



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

“PROPUESTA BIOREGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y
CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA 1 DE ECUADOR”

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA:

AMANDA SAKIRA RIVADENEIRA MARTÍNEZ

DIRECTOR:

Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez, MSc.

Ibarra, 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ibarra, 19 abril del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "PROPUESTA BIOREGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA 1 DE ECUADOR", de autoría del señorita Amanda Sakira Rivadeneira Martínez estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

Ing. Oscar Rosales MSc
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Tania Oña MSc
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Gabriel Jácome Msc
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | |
|------------------------|---|------------|
| CÉDULA : | 1004168744 | |
| NOMBRES Y APELLIDOS: | Amanda Sakira Rivadeneira Martínez | |
| DIRECCIÓN: | Parroquia Tumbabiro, Barrio San Francisco | |
| EMAIL: | asrivadeneiram@utn.edu.ec | |
| TELEFONO FIJO Y MOVIL: | 2934240 | 0983395129 |

| DATOS DE LA OBRA | | |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| TÍTULO: | PROPUESTA BIOREGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA 1 DE ECUADOR | |
| AUTOR: | Amanda Sakira Rivadeneira Martínez | |
| FECHA: | 19/04/2022 | |
| SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN | | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO | <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | PROPUESTA BIOREGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN LA ZONA 1 DE ECUADOR | |
| DIRECTOR: | Ing. Oscar Rosales MSc. | |

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de abril de 2022

EL AUTOR:

Sakira Rivadeneira
1004169744

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| RESUMEN | xii |
| SUMMARY | xiii |
| CAPÍTULO I | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.2 Problema de investigación y justificación..... | 17 |
| 1.3 Objetivos | 20 |
| 1.3.1 Objetivo general | 20 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 20 |
| 1.4 Preguntas directrices de la investigación | 20 |
| CAPÍTULO II | 21 |
| MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. Revisión de literatura | 21 |
| 2.1.1. Biodiversidad | 21 |
| 2.1.2 Cambio de Uso de Suelo (CUS)..... | 21 |
| 2.1.3 Fragmentación..... | 22 |
| 2.1.4 Deforestación | 23 |
| 2.1.3. Paisaje | 23 |
| 2.1.4 Dinámica del paisaje | 24 |
| 2.1.5 Atributos del Paisaje | 25 |
| 2.1.6 Métricas o índices del paisaje | 25 |
| 2.1.7 Conservación del paisaje..... | 26 |
| 2.1.8 Conectividad del paisaje | 27 |
| 2.1.9 Áreas Naturales Protegidas | 27 |
| 2.2. Marco legal..... | 29 |
| 2.2.1 Constitución de la República del Ecuador | 29 |
| 2.2.2 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible | 30 |
| 2.2.3 Convenio sobre la Diversidad Biológica..... | 30 |
| 2.2.4. Tratado Internacional Ramsar | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.5 Código Orgánico del Ambiente de Ecuador | 31 |
| 2.2.6 Plan Creando Oportunidades..... | 31 |
| 2.2.7 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente ... | 32 |
| CAPÍTULO III..... | 33 |
| METODOLOGÍA | 33 |
| 3.1 Descripción del área de estudio..... | 33 |
| 3.1.1 Parque Nacional Cotacachi Cayapas..... | 33 |
| 3.1.2 Reserva Ecológica El Ángel..... | 35 |
| 3.1.3 Reserva Ecológica Cofán Bermejo | 36 |
| 3.2 Métodos..... | 36 |
| 3.2.1. Evaluación de la dinámica del paisaje en las áreas protegidas | 37 |
| 3.2.2. Análisis de la influencia de la dinámica del paisaje en el área de estudio. . | 43 |
| 3.2.3. Propuesta bioregional de conectividad de las áreas protegidas y conservación del paisaje en el área de estudio. | 45 |
| 3.3 Materiales y equipos | 50 |
| CAPÍTULO IV | 51 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 51 |
| 4.1. Dinámica del paisaje en las áreas protegidas | 51 |
| 4.1.1. Tipos de cobertura vegetal del Parque Nacional Cotacachi Cayapas | 51 |
| 4.1.2. Tipos de cobertura vegetal de la Reserva Ecológica El Ángel | 53 |
| 4.1.3. Tipos de cobertura vegetal de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo | 55 |
| 4.1.4 Métricas y configuración del paisaje en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas | 57 |
| 4.1.5 Métricas y configuración del paisaje de la Reserva Ecológica El Ángel..... | 58 |
| 4.1.6 Métricas y configuración del paisaje de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo..... | 59 |
| 4.1.7 Relación espacial y temporal entre las coberturas de vegetación del Parque Nacional Cotacachi Cayapas..... | 61 |
| 4.1.8 Relación espacial y temporal entre coberturas de vegetación de la Reserva Ecológica El Ángel | 62 |

| | |
|---|-----------|
| 1.4.9 Relación espacial y temporal de las coberturas de vegetación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo | 62 |
| 4.2 Análisis de la influencia de la dinámica del paisaje en el área de estudio. | 63 |
| 4.2.1. Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en el paisaje del Parque Nacional Cotacachi Cayapas..... | 63 |
| 4.2.2 Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en la Reserva Ecológica El Ángel | 64 |
| 4.2.3 Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo | 65 |
| 4.3 Propuesta de conectividad bioregional y conservación del paisaje | 67 |
| 4.3.1 Análisis de conectividad | 67 |
| 4.3.2 Propuesta de conectividad y conservación del paisaje..... | 75 |
| Estrategia 1. Capacitación técnica y educación ambiental..... | 75 |
| Estrategia 2. Manejo y conservación del paisaje | 77 |
| Estrategia 3. Desarrollo sostenible comunitario..... | 80 |
| Estrategia 4. Monitoreo y seguimiento | 82 |
| CAPÍTULO V..... | 84 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 84 |
| 5.1 Conclusiones | 84 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 85 |
| REFERENCIAS | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Leyenda temática Nivel I y II | 37 |
| Tabla 2. Leyenda temática Nivel III y IV | 38 |
| Tabla 3. Características de imágenes LandSat 8 y RapidEye | 39 |
| Tabla 4. Métricas del paisaje..... | 42 |
| Tabla 5. Criterios empleados para determinar la dificultad de desplazamiento de especies para la generación del mapa de fricción y corredores de conectividad. . | 49 |
| Tabla 6. Materiales y equipos | 50 |
| Tabla 7. Tipos de cobertura vegetal, Parque Nacional Cotacachi Cayapas. | 51 |
| Tabla 8. Tipos de coberturas vegetales en los períodos 2000-2008-2018 en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas..... | 53 |
| Tabla 9. Tipos de cobertura vegetal, Reserva Ecológica El Ángel. | 54 |
| Tabla 10. Tipos de coberturas vegetales en el período 2000-2008-2018 en la Reserva Ecológica El Ángel..... | 55 |
| Tabla 11. Tipos de cobertura vegetal, Reserva Ecológica Cofán Bermejo..... | 56 |
| Tabla 12. Tipos de coberturas vegetales en el período 2000-2008-2018 en la Reserva Cofán Bermejo | 57 |
| Tabla 13. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%). | 64 |
| Tabla 14. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%). | 65 |
| Tabla 15. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%). | 66 |
| Tabla 16. Índice Integral de Conectividad dIIC, y área total para 12 parches de hábitat seleccionados como parches prioritarios de conservación. | 72 |
| Tabla 17. Proyectos y actividades para la estrategia 1 | 76 |
| Tabla 18. Proyectos y actividades para la estrategia 2 | 79 |
| Tabla 19. Proyectos y actividades para la estrategia 3 | 81 |
| Tabla 20. Proyectos y actividades para la estrategia 4..... | 83 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación del área de estudio..... | 33 |
| Figura 2. Diagrama de procesos cartográficos para la generación del mapa de cobertura y uso de tierra..... | 40 |
| Figura 3. Proceso de generación de tipos de cobertura vegetal para el área de estudio | 41 |
| Figura 4. Proceso de obtención de métricas del paisaje..... | 43 |
| Figura 5. Proceso de obtención de tabla de transición..... | 44 |
| Figura 6. Modelo Parche-Corredor-Matriz | 45 |
| Figura 7. Variación espacial y temporal de las coberturas del Parque Nacional Cotacachi Cayapas. | 52 |
| Figura 8. Variación espacial y temporal de las coberturas de la Reserva Ecológica El Ángel | 54 |
| Figura 9. Variación espacial y temporal de las coberturas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo | 56 |
| Figura 10. Parches de cobertura vegetal en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas | 58 |
| Figura 11. Parches de cobertura vegetal en la Reserva Ecológica El Ángel | 58 |
| Figura 12. Parches de cobertura vegetal en la Reserva Cofán Bermejo | 59 |
| Figura 13. Índice de agregación en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas | 61 |
| Figura 14. Índice de agregación en la Reserva Ecológica El Ángel. | 62 |
| Figura 15. Índice de agregación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo..... | 63 |
| Figura 16. Importancia de cada uno de los parches para la conectividad global de hábitat (dIIC, %). | 68 |
| Figura 17. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con la fracción dIICintra (%). | 69 |
| Figura 18. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con la fracción dIICflux (%). | 70 |
| Figura 19. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con dIICconnector (%). | 71 |
| Figura 20. Conectividad de áreas protegidas mediante delimitación de corredores ecológicos..... | 73 |

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la paciencia y sabiduría suficiente para no desertar en esta gran prueba.

