables, dada su bajo aporte en el presente modelo.

Tabla 4.47. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor concentración de la tierra. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

16 Es decir, la unidad espacial de análisis descrita con anterioridad, en el Capítulo 2, que está conformada por la unidad fisiográfica, el tipo de fragmentación y el patrón de fragmentación asociado, en su orden.

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN[17]	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA[18]
Vías	46,1	Unidad	30,4
Poblados	20,9	Vías	17,7
Unidad	18,3	Poblados	9,8
Vocación	3,6	Upas_pro	6,1
Part_bosques	2,8	Part_bosques	5,5
Gini	2,5	Distr_upas	5

De acuerdo a estos resultados, las variables ambientales según el porcentaje de contribución, aportan el 94.2%. Las variables organizadas según la permutación de importancia, aportan el 74.5%. Es de notar como las tres primeras variables son las mismas en los dos casos, aunque tienen un orden distinto. Luego surgen variables adicionales, tanto de acuerdo al porcentaje de contribución como a la permutación de importancia. La variable unidad corresponde a las clases listadas en la Tabla 4.48.

Tabla 4.48. Unidades de análisis espacial de los motores de fragmentación

CÓDIGO	UPFRAGPATR (Unidad del paisaje-fragmentación-patrón de fragmentación)
1	Aluvial-Alta-Geométrico/parche
2	Aluvial-Baja-Isla
3	Lomerío-Baja-Isla
4	Lomerío-Alta-Geométrico
5	Lomerío-Media-Parche
6	Piedemonte-Media-Geométrico
7	Piedemonte-Baja-Difuso
8	Macizo-Alta-Geométrico
9	Macizo-Baja-Difuso
10	Peniplanicie-Baja-Isla
11	Peniplanicie-Alta-Geométrico
12	Montaña-Alta-Geométrico
13	Montaña-Baja-Isla
14	Piedemonte-Alta-Parche
15	Montaña-Media-Parche
16	Altiplanicie-Alta-Geométrico
17	Altiplanicie-Baja-Isla
18	Altillanura-Baja-Isla
19	Altillanura-Alta-Geométrico

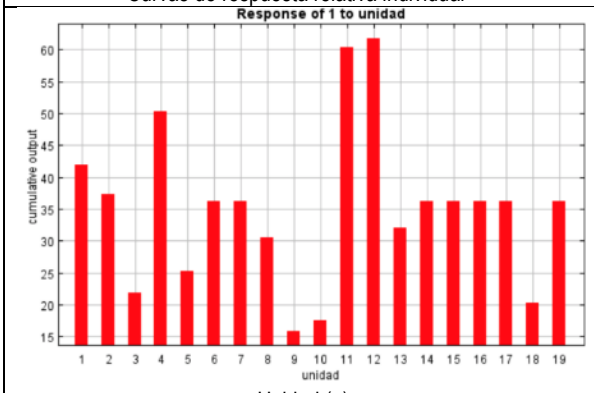
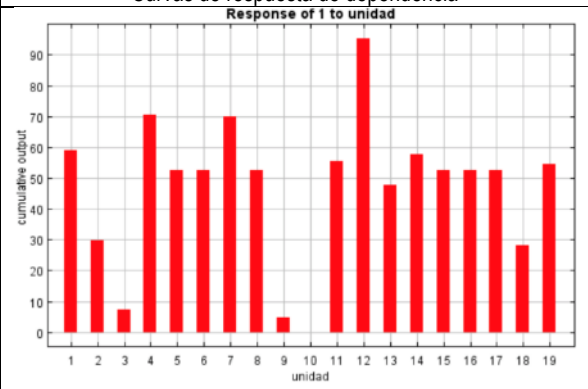
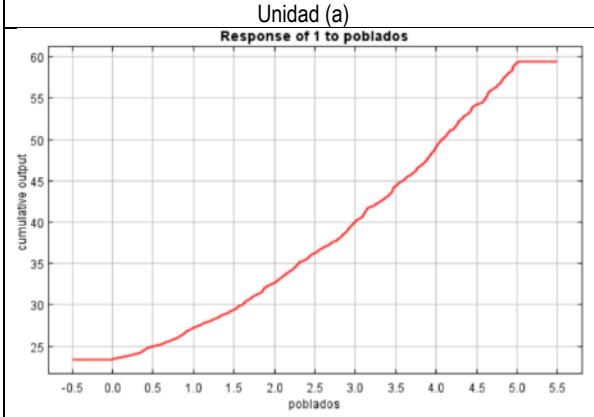
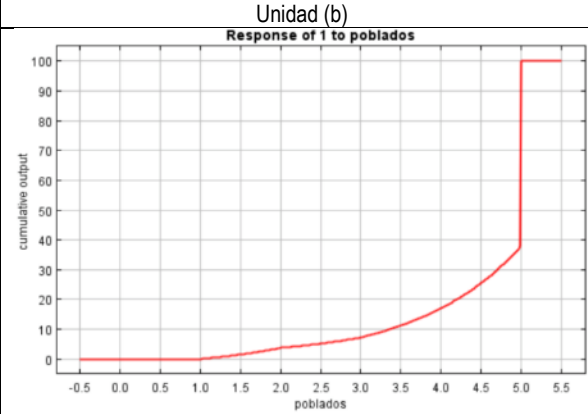
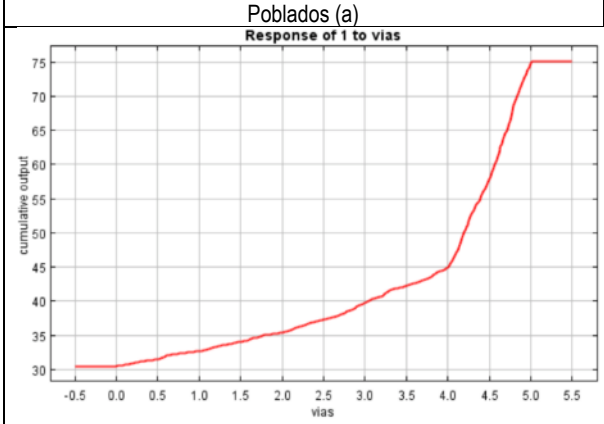
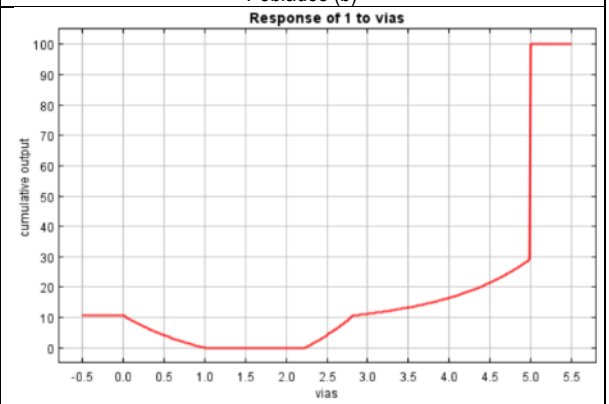
En el presente caso se ha estimado el índice de Gini con base en los datos del Censo Nacional Agropecuario (2014), por cada entidad territorial local (municipio o corregimiento). Los resultados pueden observarse en la Tabla 4.49, que guardan correspondencia con los resultados espaciales del motor.

Tabla 4.49. Coeficiente de Gini de tierras. Elaborado con base en el CNA, 2014

17 En Maxent, en cada iteración del algoritmo de entrenamiento, el aumento en la ganancia normalizada, se agrega a la contribución de la variable correspondiente, o se resta de ella, si el cambio al valor absoluto de la función utilizada es negativo.
18 En este caso, para cada variable ambiental a su vez, sus valores en la presencia de entrenamiento y los datos de fondo se permutan aleatoriamente. El modelo se reevalúa en los datos permutados, y la caída o depresión resultante en el AUC (por su sigla en inglés, área bajo la curva) de entrenamiento se muestra en la tabla, normalizada a porcentajes.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	GINI	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	GINI
Amazonas	Leticia	0,15	Caquetá	Florencia	0,9
	Puerto Nariño	0,38		Albania	0,6
	El Encanto	0,11		Belén de los Andaquíes	0,69
	La Chorrera	0,43		Cartagena del Chairá	0,81
	La Pedrera	0,23		Curillo	0,56
	La Victoria	0,17		El Doncello	0,79
	Miritíi-Paraná	0,44		El Paujil	0,62
	Puerto Alegría	0,29		La Montañita	0,69
	Puerto Arica	0,21		Milán	0,63
	Puerto Santander	0,22		Morelia	0,57
	Tarapacá	0,11		Puerto Rico	0,79
Guainia	Inírida	0,09		San José del Fragua	0,58
	Barranco Minas	0,37		San Vicente del Caguán	0,63
	Mapiripana	0,39		Solano	0,64
	San Felipe	0,08		Solita	0,58
	Puerto Colombia	0,25		Valparaíso	0,63
	La Guadalupe	0,14	Meta	Mapiripán	0,89
	Cacahual	0,13		Mesetas	0,86
	Pana Pana	0,1		La Macarena	0,87
	Morichal	0,35		La Uribe	0,79
Vaupés	Mitú	0,2		Puerto Concordia	0,74
	Carurú	0,25		Puerto Gaitán	0,95
	Pacoa	0,43		Puerto Rico	0,72
	Taraira	0,41		San Juan de Arama	0,67
	Papunaua	0,35		Vistahermosa	0,83
	Yavaraté	-	Putumayo	Mocoa	0,92
Vichada	Cumaribo	0,08		Colón	0,26
Guaviare	San José del Guaviare	0,73		Orito	0,81
	Calamar	0,56		Puerto Asís	0,64
	El Retorno	0,67		Puerto Caicedo	0,72
	Miraflores	0,77		Puerto Guzmán	0,78
Cauca	Piamonte	0,82		Puerto Leguízamo	0,88
	San Sebastián	0,55		Sibundoy	0,51
	Santa Rosa	0,89		San Francisco	0,71
				San Miguel	0,69
				Santiago	0,7
				Valle del Guamuez	0,51
				Villagarzón	0,76

Las curvas de respuesta de las tres primeras variables pueden observarse en la Figura 4.18. Para el caso de la variable unidad (a), se observa cómo hay mayor probabilidad de presencia del motor de concentración en las unidades Peniplanicie-Baja-Isla y en Montaña-Media-Geométrico, seguidas de Lomerío-Alta-Geométrico, cuando esta variables se evalúa de manera independiente. Cuando la variable se analiza en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo (unidad (b)), la unidad Montaña-Alta-Geométrico muestra la mayor probabilidad de presencia, seguida de Lomerío-Alta-Geométrico, Piedemonte-Baja-Difuso y Aluvial-Alta-Geométrico/parche.

Curvas de respuesta relativa individual[19]	Curvas de respuesta de dependencia[20]
	
Unidad (a)	Unidad (b)
	
Poblados (a)	Poblados (b)
	
Vías (a)	Vías (b)

19 Muestran cómo la probabilidad de presencia prevista del motor cambia a medida que varía cada variable ambiental, manteniendo todas las demás variables ambientales en su valor de muestra promedio.

20 Reflejan la dependencia de la idoneidad predicha tanto de la variable seleccionada como de las dependencias inducidas por las correlaciones entre ésta y las demás variables.

Figura 4.18. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Por su parte, en el caso de la distancia a centros urbanos (poblados) existe mayor probabilidad de presencia del motor, cuando se analiza individualmente sin influencia de las demás variables (a en la figura), cuanto menor es la distancia a estos centros (correspondientes a los mayores niveles de trasformación asociada “5”), en tanto que al ver la respuesta con la influencia de las demás variables (b en la figura) la probabilidad se mantiene poco creciente para los valores bajos (zonas lejanas con transformación mínima “1”) y medios (zonas próximas con niveles de transformación asociada medio “3”) de resistencia, mostrando mayor su respuesta para los sectores adyacentes en donde los valores de transformación asociada son los mayores (5) .

En lo que se refiere a la distancia a las vías (vías) la respuesta individual de la variable (a en la figura) es creciente, con un cambio considerable para las áreas cercanas con mayores niveles de transformación asociados (5), al igual que su respuesta cuando se analiza con la influencia de las demás variables (b en la figura).

La Figura 4.19 muestra los resultados de importancia variable, mediante la prueba de “navaja” (Jackknife). La variable ambiental con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, es unidad, pues resalta por tener la información más útil por sí misma. La variable ambiental que disminuye más la ganancia del modelo, cuando se omite, es unidad, por ser la variable con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, como se observa en la Figura 4.19 (a). Le siguen vías (distancia a las vías), poblados (distancia a centros poblados) y por último gini.

Por su parte, en la Figura 4.19 (b), se muestra la misma prueba de “navaja” o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Si bien las conclusiones sobre aquellas variables más importantes pueden cambiar, ahora que se analizan los datos de las pruebas, el resultado es similar dado que las variables unidad, vías y poblados siguen manteniendo su importancia en el modelo.

Por último, en la Figura 4.19 (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de la variable unidad, ahora seguida solamente de la variable vías. De acuerdo a lo anterior, puede concluirse que las variables que mejor expresan la probabilidad de presencia de este motor son las tres ya mencionadas, si bien las otras variables priorizadas aportan en su explicación.

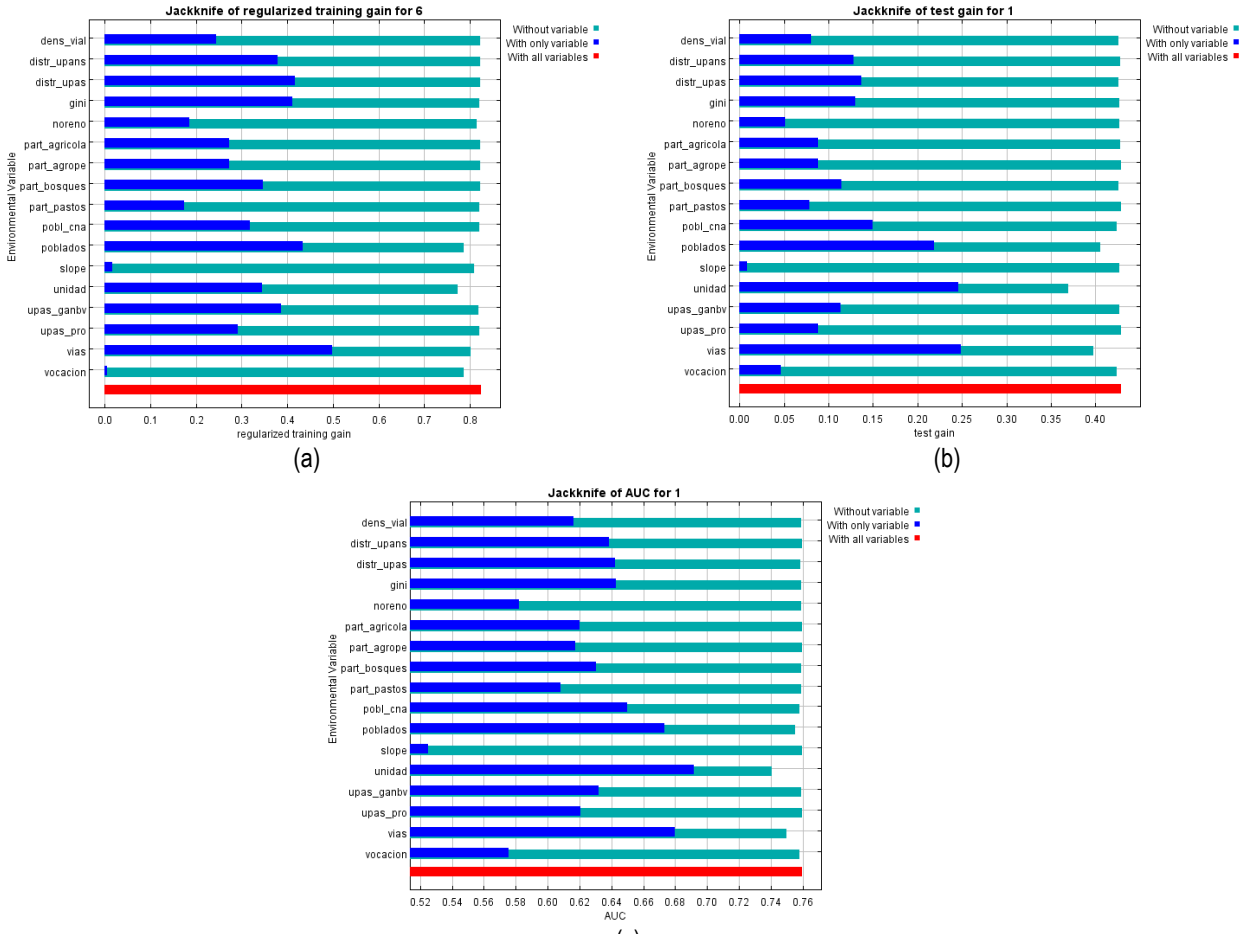


Figura 4.19. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent

4.2.2.3.2. Expansión de la frontera agrícola

La expansión de la frontera agrícola tiene como causas directas las transacciones de tierras baldías ya adjudicadas y despojo de tierras a los campesinos (mediante coacción, violencia, o trucos jurídicos), quienes luego van a colonizar nuevas tierras, el desplazamiento y confinamiento de la población, los altos índices de informalidad en la tenencia de la tierra, favoreciendo la tendencia a la concentración, la consolidación y persistencia de áreas de cultivos de hoja de coca, la promoción y dotación de proyectos productivos por parte de agencias estatales y no gubernamentales sin tener en cuenta el estado legal del territorio (ELT) (Figura 4.20). Estas tienen relación con causas directas como la apropiación indebida de baldíos y ocupación de áreas de especial importancia ambiental y resguardos indígenas, la falta de apropiación y pertenencia territorial, la carencia de mecanismos efectivos de control a la ocupación indebida de tierras y la ampliación red vial terciaria, sin tener en cuenta el ELT.

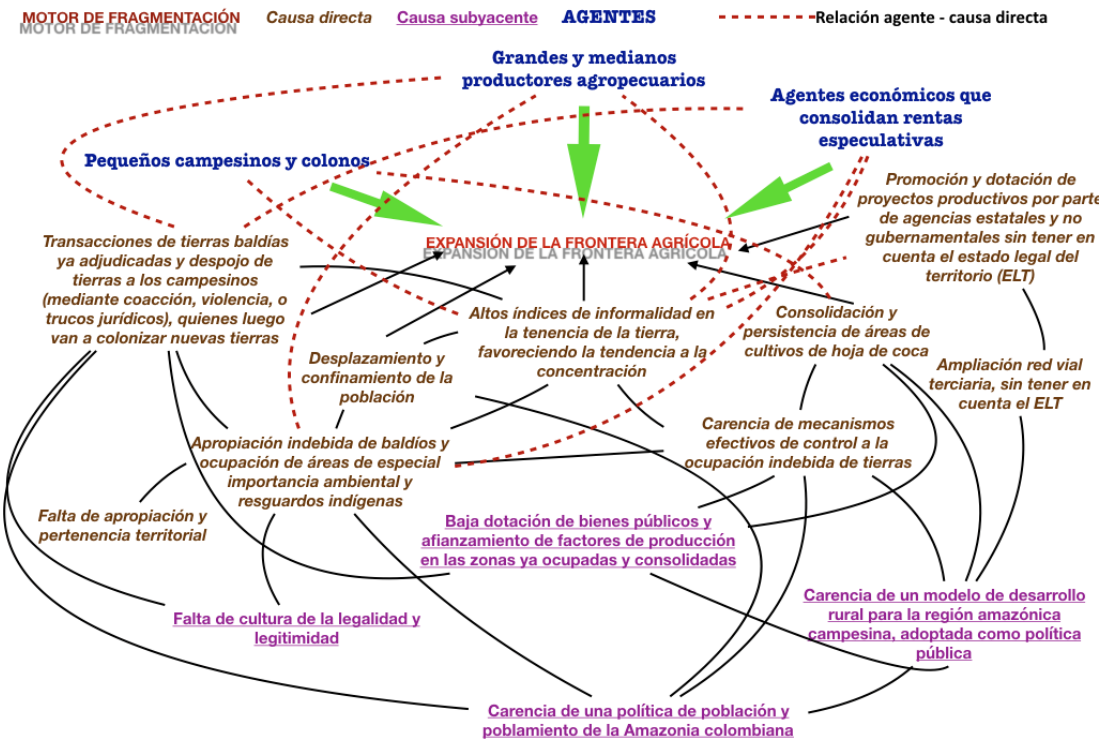


Figura 4.20. Motor de fragmentación "Expansión de la frontera agrícola"

La expansión de la frontera agrícola se da mediante procesos de colonización, definida como el proceso por el cual se transforman espacios naturales en riqueza social, por medio de la inversión de trabajo o capital, en forma permanente sobre tierras "incultas" (Dominguez Ossa, 1987). Una vez ocupada y apropiada la tierra, se conforma una zona que cuenta con esta riqueza social creada, que puede distribuirse mediante flujos internos, es decir, cuando los flujos son de carácter concentrador o redistributivo en la misma región en la que se producen, o a flujos externos que desplazan la riqueza creada a áreas ajenas, aunque dicho tipo de situación puede generar flujos internos de carácter coyuntural, caso antagónico a la economía extractiva. La riqueza social se ve reflejada en tierras ya "civilizadas", infraestructura vial y social y canales de mercadeo básicos.

Un factor que explica esta continua expansión de la frontera agrícola es la apropiación de la riqueza social creada por los campesinos y colonos primarios y secundarios, por parte de nuevos agentes económicos que adquieren la tierra mediante diferentes mecanismos, bien sea por que estos campesinos ya no tienen las condiciones económicas para mejorar la productividad, en cuyo caso prefieren vender la propiedad e iniciar un nuevo ciclo colonizador, o asentarse en los cascos urbanos. Los procesos de desplazamiento por el conflicto armado han contribuido en este proceso, así como la continua expansión de los cultivos de uso ilícito, analizado más adelante.

La adjudicación de baldíos entre 1995 y 2012, afectó la frontera agrícola ya conformada en el país en poca medida, en tanto que propició la ampliación de esta en departamentos como los amazónicos. Contribuyen a

este fenómeno las transacciones de tierras de origen baldío que fueron concentradas, por agentes económicos que obtuvieron grandes ganancias producto del narcotráfico, como forma de lavado de activos y consolidación de rentas especulativas, en las que la tierra juega un papel importante. Aunado a ello se encuentra la expansión de la ganadería extensiva, como actividad rentable en la medida que no paga impuestos, requiere niveles de inversión muy bajos (mano de obra, tecnología) y el costo de la tierra es muy bajo.

Las causas subyacentes de este motor son: la falta de cultura de la legalidad y legitimidad, la baja dotación de bienes públicos y afianzamiento de factores de producción en las zonas ya ocupadas y consolidadas, la carencia de un modelo de desarrollo rural para la región amazónica campesina, adoptada como política pública, y la carencia de una política de población y poblamiento de la Amazonia colombiana.

Es así como la carencia de una política sólida que actué en dos vías: primera, utilización de la frontera agrícola existente en el país, y segunda, el diseño de medidas de control que hagan efectivo su control. En la Amazonia colombiana se suman además, la baja gobernabilidad territorial y la carencia de un modelo de desarrollo amazónico y una política de poblamiento. Estas dos últimas han contado con varias iniciativas, las que no han pasado de ser directrices y lineamientos que no trascienden al desarrollo de instrumentos para hacerlas una realidad.

4.2.2.3.2.1. Espacialización del motor de fragmentación expansión de la frontera agrícola

Los valores más altos de presencia probable de este motor, correspondientes a los sitios en donde el motor se encuentra presente[21] y aquellos con probabilidad alta y media de desarrollarse, indican que la frontera se ha ampliado de manera progresiva en la Amazonia occidental principalmente y coincide con las áreas y paisaje que presentan alta fragmentación, con patrones geométrico y geométrico/parche, así como la media y baja fragmentación con patrón de parche principalmente, e isla. En la Figura 4.21 se puede observar la magnitud de este motor.

Las coberturas de la tierra asociadas a cada unidad fisiográfica-tipo de fragmentación-patrón de fragmentación consideradas para la identificación de este motor de fragmentación son todos los mosaicos, los cultivos de arroz (dado que afecta las vegas que deben estar protegidas), la palma, que viene consolidándose en las sabanas naturales y los bosques fragmentados. Los municipios en los cuales se está presentando mayor ampliación de la frontera agrícola son San Vicente del Caguán y San José del Guaviare, los cuales acumulan 274.306 hectáreas (Figura 4.22).

Los municipios de La Macarena, Cartagena del Chairá, Puerto Rico (Caquetá) y Puerto Leguízamo están entre 113.805 y 105.372 hectáreas. De otra parte se encuentra que los municipios de San Miguel, Sibundoy, Puerto Caicedo y Valle del Guamuez, tienen más del 50% de su territorio afectado por alta fragmentación debida a la ampliación de la frontera agrícola. Puerto Rico (Caquetá), Puerto Asís, Orito, Florencia, Mocoa, Curillo y Villa Garzón tienen entre el 30% y el 40% del total de su territorio con incidencia de alta fragmentación cuyas áreas se han destinado a la ampliación de la frontera agrícola.

[21] Las áreas en donde el motor se encuentran presentes, deben corresponder a aquellas en las que el paisaje se encuentra más fragmentado, sin que ello necesariamente implique que se encuentra completamente transformado.

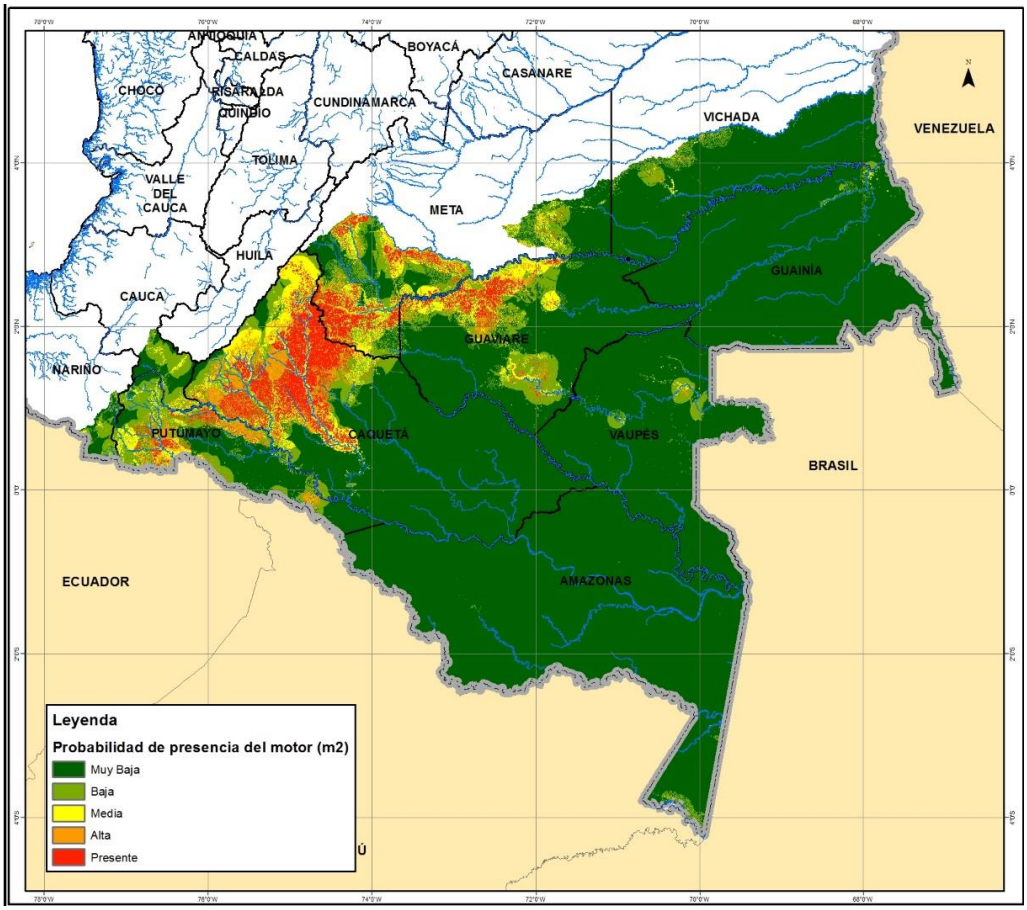


Figura 4.21. Expresión espacial del motor Frontera agrícola en la Amazonia colombiana a 2016. Fuente: Elaboración del proyecto

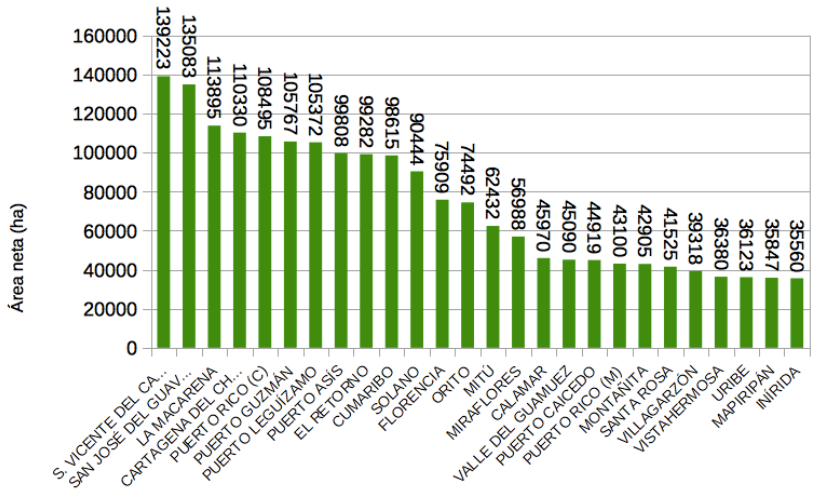


Figura 4.22. Área estimada de ampliación de frontera agrícola a nivel municipal, mediante fragmentación del paisaje regional. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio.

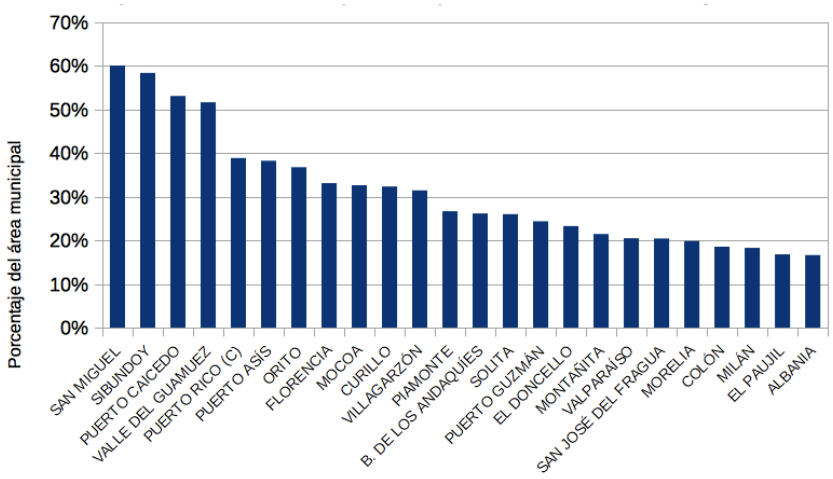


Figura 4.23. Porcentaje del área municipal afectada por ampliación de la frontera agrícola. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio.

Las variables que según su importancia explican la probabilidad de presencia de este motor son las que se presentan en la Tabla 4.50. Como en el caso del motor concentración de la tierra, las variables unidad, vías (distancia a las vías, en km) y poblados (distancia a centros poblados y cascos urbanos, en km) son las de mayor contribución. Además de ellas, aportan variables como upas_ganbv (UPAS con ganado bovino), en ambos casos. Las tres primeras variables, cuando se analiza su porcentaje de contribución, aportan el 91%, mientras que mediante la permutación de importancia, aportan el 85%.

Tabla 4.50. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA
Vías	49,3	Unidad	44,4
Unidad	27,2	Vías	22,9
Poblados	14,4	Poblados	18,5
Upas_ganbv	2,4	Distr_upans	4,9
Part_bosques	1,3	Upas_ganbv	2,6
Vocación	1,2	Upas_pro	1,4

Las curvas de respuesta de estas tres primeras variables pueden observarse en la Figura 4.24, de donde se desprende que la variable unidad presenta una mayor probabilidad de presencia del motor expansión de la frontera agrícola, en las unidades Lomerío-Alta-Geométrico, Peniplanicie-Baja-Isla y Altillanura-Alta-Geométrico, cuando se analizan de manera individual (unidad (a)), manteniendo las demás variables constantes en su valor promedio. Como se observa unidad (b) en la Figura, cuando la variable se analiza en su relación de dependencia con las demás consideradas en el modelo, hay mayor probabilidad de presencia del motor de expansión de la frontera agrícola en las unidades Lomerío-Alta-Geométrico, Montaña-Alta-Geométrico, Altillanura-Alta-Geométrico y Piedemonte-Alta-Parche. Como se desprende de lo anterior, el lomerío y la altillanura, ambas en alta fragmentación con patrón geométrico, presentan mayores probabilidades de presencia del motor.

Curvas de respuesta relativa individual[22]



Unidad (a)

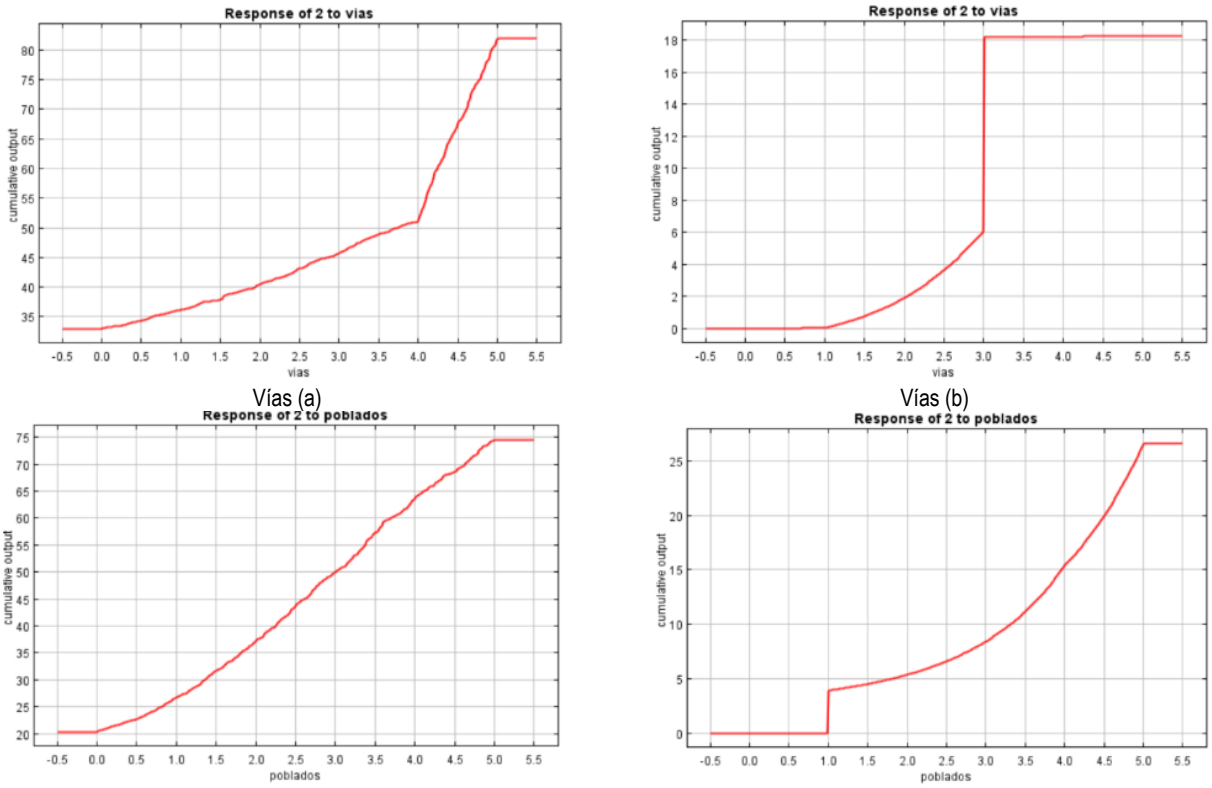
Curvas de respuesta de dependencia[23]



Unidad (b)

22 Muestran el cambio de la probabilidad de presencia prevista a medida que varía cada variable ambiental, manteniendo todas las demás variables ambientales en su valor de muestra promedio.

23 Reflejan la dependencia de la idoneidad predicha de la variable y las dependencias inducidas por correlaciones con las demás variables.



Vías (a) Vías (b)

Poblados (a) Poblados (b)

Figura 4.24. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: Resultados modelo en Maxent

La variable vías, cuando se tiene en cuenta su comportamiento individual (ver en la Figura vías (a)), se incrementa la probabilidad de presencia del motor a medida que la distancia a las vías es menor, lo que corresponde a mayores valores de transformación asociados (5), alcanzando su mayor aporte a la presencia del motor (80%). Al ser analizada en interacción de dependencia con las demás variables, vías (b) en la Figura, entre las categorías 1 y 3 trasformación asociada (zonas lejanas y próximas, respectivamente) va creciendo la probabilidad, alcanzando un valor máximo de 18% de contribución en la probabilidad de presencia del motor, en las zonas de máxima resistencia, es decir las más cercanas.

En cuando a la distancia a los centros urbanos y centros poblados (variable poblados), tanto en el análisis individual como en su interacción de dependencia con las demás variables, la probabilidad de presencia del motor es mayor a medida que la distancia a estos centros es disminuye, incrementándose los valores de trasnformación asociados (1, 3 y 5) (en la Figura Poblados (a) y Poblados (b)).

Los paisajes en los que se está llevando a cabo la ampliación de la frontera agrícola pueden ser observados en la Figura 4.25, de donde se desprende que el lomerío es la unidad del paisaje más afectada tanto en alta fragmentación con patrón geométrico como en baja fragmentación con patrón isla (758.000 y 522.000 hectáreas, respectivamente). La planicie aluvial se ve afectada por este motor en 244.000 hectáreas altamente

fragmentadas con un patrón geométrico/parche. La montaña tiene en total 347.000 hectáreas afectadas para la ampliación de la frontera agrícola, distribuidas entre alta fragmentación con patrón geométrico y baja fragmentación con patrón isla.

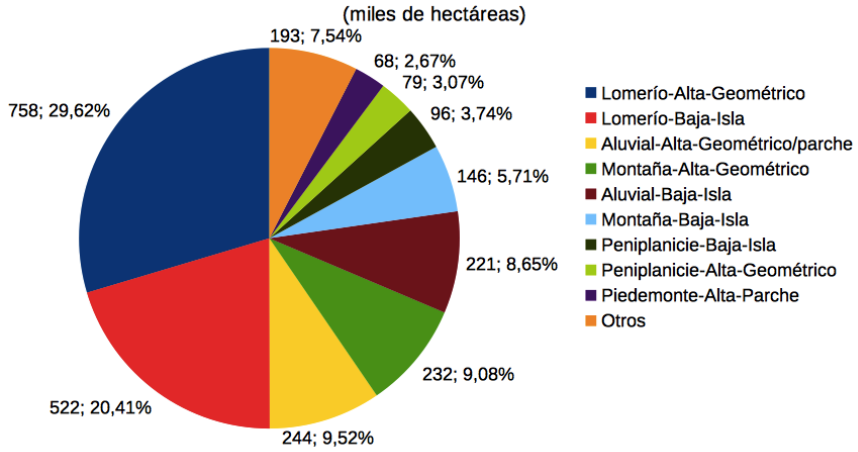


Figura 4.25. Paisajes fragmentados por ampliación de frontera agrícola. Alta y baja fragmentación con patrones geométrico, geométrico/parche, parche e isla.

Los resultados de importancia de las diferentes variables en el modelo espacial de Maxent se realizan también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife) (Figura 4.26). La variable ambiental con mayor ganancia, cuando se usa de forma aislada, es unidad, dado que tiene la información más útil por sí misma, siendo la que disminuye más la ganancia del modelo cuando se omite, dado que es la variable con la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables, tal como se aprecia en la Figura (unidad (a)). Le siguen vías y poblados, lo que ratifica su importancia para el modelo espacial. Por su parte, en la misma Figura en su parte (b), se muestra la misma prueba de "navaja" o jackknife, utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, el resultado es muy similar al anterior, ratificando la importancia de estas tres variables. Por último, en la misma Figura, en su parte (c) se encuentra el resultado de la misma prueba, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba, donde se ratifica la importancia de las tres variables, ahora seguidas de otras como part_bosques (participación del área en bosques en las UPAS), dist_upas (distribución de las UPAS por entidad territorial local), dist_upnas (distribución de las UPNAS por entidad territorial local) y dens_vial (densidad vial por km2), las que contribuyen en la probabilidad de presencia de este motor.

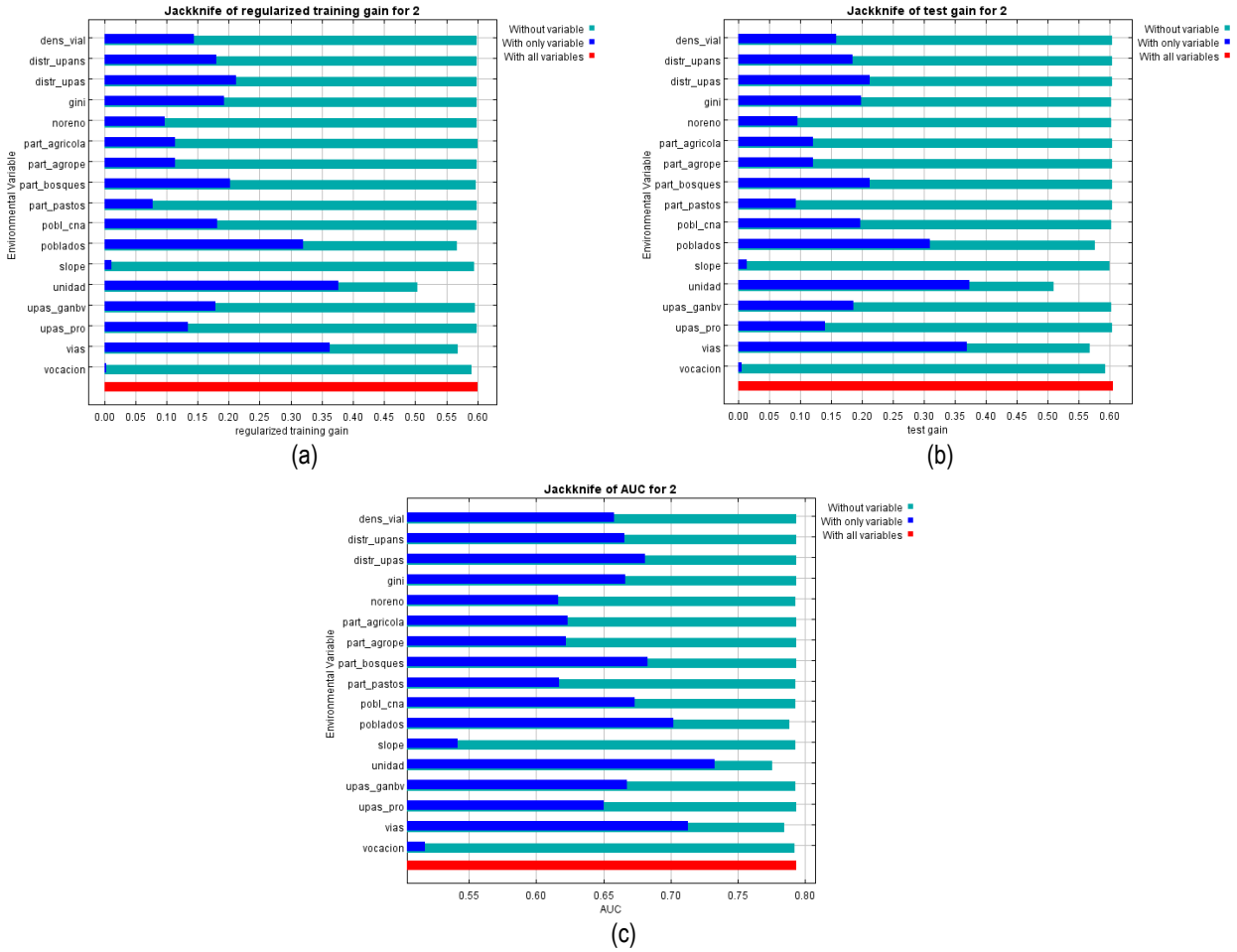


Figura 4.26. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor concentración de la tierra. Fuente: Resultados modelo en Maxent

4.2.2.3.3. Exploración y explotación de recursos minero energéticos

Este motor corresponde a una actividad económica extractiva, entendida como aquella relacionada con la obtención de bienes denominados recursos naturales y se diferencia de las economías productivas, en que no generan flujos internos de riqueza. Como se mencionó anteriormente, la riqueza social creada se distribuye mediante flujos externos que desplazan la riqueza creada a áreas ajenas, aunque dicho tipo de situación puede generar flujos internos de carácter coyuntural.

Por lo regular las economías extractivas se ubican en espacios de frontera, es decir, son propias de contextos económicos no industrializados o de bajo nivel de industrialización. El proceso tiene como característica la posibilidad de obtener grandes ganancias a partir de inversiones muy pequeñas, en términos de trabajo y acceso a la tierra, pero en algunos casos asume costos de inversiones de capital inicial elevados que

posteriormente generaran aumentos súbitos en los ingresos de los inversionistas y de manera paralela en la economía regional. La naturaleza efímera de este tipo de economías genera crecientes transformaciones ambientales y sociales en los contextos territoriales en los cuales se ejecuta, conformando espacios de enclave.

La minería artesanal y la ilegal, aprovecha la ausencia de regulación sobre determinados aspectos ambientales y de esta manera obtener rentabilidad a partir de la no inclusión de tasas de descuento. En este caso, y en casos de economías extractivas legales, "*no operan los mecanismos de inclusión de las externalidades, lo que conlleva a una infravaloración de los bienes y servicios ambientales, los cuales posteriormente generarán elevados rendimientos en mercados externos, que demandan de manera persistente dichos recursos extraídos sin miramientos con las condiciones propias de las áreas de las cuales se extraen*" (Angulo Muñoz, 2010).

En los escenarios de economías extractivas, surge la paradoja de "la abundancia empobrece", la renta minera beneficia mucho a unos pocos y muy poco a la mayoría. Por lo regular, este tipo de economía genera o va aparejada de condiciones de pobreza, ya que dado su carácter, no tiene las capacidades para propiciar condiciones de bienestar de manera sostenible y continuado, en las áreas donde ella tiene lugar.

La actividad minero-energética se caracteriza por (i) ser volátil e inestable, dependiente del comercio internacional, (ii) no genera fuertes eslabonamientos anteriores y posteriores que presionen la demanda interna de factores –en especial mano de obra no-calificada- o compras intermedias –salvo el uso eficiente de las regalías- (iii) cuando se privilegia el sector minero-energético se hace altamente atractivo al capital, lo que mejora su competitividad, sin embargo esto se hace a costa de la competitividad del sector transable no relacionado con él, haciendo que la asignación sectorial de los recursos esté dirigida por fuerzas exógenas -como la dotación inicial de recursos naturales-.dado el carácter aleatorio y exógeno de la localización geográfica de los recursos minero energéticos.

Esta situación será más intensa en determinadas regiones, caso Amazonia, llevando a crecimientos lentos o inestables y a recomposiciones sectoriales aceleradas caracterizadas por estructuras económicas muy concentradas y por ello más sensibles frente a shocks de oferta o de precios externos. Por otro lado, y lo que es aún más problemático, las economías de vocación minero-energética en algunos casos terminan por ser una réplica contemporánea de los "estados extractivos", asentamientos propios de los siglos XVII y XVIII, en los que las instituciones privilegiaban la cesión de las rentas extraídas de los abundantes recursos naturales locales, al colonizador, generando a su paso desigualdad en la distribución de los activos y del poder político. O sea, economías ricas en recursos naturales pero subdesarrollados (Angulo Muñoz, 2010).

Las actividades de extracción de recursos naturales no son nuevas en la Amazonia y durante largo tiempo se dieron sin que hubiese una normatividad que las regulara, o bien esta era insuficiente para controlar de manera efectiva la actividad. En algunas zonas, la exploración de hidrocarburos funciona como vector de colonización ilegal y facilita la entrada de empresas mineras en la zona, configurándose así una sinergia entre las dos actividades extractivas y las etapas tempranas de la fragmentación del paisaje.

Como se aprecia en la Figura 4.27, este motor tiene entre sus causas directas la explotación de hidrocarburos y los pasivos ambientales y conflictos territoriales generados, en particular heredados por la explotación petrolera en el Putumayo, que data de los años 30, pero que tiene mayor desarrollo en la década de los 60 y 70, cuando la normatividad colombiana aún era muy débil, y por tanto no se contaba con los mecanismos de control suficientes y efectivos. La minería hoy día aún no cuenta con una regulación suficiente y efectiva, de tal forma que los pasivos ambientales y sociales siguen siendo una situación común. De igual forma, contribuye

una minería artesanal muy informal y sin procedimientos claros para su formalización y el debido cumplimiento de la normatividad ambiental.

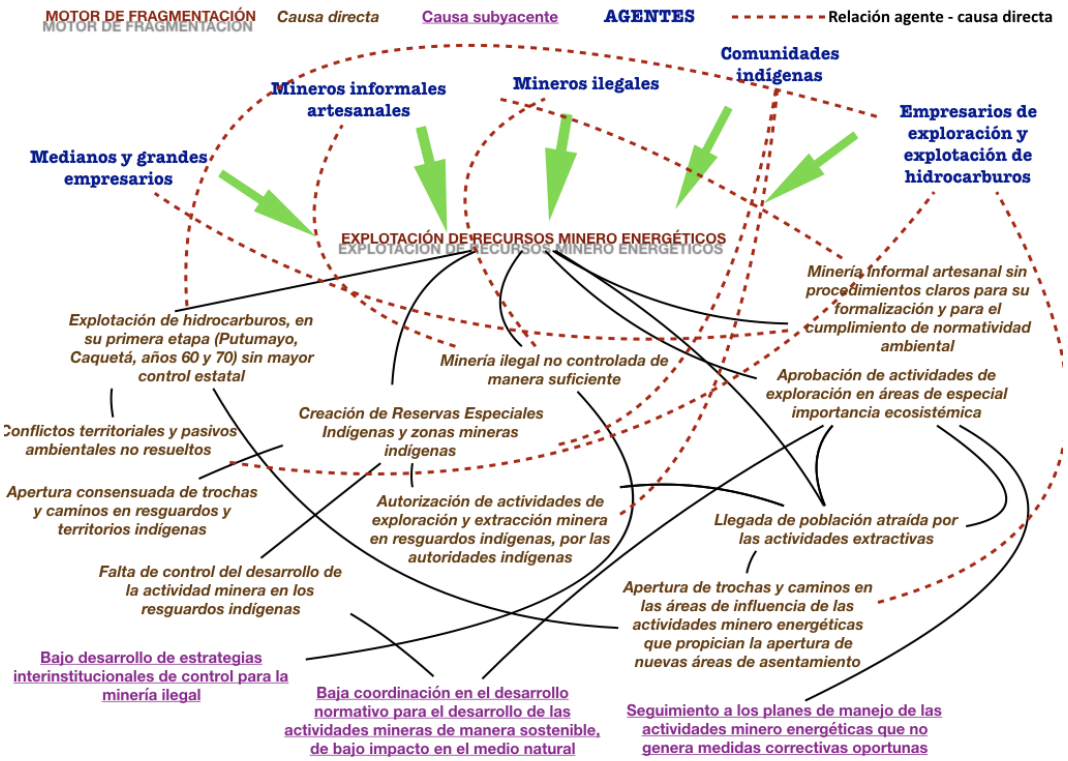


Figura 4.27. Motor de fragmentación "Explotación de recursos minero-energéticos"

La aprobación de actividades de exploración en áreas de alta importancia ecosistémica también es una causa directa de este motor, dado que atrae población que ven una oportunidad para mejorar sus condiciones de vida, también atrae agentes económicos que mueven rentas especulativas. La creación de las zonas mineras indígenas, sin la debida formación de las comunidades, propicia impactos ambientales y entrada de foráneos a desarrollar la actividad, sin que las autoridades indígenas puedan ejercer el control, una vez ha sido autorizado su desarrollo.

Las causas subyacentes son: bajo desarrollo de estrategias interinstitucionales de control de la minería ilegal, baja coordinación en el desarrollo normativo para el desarrollo de las actividades mineras de manera sostenible, de bajo impacto en el medio natural, seguimiento a los planes de manejo de las actividades minero energéticas que no genera medidas correctivas oportunas.

4.2.2.3.3.1. La minería

En el caso de la minería, se ha discutido mucho sobre los impactos que genera. Así, no se tiende a tener en cuenta la estructura territorial y "*la mayor parte de cuanto queda es la huella de lo destruido en forma de*

bosques, aguas y suelos empobrecidos por las heridas de los socavones de la tierra" (Domínguez & Gómez, 1990). Así, cuando la extracción del recurso natural finaliza la infraestructura tiende a ser abandonada y eventualmente puede convertirse en riqueza social, cuando las comunidades logran apropiarse de forma redistributiva de algunos de los elementos fomentados por la extracción. Así, "*se hace visible uno de los elementos característicos de la economía extractiva y es que sus consecuencias pueden resultar paradójicas dependiendo de la dinámica histórica y ambiental que se de en el área intervenida. En algunos casos sólo se generará devastación futura pero en otros la capacidad de resiliencia ambiental y social posibilita la generación de oportunidades futura*." (Angulo Muñoz, 2010)

La minería en la región amazónica se da principalmente en la denominada Amazonia oriental, debido a la alta oferta de minerales que en ella se encuentran. En esta zona convergen grandes resguardos indígenas y una gran diversidad étnica y cultural. Con el Decreto Número 1073 del 26 de mayo de 2015, se reglamenta el Sector Administrativo de Minas y Energía, y en su Capítulo 8 se crean las Reservas Especiales Indígenas, definidas como "*Artículo 2.2.5.8.7.7.1.1 Área de reserva indígena. Para los efectos del literal f) del artículo 10 del Código de Minas, se considera reserva minera indígena el área ocupada en forma permanente por los resguardos indígenas o, en el caso de que no existieren legalmente tales resguardos, la de los lugares que se delimiten con el fin de que en ellos no puedan adelantarse actividades mineras sino bajo condiciones técnicas y operativas que preserven las especiales características culturales y económicas de los grupos y comunidades aborígenes (…) El área de la reserva minera indígena y las condiciones especiales, en que en la misma puedan desarrollarse actividades mineras, serán señaladas por el Ministerio de Minas y Energía previo concepto favorable de la División de Asuntos Indígenas del Ministerio de Gobierno*".

De igual forma se formalizan las Zonas Mineras Indígenas en el Artículo 2.2.5.8.7.7.1.2: "*De acuerdo con lo establecido en el artículo 123 del Código de Minas, son zonas mineras indígenas las áreas señaladas como tales por el Ministerio de Minas y Energía, ubicadas dentro de los Territorios Indígenas, y en las cuales toda actividad de exploración y explotación del suelo y subsuelo minero deberá ajustarse a las disposiciones especiales contenidas en el Capítulo XVI del Código de Minas*".

El desarrollo de esta actividad impacta las comunidades indígenas, de tal suerte que "*De los 32 Pueblos Indígenas declarados como en riesgo de extinción demográfica y cultural hay 20 de ellos que están siendo afectados, o lo van a ser en el corto plazo, por la exploración o extracción minera. La presencia de zonas potenciales o promisorias para la exploración de metales junto a los indicios, prospectos o yacimientos de oro, uranio y de los minerales que conforman el coltán, se traduce, por el momento, en un aumento espectacular de solicitud de concesiones mineras en este área poco afectada*" (Human Rights Everywhere, 2011).

Hay un fenómeno que resulta casi invisible en este tipo de análisis: la minería de aluvión, que afecta los ecosistemas acuáticos, que deberá ser materia de futuros estudios. La presencia de dragas ilegales para la extracción de oro y la extracción ilegal y el contrabando de coltán son actualmente las principales amenazas mineras detectadas. "*En 2010 hubo un gran decomiso de coltán (17 t) en Inírida y Venezuela anunció que militarizaba el área fronteriza para combatir la extracción ilegal del coltán*". (Human Rights Everywhere, 2011).

En 2010 se habían concedido 30 títulos mineros en áreas donde habitan pueblos indígenas, para la extracción de oro y de materiales de construcción. Un caso que llama la atención es el de la actividad de exploración y explotación de oro de la empresa Cosigo Frontier, que la Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía, ha considerado de interés nacional. Las solicitudes de exploración de esta empresa afectarían territorio sagrado y ancestral de los pueblos Makuna y Tanimuka, por citar un ejemplo.

4.2.2.3.3.2. Hidrocarburos

Desde 2003 el gobierno colombiano ha aunado esfuerzos para convertir el sector extractivo en una de las locomotoras de desarrollo nacional, tendencia que se mantiene aún hoy. Con un mercado más abierto y con más empresas en operación, ha aumentado de manera paralela la conflictividad social entre las comunidades, la industria petrolera y las autoridades de los niveles nacional y local.

En el Putumayo al actividad de extracción de petróleo data de la década de los sesenta. Si bien las actividades de extracción de petróleo, gas natural y minerales representan una alta participación en el PIB departamental, para las comunidades el enfoque extractivo de las compañías que desarrollan esas actividades en el departamento va en contra de la lógica territorial, ambiental y la distribución equitativa de los beneficios socioeconómicos para la población. Estas actividades se han concentrado, principalmente, en los Municipios de Orito, Valle del Guamuéz, San Miguel, Puerto Asís, Puerto Caicedo y Puerto Guzmán y, en menor proporción, en Mocoa y Villagarzón acrecentando la deforestación permanente del territorio y la baja producción en los cultivos agrícolas. Una consecuencia negativa del auge de los hidrocarburos en el caso del Putumayo es que hubo una casi total desaparición del sector agropecuario, especialmente entre 2000 y 2011, haciendo que el sector petrolero se convirtiera en el líder. Esta situación coincidió con la dinámica nacional del sector petrolero en el país. El Gobierno departamental desarrolla el Plan de Desarrollo 2016 - 2019, "*Putumayo centro de desarrollo económico sostenible del sur del país*". El mismo impulsa la explotación racional y competitiva de los recursos mineros y petroleros del departamento, para el fortalecimiento del sector como una alternativa para mejorar la calidad de vida y el bienestar de los habitantes del territorio.

La actividad petrolera es relativamente reciente en el departamento de Caquetá. Durante 2006 se iniciaron las actividades exploratorias en cercanías al municipio de San Vicente del Caguán, por la empresa Emerald Energy, que comenzó la producción de crudo en 2009. Al año 2015 tenía una producción promedio de 1.928 barriles por día; sin embargo, a la fecha la producción se encuentra suspendida en el departamento (ANH, 2016). Se trata de una zona geográfica donde potencialmente se ubican importantes reservas de hidrocarburos aún por explorar. Las empresas que adelantan actividades exploratorias en este departamento son: Emerald Energy, Meta Petrolum Corp., Canacol Energy Colombia, Grupo C&C Energía Barbados Sucursal Colombia, Hupecol Operating, Ecopetrol, Pacific Stratus Energy, y el Consorcio Optima Range. (ANH, 2016) Los municipios con presencia de esta actividad extractiva en la región amazónica son Mapiripán, Vistahermosa y San Juan de Arama.

Los municipios de Amazonia, en el departamento del Meta, con presencia de esta actividad extractiva son Mapiripán, Vistahermosa y San Juan de Arama. Si bien en este departamento la actividad petrolera comienza a finales de la década de los setenta, y se refuerza en 1998 con el descubrimiento del yacimiento del Campo Rubiales, el de mayor producción del país, se convierte en un corto período en el principal productor de hidrocarburos del país, cuando la producción de campos como Cusiana y Caño Limón descendiera y el precio internacional del petróleo favoreciera la extracción de crudos pesados como los que se encuentran en el Meta (Ibídem). Como en el caso del Putumayo, las actividades tradicionales como la ganadería y el cultivo de arroz pasaron a segundo lugar, lo que trajo consigo cambios drásticos en la estructura económica local y departamental, así como el incremento de los precios de los productos de consumo y el valor de la tierra. En el Meta hay más de treinta empresas, entre las que se pueden mencionar Ecopetrol, Parex, Perenco, New Granada Energy, Hocol, Petrominerales, Petrobras, Emerald Energy, Meta Petroleum, Pacific Rubiales, Vetra

Exploración y Producción, Mansarovar, entre otras. A 2015 era el primer productor a nivel nacional, con 511.946 barriles por día (ANH, 2016).

4.2.2.3.3.3. Espacialización del motor aprovechamiento de recursos minero energéticos

Los valores más altos de presencia probable de este motor, correspondientes a los sitios en donde el motor se encuentra presente[24] y aquellos con probabilidad alta y media de desarrollarse, se encuentran distribuidos en el territorio con mayor énfasis en los sectores del suroccidente y centro del Putumayo, hacia el centro del Caquetá y en los departamentos de Guainía y Vaupés (Figura 4.28), al igual que algunas áreas aisladas hacia el oriente de la región.

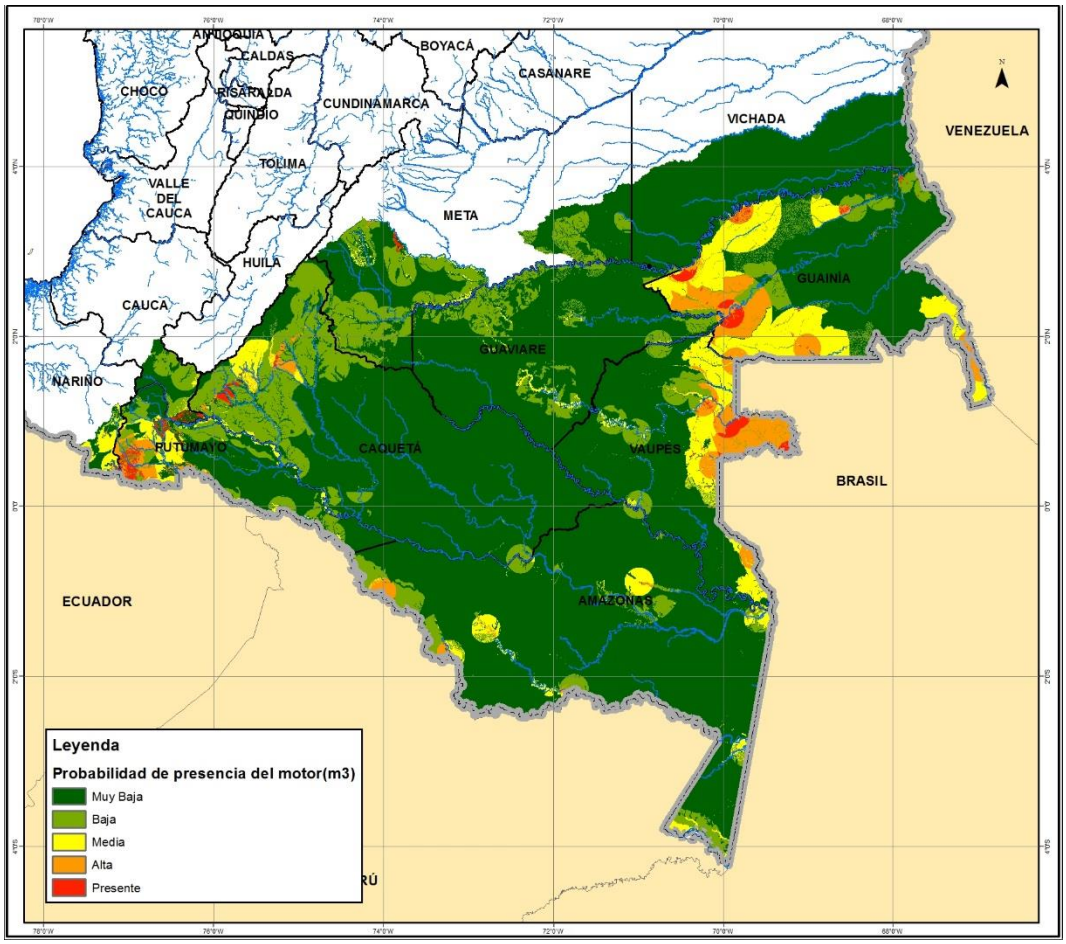


Figura 4.28. Expresión espacial del motor de fragmentación exploración y explotación de recursos minero-energéticos. Fuente: Elaboración del proyecto

[24] Las áreas en donde el motor se encuentran presentes, deben corresponder a aquellas en las que el paisaje se encuentra más fragmentado, sin que ello necesariamente implique que se encuentra completamente transformado.

La contribución relativa de las variables ambientales en este motor es la que se presenta en la Tabla 4.51, tomando solamente las primeras cinco variables, en cuenta a su importancia en el modelo. En el presente caso, si bien se mantienen dos de las tres variables que más contribuyen en el modelo, surgen nuevas variables que permiten explicar la probabilidad de su presencia en la región. Es así como unidad y poblados son las dos primeras variables, le siguen dens_vial (densidad vial por km2), part_pastos (área en pastos en las UPAS) y vocación (vocación de uso según IGAC), en lo que se refiere al porcentaje de contribución, si bien sus valores de contribución se alejan bastante de las dos primeras. En conjunto estas cinco variables permiten explicar el modelo en un 95%.

Tabla 4.51. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la frontera agrícola. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA
Unidad	52,1	Unidad	39,7
Poblados	25,5	Poblados	37
Dens_vial	7,4	Vocación	14,4
Part_pastos	6,8	Distr_upans	2,8
Vocación	3,4	Upas_pro	2,5

Respecto de los valores referidos a la permutación de importancia, además de unidad y poblados, figuran vocación, ditr_upans (distribución del número de UPNAS por entidad territorial local) y upas_pro (UPAS en propiedad), siendo el aporte de estas dos últimas muy bajo. En total estas cinco variables contribuyen con el 96.4% al modelo. El comportamiento individual y según su dependencia de otras variables se muestra en la Figura 4.29 para unidad, poblados y vocación. En el primer caso, las unidades Peniplanicie-Alta-Geométrico, Piedemonte-Alta-Parche, Aluvial-Baja-Isla y Peniplanicie-Baja-Isla son las presentan la mayor probabilidad de presencia de este motor, según su importancia relativa individual. Según su respuesta a la dependencia de las demás variables, las unidades con mayor probabilidad de presencia de este motor son: Peniplanicie-Alta-Geométrico, Piedemonte-Alta-Parche, Peniplanicie-Baja-Isla y Aluvial-Baja-Isla. Hay que tener en cuenta la diferencia que existe entre estas dos actividades extractivas, a la hora de identificar espacialmente su presencia y probabilidad de presencia en nuevas áreas.

La variable *vocación* se refiere a las siguientes categorías del IGAC (Tabla 4.52):

Tabla 4.52. Codificación de las categorías de Vacación de uso de la tierra (IGAC)

CÓDIGO	VOCACIÓN
1	Zonas urbanas
2	Forestal
3	Ganadera
4	Conservación de Suelos
5	Cuerpo de agua
6	Agrícola
7	Agroforestal

La variable vocación presenta probabilidad de presencia del motor exploración y explotación de recursos minero-energéticos en las áreas con vocación forestal, según su comportamiento individual, si bien se

encuentra una baja probabilidad en las demás áreas; cuando se analiza según su comportamiento dependiente de las demás variables, son solamente estas áreas con probabilidad de presencia del motor.

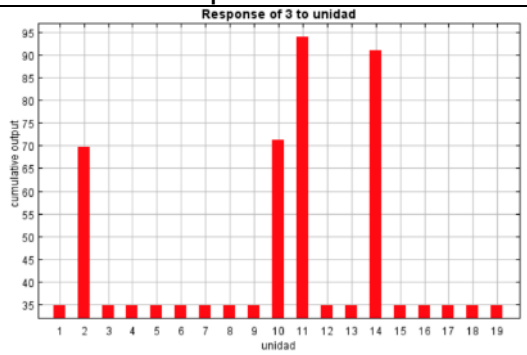
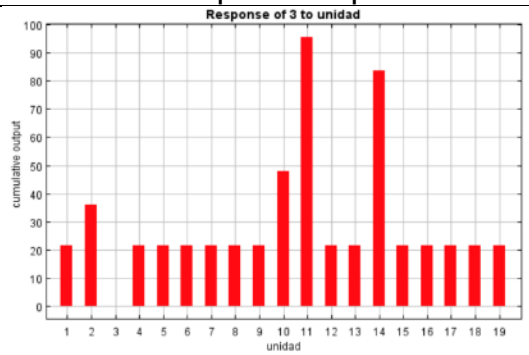
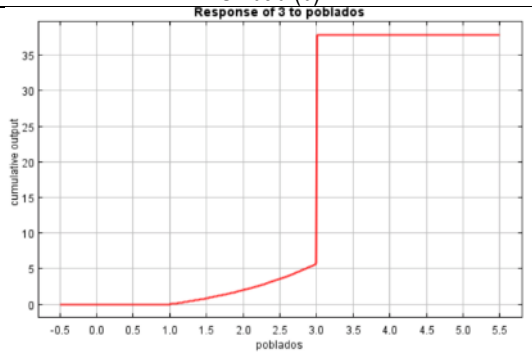
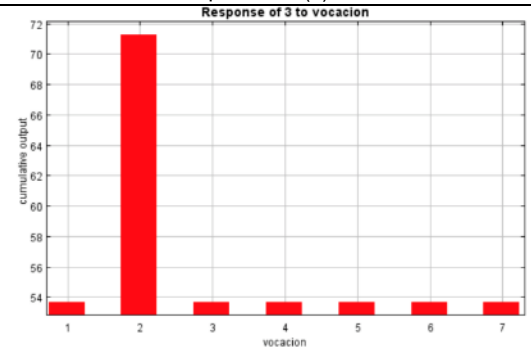
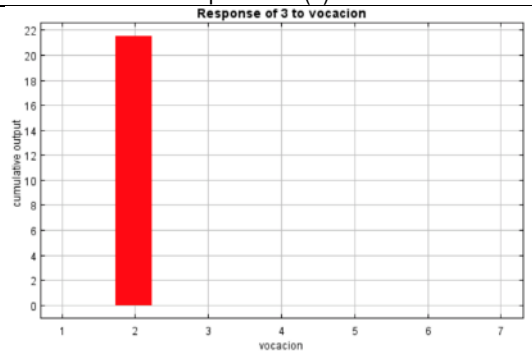
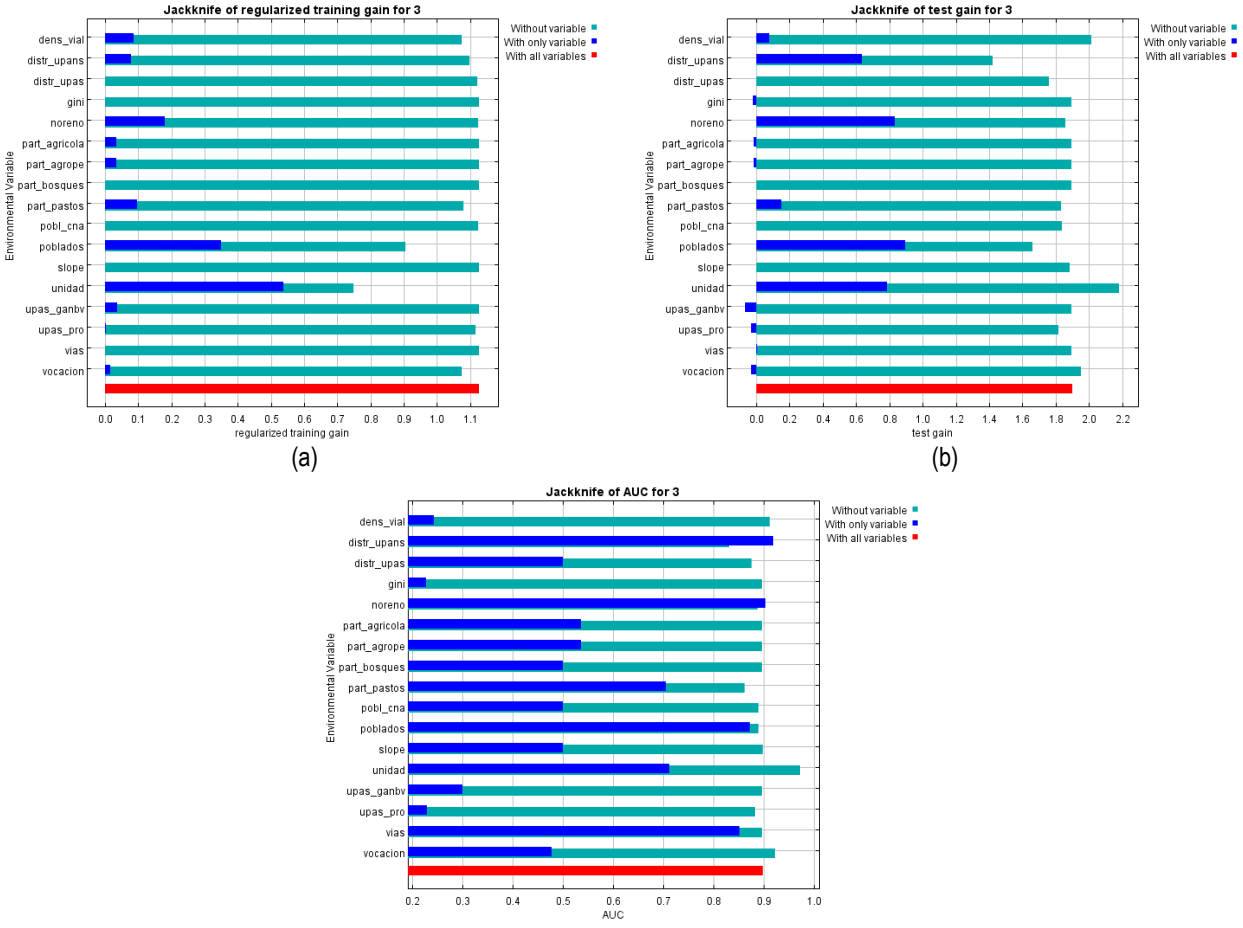
Curvas de respuesta relativa individual	Curvas de respuesta de dependencia
 Unidad (a)	 Unidad (b)
 poblados (a)	 poblados (b)
 vocación (a)	 vocación (b)

Figura 4.29. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor exploración y explotación de recursos minero -energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Los resultados de importancia de las variables en el modelo de probabilidad de presencia de Maxent para este motor, pueden ser vistos también mediante la prueba de "navaja" (Jackknife), (Figura 4.30). La variable ambiental con mayor ganancia cuando se usa de forma aislada es unidad, por contar con la información más útil por sí misma (que no está presente en las otras variables), siendo la que disminuye más la ganancia del modelo, cuando se omite, (en la figura denotada con (a)). Le siguen poblados y noreno (recursos naturales no renovables), esta última con una baja contribución, respecto de las dos primeras. En la misma Figura en su parte (b), se observa como la variable unidad deja de ser la más importante, lugar que ahora es ocupado por poblados, seguido de cerca por noreno. Este resultado se obtiene con la misma prueba de "navaja", utilizando la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento. Esta misma Figura, en su parte (c) muestra un comportamiento muy diferente de las variables, ahora usando el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) de los datos de prueba. Resultan así además de *unidad*, variable más independiente, *vías*, *poblados*, *noreno* y *distr_upnas*.



©

Figura 4.30. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor exploración y explotación de recursos minero-energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent.

4.2.2.3.4. Expansión de la ganadería

La ganadería es una actividad que se ha posicionado en la Amazonia como la principal actividad generadora de ingresos para colonos, campesinos y medianos y grandes empresarios relacionados con esta actividad. Los municipios en los que se lleva a cabo esta actividad económica se relacionan en la Figura 4.31 en la que se observa la extensión del área ocupada pasturas, de acuerdo a la cobertura de la tierra al año 2016, en la categoría de los diferentes tipos de pasto (limpios y enmalezados), en alta y media fragmentación. Los municipios con mayor extensión en pasturas son San Vicente del Caguán y La Macarena, entre ambos suman 790.854 hectáreas. Le siguen, Cartagena del Chairá, San José del Guaviare y Puerto Rico (Caquetá) y El Retorno que superan las cien mil hectáreas, sin que alcancen las 200.000 mil hectáreas, cada uno.

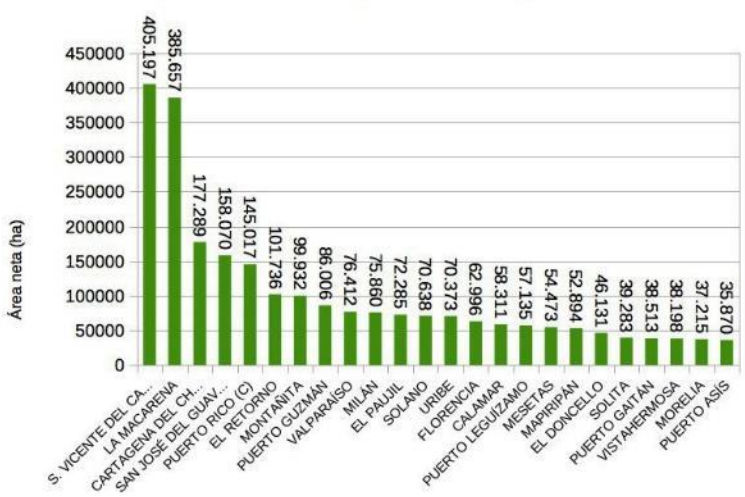


Figura 4.31. Áreas en pasturas para el desarrollo de la ganadería bovina por municipio. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio.

En la Figura 4.32 se encuentra la participación de estas áreas en pastos respecto del área total municipal, como se aprecia, en Morelia cerca del 85% del municipio está en pasturas, en Albania este tipo de cobertura alcanza el 80% del territorio municipal y en Albania el 70%. Hay seis municipios en los que el área en pastos está entre el 50% y el 60% de su territorio en Curillo, Milán el Paujil, Solita, Puerto Rico (Caquetá) y Montañita, todos del departamento de Caquetá.

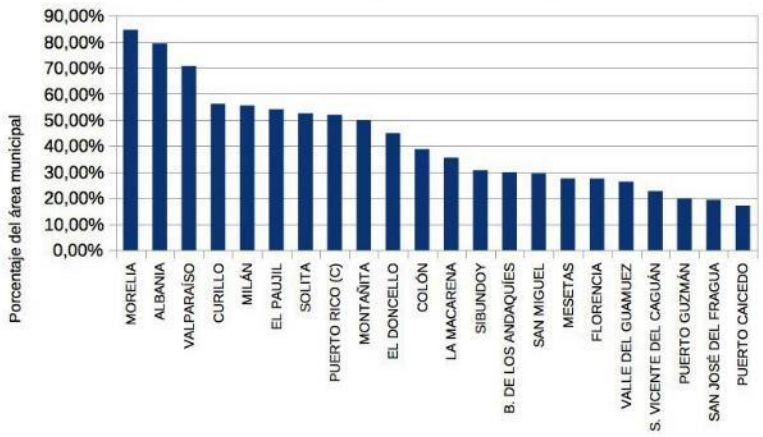


Figura 4.32. Participación en el área municipal de las pasturas establecidas para el desarrollo de la ganadería bovina. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio.

Dada su incidencia y relación con la fragmentación del paisaje regional, se considera un motor de fragmentación que actúa de manera permanente. En la Figura 4.33 se presentan sus causas (directas y subyacentes y los agentes que direccionan el motor.

Son varias las causas directas, varias de ellas relacionadas con el factor tierra: su disponibilidad, su precio y la facilidad que ofrece para el desarrollo de la actividad, dado que se puede desarrollar a muy bajos costos. Al ser una actividad preferida por los habitantes, en la concertación y definición de proyectos, se privilegia, siendo acogida por los actores institucionales para su fortalecimiento y desarrollo productivo y comercial. En el año 2017 los departamentos de Caquetá, Guaviare, Meta y Putumayo sostenían 2 millones quinientas mil cabezas de ganado bovino. En el Meta se trata de los municipios de La Macarena, Uribe, Vistahermosa, Mapiripán, Mesetas, Puerto Concordia, Puerto Rico y San Juan de Arama.

Según los datos del ICA se trata de un total de 29.665 fincas, la mayoría de ellas entre una y cincuenta hectáreas. Las fincas mayores a 501 hectáreas son 460 (Tabla 4.53).

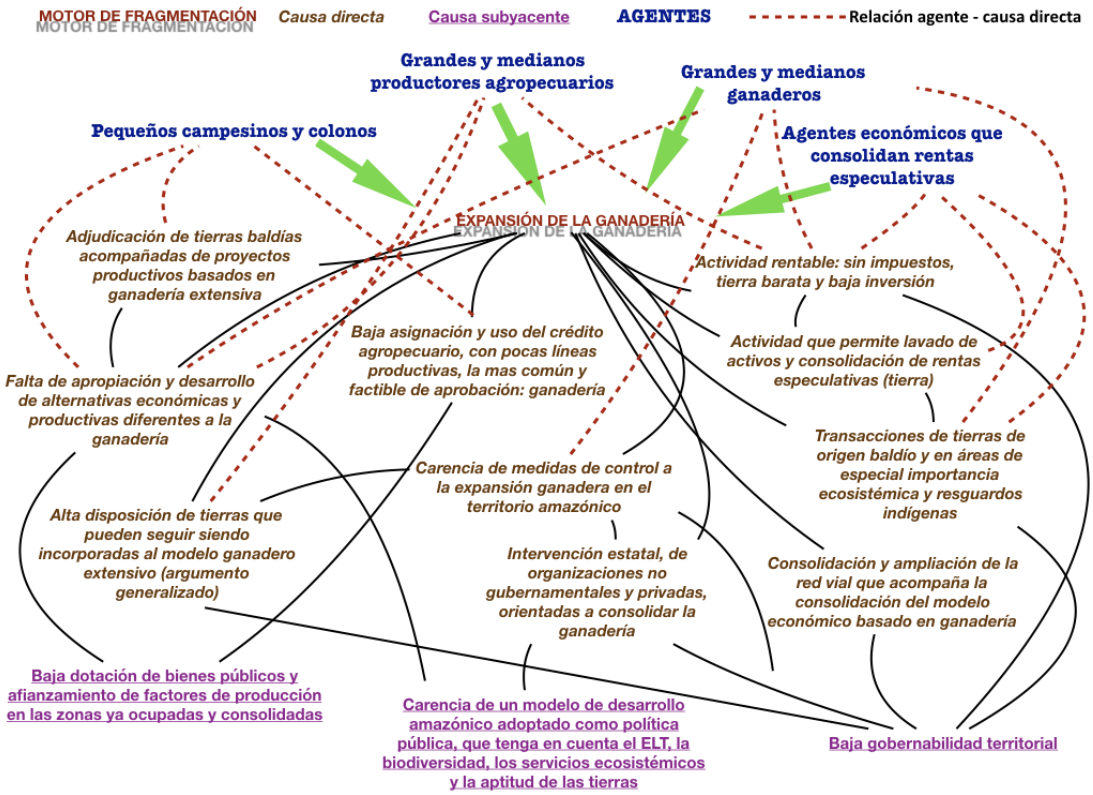


Figura 4.33. Motor de fragmentación "expansión de la ganadería"

Tabla 4.53. Distribución del inventario bovino por departamento. 2017 (Fuente: ICA)

DEPARTAMENTOS	TOTAL BOVINOS - 2017	No DE FINCAS 1 A 50	No DE FINCAS 51 A 100	No DE FINCAS 101 A 500	No DE FINCAS 501 O MAS	TOTAL FINCAS CON BOVINOS - 2017
CAQUETA	1.486.685	6.165	3.776	4.033	277	14.251
GUAVIARE	301.224	1.678	871	775	44	3.368
META	512.493	2.180	1.216	1.275	123	4.794
PUTUMAYO	209.006	6.359	561	317	15	7.252
Total	2.509.408	16.382	6.424	6.399	460	29.665

Las causas subyacentes de este motor de fragmentación tienen una alta relación con la gobernabilidad que se ejerce sobre el territorio, es así como se encuentra que la carencia de un modelo amazónico adoptado como política pública pasa a ser una de las razones que impulsan el motor, asociado a la baja dotación de bienes públicos y afianzamiento de los factores productivos en las zonas ya ocupadas y consolidadas.

4.2.2.3.4.1. Espacialización del motor expansión de la ganadería

Los valores más altos de presencia probable de este motor, correspondientes a los sitios en donde el motor se encuentra presente[25] y aquellos con probabilidad alta y media de desarrollarse, abarcan amplias áreas del noroccidente y centro norte de la región, de acuerdo al mapa de la Figura 4.34. Como se verá, afecta grandes áreas del territorio y muestra una tendencia creciente como estrategia de ocupación y apropiación del territorio.

Según su importancia por la contribución que hacen al modelo espacial, las variables que sustentan los resultados son las que se presentan en la Tabla 4.53. Las variables que mayor aporte hacen al modelo espacial son vías, poblados y unidad, de acuerdo a su porcentaje de contribución que en total suman el 90%. Por su parte, estas mismas variables, en diferente orden, son las que tienen el mayor aporte desde la perspectiva de permutación de importancia, cuyo aporte alcanza a ser del 70%. Lo anterior ratifica la importancia de estas variables en la explicación del modelo.

El comportamiento individual y según su dependencia de otras variables, de las tres variables de mayor contribución, se muestra en la Figura 4.35. Para el caso de la variable unidad, las unidades Altillanura-Alta-Geométrico, Peniplanicie-Baja-Isla, Montaña-Alta-Geométrico y Lomerío-Alta-Geométrico son las presentan la mayor probabilidad de presencia de este motor, de acuerdo a su importancia relativa individual (unidad (a) en la Figura). Teniendo en cuenta su respuesta a la dependencia de las demás variables (unidad (b) en la Figura), las unidades con mayor probabilidad de presencia de este motor son: Altillanura-Alta-Geométrico, Montaña-Alta-Geométrico, Lomerío-Alta-Geométrico y Piedemonte-Baja-Difuso.

[25] Las áreas en donde el motor se encuentran presentes, deben corresponder a aquellas en las que el paisaje se encuentra más fragmentado, sin que ello necesariamente implique que se encuentra completamente transformado.

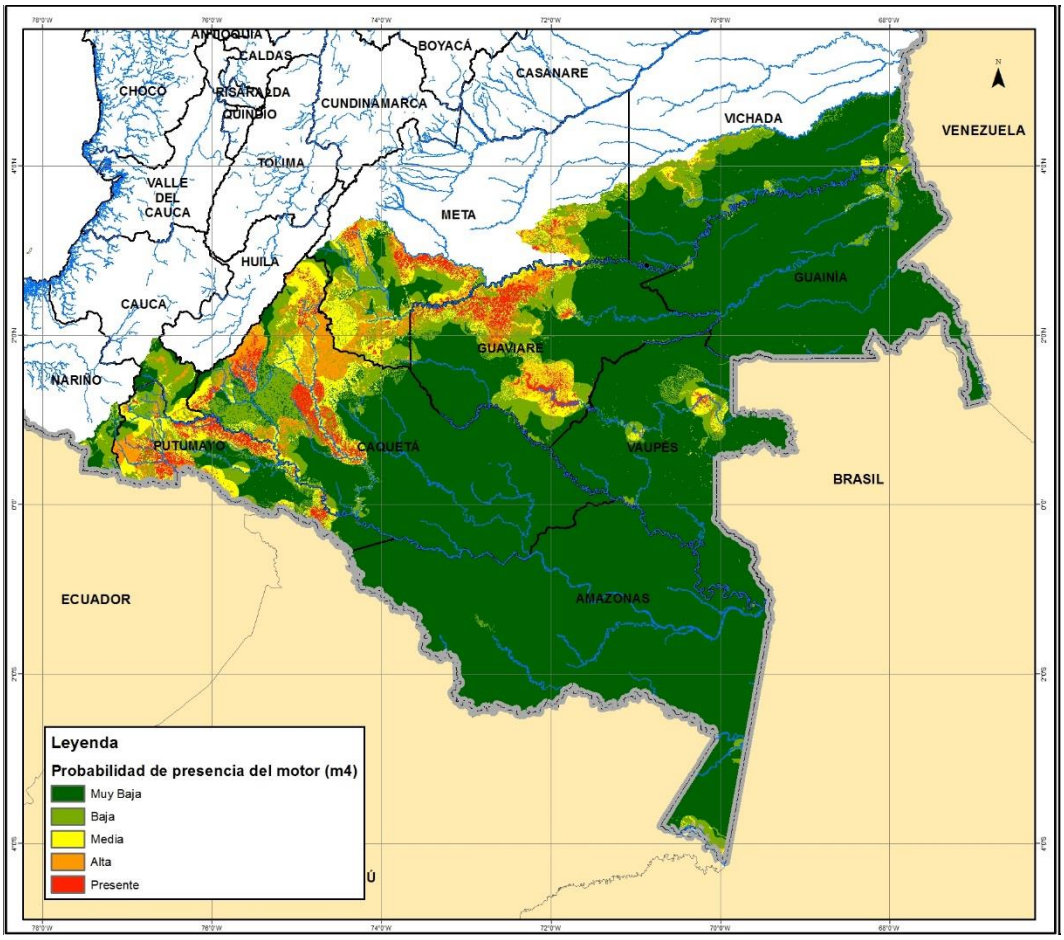


Figura 4.34. Expresión espacial del motor de fragmentación expansión de la ganadería

Tabla 4.53. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor expansión de la ganadería. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA
Vías	59,3	Unidad	27,8
Poblados	15,2	Vías	22,8
Unidad	12,9	Poblados	12,6
Pobl_cna	2,4	Part_bosques	6,4

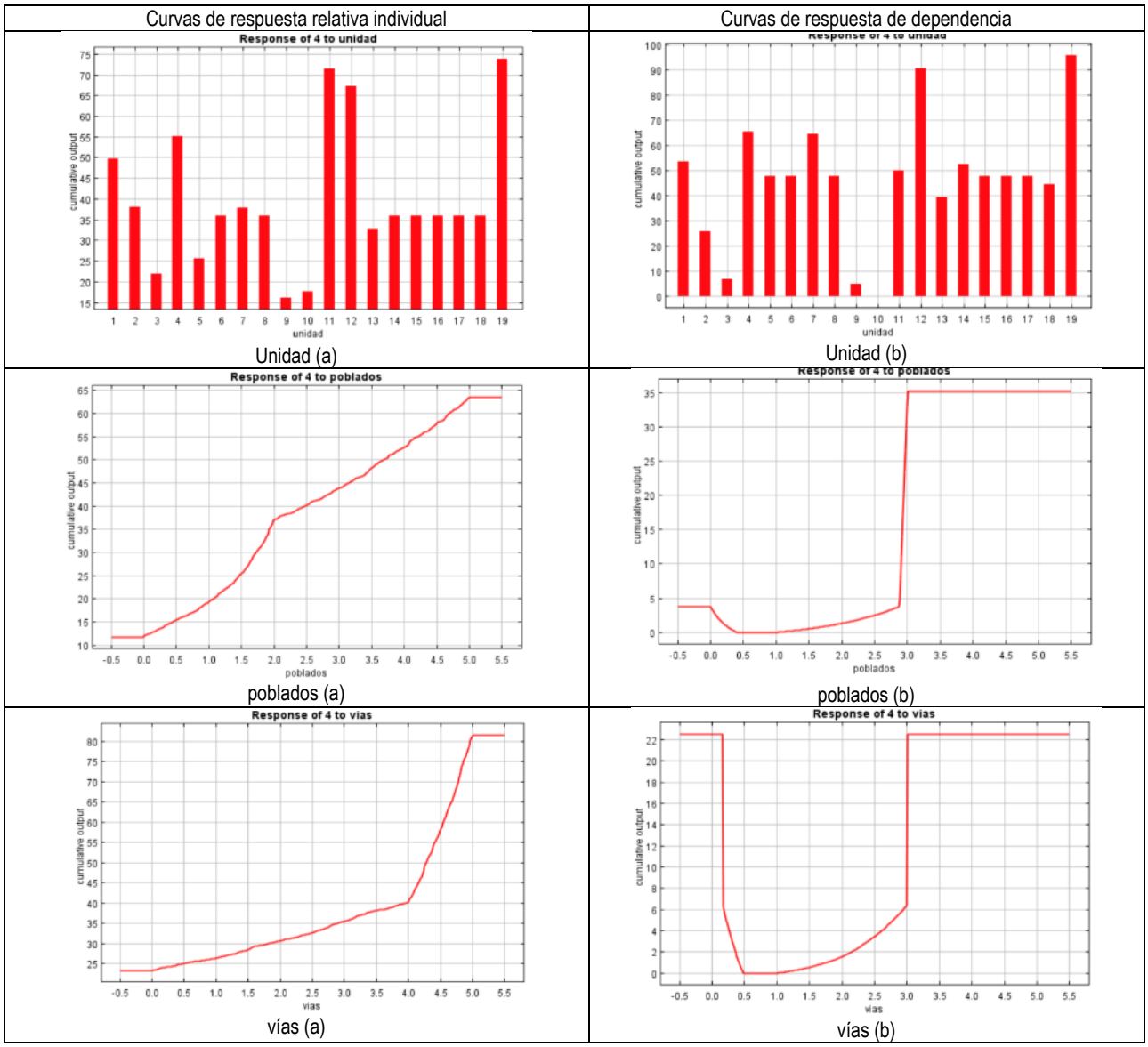


Figura 4.35. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor exploración y explotación de recursos minero -energéticos. Fuente: Resultados modelo en Maxent.

La variable de distancia a poblados presenta una mayor probabilidad de presencia de este motor a medida que la distancia a los centros poblados disminuye, lo que se asocia a los máximos valores de transformación asociada (5) (en la Figura poblados (a)). Cuando se evalúa en dependencia con las demás variables (poblados (b) en la Figura), presenta una tendencia decreciente en las zonas lejanas, donde los niveles de transformación del paisaje son los menores (1), para crecer abruptamente en las zonas próximas y adyacentes, en las que los

valores de transformación del paisaje son los mayores (3 y 5 respectivamente). Es de tener en cuenta que la variación que esta variable introduce al modelo es de hasta el 83% en el primer caso y de 35% en el segundo caso.

En cuanto a la distancia a las vías, la probabilidad de presencia del motor es más alta a medida que se está más cerca de las vías, particularmente en zonas adyacentes donde los valores de trasformación asociados son los mayores (5), cuando la variable se analiza de manera individual (vías (a) en la Figura). Cuando se analiza de manera conjunta con las demás variables, presenta un comportamiento diferente, mostrando un incremento abrupto en la probabilidad de presencia en asociación a zonas próximas y adyacentes, con valores de transformación del paisaje asociados medios (3) y altos (5).

Este motor afecta el territorio de la siguiente manera (Figura 4.36): en el lomerío ha generado una zona que se caracteriza por alta fragmentación con patrón geométrico, que ocupa 1.922.000 hectáreas, en la altillanura, ha generado alta fragmentación con patrón geométrico/parche, cubriendo 337.000 hectáreas. Los paisajes de montaña y altillanura conservan las mismas características de fragmentación de los dos anteriores y ocupan 157.000 y 143.000 hectáreas, en su orden. En total son 2.689.000 hectáreas en alta fragmentación con patrones geométrico, geométrico/parche y parche. Si se tiene en cuenta el área en pastos en estas unidades, la relación cabezas de bovinos/hectárea es de apenas 0,9.

En el caso del piedemonte este motor presenta características diferentes de fragmentación, si bien es alta, se desarrolla en parches. Cubre 113.000 hectáreas. Los demás paisajes están menos afectados, sin embargo el caso del macizo no deja de ser preocupante, por tratarse de un ecosistema muy particular en la Amazonia.

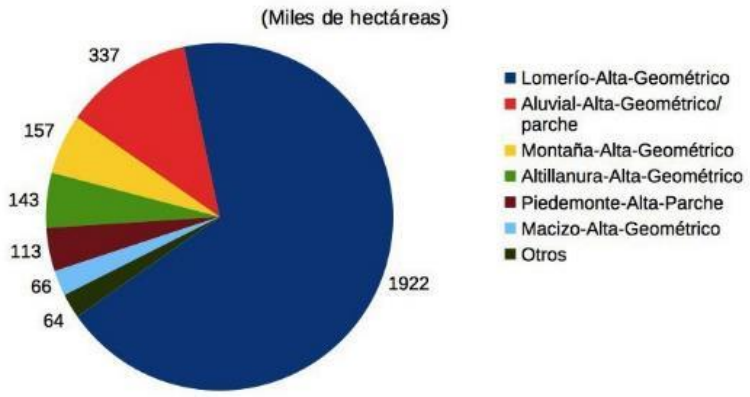


Figura 4.36. Incidencia del motor "expansión de la ganadería" según unidad fisiográfica, tipo y patrón de fragmentación. Sinchi, 2018. Cálculos del estudio.

A partir de los resultados de la prueba de "navaja", se puede tener una aproximación de la importancia de las diferentes variables en el modelo de probabilidad de presencia espacial para este motor, que se presentan en la Figura 4.37, se encuentra que la variable ambiental con mayor ganancia, es unidad cuando se usa de forma aislada, pues cuenta con la información más útil por sí misma; cuando se omite, es la que disminuye más la ganancia del modelo, por tratarse de la variable con la mayor cantidad de información que no se encuentra en las otras variables (ver la figura denotada con (a)). Le sigue la variable poblados. Los datos cambian cuando se utiliza la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, en la misma Figura en su parte (b),

donde unidad sigue teniendo importancia, si bien poblados cobra importancia. Esta misma Figura, en su parte (c) donde se usa el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés), para evaluar las variables, muestra como unidad es una variable de principal importancia seguida de vías y poblados.

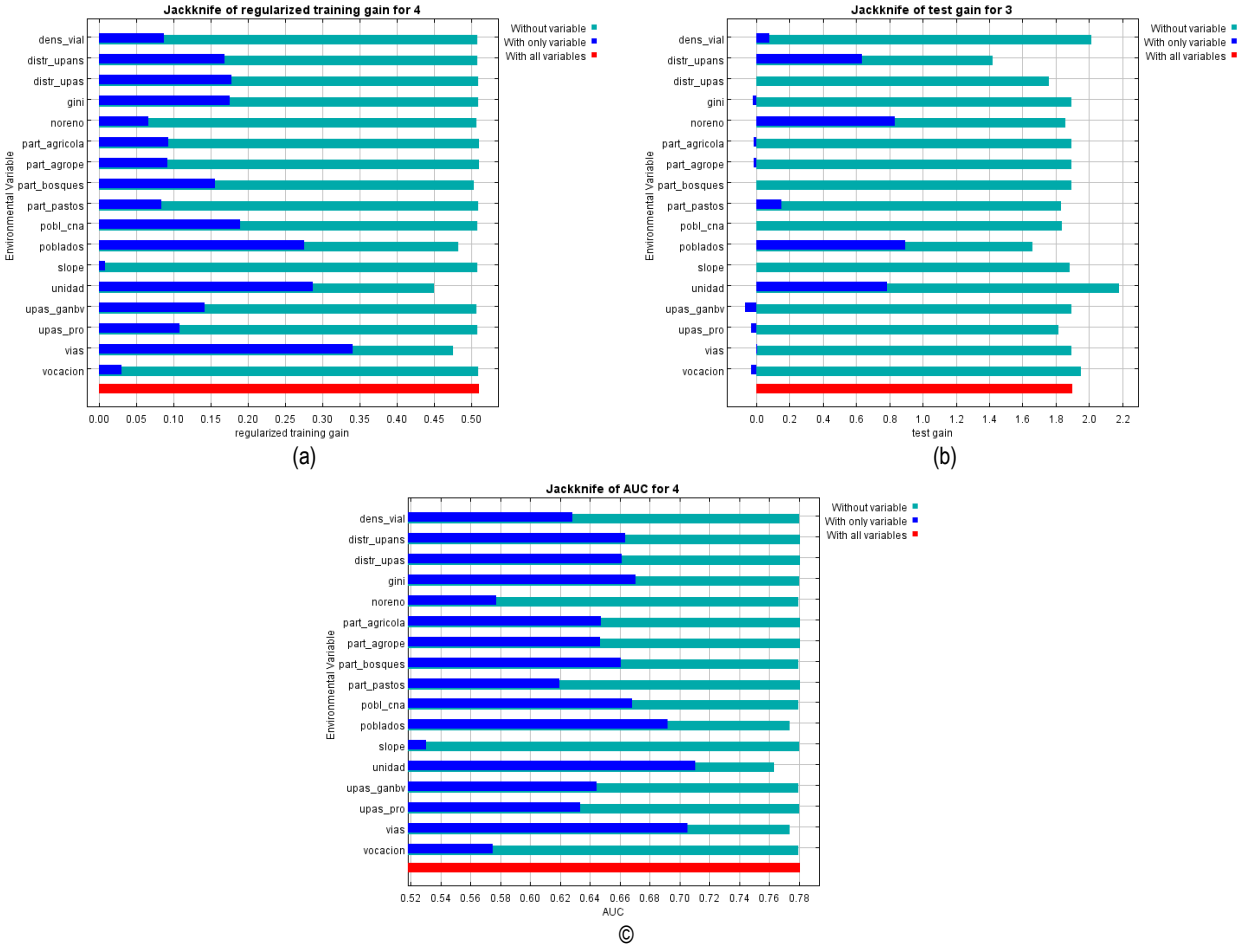


Figura 4.37. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor expansión de la ganadería. Fuente: Resultados modelo en Maxent

4.2.2.3.5. Apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de la red vial terrestre

Este motor tiene varias etapas en el territorio y se encuentra asociado con los demás motores de fragmentación, en la medida en que los dinamiza a medida que se consolida la red vial. Como se verá, parte de unas condiciones iniciales establecidas por la necesidad de controlar la población indígena, reduciéndola a caseríos, las actividades extractivas y el control estatal ante la necesidad de ejercer soberanía en el territorio. Estas condiciones propician la colonización hacia el interior de la Amazonia, generándose así la necesidad de

construir una nueva red vial para los nuevos asentamientos, una vez estos han realizado la apertura de trochas y caminos.

El poblamiento de la Amazonia se dio a través de la extensa red fluvial que tiene la región. Los indígenas tenían en ella el principal medio para sus intercambios sociales, culturales y materiales. Con la colonia y la necesidad de reducir y civilizar a los "salvajes", la iglesia conformaba caseríos a orillas de los principales ríos, los que posteriormente se convirtieron en la punta de avanzada para la extracción de la quina y el caucho, y en algunos sitos la balata. Los campamentos creados y los caseríos contaban con la red fluvial para el movimiento de los productos extraídos, a la vez que creaban las condiciones para poder movilizar los productos extraídos, por precarios caminos, en particular desde los centros de explotación del recurso, hacia los ríos o hacia los Andes.

La mayoría de caseríos amazónicos se vieron fortalecidos con el segundo auge cauchero y posteriormente con el conflicto con el Perú. En estas circunstancias, confluyen intereses públicos (por garantizar la seguridad y soberanía nacional) y los privados (en mantener la posibilidad de continuar con sus explotaciones y fortalecer los mercados incipientes de productos agrícolas), pasa a ser determinante en la construcción de vías estratégicas que permitieran tanto el flujo de mercancías (desde y hacia el interior del país), como de tropas hacia la frontera en disputa. Esta "vías" se basaron en caminos existentes.

"*La guerra con el vecino país se constituyó como el motor para la fundación y el poblamiento de algunos caseríos amazónicos, dinamizó el comercio urbano organizado alrededor de los puertos de embarque de personas y mercancías, hizo necesario el relativo mejoramiento vial regional, estimuló, además, la colonización pecuaria y ganadera generadora de excedentes económicos en Caquetá y Putumayo, y requirió la presencia de instituciones como la Caja Agraria, el Ejército Nacional, las Juntas de Acción Comunal, la educación pública, los puestos de salud y, mal que bien, los servicios públicos domiciliarios*". (Arcila N & Salazar C, 2011)

A estas bonanzas le siguió la del cedro, conocida como el desflore del cedro y se inició la explotación petrolera en el Bajo Putumayo. Para la extracción del cedro se utilizó la infraestructura física y vial dejada por las bonanzas anteriores, a la vez que se abrieron otras vías para interconectar los ríos, por donde se podían sacar con facilidad los bloques de madera y vincularse con los centros de suministro de bienes y servicios de apoyo necesarios.

"*Estas mismas vías fueron luego utilizadas por los colonos espontáneos y dirigidos para abrir sus fundos y establecer sus asentamientos. En el caso del departamento del Caquetá: Recorriendo las trochas que conducían a los cortes de cedro, se inició en esta región la colonización espontánea hacia el interior de los mesones de los ríos, en el puerto de Remolino en 1954 y en Valparaíso en 1959, primero con la colonización dirigida por la Caja Agraria y luego, en 1962, con la colonización dirigida que penetró hasta donde se acabaron los baldíos (Uribe, 1998). Del mismo modo, la vía Mocoa-Puerto Asís, inaugurada en 1957, "permitió la ocupación en sus áreas adyacentes de más de 15.000 colonos" (Torres, 2007)*" (Arcila N & Salazar C, 2011).

La explotación del petróleo en el bajo Putumayo propició la construcción de la carretera entre Santana y Orito; con la construcción del oleoducto hasta Tumaco, se motiva el poblamiento de esta parte de la Amazonia, por dos razones: la facilidad de acceso que brindó la vía y las posibilidades de empleo para la construcción de las obras requeridas por la Texas Petroleum Company.

Arcila y Salazar (2011) citan lo siguiente: "*Las perforaciones introdujeron grandes recursos económicos y atrajeron trabajadores del interior del país para la apertura de trochas. Hasta 1973 llegaría mucha gente ante la expectativa de empleo generada. Unos vinieron a buscar trabajo y otros a desmontar y a sembrar con el*

único fin de vender más tarde sus parcelas a la Texas a precios muy elevados. Se fortalecieron los asentamientos de Puerto Asís y La Hormiga. Cuando empezó la exploración del petróleo, Orito fue el eje de la colonización. En el lapso de dos años allí aparecieron 40 veredas (Torres, 2007: 72)". Y con ellas las necesidades de atención en salud y educación, de infraestructura y de consolidación de la red vial.

A este fenómeno está asociado el proceso de urbanización de la población, es decir, su asentamiento en centros nucleados grandes, medianos y pequeños. El crecimiento de la población en los centros urbanos, en particular en las cabeceras municipales, caso San José del Guaviare, Florencia, Mocoa e Inírida. Este tipo de centros urbanos genera demanda de áreas para la construcción de viviendas e infraestructuras para la prestación de servicios. El proceso de urbanización genera a su vez procesos de sub-urbanización y crecimiento urbano diseminado, en forma de la denominada "mancha de aceite", propia del proceso de urbanización no planificado y sin control. A ello se suma la construcción de infraestructura de transporte, que por su carácter lineal y su continuidad fragmenta el paisaje, en especial cuando se trata de infraestructura de alta densidad y para alto flujo vehicular, y la infraestructura energética (gaseoductos, oleoductos y líneas de alta tensión), así como las líneas de comunicación.

Hoy, continúa la apertura de nuevas áreas con diferentes propósitos, y la acompaña la apertura de trochas y caminos. Los departamentos amazónicos cuentan con los planes de desarrollo vial, presentados en la sección de análisis de factores predeterminantes. Como se precisa en este documento, si bien se plantea la apertura de nuevas vías para la comunicación regional, también se propone el mejoramiento y ampliación de vías terciarias que se encuentran ya abiertas en las áreas de especial importancia ecosistémica, e inclusive en algunos resguardos indígenas, sin un tratamiento diferencial en cuanto a su diseño y materiales a emplear, teniendo en cuenta el contexto natural.

Corpoamazonia estima que "*En la región del Sur de la Amazonia colombiana existen aproximadamente 4.937 km de vías entre primarias, secundarias y terciarias. La red primaria – nacional – está representada por 642 km; La red secundaria – departamental, cuenta con 361 km; y la red terciaria – municipal cuenta con 3.934 km. El 8% del total de las vías se encuentran pavimentadas aunque no necesariamente en buen estado, y el restante 92% en afirmado*". (http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Jur_Infraestructura.htm) Se trata de los departamentos de Amazonas, Putumayo y Caquetá, por citar un caso.

Así las cosas, este motor que en la Figura 4.38 se denomina "*dotación de red vial no coordinada ni coherente con las características de la región*", sigue ocurriendo debido a la construcción autónoma de trochas y caminos por parte de los pobladores que siguen avanzando en la ocupación del territorio, con la esperanza que un día el Estado consolidará esta red vial, siguiendo los compromisos políticos realizados por quienes aspiran a los cargos públicos de gobierno de las entidades territoriales y de sus cuerpos colegiados. En este entorno, se consolida la red vial sin la debida planeación, sin tener en cuenta el Estado Legal del territorio y sin el uso de materiales adecuados. Por lo regular, al tratarse de red vial terciaria e inclusive secundaria, los materiales empleados no garantizan una obra de calidad. Dado que se pretende mantener cautivo un potencial electoral, es usual que se adecúen parte de un trayecto vial y que realice sin una debida planeación. Contribuye así mismo la carencia de control en cuanto a la construcción, mantenimiento y mejoramiento de la red vial secundaria y terciaria.

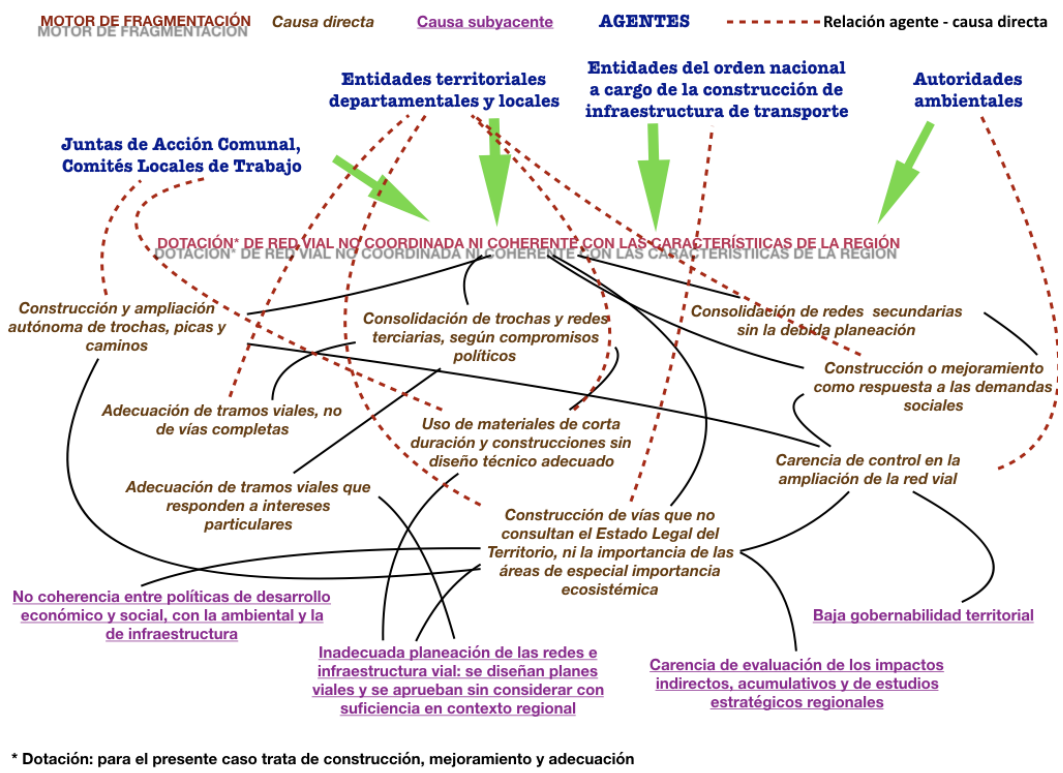


Figura 4.38. Motor de fragmentación "Construcción, mejoramiento y adecuación de la red vial terrestre"

Una de las causas subyacentes de este motor de fragmentación es la incoherencia entre las políticas de desarrollo económico y social, con la política ambiental y la de infraestructura. Si bien existen Mesas Intersectoriales con el fin aunar esfuerzos e integrar las visiones, en el caso amazónico aún queda mucho camino por recorrer, dada la urgencia nacional de cerrar las grandes brechas sociales y económicas que tienen con la región y la necesidad de articularla con el resto del país y la región latinoamericana.

Otra causa subyacente es la inadecuada planeación de las redes de infraestructura vial, sin considerar con suficiencia el contexto local y regional, en particular las condiciones del ambiente natural y la normatividad que rige en el territorio en esta materia. Contribuye de igual manera la falta de suficientes estudios estratégicos regionales y de estudios de impacto ambiental que incluyan los impactos indirectos y acumulativos, con el fin de poder prever así medidas diferenciadas y acordes a las condiciones del medio natural, bajo una perspectiva de infraestructura vial verde o sostenible. Ante la carencia de control en la continua apertura de redes viales terciarias, se encuentra la baja gobernabilidad territorial, en el entendido de contar con elementos técnicos suficientes que posibiliten la construcción de consensos sobre lo que sería la capacidad del territorio para el establecimiento de redes viales terrestres y sus características.

4.2.2.3.5.1. Espacialización del motor apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de red vial

Los valores más altos de presencia probable de este motor, correspondientes a los sitios en donde el motor se encuentra presente[26] y aquellos con probabilidad alta y media de desarrollarse, se encuentran principalmente en los paisajes de lomerío, planicie aluvial, altiplanicie y altillanura, propiciando patrones de alta, media y baja fragmentación, con patrones geométricos y de parche principalmente (Figura 4.39). De esta manera, se presenta principalmente hacia el noroccidente y centro norte de la región, en los departamentos de Putumayo, Caquetá, sur del Meta y Guaviare.

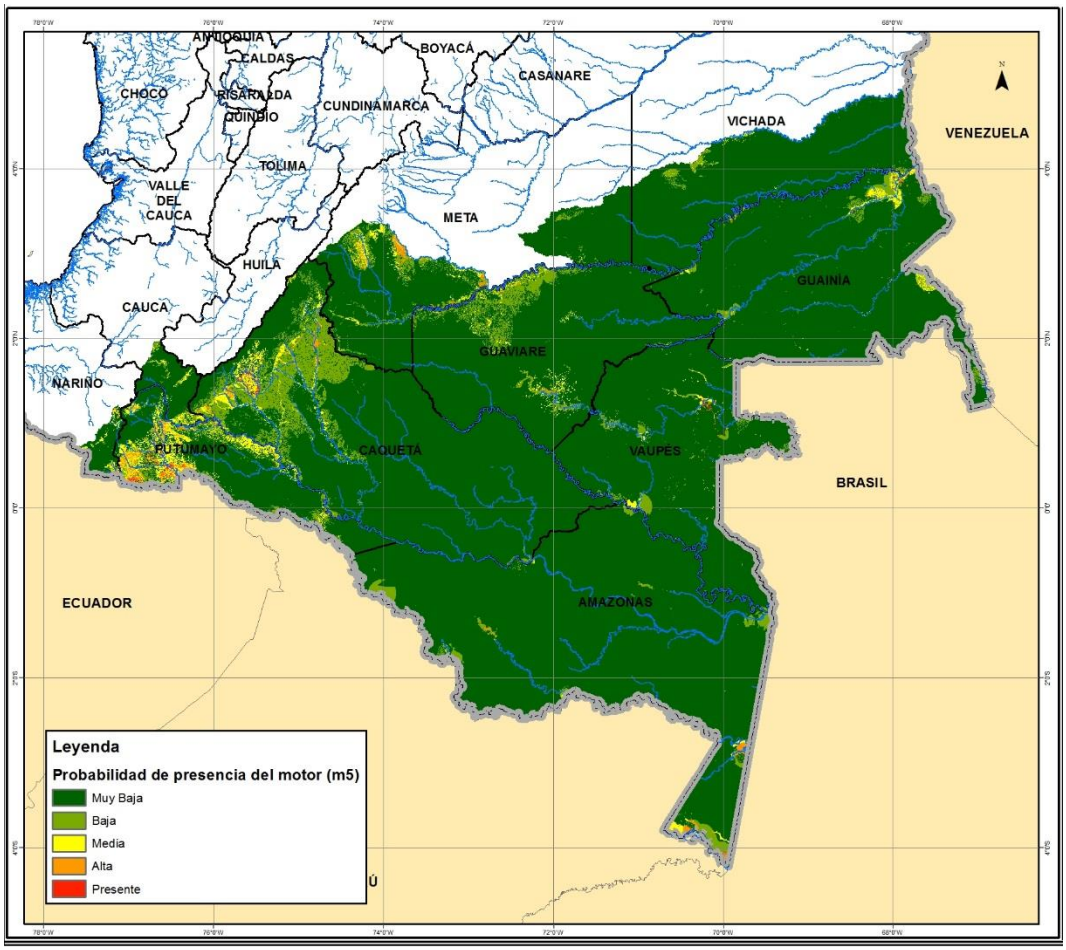


Figura 4.39. Expresión espacial del motor de fragmentación apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial

La contribución de las 4 variables más importantes para este modelo espacial se puede apreciar en la Tabla 4.54: poblados, unidad, vocación y upas_ganbv, en el caso del porcentaje de contribución, con el 90% en esta

[26] Las áreas en donde el motor se encuentran presentes, deben corresponder a aquellas en las que el paisaje se encuentra más fragmentado, sin que ello necesariamente implique que se encuentra completamente transformado.