A mis padres, Jime y Marcelo por el tiempo, el esfuerzo y la dedicación que han tenido para sacar adelante este gran proyecto de mi vida.

LO LOGRAMOS MAMI Y PAPI.

Mi agradecimiento total a mi director, Ing. Oscar Rosales MSc y mis asesores, Ing. Tania Oña Msc e Ing. Gabriel Jácome MSc, por haberme guiado con sus conocimientos y sus consejos ya que gracias a ellos no solo me he formado como profesional, si no como un gran ser humano.

A mis amigos, quienes han estado presentes en cada aventura académica y de vida.

Amanda Sakira Rivadeneira Martínez

DECATORIA

La vida nos ofrece muchas oportunidades, debemos aprovecharlas todas porque muchas de ellas solo ocurren una vez.

Este trabajo se lo dedico a mis padres y especialmente a mis hermanos Nicole y Randy, hermanos nuestras luchas diarias se ven reflejados siempre en las cosas que hacemos, los amo mucho.

A mis tías Anita, Gaby, América y Anita por el apoyo que toda la vida me han brindado.

A mi persona favorita Eddy y a las mejores personas que Dios puso en mi vida Cris, Paul, Oscar, Jas, Lily, Naldo y Lenin porque a pesar del tiempo y la distancia han sabido ser los mejores seres humanos que he conocido y los mejores amigos que he podido tener.

A mis pequeños compañeros de vida Molly, Jacke y Jack, que me han enseñado que la fidelidad y la confianza existe.

Amanda Sakira Rivadeneira Martínez

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**PROPUESTA BIOREGIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y
CONSERVACIÓN DEL PAISAJE EN LA
ZONA 1 DE ECUADOR**

Autora: Rivadeneira Martínez Amanda Sakira

RESUMEN

Ecuador es considerado como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, es así como, el establecimiento de áreas de protección para estos espacios es de vital importancia para conservar especies de flora y fauna. Como un aporte a la conservación y conectividad del paisaje, el presente estudio evaluó las condiciones de los diferentes tipos de cobertura vegetal y uso de suelo presentes en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, la Reserva Ecológica El Ángel y la Reserva Ecológica Cofán Bermejo, con la finalidad de conocer su estado de conservación. Para la evaluación de los cambios en la composición y configuración del paisaje para los años 2000, 2008 y 2018, se emplearon técnicas para evaluar la dinámica del paisaje con herramientas SIG, las cuales detectaron que la cobertura de pastizales mantuvo cambios considerables en las tres áreas protegidas. Así también, las coberturas de vegetación arbustiva, herbácea y pastizales se mantuvieron como las de mayor número de parches por área protegida, lo que indica que existe desagregación en estas coberturas. En cuanto al análisis del cambio de uso de suelo, se determinó que, la cobertura de pastizales presenta mayor incremento en las áreas protegidas de Cotacachi-Cayapas y El Ángel, sin embargo, en Cofán Bermejo incrementó el bosque nativo y la infraestructura antrópica. La propuesta de conectividad se analizó mediante el Índice Integral de Conectividad (dIIC), el cual permitió conocer los parches de mayor importancia para generar los corredores de conexión que permitieron conectar las tres áreas de protección. Finalmente, se establecieron cuatro estrategias para la conservación y manejo del paisaje en función de la cobertura vegetal de importancia según el dIIC.

Palabras clave: Áreas protegidas, Conservación, Conectividad del paisaje, Patrones espaciales, Corredores ecológicos.

SUMMARY

Ecuador is considered one of the countries with the greatest biodiversity in the world. The establishment of protection areas for these spaces is of vital importance to conserve species of flora and fauna. As a contribution to the conservation and connectivity of the landscape, this study evaluated the conditions of the vegetation types and the land use within Cotacachi Cayapas National Park, El Angel Ecological Reserve and Confán Bermejo Ecological Reserve, with the purpose of study their state of conservation. To evaluate the changes in the composition and configuration of the landscape of the years 2000, 2008 and 2018, some techniques were used to evaluate the dynamics of the landscape with GIS tools. It was detected that grassland cover maintained considerable changes in the three protected areas. Likewise, the coverage of shrubby, herbaceous vegetation, and grasslands remained as those with the highest number of patches per protected area, which indicates that there is disaggregation in these coverages. Regarding the analysis of the change in land use, it was determined that the grassland cover presents a greater increase in the protected areas of Cotacachi Cayapas and El Ángel, however, in Cofán Bermejo the native forest and anthropic infrastructure increased. The connectivity proposal was analyzed through the Integral Connectivity Index (dIIC) which allowed to know the most important patches to generate the connection corridors that allowed connecting the three protection areas. Finally, strategies for the conservation and management of the landscape are presented based on the important vegetation cover according to the dIIC.

Keywords: Protected areas, Conservation, Landscape connectivity, Spatial patterns, Ecological corridors

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte

Desde tiempos remotos, el suelo ha sido considerado como el sitio principal donde se generan todas las actividades del ser humano (Moreno, 2014). Por tal razón, el término uso de suelo, se define como al empleo de los recursos que brinda la superficie terrestre (producción, base de infraestructura, extracción de materiales, entre otros) con el fin de satisfacer las necesidades del ser humano (Basheer y Praveen, 2018). Sin embargo, en los últimos tres siglos, las diferentes actividades antrópicas como: la deforestación, expansión de la frontera agrícola, sobrepastoreo, crecimiento de zonas urbanas, entre otros (Carvajal y Pabón, 2016), han afectado el funcionamiento del sistema ecológico en los ecosistemas y han ocasionado un cambio negativo en la estructura del paisaje a lo largo del tiempo en todo el planeta (Aguayo et al., 2009).

Asimismo, Noss (2001); Baillie et al. (2004) mencionan que el cambio de uso de suelo a nivel global es una de las mayores amenazas para la biodiversidad, degradación del suelo, fragmentación de ecosistemas, entre otros factores que alteran a la biota (Arriaga, 2009). Por consiguiente, el uso de suelo es la principal causa de los procesos de deforestación, fragmentación y degradación de los ecosistemas (Armenteras y Vargas, 2016), afectando principalmente a la distribución de los recursos naturales en el paisaje. Torres-Gómez et al. (2009), manifiestan que el paisaje es el resultado de las interacciones entre los factores bióticos, abióticos y sociales. Daniel Patón definió a la ecología de paisaje como el estudio de la interacción entre los procesos naturales y las actividades humanas en una sección específica de paisaje (Patón, 2016 y Uyaguari, 2019). Gurrutxaga y Lozano (2008) definen a la ecología de paisaje como el estudio de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje y sus componentes de flora, fauna y culturales, centrándose en las relaciones espaciales, flujos de energía y dinámica ecológica. Todo lo anterior hace mención de que existe una sinergia entre cada uno de los elementos que se encuentran formando parte del paisaje y que las

relaciones que existen entre estos son influyentes en los distintos procesos ecológicos que realizan.

En la ecología del paisaje, el concepto de mosaico es esencial para interpretar al paisaje. Por lo tanto, se denomina mosaico al conjunto de parches de coberturas vegetales y la disposición espacial del mosaico y corredores que constituyen el patrón paisajístico (Burel y Baudry, 2002). Rodríguez-Echeverry et al. (2017) expresan que los patrones espaciales del paisaje se encuentran formados por la composición y la estructura (configuración) del paisaje. Por lo cual, la composición del paisaje se refiere a los tipos de hábitats o elementos que están presentes, mientras que la configuración se refiere al arreglo espacial o físico de esos elementos en el paisaje. Así mismo, la temporalidad de los paisajes permite establecer comparaciones y conocer el estado de determinados paisajes en el tiempo (Molina y Albarran, 2013). Como se mencionó anteriormente, la composición, estructura, función y cambio, son atributos fundamentales en la ecología de paisaje además este tiene tres componentes principales: los parches, los corredores y la matriz (Forman, 1995).

En el mundo existen áreas geográficas reconocidas y administradas legalmente con el fin de conservar y proteger la biodiversidad biológica y valores culturales asociados a ella (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2016). Estas poseen alrededor del 15.4% y el 3.4% de la superficie terrestre y marina, respectivamente. Estos porcentajes equivalen a más de 200 mil áreas protegidas, cubriendo una superficie mayor a 20 millones km² en todo el planeta, excluyendo a la Antártida (Worboys et al., 2019).