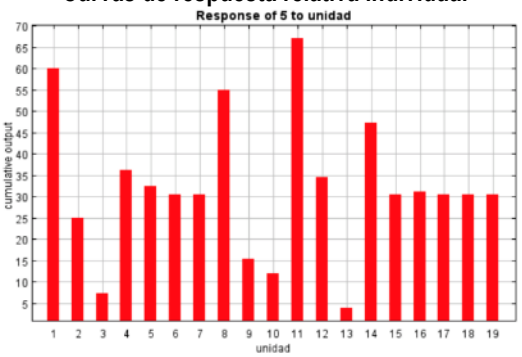
evaluación, y unidad, poblados, upas_ganbv y part_pastos, en el caso de permutación de importancia, que contribuyen con el 81% en esta valoración.

Tabla 4.54. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de la red vial. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA
Poblados	37,4	Unidad	46,3
Unidad	36,4	Poblados	24,6
Vocacion	12,2	Upas_ganbv	5
Upas_ganbv	4,4	Part_pastos	4,9

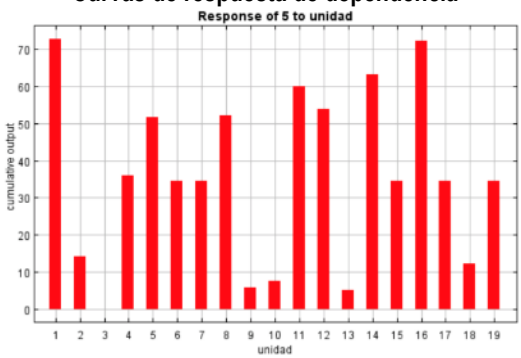
Las variables de mayor contribución, de acuerdo a su comportamiento individual y según su dependencia de otras variables, se muestran en la Figura 4.40. En la variable unidad, sobresalen Peniplanicie-Alta-Geométrico, Aluvial-Alta-Geométrico/parche, Macizo-Alta-Geométrico y Piedemonte-Alta-Parche, como las que presentan la mayor probabilidad de presencia de este motor, teniendo en cuenta su importancia relativa individual (unidad (a) en la Figura). Cuando se considera la respuesta a la dependencia de las demás variables (unidad (b) en la Figura), son Aluvial-Alta-Geométrico/parche, Altiplanicie-Alta-Geométrico, Piedemonte-Alta-Parche y Montaña-Alta-Geométrico las unidades con mayor probabilidad de presencia de este motor.

Curvas de respuesta relativa individual

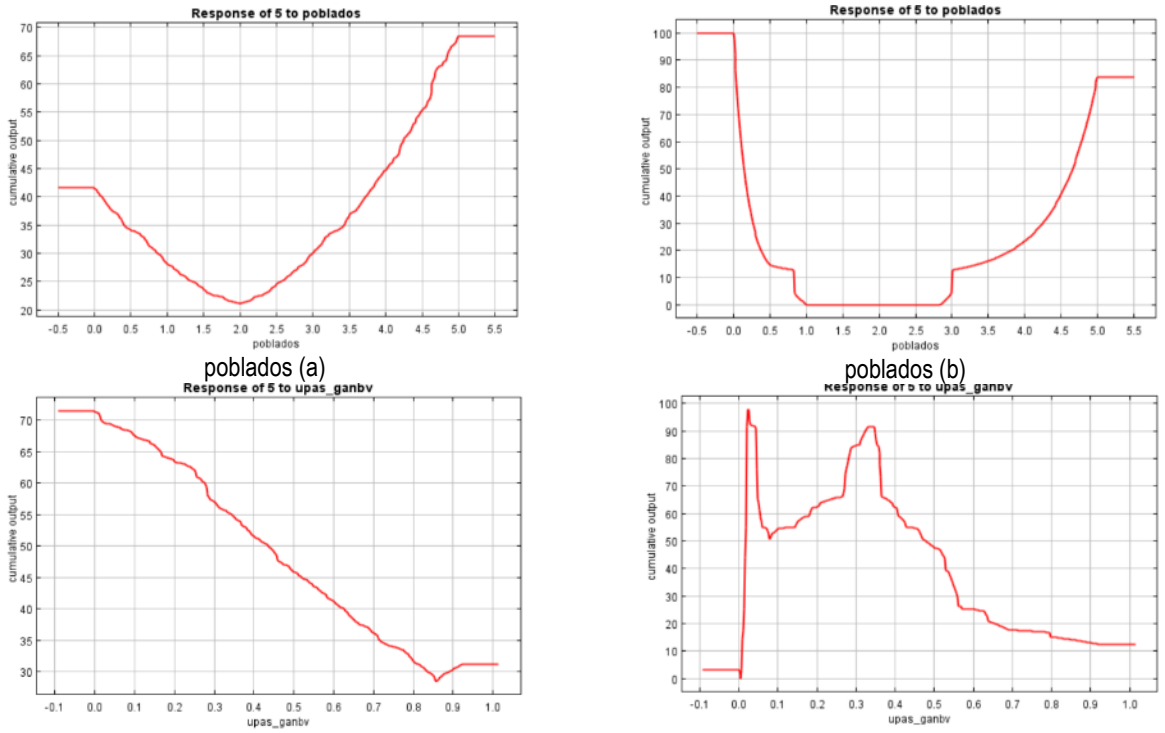


Unidad (a)

Curvas de respuesta de dependencia



Unidad (b)



poblados (a) poblados (b)

upas_ganbv (a) upas_ganbv (b)

Figura 4.40. Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial. Fuente: Resultados modelo en Maxent

La variable poblados presenta una probabilidad de presencia de este motor que varía tanto en la medición individual, como cuando se evalúa en conjunto con todas las variables. Así, en el primer caso, entre las zonas lejanas, correspondientes a los menores valores de transformación del paisaje asociados (1) y próximas, con valores medios de transformación asociados (3), la probabilidad disminuye para luego crecer progresivamente hacia las zonas adyacentes en donde la presencia de estos elementos se asocia a los mayores niveles de transformación del paisaje (en la Figura poblados (a)). En el segundo caso, (poblados (b) en la Figura), tiene valores bajos de probabilidad de presencia en zonas lejanas y próximas, con valores de transformación bajas (1) y media(3), los cuales llegan a su máximo (80%) en las zonas adyacentes donde se espera tengan mayor influencia en las dinámicas de transformación del paisaje .

La variable upas_ganbv (porcentaje de UPAS con ganado bovino), la probabilidad de presencia del motor cuando la variable se analiza de manera individual (upas_ganbv (a) en la Figura), va disminuyendo a medida que se acerca al 100%, mientras que cuando se evalúa en conjunto con las demás variables presenta un comportamiento atípico, con disminución hasta el 10%, para luego ir creciendo hasta el 35%, punto a partir del cual va disminuyendo la probabilidad de presencia del motor cuando la variable se acerca al 100% (upas_ganbv (b) en la Figura).

Con los resultados de la prueba de "navaja" (Figura 4.41), se tiene una aproximación de la importancia de las diferentes variables en el modelo de probabilidad de presencia espacial de este motor. En primer lugar, se encuentra que la variable ambiental con mayor ganancia, es unidad cuando se usa de forma aislada, dado que cuenta con la información más útil por sí misma (ver la figura denotada con (a)). Le sigue la variable poblados. Los datos son muy similares cuando se utiliza la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, lo que se aprecia en la misma Figura en su parte (b), donde unidad sigue teniendo importancia, a la que sigue poblados. Cuando se usa el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) para evaluar las variables, la variable unidad es de principal importancia, pues puede explicar el modelo con la información que contiene, seguida de poblados y vías, lo que se aprecia en esta misma Figura en su parte (c).

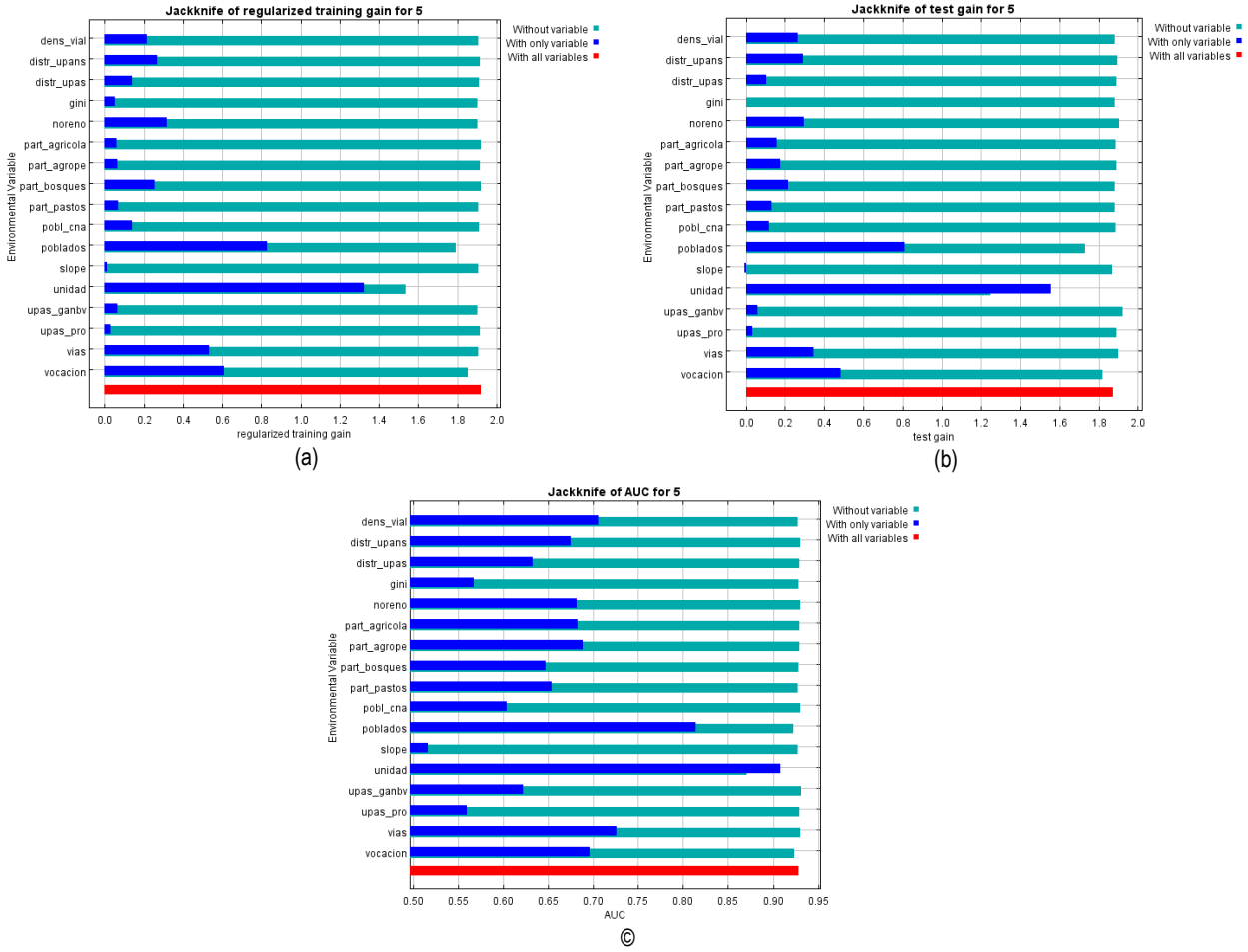


Figura 4.41. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor expansión de la ganadería. Fuente: Resultados modelo en Maxent

4.2.2.3.6. Incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito

Los cultivos de uso ilícito de la coca han permanecido en el territorio amazónico desde la década de los 80. Pese a las diferentes medidas para acabar con el negocio del narcotráfico, en el que el cultivo y procesamiento primario de la hoja de coca es el primer eslabón de la cadena, estos presentan diferentes ciclos de descenso y ascenso, sin que se logre el objetivo buscado. En la Figura 4.42 se presentan las causas directas y subyacentes, así como los agentes de este motor de fragmentación. Las causas se explican con los planteamientos que se detallan en los párrafos siguientes.

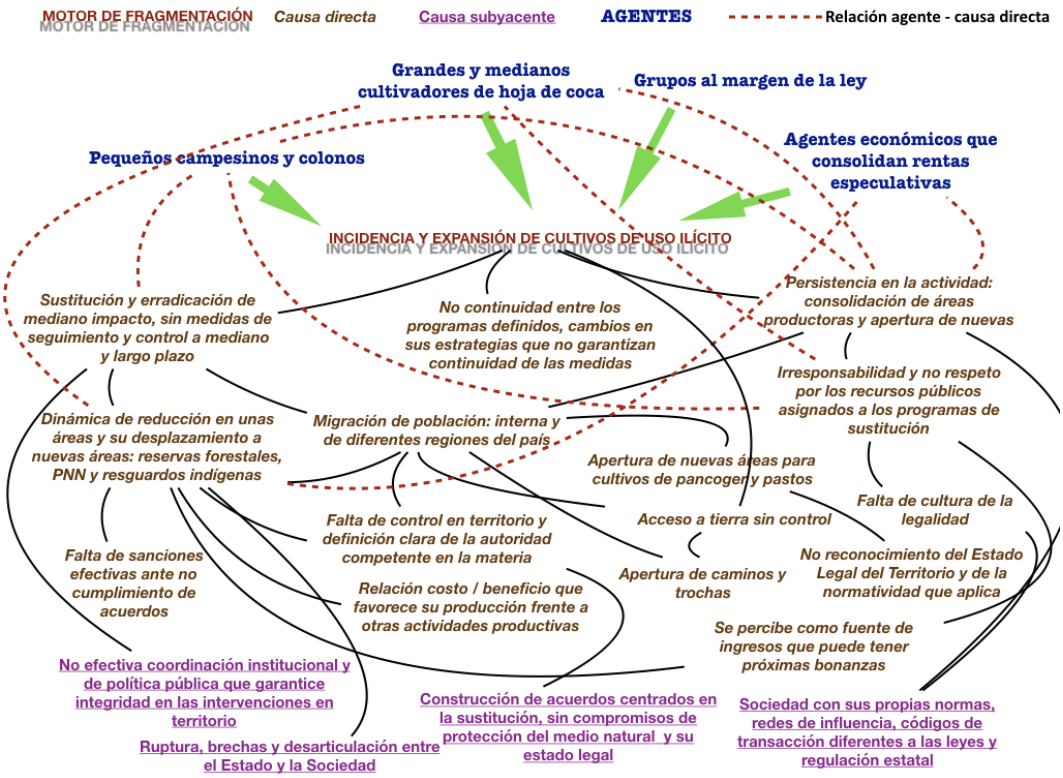


Figura 4.42. Motor de fragmentación "incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito"

"*La presencia de cultivos ilícitos ha sido significativa principalmente en los municipios de Puerto Asís (Putumayo), Miraflores, San José del Guaviare, El Retorno (Guaviare) Puerto Rico, Vistahermosa (Meta) y Puerto Leguízamo (Putumayo), donde se concentró el 46% del área reportada entre 2005-2010 y el 51% de la misma en 2010- 2014, con ubicación a lo largo de los ríos San Miguel, Putumayo, Piñuña Blanco, Guamuez y en inmediaciones de los ríos Losada y Guayabero (dentro del Parque Nacional Natural Tinigua)*." (GIZ, 2015)

En los departamentos de Meta y Guaviare, la evolución del cultivo puede observarse en la Tabla 4.55, que muestra como las áreas sembradas presentan una tendencia variable, con aumentos y descensos motivados por varias razones: la variación en los precios, la erradicación e interdicción y la sustitución voluntaria. En estos departamentos se persiste con la siembra de este cultivo, es así como el área sembrada en el 2008 es muy

similar a la de 2016, siendo esta última ligeramente superior. Tal como se desprende de los datos de la Tabla 4.58 en el departamento del Guaviare las áreas sembradas son superiores a las Meta, sin embargo en ambos casos, después de la disminución del cultivo hasta 2012, este vuelve a crecer a partir de 2013, presentado su mayor valor en 2016, en ambos casos.

Tabla 4.55. Cultivos de coca en los departamentos de Meta y Guaviare. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017)

DEPARTAMENTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Guaviare	6.629	8.660	5.701	6.839	3.851	4.725	5.658	5.423	6.838
Meta	5.525	4.469	3.008	3.040	2.699	2.898	5.042	5.002	5.464
Total	12.154	13.129	8.709	9.879	6.550	7.623	10.700	10.425	12.302
Tendencia anual	-38%	8%	-34%	13%	-34%	16%	40%	-3%	18%

La densidad y distribución del cultivo en los departamentos de Meta y Guaviare, muestran “concentraciones en Tomachipán (afectando a Miraflores y San José del Guaviare), Charras y el perímetro del Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena. En 2016, sigue consolidándose el núcleo de expansión entre Meta y Caquetá; que termina dando continuidad a las dos regiones afectadas por coca. Este núcleo de expansión compromete a los centros poblados de Campoalegre (San Vicente del Caguán - Caquetá) y La Sombra (La Macarena – Meta) (UNODC, 2017).

Los municipios más afectados en el Meta son La Macarena, en el área de influencia de la cabecera municipal y en el centro poblado La Sombra, Puerto Rico (Meta), en particular las áreas de Barranco Colorado y Puerto Toledo, y en Vistahermosa, donde persisten núcleos de coca asociados al centro poblado de Caño Amarillo. En el Guaviare, el municipio más afectado es Miraflores, donde los cultivos de coca están asociados principalmente a los centros poblados de Barranquillita y Las Pavas-Caño Tigre (UNODC, 2017).

Un ejemplo de la forma como se fragmenta el paisaje por causa de este motor en estos departamentos se puede observar en la Figura 4.43. Es de tener en cuenta que la fragmentación del paisaje para el establecimiento de cultivos de uso ilícito de hoja de coca se manifiesta de manera directa, en el área en la que se establece el cultivo, y de manera indirecta, en la fragmentación que está asociada al cultivo de hoja de coca y su procesamiento primario, dado que además del cultivo de hoja de coca, se realiza apertura del bosque para establecer cultivos de pan coger y pastos.



Figura 4.43. Cultivos de coca en el sur del Meta, baja y media fragmentación con patrón parche. Tomada de: (UNODC, 2017)

En Caquetá – Putumayo se encuentran el 24% de los cultivos de coca del país. En estos dos departamentos el comportamiento del área sembrada de descensos y ascensos que dependen de las mismas circunstancias mencionadas para el caso de Meta-Guaviare. Es así como en 2001 fueron identificadas 61.636 hectáreas, para pasar a 7.363 en 2010 (Tabla 4.56), área más baja alcanzada, sin embargo, las áreas sembradas se han incrementado en 4,7 veces, alcanzando las 34.505 hectáreas en 2016.

Tabla 4.56. Cultivos de coca en los departamentos de Putumayo y Caquetá. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017)

DEPARTAMENTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Putumayo	9.658	5.633	4.785	9.951	6.148	7.667	13.609	20.068	25.162
Caquetá	4.303	3.985	2.578	3.327	3.695	4.322	6.542	7.712	9.343
Total	13.961	9.618	7.363	13.278	9.843	11.989	20.151	27.780	34.505
Tendencia anual	-34%	-30%	-23%	80%	-26%	22%	68%	38%	24%

El comportamiento anterior se explica por la influencia que tiene la dinámica de la frontera sur en el departamento de Putumayo. Los municipios más afectados en el caso del Putumayo son Puerto Asís junto con el centro poblado de Puerto Vega, San Miguel junto con el centro poblado La Dorada y Valle del Guamuez con el centro poblado Jordán de Guisía, que acumulan el 61% de la coca del departamento. En el caso del Caquetá, los cultivos tienen la tendencia a estar dispersos, siendo afectada La Montañita donde los cultivos están asociados principalmente a los centros poblados de San Isidro, La Unión Peneya y Mateguadua; y Solano donde están asociados a Puerto Tejada y Danubio (UNODC, 2017). En lo que respecta a los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía, se reportaron 286 hectáreas de cultivos de hoja de coca en 2016 (Tabla 4.57), "58% más de lo detectado en 2015 pero el 8% de lo detectado en 2001, el punto más alto de la serie histórica" (UNODC, 2017).

Tabla 4.57. Cultivos de coca en los departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía. 2008-2016 (hectáreas). Fuente: (UNODC, 2017)

DEPARTAMENTO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Amazonas	836	312	338	122	98	110	173	111	167
Vaupés	557	395	721	277	254	184	109	33	97
Guainía	625	606	446	318	301	81	66	37	22
Total	2.018	1.313	1.505	717	653	375	348	181	286
Tendencia anual	37%	-35%	15%	-52%	-9%	-43%	-7%	-48%	58%

Según UNODC (2017), en Guainía el cultivo de hoja ha venido en descenso, mientras que en Amazonas y Vaupés se registran incrementos vinculados a las expansiones en Putumayo – Caquetá y Meta – Guaviare, respectivamente, encontrándose los principales núcleos asociados a los centros poblados de Puerto Alegría en Amazonas y Carurú en Vaupés.

Además de las causas analizadas y su expresión en el territorio, se encuentra la efectividad de las medidas de sustitución y erradicación que se explican de la siguiente manera por (UNODC, 2017): primero, "Ante las expectativas generadas en el proceso de paz, los bajos niveles de información de la población rural facilitaron la dispersión de un mensaje contrario a la intención del Gobierno Nacional, consistente en que sólo habría apoyo estatal para aquellas familias que tuviesen cultivos de coca, ya que los incentivos económicos para los programas de sustitución llegarían sólo a estos núcleos familiares. Lo anterior tuvo como efecto un aumento en el número de familias interesadas en la siembra de cultivos ilícitos de coca, bajo el supuesto de que esta actividad les produciría un apoyo estatal en el futuro." Segundo, el aumento de la protesta social organizada para la contención de las acciones de erradicación manual forzosa, lo que ha tenido un impacto sobre la operatividad de las medidas de interdicción de las autoridades en algunas zonas, viéndose limitada la acción de erradicación. Tercero, los productores de cultivos ilícitos perciben una reducción general del riesgo de pérdida económica debida a las acciones de control de la oferta, por las medidas que se toman desde el Gobierno para su control.

Por último, "el surgimiento reciente de organizaciones comunitarias representantes de los productores de cultivos ilícitos, las cuales han acogido a cultivadores de coca a fin de lograr su inclusión en la implementación local de los acuerdos de paz. Estas organizaciones buscan ejercer un rol de intermediación entre los productores agropecuarios con coca y las autoridades regionales y nacionales que representan las instituciones que van a implementar las estrategias del acuerdo de paz en el territorio, para el impulso de los programas de sustitución de cultivos". (Ibídem) Además, están la falta de una cultura de legalidad, la irresponsabilidad con el recurso público, la falta de control en el territorio y la carencia de sanciones efectivas, así como la migración de población para abrir nuevas áreas.

4.2.2.3.6.1. Espacialización de motor de fragmentación incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito

Con base en los datos de la UNODC del monitoreo de cultivos de uso ilícito se elaboró el modelamiento en Maxent de presencia y posibilidad de presencia de este tipo de cultivos, el resultado puede verse en la Figura 4.44.

Las variables de mayor importancia por su contribución al modelo espacial se presentan en la Tabla 4.58. Las variables que aportan un 87% a la probabilidad de presencia del motor son vías (distancia a las vías), poblados (distancia a centros poblados), upas_ganbv (porcentaje de UPAS con ganado bovino), unidad y vocación (de

uso según IGAC). De acuerdo a la permutación de importancia, las variables de mayor contribución (77%) a la probabilidad de presencia del motor son: poblados (distancia a centros poblados), upas_ganbv (porcentaje de UPAS con ganado bovino), vías (distancia a las vías), Gini (coeficiente de Gini tierras) y unidad.

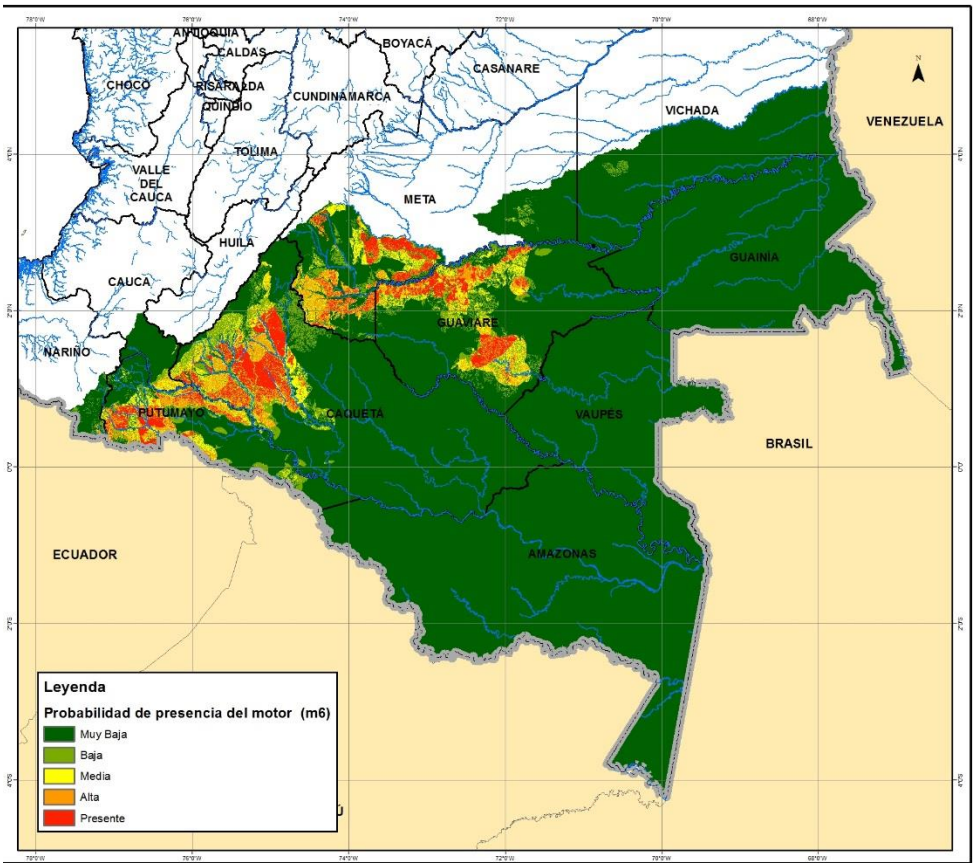


Figura 4.44. Expresión espacial del motor de fragmentación incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito

Tabla 4.58. Contribuciones relativas de las variables ambientales para el motor incidencia y expansión de los cultivos de uso ilícito. Fuente: resultados del modelamiento espacial en Maxent

VARIABLE	PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN	VARIABLE	PERMUTACIÓN DE IMPORTANCIA
Vías	46,9	Poblados	24,3
Poblados	14,2	Upas_ganbv	18,8
Upas_ganbv	11,8	Vías	18,2
Unidad	10,8	Gini	8,5
Vocacion	3,2	Unidad	6,9

Las curvas de respuesta de estas variables pueden observarse en la Figura 4.45. La probabilidad de presencia es mayor en la medida que disminuye la distancia a las vías (incrementándose los valores de transformación del paisaje asociados 1, 3 y 5), a los centros urbanos y aumenta el porcentaje de UPAS con ganado bovino (figuras nombradas con (a)), en caso que la valoración es individual. Las unidades que tienen mayor

probabilidad de presencia de cultivos de uso ilícito son Piedemonte-Alta-Parche, Piedemonte-Baja-Difuso, Lomerio-Alta-Geometrico, Aluvial-Alta-Geometrico/parche, Aluvial-Baja-Isla y Lomerio-Baja-Isla. Las unidades Lomerío-Alta-Geométrico, Piedemonte-Alta-Parche, Montaña-Alta-Geométrico, Aluvial-Alta-Geométrico/parche y Piedemonte-Media-Geométrico, son las que tienen mayor probabilidad de presencia, cuando las variables se analizan en conjunto.

Allí donde la densidad del cultivo es mayor a 8 hectáreas, tiende a predominar la fragmentación alta y el patrón geométrico/ parche, en tanto donde la densidad está entre 2 y 4 hectáreas tiene fragmentación media con un patrón de parche (Figura 4.45). Cuando la densidad del cultivo es menor a 2 hectáreas la fragmentación es baja con patrón isla. La preferencia del establecimiento de los cultivos de uso ilícito a lo largo de caños y ríos obedece a que estos brindan el acceso a los centros y puntos de comercialización de la pasta de coca y a la relativa facilidad para la entrada de insumos para el manejo del cultivo y el procesamiento primario de la hoja de coca, para producir la pasta de coca. Este cultivo y sus actividades asociadas tienen fuerte incidencia en el Putumayo, con predominio de los cultivos mayores de 8 hectáreas.

Curvas de respuesta relativa individual

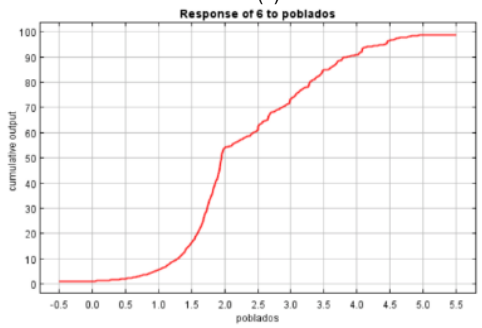


vías (a)

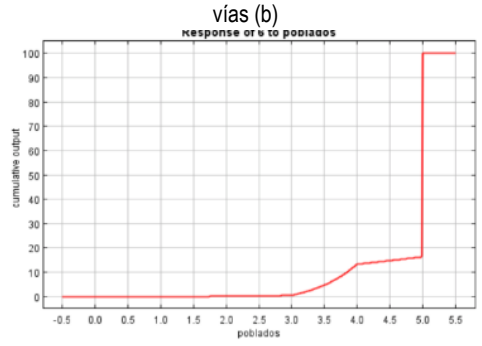
Curvas de respuesta de dependencia



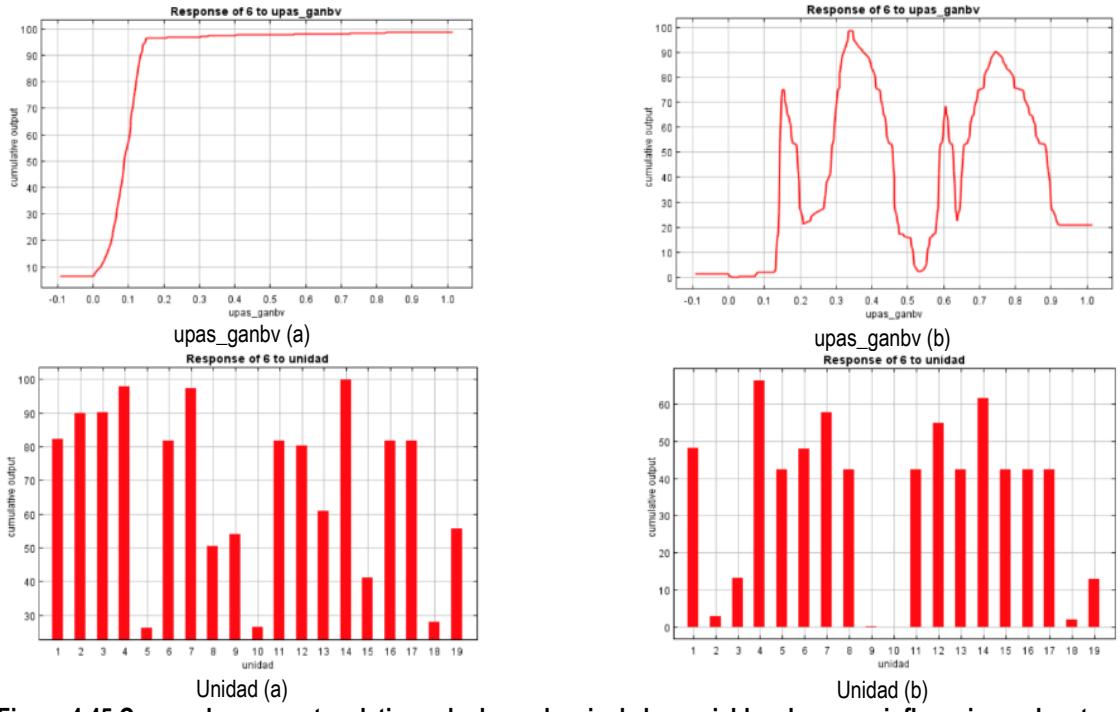
vías (b)



poblados (a)



poblados (b)



upas_ganbv (a) upas_ganbv (b)

Unidad (a) Unidad (b)

Figura 4.45 Curvas de respuesta relativa y de dependencia de las variables de mayor influencia en el motor apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial. Fuente: Resultados modelo en Maxent

Tomando los resultados de la prueba de "navaja" (Figura 4.46), se encuentra la importancia de las diferentes variables en el modelo de probabilidad de presencia espacial de este motor, donde se resalta el caso de vías, poblados y part_bosques (participación del área en bosques en las UPAS) que aportan la mayor ganancia, cuando se evalúan de manera aislada, teniendo cada una de ellas información útil por sí misma (ver en la figura las denotadas con (a)). Cuando se tiene en cuenta las variables evaluadas con la ganancia de prueba en lugar de la ganancia de entrenamiento, denotadas en la Figura con la letra (b), resaltan por su importancia vías, poblados y dist_upas (número de UPAS por entidad territorial local). En la Figura, en su parte © se encuentran los resultados cuando se usa el área bajo la curva (AUC, por su sigla en inglés) para evaluar las variables. En este resultado la variable dist_upas es una de las de mayor importancia, pues puede explicar el modelo con la información que contiene, seguida de algunas variables asociadas al uso del suelo, caso part_bosques.

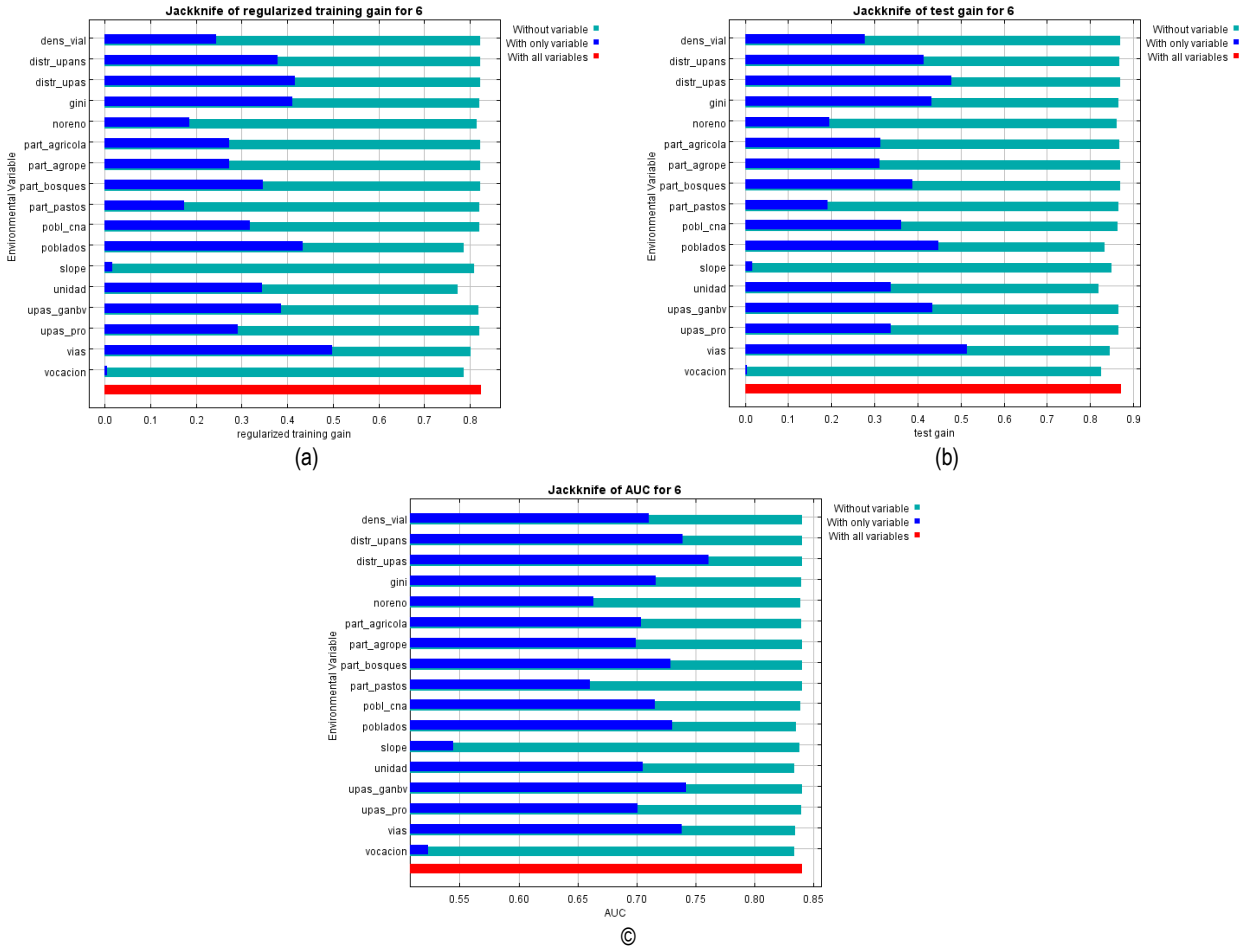


Figura 4.46. Resultados de la Prueba de Importancia de las variables utilizadas para el motor incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito. Fuente: Resultados modelo en Maxent

4.2.2.4. Análisis de correlaciones existentes entre los motores de fragmentación

Como se señaló en ocasiones anteriores, los motores de fragmentación del paisaje regional interactúan en el territorio y generar impactos sinérgicos, estos últimos pocas veces considerados en los estudios de impacto sobre la biodiversidad o de impactos ambientales por proyectos de desarrollo. Las interacciones existentes y la sinergia generada puede ser apreciada de mejor manera en la medida en que se establece la correlación existente entre los motores de fragmentación en cada una de las unidades espaciales de análisis definidas en el presente proyecto (unidad del paisaje-tipo de fragmentación-patrón de fragmentación).

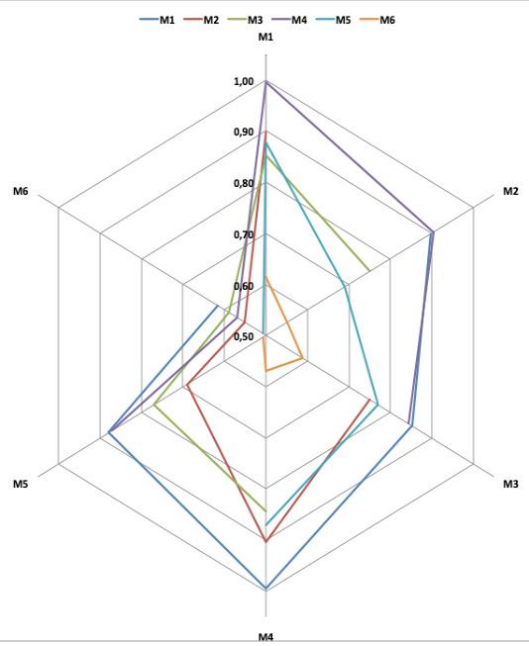
Es de recordar que los seis motores de fragmentación caracterizados son:

M1: Concentración de la tierra
M2: Expansión de la frontera agrícola

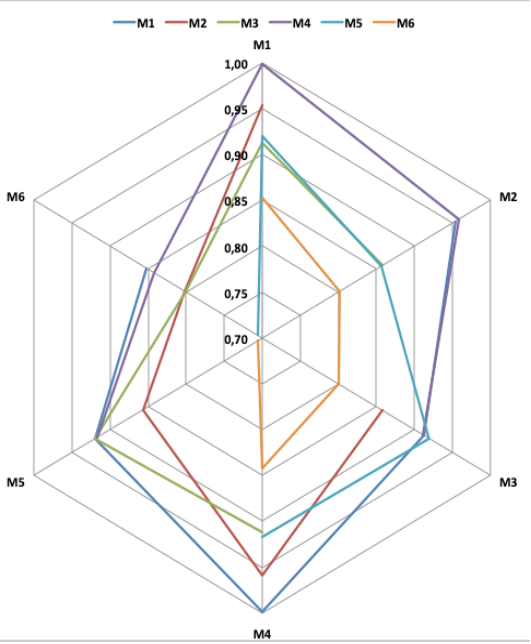
M3: Exploración y explotación de recursos minero-energétivos
M4: Expansión de la ganadería
M5: Apertura, ampliación, construcción y mejoramiento de la red vial
M6: Incidencia y expansión del cultivo de uso ilícito de coca

En los siguientes apartados se hará alusión a la sigla asignada a cada uno (M1, M2…).

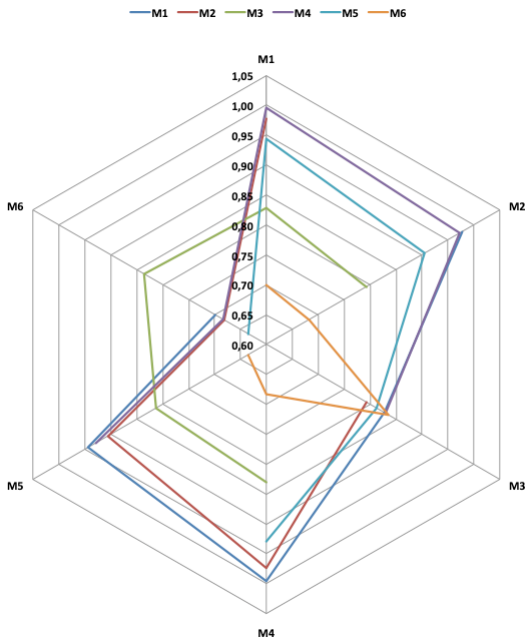
En el paisaje regional, partiendo del **gran paisaje de montaña**, se presentan tres casos de fragmentación, saber: montaña-media-parche, montaña-baja-isla y montaña-alta-geométrico. En el primer caso, el M6 es el que presenta la menor correlación con los demás motores, siendo la más baja con el M5. El M1 por su parte, tiene una baja correlación con el M6, en tanto que la correlación con los demás motores es superior a 0,85. El M2 tiene su mayor correlación con el M4 (Figura 4.47).



Montaña-media-parche



Montaña-baja-isla

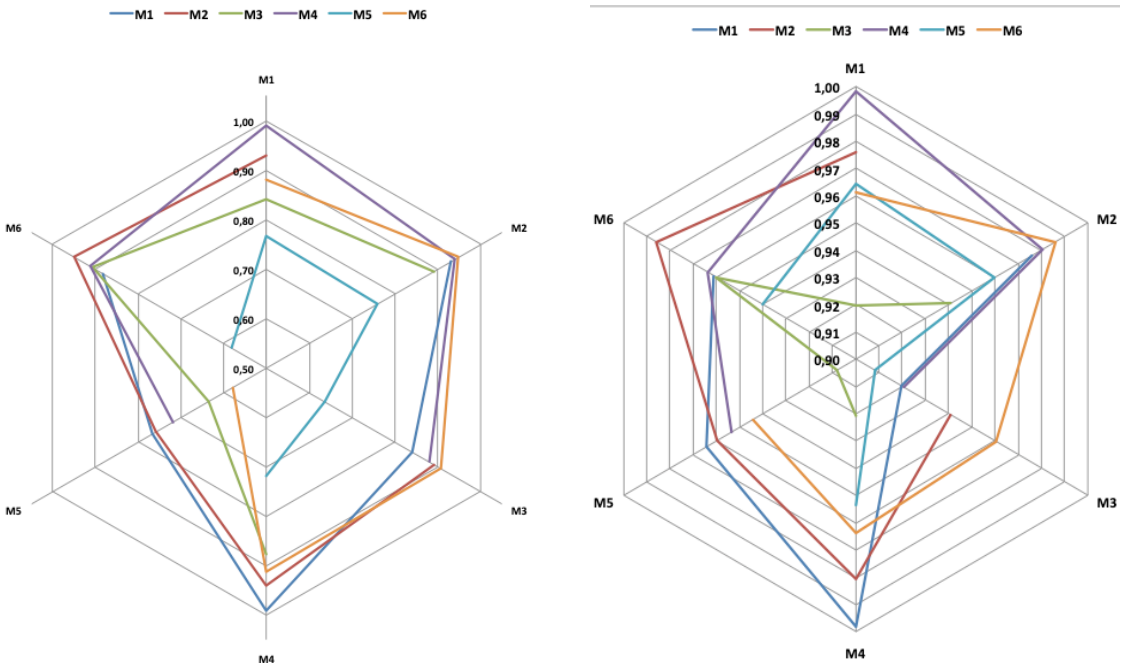


Montaña-alta-geométrico

Figura 4.47. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de montaña

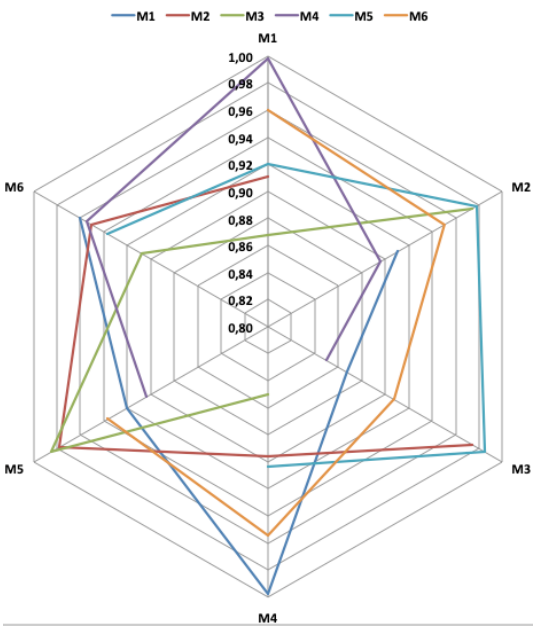
En esta misma Figura se observa que en el caso de la unidad montaña-baja-isla, nuevamente el M6 es el que tiene los menores valores relativos de correlación, alcanzando el mayor valor con el M1, mientras que la correlación de los demás motores alcanza valores superiores a 0,85; es llamativo el caso de la relación existente entre el M1 y el M4 que llega a 1,0. En el caso de la unidad montaña-alta-geométrico, si bien el M6 presenta un comportamiento diferente, se nota la estrecha correlación con el M3, que alcanza el valor de 0,85, a la vez que el M1 y el M4 vuelven a presentar la mayor correlación con valor de 1,0, seguidos del M2 y el M4 con 0,97.

En el caso del **paisaje de piedemonte**, se presentan tres casos de fragmentación: piedemonte-media-geométrico, piedemonte-baja-difuso y piedemonte-alta-parche. Las correlaciones entre motores en cada caso pueden observarse en la Figura 4.48. En la primera unidad (**piedemonte-media-geométrico**) se encuentra que la correlación existente entre el M6 y el M5 es muy baja, en tanto que la existente entre el M1 y el M5 es muy alta (0,99), así como la estrecha correlación entre el M6 y los M1 a M4, superior a 0,85. De otra parte, el M5 presenta bajas correlaciones relativas repecto de los demás motores, mientras que el M1 tiene correlaciones más altas con los restantes.



Piedemonte-media-geométrico

Piedemonte-baja-difuso

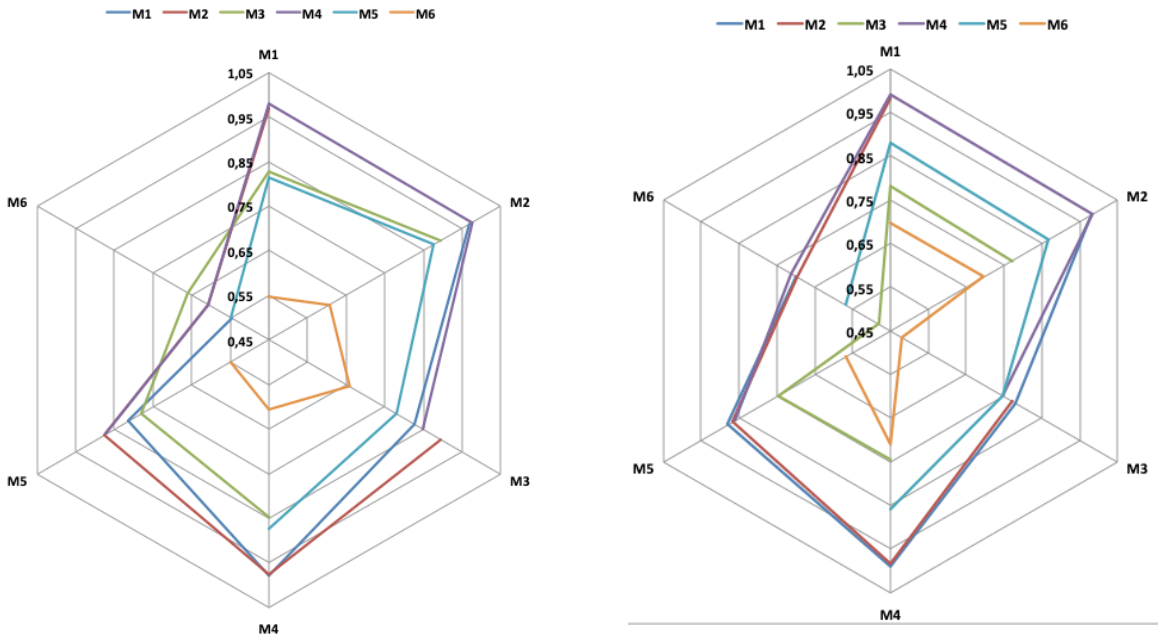


Piedemonte-alta-parche

Figura 4.48. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de piedemonte

En la unidad **piedemonte-baja-difuso** las correlaciones entre los diferentes motores siempre es superior a 0,91, alcanzando la total correlación entre los motores M1 y M4. Las correlaciones varían en el caso de la unidad piedemonte-alta-parche, si bien se mantiene el mismo comportamiento de estrecha correlación entre los motores M1 y M4, donde el M6 logra alta correlación con los demás motores, mientras que el M4 presenta un comportamiento variable en la relación con los demás, si bien siempre es superior a 0,9.

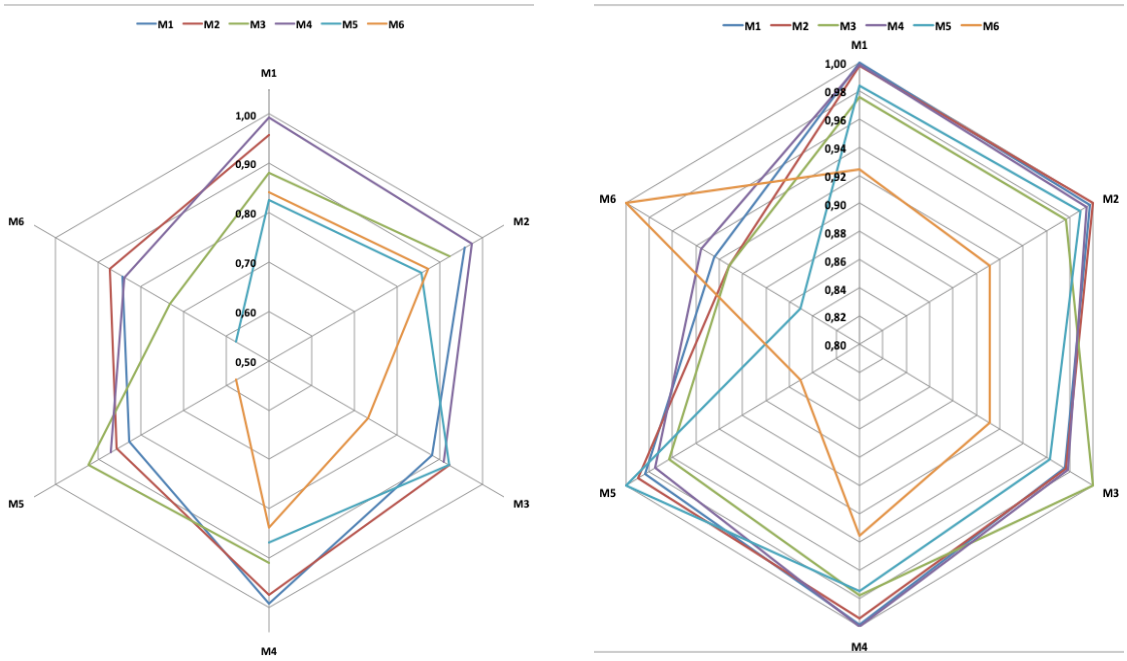
La **unidad fisiográfica de peniplanicie**, se presentan dos unidades según tipo y patrón de fragmentación: Peniplanicie-baja-isla y peniplanicie-alta-geométrico. La correlación entre los motores de fragmentación en estas dos unidades puede observarse en la Figura 4.49. En ambas unidades, las correlaciones más bajas corresponden al M6, si bien en el segundo caso tiene un comportamiento variable, siendo superiores los valores en los motores M1, M2 y M4. Al igual que en el caso del piedemonte, la correlación entre el M1 y M4 se mantiene cercana a 1,0, en las dos unidades de fragmentación en peniplanicie. El M5 tiene valores relativamente bajos de correlación tanto en peniplanicie-baja-isla (0,78), como en peniplanicie-alta-geométrico (0,75) con el M3. El M2 tiene valores de correlación superiores a 0,85 con los motores M1, M3, M4 y M5, en la primera unidad, y superiores a 0,77 en la segunda unidad, con estos mismos motores. Por su parte, el M3 tiene valores relativamente altos en la correlación con M1, M2 y M4, en la primera unidad, siendo ligeramente inferiores en la segunda unidad.



Peniplanicie-baja-isla **Peniplanicie-alta-geométrico**

Figura 4.49. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de peniplanicie

En la **unidad fisiográfica de Macizo** se encuentran dos unidades de fragmentación: macizo-baja-difuso y macizo-alta-geométrico (Figura 4.50). En ambas unidades, el M1 y el M4 tienen una muy alta correlación y el M6 tiene bajas correlaciones con el M5, si bien sus valores son diferentes y relativamente bajos repecto de las correlaciones existentes con los demás motores.

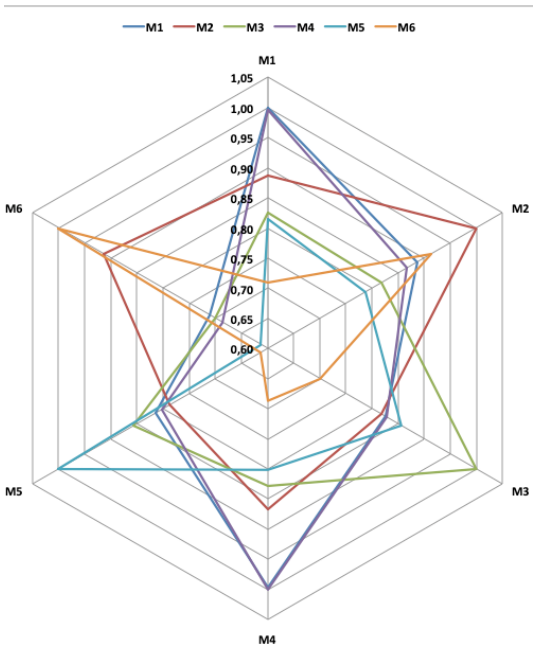


Macizo-baja-difuso **Macizo-alta-geométrico**

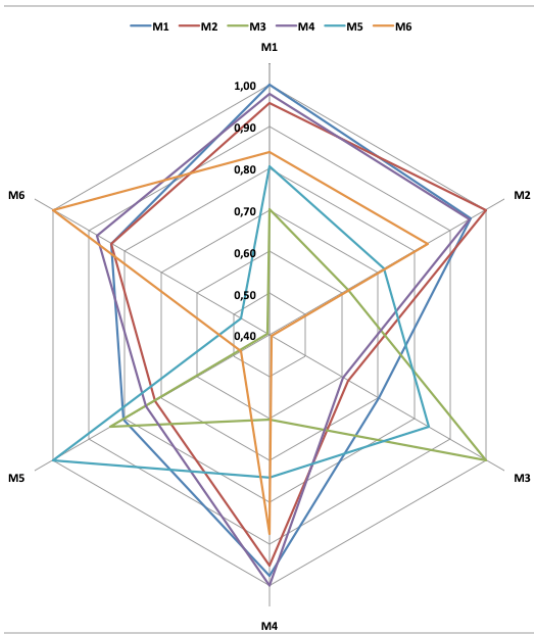
Figura 4.50. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de macizo

En general, los valores de correlación son altos entre los diferentes motores, en la segunda unidad; si bien en la primera unidad también son relativamente altos, presentan un comportamiento distinto.

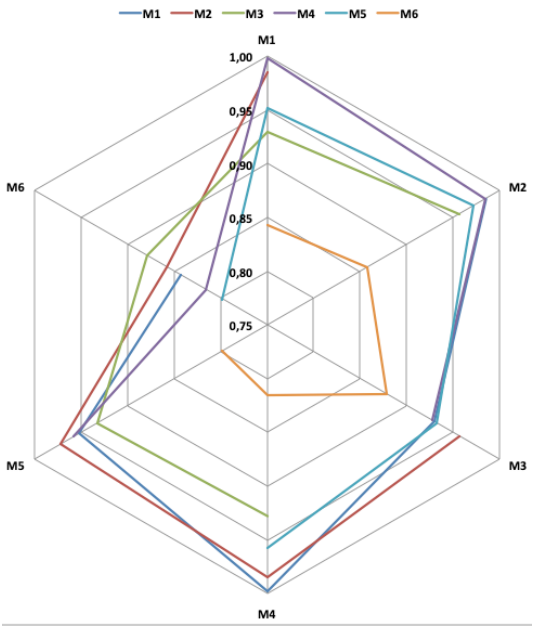
La **unidad fisiográfica lomerío** cuenta con tres unidades de fragmentación: lomerío-media-parche, lomerío-baja-isla y lomerío-alta-geométrica cuyos valores de correlación de motores para cada caso se encuentra en la Figura 4.51, donde se aprecia la variación de las correlaciones existentes entre los motores de fragmentación según cada unidad. Como se desprende de la Figura, la estrecha correlación existente entre los motores M1 y M4 se mantiene en este caso, en las tres unidades, donde solo varía entre 0,98 y 1,0. La relación del M6 con los demás motores en cada unidad es variable, es así como en lomerío-media-parche alcanza la mayor correlación con el M2 y la más baja con el M5, mientras que en lomerío-baja-isla la correlación es relativamente alta con M1, M2 y M4, siendo muy baja con M3 y M5. En el lomerío-alta-geométrico se alcanzan los mayores valores en todas las correlaciones entre motores, excepción hecha del M6 que se aleja de este comportamiento.



Lomerío-media-parche



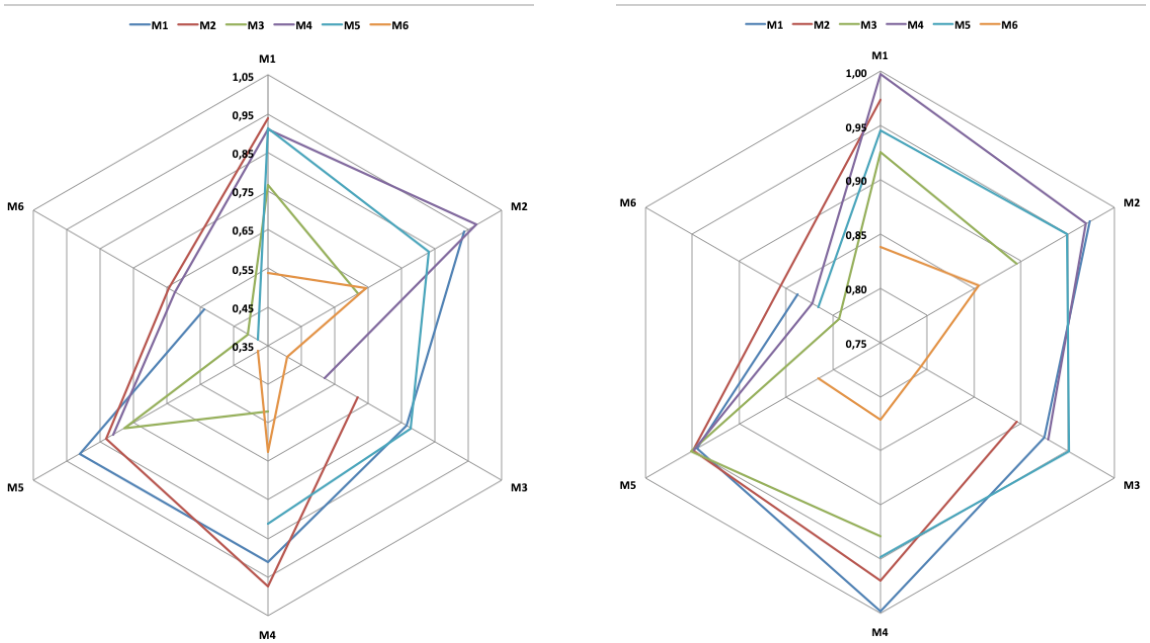
Lomerío-baja-isla



Lomerío-alta-geométrica

Figura 4.51. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de lomerío

En la **unidad fisiográfica de planicie aluvial** se presentan dos unidades de fragmentación: aluvial-baja-isla y aluvial-alta-geométrico-parche en las cuales se presentan comportamientos diferenciados en las correlaciones existentes entre motores de fragmentación (Figura 4.52).

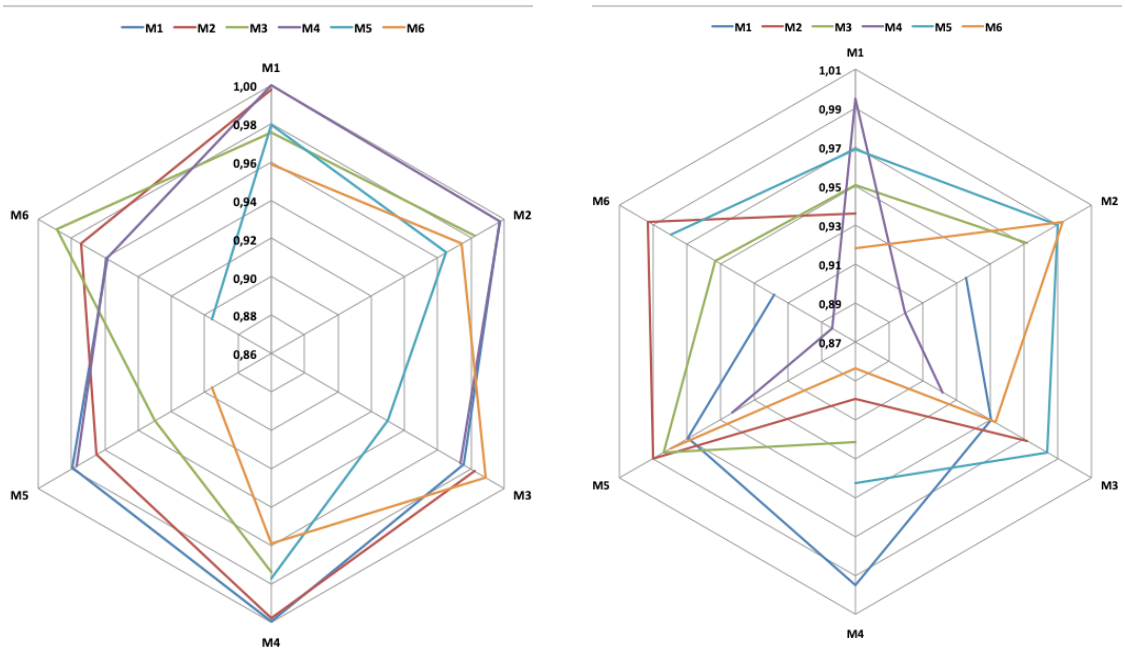


Aluvial-baja-isla **Aluvial-alta-geométrico-parche**

Figura 42.5. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de planicie aluvial

La unidad fisiográfica altiplanicie tiene dos unidades de fragmentación: altiplanicie-baja-isla, altiplanicie-baja-geométrico, las que presentan comportamientos diferenciados en las correlaciones existentes entre motores. Mientras que en la primera unidad el M6 tiene una muy alta correlación con el M3 y muy baja con el M5, en la segunda unidad presenta una muy alta correlación con el M2 y muy baja con el M4. El M5, por su parte, tiene una baja correlación relativa con el M3, mientras que en la segunda unidad la baja correlación relativa se presenta con al M4 (Figura 4.53).

La primera unidad (altiplanicie-baja-isla) presenta correlaciones muy altas entre los motores de fragmentación, pues varían entre 0,90 y 1,0. La segunda unidad, por su parte, presenta correlaciones que varían entre 0,88 y 1.0, llamando la atención la correlación existente entre el M4 y el M2, que es relativamente baja, al igual que la correlación existente entre el M4 y el M6. Al igual que en las unidades fisiográficas anteriores, la correlación entre los motores M1 y M4 es muy estrecha, con valor cercano a 1,0.

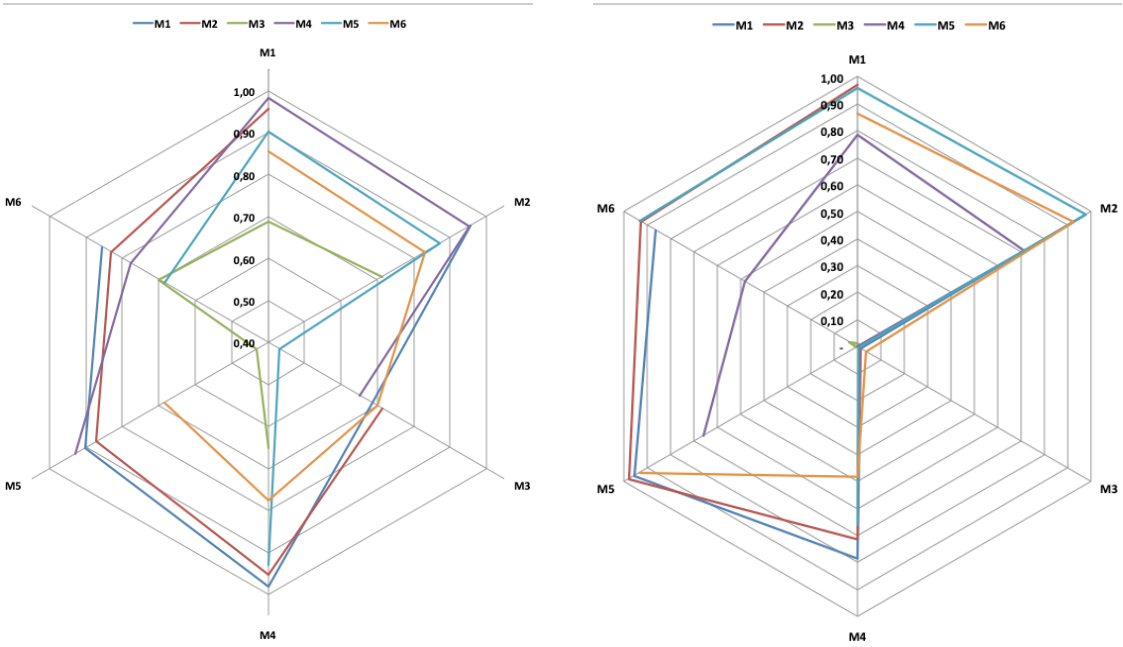


Altiplanicie-baja-isla **Altiplanicie-baja-geométrico**

Figura 4.53. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de altiplanicie

La **unidad fisiográfica altillanura** tiene dos unidades de fragmentación: altillanura-baja-isla y altillanura-alta-geométrico. En estas dos unidades la correlación entre el M1 y el M4 se mantiene muy alta, como en los casos anteriores (ver Figura 4.54). En la primera unidad, el M5 tiene menor correlación con el M3 (0,43), mientras que el M6 tiene correlaciones medias (entre 0,68 y 0,86) con los motores restantes, siendo más alta con el M1 (0,86), en tanto el M4 tiene una baja correlación con el M3.

El M3 tiene un comportamiento diferente en las dos unidades, mientras que en la primera las correlaciones con los M1 y M2 son medias (0,61 y 0,71, en su orden) en la segunda unidad estas correlaciones con estos mismos motores alcanzan valores muy bajos (0,01 y 0,04, en su orden); igual comportamiento tienen las correlaciones entre los motores M6, M5 y M4, que alcanzan valores cercanos a 0,0 con el M3, mientras que alcanzan valores muy altos con el M2 (entre 0,91 y 1,0).



Altillanura-baja-isla **Altillanura-alta-geométrico**

Figura 4.54. Correlaciones entre motores de fragmentación en el paisaje de altillanura

4.2.2.5. Impactos generados en el medio por los procesos de fragmentación.

Siguiendo los aspectos conceptuales planteados en la metodología, se identificaron dos grandes grupos de impactos: a) aquellos que tienen efectos sobre el medio biofísico y b) los que afectan el medio socioeconómico. Estos se presentan a continuación.

4.2.2.5.1. Impactos identificados en el componente biofísico

La pérdida y la fragmentación de ecosistemas generan diferentes consecuencias sobre las características biofísicas que componen un territorio. El efecto más notorio que tiene la fragmentación de ecosistemas es el cambio en la configuración de los patrones del paisaje, pues la misma dinámica de los eventos de fragmentación generan tres grandes cambios principales: la reducción en área de coberturas naturales, el aumento de fragmentos y el aislamiento entre estos. En la medida que aumenta la transformación de los ecosistemas, el cambio de dichos patrones espaciales empieza a ser más evidente hasta llegar a generar paisajes seminaturales, agropecuarios, suburbanos y urbanos (Bennet, 1998).

La disminución del área de las coberturas naturales, genera para la vida silvestre una reducción de su hábitat que conlleva a varias consecuencias para las especies; desde la disminución en su población, en el conflicto con espacios antrópicos, hasta la extinción. A medida que va disminuyendo el área total de vegetación natural, se produce un cambio en el equilibrio de los procesos ecológicos que moldean la estructura y función de comunidades bióticas en fragmentos. (Saunders y cols.; Haila y cols. 1993b). Muchos procesos ecosistémicos también se ven afectados en paisajes fragmentados. Los patrones de precipitaciones, las tasas de infiltración

de suelos, deslizamientos e inundaciones, el almacenamiento de carbono, son todos sensibles a la cantidad de la cobertura natural.

En procesos avanzados de la fragmentación el número de parches aumenta significativamente, generando espacios más pequeños, en donde van quedando pocos remanentes de coberturas naturales con áreas realmente grandes, que contengan zonas núcleos importantes para el desarrollo de distintos procesos topológicos intrínsecos que se dan dentro de los ecosistemas. Las áreas grandes de coberturas naturales son muy importantes, se ha demostrado una correlación positiva con el tamaño y la diversidad en la vegetación y en la fauna, la probabilidad de que se encuentren hábitats raros o especializados, la riqueza de especies de plantas y animales, el tamaño de las poblaciones y la sostenibilidad de regímenes de perturbación natural. Este último aspecto es de relevante importancia, pues de aquí el mantenimiento de regímenes naturales de perturbación es particularmente importante para la viabilidad a largo plazo de parques nacionales y reservas de conservación (Pickett y Thomson 1978; Baker 1992).

Tres son las explicaciones que se han propuesto para evidenciar esta correlación que existe entre el tamaño y la riqueza de especies (Connor y McCoy 1979):

- Un fragmento pequeño contiene una muestra más pequeña del hábitat original, y, en consecuencia, es probable que tenga una muestra de una gama más limitada de fauna que un área más grande.
- Al disminuir el área suele darse una diversidad menor de hábitats que los animales pueden ocupar y, en consecuencia, la cantidad de especies puede reflejar la diversidad de hábitat disponible.
- Las áreas más pequeñas en general sustentan tamaños más pequeños de población y, por lo tanto, menos especies están en condiciones de mantener poblaciones viables que en un tramo grande.

El aumento en el número de parches naturales, implica un mayor borde de coberturas naturales en contacto con espacios antrópicos. Este aspecto de adyacencia, genera fragmentos muchos más vulnerables a su desaparición debido a que las actividades humanas generan fragmentos más sinuosos, con poca capacidad para su mantenimiento y recuperación a desastres naturales o antrópicos. En las zonas transicionales entre espacios naturales y trasformados, especialmente con áreas destinadas al manejo agropecuario, se ha reportado que el ganado pastorea en fragmentos naturales, dejando bosques sin estratos herbáceos y arbustivos, en donde el principal elemento natural es el estrato arbóreo, lo que genera fragmentos más vulnerables con bajas capacidades de resiliencia (Bennet,1998).

Una cantidad cada vez mayor de estudios ha documentado una serie de cambios, tanto en los procesos físicos como en los biológicos, que se dan en los bordes. Estos abarcan cambios en condiciones microclimáticas (velocidad del viento, temperatura, humedad, radiación solar), cambios en la situación de nutrientes de los suelos y en otras propiedades de los suelos, invasión y competencia de parte de organismos en tierras circundantes, niveles elevados de depredación y parasitismo e incursión y perturbación humanas (Lovejoy y cols. 1986; Angelstam 1992; Hobbs 1993a; Scougall y cols. 1993; Young y Mitchell 1994).

El aislamiento entre coberturas naturales, es otro patrón del paisaje que cambia significativamente conforme aumentan los procesos de fragmentación. Este fenómeno de distanciamiento entre elementos naturales, trae serias consecuencias sobre aspectos biofísicos. La conectividad ecológica, es el principal atributo de la biodiversidad que se ve alterado, los procesos ecosistémicos que son sensibles a efectos de aislamiento son los que dependen de algún vector para la transmisión a través del paisaje. La dispersión de semillas, la

polinización de plantas, las relaciones depredador-presa y la dispersión de parásitos y enfermedades, son ejemplos de procesos que pueden verse muy perturbados debido al aislamiento si sus vectores animales no pueden desplazarse fácilmente por el paisaje (Bennet,1998).

La composición de hábitats y de ecosistemas es otra consecuencia muy marcada de la fragmentación. Como se ha demostrado, los procesos de fragmentación están asociados a zonas con suelos más fértiles y en áreas de más fácil acceso y con menos pendiente, lo que restringe la composición de fauna y flora. Con el tiempo, se empiezan a evidenciar áreas sobrerepresentadas y áreas en donde ya se está perdiendo la composición y los ecosistemas iniciales. Este aspecto implica una planificación importante para la creación de diferentes estrategias de conservación, en donde se incluyan áreas poco representadas, que por la general serán las más fragmentadas (Bennet, 1998).

Los procesos ecológicos se ven significativamente alterados o modificados por consecuencia de la fragmentación de ecosistemas. Para mencionar algunos de los procesos a los cuales se les ha documentado mayor afectación por parte de la fragmentación, son; las relaciones depredador-presa, interacciones competitivas, dispersión de semillas, polinización de plantas, ciclos de nutrientes, y mantenimiento de mosaicos de sucesiones por perturbaciones. Gran parte de las afectaciones, se deben por lo general, a las influencias provenientes de los ambientes que rodeas a los parches naturales (Bennet, 1998).

La dispersión de semillas es un proceso ecológico fundamental que se ha visto afectado al verse alteradas las especies clave que tienen la función de dispersoras. La pérdida en ambientes fragmentados de animales que desempeñan un papel clave en la polinización o dispersión de semillas tendrá efectos negativos en la situación de numerosas especies de plantas y esta disminución, a su vez, puede tener efectos ecosistémicos diversos en todo el ecosistema (Bennet,1998).

La relación depredador-presa, se ha visto afectada en zonas de alta fragmentación ecosistémica, pues por lo general los grandes depredadores necesitan de parches grandes con zonas núcleo importantes y bastante conectadas, por consecuencia el efecto de la fragmentación generan una desaparición de dichas especies, lo que ocasiona alteraciones y aumentos significativos en las especies presas. Los fragmentos pequeños, generan la desaparición de muchas especies especialistas, lo que desencadena efectos sobre el ciclo de nutrientes y el parasitismo entre otros. Se ha reportado que en Brasil en fragmentos pequeños, se ha aumentado la reducción de los escarabajos de estiércol, lo cual trae una disminución en la tasa de nutrientes del suelo (Klein 1989).

La pérdida y fragmentación de ecosistemas están generan cambios a nivel global, pues la reducción de coberturas naturales sumando a todas las actividades antrópicas que generan un efecto invernadero, producen un cambio en la temperatura mundial que trae diferentes consecuencia sobre el entorno biofísico (Uribe Botero, 2015).

Entre otros se deben mencionar:

- Cambios en la estabilidad y sobrevivencia de poblaciones de reptiles como resultado de aumentos en la temperatura. Así por ejemplo, en el caso de las tortugas, la temperatura ambiente durante la fase de incubación de los huevos determina la proporción de sexos al nacer; y el desarrollo embrionario y el tamaño de los caimanes son afectados por la temperatura. Se prevé que dados los aumentos previstos de temperatura, a partir del año 2080 algunas especies de cocodrilos solamente producirán machos (BIOMARCC, 2013).

- Cambios en la distribución geográfica de algunas especies como consecuencia de cambios en la distribución de las lluvias. Así por ejemplo, se ha detectado que la riqueza de especies de aves como los colibríes crece con el aumento en la precipitación; y viceversa (Barrantes et al. 2011; Barrantes, 2009; Fuchs et al. 2010).
- Cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora cuyos ciclos de vida dependen del regular funcionamiento de cuerpos de agua cuya dinámica se vería afectada por aumentos en la variabilidad climática y por cambios en la disponibilidad de agua. Lo anterior sería particularmente evidente en las zonas áridas y semiáridas de la región. En todo caso, es factible también que los efectos no siempre sean negativos, y que algunas especies vean aumentado el tamaño de sus poblaciones (IPCC, 2007).
- Afectación de la dinámica de poblaciones que habitan ecosistemas de alta montaña (paramos, lagunas y boques alto andinos) que podrían verse afectadas por los cambios hidrológicos que resulten como consecuencia de la perdida y retirada de glaciares (IPCC, 2007).

4.2.2.5.2. Impactos identificados en el medio socioeconómico

Los principales impactos generados por los motores de fragmentación en el medio socioeconómico son:

Cambios en la estructura del territorio y por tanto sobre el funcionamiento de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos: Con la fragmentación se generan cambios en la estructura del territorio y en el funcionamiento de los ecosistemas, alterando la capacidad de brindar servicios ecosistémicos. La pérdida de ecosistemas, pérdida de biodiversidad y con ellos la pérdida de una serie de servicios ecosistémicos y variación climática local, que se traduce en incrementos de temperatura y disminución de lluvias, se deben a los motores de fragmentación "concentración de la propiedad de la tierra" en la Amazonia que se consolida mediante actividades productivas que propician el funcionamiento del motor "ampliación de la ganadería extensiva" y el establecimiento de cultivos comerciales empresariales y agroindustriales. Como se aprecia se asocian dos motores de fragmentación a este fenómeno, por lo regular de alta fragmentación con un patrón geométrico. La pérdida continua de ecosistemas naturales contribuye al cambio climático global, dada la pérdida o deterioro de funciones ecosistémicas como regulación hídrica, fijación de carbono y regulación de temperatura.

Ruptura en el funcionamiento del conjunto del territorio: Con los cambios en la estructura del paisaje territorial, se presenta la alteración y ruptura del funcionamiento del territorio en su conjunto, no se trata solamente de la pérdida de coberturas y el cambio en el uso del suelo. Cuando se fragmenta el territorio, se alteran sus funciones ecosistémicas y con ello se deteriora los servicios ecosistémicos, en diferente grado, según el tipo de fragmentación y el patrón que lo acompaña. Esto ocurre con mayor énfasis en aquellas áreas con alta fragmentación con patrón geométrico, con el motor "expansión de la ganadería". La continua fragmentación de ecosistemas, a partir de apertura de parches para ampliar la frontera agrícola, tiene impactos en los servicios ecosistémicos, en la biodiversidad y en una serie de funciones ecosistémicas que posibilitan la integridad del territorio. (Uribe Botero, 2015)

Afectación de sistemas de producción agropecuaria (tradicional, forestal, pesca artesanal y comercial, entre otros): Ello ocurre en particular en aquellos paisajes con media fragmentación con patrones parche e isla, cuya característica es contar con límites tanto graduales como abruptos entre cobertura natural y antrópica, en los que es usual la separación y utilización de sólo uno o dos componentes del ecosistema natural. Ejemplo de ello es la extracción de madera, la transformación de sabanas naturales para ganadería, palma africana o

arroz, y las áreas a las que se les extraen sus recursos minerales y metales. "*En general, a este nivel de fragmentación, se mantiene algún grado de conectividad lo cual permite a estos ecosistemas modificados que puedan seguir existiendo sin que se perturben completamente o se pierda su estructura, función y biodiversidad*". (SER, 2008)

Cuando la conectividad se pierde o se disminuye significativamente, los ecosistemas no pueden proveer los bienes y servicios que soportan los niveles naturales de biodiversidad, caso los servicios de aprovisionamiento y regulación, fundamentales para la producción agropecuaria. A su vez, el incremento de sistemas productivos a costa de los ecosistemas naturales puede implicar conflictos humano - fauna nativa que resulte en procesos de matanza con impactos a escala poblacional y en la productividad. Estos impactos son generados por los motores "expansión de la frontera agrícola", "incidencia y ampliación de los cultivos de uso ilícito" y "exploración y explotación de recursos minero-energéticos".

Disminución de la fertilidad y estructura física del suelo: Con ello disminución de la productividad y el rendimiento de cultivos de autoconsumo y de cultivos de tipo comercial (ej. palma africana); cultivos como maíz, soya y los pastos, se ven sometidos además a los cambios estacionales climáticos que significan incrementos previstos de temperatura o de pluviosidad, afectando de manera positiva o negativa su rendimiento, según el fenómeno climático.

Con la fragmentación del paisaje, independientemente del tipo y patrón de fragmentación, se presenta alteración de los procesos de formación y mantenimiento de suelos (erosión), disminución en la recarga de los mantos acuíferos que mantienen su estructura y alteración de los ciclos biogeoquímicos, entre otros procesos que generan el deterioro del suelo (Andrade & Castro, 2012). Esta situación es más grave en aquellas zonas de alta fragmentación, en las cuales predomina la ganadería extensiva, sin ningún tipo de manejo con prácticas de conservación de suelos.

Afectación de las economías rurales y en los hábitos tradicionales de las culturas indígenas: Ello ocurre como consecuencia de la alteración generada por el cambio climático sobre sus sistemas productivos (Uribe Botero, 2015).

Los servicios ecosistémicos tanto de aprovisionamiento y regulación, como los culturales, provistos por ecosistemas saludables, son críticos para la sostenibilidad de la vida. "*Existe gran preocupación global sobre cómo alcanzar una seguridad alimentaria y de suministro de agua, cómo asegurar una buena calidad del aire y de los suelos, cómo proteger y conservar la biodiversidad y cómo producir suficiente energía para satisfacer nuestras necesidades crecientes…*" (SER, 2008)

"*Los sistemas rurales tradicionales, basados en la interrelación entre prácticas culturales y un ambiente natural especifico, dependen de y a su vez generan numerosos servicios ambientales cuya garantía depende de la continuidad funcional de los ecosistemas que los forman*" (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2009). Para persistir, es preciso garantizar la conectividad entre los elementos del ecosistema: atributos funcionales, niveles altos de biodiversidad, el intercambio de especies entre áreas cultivadas y no cultivadas, y la resiliencia, entendida como la capacidad del ecosistema para reponerse tras una perturbación. Lo anterior es posible si se garantiza la pervivencia de las prácticas culturales tradicionales producto del conocimiento tradicional de manejo y uso del territorio amazónico.

La alteración de la estructura del paisaje, de los tipos de coberturas presentes implica la pérdida de referentes culturales. Estos son impactos generados por los motores "expansión de la frontera agrícola", "incidencia y ampliación de los cultivos de uso ilícito" y "exploración y explotación de recursos minero-energéticos".

Afectación de los flujos de bienes y servicios ecosistémicos por pérdida de especies y el deterioro de los ecosistemas, debidos además a los cambios en el clima a nivel local y regional: Esto debido a los cambios, desplazamientos o la extinción local de poblaciones de especies polinizadoras y de controladores biológicos de plagas y enfermedades (Ibídem). Cuando la cobertura boscosa disminuye, se genera una reducción de la precipitación a escala regional y local, impacto que es significativo en áreas extensas que se encuentran cubiertas de ecosistemas naturales, como el caso de la cuenca Amazonia, "*en donde al menos el 50% de la precipitación tiene su origen en la evapotranspiración proveniente de la misma cuenca. En esta región, el impacto del cambio climático sobre los ecosistemas podría llevar a una reducción del 20% de la precipitación y a un aumento de 2°C de la temperatura de la superficie*" (IPCC, 2007). Con lo anterior se generan discontinuidades en los procesos ecológicos (p. ej., flujos de nutrientes, transferencias de energía e intercambio de genes) "*que impiden o alteran el flujo de bienes y servicios con el consecuente detrimento de la salud de los ecosistemas y el bienestar de los humanos*" (IPCC, 2007).

Pérdida de conectividad ecológica por los procesos de urbanización y dotación de infraestructura vial: La fragmentación debida a procesos de urbanización y construcción de redes de conectividad vial bloquea corredores ecológicos, "*fragmentando hábitats y poblaciones, a veces de modo crítico, convirtiéndose en barreras para la conectividad*" (Andrade & Castro, 2012). Las ciudades ribereñas, comunes en la Amazonia, reducen la vegetación de ribera y someten las orillas de los ríos (cuando el río se utiliza como vía de navegación), "*a un estrés que limita fuertemente su capacidad de conexión entre espacios naturales alejados*" (Andrade & Castro, 2012).

A medida que se incrementa el suelo urbano, se generan enlaces viales que poco a poco sobrecargan el territorio, generando grandes barreras infranqueables para muchas especies, dividiendo así las poblaciones naturales de forma permanente. "*La situación se vuelve crítica en el entorno de las ciudades, a las que llegan múltiples vías de comunicación y en las que los cierres de las propiedades y el proceso de humanización dificultan, de forma progresiva, la conectividad ecológica del territorio*". (Andrade & Castro, 2012).

Además los cascos urbanos medianos y grandes "*favorecen la pérdida de hábitats, la fragmentación y distintos tipos de perturbaciones que uniformizan las comunidades, acogen la presencia de especies invasoras y exóticas, elevan las temperaturas y alteran la química del aire, modifican los ciclos de nutrientes y la hidrología local, producen cambios en la producción primaria, la competencia y la depredación y generan varios tipos de alteraciones ambientales, por ejemplo las molestias o los niveles de ruido*". (Andrade & Castro, 2012).

4.2.2.5.3. La fragmentación y la interacción de impactos ambientales (ecológicos y socioeconómicos)

Diferentes autores reconocen las capacidades de la Amazonia en su estado natural, debido a que guarda una estrecha interrelación con los denominados tres océanos: el bosque (océano verde), la atmósfera (océano gaseoso) y los mares (océano azul). El primero, se relaciona con el océano gaseoso de la atmósfera, con la que intercambia gases, agua y energía, y con océano azul, fuente primaria del recurso hídrico y repositorio final de éste, que irriga el continente (Nobre, 2014). Según este autor, hay cinco "misterios" que explican las funciones ecosistémicas del bosque amazónico y su relación con el futuro climático de la gran región amazónica o pan-amazonia. Estos son:

- Capacidad del bosque natural de mantener húmedo el aire en movimiento. Esta característica permite llevar lluvia a áreas continentales alejadas de los océanos. Los árboles juegan un rol fundamental al transferir grandes volúmenes de agua del suelo a la atmósfera, a través de la evapotranspiración.
- Formación de lluvias abundantes en aire limpio. Los árboles "emiten sustancias volátiles, precursoras de "Semillas" que ayudan en la condensación del vapor del agua, cuya eficiencia en la nucleación de las nubes resulta en lluvias abundantes y benignas".
- Supervivencia de la selva amazónica ante los grandes eventos climáticos y "su formidable capacidad de mantener un ciclo hidrológico benéfico, incluso en condiciones externas desfavorables". Ello gracias a la denominada bomba biótica de humedad, motor del ciclo hidrológico en tierra. Esta garantiza "la transpiración abundante de los árboles, y una condensación muy potente en la formación de nubes y lluvias –mayor que en los océanos contiguos –, lleva a una disminución de la presión atmosférica sobre el bosque, que aspira el aire húmedo del océano hacia dentro del continente, garantizando las lluvias en cualquier circunstancia".
- Evita que la porción meridional de América del Sur, al este de los Andes, sea desértica, como si sucede en la misma latitud al oeste de los Andes. "El bosque amazónico no sólo mantiene el aire húmedo para sí mismo, sino que exporta ríos aéreos de vapor que transportan el agua necesaria para las abundantes lluvias que irrigan regiones distantes en el verano hemisférico".
- Evita el fomento y generación de fenómenos atmosféricos como huracanes y cambios extremos climáticos, por la región amazónica y los océanos próximos. Esta característica es resumida por el autor de la siguiente manera: "*La atenuación de la violencia atmosférica se explica, de un lado, por el efecto dosificador, distribuidor y disipador de la energía de los vientos que ejerce el dosel del bosque con su rugosidad y, del otro, por la aceleración horizontal a gran escala de los vientos en la atmósfera baja, promovida por la bomba biótica, impidiendo la formación de huracanes y similares. La condensación espacialmente uniforme sobre el dosel forestal impide la concentración de energía de los vientos en torbellinos destructivos, mientras el agotamiento de la humedad atmosférica, retirada del océano, priva a las tormentas de su alimento (vapor de agua) en las regiones oceánicas adyacentes a los grandes bosques*".

Así, con estos beneficios, la selva amazónica es un aliado fundamental de las actividades humanas que requieren agua para garantizar su supervivencia. La lluvia, en la medida adecuada, favorece el clima y la protección a eventos extremos, de igual forma, suministra el agua a los suelos para que estos conserven su estructura y función.

Los motores de fragmentación interrumpen las funciones mencionadas, en particular los motores expansión de la ganadería y la expansión de la frontera agrícola, que se basan en la sustitución total de los ecosistemas naturales por coberturas homogéneas, que no cumplen las mismas funciones ecosistémicas, si bien continúan suministrando beneficios a la población.

El motor de fragmentación incidencia y ampliación de los cultivos de uso ilícito, continua propiciando la fragmentación y la apertura de nuevas áreas, que posteriormente serán incorporadas a la frontera agrícola, con la subsecuente pérdida de biodiversidad y de algunos de los servicios ecosistémicos, caso recurso hídrico, que se viene deteriorando cada vez que se fragmentan y sustituyen los ecosistemas naturales.

4.2.2.6. Estrategias de manejo propuestas para detener o desarticular los motores de fragmentación identificados.

Las estrategias de manejo para detener o desarticular los motores de fragmentación se basan en la revisión de los diferentes instrumentos de política relacionados con la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el cambio climático, así como las estrategias diseñadas por diferentes actores para el control de la deforestación.

Los principales elementos que sobresalen de la documentación revisada se relacionan con la necesidad de adelantar los siguientes pasos:

- Generar conocimiento e información sobre los socioecosistemas y la afectación asociada a la fragmentación del paisaje
- Difundir, socializar el conocimiento y la información sobre la fragmentación del paisaje y sus impactos
- Desarrollar estrategias de formación en el conocimiento de los ecosistemas de la región amazónico, su funcionamiento, los servicios ecosistémicos y los impactos que se generan cuando se fragmenta el paisaje
- Evaluar el impacto de las acciones definidas en diferentes instrumentos de planificación y ordenamiento ambiental y territorial
- Evaluar el impactos de las estrategias y acciones que se están llevando a cabo en materia de manejo de bosques, control de la deforestación y adaptación a cambio climático
- Diseñar estrategias para detener y neutralizar los motores de fragmentación del paisaje, teniendo en cuenta lo anterior.

4.2.2.6.1. Políticas e instrumentos

4.2.2.6.1.1. Política Nacional de Cambio Climático

Tiene como objetivo general “Incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climá- tico y permita aprovechar las oportunidades que el cambio climático general”.

Esta política cuenta con la Línea Estratégica de Manejo y Conservación de Ecosistemas y sus Servicios Ecosistémicos para el Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al clima. Sus líneas de acción son:

- Evaluar y fortalecer la capacidad institucional de las autoridades ambientales para garantizar una acción oportuna y de calidad para atender los objetivos de esta estrategia.
- Fortalecer la gobernanza forestal para prevenir la deforestación y degradación forestal.
- Promover la conservación y restauración de ecosistemas terrestres y marino-costeros que proveen servicios ambientales que favorezcan la adaptación al cambio climático de los sistemas socioeconómicos (por ejemplo, los servicios de regulación hídrica y protección contra inundaciones) y avanzar en el desarrollo de medidas de adaptación basadas en ecosistemas.

- Incorporar los escenarios de impacto del cambio climático en la gestión del manejo, conservación y restauración de los ecosistemas terrestres y marino-costeros prioritarios por su vulnerabilidad, incluyendo la relacionada con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y sus zonas de amortiguación. (MADS, 2018)

Las estrategias nacionales para la gestión del cambio climático son Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono –ECDBC y ENREDD. La primera trata del Programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo que pretende desligar el crecimiento económico nacional del crecimiento de las emisiones de GEI, logrando maximizar la carbono-eficiencia de la actividad económica del país y contribuyendo al desarrollo social y económico nacional. La segunda, es la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitada, que pretende reducir las emisiones de dióxido de carbono producidas por la deforestación y degradación de los bosques y, a su vez, conservar y mejorar los servicios que prestan los bosques y el desarrollo de las comunidades que los habitan o dependen de estos.

Las estrategias para la adaptación al cambio climático en Colombia son:

- Gestión del conocimiento sobre el cambio climático y sus impactos potenciales.
- Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación ambiental, territorial y sectorial.
- Promover la transformación del desarrollo para la resiliencia al cambio climático.

4.2.2.6.1.2. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques

Esta estrategia tiene como propósito central controlar las causas de la pérdida forestal y proponer un manejo sostenible de estos.

- Manejo comunitario del territorio, modos de vida y economías diferenciadas basadas en el bosque natural.
- Acción integrada para el cierre de la frontera agropecuaria y transformación de la economía forestal.
- Gestión trans-sectorial del ordenamiento ambiental y territorial.
- Monitoreo y control permanente.
- Creación de herramientas legales, financieras e institucionales.

4.2.2.6.1.3. Políticas internacionales

Política de conservación de la biodiversidad

Colombia, mediante la Ley 165 de 1994, se hizo parte del Convenio de Diversidad Biológica. El CDB tiene los siguientes objetivos:

- Conservación de la biodiversidad.
- Uso sostenible de la biodiversidad.
- Participación justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de la biodiversidad.

Esta política plantea que en lugar de comparar los objetivos de conservación con los objetivos de desarrollo, la decisión debe buscar lograr un equilibrio entre la conservación y la utilización sostenible para lograr soluciones económicamente viables y social y ecológicamente sostenibles.

Recogiendo los principios de esta política puede decirse que en la neutralización de los motores de fragmentación del paisaje, "por tratarse de un fenómeno que compromete los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ecosistémicos, se deberá abordar el enfoque por ecosistemas es una estrategia para la ordenación integrada de la tierra y los recursos hídricos y vivos. Según esta política, "la aplicación del enfoque por ecosistemas ayudará a alcanzar un equilibrio de los tres objetivos del Convenio: conservación, utilización sostenible y participación justa y equitativa en los beneficios que se derivan de la utilización de los recursos genéticos. Además, el enfoque por ecosistemas ha sido reconocido por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible como un instrumento importante para mejorar el desarrollo sostenible y luchar contra la pobreza". (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2009)

El enfoque por ecosistemas se basa en los niveles de la organización biológica, que comprenden la estructura, los procesos, las funciones y las interacciones esenciales entre los organismos y su medio ambiente, y reconoce que los seres humanos, con su diversidad cultural, son un componente integrante de los ecosistemas. (Ibídem) Por tanto ofrece un marco integrador que permite ajustar y aplicar diferentes herramientas de manejo del paisaje, ya que incorpora tres principios fundamentales, a saber:

- "La gestión de los componentes vivos se considera al mismo tiempo que las consideraciones económicas y sociales en el nivel de la organización del ecosistema , no simplemente como foco alrededor del cual gira el manejo de especies y hábitats;
- Si se pretende que la ordenación equitativa de los recursos de tierras, hídricos y vivos sea sostenible, es preciso que se integre y funcione dentro de los límites naturales y utilice el funcionamiento natural de los ecosistemas;
- El enfoque por ecosistemas es un proceso social. Muchas comunidades interesadas deben participar a través del desarrollo de estructuras y procesos eficientes y eficaces en la adopción de decisiones y en la gestión". (Ibídem)

Este enfoque se rige por doce principios:

- **Principio 1**: La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierras, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad. Los diversos sectores de la sociedad consideran los ecosistemas en función de sus propias necesidades económicas, culturales y sociales. Tanto la diversidad cultural como la diversidad biológica son componentes centrales del enfoque por ecosistemas y esto debe tenerse en cuenta para su gestión. Se subraya la necesidad de incluir los intereses de las generaciones futuras.
- **Principio 2**: La gestión debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo. Este principio de subsidiariedad es bien conocido; la experiencia práctica acentúa la necesidad de contar con un mecanismo para coordinar las decisiones y las medidas de gestión en los diferentes niveles de organización. Así mismo, los buenos arreglos de gobierno requieren un claro sentido de las responsabilidades. Sin arreglos institucionales que apoyen y coordinen las autoridades encargados de la adopción de decisiones, su labor es inútil.

- **Principio 3**: Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas. Los efectos de las intervenciones no se hallan confinados al punto de impacto, y pueden influir en otros ecosistemas.
- **Principio 4**: Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico. Este tipo de programa de gestión de ecosistemas debería:
    - Disminuir las distorsiones del mercado que repercuten negativamente en la diversidad biológica;
    - Orientar los incentivos para promover la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica;
    - Procurar, en la medida de lo posible, incorporar los costos y los beneficios en el ecosistema de que se trate. Muchos ecosistemas proporcionan bienes y servicios valiosos y, por lo tanto, es necesario entender y manejar los ecosistemas en un contexto económico.
- **Principio 5**: A los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque por ecosistemas. La conservación y, cuando corresponda, el restablecimiento de las interacciones y procesos de los ecosistemas reviste mayor importancia para el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica que la simple protección de las especies. Dada la complejidad del funcionamiento de los ecosistemas, la gestión debe concentrarse en mantener y, en dado caso, restaurar las estructuras y los procesos ecológicos fundamentales en lugar de concentrarse sólo en especies individuales.
- **Principio 6**: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento. Existen límites respecto del nivel de exigencia que puede imponerse a un ecosistema manteniendo, al mismo tiempo, su integridad y capacidad de seguir proporcionando los bienes y servicios que ofrecen las bases para el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental.
- **Principio 7**: El enfoque por ecosistemas debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas. De no tomarse en cuenta la escala, pueden originarse discordancias entre los marcos espacial y temporal de la gestión y entre los del ecosistema que se está manejando.
- **Principio 8:** Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas. Los sistemas de gestión tienden a operar a escalas de tiempo relativamente cortas, con frecuencias menores que las escalas temporales de los cambios en los procesos de los ecosistemas.
- **Principio 9**: En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable. El cambio natural e inducido por la actividad humana en los ecosistemas es inevitable; por lo tanto, los objetivos de gestión no deben concebirse como resultados fijos sino, más bien, como el mantenimiento de procesos ecológicos naturales. Los conocimientos y prácticas tradicionales pueden permitir una mejor comprensión del cambio de los ecosistemas y ayudar a desarrollar medidas de adaptación.
- **Principio 10**: En el enfoque por ecosistemas se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración. Los recursos naturales proporcionan bienes y servicios de los cuales dependen, en última instancia, los seres humanos. En el pasado había una tendencia a administrar los componentes de la diversidad biológica en términos de protegidos o no

protegidos. Es necesario adoptar una actitud más flexible en la que la conservación y la utilización se consideren en su contexto y la totalidad de las medidas se aplique en forma integral desde los ecosistemas estrictamente protegidos a los ecosistemas de factura humana.

- **Principio 11**: En el enfoque por ecosistemas deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales. La información procedente de cualquier fuente es crítica para llegar a estrategias efectivas de gestión de los ecosistemas. El intercambio de información con todos los interesados también reviste mucha importancia.
- **Principio 12**: En el enfoque por ecosistemas deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes. La ordenación integrada de los recursos de tierras, hídricos y vivos exige una mayor comunicación y cooperación i) entre los sectores, ii) a varios niveles de gobierno (nacional, provincial, local) y iii) entre los gobiernos, la sociedad civil y los interesados directos del sector privado. Tomados de: (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2009)

Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la desertificación

En 1994 se adoptó la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Para ello, el Gobierno nacional formula el Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN), en donde se establecen lineamientos para detener la degradación de los suelos y sus consecuencias en las dimensiones ambientales, sociales y económicas. (MADS, 2018).

4.2.2.6.2. Estrategias de manejo propuestas

La principal estrategia es la restauración de las áreas afectadas por cada uno de los motores de fragmentación, con el fin de revertir la fragmentación de los ecosistemas y restablecer la conectividad de los hábitats, ecosistemas y paisajes.

Según SER Internacional la restauración como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido” y establece que “un ecosistema se ha recuperado - y está restaurado - cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin asistencia o subsidio adicional”. (SER, 2008)

El principal objetivo de la restauración ecológica es que los habitantes de un territorio, que usan sus recursos y se benefician de los servicios ecosistémicos, adelante acciones orientadas a la “auto-regeneración de los ecosistemas para que sean saludables, auto-sostenibles y que tengan algún grado de conectividad en el paisaje”. Esta perspectiva se basa en el concepto de que “la restauración ecológica se puede hacer a varias escalas, pero en la práctica toda restauración de ecosistemas debería ser realizada con una perspectiva explícita de paisaje, con el fin de asegurar interacciones e intercambios apropiados con los ecosistemas aledaños”. (Ibídem)

Los proyectos de restauración debe estar integrados a los procesos de planificación a nivel del paisaje regional o transnacional, para que se logre de manera efectiva la protección de la biodiversidad, se recupere e incremente la conectividad, se prevenga la pérdida adicional de hábitat y se estimule el desarrollo sostenible, evitando así la dicotomía entre conservación y desarrollo.

Según (SER, 2008), las estrategias de Planificación y Manejo para la Restauración Ecológica incluyen entre otros:

- La expansión y restauración, con un enfoque ecosistémico, de los hábitats núcleo de protección con el fin de mantener la diversidad y elasticidad de las especies nativas de plantas y animales,
- La eliminación de discontinuidades del paisaje de modo que se reduzcan los efectos de borde donde sea ecológicamente apropiado y que se provea hábitat y oportunidades de migración y dispersión para tantas especies como sea posible,
- La restauración de zonas de amortiguación o de transición en áreas críticas o sensibles, tales como áreas agrícolas o ecosistemas riparios,
- La restauración de corredores de fauna e islas de hábitat que sirven de puntos intermedios de paso, para asegurar el flujo adecuado dentro de la matriz del paisaje y la prevención de pérdida adicional de hábitat.

Una recomendación de SER (2008) es que las estrategias de "planificación y manejo para la restauración ecológica se pueden usar a cualquier escala, pero se debe procurar continuamente ponerlas en práctica a escalas sucesivamente más grandes. Con el fin de tratar más efectivamente el problema de la fragmentación, se debe promover que los administradores ambientales de áreas públicas y privadas adopten estas estrategias de restauración para integrarlas en el mosaico biorregional. Un enfoque biorregional integra las estrategias de Planificación y Manejo para la Restauración Ecológica con la conservación y el desarrollo sostenible de los humanos a grandes escalas, tales como cuencas hidrográficas, biorregiones y otras grandes áreas geográficas contiguas. Este enfoque representa tal vez el marco más apropiado a la escala de paisaje en el cual podemos tratar los problemas de la fragmentación de los ecosistemas".

Lo anterior, dado que es preciso entender la dinámica de las biorregiones y la forma como los hábitats y los ecosistemas están anidados en el paisaje, para entender cómo se pueden restaurar, reintegrar y reconectar correctamente.

Esta organización propone "algunos temas importantes que los gestores ambientales y los generadores de políticas deben considerar cuando ponen en práctica las estrategias de Manejo y Planificación para la Restauración Ecológica son:

- El establecimiento de metas a largo plazo que incluyan, con una clasificación del paisaje, unas especies focales y unos hitos cuantificables apropiados para los objetivos de restauración,
- El manejo de la totalidad de la matriz del paisaje, incluyendo tanto especies como ecosistemas a varias escalas temporales y espaciales,
- El uso riguroso de directrices de manejo adaptativo que incorporen eventos no anticipados y áreas de interés potencial, el uso de la experimentación con el fin de reducir los riesgos asociados con prácticas homogéneas de restauración y la integración de hábitats terrestres con acuáticos. (SER, 2008)

Cabe señalar, como reflexión final importante, que un enfoque biorregional, como es el caso del nivel regional analizado en el presente proyecto, "para reducir la fragmentación de los ecosistemas requiere la adopción de políticas concertadas de manejo de recursos que involucren a todos los actores en el proceso de toma de decisiones (p. ej. los pueblos indígenas, autoridades locales, agencias de gobierno, creadores de políticas, corporaciones, propietarios privados, etc.). Para un enfoque biorregional exitoso es esencial que haya un

sentimiento de apropiación y responsabilidad comunitaria; así como la promoción de colaboraciones entre los sectores públicos y privados, al igual que una comunicación regional y transnacional, cooperación y coordinación con respecto a la planeación, ejecución y seguimiento". (SER, 2008).

4.2.2.6.2.1. Medidas asociadas al manejo del paisaje basado en ecosistemas

Considerando las medidas diseñadas por (MADS, 2018), entre otras se pueden señalar las siguientes medidas generales, con el fin de neutralizar la fragmentación y, manejar y reducir sus impactos:

- Gestión integral de paisaje: visión integral del manejo ambiental, con participación de la población local, basada en la visión compartida del paisaje a futuro, que articula la protección y uso sostenible de los suelos y la biodiversidad en contexto de complejidad antrópica, considerando los servicios ecosistémicos que proveen beneficios a la población. Ello facilita el diálogo y la construcción de consensos.
- Restauración ecológica, entendida como el proceso de asistencia a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2008). Esta puede ser pasiva o activa, ambas procurando restaurar las condiciones originales del ecosistema. Incluye también la rehabilitación ecológica, como estrategia encaminada a la recuperación parcial del ecosistema que ha sido fragmentado. Mediante este proceso se "*restablecen algunas funciones o elementos estructurales del sitio, así como la productividad y los servicios ambientales que provee, a través de la aplicación de diferentes técnicas*" (PNGIBSE, 2012, citada por (MADS, 2018)). Incluye acciones de que propicien la regeneración, entendida como la capacidad de un ecosistema de recuperarse por sí mismo después de un disturbio.
- Reclamación o reemplazo: se reemplaza un ecosistema degradado y dañado ecológicamente generando un ecosistema productivo distinto al original, que pueda prestar los servicios que benefician a la población y unas funciones básicas para garantizar algunas funciones ecosistémicas. (MADS, 2018)
- Reforestación, referida al proceso de establecimiento inducido de vegetación. "*Comprende las etapas de planeación, obtención de semilla, producción de planta, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo*". (MADS, 2018)
- Sistema agroforestal: sistema de uso de la tierra que combina elementos de agricultura con elementos de forestería en sistemas de producción sostenibles en la misma unidad de tierra. Incluye:
    - "Agro-silvicultura: uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.
    - Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
    - Sistemas agro-silvopastoriles: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
    - Sistemas de producción forestal de multipropósito: las especies forestales se regeneran y manejan para producir no solo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje". (MADS, 2018)

A medida que las prioridades de restaurar el paisaje ganan importancia en la sociedad regional, surgen nuevas oportunidades para financiar los proyectos, por el sector privado o por coaliciones entre el sector público y el privado, así como por organizaciones del orden internacional.

4.2.2.6.2.2. Planes de ordenamiento territorial

En los Planes de Ordenamiento Territorial es fundamental diseñar y planificar la Estructura Ecológica Principal, que en los POT modernos se refiere al sistema ambiental del territorio municipal, como era planteado en la primera generación de estos instrumentos de planificación territorial. Es un eje estructural de ordenamiento ambiental, que se incorpora a los POT. Ha sido definida como "una porción del territorio que se selecciona y delimita para su protección y apropiación sostenible. Por ende, se configura en suelo de protección según lo expuesto en el artículo 35 de la Ley 388 de 1997". (MADS, 2018).

La EEP tiene los siguientes objetivos:

- Sostener y conducir los procesos ecológicos esenciales, garantizando la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en todo el territorio.
- Elevar la calidad ambiental y balancear la oferta ambiental a través del territorio en correspondencia con el poblamiento y la demanda.
- Promover la apropiación sostenible y el disfrute público de la oferta ambiental por parte de la ciudadanía. (MADS, 2018).

4.2.2.6.2.3. Gestión de conocimiento e información

Como se ha visto en el desarrollo del proyecto, la información de calidad, oportuna y pertinente es crucial para avanzar en el conocimiento, gestión, manejo y seguimiento de los fenómenos analizados (ej. desarrollo de motores de fragmentación). Por tanto, la investigación propia y la científica se constituyen en dos fuentes de información que deben abordarse de manera articulada. El fortalecimiento e interacción de sistemas de información es otro aspecto de vital importancia, base para el conocimiento, la gestión y el seguimiento

5. ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD

5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los patrones espaciales generales de conectividad para la Amazonía colombiana, identificando áreas de alta conectividad.
- Identificar sectores que por su estado de conservación son determinantes en el mantenimiento de la conectividad ecológica entre áreas en buen estado de conservación.

5.2. RESULTADOS OBTENIDOS

5.2.1. Análisis matriciales

Se recopiló de información cartográfica asociada a variables normalmente involucradas en la transformación de las coberturas de la tierra (Tabla 5.1). Estas capas son utilizadas para la construcción de matrices de resistencia

individuales utilizadas como insumos para realizar el análisis final de conectividad. La mayoría de las matrices de resistencia se construyeron considerando la variación teórica de la conectividad en relación al elemento particular del paisaje considerado (ej. vías). En el caso de las coberturas de la tierra y la vocación de uso del suelo, al ser de tipo categórico la valoración de la resistencia se dio para cada una de las diferentes categorías existentes, considerando experiencia previas. Adicionalmente, el procesamiento de la capa de coberturas naturales, permitió la construcción de la matriz de resistencia del índice general de fragmentación.

Tabla 5.1. Variables incluidas en los análisis de conectividad para el ámbito regional.

CRITERIO	VARIABLE INDICADORA	
Uso de la tierra	Tipo de cobertura de la tierra	CT
	Distancia Drenajes	DD
	Distancia a Vías	DV
	Distancia a centros poblados	DP
	Distancia a sitios de explotación de recursos no renovables	DNR
	Índice de fragmentación	IF
Tiempo/Dinámicas de Intervención	Dinámicas de transformación de las coberturas	DT
Vulnerabilidad	Vocación de los suelos	VS
	Pendiente	P
Pérdida /Fragmentación Hábitats	Aislamiento del hábitat remanente	AHR
	Porcentaje de hábitat transformado	PHT
	Índice de extensión de la transformación de hábitats	IET

5.2.1.1. Tipo de cobertura de la tierra

Considerando dichos trabajos previos (Vanegas & Barón 2015) se determinaron los valores de resistencia a la conectividad para cada una de las categorías de coberturas de la tierra identificadas dentro del área de análisis, las cuales fueron reclasificadas en tres categorías generales de resistencia (alta, media y baja) utilizadas para generar la matriz de resistencia correspondiente (Tabla 5.2, Figura 5.1)

Tabla 5.2. Clasificación de las coberturas de la tierra de acuerdo a su resistencia para la conectividad.

COBERTURA	TIPO	RESISTENCIA	
		VALOR	CATEGORÍA
Aeropuertos	Transformado	100	5
Explotación de hidrocarburos	Transformado	100	5
Tejido urbano continuo	Transformado	100	5
Tejido urbano discontinuo	Transformado	100	5
Tierras desnudas y degradadas	Transformado	100	5
Zona de extracción minera	Transformado	100	5
Zonas industriales o comerciales	Transformado	100	5
Zonas quemadas	Transformado	100	5
Arroz	Transformado	90	5
Pastos limpios	Transformado	90	5
Pastos enmalezados	Transformado	80	5
Mosaico de pastos y cultivos	Transformado	70	5
Palma de aceite	Transformado	70	5
Plantación forestal	Transformado	70	5
Estanques para acuicultura continental	Transformado	65	3

COBERTURA	TIPO	RESISTENCIA	
		VALOR	CATEGORÍA
Mosaico de cultivos	Transformado	60	3
Mosaico de cultivos con espacios naturales	Transformado	60	3
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Transformado	60	3
Mosaico de pastos con espacios naturales	Transformado	60	3
Pastos arbolados	Transformado	60	3
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Transformado	35	3
Vegetación secundaria o en transición	Transformado	35	3
Herbazal denso inundable no arbolado	Natural	35	3
Afloramientos rocosos	Natural	30	1
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Natural	30	1
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Natural	30	1
Ríos	Natural	30	1
Zonas arenosas naturales	Natural	30	1
Zonas pantanosas	Natural	30	1
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Natural	25	1
Herbazal denso inundable arbolado	Natural	25	1
Herbazal abierto rocoso	Natural	20	1
Herbazal denso de tierra firme arbolado	Natural	20	1
Arbustal abierto mesófilo	Natural	15	1
Arbustal denso	Natural	15	1
Herbazal abierto arenoso	Natural	15	1
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Transformado	10	1
Palmar	Natural	10	1
Bosque de galería y ripario	Natural	1	1
Bosque denso alto de tierra firme	Natural	1	1
Bosque denso alto inundable heterogéneo	Natural	1	1
Bosque denso bajo de tierra firme	Natural	1	1
Bosque denso bajo inundable	Natural	1	1

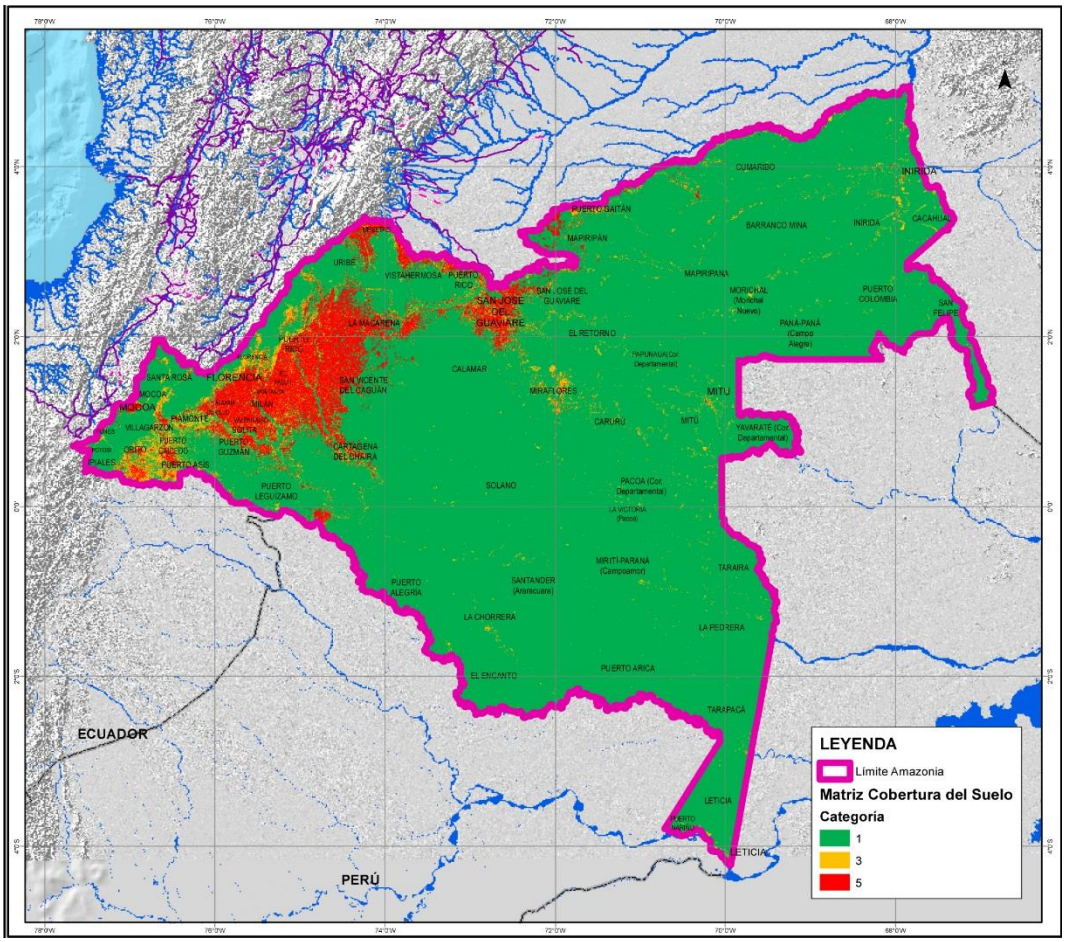


Figura 5.1. Matriz de resistencia asociada a las coberturas terrestres.