Las áreas protegidas se encuentran comprendidas por una zona de amortiguamiento, que ayuda a disminuir los impactos o peligros ambientales a causa de la presión humana (Jones et al., 2018; Kintz, y Crews-Meyer, 2016). Defries et al. (2005), mencionan que las zonas de amortiguamiento son eficientes al momento de proteger a un área protegida. Sin embargo, estos sitios están expuestos a pérdidas dentro de sus límites definidos, lo que genera un problema debido a que la eficiencia de límite que presentan estos sitios de amortiguamiento se pierde con el paso de los años debido al incremento de la presión humana haciendo que estas zonas lleguen a

fragmentarse en parches de bosques remanentes más pequeños. Un estudio similar realizado en la zona de amortiguamiento de un Parque Nacional en los Andes Tropicales en Perú, permitió estimar a través del análisis de patrones espaciales, que existen cambios en el paisaje entre las principales la fragmentación de ecosistemas remanentes a la zona buffer debido al incremento de actividades antrópicas (Incendios ocasionados, pastoreo de ganado, entre otras) entre 1987 y 2001 (Kintz, y Crews-Meyer, 2016).

Armenteras et al. (2003) en su estudio realizado en los bosques andinos en Áreas Naturales Protegidas en Colombia, encontraron que existe fragmentación de bosques a pesar de encontrarse en áreas de conservación, todo ello se debe principalmente a la presencia humana que existe en la zona y al aumento de la presión que estos han ejercido sobre los ecosistemas por las actividades que se realizan, modificando así la estructura del paisaje. Además, el Ecuador, al ocupar el 0.2% de la superficie total del planeta, es considerado como uno de los países megadiversos en el mundo. Los factores geográficos, geológicos, geomorfológicos, climáticos, biogeográficos, evolutivos y ecológicos que influyen dentro de su territorio, han originado múltiples elementos naturales, los cuales son únicos en la Tierra (Baez, 2019). Pese a esto, la biodiversidad en muchos de sus ecosistemas se ha ido degradando, debido a factores como el cambio de uso de suelo que han deteriorado de la diversidad biológica.

En el país el deterioro de ecosistemas y por ende la pérdida de biodiversidad ha existido desde hace mucho tiempo, Mogrovejo (2017) menciona que en ciertas partes del territorio se encontraban ya degradadas y deforestadas debido a la agricultura extensiva que se efectuaba. En un estudio denominado “*Antropogenic Change in the Landscapes of Highland Ecuador*” realizado por Sarmiento (2002), también hace mención del deterioro de los recursos naturales, así mismo la modificación de paisajes, todo ello debido a las actividades humanas de producción, extracción de recursos, entre otros.

Existen lineamientos que comprometen a las naciones a tomar un rol en pro del ambiente (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA],

2019), es así como se han creado convenios y tratados internacionales donde se promueve la conservación de la biodiversidad a largo plazo y su valor asociado. Ecuador, además de ser partícipe de muchos de estos acuerdos, cuenta con estrategias internas que promueven el cuidado del ambiente (Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador [MAE], 2019). Por tal razón, para garantizar la conservación de los ecosistemas considerados de importancia a niveles terrestre, marino y costero marino, se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), con el fin de conservar los elementos naturales renovables y no renovables, vestigios culturales, asentamientos poblacionales nativos, brindar alternativas de uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y mejorar la calidad de vida de la población (Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE], 2006). No obstante, las actividades antropogénicas no solamente han afectado a ecosistemas o sistemas naturales sin protección en el país, sino que también han logrado afectar a sitios destinados a la conservación de la biodiversidad. Aguirre (2014), indica que existe un leve grado de afectación en estas zonas. Sin embargo, Puentes (2015), menciona que a pesar de que en el país existen un sistema de áreas para la protección natural, existen indicadores que muestran pérdidas de diversidad biológica dentro de estos espacios.

1.2 Problema de investigación y justificación

Durante décadas la conservación de la biodiversidad ha hecho empeño en la protección de especies y ecosistemas catalogados de gran importancia, es decir, seres vivos que ocupen un mayor espacio dentro de un área geográfica, limitando así el cuidado del resto de factores que se encuentran vinculados a los distintos ecosistemas que lo conforman (Kattan y Naranjo, 2008). Cabe destacar que estos antecedentes dieron origen a la creación de fracciones de naturaleza intangibles (áreas naturales protegidas), con el fin de conservar y preservar todo tipo de recurso natural. Pese a esto, carecen de una eficiente gestión al momento de lograr sus metas (Toledo, 2005).

Según Toledo (2005), existen factores los cuales no permiten el adecuado mantenimiento y cuidado de las áreas naturales protegidas debido a que se

consideran no influyentes dentro del espacio de protección. Sin embargo, muchos de estos elementos provocan alteraciones dentro de la estructura del paisaje en un área natural, modificando así el sistema biológico interno de estos sitios y como consecuencia se genera la pérdida de interacción entre la red de sistemas de áreas naturales protegidas.

A pesar de que en el país existen 63 Áreas Nacionales Protegidas la conservación de los recursos naturales no ocurre de manera eficiente. Cuenca et al. (2015) y Cuenca et al. (2017), en su estudio registran que aproximadamente existe alrededor de un 6% de actividades de deforestación dentro de áreas protegidas y un mayor porcentaje en paisajes próximos a estas áreas en los años de 1990 y 2014. A partir del estudio, se conoció también que las Áreas Nacionales Protegidas de cierta manera contribuían a retener la deforestación del bosque tropical andino, en paisajes con alta densidad de población. Sin embargo, los cambios que ocurren fuera de los límites de las áreas nacionales protegidas como la fragmentación no pueden ser evitados. Por lo tanto, se considera que si existe una continua alteración del cambio uso de suelo en el paisaje que involucran a las áreas nacionales protegidas, la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos se encontrarán afectados en el futuro.

En este sentido, limitar la conservación de la biodiversidad o separarlas de las actividades humanas y los procesos de producción dentro de áreas aisladas, no permitirán preservar en su totalidad estos espacios, así como también al resto del paisaje que se encuentra asociado a estas actividades. De esta manera la preservación del paisaje se debe ocupar de los diferentes usos que se dan al suelo, ya sean estas áreas agrícolas, pecuarias, de pastoreo, de extracción, de manejo forestal y agroforestal, en fragmentos, franjas, corredores, islas de vegetación o en zonas de barbecho con hábitats diferentes de regeneración ecológica, entre otras, las cuales permitirán maximizar la conservación del paisaje.

Rosenzweig (2003) señala que para mantener y asegurar la biodiversidad se debe dar un uso adecuado de todos los recursos naturales, así las dimensiones en las que la conservación de la biodiversidad será mucho más extensa (variedad de paisaje, hábitats, especies y genes), a esta idealización de relación se la conoce como:

“ecología de la reconciliación” que trata de explicar cómo se pueden conectar la conservación y la restauración ecológica. Lo anterior mencionado implica alcanzar asociaciones entre los diversos paisajes de una región para conseguir así el equilibrio y dinámica del territorio manteniendo así todos los procesos naturales y sociales.

En este sentido, la idea de conservar se basa en la creación y mantenimiento de Bioregiones donde la preservación de la biodiversidad se logra alcanzar mediante el manejo de los mosaicos del paisaje los cuales incorporan sitios de diferente tamaño, forma y diversos niveles de intensidad de manejo, dejando de lado así, la creación y cuidado solamente de espacios reducidos a las áreas nacionales protegidas (Toledo, 2005).

Desde esta nueva perspectiva, la creación de áreas naturales protegidas en una región deberá integrar a espacios naturales, así como también a sitios que se encuentren bajo el aprovechamiento y uso humano, con la finalidad de maximizar la conservación de la región relacionando a los diferentes componentes físicos del paisaje y a los factores económicos, culturales, políticos y demográficos de la misma (Halffer, 2005; Miller et al., 2001; Rosenzweig, 2003).

El presente estudio se enfoca en una propuesta bioregional de áreas protegidas y conservación del paisaje en la zona 1 de Ecuador. Para ello la delimitación de corredores ecológicos a nivel bioregional en las distintas áreas de estudios (Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y la Reserva Ecológica Cofán-Bermejo) y estrategias de conservación permitirán mantener la circulación de los flujos de elementos naturales; seres vivos, incluyendo también las zonas de uso humano y expandir así los límites de conservación paisajística.

La presente propuesta apoyará en investigaciones a entidades públicas y privadas para la preservación y conservación de los diversos tipos de cobertura vegetal, ecosistemas, fauna, entre otros y que de esta manera las diferentes entidades ejecuten acciones a través del objetivo 11 “Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales” propuesto en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, que permitan solucionar la problemática de la

desagregación entre áreas protegidas, pues estas al ser consideradas de alta importancia por la diversidad biológica que tienen, es necesaria la promoción de técnicas y métodos promuevan las buenas prácticas ambientales y la preservación de los recursos naturales que se encuentran en los territorios de estas áreas protegidas (Secretaría Nacional de Planificación [SENPLANDES], 2021).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer una estrategia bioregional de áreas protegidas y conservación del paisaje para el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y La Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la dinámica del paisaje en las áreas protegidas: Parque Nacional Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y Reserva Ecológica Cofán Bermejo.
- Analizar la influencia de la dinámica del paisaje en el área de estudio.
- Realizar una propuesta bioregional de conectividad de áreas protegidas y conservación del paisaje en el área de estudio.