5.2.1.2. Distancia a drenajes

Para la estimación de los valores de resistencia se asumió una relación lineal directa entre la distancia (euclidiana) a los drenajes y la resistencia al flujo de organismos (Etter et. al. 2006). Adicionalmente, para la generación de una matriz de resistencia continua para la totalidad del área de estudio (Figura 5.1), se asignaron valores de menor resistencia a los polígonos correspondientes a la delimitación de las rondas. Los valores de la matriz de resistencia resultante, fueron reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: Zonas de drenajes (polígono de delimitación), Zonas próximas y Zonas Lejanas, correspondientes a diferentes niveles de resistencia (Figura 5.2).

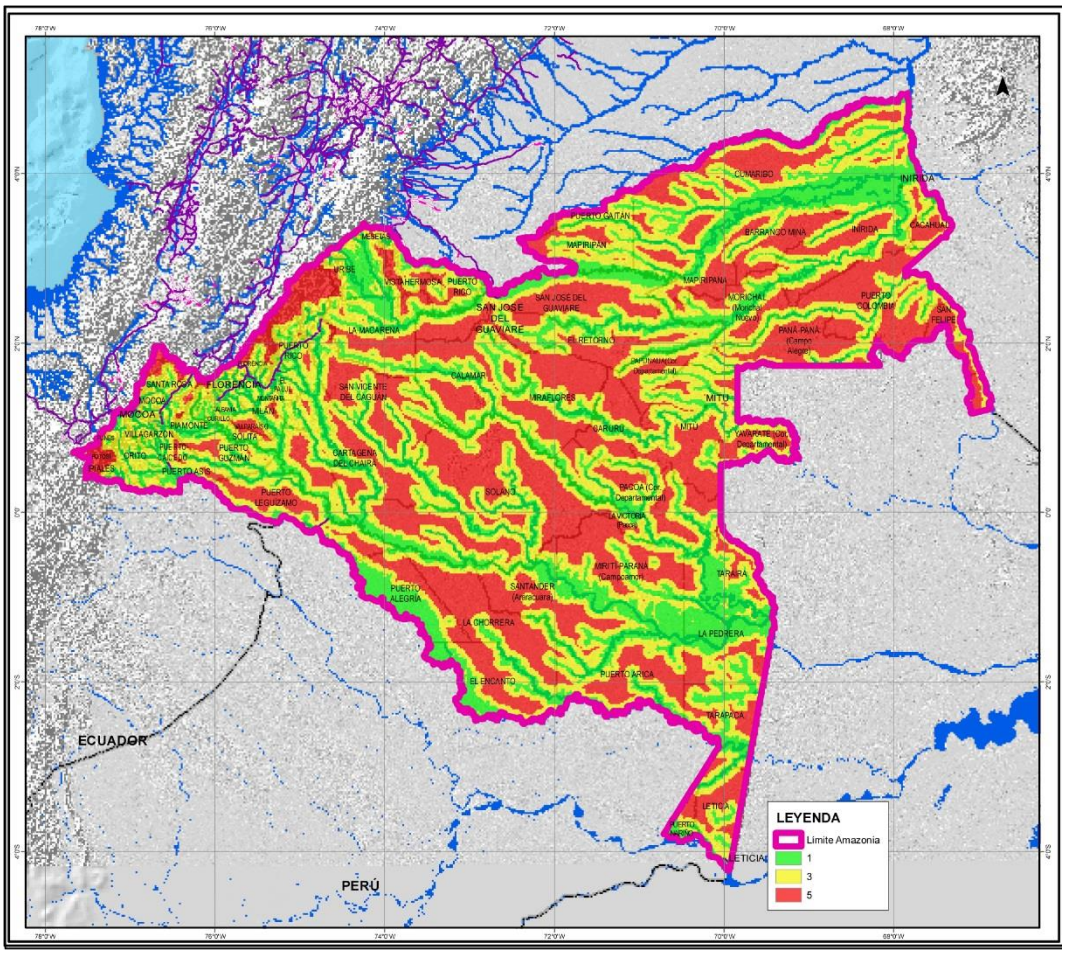


Figura 5.2. Matriz de resistencia asociada a la distancia a drenajes.

5.2.1.3. Distancia a Vías

Para la estimación de los valores de resistencia se asume una relación lineal de carácter inverso entre la distancia (euclidiana) a las vías y la resistencia al flujo de organismos (Etter et. al. 2006). Los valores de la matriz de resistencia resultante, fueron reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: Zonas contiguas, Zonas próximas y Zonas Lejanas, correspondientes a diferentes niveles de resistencia (Figura 5.3).

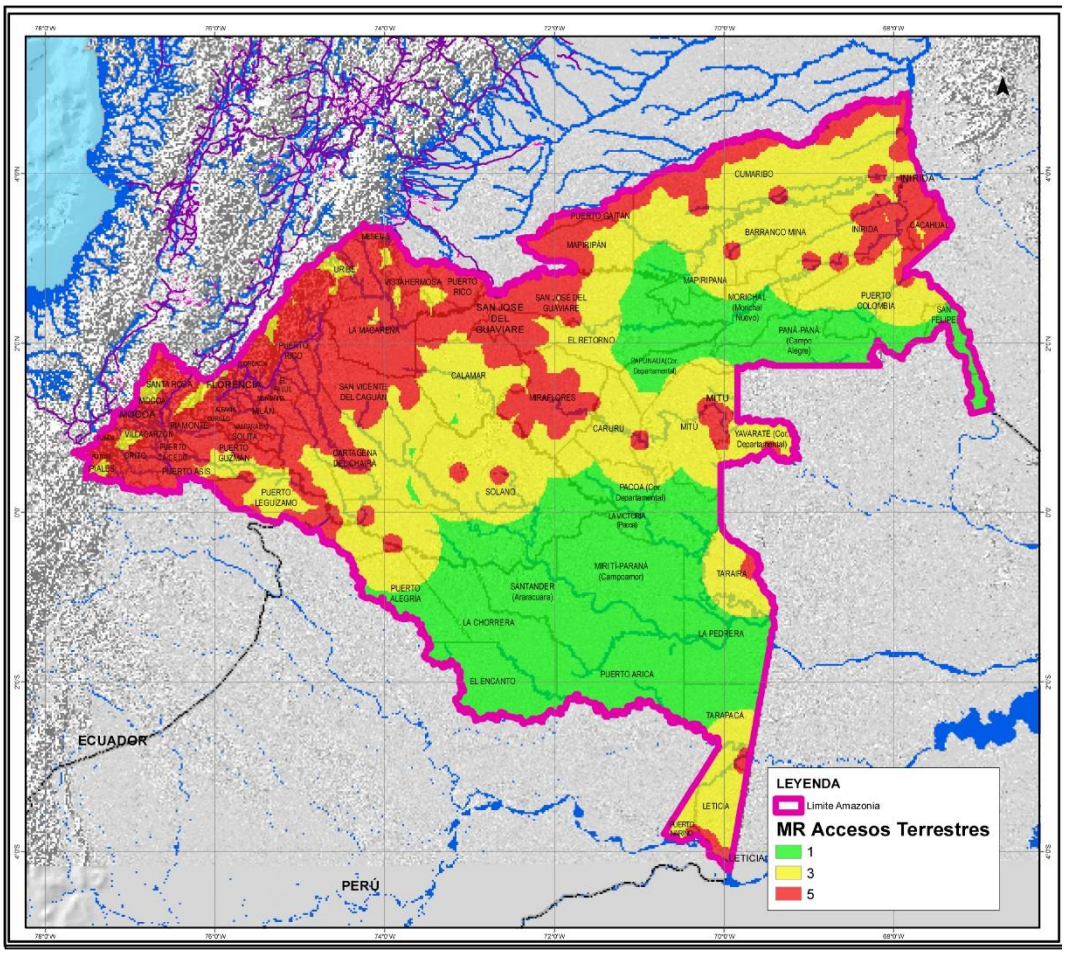


Figura 5.3. Matriz de resistencia asociada a la distancia a vías.

5.2.1.4. Distancia a centros poblados.

Para la estimación de los valores de resistencia se asume una relación lineal de carácter inverso entre la distancia (euclidiana) a los centros y la resistencia al flujo de organismos (Etter et. al. 2006). Los valores de la matriz de resistencia resultante, fueron reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: Zonas contiguas, Zonas próximas y Zonas Lejanas, correspondientes a diferentes niveles de resistencia (Figura 5.4).

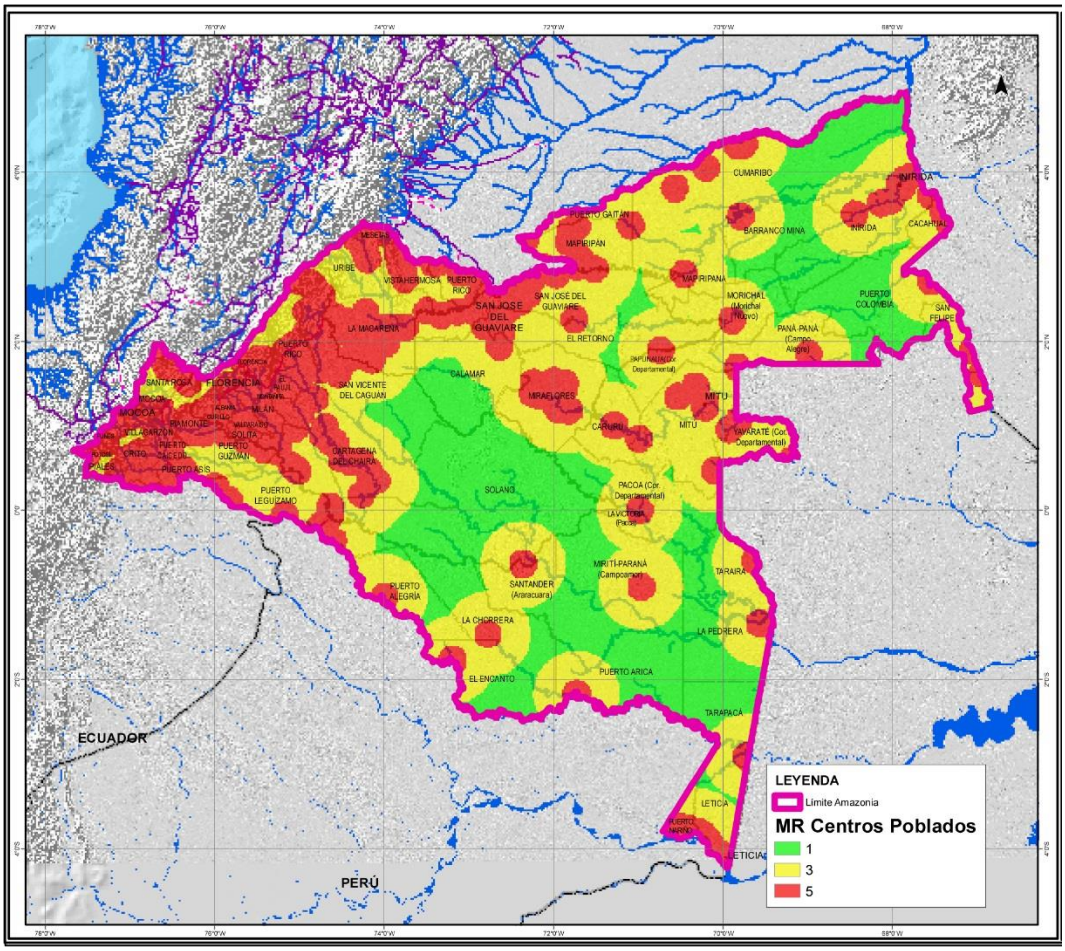


Figura 5.4. Matriz de resistencia asociada a la distancia a centros poblados.

5.2.1.5. Sitios de explotación de recursos no renovables

En el caso de la explotación de minera, considerando que los polígonos concesionados son explotados de manera diferencial a lo largo del periodo de actividad de los proyectos extractivos, existiendo áreas concesionadas pero sin aprovechamiento presente, para la generación de la matriz de resistencia correspondiente se consideraron aquellos polígonos bajo la categoría de "en explotación", de acuerdo a la clasificación de la ANM, que son en los que se generan la mayor cantidad de actividades con impactos sobre las características del medio. En tal sentido, polígonos en explotación se consideran con valores máximos de fricción, y por fuera de ellos los valores de resistencia se establecen asumiendo una relación lineal de carácter inverso entre la distancia (euclidiana) a los sitios intervenidos para la explotación y la resistencia al flujo de organismos. Para la explotación de hidrocarburos, los valores de resistencia también se establecen asumiendo una relación lineal de carácter inverso entre la distancia a los sitios de explotación y la resistencia al flujo de organismos. Los valores de la matriz de resistencia resultante para ambos tipos de actividad, fueron

reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: Zonas contiguas, Zonas próximas y Zonas Lejanas, correspondientes a diferentes niveles de resistencia (Figura 5.5).

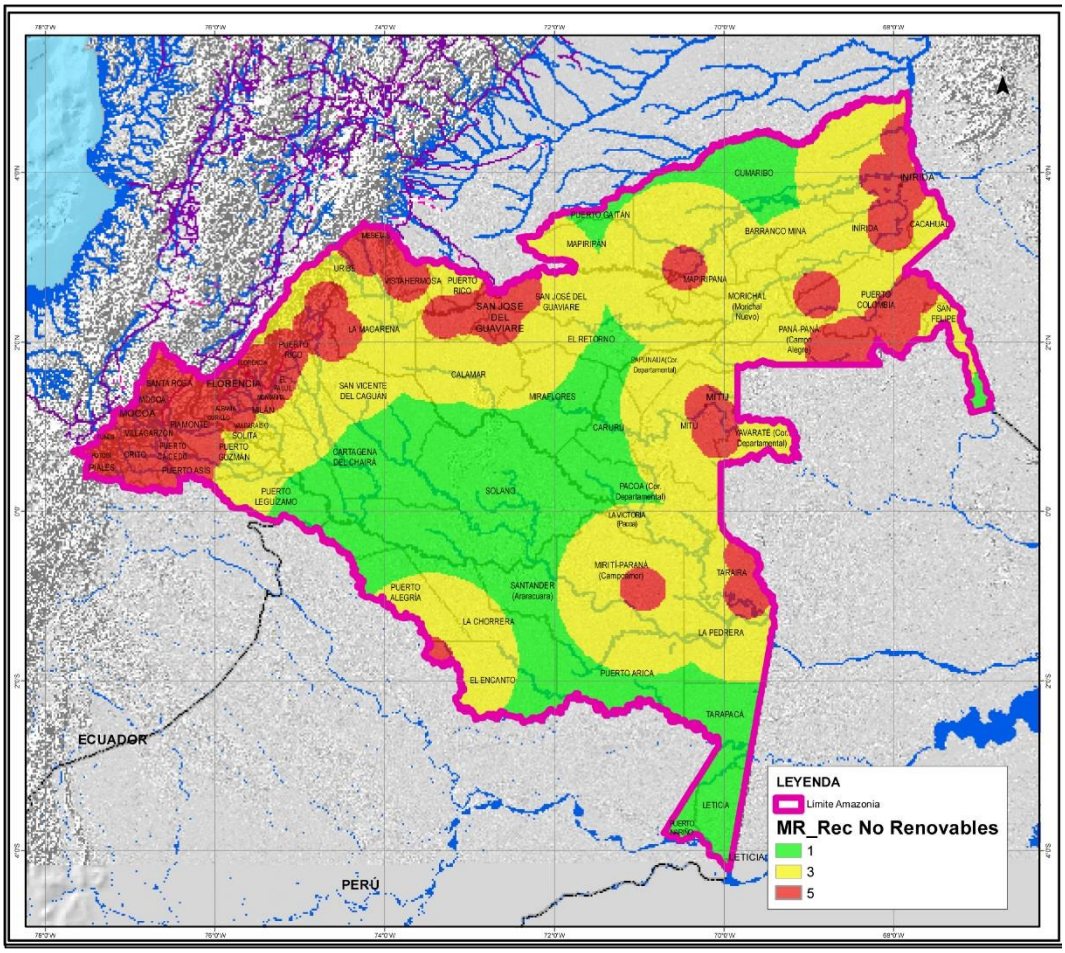


Figura 5.5. Matriz de resistencia de distancia a explotación de recursos no renovables.

5.2.1.6. Vocación de uso de los suelos

Para cada una de las categorías de vocación se asignó un valor de resistencia a la conectividad, acorde con su objetivo principal, los cuales fueron reclasificados en tres categorías generales de resistencia (alta, media y baja) para generar la matriz de resistencia correspondiente (Tabla 5.4, Figura 5.6).

Tabla 5.4. Clasificación de los valores de resistencia de acuerdo a la vocación de uso de los suelos.

VOCACIÓN	RESISTENCIA	
	VALOR	CATEGORÍA
Cuerpo de agua	1	1
Conservación de suelos	1	1

Forestal	40	3
Agroforestal	50	3
Agrícola	60	3
Ganadería	80	5
Zonas urbanas	100	5

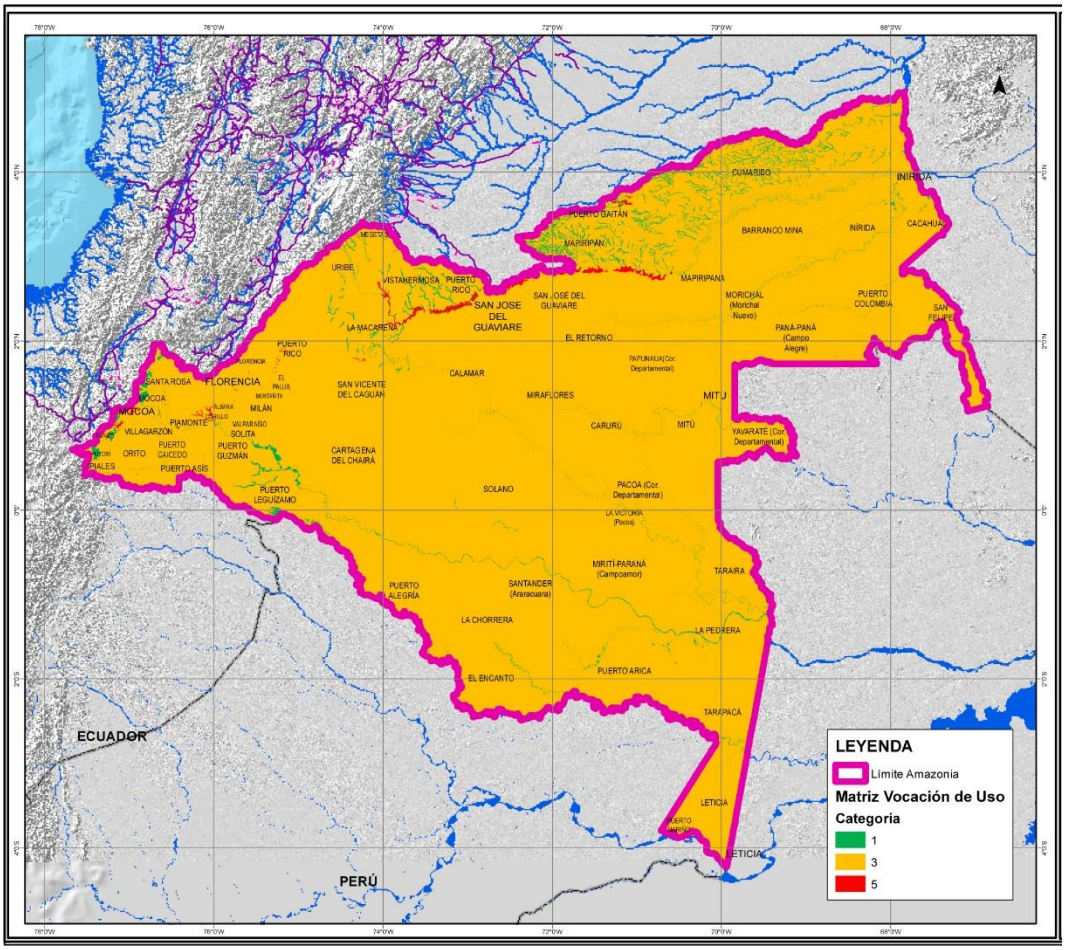


Figura 5.6. Matriz de resistencia asociada a las la vocación de uso de los suelos.

5.2.1.7. Índice general de fragmentación de las coberturas

La matriz de resistencia correspondiente se construyó a partir del procesamiento de la capa de coberturas del año 2016. En tal sentido, como primer paso para determinar el estado de fragmentación del paisaje en el área

de análisis, se procedió a reclasificar las coberturas en dos únicas clases: Natural y Transformado. Con esta capa y con el uso del software GUIDOS (Vogt & Riitters, 2017; Soille & Vogt, 2008) se calculó el índice de fragmentación, de acuerdo a la escala de análisis, el cual fue clasificado en los rangos de fragmentación alta, media y baja (Figura 5.7).

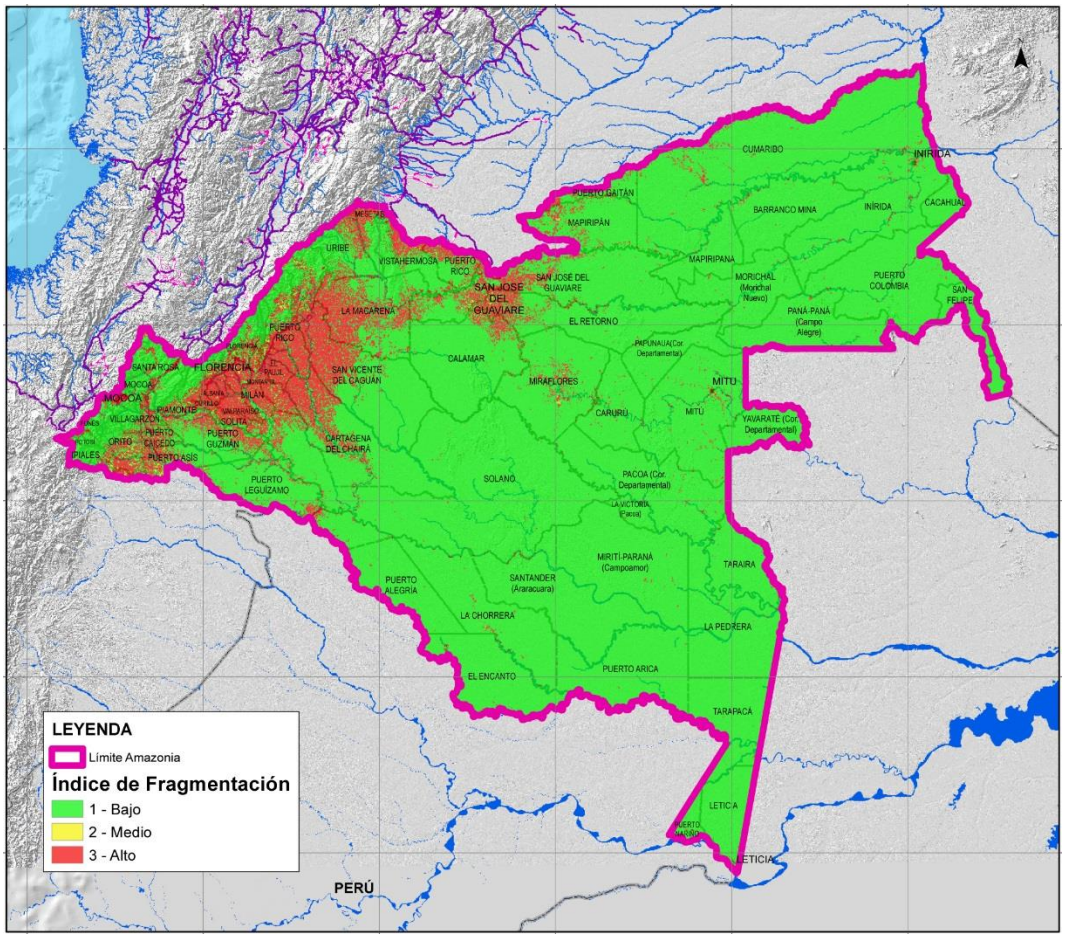


Figura 5.7. Matriz de resistencia del índice general de fragmentación.

5.2.1.8. Dinámicas de transformación de las coberturas naturales

A partir del análisis multitemporal en el que se consideraron las categoría de "Natural" y "Transformado" (Seminatural + Trasformado) de los mapas de coberturas de los años 2007, 2012 y 2016, se clasificaron las áreas con y sin cambios para alguno de los periodos considerados (2007-2012; 2012-2016; 2007-2016) (Figuras 5.8-9, Tabla 5.5).

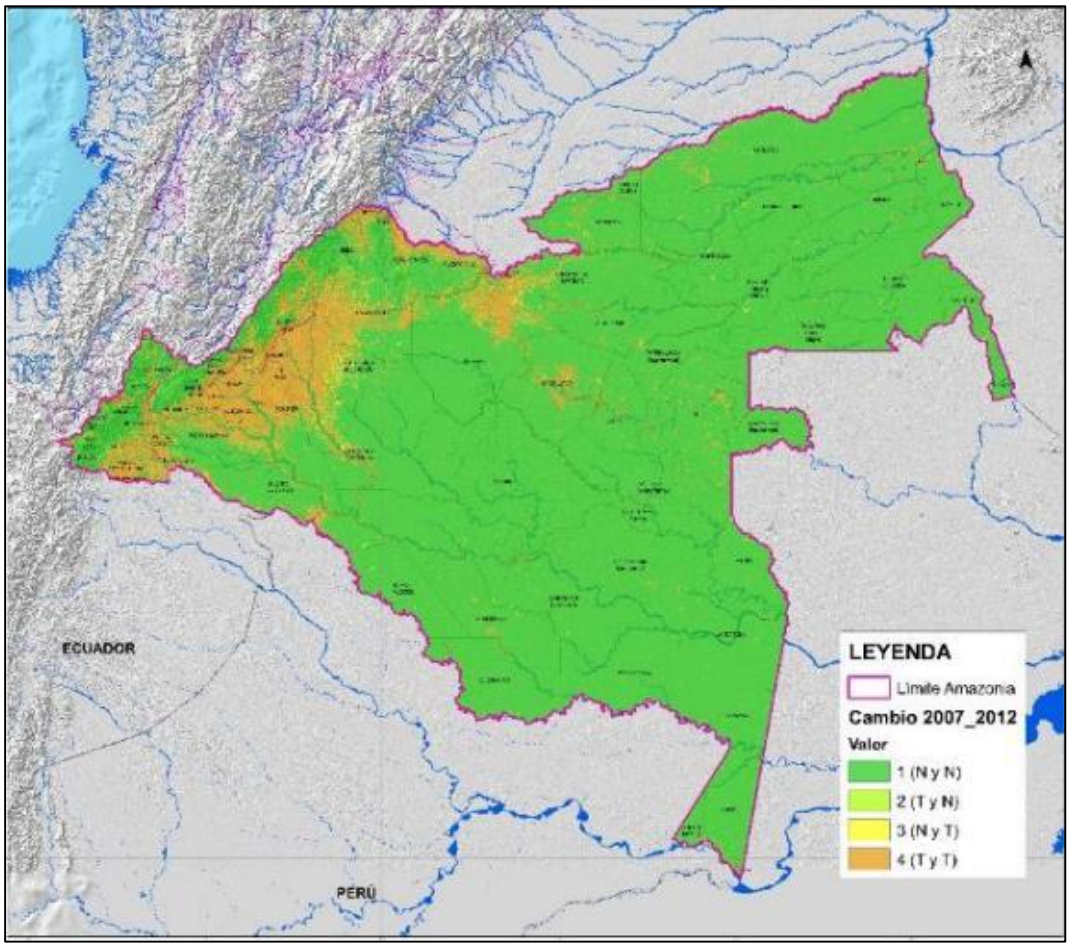


Figura 5.8. Dinámica de cambio de las coberturas para el periodo 2007-2012

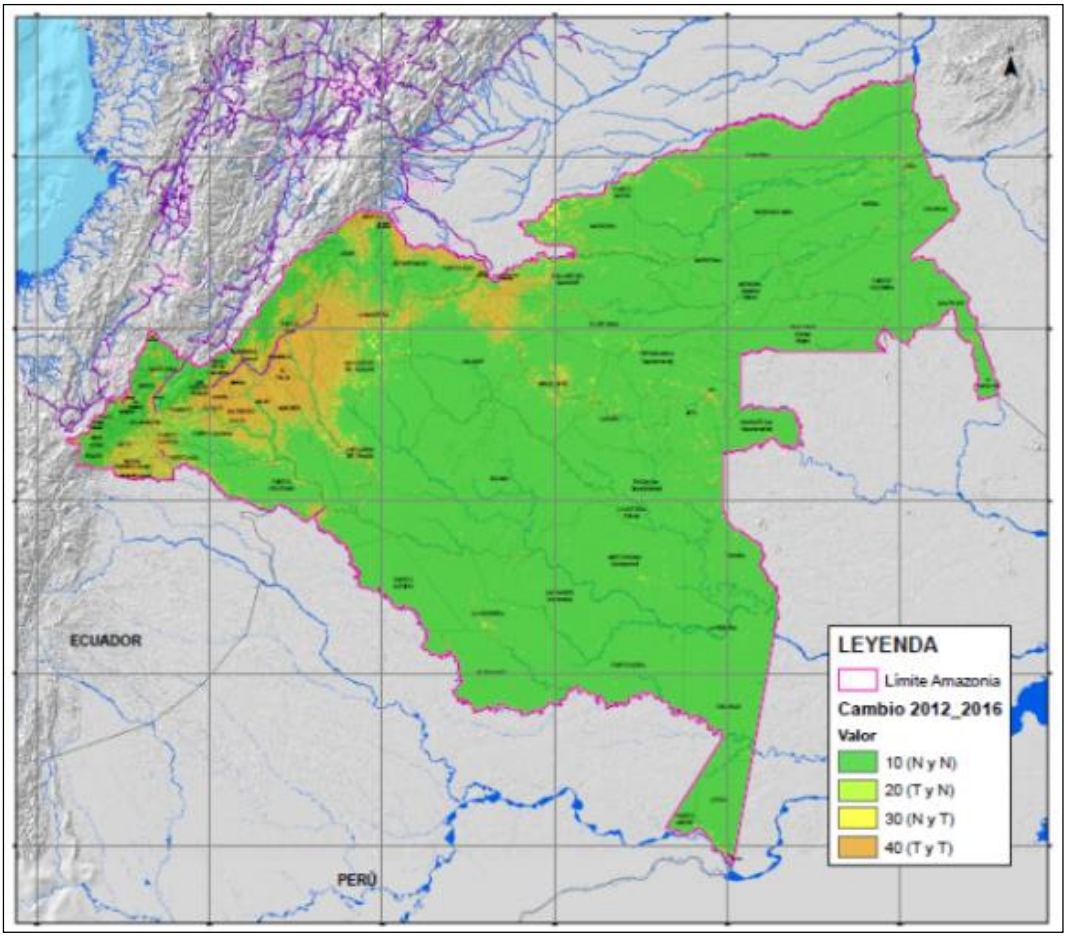


Figura 5.9. Dinámica de cambio de las coberturas para el periodo 2012-2016

Los posibles valores (lógicos[27]) de dicha capa son 11, 12, 23, 24, 31, 32, 43 y 44 correspondientes a zonas sin cambio, zonas con cambio reciente y zonas con cambios de vieja data respectivamente (Figura 5.10, Tabla 5.5). Para la generación de la matriz de resistencia correspondiente, los valores fueron organizados en categorías de baja, media y alta dinámica de transformación, correspondientes a valores de 1, 3 y 5 respectivamente (Figura 5.11, Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Calificación de las dinámicas de cambio de las coberturas naturales (2007-2016)

27 Un valor de 33 se considera ilógico puesto que para el periodo 2007-2012 la cobertura termino en estado transformado (Valor 3), pero para el periodo 2012-2016 de dice que inicia como natural (Valor 30), lo cual es imposible, pues un pixel no puede tener dos valores para el año 2012 (Transformado y Natural).

Periodo 1			Periodo 2			TOTAL	TIPO DE PROCESO	VALOR FINAL MATRIZ
2007	2012	Valor	2012	2016	Valor			
Natural	Natural	1	Natural	Natural	10	11	Sin cambio	1
Transformado	Natural	2	Natural	Natural	10	12	Recuperación vieja data	1
Natural	Transformado	3	Transformado	Natural	20	23	Recuperación Reciente	3
Transformado	Transformado	4	Transformado	Natural	20	24	Recuperación Reciente	3
Natural	Natural	1	Natural	Transformado	30	31	Transformación Reciente	5
Transformado	Natural	2	Natural	Transformado	30	32	Transformación Reciente	5
Natural	Transformado	3	Transformado	Transformado	40	43	Transformado vieja data	5
Transformado	Transformado	4	Transformado	Transformado	40	44	Transformado vieja data	5

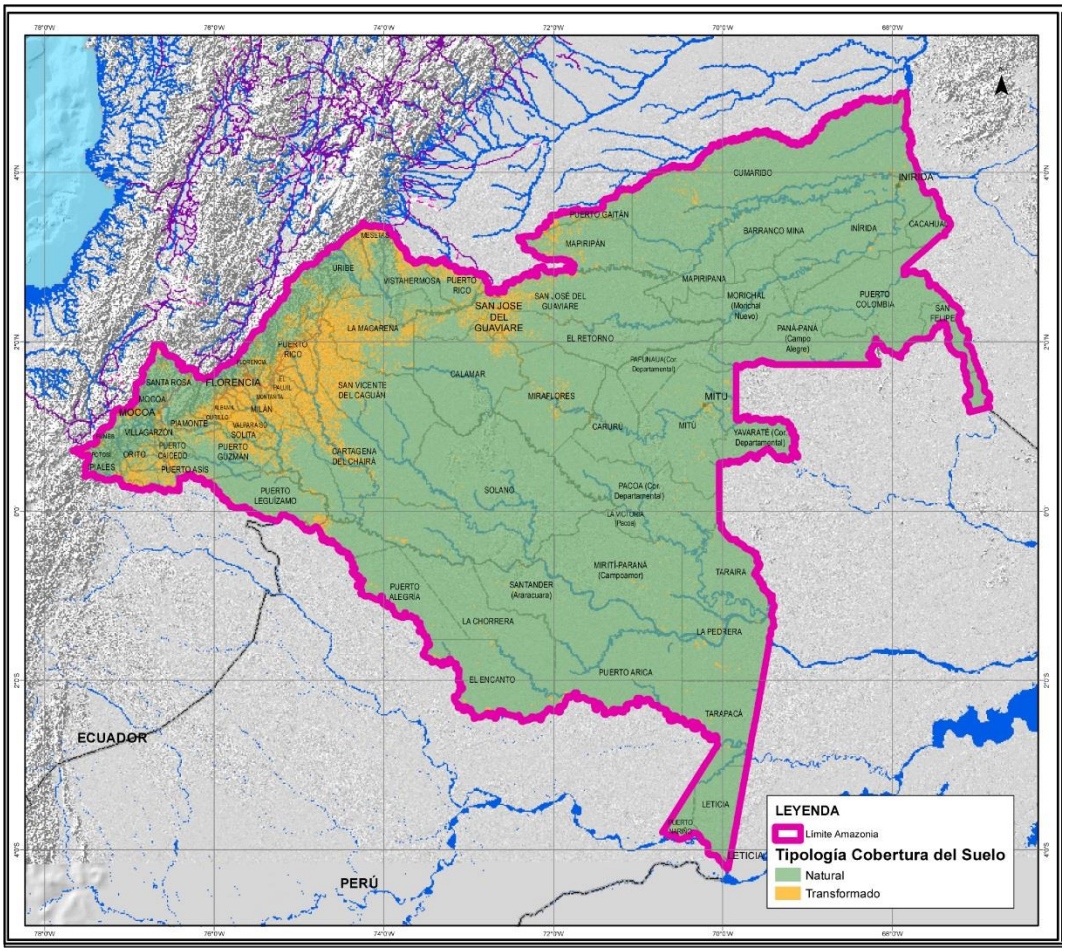


Figura 5.10. Sumatoria Dinámica de Cambio periodos 2007-2012 y 2012-2016

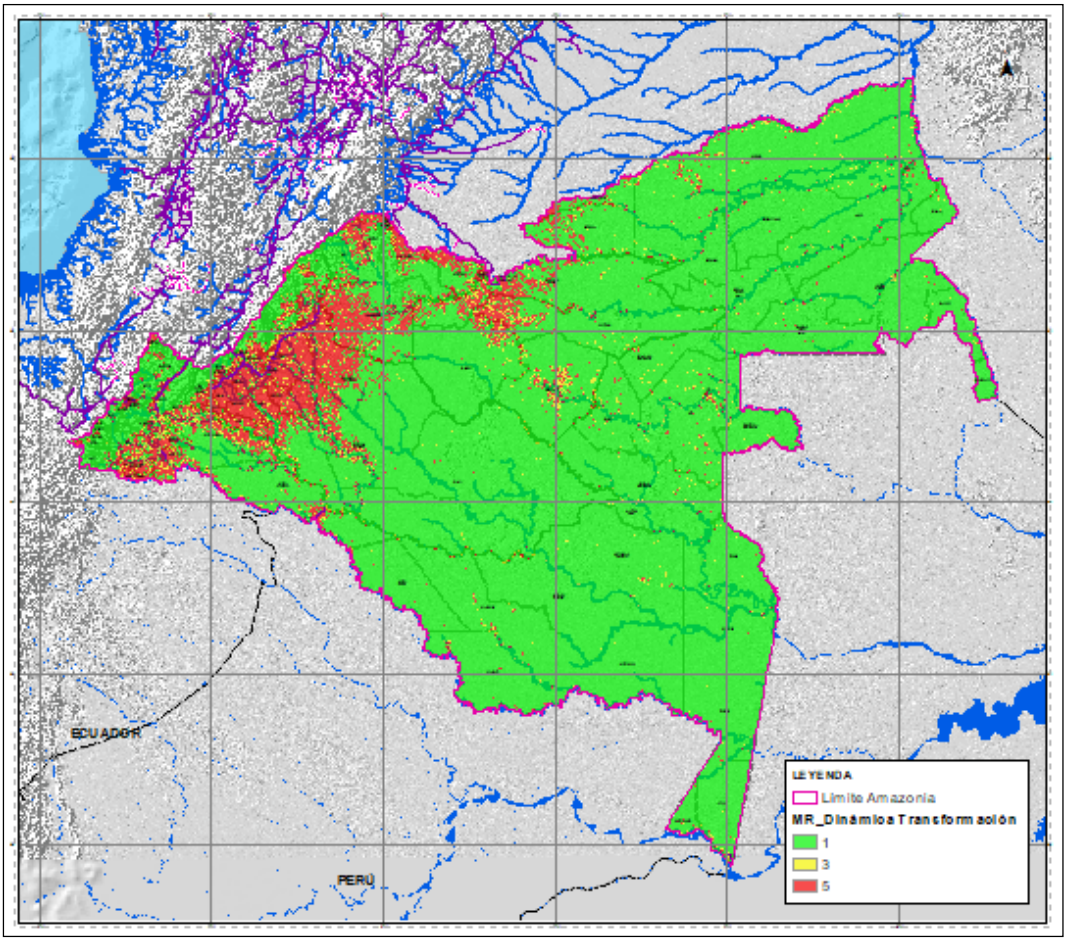


Figura 5.11. Matriz de resistencia de la dinámica de transformación de Cobertura (2007-2012 y 2012-2016)

5.2.1.9. Pendiente

La pendiente del terreno fue estimada a partir del procesamiento un Modelo Digital de Elevación con resolución acorde con la escala de trabajo (30 m), y calculada como porcentaje. Los valores de la matriz de resistencia resultante, fueron reclasificados para obtener tres rangos correspondientes a: pendiente baja, pendiente media y pendiente pronunciada, correspondientes a diferentes niveles de resistencia (Figura 5.12).

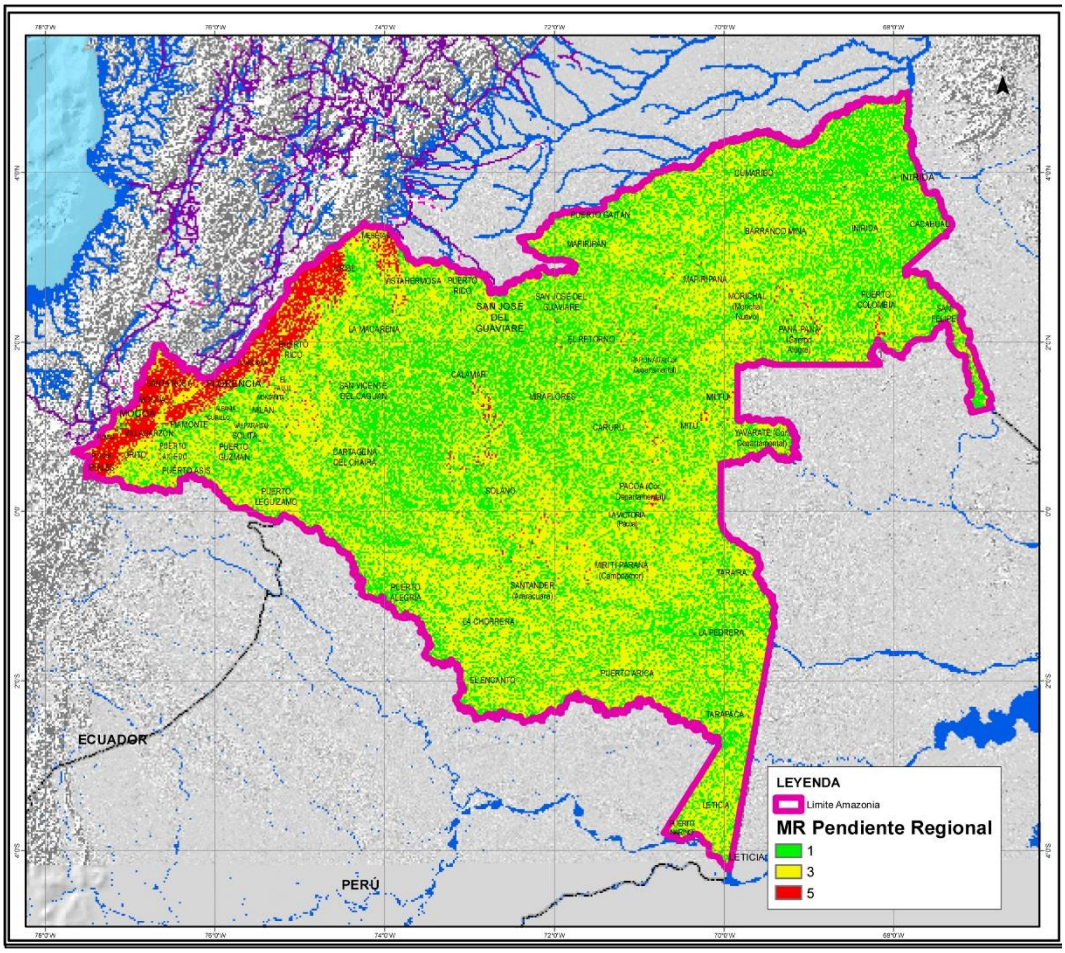


Figura 5.12. Matriz de resistencia asociada a pendiente del terreno.

5.2.1.10. Matrices de pérdida y fragmentación de hábitat

Para el desarrollo de un índice espacial de huella humana (IEHH) (Etter et al. 2011), con el complemento propuesto por Correa y colaboradores (2017), como herramienta para evaluar los patrones espaciales de la conectividad funcional se hace necesario la modelación de hábitats para un grupo de especies de interés particular. Este trabajo, permite que posteriormente generar matrices de resistencia asociadas a la pérdida y fragmentación de hábitats, requeridas para la construcción del IEHH.

5.2.1.10.1. Inventario de especies

El inventario detallado de las especies de mamíferos terrestres presentes en la Amazonía colombiana, fue generado mediante la revisión de bases de datos[28], referidas a los rangos de distribución de especies y de localidades de presencia confirmada. La búsqueda indica la existencia de 187 registros correspondientes a 42 especies, pertenecientes a 35 géneros, 22 familias y 7 órdenes (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Registros de especies de mamíferos no voladores para la Amazonía colombiana. MX: registros independientes considerados por el software MaxEnt para la modelación de distribuciones potenciales

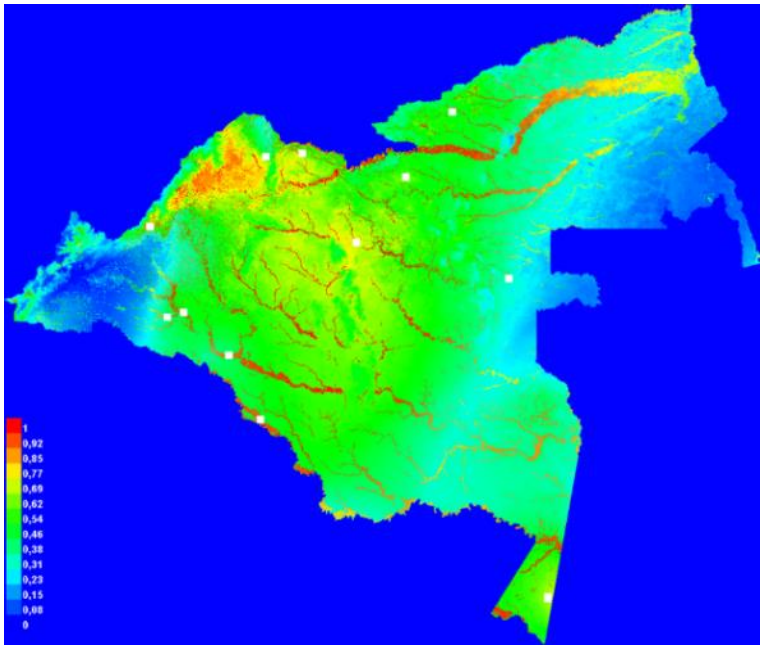
ORDEN	REGISTROS		FAMILIA	REGISTROS		GÉNERO	REGISTROS		ESPECIES	REGISTROS	
	GBIF	MX		GBIF	MX		GBIF	MX		GBIF	MX
Artiodactyla	10	6	Cervidae	3	3	Mazama	3	3	*Mazama sp.*	1	1
									Mazama americana	2	2
			Tayassuidae	7	5	Pecari	4	3	*Pecari tajacu*	4	3
						Tayassu	3	2	*nn*	1	0
									Tayassu pecari	2	2
Carnivora	9	8	Canidae	1	1	Speothos	1	1	*Speothos venaticus*	1	1
			Felidae	4	3	Panthera	1	1	*Panthera onca*	1	1
						Puma	2	1	*Puma concolor*	2	1
			Mustelidae	2	2	Lontra	2	2	*Lontra longicaudis*	2	2
			Procyonidae	2	2	Nasua	1	1	*Nasua nasua*	1	1
						Potos	1	1	*Potos flavus*	1	1
Cetacea	1	0	Iniidae	1	1	Inia	1	1	*Inia geoffrensis*	1	1
Cingulata	4	3	nn	1	0	nn	1	0	*nn*	1	0
			Dasypodidae	3	3	Dasypus	3	3	*Dasypues sp.*	3	3
Didelphimorphia	3	1	Didelphidae	3	1	Marmosops	1	1	*Marmosops noctivagus*	1	1
						Metachirus	1	1	*Metachirus nudicaudatus*	1	1
						Micoureus	1	1	*Micoureus regina*	1	1
Primates	128	13	Aotidae	1	1	Aotus	1	1	*Aoutus sp*	1	1
			Atelidae	28	6	Alouatta	5	3	*Alouatta seniculus*	5	3
						Lagothrix	23	5	*Lagothrix lagothricha*	23	5
			Callitrichidae	41	3	Callithrix	8	2	*Callithrix geoffroyi*	8	2
						Leontocebus	33	3	*Leontocebus fuscus*	1	1
									Leontocebus nigricollis	32	2
			Cebidae	11	5	Saimiri	10	4	*Saimiri cassiquiarensis*	8	2
									Saimiri sciureus	2	2
						Sapajus	1	1	*Sapajus apella*	1	1
			Pitheciidae	47	6	Cacajao	3	2	*Cacajao melanocephalus*	3	2
						Cheracebus	18	4	*Cheracebus lucifer*	16	2
									Cheracebus medemi	1	1
									Cheracebus torquatus	1	1
						Pithecia	25	2	*Pithecia milleri*	25	2
						Plecturocebus	1	1	*Plecturocebus cupreus*	1	1
Rodentia	32	11	Caviidae	1	1	Hydrochoeris	1	1	*Hydrochoeris hydrochaeris*	1	1
			Cricetidae	2	2	Neacomys	2	2	*Neacomys spinosus*	2	2
			Cuniculidae	8	3	Cuniculus	8	3	*Cuniculus paca*	8	3
			Dasyproctidae	4	3	Dasyprocta	3	2	*Dasyprocta fuliginosa*	3	2
						Myoprocta	1	1	*Myoprocta acouchy*	1	1
			Echimyidae	2	1	Proechimys	2	1	*Proechimys sp*	2	1

28 Global Biodiversity Information Facility (GBIF): www.gbif.org

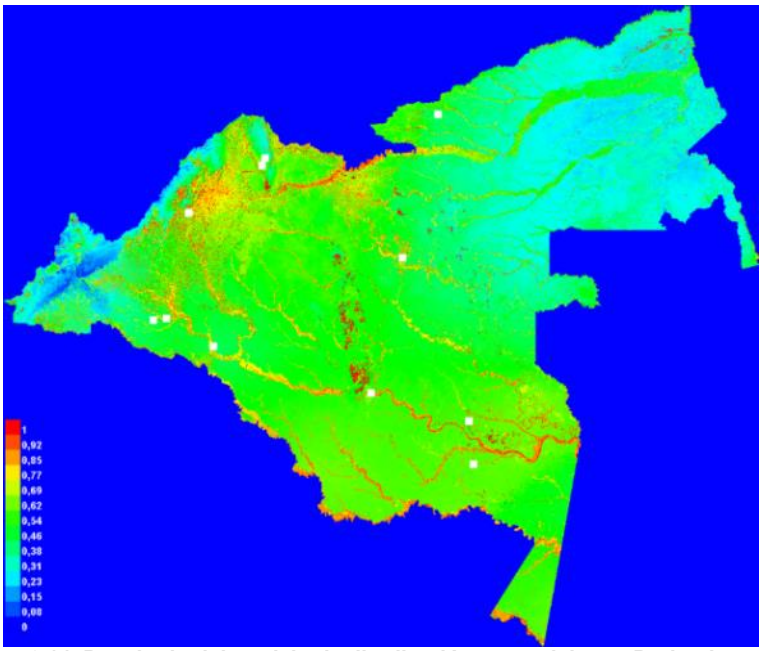
ORDEN	REGISTROS		FAMILIA	REGISTROS		GÉNERO	REGISTROS		ESPECIES	REGISTROS	
	GBIF	MX		GBIF	MX		GBIF	MX		GBIF	MX
			Erethizontidae	4	2	Coendou	3	1	*Coendou sp*	3	1
						Steiromys	1	1	*Steiromys sp*	1	1
			Sciuridae	11	2	Sciurus	11	2	*Sciurus granatensis*	6	1
									Sciurus spadiceus	5	1

Las especies con un número de registros que de acuerdo a los criterios definidos (n>10) se modelarían hábitats son los primates: *Lagothrix lagothricha*, *Leontocebus nigricollis*, *Cheracebus lucifer* y *Pithecia milleri (*Tabla 5.5). Sin embrago, dado que muchos de los registros existentes comparten la ubicación, el número real de datos independientes posibles de utilizar la para la modelación de hábitats se redujo considerablemente, sin que alcanzara el número mínimo establecido (Tabla 5.5). Bajo estas circunstancias, se optó por evaluar la posibilidad de agrupar registros considerando niveles taxonómicos superiores (género, familia y orden). Para géneros y familias, se obtuvo el mismo tipo de resultado que para las especies, con un número de registros válidos demasiado bajo como para realizar la modelación de hábitats (Tabla 5.5).

En el caso de la agrupación por órdenes, los primates y roedores presentaron un número de registros independientes tal que permitió la modelación de hábitats (Tabla 5.5, Figura 5.13, 14). Sin embargo, hay aspectos a tener en cuenta respecto de dichas modelaciones. En primer lugar, se debe considerar el hecho que a medida que se consideran niveles taxonómicos más generales, la variabilidad ecológica de los organismos considerados se incrementa. En tal sentido, para el nivel de orden se espera tener una distribución panamazónica o muy cercana a ella, sin embrago, los resultados de la modelación no muestran ese tipo de distribución (6.13-14), indicando que el número de registros utilizados no es una muestra representativa de la variedad de condiciones ecológicas en las que se encuentran este tipo de organismos.



6.13. Resultado del modelo de distribución potencial para primates



6.14. Resultado del modelo de distribución potencial para Rodentia.

Por lo anterior, es imposible considerar los modelos producidos con los registros de especies existentes en la actualidad para las coberturas naturales de la Amazonía colombiana, como insumos para la generación de las matrices de resistencia propuestas por Correa y colaboradores (2017) correspondientes a la pérdida y fragmentación de hábitats. Sin embargo, con el objetivo de validar los procedimientos planteados en la propuesta metodológica en relación a la generación de las tres (3) matrices de resistencia asociadas a la pérdida y fragmentación de hábitat: a) Aislamiento de hábitats remanentes (AHR), b) Porcentaje de hábitat transformado (PHT), y c) Índice de extensión de la transformación (IET), los resultados obtenidos para roedores se analizaron, primero para determinar las coberturas naturales correspondientes a hábitats y no hábitats y posteriormente para el cálculo de las matrices de resistencia.

5.2.1.10.2. Modelación de hábitats

Para la generación de matrices de resistencia asociadas a la pérdida y fragmentación de hábitats de organismos particulares, y así validar la metodología propuesta al respecto[29], se siguieron los procedimientos generales propuestos por Correa y colaboradores (2017). Así, del mapa de distribución potencial del orden Rodentia, uno de los dos grupos con el mayor número de registros de presencia válidos, se seleccionaron las áreas con mayor probabilidad de presencia de estos organismos (décimo percentil). Las áreas resultantes fueron comparadas

29 Como se ha estableció en la sección anterior, la cantidad de localidades con registros de especies de mamíferos terrestres no voladores disponibles en la actualidad, no permitieron la generación de un modelo de distribución potencial robusto, por lo que los resultados obtenidos, no fueron tenidos en cuenta para la generación de la matriz general final de resistencia, pero son utilizados para validar los procedimientos propuestos para la generación matrices correspondientes a factor de pérdida y fragmentación de hábitat, dentro del índice espacial de huella humana.

con el mapa de coberturas de la tierra para identificar los polígonos de coberturas naturales particulares intersectados, los cuales son considerados como hábitats para el grupo. Con dicho insumo se construyó el mapa de hábitat / no hábitat (Figura 5.15). El cálculo de las matrices de "Aislamiento de hábitats remanentes (AHR)", "Porcentaje de hábitat transformado (PHT)" y el "Índice de extensión de la transformación (IET)", al no utilizarse para la construcción de la matriz final de resistencia, no se incluyen en el presente documento, sin embargo los procedimientos específicos para su producción se detallan en el documento anexo de "Protocolos metodológicos" (Sinchi 2018b).

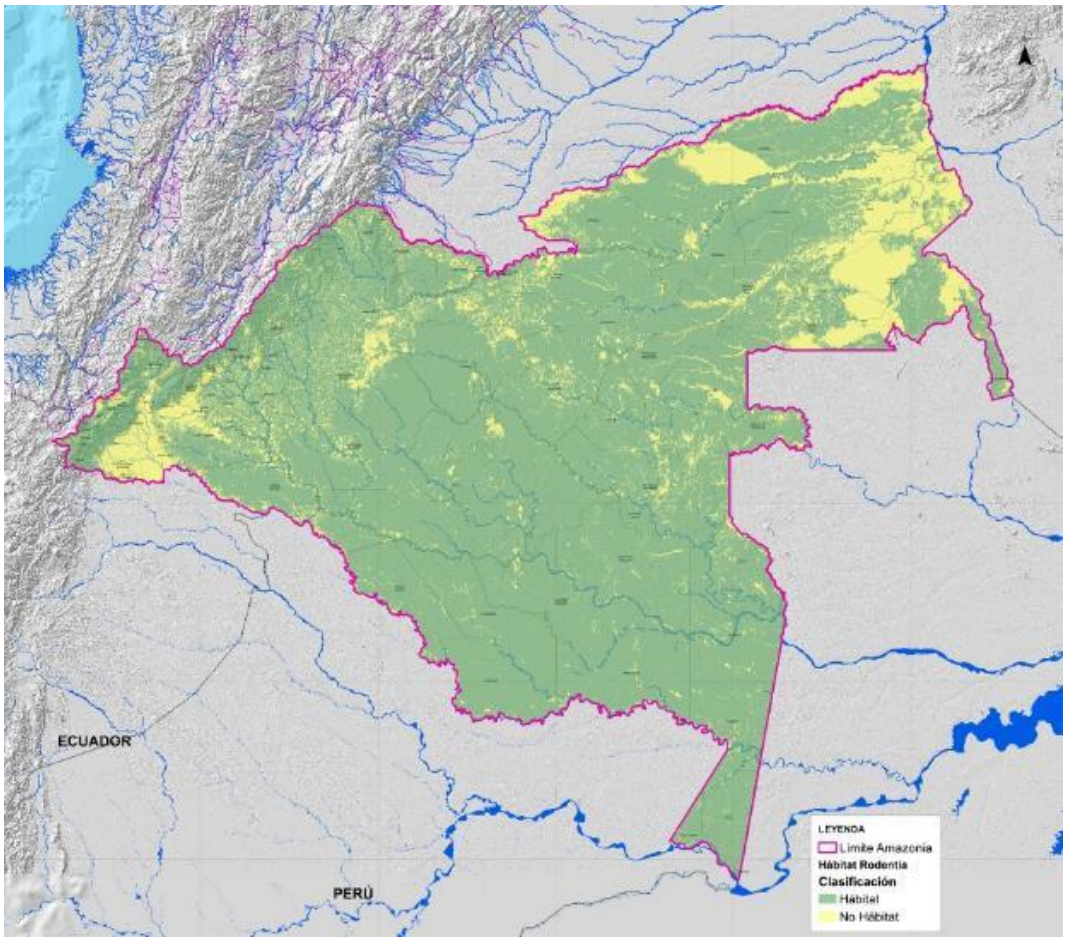


Figura 5.15. Mapa de distribución potencial del orden Rodentia en la Amazonía colombiana

5.2.1.11. Matriz final de resistencia

Las diferentes matrices de resistencia asociadas a los tres factores fundamentales considerados (Intensidad de uso del paisaje "F_{int}", Tiempo de intervención del paisaje "F_{time}" y la vulnerabilidad de los paisajes a su transformación "F_{vul}"), fueron combinadas en una matriz final de resistencia, correspondiente al Índice Espacial

de Huella Humana (IEHH) (Figura 5.16), la cual fue, utilizada para la identificación de áreas críticas para el mantenimiento de la conectividad (Corredores de conectividad).

El patrón de resistencia encontrado es congruente en gran medida con los patrones de presencia / actividad humana, evidenciado por el efecto del conjunto de variables consideradas. Se aprecia transformación de las condiciones naturales en el en el extremo noroccidental de la región, correspondiente principalmente a las áreas del piedemonte y transición con la región Andina y los alrededores del AMEM, en los departamentos de Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta (Tabla 5.6), en donde es notoria aglomeración de los diferentes factores (ej. vías, centros poblados, explotación de recursos no renovables, transformación de las coberturas, fragmentación), considerados por las diferentes matrices de resistencia construidas asociadas a la transformación de los paisajes.

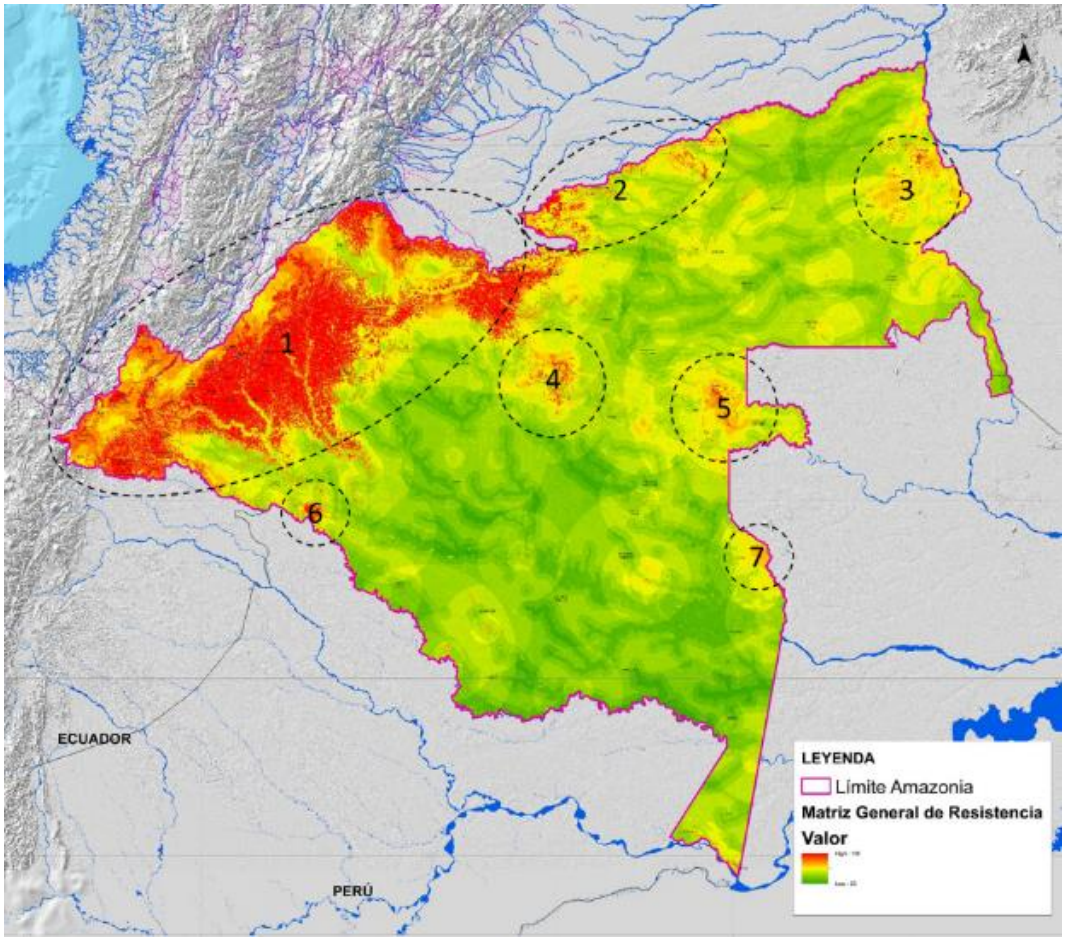


Figura 5.16. Matriz final de resistencia

Adicionalmente, se debe destacar la presencia de por lo menos otras seis áreas con elevada resistencia al flujo de organismos (Figura 5.16, Tabla 5.6). En ellas la confluencia del conjunto de factores transformadores de las

coberturas no es tan sistemático como en el primer caso mencionado, pero la presencia de unos u otros implica, de acuerdo al modelo conceptual utilizado, una potencial resistencia al flujo de organismos. Aunque en la actualidad, en dichas áreas no haya una transformación radical y extendida de las coberturas naturales, el tipo de actividades que en ellas se desarrollan pueden desencadenar eso tipo de consecuencias. Así, dichas áreas podrían considerarse en las que la caracterización de sus dinámicas socioeconómicas es prioritaria, permitiendo la identificación de los motores que fomentan la pérdida de conectividad y el desarrollo de estrategias que conlleven a su desarticulación. Por otra parte, los sectores con menor resistencia predominan en la parte centro y sur de la región amazónica en donde los factores de cambios de las coberturas, asociados a actividades y/o presencia humana no tienen prevalencia, y por el contrario predominan figuras legales (ej. PNN y resguardos indígenas) que han permitido la conservación de las coberturas naturales, conformando grandes bloques en buen estado de conservación y grado de conectividad (Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Zonas generales con alta resistencia al flujo de organismos y municipios asociados.

ZONA DE BAJA CONECTIVIDAD*	MUNICIPIOS ASOCIADOS	ZONA DE BAJA CONECTIVIDAD*	MUNICIPIOS ASOCIADOS
1	Potosí	1	Belén de los Andaquíes
	Córdoba		Morelia
	Puerres		Milán
	Funes		Montañita
	Pasto		El Paujil
	Santiago		El Doncello
	San Francisco		Puerto Rico
	Sibundoy		San Vicente del Cagúan
	San Sebastián		La Macarena
	Santa Rosa		La Uribe
	Mocoa		Mesetas
	Villagarzón		San Juan de Arama
	Orito		Vista Hermosa
	Valle del Guamuez		Puerto Rico
	San Miguel		Puerto Concordia
	Puerto Caicedo		San José del Guaviare
	Puerto Asís	2	Mapiripán
	Piamonte		Puerto Gaitán
	Puerto Guzmán		Cumaribo
	Solita	3	Inírida
	Valparaiso	4	Miraflores
	Currillo	5	Mitú
	Albania	6	Puerto Leguízamo
	San José del Fragua	7	Taraira

* De acuerdo la Figura 5.16

5.2.1.12. Análisis de patrones generales de conectividad

5.2.1.12.1. Modelación de "Áreas Núcleo"

Para la identificación de dichas áreas fuente se consideraron zonas con coberturas naturales al interior de alguna de las áreas protegidas o resguardos de la Amazonía, con un área mínima de 4000 ha. Este tamaño corresponde al rango de hogar de jaguares machos (Rabinowitz & Nottingham, 1986) que debido a sus características ecológicas (carnívoro de gran tamaño) se considera como una espacie sombrilla. La conservación de áreas que permitan la sobrevivencia de esta especie asegura la conservación de extensiones de hábitats que permiten el mantenimiento de otras especies (Figura 5.17-22).

La delimitación de áreas bajo coberturas naturales incluidas en resguardos o áreas protegidas, fue utilizada para la realización de un análisis morfológico del paisaje (MSPA) (Figura 5.21) y de componentes (Figura 5.22) (Vogt & Riitters, 2017; Soille & Vogt, 2008), los cuales permitieron definir los grandes bloques de áreas conectadas a su interior. Posteriormente, estos grandes bloques fueron filtrados de acuerdo a su tamaño. De dicho proceso se obtuvieron un total de 21 áreas núcleo en la Amazonía colombiana, correspondientes a sectores de coberturas naturales continuas (conectadas) incluidas ya sea en áreas protegidas o en resguardos indígenas (Figura 5.22).

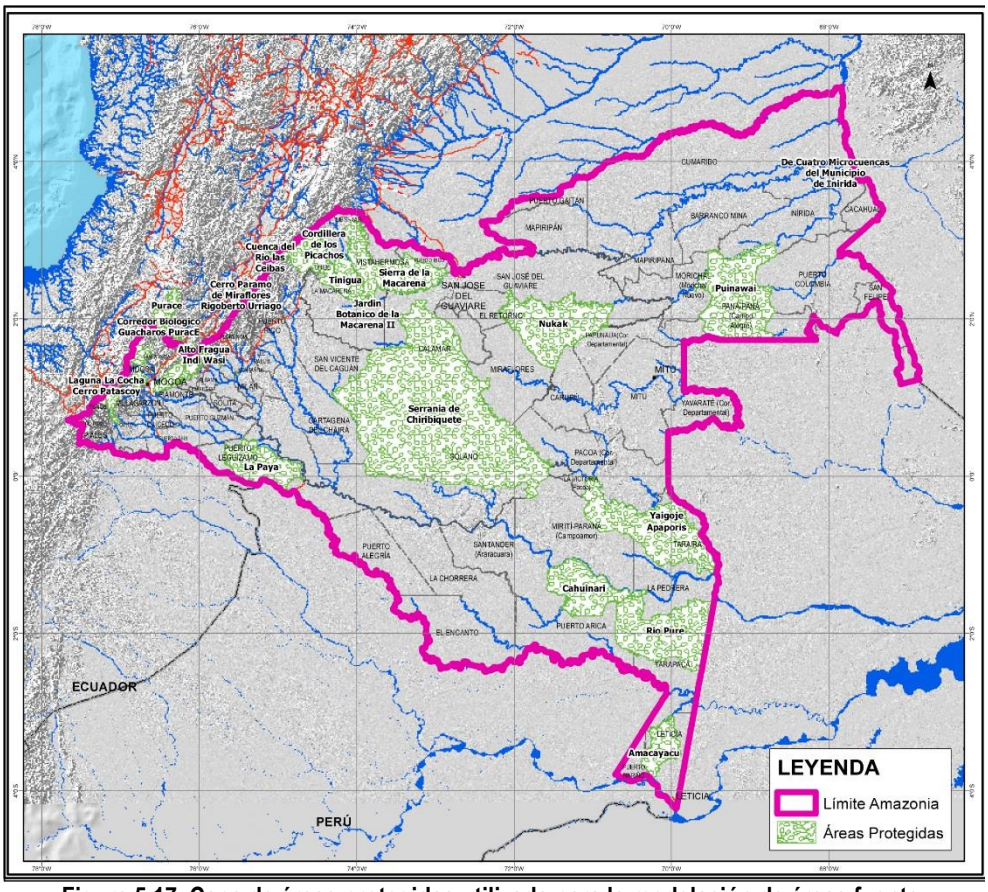


Figura 5.17. Capa de áreas protegidas utilizada para la modelación de áreas fuente.

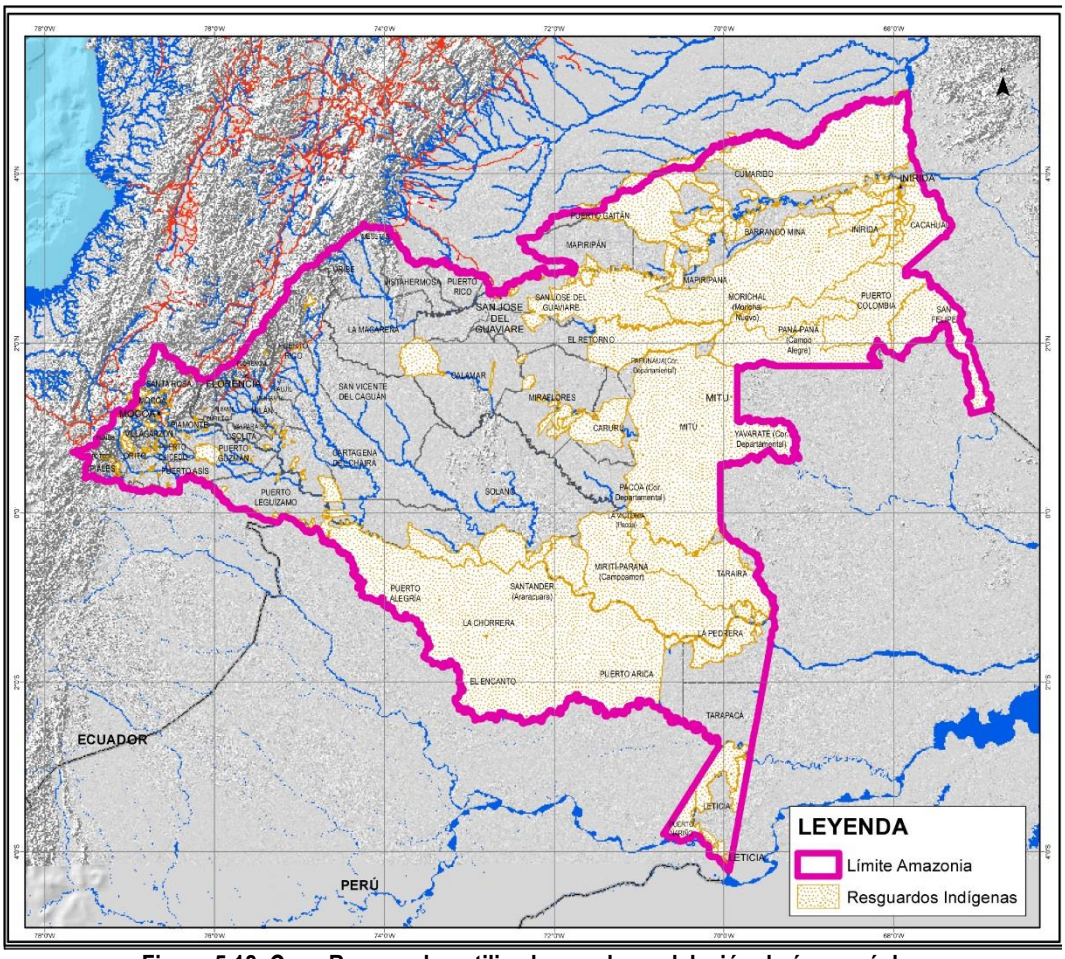


Figura 5.18. Capa Resguardos utilizada para la modelación de áreas núcleo

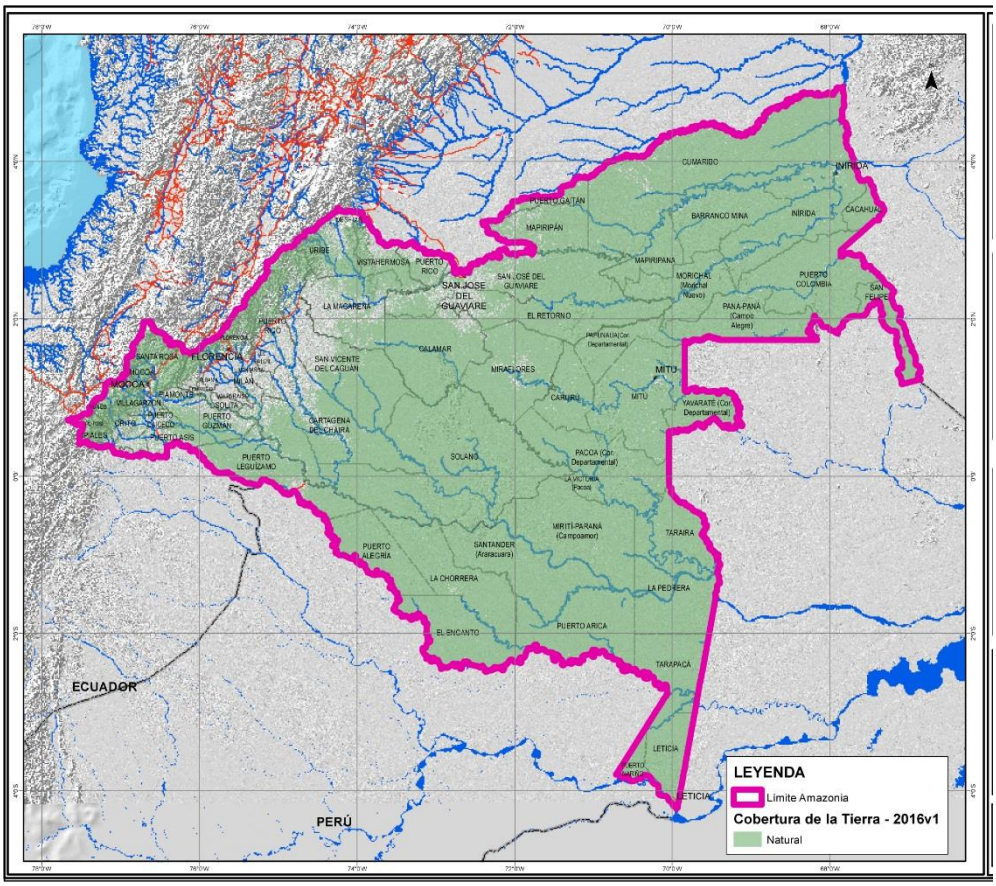


Figura 5.19. Capa de coberturas naturales utilizada para la modelación de áreas núcleo

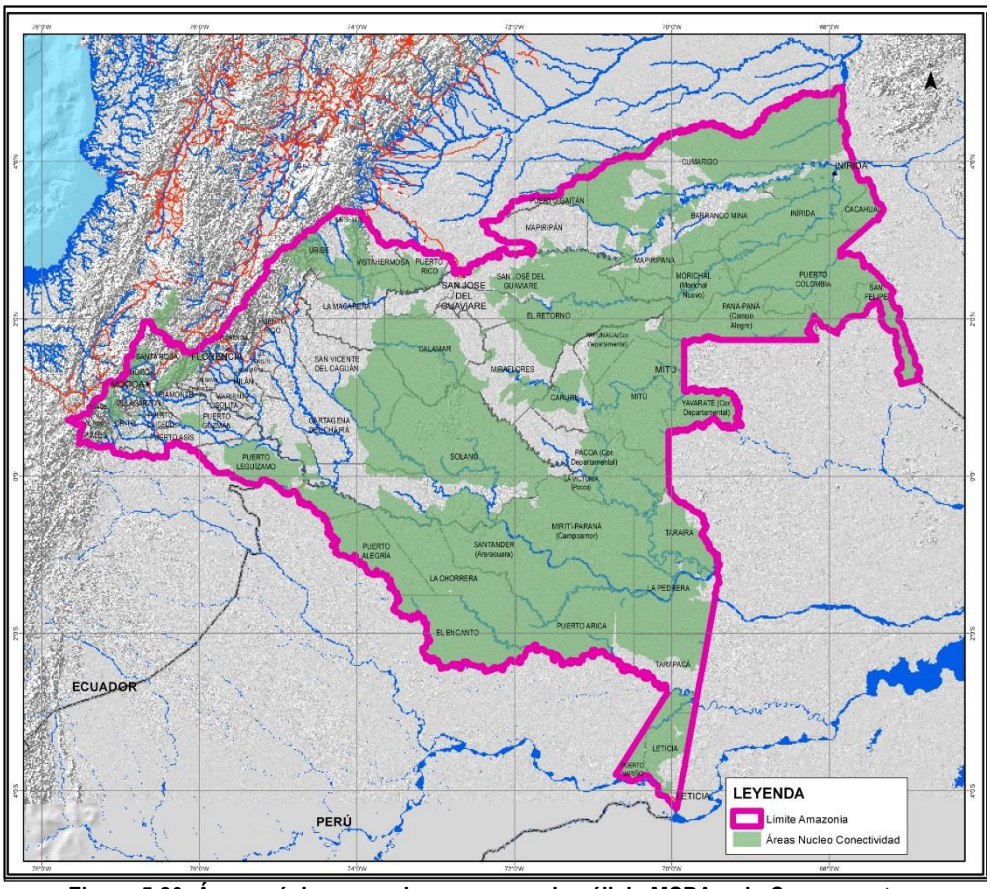


Figura 5.20. Áreas núcleo como insumo para el análisis MSPA y de Componentes.

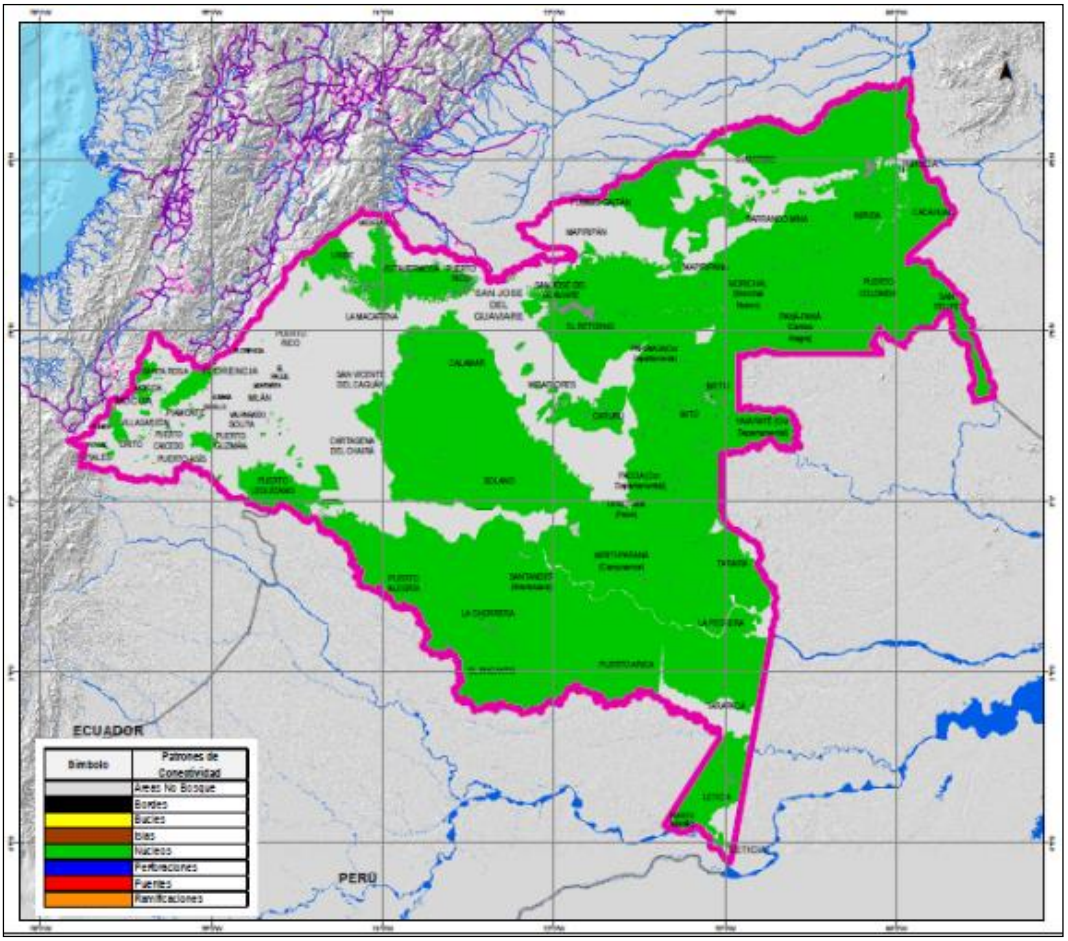


Figura 5.21. Resultado Análisis Morfológico MSPA – Guidos, para la delimitación de áreas fuente.

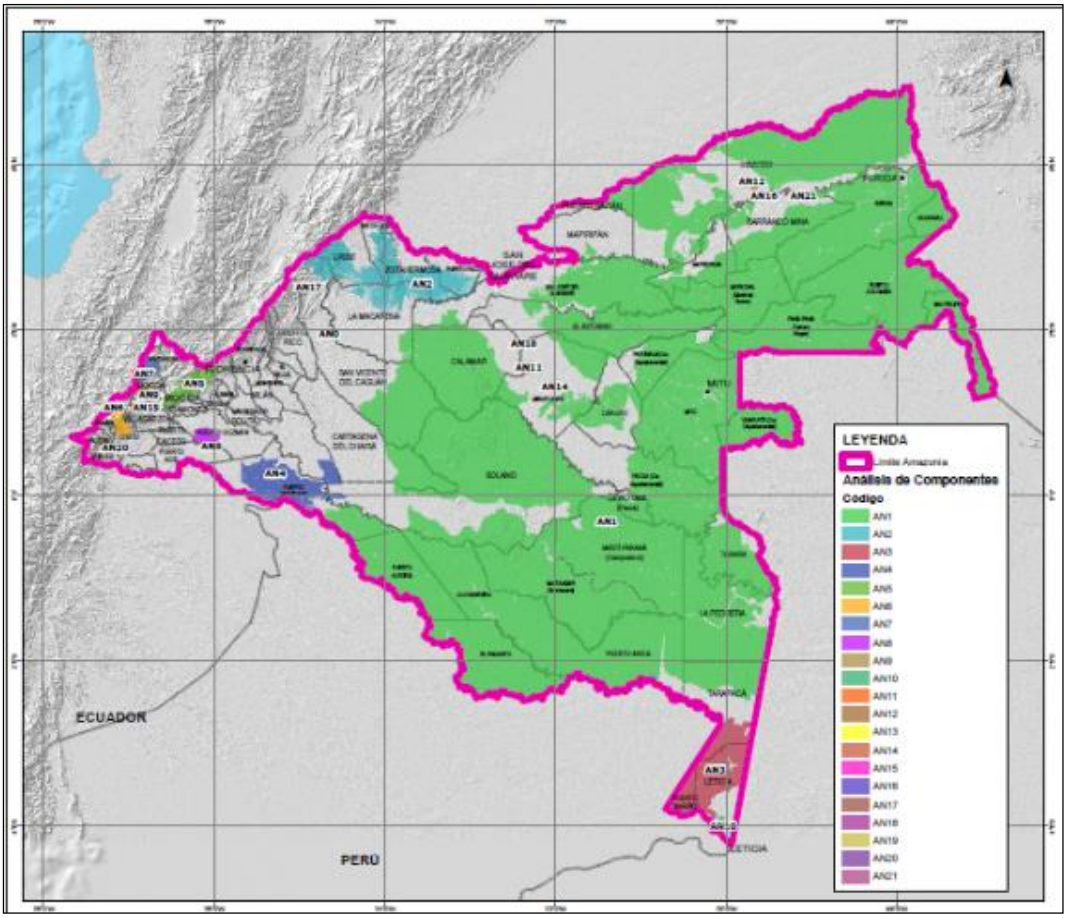


Figura 5.22. Resultado Análisis de Componentes – Guidos, para la delimitación de áreas fuente (n=21).

El área total del conjunto de áreas núcleo es igual a 32.685.032 ha equivalentes al 67% del área de la Amazonía colombiana según el polígono de delimitación del Instituto Sinchi (48.460.841 ha). Tal porcentaje podría parecer "relativamente" bueno, sin embargo este hecho debe sopesarse considerando primero que esa área se encuentra representada no en un solo núcleo homogéneo, sino en 21 elementos diferentes. Además, aunque estas 21 áreas núcleo pueden estar conectadas por coberturas naturales, dichas conexiones no se encuentran bajo figuras legales que aseguren su conservación en el largo plazo. Finalmente, se debe considerar que hay transformación de sectores al interior de las áreas núcleo (perforaciones) y los efectos que esto puede tener.

El sistema de áreas núcleo identificado corresponden al 74.4% del área total de las coberturas naturales en la Amazonía colombiana para el año 2016 (43.914.696 ha). Así, cerca del 25% de las coberturas naturales amazónicas remanentes se encuentran bajo figuras legales que en principio permitirían su transformación, al no estar fajo figuras estrictas de conservación, y de no implementar mecanismos para la protección de su función ecológica. En el mismo orden de ideas, el sistema de áreas núcleo identificado, cubre el 95.8% del área total de las figuras legales consideradas en las áreas núcleo (áreas protegidas + resguardos = 34.126.242 ha).

Lo anterior da una idea de la eficacia de las áreas protegidas y los resguardos indígenas para la conservación de las de la biodiversidad. Sin embargo, también permite ver que no son figuras “inquebrantables”, pues cerca de 2.5% del área total cubierta por áreas protegidas amazónicas (11.010.292 ha) corresponden a coberturas con algún grado de transformación. En el caso de los resguardos, también cerca del 2.5% de su extensión total en la Amazonía (25.801.629 ha) han sido transformadas. Es paradójico que aun cuando en los resguardos hay autodeterminación del tipo de actividades a desarrollar por las comunidades indígenas, siendo posible desarrollar aquellas de carácter transformador del ambiente natural, el porcentaje de coberturas transformadas sea igual al encontrado al interior de las áreas estrictamente protegidas (AP´s). Este hecho es un indicio de fallas en la gestión que actualmente se da de las áreas protegidas en la región amazónica, en especial en los sectores con frentes de colonización localizados en las zonas de transición con la región andina, y el AMEM (Armenteras, et al., 2019) (Figura 5.23). Esto no es algo menor, que deba considerarse únicamente en el contexto de la integridad de las áreas protegidas individuales que se están viendo afectadas (ej. PNN Tinigua), sino también en el contexto de pérdida de conectividad entre la región amazónica y la Andina, de acuerdo a iniciativas como la del corredor AAA.

Se debe mencionar que aunque dentro de cada área núcleo identificada hay una continuidad de las coberturas naturales, ello no significa que estas sean totalmente homogéneas. Por el contrario como se puede observar en la Figura 5.23, dentro de cada área núcleo existen algunos sectores en los que las coberturas naturales han sido transformadas (perforaciones). Éste tipo fenómenos aunque poco comunes dentro de las diferentes áreas núcleo, deben ser tenidos en cuenta como posibles focos o rutas de transformación del sistema natural, en las que de no tomarse acciones de control, podrían llevar a la fragmentación de las actuales áreas núcleo identificadas, reduciendo su funcionalidad y resiliencia ecológica, al incrementarse las coberturas de tipo borde, a costa de aquellas con características estrictamente naturales.

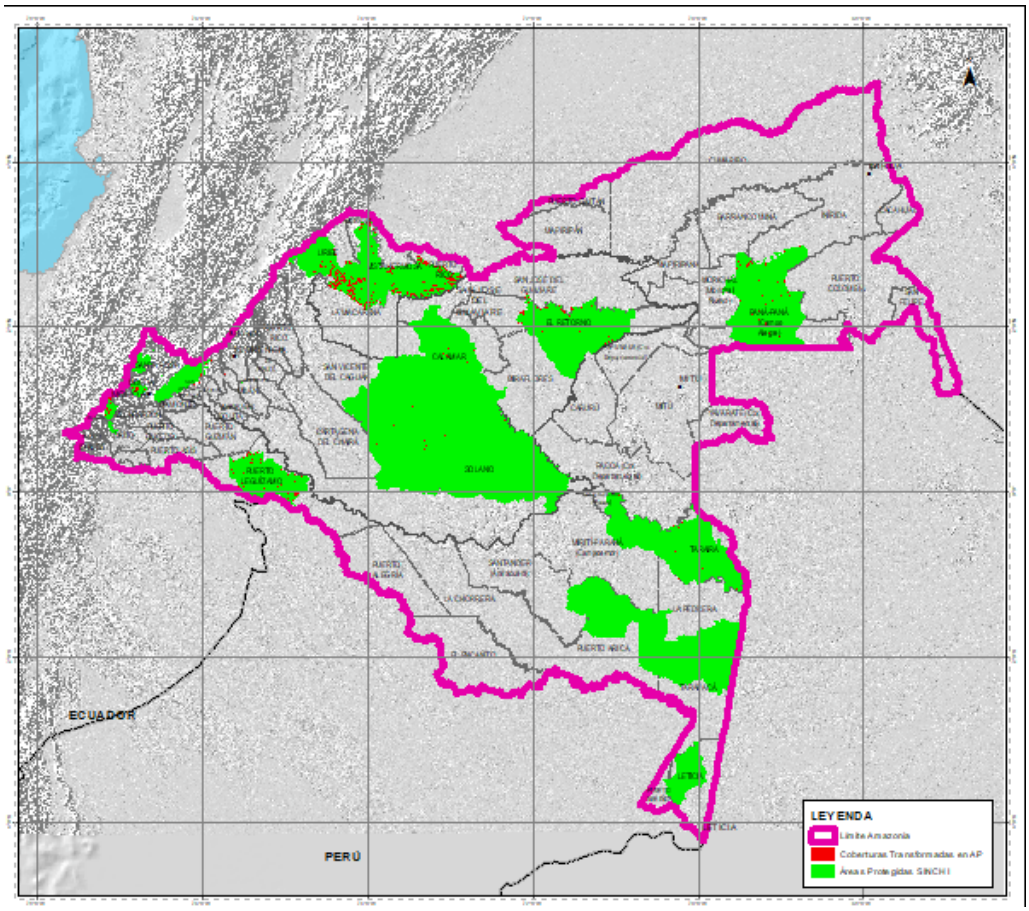


Figura 5.23. Zonas de áreas protegidas en la Amazonía colombiana con coberturas transformadas.

En la Tabla 5.7 se condensa información sobre los tamaños de estas áreas núcleo de acuerdo a su cubrimiento por departamento y municipios. El rango de tamaños de las áreas núcleo varía entre algo cercano a las 30.000.000 ha (AN1) y las 4.000 ha (AN21), correspondientes al 91.78% y al 0.01% del área total cubierta por áreas núcleo, es decir el 61.9% de la Amazonía colombiana (Figura 5.24). De lo anterior se tiene que sólo con la AN1, el 68.3% de las coberturas naturales remanentes de la Amazonía presentan continuidad. Es notable la diferencia de tamaño entre el área núcleo de mayor tamaño (AN1) y la segunda en orden de acuerdo a este atributo (AN2), que no alcanza el millón de hectáreas (Tabla 5.7, Figura 5.24). Tan sólo cinco (5) de las áreas núcleo identificadas superan las 100.000 ha, que incluyen además de la gran AN1, las que se corresponden con el AMEM (AN2), gran parte del trapecio amazónico (AN3) y los PNN La Paya (AN4) e Indi Wasi (AN5), alcanzando un área total superior a los 32.000.000 ha (Tabla 5.7, Figura 5.24). Siete áreas núcleo tienen extensiones entre las 100.000 ha y las 10.000 ha. Finalmente, nueve de las áreas núcleo tienen áreas menores a las 10.000 ha (Tabla 5.7, Figura 5.24).

Tabla 5.7. Distribución del área para las diferentes áreas núcleo identificadas por departamento y municipios con los que coinciden.

MUNICIPIOS POR DEPARTAMENTO	COMPONENTES																					TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
AMAZONAS	**9,212,563**		**707,657**							**25,145**												**9,945,365**
EL ENCANTO	1,030,171																					1,030,171
LA CHORRERA	1,255,556																					1,255,556
LA PEDRERA	1,233,010																					1,233,010
LA VICTORIA (Pacoa)	120,783																					120,783
LETICIA			398,631							25,145												423,777
MIRITÍPARANÁ (Campoamor)	1,649,953																					1,649,953
PUERTO ALEGRÍA	821,258																					821,258
PUERTO ARICA	1,255,649																					1,255,649
PUERTO NARIÑO			137,417																			137,417
SANTANDER (Araracuara)	1,452,794																					1,452,794
TARAPACÁ	393,389		171,609																			564,997
CAQUETÁ	**3,686,368**	**77,123**		**80,093**	**75,139**												**5,894**					**3,924,616**
BELÉN DE LOS ANDAQUÍES					16,262																	16,262
CARTAGENA DEL CHAIRÁ	302,425																					302,425
SAN JOSÉ DEL FRAGUA					58,877																	58,877
SAN VICENTE DEL CAGUÁN	681,495	77,123															5,894					764,512
SOLANO	2,702,447			80,093																		2,782,540
CAUCA					88,129		69,743															157,872
BOLÍVAR							2															2
PIAMONTE					37,849																	37,849
SANTA ROSA					50,280		69,741															120,021
GUAINÍA	**6,391,779**															**5,069**					**4,134**	**6,400,982**
BARRANCO MINA	576,143															5,069					4,134	585,345
CACAHUAL	229,730																					229,730
INÍRIDA	1,503,705																					1,503,705
LA GUADALUPE	109,329																					109,329
MAPIRIPANA	293,156																					293,156
MORICHAL (Morichal Nuevo)	845,841																					845,841
PANÍ-PANÍ (Campo Alegre)	1,007,897																					1,007,897
PUERTO COLOMBIA	1,547,738																					1,547,738
SAN FELIPE	278,241																					278,241
GUAVIARE	**3,390,067**	**94**									**20,500**			**7,784**				**5,593**				**3,424,038**
CALAMAR	1,057,075										6,406							2,321				1,065,801
EL RETORNO	909,440																					909,440
MIRAFLORES	450,856										14,095			7,784				3,273				476,008
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	972,696	94																				972,790
HUILA					43																	43
ACEVEDO					34																	34
PALESTINA					10																	10
META	**207,860**	**867,590**											**9,546**									**1,084,995**
LA MACARENA	60,237	224,888																				285,125
MAPIRIPÁN	27,083												15									27,098
MESETAS		71,710																				71,710
PUERTO CONCORDIA		1,443																				1,443

MUNICIPIOS POR DEPARTAMENTO	COMPONENTES																					TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
PUERTO GAITÁN	120,539												9,531									130,070
PUERTO RICO		103,972																				103,972
SAN JUAN DE ARAMA		5,621																				5,621
URIBE		226,820																				226,820
VISTAHERMOSA		233,137																				233,137
NARIÑO						**38,578**	**30**												**5,565**	**5,129**		**49,301**
BUESACO						17																17
EL TABLÓN DE GÓMEZ							3															3
FUNES						137																137
IPIALES																			586	5,129		5,716
LA CRUZ							26															26
PASTO						38,112																38,112
POTOSÍ																			4,978			4,978
TANGUA						312																312
PUTUMAYO	**243,358**			**432,848**	**4,598**	**34,140**	**1**	**60,111**	**30,444**						**7,733**							**813,231**
MOCOA					4,598		1		19,823						3,366							27,788
ORITO						33,136																33,136
PUERTO ASÍS								2														2
PUERTO GUZMÁN								60,109														60,109
PUERTO LEGUÍZAMO	243,358			432,848																		676,206
SAN FRANCISCO									8,762						4,220							12,982
SANTIAGO						152																152
SIBUNDOY									1,859													1,859
VILLA GARZÓN						852									146							998
VAUPÉS	**4,194,454**																					**4,194,454**
CARURÚ	288,973																					288,973
MITÚ	1,568,062																					1,568,062
PACOA (Cor. Departamental)	891,179																					891,179
PAPUNAUA (Cor. Departamental)	424,441																					424,441
TARAIRA	568,668																					568,668
YAVARATÉ (Cor. Departamental)	453,131																					453,131
VICHADA	**2,669,072**											**19,912**				**1,148**						**2,690,133**
CUMARIBO	2,669,072											19,912				1,148						2,690,133
TOTAL	**29,995,520**	**944,807**	**707,657**	**512,941**	**167,910**	**72,717**	**69,773**	**60,111**	**30,444**	**25,145**	**20,500**	**19,912**	**9,546**	**7,784**	**7,733**	**6,217**	**5,894**	**5,593**	**5,565**	**5,129**	**4,134**	**32,685,032**

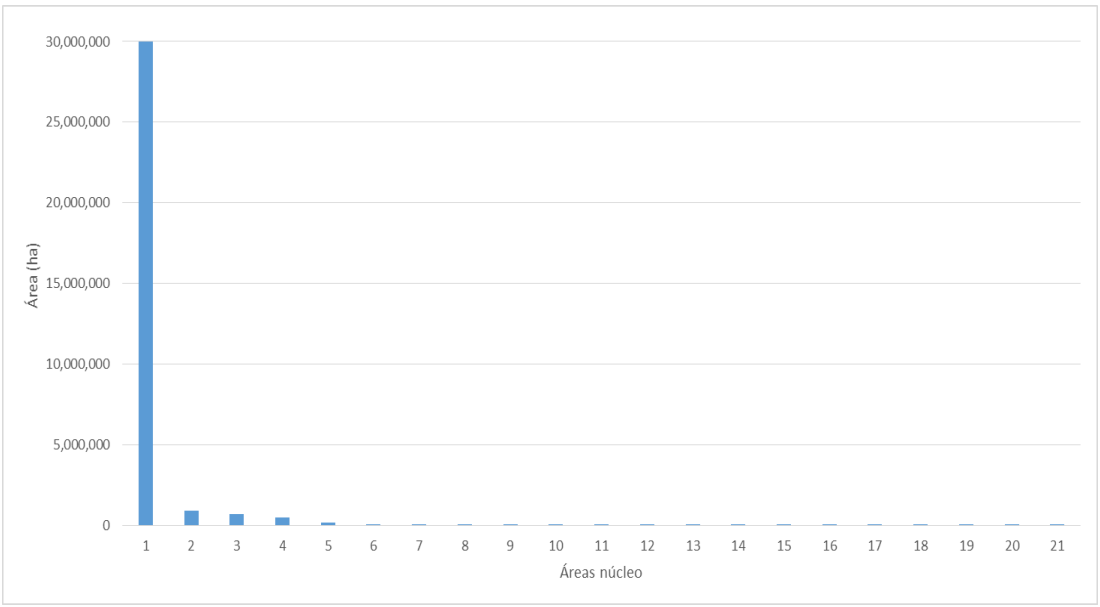


Figura 5.24. Tamaño de las áreas núcleo identificadas

En términos generales las áreas núcleo pequeñas (<10.000 ha) se localizan en tres sectores: a) en el extremo occidental del polígono de análisis, en zonas de piedemonte en la transición Amazonía - Andes, b) al oriente del PNN serranía de Chiribiquete y c) en el extremo norte del polígono de análisis, en las zonas de transición Amazonía – Orinoquía (Figura 5.18). Aunque el análisis desarrollado indica que a la fecha aún existe continuidad de las coberturas naturales entre Amazonía y Orinoquía (AN1), la revisión detallada de estos sectores permite evidenciar que las conexiones corresponden a estrechos corredores con anchos mínimos de no más de 5 kilómetros (Figura 5.25). En el mismo sentido, se detecta una conexión estrecha en otro sector de la AN1, al oriente del PNN serranía de Chiribiquete, cerca de donde se encuentran uno de los conjuntos de AN pequeñas (Figura 5.25).

Este tipo de situaciones, puede indicar el desarrollo de procesos de transformación de las coberturas naturales en la zona, lo que se podría considerar como un llamado de atención, para profundizar en la comprensión de los procesos que allí se están desarrollando y su manejo, buscando la recuperación de las coberturas naturales en esos sectores consolidación de la conectividad de la mayor de las áreas núcleo identificadas.

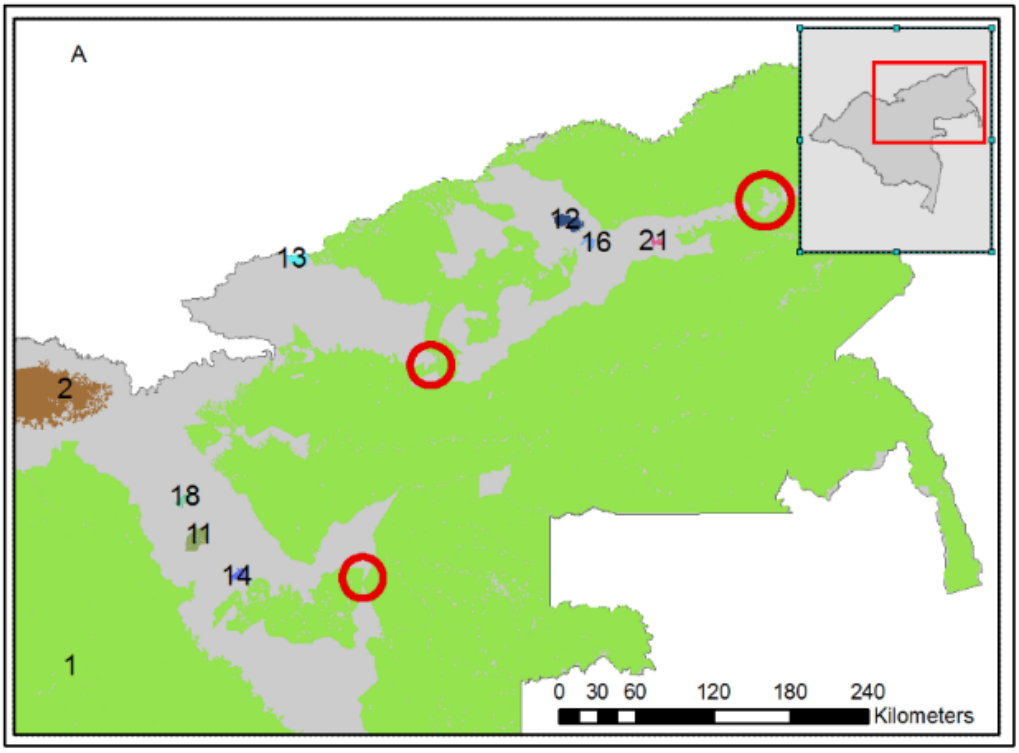


Figura 5.25. Localización de conexiones estrechas dentro de diferentes sectores de la AN1.

Dentro de las 5 áreas núcleo de mayor tamaño, la AN1 tiene cobertura en el mayor número de departamentos (n=8) y municipios (n=36) dentro de la región, incluyendo gran parte de los ecosistemas amazónicos y los sectores de transición con la Orinoquía (Figura 5.26, Tabla 5.7). La AN2 (AMEM) corresponde mayormente al departamento del Meta (92%), aunque también tiene porciones menores pertenecientes al Caquetá y Guaviare (Tabla 5.7). El AN3 (Trapecio), corresponde al departamento del Amazonas, mientras que la AN4, aunque coincide mayormente con el Putumayo, también presenta una porción dentro del Caquetá (Tabla 5.7). El AN5, la última de las áreas núcleo que superan las 100.000 ha, tiene una distribución de su extensión contraria a la de la AN4, con una mayor porción dentro del Caquetá y algo menor en el Putumayo (Tabla 5.7).

En términos de las coberturas presentes en las diferentes áreas núcleo identificadas, de acuerdo a los criterios de selección utilizados, todas las coberturas incluidas son de tipo natural. Dentro de esta gran categoría, los diferentes tipos de vegetación incluidos en el conjunto de áreas núcleo comprenden la totalidad de los presentes en la Amazonía y con proporciones similares, siendo muestras representativas. En tal sentido, el "Bosque denso alto de tierra firme" es por mucho el tipo de coberturas con mayor extensión tanto en la Amazonía como en las de áreas núcleo (Figura 5.26).

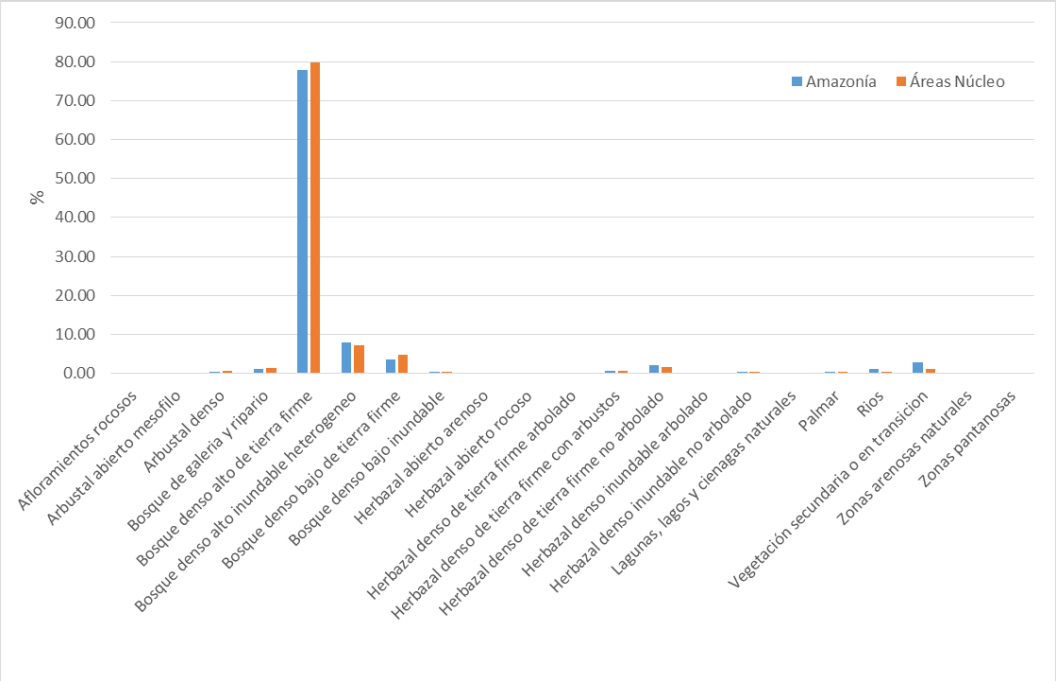


Figura 5.26. Representatividad de los tipos de vegetación natural en la Amazonía colombiana y las áreas núcleo identificadas.

En el área núcleo más grande (AN1) la cobertura con mayor representación es el "Bosque denso alto de tierra firme" con cerca de 24.000.000 ha, que corresponde al 79% del total de su extensión (Figura 5.23). La segunda y tercera coberturas con mayor representación dentro del AN1 son el "Bosque denso alto inundable heterogéneo" y el "Bosque denso bajo de tierra firme", aunque con proporciones notablemente menores, correspondiendo tan sólo al 7.44% y al 5.16% respectivamente (Figura 5.23). Ninguna de las otras coberturas presentes en la AN1 alcanza las 550.00 ha y en conjunto suman una extensión cercana a las 2.500.000 ha, equivalente al 8.3% del AN1 (Figura 5.27). Esta distribución es representativa de las áreas en buen estado de conservación dentro de la Amazonía colombiana.

Respecto a las otras cuatro AN´s con tamaños superiores a las 100.000 ha, la cobertura con mayor extensión también fue el "Bosque denso alto de tierra firme", presentando en todos los casos porcentajes superiores a 80%. De la misma manera la siguiente cobertura con mayor extensión en estas AN´s es el "Bosque denso alto inundable heterogéneo", aunque en una proporción mucho menor (Figura 5.28). El resto de tipos de coberturas representadas en este grupo de áreas núcleo, no superan el 5%, aunque muestran variaciones en sus proporciones en cada caso (Figura 5.28).

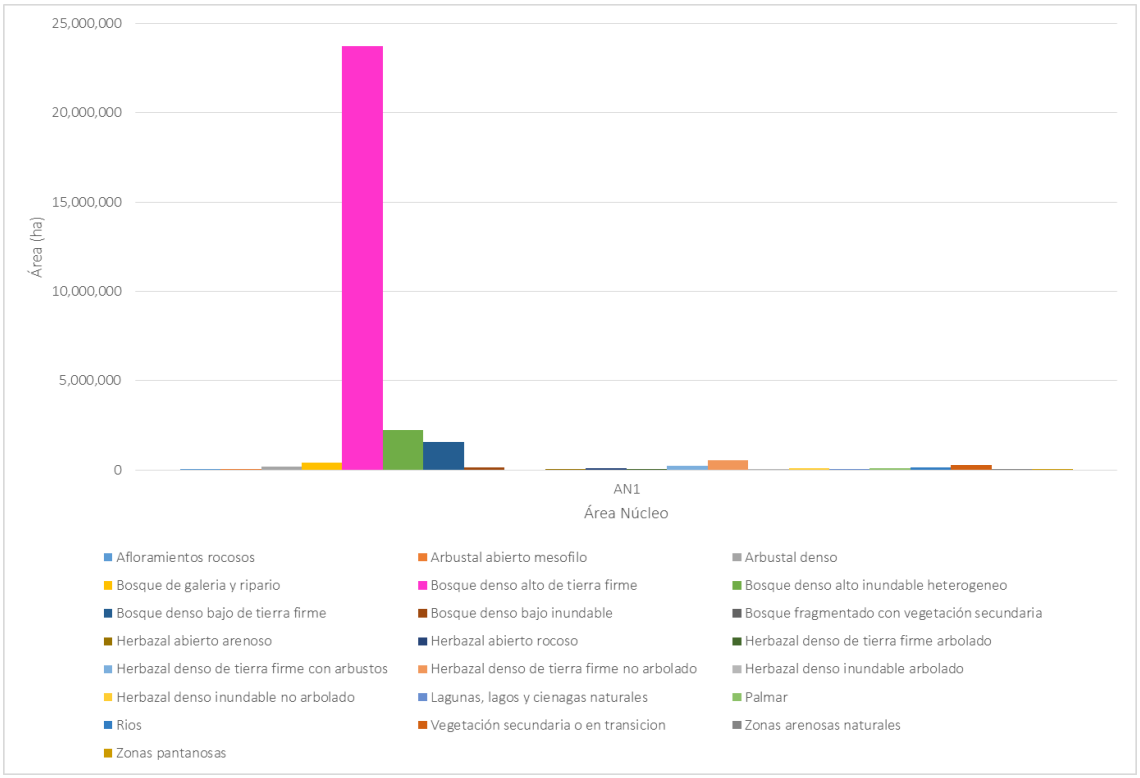


Figura 5.27. Representación de los diferentes tipos de coberturas naturales en la AN1.

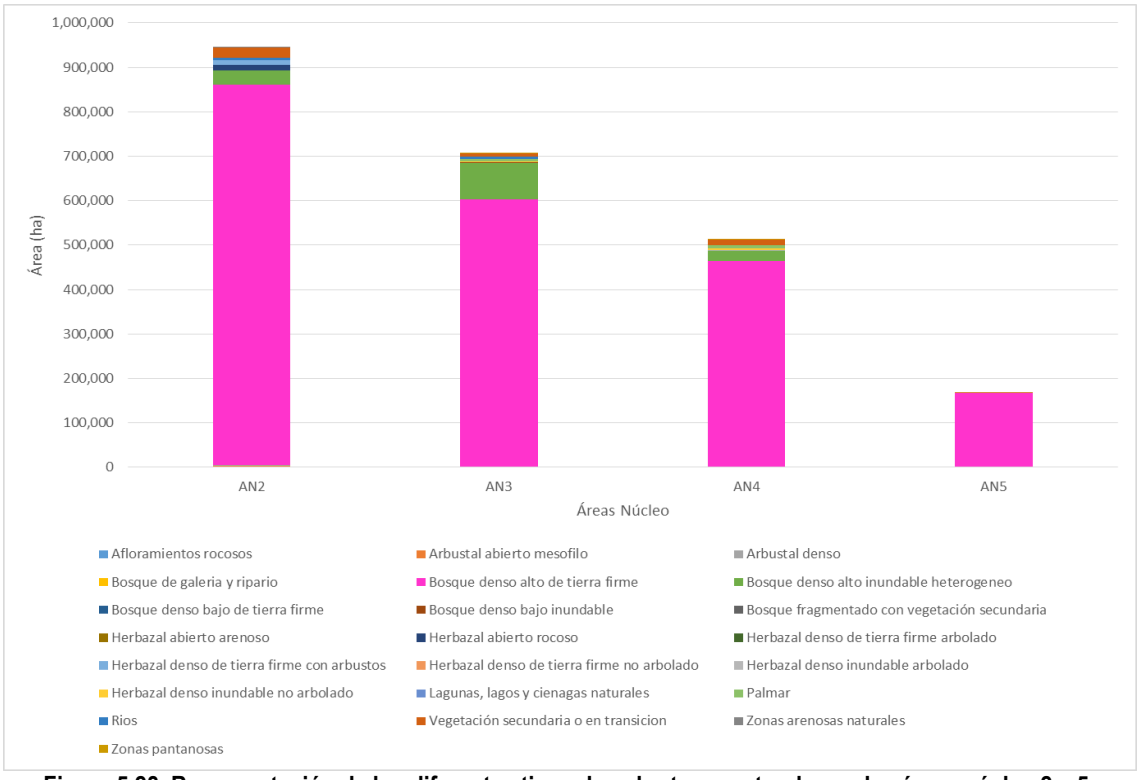


Figura 5.28. Representación de los diferentes tipos de coberturas naturales en las áreas núcleo 2 a 5.