1.4 Preguntas directrices de la investigación

- ¿Qué cambios han existido en los patrones espaciales del paisaje en los años 2000, 2008 y 2018 en las áreas protegidas de la Zona 1 de Ecuador?
- ¿Cuáles han sido los sectores más afectados por el cambio de uso del suelo en los años 2000, 2008 y 2018 en el área de estudio?
- ¿Cómo contribuirá la propuesta de conectividad a la conservación del paisaje?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de literatura

2.1.1. Biodiversidad

En el transcurso evolutivo del planeta se han suscitado un sin número de cambios y evoluciones constantes, dando origen así a diversos tipos de genes, especies y ecosistemas que han sido la base para la supervivencia de la especie humana. Según las características mencionadas, Martínez (2012) define a la biodiversidad como la variedad de distintas formas de vida que se desarrollan y coexisten dentro de un ambiente natural.

La biodiversidad, alrededor del planeta mantiene gran variedad de especies en todas sus regiones, esto debido a diferentes variaciones climáticas, geomorfología, ecosistemas, entre otros. De acuerdo con el Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe, el 40% de la biodiversidad y la cuarta parte de los bosques se encuentra en América Sur, el Caribe cuenta con el 50% de vida vegetal única en el planeta y Mesoamérica tiene la segunda barrera de coral más grande del mundo (Álvarez et al., 2021). Actualmente, Ecuador es considerado como uno de los países megadiversos en el mundo por poseer una gran diversidad biológica en una pequeña extensión territorial. Esto se debe a los diferentes factores geográficos y climáticos como son la ubicación del país en zonas tropicales, presencia de la cordillera de los Andes, y corrientes marinas, que hacen óptimas las condiciones del país para la evolución y desarrollo de la diversidad genética (García et al., 2014).

2.1.2 Cambio de Uso de Suelo (CUS)

A nivel global, el cambio de uso de suelo es el principal problema con respecto a la pérdida de biodiversidad (Arriaga, 2009) este término describe la modificación de la superficie terrestre en el que se cambia un tipo de cobertura, esto es ocasionado por diversas actividades humanas para mejorar su calidad de vida y su posterior desarrollo (Ellis, 2013). Según Villegas y Gómez (2020) las actividades como, apertura y mantenimiento de redes de servicio, caminos cortafuegos, expansión de

la frontera agrícola, deforestación, entre otros, generan impactos en las zonas naturales, causando desertificación, degradación y fragmentación en el paisaje y a consecuencia de ello, cambios dentro de los procesos ecológicos de los servicios ecosistémicos (Vargas, 2011).

De acuerdo con Pinto et al. (2016) es importante considerar la velocidad con la que suceden los cambios de uso de suelo, esto con la finalidad de entender los procesos de la variación del suelo y estimar las tendencias de cambio que se darán en el futuro dentro de un tipo de cobertura vegetal; es por ello que, en varios países de América Latina, existen reglamentos en los cuales se registran los usos actuales y potenciales del suelo Ecuador no es la excepción ya que los Gobiernos Autónomos Descentralizados elaboran y actualizan los Planes de Ordenamiento Territorial, con la finalidad de establecer planificaciones, regularizaciones y ocupación del suelo dentro de los límites de la provincia cantón o parroquia para su posterior transformación y cambio (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018).

2.1.3 Fragmentación

Vargas, (2007) define como fragmentación al proceso de división de grandes extensiones de parches en fragmentos de menor tamaño. Santos y Tellería, (2006) manifiestan que el cambio de uso de suelo es uno de los principales factores para procesos de fragmentación y destrucción de un hábitat y que a consecuencia de ello el paisaje mantiene cambios de configuraciones dentro de su sistema causando efectos negativos sobre la supervivencia de las especies y la recuperación de los bosques (Otavo y Echeverría, 2017).

En la actualidad la Unión Europea presenta el 30% de fragmentación en su territorio lo que hace difícil mantener la conectividad entre un sistema natural y otro ocasionando la pérdida de diversidad biológica. En América del sur, países como Colombia presentan un grado de fragmentación en su cobertura vegetal esto debido al incremento de la población y las actividades que realizan para su desarrollo amenazando con la biodiversidad del país (Ángel y Valenzuela, 2012). Por su parte Ecuador, también presenta una problemática importante por la fragmentación de los bosques, esta se debe principalmente a la deforestación en todo tipo de cobertura

vegetal, es así como, este fenómeno se ve ligado a situaciones de modificación del paisaje, pérdida de conectividad y la pérdida biodiversidad en todos sus niveles (Pambi, 2019).

2.1.4 Deforestación

La deforestación es la desaparición o remoción progresiva de cobertura vegetal por actividades humanas y que como consecuencia originan modificaciones físicas y químicas en el suelo dando lugar a la erosión de este (Avellaneda y Olivera, 2018). De acuerdo con la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [ONUAA], 2021), en la “Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020” se reporta que se ha perdido alrededor de 178 millones de hectáreas de bosque en los últimos 30 años en todo el planeta. África es uno de los continentes con mayor tasa anual de pérdida de bosques en el período 2010-2020, seguida de América del sur con una pérdida de 2.6 millones de hectáreas. No obstante, América del Sur cuenta con el 31% de bosques en áreas protegidas de propiedad pública y solamente 20% de este sector, mantienen planes de manejo conservar para estos sitios (FAO, 2020).

Según Sierra, (2013) en el Ecuador la cobertura de bosques disminuyó un 69.6% en el período 1990-2008, el incremento de áreas urbanas, zonas de producción agrícola y ganadera son las principales actividades económicas por las cuales se ha intensificado la deforestación para este período (Torres et al., 2020).

2.1.3. Paisaje

El paisaje se define como el conjunto de múltiples elementos o parches (bosques, hábitats, uso de suelo, formaciones vegetales entre otros) que dan origen a áreas heterogéneas y su extensión puede ir de hectáreas a varios kilómetros cuadrados (Wiens, 2002). El paisaje es un elemento ecológico con mayor inclusión que un ecosistema y forma parte de la composición de la biosfera, por tal razón toma mayor importancia para la conservación de la biodiversidad y restauración ecológica (Forman, 1995).

Países como Venezuela, Uruguay, Colombia, Ecuador, entre otros, han implementado un Sistema Nacional de Áreas Protegidas con el objetivo de brindar protección a paisajes que contienen la mayor parte de biodiversidad dentro de su territorio (Zappettini, 2018). Ecuador, por su parte, ha incrementado el número de áreas protegidas en los últimos con la finalidad de lograr un proceso óptimo de conservación. Es así como, se han realizado estudios para caracterizar paisajes de bosque tropicales en el Noroccidente Ecuatoriano con el objetivo enfrentar la deforestación tropical y conservar la biodiversidad (Torres et al., 2020).

2.1.4 Dinámica del paisaje

La dinámica de un paisaje está definida como la evolución constante de un sistema vivo en un medio biótico y abiótico, generalmente se encuentra ligada a cambios naturales y antrópicos en el paisaje (Morláns, 2005). En un estudio realizado para el río Pisuegra, se determinaron incontables transformaciones entre el período 1956-2006, a ello, se asocian dinámicas que han modificado los paisajes naturales que rodean al río. Entre las actividades que transforman al suelo y la cobertura vegetal homogenizando el paisaje se encuentran: actividades agropecuarias, forestales y de urbanización, las cuales han fragmentado el paisaje e incrementado el número y tamaño de parches alterando la composición y estructura del mosaico paisajístico (Vadillo, 2015).

En una investigación similar realizada en la región de los Andes, se determinó que la deforestación ha sido una actividad importante para la modificación de la dinámica del paisaje y sus procesos. Entre los años 1976-2002 se redujo un 59,72% de la cobertura de bosques, vegetación arbustiva y páramo. Esto se encuentra asociado a una severa fragmentación de las cubiertas vegetales y a la reducción de conectividad entre los parches fragmentados. Además, con los resultados obtenidos se evidenció que las tasas de deforestación y fragmentación para los años de estudio modificaron el mosaico del paisaje desapareciendo así al ecosistema de matorral húmedo montano.

2.1.5 Atributos del Paisaje

La composición del paisaje se caracteriza en base a tres atributos; el primero es el patrón espacial el cual engloba a la composición y estructura, el segundo se refiere a los procesos o funciones y el tercero tiene una estrecha relación con el cambio del paisaje. La composición hace referencia a los diferentes elementos que se encuentran presentes, mientras que la estructura se refiere al arreglo o localización física de cada uno de los elementos que forman parte del paisaje. Los procesos o funciones tienen relación con los diferentes flujos que circulan dentro del paisaje, así como: flujos de organismos, flujo de energía, flujo de materia, entre otros, finalmente, el cambio del paisaje se encuentra relacionado con la composición, configuración y procesos de este debido a que estos logran modificarse en el tiempo y espacio (Echeverría et al., 2014).