5.2.1.13. Sectores importantes para la conectividad

La primera aproximación a la identificación de los sectores importantes para el mantenimiento de la conectividad entre áreas núcleo se realizó mediante una modelación con el software "CircuitScape", que considera los paisajes como una superficie de conductividad eléctrica. En tal sentido, toma las áreas núcleo como fuentes de corriente y representa el movimiento de los individuos como el flujo eléctrico a través de la superficie de conductividad correspondiente a la Matriz Final de Resistencia (McRae et al., 2013).

De esta manera, el resultado final es la probabilidad de tránsito de individuos (corriente eléctrica) que podría llegar a tener cada pixel en el paisaje. En la Figura 5.29, se muestra el resultado de la matriz de corriente eléctrica construida con la intensión de conectar el conjunto de áreas núcleo identificadas (n=21). Allí, un espacio con valores bajos indican una mayor permeabilidad y distribución de la energía en una zona más amplia y de manera más homogénea, es decir sectores en los que los organismos pueden transitar por extensas áreas con valores similares de permeabilidad (FCDS, 2018). Este tipo de valores se encuentran distribuidos con mayor proporción en los sectores del centro, sur y oriente del área der análisis (Amazonía), particularmente alrededor del área núcleo de mayor tamaño (AN1) (Figura 5.29), en donde la actividad humana muestra los menores niveles, como lo corroboran las matrices individuales de resistencia asociadas a factores transformadores de las coberturas (Figuras 6.1-11) y la matriz final de resistencia (Figura 5.16).

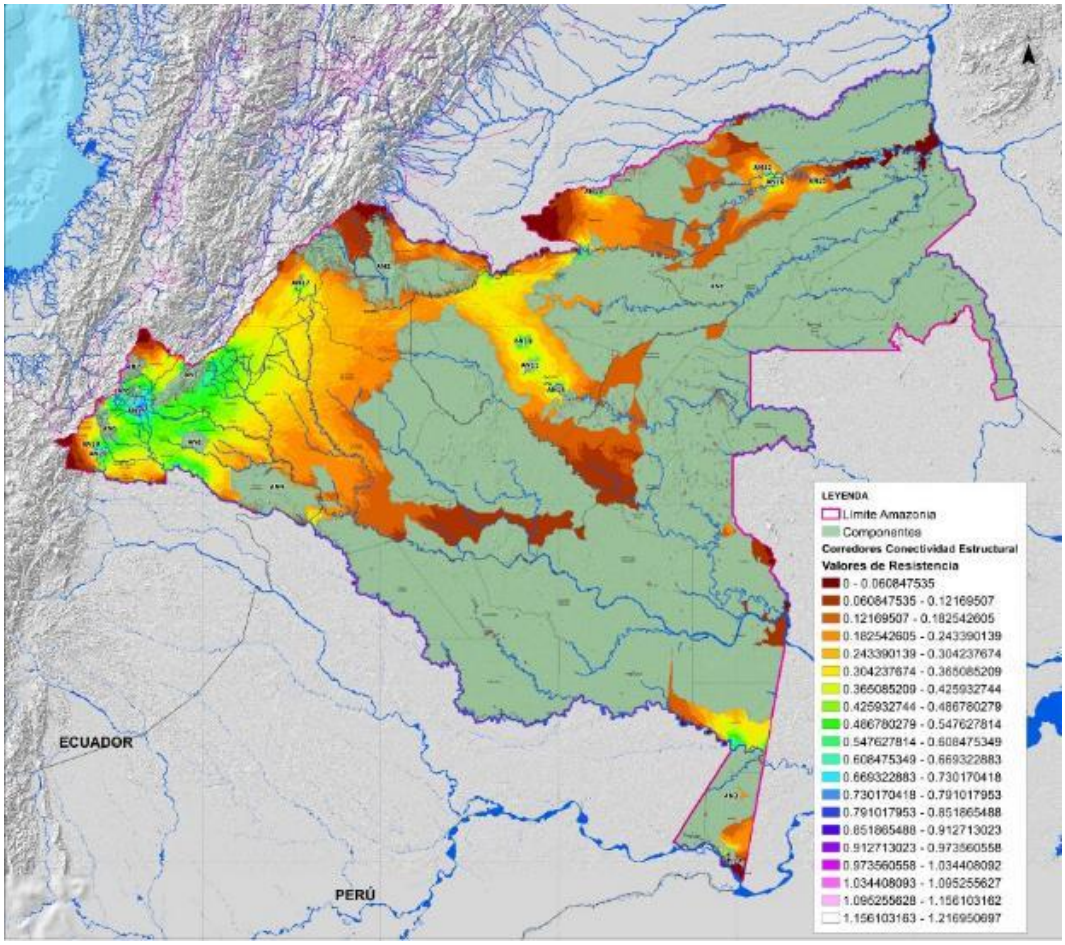


Figura 5.29. Matriz de corriente eléctrica entre las áreas núcleo.

Por otra parte, los valores altos en la matriz de conductividad indican concentración de carga y por tanto, corredores de conectividad en los que por la transformación generalizada del entorno, se concentra el flujo de organismos (FCDS, 2018). Este tipo de situación se evidencia en el extremo noroccidental de la región y entre otros sectores con presencia de áreas núcleo de menor tamaño, en donde cómo se ha evidenciado se concentra la mayor actividad humana de la región lo que ha dejado áreas para el tránsito de organismos, a los que les quedan delgados corredores para el tránsito entre áreas núcleo (Figura 5.29).

5.2.1.13.1. Corredores de Conectividad

A partir de una evaluación visual de la matriz de corriente eléctrica obtenida con el CircuitScape, se trazaron corredores entre las diferentes áreas núcleo, por aquellos sectores en los que se evidenció un mayor flujo

probable de organismos (menores valores de resistencia). El trazado obtenido fue corroborado mediante el uso de la aplicación LinkageMapper, que utilizando las áreas núcleo (AN) definidas y la matriz final de resistencia (IEHH), identifica corredores lineales específicos de menor resistencia al flujo de organismos, pero con diferentes grados de probabilidad de flujo dependiendo (Figura 5.30), y además aquellos caminos de menor costo dentro de cada corredor (Figura 5.31). La comparación de ambas propuestas de corredores mostró coincidencia casi perfecta. Estos corredores se pueden considerar como sectores en los cuales focalizar inicialmente acciones para el mantenimiento de la conectividad, a partir de las cuales se consoliden áreas más amplias para la conectividad amazónica y entre la Amazonía, los Andes y la Orinoquía.

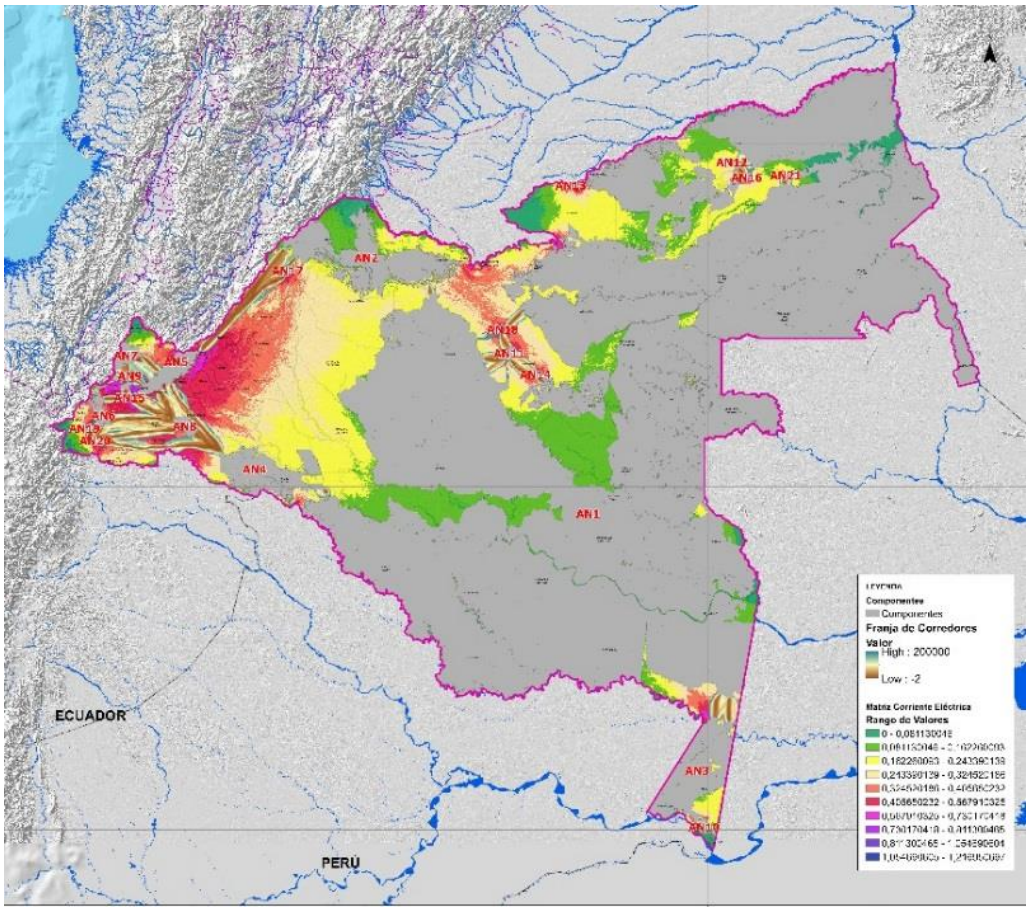


Figura 5.30. Corredores de conectividad entre las diferentes áreas núcleo definidas en la Amazonía colombiana, modelados utilizando LinkageMapper.

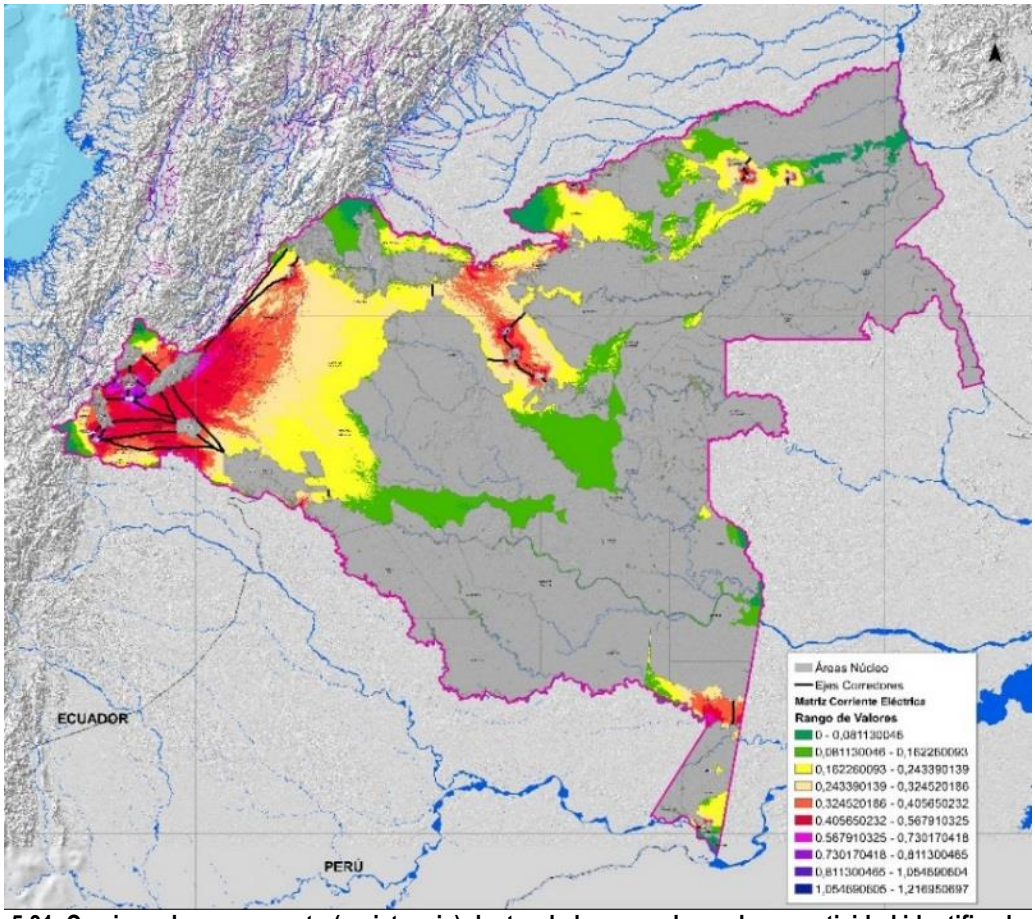


Figura 5.31. Caminos de menor costo (resistencia) dentro de los corredores de conectividad identificados entre las diferentes áreas núcleo definidas en la Amazonía colombiana, modelados utilizando LinkageMapper.

A continuación se presenta una descripción general del conjunto de corredores modelados, haciendo especial mención de aquellos considerados como de alto valor para el mantenimiento de la conectividad al interior de la Amazonía y de esta con sus regiones vecinas (Andes, Orinoquía). Esta descripción se centra en la localización de los diferentes corredores, sus áreas y tipos de coberturas que en ellos predominan, información útil para su priorización y la identificación del tipo de actividades a desarrollar. Por ejemplo, del tipo de coberturas dominantes en cada corredor, dependerá si las actividades a desarrollar serán de mantenimiento o recuperación (restauración) de las coberturas naturales.

Se identificaron 42 corredores entre las 21 áreas núcleo definidas, con un área total de 1.591.315 ha (Figura 5.30), distribuidos en los 9 departamentos incluidos en la región de estudio. La mayor concentración de corredores se encuentra en el extremo noroccidental de la región, en el sector del piedemonte amazónico y la transición con la región andina, en donde se evidencia la mayor concentración de actividades humanas, lo que

ha llevado a la reducción del área cubierta por coberturas naturales, uno de los criterios utilizados para la delimitación de las áreas núcleo. Además, en dicho sector el tamaño de las figuras de conservación consideradas (PNN y Resguardos) presentan tamaños no especialmente grandes, hecho también relacionado con el contexto territorial altamente transformado de la zona.

Por otra parte, el AN1 dado su tamaño y centralidad, es la que se asocia con el mayor número de los corredores (n = 15), que en su conjunto cubren 344.307 ha. Dentro de ellos, el de mayor tamaño corresponde al primero de dos corredores (corredor 1-11_1) que conectan esta área núcleo, en el sector correspondiente al PNN "Serranía de Chiribiquete", hacia el oriente en dirección al PNN Nukak, con el AN11 correspondiente al Resguardo "Barranquillita" (Tabla 5.8-9), en la zona central de la Amazonía colombiana (Figura 5.30-31). Este corredor, se considera de suma importancia para la conectividad amazónica mediante la consolidación del AN1, presenta cobertura en el departamento del Guaviare particularmente en los municipios de Miraflores (24.030 ha) y Calamar (38.623 ha) (Tablas 6.8-9), y allí sobre las cuencas altas de los ríos Vaupés y Apaporis y las de los ríos Itilla, Unilla y Macayá (Tabla 5.10-11).

Dentro de conjunto de corredores, el de mayor tamaño es el corredor 4-20_1, con un área de 196,213 ha, que conecta al PNN "La Paya" (AN4) y el AN20 correspondiente al Resguardo Indígena "Ishu Awa" localizado cerca al límite nacional. En este sentido, el corredor ocupa sectores de transición entre Amazonía y la región andina, en el departamento de Nariño, municipio de Ipiales (981 ha), y el Putumayo, municipios de Orito (29.126 ha), Puerto Asís (131.342 ha), Puerto Guzmán (1.987 ha), Puerto Leguízamo (12.486 ha) y Sibundoy (20.292 ha) (Tablas 6.8-9), coincidiendo con las cuencas alta y media del río Putumayo, y las de los ríos San Miguel, Mecaya y Sencella (Tablas 6.10-11).

En los corredores hay un predominio de las coberturas naturales (79.4%), dentro de las que se destaca el bosque denso alto de tierra firme con 998.443 ha, mismo patrón encontrado al interior de las áreas núcleo, seguido por la vegetación secundaria o en transición 136.991 ha (Tabla 5.12). Dentro de las coberturas transformadas asociadas a los corredores de conectividad identificados, se destacan los pastos limpios (95.229 ha) y los mosaicos de pastos con espacios naturales (93.324 ha) (Tabla 5.13). En ambos casos (naturales y transformados) las categorías específicas de coberturas con mayor predominio son también las que tienen mayor representatividad general para el área de estudio.

Tabla 5.8. Área ocupada por los corredores de conectividad identificados por departamento y municipio (Primera parte). * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z).

	AMAZONAS		CAQUETÁ								CAUCA		GUAINÍA	GUAVIARE				HUILA				
Corredor*	LETICIA	TARAPACÁ	BELÉN DE LOS ANDAQUÍES	EL DONCELLO	EL PAUJIL	FLORENCIA	PUERTO RICO	SAN JOSÉ DEL FRAGUA	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	SOLANO	PIAMONTE	SANTA ROSA	BARRANCO MINA	CALAMAR	EL RETORNO	MIRAFLORES	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	ACEVEDO	ALGECIRAS	GARZÓN	GUADALUPE	SUAZA
1-11_1														38,624		24,031						
1-11_2																4,976						
11-14_1																43,205						
11-14_2																28,785						
11-18_1														10,668		18,900						
1-12_1																						
1-13_1																						
1-14_1																9,391						
1-16_1													3,704									
1-16_2													1,776									
1-18_1														14,886								
1-18_2															29,702	8,852						
1-2_1																	14,899					
1-21_1													16,951									
1-21_2													9,975									
12-16_1													1,128									
1-3_1		57,346																				
1-3_2		57,136																				
1-4_1										16,902												
19-20_1																						
2-5_1			12,843	7,776	6,506	30,060	60,359		35,991									5	15	7	2	21
2-5_2			11,228	12,246	5,762	47,616	47,192		30,558													
3-10_1	3,499																					
3-10_2	3,691																					
4-20_1																						
4-5_1								10,910			15,224											
4-8_1																						
5-15_1											95	12										
5-7_1												23,734										
5-7_2												33,742										
5-8_1											28,407											

Corredor*	AMAZONAS		CAQUETÁ								CAUCA		GUAINÍA	GUAVIARE				HUILA				
	LETICIA	TARAPACÁ	BELÉN DE LOS ANDAQUÍES	EL DONCELLO	EL PAUJIL	FLORENCIA	PUERTO RICO	SAN JOSÉ DEL FRAGUA	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	SOLANO	PIAMONTE	SANTA ROSA	BARRANCO MINA	CALAMAR	EL RETORNO	MIRAFLORES	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	ACEVEDO	ALGECIRAS	GARZÓN	GUADALUPE	SUAZA
5-9_1																						
6-15_1																						
6-19_1																						
6-20_1																						
6-8_1																						
6-9_1												91										
7-9_1												749										
8-15_1																						
8-15_2											5,885											
8-20_1																						
9-15_1																						
Total general	**7,190**	**114,483**	**24,072**	**20,022**	**12,268**	**77,675**	**107,552**	**10,910**	**66,550**	**16,902**	**49,611**	**58,329**	**33,534**	**64,178**	**29,702**	**138,140**	**14,899**	**5**	**15**	**7**	**2**	**21**

Tabla 5.9. Área ocupada por los corredores de conectividad identificados por departamento y municipio (Segunda parte). * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z)

Corredor*	META		NARIÑO							PUTUMAYO												VICHADA
	PUERTO GAITÁN	VISTAHERMOSA	BUESACO	CÓRDOBA	EL TABLÓN DE GÓMEZ	IPIALES	PASTO	POTOSÍ	PUERRES	COLÓN	MOCOA	ORITO	PUERTO ASÍS	PUERTO CAICEDO	PUERTO GUZMÁN	PUERTO LEGUÍZAMO	SAN FRANCISCO	SANTIAGO	SIBUNDOY	VALLE DEL GUAMUEZ	VILLAGARZÓN	CUMARIBO
1-11_1																						
1-11_2																						
11-14_1																						
11-14_2																						
11-18_1																						
1-12_1																						20,127
1-13_1	2,465																					
1-14_1																						
1-16_1																						6,344
1-16_2																						2,134

Corredor*	META		NARIÑO							PUTUMAYO												VICHADA
	PUERTO GAITÁN	VISTAHERMOSA	BUESACO	CÓRDOBA	EL TABLÓN DE GÓMEZ	IPIALES	PASTO	POTOSÍ	PUERRES	COLÓN	MOCOA	ORITO	PUERTO ASÍS	PUERTO CAICEDO	PUERTO GUZMÁN	PUERTO LEGUÍZAMO	SAN FRANCISCO	SANTIAGO	SIBUNDOY	VALLE DEL GUAMUEZ	VILLAGARZÓN	CUMARIBO
1-18_1																						
1-18_2																						
1-2_1		164																				
1-21_1																						
1-21_2																						2,959
12-16_1																						14,120
1-3_1																						
1-3_2																						
1-4_1																963						
19-20_1						3,691		7				151										
2-5_1																						
2-5_2																						
3-10_1																						
3-10_2																						
4-20_1						981						29,126	131,342		1,987	12,486				###		
4-5_1															81,603	3,076						
4-8_1													5,092		17,284	172						
5-15_1											9,299										###	
5-7_1											10,875											
5-7_2																						
5-8_1															25,273							
5-9_1											9,833											
6-15_1							227										2,686	###			###	
6-19_1				2,542		7		22	1,515			8,926										
6-20_1						90						10,657										
6-8_1												14,969		28,863	6,282						###	
6-9_1			1,241		9		41			4,427	1,768							###	###			
7-9_1											12,292											
8-15_1											3,275			2,764	11,985		3				###	
8-15_2											5,299				10,487						###	
8-20_1						8						47,817	28,076	26,654	660							
9-15_1											5,018						6,425					
Total general	2,465	164	1,241	2,542	9	4,776	267	29	1,515	4,427	57,659	#####	164,510	58,281	#####	16,696	9,115	###	###	###	###	45,684

Tabla 5.10. Área ocupada por los diferentes corredores de conectividad identificados por cuenca hídrica (Primera parte).* Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z).

Corredor*	Alto Caquetá	Alto Guaviare	Alto Río Apaporis	Alto Río Putumayo	Alto Vaupés	Bajo Guaviare	Bajo Río Uvá	Caño Bocón	Caño Chupabe	Directos Río Amazonas (mi)	Río Caguan Alto	Río Caquetá Medio	Río Guayas	Río Inírida Alto	Río Iteviare
1-2_1	-	15,063	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-3_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-3_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-4_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,690	-	-	-
1-11_1	-	-	148	-	16,331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-11_2	-	-	365	-	4,479	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-12_1	-	-	-	-	-	-	1,430	-	18,697	-	-	-	-	-	-
1-13_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,465
1-14_1	-	-	-	-	9,391	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-16_1	-	-	-	-	-	10,048	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-16_2	-	-	-	-	-	3,187	200	-	524	-	-	-	-	-	-
1-18_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-18_2	-	-	-	-	730	-	-	-	-	-	-	-	-	36,140	-
1-21_1	-	-	-	-	-	16,251	-	700	-	-	-	-	-	-	-
1-21_2	-	-	-	-	-	12,934	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-5_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,942	-	74,592	-	-
2-5_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,496	-	65,266	-	-
3-10_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,499	-	-	-	-	-
3-10_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,691	-	-	-	-	-
4-5_1	2,190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,695	-	-	-
4-8_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-20_1	-	-	-	74,832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-7_1	34,609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-7_2	33,742	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-8_1	32,890	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,677	-	-	-
5-9_1	9,833	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-15_1	7,331	-	-	3,179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-8_1	-	-	-	52,731	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-9_1	1,434	-	-	13,093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-15_1	-	-	-	24,132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-19_1	-	-	-	12,760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Corredor*	Alto Caquetá	Alto Guaviare	Alto Río Apaporis	Alto Río Putumayo	Alto Vaupés	Bajo Guaviare	Bajo Río Uvá	Caño Bocón	Caño Chupabe	Directos Río Amazonas (mi)	Río Caguan Alto	Río Caquetá Medio	Río Guayas	Río Inírida Alto	Río Iteviare
6-20_1	-	-	-	7,832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-9_1	13,041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-15_1	-	-	-	14,903	-	-	-	-	-	-	-	1,936	-	-	-
8-15_2	17,980	-	-	4,763	-	-	-	-	-	-	-	4,124	-	-	-
8-20_1	-	-	-	70,236	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-15_1	4,540	-	-	6,904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-14_1	-	-	1,917	-	41,272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-14_2	-	-	-	-	28,785	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-18_1	-	-	-	-	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-16_1	-	-	-	-	-	5,756	9,491	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total general	**157,591**	**15,063**	**2,430**	**285,366**	**101,085**	**48,176**	**11,121**	**700**	**19,220**	**7,190**	**66,438**	**74,122**	**139,858**	**36,140**	**2,465**

Tabla 5.11. Área ocupada por los diferentes corredores de conectividad identificados por cuenca hídrica (Segunda parte).* Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z).

Corredor	Río Itilla	Río Juananbú	Río Mecaya	Río Neiva	Río Orteguaza	Río Peneya	Río Pescado	Río Putumayo Bajo	Río Putumayo Medio	Río San Miguel	Río Sencella	Río Suaza	Río Tunia ó Macayá	Río Unilla	Ríos directos Magdalena (md)
1-2_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-3_1	-	-	-	-	-	-	-	57,346	-	-	-	-	-	-	-
1-3_2	-	-	-	-	-	-	-	57,136	-	-	-	-	-	-	-
1-4_1	-	-	-	-	-	3,174	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-11_1	45,166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	996	-
1-11_2	131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-12_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-13_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-14_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-16_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Corredor	Río Itilla	Río Juananbú	Río Mecaya	Río Neiva	Río Orteguaza	Río Peneya	Río Pescado	Río Putumayo Bajo	Río Putumayo Medio	Río San Miguel	Río Sencella	Río Suaza	Río Tunia ó Macayá	Río Unilla	Ríos directos Magdalena (md)
1-16_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-18_1	7,197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,689	-
1-18_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,685	-
1-21_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-21_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-5_1	-	-	-	71	36,497	-	6,348	-	-	-	-	98	-	-	38
2-5_2	-	-	-	-	53,751	-	5,091	-	-	-	-	-	-	-	-
3-10_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-10_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5_1	-	-	66,928	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-8_1	-	-	22,549	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-20_1	-	-	48,737	-	-	-	-	-	44,240	14,498	13,906	-	-	-	-
5-7_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-7_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-8_1	-	-	9,113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-9_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-15_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-8_1	-	-	21,229	-	-	-	-	-	8,350	-	-	-	-	-	-
6-9_1	-	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-15_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-19_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	252	-	-	-	-	-
6-20_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,915	-	-	-	-	-
7-9_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-15_1	-	-	19,075	-	-	-	-	-	2,938	-	-	-	-	-	-
8-15_2	-	-	749	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-20_1	-	-	8,493	-	-	-	-	-	21,207	3,279	-	-	-	-	-
9-15_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-14_1	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-14_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-18_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,472	-
12-16_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,850	-	-	-	-	-
Total general	**52,510**	**128**	**196,872**	**71**	**90,248**	**3,174**	**11,439**	**114,482**	**76,734**	**24,793**	**13,906**	**98**	**13**	**39,842**	**38**

Tan sólo dos corredores se asocian exclusivamente a coberturas naturales, ambos localizados en la zona de transición entre la región amazónica y la Orinoquia. Uno de ellos es el corredor 1-16_2, que es el segundo de dos que conectan el AN1 en el sector del resguardo indígena "Chigüiro" y el AN16 correspondiente al resguardo indígena "Murciélago Altamira" (Figura 5.30-31), con un área total de 3.910 ha (Tabla 5.12). En este corredor predominan los bosques densos altos inundables heterogéneos, y aunque con una notable menor proporción también se distinguen las zonas arenosas naturales (349 ha). El segundo caso corresponde al corredor 1-21_1, entre el AN1 en el sector del resguardo indígena "Cuenca media y alta del río Inírida" y el AN21 correspondiente al Resguardo "Arrecifal", el cual cubre un área de 16.951 ha. En este vuelven a predominar los bosques densos altos de tierra firme (2.917 ha), seguidos por los bosques densos altos inundables heterogéneos (Tabla 5.12). No se encontraron corredores enteramente dominados por coberturas transformadas.

Dentro de los corredores previamente mencionados, en el 1-11_1 dominan las coberturas de tipo natural con 60.710 ha, dentro de las cuales predomina el Bosque denso alto de tierra firme con cerca del 90% de este tipo de vegetación (Tabla 5.12). Las coberturas transformadas se ven representadas en un área mucho menor (1.944 ha) y dentro de ellas se destacan los Bosques fragmentados con pastos y cultivos con 731 ha, y los pastos limpios con 462 ha, equivalentes al 37% y 24% de este tipo de vegetación respectivamente (Tabla 5.13). De la misma manera, en el corredor 4-20_1 dominan las coberturas naturales correspondientes al Bosque denso alto de tierra firme con el 73% de este tipo de coberturas (Tabla 5.12). En este corredor, dentro de las coberturas transformadas predominan los pastos limpios (19.003 ha), los Mosaicos de pastos con espacios naturales (16.765 ha) y los Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (16.648 ha), correspondientes al 28% y 25% de este tipo de vegetación (Tabla 5.13).

En relación específica a los corredores asociados a las zonas consideradas importantes para la conectividad Amazonía – Andes – Orinoquía se tiene que, la conexión intra-amazónica entre el AN1 y el AN2 (AMEM) (corredor 1-2_1), se establece mediante un corredor localizado mayormente dentro del Municipio de San José del Guaviare (14.899 ha), aunque también incluye sectores en el municipio de Vista Hermosa, departamento del Meta (164 ha) (Tablas 6.8-9). El corredor se asocia particularmente a la cuenca alta del río Guaviare (Tabla 5.10-11), en zonas donde predominan las coberturas naturales (81%), particularmente el Bosque denso alto de tierra firme (9.685 ha) (Tabla 5.12). Dentro de las coberturas transformadas presentes en el corredor dominan los pastos limpios (1434 ha) (Tabla 5.13), lo que es muestra el desarrollo de actividades productivas con alto poder transformador (ej. ganadería) dentro de una matriz boscosa, hecho a considerar en el momento de intervenir estos sectores buscando su uso como corredores de conectividad.

Por otra parte, el corredor 1-4_1, entre el PNN Chiribiquete y el PNN La Paya, también considerado valioso dentro de la conectividad intra-amazónica, se corresponde con los municipios de Solano (Caquetá) y Puerto Leguízamo (Putumayo) con un total de 17.865 ha (Tablas 6.8-9), distribuidas en las cuencas de los ríos Peneya y media del Caquetá (Tablas 6.10-11). En este corredor también dominan las coberturas naturales (91%) en donde se destacan el Bosque denso alto de tierra firme (8.247 ha) y el Bosque denso alto inundable heterogéneo (6.018 ha) (Tabla 5.12). En cuanto a las coberturas transformadas, en este corredor dominan el Bosque fragmentado con vegetación secundaria (Tabla 5.13), lo que se puede ver como evidencia de que hay procesos baja transformación o de recuperación de las coberturas naturales al interior del corredor.

Entre el AN1 y el AN3 en el Trapecio Amazónico, se identificaron 2 corredores aunque conectan áreas relativamente cercanas, tiene un áreas bastante mayores (1-3_1: 62.654 ha, 1-3_2: 57.136 ha) a los recién

mencionados. Ambos corredores se localizan en el municipio de Tarapacá (Tablas 6.8-9), particularmente en la cuenca baja del río Putumayo (Tablas 6.10-11). Al igual que en casos anteriores, en estos corredores predominan las coberturas naturales de Bosque denso alto de tierra firme (1-3_1: 48.070 ha, 1-3_2: 49.246 ha) (Tabla 5.12). Las coberturas transformadas son mínimas con 122 ha en el primer corredor, correspondientes a mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (Tabla 5.13). En el segundo caso las coberturas transformadas aunque presentan mucho menor cobertura (15 ha) corresponde a la categoría de Aeropuertos, lo que es un hecho a considerar en términos de la posibilidad de adecuación de las actividades allí desarrolladas con la intensión de consolidar dicho corredor.

Finalmente, el corredor entre La Paya (AN4) y el resguardo Villa Catalina-de Puerto Rosario (AN5) que aunque corresponde a estrictamente a la consolidación de la conectividad intra-amazónica, es también paso fundamental en dirección a la región andina, tiene un área total de 110.813 ha, distribuidas en municipios de 3 departamentos: San José del Fragua (Caquetá) con 10,910 ha, Piamonte (Cauca) con 15,224 ha, Puerto Guzmán (Putumayo) con 81,063 ha y Puerto Leguízamo (Putumayo) con 3,073 ha (Tablas 6.8-9). De acuerdo a esta distribución el corredor se asocia a las cuencas alta y media del río Caquetá y a la del río Mecaya (Tablas 6.10-11). En términos de coberturas, vuelven a predominar las de tipo natural, con 64,600 ha de Bosque denso alto de tierra firme (58%) (Tabla 5.12), sin embargo, la proporción de coberturas transformadas es mayor a la presente en los ejemplos hasta ahora mencionados con 29,283 ha, dentro de las cuales se destacan los Mosaicos de pastos con espacios naturales y los pastos limpios (Tabla 5.13), lo que describe el alto grado de transformación del sector y al interior del corredor.

Para precisar la distribución espacial de los diferentes corredores identificados (n =42), en la Tabla 5.14 se presenta la coincidencia de los mismos con los polígonos del Marco Geoestadístico Nacional (24 km).

Tabla 5.12. Áreas de coberturas naturales para los diferentes corredores de conectividad identificados. * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z)

Corredor*	Arbustal denso	Bosque de galería y ripario	Bosque denso alto de tierra firme	Bosque denso alto inundable heterogéneo	Bosque denso bajo de tierra firme	Herbazal abierto arenoso	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Herbazal denso inundable arbolado	Herbazal denso inundable no arbolado	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Palmar	Rios	Vegetación secundaria o en transición	Zonas arenosas naturales	Zonas pantanosas	Total general
1-2_1	-	-	9,685	1,281	-	-	-	-	-	-	-	36	-	213	937	49	30	12,231
1-3_1	66	-	48,070	7,448	-	-	-	-	-	-	192	197	-	717	442	-	-	57,132
1-3_2	378	-	49,246	6,707	-	-	-	-	-	-	-	-	95	696	-	-	-	57,122
1-4_1	-	-	8,247	6,018	-	-	-	-	-	-	-	67	-	1,004	716	336	-	16,388
1-11_1	72	-	54,338	4,612	-	-	-	-	-	-	-	-	-	525	1,164	-	-	60,710
1-11_2	-	-	4,794	159	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	4,973
1-12_1	-	-	15,769	3,494	-	-	-	-	253	-	-	-	68	-	296	-	-	19,880
1-13_1	-	332	-	-	-	-	-	-	1,069	-	684	-	-	-	-	-	-	2,084
1-14_1	-	-	1,381	2,304	-	50	-	-	-	-	120	-	-	569	2,120	-	79	6,623
1-16_1	217	-	1,402	6,394	-	-	-	-	-	38	-	100	-	936	348	134	-	9,569
1-16_2	295	-	36	2,917	-	-	-	-	-	-	-	46	-	234	-	349	32	3,910
1-18_1	-	-	14,420	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	246	-	-	14,847
1-18_2	-	-	33,927	1,566	-	-	-	-	-	-	-	-	-	299	978	-	-	36,770
1-21_1	-	-	15,231	906	230	-	302	-	44	-	-	-	206	-	33	-	-	16,951
1-21_2	-	-	2,687	7,041	165	-	93	-	-	115	203	297	-	902	1,045	27	183	12,759
2-5_1	-	-	139,713	-	-	-	-	517	130	-	-	-	-	55	4,894	-	-	145,308
2-5_2	-	-	121,514	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	226	10,629	-	-	132,369
3-10_1	29	-	3,438	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,467
3-10_2	-	-	2,539	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204	596	-	-	3,339
4-5_1	21	-	64,600	3,280	-	-	-	-	-	-	-	30	88	1,488	12,023	-	-	81,530
4-8_1	-	-	18,044	2,674	-	-	-	-	-	-	-	-	98	361	454	-	-	21,631
4-20_1	-	-	94,797	4,674	-	-	-	-	-	-	-	-	1,333	3,367	25,094	277	358	129,899
5-7_1	248	-	17,840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	665	3,919	-	-	22,673
5-7_2	-	-	26,556	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	476	1,657	-	-	28,690
5-8_1	98	-	20,508	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,367	8,524	-	-	30,498
5-9_1	-	-	2,945	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113	2,005	-	-	5,063
5-15_1	-	-	4,123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	1,485	-	-	5,693
6-8_1	-	-	37,435	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,722	12,095	-	-	51,251
6-9_1	-	-	9,282	-	-	-	1,268	24	6	-	-	-	-	1	978	-	-	11,559
6-15_1	-	-	21,772	-	222	-	1,560	350	-	-	-	-	-	-	54	-	-	23,959

Corredor*	Arbustal denso	Bosque de galería y ripario	Bosque denso alto de tierra firme	Bosque denso alto inundable heterogéneo	Bosque denso bajo de tierra firme	Herbazal abierto arenoso	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Herbazal denso inundable arbolado	Herbazal denso inundable no arbolado	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Palmar	Ríos	Vegetación secundaria o en transición	Zonas arenosas naturales	Zonas pantanosas	Total general
6-19_1	-	-	12,678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	99	-	-	12,788
6-20_1	-	-	8,093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	167	660	-	-	8,919
7-9_1	-	-	12,002	-	-	-	217	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	12,339
8-15_1	-	-	18,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260	5,976	-	-	24,241
8-15_2	420	-	6,438	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,094	4,241	-	-	13,192
8-20_1	-	-	27,279	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	1,157	19,728	-	-	48,252
9-15_1	-	-	10,460	-	-	-	316	-	-	-	-	-	-	-	402	-	-	11,178
11-14_1	-	-	18,508	10,044	-	-	-	-	-	-	174	-	-	979	5,804	-	41	35,550
11-14_2	-	-	17,645	2,494	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	3,244	-	229	23,766
11-18_1	-	-	18,316	3,196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257	3,960	-	-	25,729
12-16_1	197	-	879	12,521	-	-	-	-	-	58	-	200	-	907	124	167	-	15,053
19-20_1	-	-	3,804	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3,805
Total general	**2,042**	**332**	**998,444**	**89,912**	**617**	**50**	**3,757**	**891**	**1,502**	**211**	**1,372**	**973**	**1,976**	**22,331**	**136,991**	**1,339**	**952**	**1,263,690**

Tabla 5.13. Áreas de coberturas transformadas para los diferentes corredores de conectividad identificados. * Los dos primeros números de los identificadores de los corredores corresponde a las áreas núcleo que conectan (x-y), el tercer número corresponde al número del corredor que conecta dichas áreas núcleo (_z)

Corredor	Aeropuertos	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Estanques para acuicultura continental	Explotación de hidrocarburos	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de pastos y cultivos	Pastos enmalezados	Pastos limpios	Tejido urbano continuo	Tejido urbano discontinuo	Tierras desnudas y degradadas	Zonas industriales o comerciales	Zonas quemadas	Total general
1-2_1	-	65	195	-	-	-	307	102	73	252	1,434	-	-	-	-	402	2,831
1-3_1	-	-	93	-	-	-	122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214
1-3_2	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
1-4_1	-	43	617	-	-	-	218	279	-	-	215	-	-	-	-	104	1,476
1-11_1	-	39	731	-	-	-	284	181	113	133	462	-	-	-	-	-	1,944
1-11_2	-	-	0	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
1-12_1	-	28	-	-	-	-	118	102	-	-	-	-	-	-	-	-	247
1-13_1	-	-	183	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	170	381
1-14_1	-	67	532	-	-	-	284	198	-	-	1,452	40	-	-	-	195	2,768
1-16_1	-	-	-	-	-	-	111	232	-	-	136	-	-	-	-	-	479
1-18_1	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
1-18_2	-	562	439	-	-	-	411	190	83	-	99	-	-	-	-	-	1,784
1-21_2	-	-	-	-	-	-	83	-	-	59	33	-	-	-	-	-	175
2-5_1	-	39	1,180	-	-	-	1,064	2,540	64	345	3,047	-	-	-	-	-	8,278
2-5_2	-	962	3,912	-	-	-	2,263	9,353	178	778	4,788	-	-	-	-	-	22,235
3-10_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	32
3-10_2	-	-	-	-	-	-	331	-	-	-	8	-	14	-	-	-	352
4-5_1	-	1,614	2,113	-	-	-	2,285	10,488	0	1,965	10,770	-	-	-	-	48	29,283
4-8_1	-	-	596	-	-	-	290	-	-	26	6	-	-	-	-	-	917
4-20_1	6	4,597	5,038	-	66	165	16,648	16,765	522	3,223	19,003	136	138	-	9	-	66,314
5-7_1	-	548	4,984	-	-	-	930	4,823	105	197	349	-	-	-	-	-	11,936
5-7_2	-	211	2,845	-	-	-	158	1,660	33	43	102	-	-	-	-	-	5,053
5-8_1	-	1,212	1,455	-	-	40	1,522	10,753	10	884	7,266	29	12	-	-	-	23,182
5-9_1	-	-	1,236	-	-	-	-	2,551	-	58	918	8	-	-	-	-	4,770
5-15_1	-	322	429	-	-	-	272	1,105	-	124	2,565	-	-	-	-	-	4,817
6-8_1	-	5,373	3,183	-	-	72	9,868	7,354	49	680	4,474	-	6	-	-	-	31,059
6-9_1	-	104	380	-	-	-	120	623	-	-	1,868	-	0	-	-	-	3,095
6-15_1	-	51	60	-	-	-	57	5	-	-	-	-	-	-	-	-	173
6-19_1	-	32	160	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	224
6-20_1	-	437	1,069	-	-	-	-	304	-	-	17	-	-	-	-	-	1,827
7-9_1	-	-	702	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	702
8-15_1	-	1,400	1,400	44	-	114	2,424	3,593	36	406	5,194	-	-	-	-	-	14,610
8-15_2	-	311	582	-	-	-	506	6,440	-	505	5,816	136	128	-	-	-	14,424
8-20_1	-	3,408	3,872	35	22	29	14,076	10,648	353	2,361	19,996	44	103	-	17	-	54,963
9-15_1	-	19	69	-	-	-	-	161	-	-	17	-	-	-	-	-	265
11-14_1	-	281	1,923	-	-	-	766	1,928	-	127	2,520	-	-	-	-	111	7,655
11-14_2	-	204	1,477	-	-	-	1,343	495	122	86	1,253	-	-	-	-	40	5,020
11-18_1	-	430	1,007	-	-	-	418	260	40	265	1,420	-	-	-	-	-	3,840
12-16_1	-	-	-	-	-	-	-	194	-	-	-	-	-	-	-	-	194
19-20_1	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
Total general	**21**	**22,363**	**42,545**	**79**	**88**	**419**	**57,282**	**93,325**	**1,781**	**12,572**	**95,229**	**393**	**400**	**32**	**25**	**1,070**	**327,625**

Tabla 5.14. Cobertura de los diferentes corredores de conectividad identificados en relación al Marco Geoestadístico Nacional (MGN) (24 km).

CORREDOR	CODIGO POLÍGONOS _24k
1-2_1	683, 684
1-3_1	16, 18, 24, 25, 1993
1-3_2	17, 18, 23, 24
1-4_1	228, 229
1-11_1	456, 498, 499, 500, 542, 543
1-11_2	456, 457, 499, 500
1-12_1	982, 1028, 1029
1-13_1	928, 929, 973
1-14_1	458, 459
1-16_1	982
1-16_2	983
1-18_1	542, 543, 584, 585
1-18_2	585, 586, 587, 636, 637
1-21_1	939, 940, 984, 985
1-21_2	985
2-5_1	527, 528, 570, 571, 620, 621, 622, 673, 674, 675, 726, 727, 728, 775, 776
2-5_2	527, 528, 570, 571, 621, 622, 674, 675, 676, 727, 728, 776
3-10_1	1, 4
3-10_2	1
4-5_1	283, 317, 318, 354, 355, 356, 395, 396, 438, 439
4-8_1	283, 317, 318
4-20_1	277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 2022
5-7_1	437, 438, 479, 480
5-7_2	437, 438, 480, 481, 524
5-8_1	353, 354, 395, 396, 438
5-9_1	436, 437
5-15_1	393, 394, 437
6-8_1	350, 351, 352, 353, 354
6-9_1	435, 436, 478, 479
6-15_1	392, 393
6-19_1	311, 312, 349, 350
6-20_1	311, 312, 350
7-9_1	436, 479
8-15_1	352, 353, 354, 393, 394, 395
8-15_2	353, 393, 394, 395
8-20_1	311, 312, 313, 314, 315, 316, 353, 354
9-15_1	393, 436
11-14_1	457, 458, 500, 501
11-14_2	458, 500, 501, 544
11-18_1	543, 544, 585, 586
12-16_1	982, 983, 1028
19-20_1	311

5.2.1.13.2. Franjas de conectividad

Aunque los corredores hasta ahora descritos, corresponden a los espacios con menor resistencia al flujo de organismos entre las diferentes áreas núcleo definidas, el focalizar las iniciativas de manejo del territorio, para

el mejoramiento del estado de su estado conservación y el mantenimiento o recuperación de las extensiones de coberturas naturales, debe considerarse una perspectiva restringida o por lo menos poco precavida. La reducida área ocupada por estos corredores tiene implicaciones en términos de su integridad y vulnerabilidad frente a las dinámicas de transformación que se puedan desarrollar en su vecindad. Por lo anterior y considerando que la actual perspectiva de análisis, considera patrones y procesos desarrollados sobre amplias extensiones de la Amazonía, se hace necesario considerar franjas del territorio que incluyan los corredores modelados, pero que sean más extensas que estos, sobre los cuales sea posible desarrollar estrategias generales que propendan por el mejoramiento de la conectividad, por parte de actores institucionales de carácter nacional (ministerios), regional (corporaciones de desarrollo sostenible) o incluso departamental (gobernaciones).

En tal sentido, teniendo como referentes: a) la localización de los corredores modelados, b) la distribución de las cuencas hidrográficas y c) los valores de la matriz de conductividad generada, se delimitaron franjas generales del territorio importantes para el mantenimiento de la conectividad en la Amazonía, y entre esta y la región Andina y la Orinoquía. El uso de la figura de las cuencas, se fundamenta en dos aspectos principales, relacionados con criterios ecológicos y de manejo. En el primer caso, la delimitación natural de las cuencas corresponde a espacios en los que se desarrollan flujos particulares de materia y energía (flujos ecológicos), comportándose como límites naturales de sistemas ecológicos. Segundo, y relacionado el anterior criterio, las cuencas son espacios geográficos sobre los cuales se han desarrollado herramientas específicas de manejo (POMCA), que pueden ser aprovechadas para asegurar el mantenimiento / mejoramiento de su estado de conservación y así de su función como espacios de conectividad entre área núcleo particulares.

Específicamente, para la delimitación de las franjas importantes para la conectividad, se consideraron aquellas cuencas que permitían la conexión directa entre pares de áreas núcleo (o sectores de una misma). Sin embargo, dado que en algunos casos las cuencas identificadas abarcaban territorios extensos que no necesariamente correspondían a zonas entre áreas núcleo, las franjas asociadas a las diferentes cuencas fueron delimitadas de tal forma que incluyeran los corredores de conectividad modelados y además que tuvieran un número reducido (3) de rangos de valores de conductividad eléctrica en la matriz generada (Figura 5.29).

Bajo los criterios descritos, para lograr el flujo de organismos al interior de la Amazonía, es importante tener en cuenta que el AN1 cubre gran parte del territorio amazónico, ocupando alrededor de 30.000.000 ha (61%), por lo que la conectividad al interior de la región dependerá en primera instancia del mantenimiento de la integridad de esta área núcleo y su consolidación como un bloque continuo, en la medida de lo posible de un tamaño mayor al actual. Para ello, es válido considerar la consolidación de aquellas franjas de conectividad que puedan ayudar a conectar directamente otras áreas núcleo de menor tamaño con el AN1. Lo anterior, es posible por ejemplo mediante el desarrollo de gestiones que resulten en la ampliación de las figuras legales utilizadas para la delimitación de dichas áreas núcleo (resguardos y áreas protegidas), o por lo menos el manejo de sus áreas aledañas, correspondientes a las franjas delimitadas, disminuyendo la presión sobre el borde de la AN1.

En este sentido, la ampliación de resguardos en el límite sur del PNN Chiribiquete (Puerto Zábalo y Los Monos y Monochoa), ha resultado[30] en la estructuración de un AN1 con una mayor relación área - perímetro, es decir con un perímetro menos sinuoso y con menos sectores catalogables como corredores de colonización, que den acceso a procesos de trasformación a los sectores centrales de Amazonía (Figura 5.31). Es importante también lograr la consolidación de la franja de conectividad entre el AN1 y el AN4 (PNN La Paya), que de acuerdo a los resultados obtenidos bajo la actual configuración de las AN´s, se debe dar propiciando la recuperación de coberturas naturales en resguardos o sectores correspondientes a sustracciones de la reserva forestal localizados entre el sector sur del PNN La Paya y el extremo noroccidental del Predio Putumayo (Figura 5.31). Esta franja compromete a los municipios de Solano (Caquetá) y Puerto Leguízamo (Putumayo) (Tabla 5.15) con un total de 27,699 ha. Esta franja se delimita por la cuenca media del río Caquetá (Tabla 5.16), en donde los valores de resistencia superan los valores de 0.5 / 1.2, indicando un grado medio de transformación. En tal sentido, es lógico que la franja esté dominada por coberturas naturales (88%) particularmente el Bosque denso alto inundable heterogéneo y el Bosque denso alto de tierra firme (Tabla 5.17). Con menor extensión, las coberturas transformadas se encuentran dominadas por los pastos limpios (Tabla 5.18).

Tal franja de conexión se ve enormemente fortalecida, y así la consolidación del AN1 como el gran bloque amazónico con mayor probabilidad de mantenimiento de condiciones naturales, mediante la ampliación de resguardos como el de Witorá o el de Aguas Negras[7] o el futuro ordenamiento del uso de dichos territorios por parte de las comunidades indígenas asociadas. Esto a su vez se reforzaría al establecerse el corredor de conectividad entre el PNN La Paya (AN4) y el PNN Chiribiquete en la cuenca baja del río Caguán, en el que instituciones como el Sinchi y la FCDS vienen trabajando para su estructuración (Figura 5.31), mediante el desarrollo de proyectos con perspectivas similares a las aquí consideradas, en áreas de Reserva Forestal y sustraídas de la misma.

30 Aunque los procesos de ampliación de los resguardos mencionados ya se ha llevado a cabo, para la fecha de consolidación de la base cartográfica del presente proyecto no se contó con una capa de resguardos indígenas que contempla dichas ampliaciones, por lo que los análisis de delimitación de áreas núcleo se realizaron bajo la configuración previa de este tipo de figuras.

Tabla 5.15. Área ocupada por las diferentes franjas de conectividad identificadas por departamento y municipio

FRANJA	AMAZONAS	CAQUETÁ		GUAVIARE				META			PUTUMAYO			Total general
	TARAPACÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	SOLANO	CALAMAR	EL RETORNO	MIRAFLORES	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	LA MACARENA	URIBE	VISTA HERMOSA	PUERTO ASÍS	PUERTO GUZMÁN	PUERTO LEGUÍZAMO	
Chiribiquete-AMEM	-	516	-	407	-	-	173,842	439,822	12,471	250	-	-	-	627,309
Chiribiquete-Paya	-	-	19,969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,997	27,966
Chiribiquete-Nukak	-	-	-	280,411	304,215	509,764	102,982	-	-	-	-	-	-	1,197,372
Paya-VillaCatalina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,380	135,485	44,028	220,893
Trapecio-Chiribiquete	285,369	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	285,369
Total general	285,369	516	19,969	280,819	304,215	509,764	276,825	439,822	12,471	250	41,380	135,485	52,025	2,358,910

Tabla 5.16. Área ocupada por las diferentes franjas de conectividad identificadas por cuencas

FRANJA	ALTO GUAVIARE	ALTO VAUPÉS	RÍO CAQUETA MEDIO	RÍO GUAYABERO	RÍO INÍRIDA ALTO	RÍO ITILLA	RIO LOSADA	RÍO MECAYA	RÍO PUTUMAYO BAJO	RÍO UNILLA	Total general
Chiribiquete-AMEM	293,023	-	-	23,947	-	-	310,340	-	-	-	627,309
Chiribiquete-Paya	-	-	27,966	-	-	-	-	-	-	-	27,966
Chiribiquete-Nukak	-	378,450	-	-	444,449	159,837	-	-	-	214,637	1,197,372
Paya-VillaCatalina	-	-	-	-	-	-	-	220,893	-	-	220,893
Trapecio-Chiribiquete	-	-	-	-	-	-	-	-	285,369	-	285,369
Total general	293,023	378,450	27,966	23,947	444,449	159,837	310,340	220,893	285,369	214,637	2,358,910

Tabla 5.17. Área ocupada en las diferentes franjas de conectividad identificadas por tipos de coberturas naturales

FRANJA	Arbustal abierto mesófilo	Arbustal denso	Bosque de galería y ripario	Bosque denso alto de tierra firme	Bosque denso alto inundable heterogéneo	Bosque denso bajo de tierra firme	Herbazal abierto arenoso	Herbazal abierto rocoso	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Herbazal denso inundable no arbolado	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Palmar	Rios	Vegetación secundaria o en transición	Zonas arenosas naturales	Zonas pantanosas	Total
Chiribiquete-AMEM	931	1	3,722	214,468	16,605	30	-	808	162	410	14,330	-	94	-	4,338	44,645	182	105	300,830
Chiribiquete-Paya	-	-	-	8,706	9,812	-	-	-	-	-	-	-	331	-	2,273	2,648	895	-	24,664
Chiribiquete-Nukak	131	144	8,596	674,954	57,194	-	50	-	335	386	15,005	294	-	26	3,838	116,073	-	565	877,593
Paya-VillaCatalina	-	-	-	168,633	18,829	-	-	-	-	-	-	-	4	743	2,030	8,530	-	-	198,769
Trapecio-Chiribiquete	-	444	-	245,857	28,884	-	-	-	-	215	-	236	273	3,729	4,059	747	-	-	284,443
Total general	1,063	590	12,318	1,312,617	131,324	30	50	808	497	1,010	29,335	530	702	4,498	16,538	172,644	1,076	671	1,686,300

Tabla 5.18. Área ocupada en las diferentes franjas de conectividad identificadas por tipos de coberturas transformadas

FRANJA	Aeropuertos	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de pastos y cultivos	Palma de aceite	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Pastos limpios	Tejido urbano continuo	Tejido urbano discontinuo	Zonas quemadas	Total
Chiribiquete-AMEM	31	2,962	18,228	137	4,978	28,742	1,553	-	-	18,277	241,055	119	108	10,288	326,479
Chiribiquete-Paya	-	43	539	-	374	622	38	-	-	245	1,316	-	-	126	3,302
Chiribiquete-Nukak	-	17,736	51,905	34	16,423	19,407	2,533	37	47	20,676	186,051	274	-	4,658	319,779
Paya-VillaCatalina	-	732	2,446	-	2,265	3,554	235	-	-	3,346	9,464	-	-	82	22,124
Trapecio-Chiribiquete	15	90	594	-	228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	926
Total general	46	21,562	73,711	170	24,268	52,324	4,360	37	47	42,543	437,886	393	108	15,154	672,610

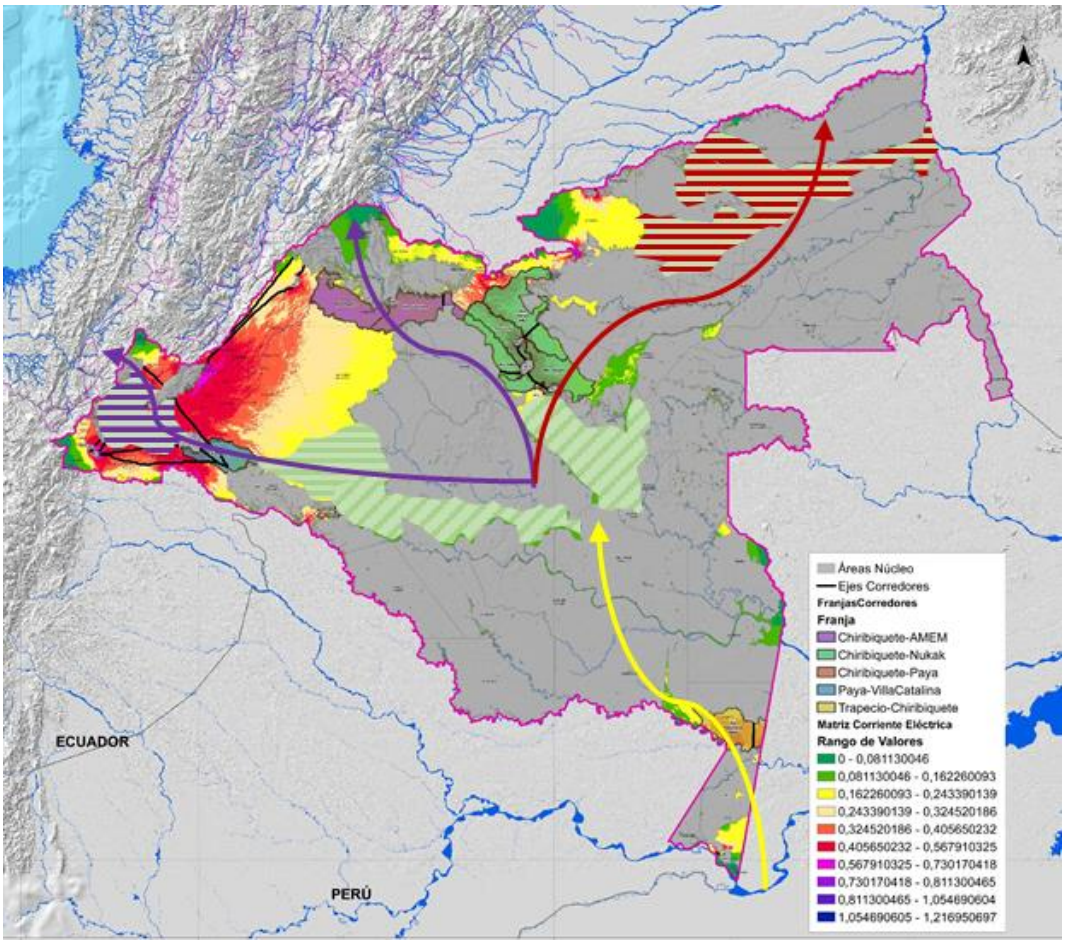


Figura 5.31. Esquema del resultado de la delimitación de las franjas importantes para la conectividad propuestos para la lograr las conexiones Amazonía – Andes, Amazonía – Orinoquía*. Áreas núcleo (colores sólidos). Ampliaciones de las áreas núcleo en marcha o planteadas como propuestas, para la conectividad intra-amazónica (Trazado diagonal). Áreas consideradas necesarias para la conexión Amazonía-Andes y Amazonía – Orinoquía (franjas con trazado horizontal).

En el mismo orden de ideas, en el sector suroriental del PNN Chiribiquete la consolidación del AN1, se podría lograr mediante el ordenamiento territorial con objetivos de conservación bajo las actuales figuras legales (Reserva Forestal), la ampliación de resguardos como el de Miritíi-Paraná, Carurú o Arara, Bacatí, Caruru y Miraflores entre otros, o la ampliación misma de PNN´s (Chiribiquete o Nukak), todos pertenecientes al actual AN1 (Figura 5.31). Este tipo de acciones nuevamente resultaría en la estructuración de una AN1 con una relación mayor de área – perímetro, impidiendo el desarrollo de corredores de transformación que eventualmente podrían alcanzar sectores centrales de la Amazonía.

En este momento dichos corredores de transformación se ven acentuados en una franja entre el PNN Chiribiquete y el PNN Nukak, por lo que se estima importante la gestión de una franja de conservación entre dichos PPNN y los resguardos de La Yuquera (AN18) y Barranquillita (AN11), que en la actualidad corresponden a islas alrededor de las cuales se evidencian grandes procesos de transformación (Figura 5.30). Esta franja compromete sectores de los cuatro municipios del departamento del Guaviare: Calamar, El Retorno, Miraflores y San José del Guaviare, ocupando un área total de 1.197.372 ha (Figura 5.31, Tabla 5.15), incluyendo sectores de las cuencas altas de los ríos Vaupés e Inírida, las de los ríos Itilla y Unilla (Tabla 5.16). Las coberturas naturales son más del doble que las transformadas, correspondiendo al 73% de la franja delimitada. Dentro de ellas domina el Bosque denso alto de tierra firme (Tabla 5.17). Los pastos limpios son la categoría de coberturas transformadas con mayor extensión en la franja (Tabla 5.18). Esta proporción de tipos de coberturas da cuenta del grado de transformación (fragmentación) de la zona, lo que representa niveles medios de resistencia al flujo probable de organismos, con valores de conductividad cercanos a 0.5 de 1.2 como máximo posible

Una última opción a resaltar para la consolidación del AN1, compromete la franja conectividad entre esta con el AN3 que cubre una gran porción del trapecio amazónico (Figura 5.31). Dicha conexión se establecería en una franja correspondiente a Reserva Forestal de la Amazonía, perteneciente enteramente al corregimiento de Tarapacá (Amazonas) (Tabla 5.15), en la cuenca baja del río Putumayo (Tabla 5.16) con un área de 285,369 ha. En ella vuelven a dominar por mucho las coberturas naturales (99%), dentro de las cuales se destaca el Bosque denso alto de tierra firme (Tabla 5.17). Por otra parte, dentro del pequeño porcentaje que representan las coberturas transformadas el Bosque fragmentado con vegetación secundaria es la categoría dominante (Tabla 5.18), lo que indica el relativo buen estado de conservación del área delimitada, reflejado en los valores generales de conductividad observados (0.3 - 0.5 de 1.2 posibles). La consolidación de esta franja además de incrementar el área total del AN1 permitiría el flujo de organismos provenientes de la Amazonía brasilera, a través de la Amazonia colombiana.

Para el mantenimiento de la conectividad entre Amazonía y Andes, se considera de vital importancia la franja de conectividad entre el AN1 (en el sector norte del PNN Chiribiquete) con el AMEM (Figura 5.31). En ella, los valores de resistencia son bajos (0.18 – 0.34 aproximadamente de la Figura 5.29), en comparación a los encontrados en las franjas hasta aquí descritas. La franja incluye municipios de 3 departamentos (Tabla 5.15): San Vicenta del Caguán (Caquetá), Calamar y San José del Guaviare (Guaviare) y La Macarena, La Uribe y Vista Hermosa (Meta), para un total 627,309 ha. Así mismo, incluye sectores de tres cuencas: río Guayabero, alto río Guaviare y río Losada, aunque son las dos últimas en la que tiene mayores extensiones (Tabla 5.16). La franja tiene proporciones similares de vegetación natural y transformada (Tablas 6.17-18), las cuales son dominadas por el Bosque denso alto de tierra firme (34%) y los pastos limpios (38%), respectivamente. Tal situación evidencia el tipo de dinámicas que caracterizan actualmente la zona, con actividades que transforman radicalmente una matriz de carácter natural.

En esta franja se están desarrollan acelerados procesos de deforestación, por lo que es necesario implementar medidas de manejo y control, que permitan la conservación de las coberturas naturales existentes y así el mantenimiento del flujo probable de organismos entre las dos áreas protegidas mencionadas. Se deberán considerar experiencias previas que han analizado la problemática que allí representan las dinámicas de poblamiento alrededor del Río Guayabero y el desarrollo del proyecto vial de la “Marginal de la selva”, entre otros procesos (ej. FPR 2016), que se extienden sobre áreas de reserva forestal y otras que han sido sustraídas

de la misma. El tipo de figura legal presente, sin duda tendrá que ser un determinante para la generación de propuesta de ordenamiento del territorio (ej. POMPCA) y la definición de sus usos posibles.

También considerando en la conexión Amazonía - Andes es necesario considerar la franja de conexión del AN4 con aquella correspondiente al resguardo Villa Catalina-de Puerto Rosario (AN5), que se constituye como el paso obligado en dirección al piedemonte amazónico (Figura 5.31). La franja corresponde a zonas de tres municipios del departamento de Putumayo (Puerto Asís, Puerto Guzmán y Puerto Leguízamo), con un área total de 220, 893 ha (Tabla 5.15), pertenecientes enteramente a la cuenca del río Mecaya (Tabla 5.16). En la franja predominan las coberturas naturales (90%), dentro de las cuales se destacan el Bosque denso alto de tierra firme (Tabla 5.17). Las coberturas transformadas son dominadas por los pastos limpios (Figura 5.18). Como en casos anteriores, este tipo de situación, sumado al amplio rango de valores de conductividad en la franja (0.12 – 0.48) permite hacerse una idea del tipo de paisajes presentes, en los que se evidencian altos niveles de fragmentación.

Desde Villa Catalina en dirección norte / noroccidente, se concentra la mayor actividad humana, resultando en resistencias mucho mayores, en comparación a las recién mencionadas (ej. PNN Chiribiquete -AN1- / AMEM -AN2-), alcanzando valores cercanos a 0.8 de un 1.2 máximo posible (Figura 5.31). Tal situación indica la ausencia de grandes superficies en buen estado de conservación dentro del sector y que la conexión entre áreas núcleo está restringida a corredores lineales. En ese orden de ideas, dada la presencia de un elevado número de otros resguardos (ej. Wasipanga, Calenturas, San Antonio y San Miguel, Figura 5.18) y áreas protegidas (ej. Churumbelos y Alto fragua Indi Wasi – AN5-, Complejo Volcánico Dona Juana Cascabel – AN7- , Figura 5.19), se presentan varias posibilidades de corredores, cuya priorización debe depender de análisis particulares con un mayor nivel de detalle al que aquí se presenta (escala subregional). Las iniciativas para la consolidación de estos corredores deberán corresponder mayormente a procesos de restauración, dentro y fuera del conjunto de pequeños resguardos, que actualmente se caracterizan por sus coberturas transformadas, por lo que no son áreas núcleo (Figura 5.22).

Para la conexión Amazonía – Orinoquía, al nororiente de la zona de estudio (Figura 5.31), también existen amplias áreas con altos valores de probabilidad de flujo de organismos entre sectores correspondientes a áreas núcleo y que en su gran mayoría corresponden a Resguardos indígenas (Figura 5.19). Allí aunque todavía existe continuidad del AN1 con valores de resistencia eléctrica entre 0 – 0.18 aproximadamente (Figura 5.30), se evidencian sectores de ancho reducido asociados a las riberas del río Guaviare (Figura 5.25 y textos asociados). Allí, el desarrollo procesos de alteración de las coberturas naturales, influirían de manera negativa en la conectividad Amazonía – Orinoquía (Figura 5.31). En tal sentido, es deseable desarrollar análisis a escala subregional, que hagan la caracterización biofísica, socioeconómica y legal de dichos sectores y estableciendo la vulnerabilidad de dichas áreas a la transformación y determinar las medidas de gestión del territorio que tengan mayores probabilidades de éxito, relacionadas con la planeación conjunta del uso del territorio por los diferentes resguardos que se extienden por el área y la planeación del uso del territorio bajo otras figuras legales presentes, como la Reserva Forestal de la Amazonia entre otras, que en el presente favorecen el desarrollo de actividades de transformación de las coberturas naturales.

5.2.1.13.2.1. Afectación de franjas de conectividad por motores de fragmentación

De manera complementaria a la identificación de los valores de conductividad asociados a las diferentes franjas de conectividad entre áreas núcleo, un insumo importante a considerar es la afectación de las mismas por los diferentes motores de fragmentación identificados, los cuales sin duda son fuente de la resistencia del paisaje al flujo de organismos, al transformar las condiciones naturales. Este tipo de información no sólo permite una mejor caracterización de las franjas, sino que además es útil para la priorización de su intervención, en términos del diseño de estrategias para su manejo en beneficio de la conectividad ecológica mediante la desarticulación de los procesos socioeconómicos particulares, con mayor o menor influencia dentro de cada franja.

Las figuras 5.32-37 muestran la afectación de las diferentes franjas de conectividad por cada uno de los seis motores de fragmentación que afectan el territorio amazónico colombiano, de acuerdo a los análisis realizados en el presente proyecto (sección 4). La evaluación visual de dichas figuras indica que hay una afectación diferencial de las diferentes franjas por los diferentes motores, lo que termina reflejándose en los rangos de valores de resistencia ya presentados en cada caso.

De manera general se observa que la zona noroccidental de la región es la que tiene las mayores probabilidades de presencia de los motores identificados. Esto implica la afectación de las áreas núcleo y de las franjas de conectividad asociadas, localizadas en la zona del piedemonte amazónico, en sectores de transición con la región andina. Por otra parte, la zona central y sur, (AN1), muestran los valores más bajos de probabilidad de presencia de los diferentes motores. Tal afectación diferencial de los motores, guarda relación con las condiciones ambientales presentes en el territorio, hecho que no sólo se ve corroborado por las particularidades de la conexión Amazonía – Andes, también se ve corroborado por los resultados específicos del análisis de los motores de fragmentación (sección 4), que evidencian la importancia de las unidades de análisis propuestas (Paisaje Fisiográfico X grado de Fragmentación X Patrón de Fragmentación) en su distribución.

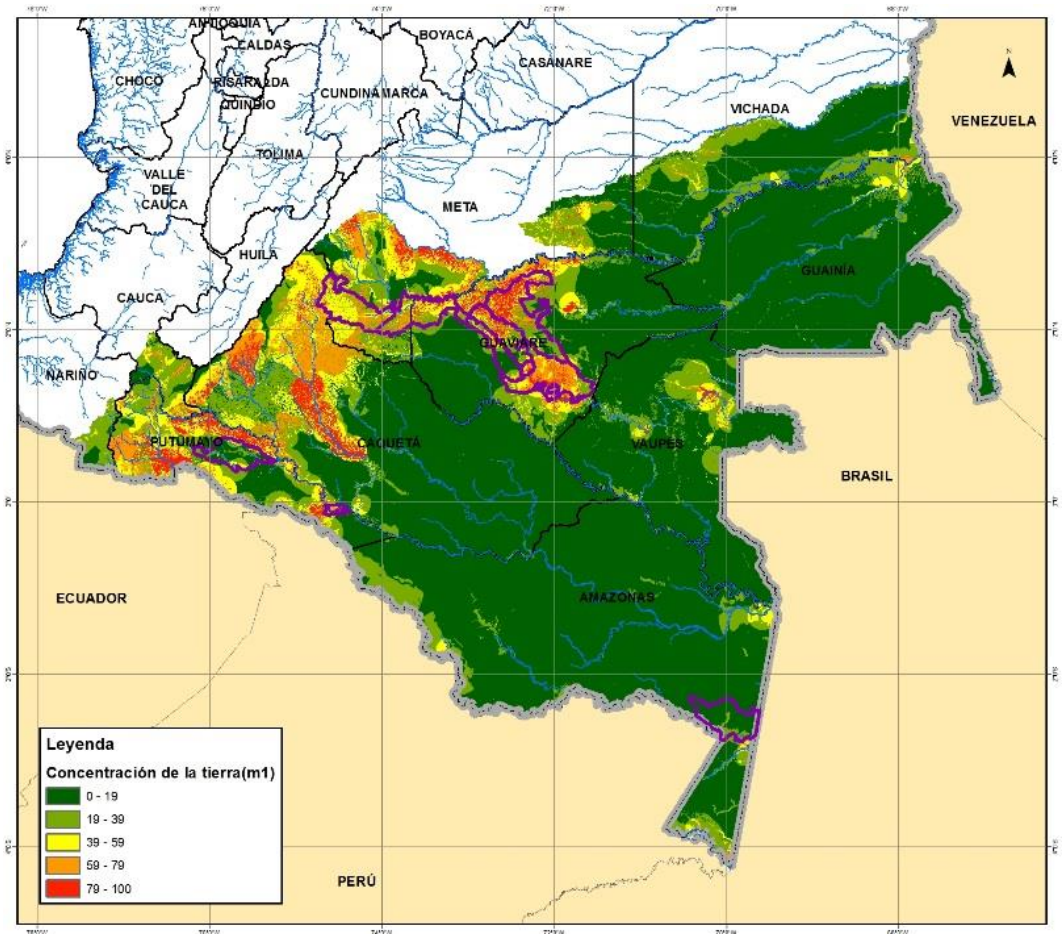


Figura 5.32. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de concentración de la tierra.

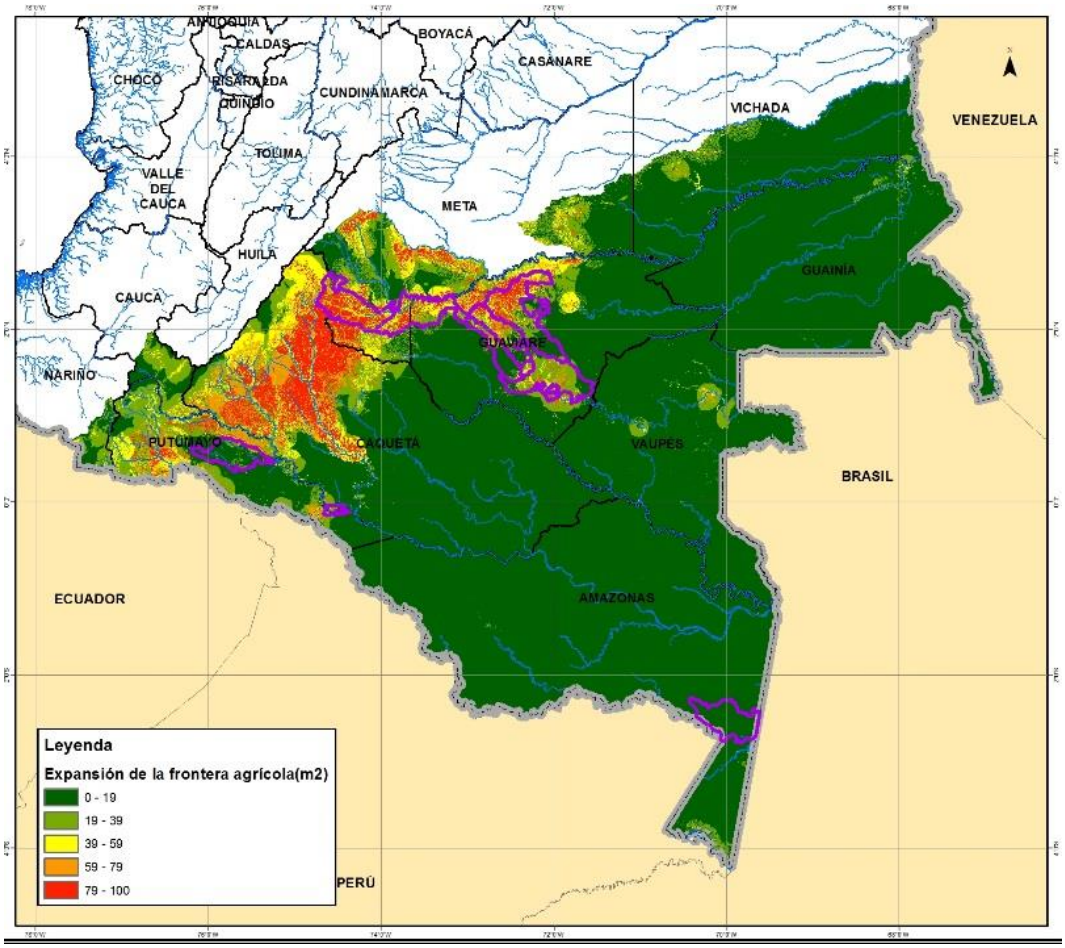


Figura 5.33. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de expansión de la frontera agrícola.

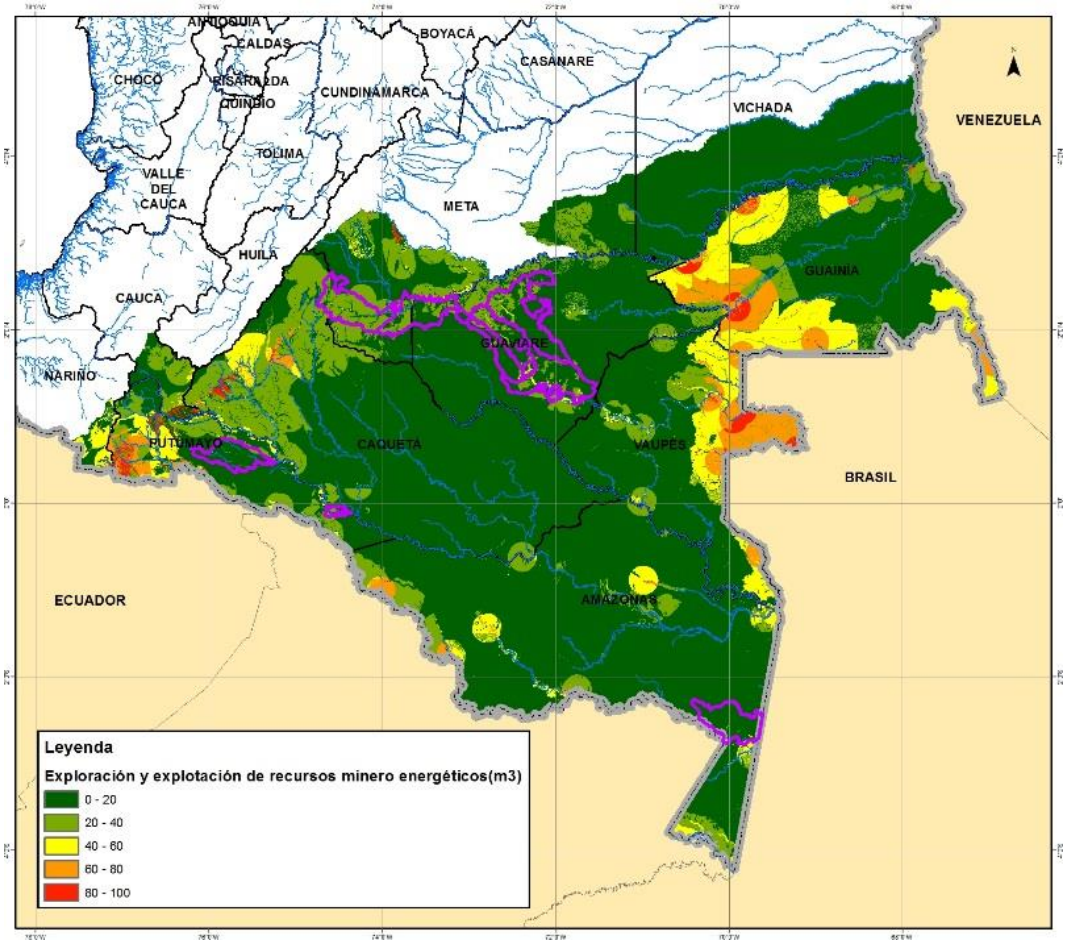


Figura 5.34. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de explotación de recursos minero energéticos.

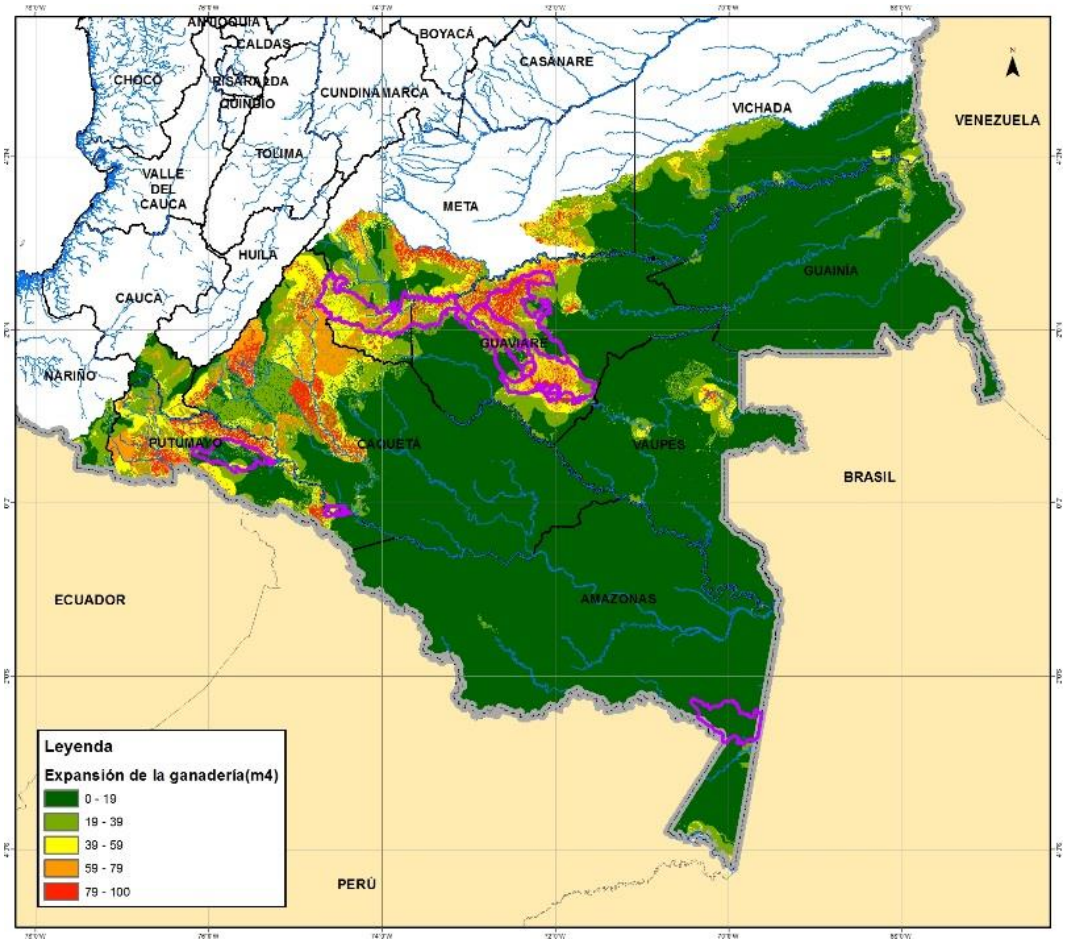


Figura 5.35. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de expansión de la ganadería.

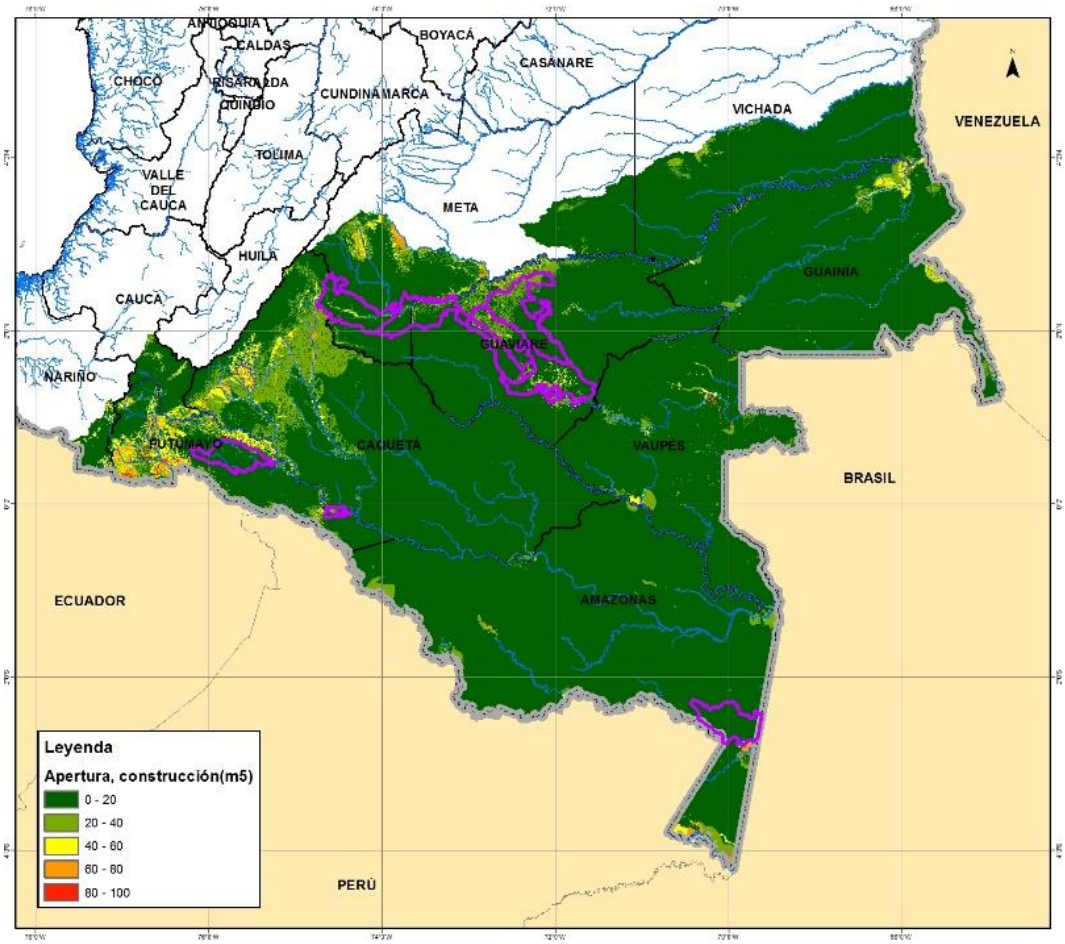


Figura 5.36. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de apertura y expansión de infraestructura vial.

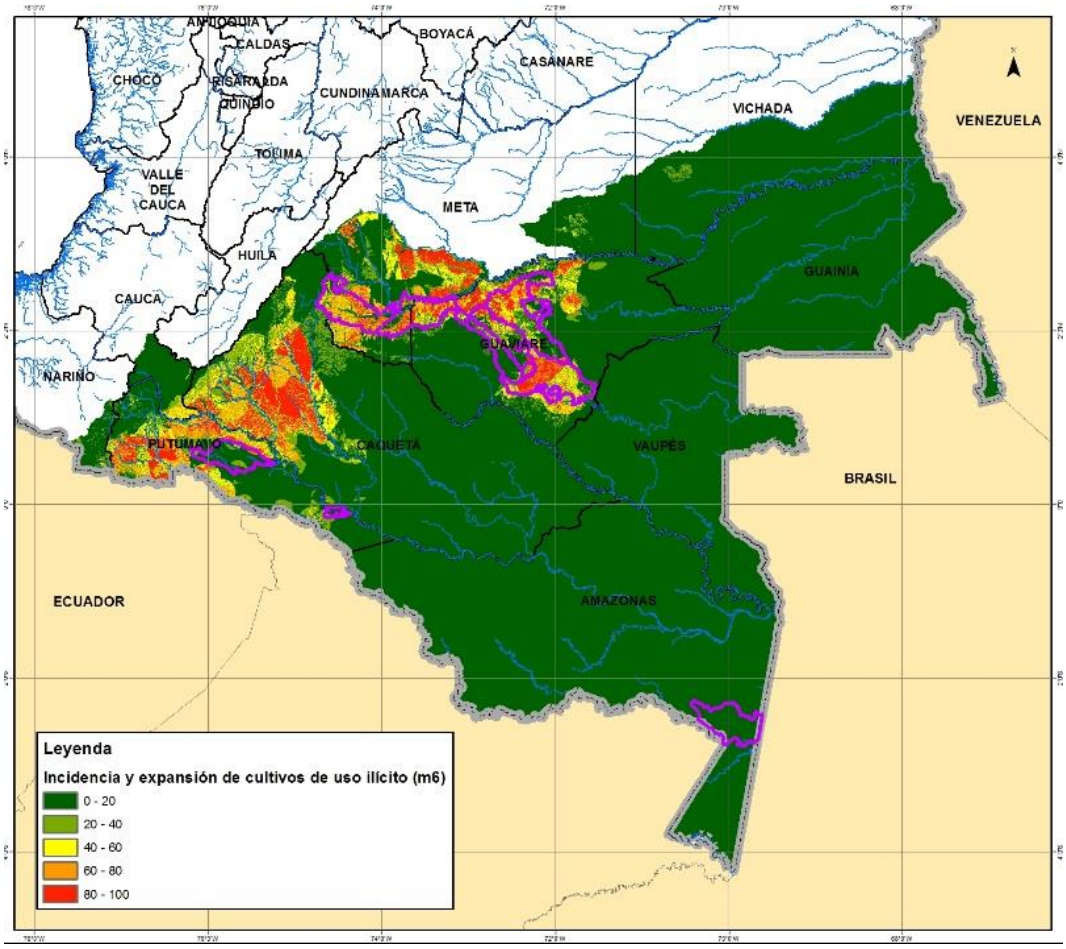


Figura 5.37. Afectación de las franjas de conectividad entre áreas núcleo planteadas por el motor de fragmentación de incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito.

En relación específica a las franjas de conectividad definidas, los patrones espaciales de los motores de fragmentación identificados, se ven confirmados al evaluar la afectación de las franjas por los motores, considerando el área afectada por franja y los diferentes niveles de intensidad de cada motor (Tabla 5.19). Para las franjas: a) AN1 (PNN Chiribiquete) - AN2 (AMEN), b) AN1 (PNN Chiribiquete) - AN1 (PNN Nukak) y c) AN1 (PNN Chiribiquete) – AN4 (PNN la Paya), existe afectación de motores de fragmentación en niveles altos y muy altos, particularmente de aquellos correspondientes a la concentración de la tierra, los cultivos de uso ilícito y la expansión de la frontera agrícola (Tabla 5.19). Este tipo de situaciones indica el claro desarrollo de dinámicas transformadoras sobre dichas franjas y condiciona el tipo de estrategias a desarrollar en ellas, debiendo tener como objetivos la desarticulación de los motores en desarrollo con alto impacto y la restauración de las condiciones naturales, que seguramente han sido radicalmente transformadas por la actividad humana.

Tabla 5.19. Afectación de las diferentes franjas de conectividad planteadas de acuerdo al área y grado de intensidad de cada motor de fragmentación identificado.

FRANJA/MOTOR	Valor referencia	Concentración de la tierra	Expansión de la frontera agrícola	Exploración y explotación de recursos minero energéticos	Expansión de la ganadería	Apertura, construcción, ampliación y mejoramiento de la red vial terrestre	Incidencia y expansión de cultivos de uso ilícito
Chiribiquete-AMEM		**624617**					
Muy Baja	1	0.028	0.051	0.395	0.049	0.871	0.220
Baja	2	0.607	0.480	1.197	0.659	0.226	0.295
Media	3	1.145	0.839	0.010	**1.225**	0.045	0.723
Alta	4	0.937	0.358	0.014	0.628	0.004	0.913
Muy alta	5	0.261	1.702	-	0.278	-	0.817
Chiribiquete-Nukak		**1192909**					
Muy Baja	1	0.100	0.324	0.760	0.170	0.773	0.318
Baja	2	0.552	0.733	0.419	0.522	0.379	0.423
Media	3	0.635	0.327	0.091	0.752	0.100	0.550
Alta	4	0.821	0.402	0.003	0.512	0.016	0.542
Muy alta	5	1.037	0.499	-	**0.953**	0.000	0.756
Chiribiquete-Paya		**27433**					
Muy Baja	1	0.275	0.422	0.469	0.383	0.559	0.813
Baja	2	0.326	0.992	1.005	0.231	0.823	0.312
Media	3	0.455	0.034	0.084	1.139	0.041	0.092
Alta	4	1.451	0.281	0.004	0.193	0.064	-
Muy alta	5	0.235	-	-	0.366	-	-
Paya-VillaCatalina		**219439**					
Muy Baja	1	0.513	0.880	0.921	0.651	**0.949**	0.826
Baja	2	0.689	0.134	0.159	0.425	0.102	0.233
Media	3	0.337	0.073	0.001	0.302	0.001	0.029
Alta	4	0.037	0.060	-	0.060	0.001	0.141
Muy alta	5	0.103	0.065	-	0.102	-	0.065
Trapecio-Chiribiquete		**284011**					
Muy Baja	1	0.829	0.998	0.982	0.998	0.983	**1.000**
Baja	2	0.338	-	0.003	-	0.011	-
Media	3	0.000	-	0.044	-	0.024	-
Alta	4	-	-	0.001	-	0.006	-
Muy alta	5	-	-	-	-	0.001	-

Por otra parte, en las franjas AN4 (PNN La Paya) – AN5 (Resguardo Vista Hermosa) y AN1 – AN3 (Trapecio amazónico), todos los motores identificados tienen probabilidades de presencia entre bajos y muy bajos. Esto es indicio del buen estado de conservación de dichas franjas y permite pensar que el tipo de actividades que en ellas se deberían desarrollar correspondería al mantenimiento de las áreas de coberturas naturales y la prevención del desarrollo de los diferentes motores de fragmentación, mediante la propuesta de alternativas económicas y planeación de la infraestructura de bajo impacto.

Ahora, la priorización de franjas de conectividad en las cuales desarrollar análisis de mayor detalle (ej. escala subregional), finalmente dependerá no solo de la evaluación de los criterios técnicos aquí presentados (resistencia al flujo de organismos, afectación por motores de fragmentación), sino también de aquellos de carácter misional, político, presupuestal, logístico, entre otros, que tengan las diferentes instituciones interesadas tanto en el mantenimiento de la conectividad ecológica en la región amazónica, como en el desarrollo económico de la misma y el bienestar de la población humana allí residente (ej. Ministerios, Parques Nacionales, Sinchi, IDEAM, ONG´s)

5.2.2. Reflexiones sobre el análisis de conectividad a escala regional

Teniendo como referente una escala 1:100.000 para los análisis de carácter regional, en el presente trabajo se utilizaron o generaron insumos cartográficos con una resolución espacial acorde a dicha escala, que de acuerdo a Chuvieco (2008) corresponde a un pixel con dimensiones cercanas a 30 m x 30 m. Esta decisión, permitió sacar el máximo provecho de insumos particulares, como las capas de coberturas de la tierra que son fundamentales para el análisis de conectividad ecológica. Sin embargo, dada la extensión del área de estudio manejada en el presente ejercicio (≈48.000.000 ha), el manejo de dicha resolución se convirtió en un reto técnico, que se tradujo en la necesidad de utilizar hardware potente e invertir grandes cantidades de tiempo corriendo procesos computacionales, para la delimitación de áreas núcleo y el cálculo de las matrices de resistencia planteadas.

Más aun, en algunos casos como en la modelación de área núcleo, las limitaciones propias del software especializado utilizado (GUIDOS), requirió el análisis de la información por lotes (subdivisión de la región de estudio) y el remuestreo de las capas insumo disminuyendo su resolución espacial y así la cantidad de información a procesar, a expensas del detalle obtenido. Este tipo situaciones podrán presentarse nuevamente, si se pretende ajustar y aplicar la metodología planteada en otros ámbitos geográficos, aunque sin duda el análisis de la región amazónica es la más desafiante dada su extensión relativa a las de otras regiones del país. Ahora, de requerirse, la metodología planteada permite el uso de insumos cartográficos de diferente resolución, que con el fin de representar patrones espaciales generales pueden ser de 100 m x 100 m o 500 m x 500 m, como en efecto se utilizaron en el presente ejercicio, cumpliendo con los objetivos específicos perseguidos en el análisis regional.

Con el objetivo de tener una adecuada representación de la región amazónica y así realizar análisis de su conectividad fiables, es absolutamente necesaria la actualización de la cartografía asociada a las variables identificadas como determinantes de la transformación de las coberturas de la tierra. Ejemplos de este tipo de necesidad es la capa de drenajes, que en la actualidad corresponde a la acotación de rondas mediante *buffers* de 30m y 100 m (dependiendo del tipo de drenaje) y no a la por legislación vigente establecida mediante el decreto 2245 de 2017, en el que los criterios de acotamiento se relacionan con las áreas de máxima inundación de los drenajes. También cabe mencionar la desactualización de las capas oficiales de vías y centros poblados (IGAC), que de acuerdo a trabajo recientes (IDEAM 2018) no representan el estado actual del territorio. En tal sentido, es necesario fortalecer iniciativas, que a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos y la vinculación de diferentes instituciones para la corroboración en campo, actualicen los trazados de accesos terrestres en parte de la región amazónica. Un tercer ejemplo de capas que requiere actualización es la de Resguardos indígenas, que en algunos casos aun no da cuenta de los procesos de ampliación que se han desarrollado como parte del proceso de consolidación del PNN Chiribiquete como el área protegida más grande de la Amazonía colombiana.

Considerando los modelos conceptual y metodológico planteados, es importante resaltar la flexibilidad de la propuesta en términos de la variación de los posibles objetivos específicos a plantear (aunque siempre asociados a la evaluación de la conectividad ecológica), los insumos de información a utilizar y su procesamiento particular. En tal sentido, lo aquí planteado es un punto de partida, que permite dar respuesta a los objetivos específicos buscados, lo cual no implica que no pueda ser complementado, buscando una mayor robustez científica de los resultados, de manera que la metodología permita eventualmente responder no sólo

a necesidades de carácter institucional, relacionados con la gestión del territorio, sino también a aquellas de carácter académico. En este contexto, se considera que el presente ejercicio es uno de muchos posibles de realizar teniendo como eje fundamental el esquema metodológico propuesto.

Así por ejemplo, en relación a la delimitación de las áreas núcleo, se considera que la selección de resguardos y áreas protegidas es adecuada bajo los criterios planteados de delimitar áreas con mayor probabilidad de mantener sus coberturas naturales. Sin embrago, también es cierto que se podrán desarrollar un sin fin de nuevas ejercicios de implementación de la metodología, en las que se varíen los criterios de selección de las áreas núcleo. Por ejemplo, en el contexto de la gestión de las áreas protegidas y sus áreas de amortiguamiento, la metodología puede ser modificada para que las áreas núcleo definidas correspondan a estas figuras. Las áreas núcleo también podrían definirse a partir de la distribución de las áreas naturales y la integridad de las mismas, siempre y cuando este criterio permita responder a objetivos específicos planteados.

En relación a la generación de matrices de resistencia, estas también podrían ser variadas de acuerdo a la disponibilidad de los insumos o tratando de nutrir la construcción de la matriz final de resistencia, correspondiente a un índice espacial de huella humana. En tal sentido, al igual que como se hizo en el presente ejercicio, será necesario incluir variables asociadas a los diferentes factores que componen el índice de huella humana, así no sean los mismos a los originalmente planteados. En términos de procesamiento de la información para la generación de las matrices, particularmente de aquellas basadas en distancias euclidianas a elementos particulares del paisaje (ej. Distancia a drenajes), el uso del método de intervalos geométricos para el cálculo de las categorías de alta, media y baja resistencia es una aproximación válida que plasma las relaciones básicas entre la presencia de dichos elementos y su efecto sobre la conectividad. Sin embargo, con el fin de tener una mejor aproximación de la conectividad funcional, se identifica la necesidad de desarrollar estudios de campo que permitan establecer el efecto de la distancia a cada tipo de elemento asociado con la variación de la resistencia ecológica, sobre la presencia de diferentes tipos de organismos. En este sentido, aunque la consulta a expertos es una herramienta regularmente utilizada, la ausencia de estudios que den cuenta de la heterogeneidad de respuestas entre organismos a diferentes factores, bajo múltiples condiciones ambientales (como las que son posibles de encontrar en la Amazonía colombiana), hace que este tipo de acercamiento también deba tomarse con precaución. La experiencia de los consultados da cuenta de conocimientos parciales (incompletos) y puede mezclar su subjetividad, que representan fuentes de error a la hora de estimar la resistencia ecológica del paisaje.

En relación al proceso de modelación de hábitat de especies para la generación de matrices de resistencia asociadas a la pérdida y fragmentación de hábitat, es pertinente decir que aun cuando la amazonia colombiana es una de las regiones con mayor biodiversidad en el planeta, incluyendo el grupo de los mamíferos no voladores, lo cierto es que el número de registros de presencia de especies particulares son en la actualidad bastante pobres, hecho demostrado en el inventario realizado en el presente trabajo. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar actividades que permitan incrementar el número de especies con registros independientes mínimos que permitan su consideración. En tal sentido, una alternativa es recurrir a literatura gris (ej. tesis universitarias), que reporte la presencia de especies, sin que estas hayan sido incluidas en los registros oficiales, debido a que por ejemplo su avistamiento no se corresponde con el objetivo principal buscado por dichas investigaciones. El trabajo con este tipo de fuentes de información implicará la realización de un trabajo extenso de georreferenciación de registros, proceso que excede el plazo establecido para la realización de este proyecto particular. Por otra parte, es necesario un trabajo institucional que fomente la oficialización de

los registros de presencia de especies en el territorio nacional, como resultado del desarrollo de trabajo de investigación y/o consultoría.

Por otra parte, dentro del ejercicio de identificación de áreas importantes para la conectividad las dos herramientas consideradas (CircuitScape y LinkageMapper) mostraron ser de gran utilidad, pues generan resultados diferentes pero complementarios. A partir de los resultados del Circuitscape es posible identificar las áreas importantes para la conectividad y reconocer si estas se asocian a corredores lineales (en sectores con altos grados de transformación de las coberturas naturales) o a áreas extensas (en zonas con mejor estado de conservación). Lo anterior, es sin duda de gran valor para la toma de decisiones, pues da idea del tipo de paisajes a intervenir y la extensión de los mismos.

Al respecto, en el caso de la conexión entre el AN1 en el sector norte del PNN Chiribiquete y el AN2 (AMEM), la matriz de corriente eléctrica (Circuitscape) permite identificar que aunque el estado de conservación del área de conexión no es la óptima, aún es buena y se extiende por una amplia superficie. Lo anterior, en contraposición a lo encontrado entre el AN4 (PNN La Paya) y el AN5 (Resguardo Villa Hermosa) en donde el paisaje se encuentra mucho más transformado y la conexión entre áreas núcleo se limita a un sectores más específicos con altos niveles de resistencia en donde las iniciativas de restauración deberán ser acompañadas de herramientas que permitan desarticular los motores de fragmentación que se encuentran actuando. Por otra parte, el LinkageMapper permite definir exactamente los corredores lineales de conectividad con menores niveles de resistencia, los cuales pueden ser priorizados como zonas de acción en el corto plazo, que funcionen como puntos de partida para la recuperación de coberturas en sectores más amplios, consolidación de paisajes aptos para la movilidad de individuos y el desarrollo humano.

6. BIBLIOGRAFÍA

ACNUR. 2010. Perder nuestra tierra es perdernos nosotros. Los indígenas y el desplazamiento forzado en Colombia. Agencia de Naciones Unidas para los Refugiados, Bogotá.

Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J. & Muñoz-Saba Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana, 1(1): 43-75.

Andrade, G. I., & Castro, L. G. 2012. Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia Invitación a una interpretación socioecológica. Ambiente y desarrollo, XVI (30).

Angulo Muñoz, A. 2010. Economías extractivas y desarrollo sostenible: análisis y reflexiones de sus relaciones, a partir de la explotación petrolerra en el PUtumayo. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales - IDEA, Bogotá, D.C.

ANH. 2016. Diagnóstico de la conflictividad social. Agencia Nacional de Hidrocarguros. Ministerio de MInas y Energía. Ministerio del Interior, Ecopetro y PNUD, Proyecto: estrategia Territorial para la Gestión Sostenible del Sector Hidrocarburos, Bogorá, D.C.

Arcila N, O., & Salazar C, C. A. 2011. La Amazonia colombiana: poblada y urbanizada. Revista Colombia Amazónica (4), 55.

Arima, E. Y., Wlaker, R. T., Sales, M., Souza JR, C., & Perz, S. G. 2008. The fragmentation os Space in the Amazon Basin: Emergent Road Networks. Photgrammetric Engineering & Remote Sensing, 74 (6), 699-709.

Armenteras, D., Schneider, L. & Dávalos, L.M. 2019. Fires in protected areas reveal unforeseen costs of Colombian peace. Nature Ecology & Evolution. 3: 20–23.

Betancurt, B., Rodríguez, C. H., & Garzón, M. T. 2014. Caracterización y tipificación de los sistemas productivos del Putumayo. Final, Instituto Sinchi, Florencia.

Bennet, A.F. 1998. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge, RU, x + 254 pp.

Centro Nacional de Memoria Histórica. 2016. Tierras y conflictos rurales. Historia, políticas agrarias y protagonistas. Bogotá, D.C.

CEPAL. (s.f). Amazonia posible y sostenible. CEPAL, PATRIMONIO NATURAL, MADS, PNNC y Fundación Moore. Bogotá: CEPAL.

Chuvieco, E. 2008. Teledetección espacial. La observación de la tierra desde el espacio. Ariel. Barcelona, España.

Contraloría General de la República. 2016. Evaluación de la Política Antinarcóticos en Colombia desde la Perspectiva de Producción de Cocaína. 2010-2015. Dirección de Estudios Sectoriales, Bogotá, D.C.

Corporación Transparencia por Colombia. 2015. Índice de transparencia 2013-2014. Colección Documentos Observatorio de Integridad (15).

Correa, C. A. Mendoza, M. E., Etter, A. & Pérez. D. R. 2017. Anthropogenic impact on habitat connectivity: A multidimensional human footprint index evaluated in a highly biodiverse landscape of Mexico. Ecological indicators. 72: 895-909.

DANE. 2014. Censo Nacional Agropecuario. Departamento Nacional de Estadística. Bogotá, D.C: DANE.

DAPR - FIP. 2000. Acuerdo No 01 de 2000 del Consejo Directivo. Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, Fondo de Inversiones para la Paz, Bogotá.

De La Cruz, P., Bello, E., Acosta, L. E., Estrada, E., & Montoya, G. (11 de 05 de 2017). La indigenización del mercado: el caso del intercambio de productos en las comunidades indígenas de Tarapacá en la Amazonia colombiana. (Publicado el 11 mayo 2017, Ed.) Recuperado el 15 de 10 de 2018, de Polis. Revista Latinoamericana: URL: http://journals.openedition.org/polis/12041

DNP. 2003. Conpes 3218, Programa de Desarrollo Alternativo 2003-2006. Departamento Nacional de Planeación, Consejo Nacional de Política Económica y Social, Bogotá.

DNP. 2006. Balance del Plan Colombia 2000-2005. Departamento Nacional de Planeación, Departamento de Justicia y Seguridad, Bogotá.

DNP. 2015. Base Brechas. Fase I, 1102, municipios. Departamento Nacional de Planeación, Desarrollo Territorial. Estudios territoriales. Bogotá: DNP.

DNP. 2016. Tipologías de desarrollo departamental. Deparramento Nacional de Planeación, Dirección de Desarrollo Territorial. Bogotá, D.C: DNP.

DNP. 2016. Plan Colombia. Balance de los 15 años. Departamento Nacional de Planeación, SINERGIA. Dirección de Justicia, Seguridad y Gobierno (DJSG) Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas (DSEPP). Bogotá, D.C: DNP.

DNP. 2016 A. Estrategia de Preparación Institucional para el Posconflicto. Departamento Nacional de Planeación. Alta Conserjería para el Posconflicto, Oficina del Alto Comisonado para la Paz. Bogotá, D.C: DNP.

Domínguez, C., & Gómez, A. 1990. La economía extractiva en la Amazonia colombiana. 1850-1930. Tropenbos y Fundación Araracuara, Bogotá.

Emmons, L. & Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. (Second edition.) University of Chicago Press, Chicago, Illinois 60637, USA. 396 pp

Etter, A., McAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S. & Possingham, H., 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. Agriculture, Ecosystems and Environment. 114 (2–4), 369–386.

Fajardo, D. 2002. Para sembrar la paz hay que aflojar la tierra. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Bogotá: UN.

Fajaro M, D. 2012. Colombia: dos décadas en los movimientos agrarios. Cahiers des Amériques latines, 71, 148-168.

Garay, L. J. 2014. Transparencia Colombia. Recuperado el 08 de 2018, de htpp://www.transparenciacolombia.org.co: www.transparenciacolombia.org.co/Portals/0/descargas/publicaciones/Resumen%20estudio%20captura20%del20%Estado20%-20%art.pdf

Garzón G, M. T., Betancurt P, B., Rodríguez L, C. H., & Daza, D. D. 2012. Línea base de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas Productivos caracterizados en el área intervenida del departamento del Caquetá. Capítulo V, Instituto Sinchi, Florencia.

GIZ. 2015. Bosque y coca: un camino para la acción. lisis del cultivo de coca como motor de deforestación en el contexto del Desarrollo Alternativo y REDD+, en las regiones Amazonía y Catatumbo (2005-2014) . Agencia de Cooperación Alemana, Bogotá, D.C.

Gómez Jiménez, A. 2003. Colombia: el contexto de la desigualdad y la pobreza rural en los noventa. Cuadernos de economía, 22 (38), 199-238.

Gobernación de Putumayo. (2009). Plan Vial Departamental 2010 - 2019. Gobernación del Putumayo, Mocoa.

Human Rights Everywhere. (Junio de 2011). Tierra profanada. Impacto de los megproyectos en Territorios Indígenas en Colombia. Minería. Fact Sheet , 6.

IGAC. 2012. Atlas de la propiedad rural en Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá: IGAC.

Launay-Gama, C. (6 de 06 de 2006). El uso del concepto de gobernanza y/o gobernabilidad en Colombia. Usos y desafíos del concepto de gobernanza en Colombia.

Laurance, W.F., Goosem, M. & Laurance, S.G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. Trends in Ecology and Evolution.24: 659-669.

Machado, A. 1998. La cuestión agraria en Colombia a fines del milenio. Bogotá: El Ágora.

MADS. 2014. Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Bogotá.

MADS. 2016. Propuesta metodológica para la evaluación y seguimiento del Desempeño de las CAR. Tomo I, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Oficina Asesora de Planeación, Bogotá, D.C.

MADS. 2018. AbE. Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección de Cambio Climático. Bogotá, D.C: Punto Aparte.

MEA. 2005. Ecoystems and human well-being: a framework for assessment/Millenim Ecosystem Assessment. Washington D.C: Island press.

Misas, G. 2002. La ruptura de los 90. Del gradualismo al colapso. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Ediciones Anthropos.

Nobre, A. D. 2014. El Futuro Climático de la Amazonia. Informe de Evaluación Científica. INPE, . São José dos Campos, Brasil.

PNUD. 2011. Informe Nacional de Desarrollo Humano. Colombia rural: razones para la esperanza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Bogotá: PNUD.

Presidencia de la República de Colombia. 1995. Plan Nacional de Desarrollo Alternativo, 1995-1998. Plan de Acción. Bogotá.

Rabinowitz, A. R. & Nottingham B. G. Jr. 1986. Ecology and Behavior of the Jaguar (Panthera onca) in Belize, Central américa. Journal of Zoology (London). 210: 149-159.

Ramírez Montañez, J. C. 2017. Balance de los quince años del Plan Colombia (2001-2016): recuperación de la institucionalidad colombiana y consolidación de la presencia del Estado en el territorio nacional. Estudios Internacionales, 49 (186), 187-206.

Reyes, A. 1999. Geografía de la violencia. Bogotá: Lecturas dominicales de El Espectador.

Riaño Umbarilla, E., & Salazar Cardona, C. A. 2017. La urbanización en la Amazonia colombiana, un proceso en marcha. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "Sinchi", Grupo Dinámicas Socioambientales, Bogotá, D.C.

Salgado Ruíz, H. 2012. El campesinado de la Amazonia colombiana: colonización territorial, colonización forzada y resistencias. Universidad de Montreal, Departamto de Antropología, Facultad de Ciencias y Artes, Montreal (Canadá).

Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica. 2009. La diversidad biológica en las evaluaciones de impacto, Documento de antecedentes de la Deicsión VII/28 del Convenio sobre la Diversidad Biológica: directrices voluntarioas sobre evaluaciones de impacto, incluida la diversidad biológica.

SER. 2008. Ecological Restoration as a Tool for Reversing Ecosystem. Society for Ecological Restoration International.

SINCHI. 2013. Caracterización y tupificación de los sistemas de producción en el área intervenida del departamento del Guaviare. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Florencia.

SINCHI. 2017. Iniciativa pública "Conservación de bosques y sostenibilidad en el corazón de la Amazonia". Estrategia de aproximación territorial. Presentación, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "Sinchi" & Proyecto GEF Corazón de la Amazonia, Paisajes de sostenibilidad, Bogotá, D.C.

SINCHI. 2017. Resultados del Protocolo para Calcular las Presiones Socioambientales a Nivel Submunicipal por Medio la Aplicación de Herramientas SIG en la Amazonia Colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Laboratorio SIG, Bogotá, D.C.

SINCHI. 2018a. Metodología homologada para realizar estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica del paisaje amazónico colombiano, en tres diferentes ámbitos de alcance geográfico: regional, subregional y local. Proyecto Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el corazón de la Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C.

SINCHI. 2018b. Protocolos metodológicos para el desarrollo de los análisis de información cartográfica planteados en la Metodología homologada para realizar los estudios de fragmentación, motores de fragmentación y conectividad ecológica del paisaje en la Amazonia colombiana Proyecto Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el corazón de la Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C.

Soille, P. & Vogt P. 2008. Morphological segmentation of binary patterns. Pattern Recognition Letters 30, 4:456-459, DOI: 10.1016/j.patrec.2008.10.015.

Solana G, J., Rincón S, G., Alonso G, C., & García, L. 2015. Utilización de mapas de conociemitno difuso (MCD) en la asignación de prioridades de restauración fluvial: Aplicación al río Esla. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* (41), 367-380.

Unidad Nacional de Víctimas. (01 de 09 de 2018). Resgistro Nacional de Información. Retrieved 10 de 09 de 2018 from Víctimas de conflicto armado. Desplazamiento: https://cifras.unidadvictimas.gov.co

UNODC. 2017. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos. 2016. Oficina de las Naciones Unidas de Lucha contra las Drogas y el Delito. Bogotá: UNODC.

UPRA. 2016. Análisis de la distribución de la propiedad rural en Colombia: propuesta metodológica. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, Bogotá, D.C.

Uribe Botero, E. 2015. El cambio climático y sus rectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina - CEPAL, Unidad de Cambio Climático de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile: Impreso en Naciones Unidas.

Van der Sluis, T., Arts, B., Kok, K., Bogers, M., Gravsholt B, A., Sepp, K., y otros. 2018. Drivers of European landscape change: stakeholders' perspectives through Fuzzy Cognitive Mapping. Lanscape Research, 20.

Vieco, J. J. (s.f). Simposio Desarrollo y Ambiente en la Amazonia. Desarrolo, Medio Ambiente y Cultura en la Amazonia colombiana, (pág. 22). Leticia.

Vogt, P. & Riitters, K., 2017. GuidosToolbox: universal digital image object analysis. European Journal of remote Sensing 50:1, 352-361, DOI: 10.1080/22797254.2017.1330650.

World Resurce Institute. 2005. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: island press.

Zhang, L., Liu, Y., & Xiaojiang, W. 2017. Forest Fragmentation and Driving Forces in Yingkou, Northeastern China. (V. Terreta, Ed.) Sustainability (9), 374.

Zeller, K.A., McGarigal, K. & Whiteley, A.R. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. Landscape Ecology. 27:777-797.