2.1.6 Métricas o índices del paisaje

Las métricas del paisaje son implementadas con el objetivo de conocer el cambio que se da en el tiempo y espacio, para ello es indispensable el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica y mapas temáticos que proporcionan la información suficiente para conocer el estado del paisaje y cuantificar los patrones espaciales, existen dos grupos de métricas, el primer grupo es aplicable a nivel de paisaje, implementa a índices de composición los cuales cuantifican la variedad y abundancia de los diferentes tipos de parches y el segundo grupo trabaja con métricas que exploran la estructura del paisaje (Newton, et al., 2009). Según McGarigal, (2002) la estructura del paisaje puede ser analizada en tres niveles: nivel de parche, nivel de clase y nivel de paisaje.

Es importante señalar que se han realizado varios estudios con el objetivo de conocer la estructura y conectividad del paisaje en áreas protegidas, tal es el caso de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, donde en un estudio elaborado en el área protegida, se realizó un análisis para conocer el estado de fragmentación del paisaje, se aplicaron métricas para conocer el tamaño, tipo y aislamiento de los parches; en la investigación se implementaron herramientas como FRAGSTATS para analizar métricas del paisaje como el área por tipo de cobertura, porcentaje de tipo de

cobertura, número de parches del mismo tipo de cobertura, densidad por tipo de cobertura, porcentaje del parche más grande e índice de agregación. Los resultados que reportó el software mostraron pérdidas y recuperación de los diferentes tipos de cobertura para todas las clases de vegetación analizadas, fragmentación del paisaje y un alto nivel de agregación entre la mayor parte de cobertura vegetal (Vega et al., 2018).

En un estudio similar realizado en un corredor biológico del Macizo de Colombiana Cauca, aplicaron métricas del paisaje como: ÁREA (CA), Número de parches (NP) índice de parche mayor (LPI), Índice de forma del paisaje (LSI), Relación área/número de parches (CA/NP), Índice de diversidad de Shannon (SHDI), Índice de diversidad de Simpson (SIDI), Índice de yuxtaposición (IJI), y Conectividad (CON) a nivel de paisaje, con la finalidad de en el cual se registró fragmentación del paisaje debido a la pérdida de cobertura vegetal propia de la zona, demostrando que existe aislamiento entre los parches de varios tipos de cobertura, esto se debe principalmente a las distintas actividades antrópicas que se presentan en la localidad. Sin embargo, el tipo de cobertura de bosques riparios al mantener un alto grado de conectividad, permitirá conectar de forma natural a los distintos tipos de organismos que cohabitan en este ecosistema, no obstante, las fuertes presiones por actividades humanas reducen con gran rapidez la conectividad de estos ecosistemas generando pérdida de biodiversidad.

2.1.7 Conservación del paisaje

Existen diversas estrategias para la conservación del paisaje, una de ellas ha sido la creación de áreas protegidas, sin embargo, aún existen problemas de la transformación y fragmentación de este, pues la humanidad ha incrementado sus actividades productivas y de urbanización lo que hace difícil conservar estos sitios. Varios estudios realizados, señalan que un paisaje alterado a una pequeña escala conserva alrededor el 60% de su cobertura vegetal natural, esto es posible gracias a la conectividad existente en la zona y, sobre todo, a la resiliencia que el paisaje tiene ante las alteraciones que se generan en el (Pérez et al., 2015).

Como alternativa a la conservación de paisajes, se han elaborado estrategias de protección y manejo de estos sitios dentro de áreas protegidas, en Ecuador se han

realizado propuestas y estrategias de conectividad como biocorredores con la finalidad de conservar la biodiversidad, el ordenamiento territorial y el sistema estructural, funcional y de conexión en el paisaje (MAE, 2013a).

2.1.8 Conectividad del paisaje

Rico, (2017) define el término conectividad del paisaje como el grado en que los elementos del paisaje se desplazan o no entre los parches de vegetación o hábitats en el paisaje. Mediante propuestas, estudios y estrategias de conectividad se han conectado zonas de interés para la conservación de sistemas naturales, tal es el caso de Sierra Maestra en Cuba; el cual permitirá restaurar el paisaje a través de 186 rutas de conectividad que permiten conectar 19 áreas protegidas seleccionadas, y a su vez admiten establecer corredores biológicos de interés comunitario y gubernamental (Puebla et al., 2020).

Asimismo, en Ecuador existen estrategias de conectividad del paisaje, es así como el Ministerio del Ambiente del Ecuador, desarrolló estrategias de implementación de conectividad para las Zonas Sangay-Podocarpus y Cotacachi Cayapas-Cofán Bermejo y apoyo a la creación de corredores en bosque seco entre el Parque Nacional Machalilla y el Área Ecológica de Conservación Municipal los Guayacanes, esto con el objetivo de garantizar la conservación de la biodiversidad con fines de conectividad en el paisaje (MAE,2018).

2.1.9 Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con Dudley (2008) un área protegida actúa como indicador el cual permite conocer las interacciones entre un sistema natural y el ser humano. Barragan (2001) menciona dentro de su estudio de áreas protegidas, que estas cumplen funciones importantes y las ha clasificado en cuatro principales: Funciones reguladoras, Funciones portadoras, Funciones productivas y Funciones informativas las cuales permiten realizar análisis de valoración y comparación de la situación de un área de protección. Por tal motivo, la UICN ha establecido varias categorías las cuales tienen por objetivo proteger y manejar adecuadamente estos espacios, estos son: Reserva natural estricta, Área silvestre, Parque Nacional,

Monumento o característica natural, Área de gestión de hábitats, Paisajes terrestres o marinos y Áreas protegidos con uso sostenible de recursos naturales (Borrini et al., 2014).

Según el Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe (Puebla et al., 2020) han alcanzado la protección del 24% del territorio terrestre y 19% del territorio costero y marino, siendo así la región con mayor protección en cobertura terrestre superando la Meta 11 de Aichi a nivel mundial. En promedio la tercera parte de estos sistemas nacionales de áreas protegidas en Latinoamérica y el Caribe no presentan un buen estado de conectividad, por lo que pierden condiciones propicias para la conservación de biodiversidad localizada fuera de estos espacios en manejo (Álvarez, 2021).

De acuerdo con MAE (2016), Ecuador posee la mayor tasa de biodiversidad por kilómetro cuadrado debido a factores geográficos y climáticos, para su conservación se han creado varias áreas protegidas. Según el MAATE (2021), en el país existen alrededor de 63 áreas de protección natural que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que conservan gran diversidad de ecosistemas, flora, fauna y contienen diversas nacionalidades indígenas. Un ejemplo evidente que son consideradas como zonas de alta biodiversidad, son las Islas Galápagos que protegen el 81% de su extensión territorial.

En Ecuador se han planteado estrategias de conectividad de áreas protegidas a través de instituciones públicas y privadas. Estas estrategias tienen la finalidad de conservar y restaurar la cobertura vegetal de ecosistemas que forman parte de un área protegida y de ecosistemas importantes que no se encuentran en un área de conservación, esto a través de la implementación de biocorredores los cuales tienen el objetivo de conservar especies representativas, identificar procesos ecológicos, servicios ambientales y disminuir la fragmentación de los distintos tipos de cobertura nativa (MAE, 2018).

2.2. Marco legal

Las directrices de esta investigación están enmarcadas en diferentes mandatos a nivel nacional e internacional.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Del título II, Capítulo II “Derechos del Buen Vivir”, sección segunda “Ambiente Sano”, art. 14, hace mención del derecho de vivir en un ambiente sano y ecológico, garantizando el Sumak Kawsay; declarando de interés público la preservación del ambiente y conservación de los ecosistemas.

Del título II “Derechos”, Capítulo VII “Derechos de la naturaleza”, los artículos. 71, 72 y 73, plantean que la naturaleza es un sujeto de derecho y como tal debe ser respetada, para así mantener los diferentes procesos evolutivos y de desarrollo que se efectúan en ella. Se destaca también la obligación de restaurarla en caso de haber sufrido daños o algún impacto ambiental; el Estado y personas naturales o jurídicas, serán entes reguladores para lograr este propósito, así mismo el Estado aplicará las medidas necesarias para precautelar y restringir actividades que puedan perjudicar a la destrucción de ecosistemas o alteraciones de ciclos naturales.

El título VI “Régimen de desarrollo”, capítulo I “Principios generales”, art. 276, numeral 4, menciona que la recuperación, conservación y mantenimiento de la naturaleza y un ambiente sano debe garantizar la excelente calidad de agua, aire, suelo y los beneficios que estos aporten a la colectividad.

El título VII “Régimen del Buen Vivir”, Capítulo II “Biodiversidad y Recursos Naturales”, sección primera “Naturaleza y ambiente”, art. 395, hace mención al mantenimiento del modelo de desarrollo sustentable con el ambiente, haciendo constancia al debido cumplimiento de políticas en gestión ambiental por parte del Estado en todos sus niveles, esto considerando el debido respeto por la diversidad cultural, y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas.

El título VII “Régimen del Buen Vivir”, capítulo segundo “Biodiversidad y recursos naturales”, sección tercera “Patrimonio natural y ecosistemas”, art. 405, señala que, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) garantizará la

protección de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema estará integrado por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su liderazgo y supervisión será ejercida por el Estado. El estado destinará los recursos económicos necesarios para lograr la sostenibilidad financiera del sistema y alentará a las comunidades, pueblos y nacionalidad que alguna vez vivieron en el área protegida a participar en su administración y gestión. Asimismo, el art. 406, regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados como el páramo. Así mismo la sección séptima “Biósfera, ecología urbana y energías alternativas”, art. 414, se adoptará medidas adecuadas para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008).

2.2.2 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

El objetivo 15 “Vida en la tierra” menciona que es necesario proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, llevar a cabo una ordenación sostenible de los bosques, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y prevenir la pérdida de diversidad biológica. (Naciones Unidas, 2018).

2.2.3 Convenio sobre la Diversidad Biológica

El art. 8 “Conservación in situ”, literal a y b, enuncian que se establecerá un sistema de áreas protegidas el cual tendrá la finalidad de conservar la diversidad biológica, mientras que los literales c y e, menciona que, se regularan los recursos biológicos importantes para la conservación que se encuentren dentro o fuera de las áreas protegidas y garantizar así la conservación y usos sostenible de estos, así como promover un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible adyacente a áreas protegidas con la opción de aumentar la protección de estas zonas (Naciones Unidas, 1992).

2.2.4. Tratado Internacional Ramsar

El art. 1.1, art. 3.1, art. 3.2, art. 4 y art. 5, mencionan que el Estado Ecuatoriano, tiene el deber general de incluir los aspectos relacionados con la conservación de los humedales en sus planes nacionales de uso del suelo, comprometiéndose a tomar las medidas necesarias en los cambios que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico y contaminación por parte del ser humano (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

2.2.5 Código Orgánico del Ambiente de Ecuador

El título II “Conservación in situ”, Capítulo I “Sistema Nacional de Áreas Protegidas”, art. 127, indica que el Sistema Nacional de Áreas Protegidas se encuentra integrado por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, es decir que, distintas entidades pueden incluir y manejar los temas de las áreas protegidas dentro del país, de igual manera dentro de este capítulo se menciona a las “Áreas especiales para la conservación de la biodiversidad”, art. 162, que hace referencia a los objetivos que se debe cumplir como Áreas especiales para la conservación de biodiversidad desarrollados en los literales a, b, c, d, e (Código Orgánico del Ambiente, 2019).

2.2.6 Plan Creando Oportunidades

Del eje de Transición Ecológica, Objetivo 11. “Conservar, restaurar y hacer un uso sostenible de los recursos naturales”, las políticas 11.1, 11.2 y 11.3, hacen mención a la protección, conservación, recuperación y restauración de espacios que mantengan el patrimonio natural, genético y recursos naturales renovables, así también, impulsan la reducción de la deforestación y degradación de ecosistemas a partir del uso y aprovechamiento del patrimonio natural. Es así como la implementación de estrategias que permitan mantener la conectividad de áreas naturales protegidas, cumplen con las políticas de conservación para el eje de Transición Ecológica (SENPLANDES, 2021).

2.2.7 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente

El libro I “De la autoridad ambiental”, título I “De la misión, visión y objetivos del Ministerio del Ambiente”, art. 4, manifiesta que en las normas que se refieran al Instituto de Investigaciones Forestales, Áreas Naturales y de Vida Silvestre del Ecuador, deben entenderse como referido al Ministerio del Ambiente, que ejerce las funciones y atribuciones de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Natrales y Vida Silvestre, asigna al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Además del Parque Nacional Galápagos, el cual se rige por regulaciones especiales, el Ministerio del Ambiente establecerá los mecanismos necesarios para el manejo de áreas protegidas, pudiendo obtener el apoyo del sector privado a través de cualquiera de los siguientes mecanismos por el sistema legal ecuatoriano (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, 2017).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra formando parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, se localiza en la Zona 1 de Ecuador, constituida por las áreas protegidas: Parque Nacional Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y Reserva Ecológica Cofán Bermejo, distribuidas en las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Sucumbíos (Figura 1).

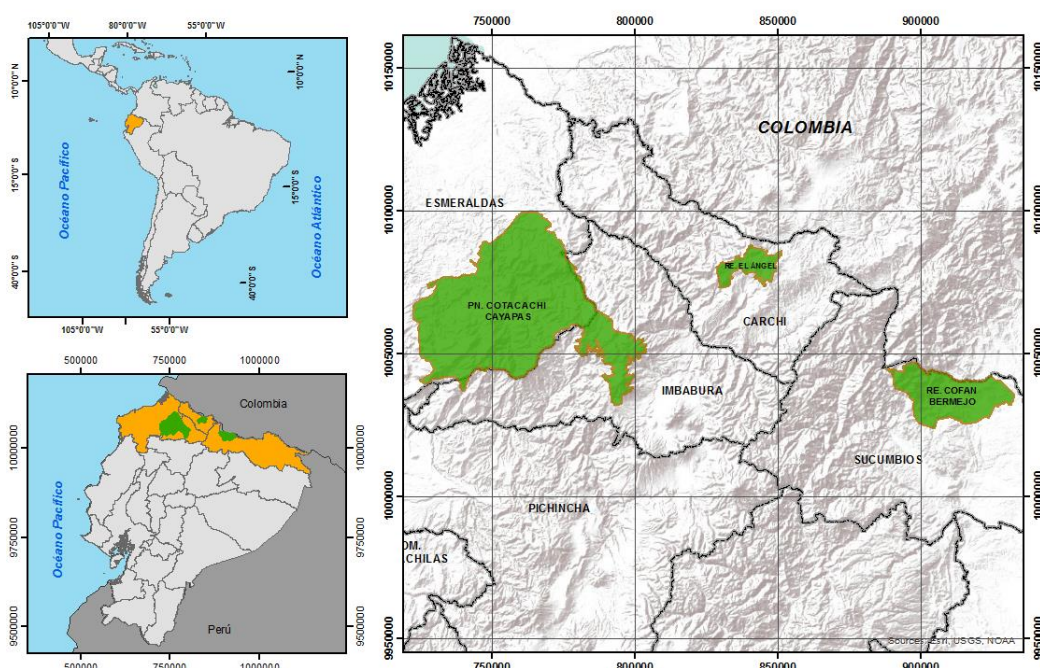


Figura 1. Ubicación del área de estudio

3.1.1 *Parque Nacional Cotacachi Cayapas*

El Parque Nacional fue creado el 29 de agosto de 1968 y designado dentro de la categoría de Reserva Ecológica. Para el año 2019 bajo el memorando Nro. MAE-MCGJ-2019-0910-M, se realiza el cambio de categoría de Reserva Ecológica a Parque Nacional en la fecha de 07 de mayo del mismo año (Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, 2020). Se encuentra localizado en las provincias de Imbabura

(cantones Cotacachi y Urcuqui) y Esmeraldas (cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo), cuenta con una extensión de 243 638 hectáreas (MAE, 2007).

El Parque Nacional está ubicado en la región andina y parte de la región costera del país, presenta una altura máxima de 4939 msnm y una mínima de 38 msnm que lo hacen apto para poseer varios tipos de climas, entre ellos se encuentran los siguientes: Clima húmedo sin déficit de agua, Clima subhúmedo con moderado déficit de agua en época seca, Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua y el Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua. Así también cuenta con una gran variedad hidrográfica, tal es el caso de las cuencas Mira, Cayapas y Esmeraldas, además este cuenta con 7 subcuencas y 37 microcuencas dentro de su extensión, así mismos esta diversidad hidrográfica cuenta con un rango altitudinal que va desde los 0 – 4895 m.s.n.m (MAAE, 2020). Debido a la gran variedad de pisos altitudinales, variedad hidrográfica y estar situado en parte de la Biorregión o Provincia Biótica del Chocó, ha dado origen a una infinidad de diversidad en flora y fauna (MAE, 2007b). Según la base de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013b), el Parque Nacional Cotacachi Cayapas posee ocho ecosistemas que ocupan alrededor del 94% del total de la superficie del área protegida, entre ellos los siguientes: Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó ecuatorial, Bosque siempreverde montano alto de la cordillera occidental de Los Andes, Bosque siempreverde montano bajo de cordillera occidental de Los Andes, Bosque siempreverde montano de cordillera occidental de Los Andes, Bosque siempre verde piemontano de cordillera occidental de Los Andes, Herbazal del páramo, Herbazal inundable del páramo y Arbustal siempreverde y herbazal del páramo.

Según el MAE (2007), estos diferentes tipos de ecosistemas han originado un sin número de especies, en cuanto a la Flora del Parque Nacional Cotacachi Cayapas, el ministerio señala que existen 169 familias de 264 que se han registrado para el Ecuador, entre ellas: Orchidaceae, Melastomataceae, Araceae, Poaceae y Asteraceae, son las familias de las especies que se han identificado dentro de los límites del área protegida, también se han hecho registros de 709 géneros en la zona de amortiguamiento de del Parque Nacional. Entre las principales especies de

importancia forestal en el Parque se encuentran: *Brosimum utile*, *Virola duckei*, *Hyeronima alchornoides* y *Humirium procerum*. Consecuentemente al poseer gran variedad de ecosistemas y vegetación, se ha registrado un alto índice de diversidad faunística registrando alrededor de 1 258 especies de vertebrados de las cuales 178 son especies endémicas.

Al ser un área protegida y presentar uno de los volcanes de gran importancia geológica por su potencial activo (Jácome, et al., 2020), el Parque Nacional Cotacachi Cayapas conserva la mayor parte de la cobertura vegetal, sin embargo, existen ciertas zonas en las que el paisaje se ha modificado debido a diferentes actividades como la tala de bosque, expansión de la frontera agrícola, incendios de la vegetación, entre otros (MAAE, 2020).

3.1.2 Reserva Ecológica El Ángel

La Reserva Ecológica El Ángel, fue creada el 8 de septiembre de 1992 y designada dentro de la categoría de Reserva Ecológica. Para el año 2012 se la reconoce como un sitio Ramsar. La Reserva Ecológica se encuentra situada en la provincia del Carchi, cantón Espejo (parroquias La Libertad y El Ángel), cantón Tulcán (parroquias Maldonado y Tufiño) y el cantón Mira (parroquia La Concepción) (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2015a).

De acuerdo con la clasificación climática de Pourrut (1995) del Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo IRD, la Reserva cuenta con un clima Ecuatorial de Alta montaña, con temperaturas que varían de 5° a 6° C y una precipitación de 2 000 a 3 000 mm/anales. Estas condiciones climáticas a través del tiempo han ocasionado la formación de una gran variedad de cuerpos hídricos que en la actualidad son indispensables para el desarrollo de este sitio y el de asentamientos humanos aledaños a la zona. Sus condiciones geográficas la hacen apta para contener distintos tipos de ecosistemas, entre ellos se encuentran: Rosetal caulescente, Herbazal montano alto, Herbazal montano alto, Herbazal montano alto superior de páramo, Herbazal lacustre montano alto, Bosque siempre verde montano alto y Bosque montano alto superior de páramo (MAE, 2015a). Debido a estos antecedentes, la Reserva Ecológica El Ángel cuenta con una lista extensa de

flora y fauna característica del sitio, entre ellas *Speletia pyconphylla* y *Calamagrostis spp*, las cuales son las especies con mayor representatividad en flora, con respecto a la fauna del área protegida se han registrado 17 familias, 25 géneros y 49 especies.

3.1.3 Reserva Ecológica Cofán Bermejo

La Reserva Ecológica Cofán Bermejo fue declarada área protegida el 30 de enero del 2002 en la categoría de Reserva Ecológica (ECOLAP y MAE, 2007). Se encuentra localizada en la provincia de Sucumbíos en los cantones Cascales, Gonzalo Pizarro y Sucumbíos, su extensión es de 55 451 hectáreas (53 451 ha Patrimonio Forestal y 2 000 ha del Bosque Protector El Bermejo) y presenta un rango altitudinal de 400 – 2 275 msnm (ECOLAP y MAE, 2007).

Las formaciones vegetales que presenta esta reserva son muy variadas debido a los diversos tipos de pisos altitudinales y a su geografía. Las formaciones vegetales que se identifican en el sector son: Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque siempreverde de tierras bajas inundables, Bosque siempreverde piemontano, Bosque siempreverde montano bajo y el Bosque de neblina montano. Al contar con una gran variedad de formaciones vegetales, la Reserva Ecológica Cofán Bermejo cuenta con una gran variedad de fauna, sin embargo, al no existir estudios frecuentes en el sitio, se han logrado identificar 42 especies de mamíferos y 399 especies de aves; al no efectuarse estos estudios, no se han logrado identificar en el área especies de anfibios y mamíferos (ECOLAP y MAE, 2007).

3.2 Métodos

Para cumplir con cada uno de los objetivos planteados en la investigación, se aplicaron diferentes métodos que sustentan la revisión bibliográfica. La metodología consistió en la implementación de información cartográfica de distintas fuentes y un análisis con índices a nivel del paisaje en las áreas Naturales Protegidas.

3.2.1. Evaluación de la dinámica del paisaje en las áreas protegidas

La obtención de coberturas de uso del suelo del SUIA-MAAE fueron derivadas de imágenes Landsat de los años 2000, 2008 y 2018 del USGSS. Las coberturas de uso del suelo de los años 2000, 2008 y 2018 fueron obtenidas del Geoportal del MAAE: <http://qasuia.ambiente.gob.ec/>. El MAAE mediante el visor del mapa interactivo ambiental dispone información libre al usuario sobre el registro histórico de uso de suelo y cobertura vegetal de los años 2000, 2008 y 2018.

Para la elaboración de información sobre uso del suelo, el Ministerio de Ambiente del Ecuador y Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca, (2015) en su protocolo metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:1 000 000, implementó el Sistema de clasificación generada dentro del convenio MAE-MAGAP-IEE para los niveles I y II, y para los niveles III y IV, la leyenda fue generada por el MAGAP-IEE (Tabla 1.)

Tabla 1. Leyenda temática Nivel I y II

| Nivel I | Nivel II |
|---------------------------------|----------------------------|
| Bosque | Bosque Nativo |
| | Plantación Forestal |
| Tierra Agropecuaria | Cultivo Anual |
| | Cultivo Semipermanente |
| | Cultivo Permanente |
| | Pastizal |
| | Mosaico Agropecuario |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Vegetación Arbustiva |
| | Vegetación Herbácea |
| | Páramo |
| Cuerpo de agua | Natural |
| | Artificial |
| Zonas antrópicas | Área poblada |
| | Infraestructura |
| Otras tierras | Glaciar |
| | Área sin cobertura vegetal |
| Sin información | Sin información |

Fuente: (MAE-MAGAP, 2015)

Según el interés institucional de coberturas, las leyendas I y II, corresponden a coberturas de interés para el MAE, mientras que los niveles III y IV, son tierras de interés para el MAGAP y (Tabla 2).

Tabla 2. Leyenda temática Nivel III y IV

| Nivel I | Nivel II | Nivel III | Nivel IV | |
|-------------------------|--|---|--|---------------------------|
| Tierra Agropecuaria | Cultivo anual | Cereales | Arroz | |
| | | | Maíz duro | |
| | | | Maíz suave | |
| | | Leguminosas | | |
| | | Raíces y tubérculos | Papa | |
| | | Hortalizas | | |
| | | Industriales (zonas consolidadas de tabaco) | | |
| | | Medicinales (zonas consolidadas de chía) | | |
| | | Cultivo semipermanente | Frutales | Banano |
| | | | Industriales (zonas consolidadas de caña de azúcar industrial o artesanal) | Caña de azúcar industrial |
| | Fibra (zonas consolidadas de abacá) | | | |
| Cultivo permanente | Frutales | Cacao | | |
| | Oleaginosas | Café | | |
| | Fibra (zonas consolidadas de pimienta) | Palma africana | | |
| Otras tierras agrícolas | Tierras en transición | | | |
| Pastizal | | | | |
| Mosaico agropecuario | Misceláneo de cereales | | | |
| | Misceláneo de ciclo corto | | | |
| | Misceláneo de hortalizas | | | |
| | Misceláneo de flores | | | |
| | Misceláneo de frutales | | | |
| | Misceláneo de planas aromáticas | | | |
| | Misceláneo indiferenciado | | | |

Fuente: (MAE-MAGAP, 2015).

De acuerdo con el protocolo, las imágenes implementadas para la generación del mapa de uso y cobertura del suelo son: Imágenes Satelitales LandSat 8 y RapidEye, estas fueron tratadas con el software ENVI y trabajadas en el software ArcGIS, y presentan las siguientes características (Tabla 3).

Tabla 3. Características de imágenes LandSat 8 y RapidEye

| | LandSat 8 | RapidEye |
|-------------------------|--|-------------------|
| Nivel de tratamiento | 1T | 3A |
| Bandas espectrales | 11 | 5 |
| Sensor | Multiespectral | Multiespectral |
| | 15 metros (Panchromatic) | |
| Resolución espacial | 30 metros (VIS, SWIR) 100 metros (TIRS) | 5 metros |
| Resolución radiométrica | 16 bits | 16 bits |
| Resolución Temporal- | 16 días | 1 día |
| Formato de entrega | GeoTIFF | GeoTIFF |
| Sistema de coordenadas | UTM/WGS-84/Zona17 | UTM/WGS-84/Zona17 |
| Metadatos | Formato TXT | Formato XML |
| Tipo de licencia | Gratis | FedCiv |
| Tamaño de escena | 180km*180km (path/row) | 25km*25km |

Fuente: (MAE-MAGAP, 2015b).

El protocolo en mención cuenta con el procedimiento metodológico para la obtención de la base de datos para el uso y cobertura del suelo, de tal forma que, describe la metodología para cada uno de los procedimientos ejecutados. La información obtenida a partir de este protocolo fue generada a nivel nacional y contiene información relevante para la elaboración de mapas de distinto tipo de trabajo de investigación (Figura 2).

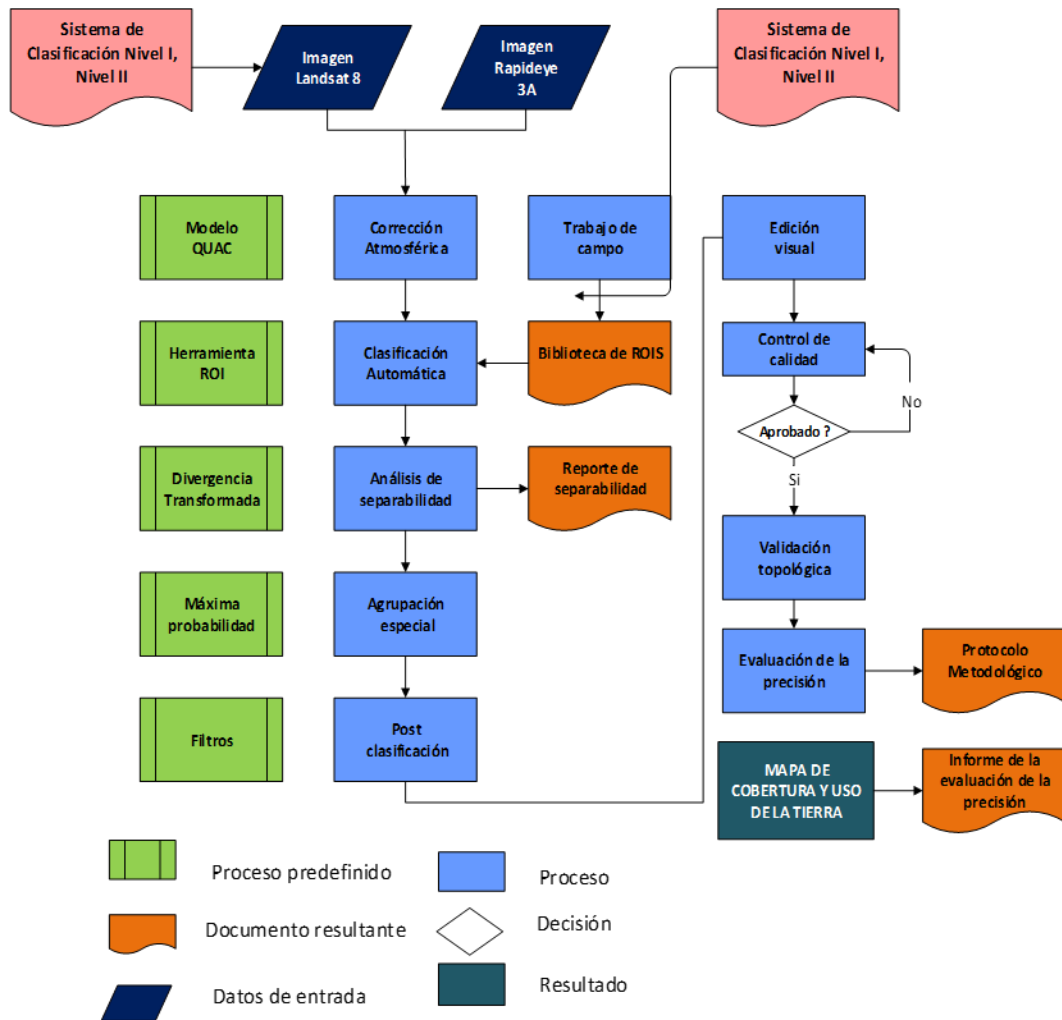


Figura 2. Diagrama de procesos cartográficos para la generación del mapa de cobertura y uso de tierra

Fuente: (MAE-MAGAP, 2015).

Para el procesamiento de las coberturas de uso del suelo de los años 2000, 2008 y 2018, se utilizó el visor del mapa interactivo ambiental donde se obtuvieron las coberturas de uso del suelo en formato *shapefile* de ArcGIS. En el software ArcMap se realizó el geoprocésamiento de las coberturas descargadas con los límites de las áreas protegidas, además se consiguió la homogeneidad de los atributos de las diferentes categorías de uso del suelo. La conversión de coberturas de uso de suelo a formato raster de las áreas protegidas de los años 2000, 2008 y 2018 presentaron extensión IMG con resolución espacial de 30 metros, el formato IMG de los rasters es la extensión genérica de lectura de información de uso de suelo en el Software Fragstat.

Las áreas protegidas en estudio mantienen ecosistemas con características distintivas, por tal razón se elaboró la cobertura de uso del suelo con base en los atributos de las clases de uso del suelo identificadas. En la Figura 3, se visualiza el proceso de generación de tipos de cobertura vegetal para el área de estudio.

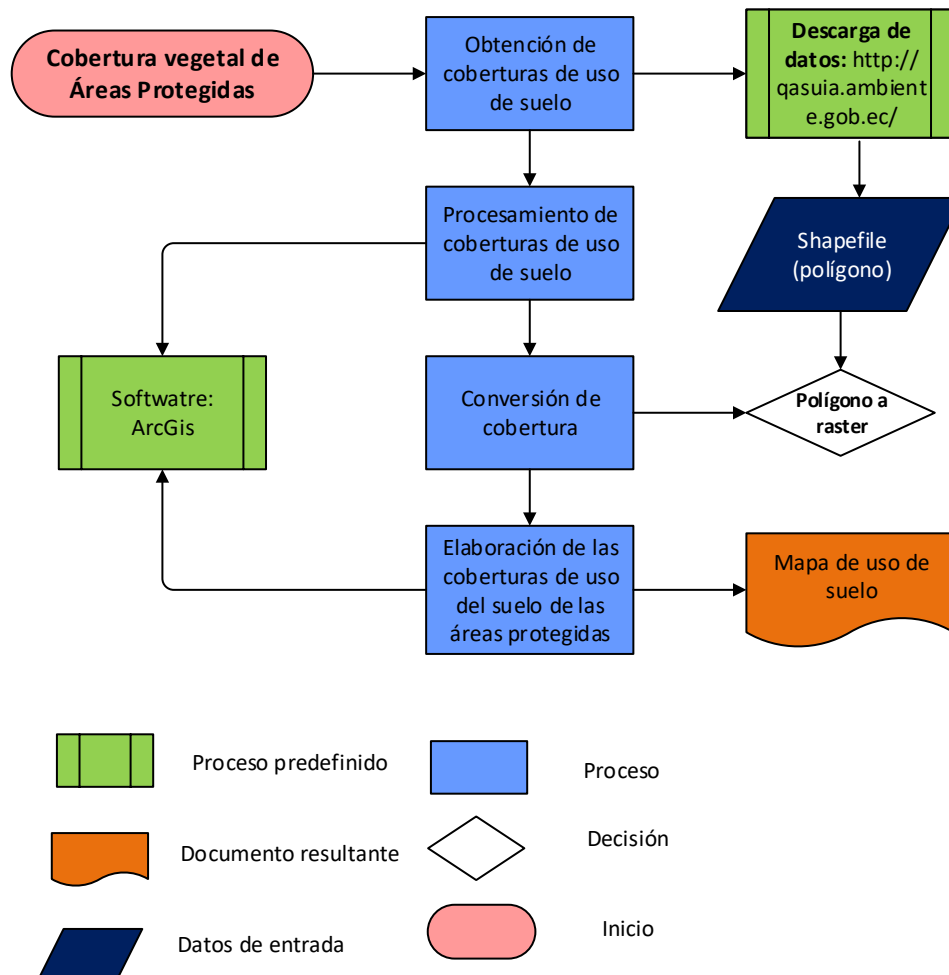


Figura 3. Proceso de generación de tipos de cobertura vegetal para el área de estudio

Dentro de la evaluación de métricas del paisaje a nivel de clase se implementó el software Fragstat con la finalidad de analizar los cambios paisajísticos en los patrones espaciales y se consideró diversos índices tales como: área total, índice del parche más grande, borde total, densidad de borde, número de parches, densidad de parches y la distancia euclidiana más cercana al vecino. Estos proporcionaron

información necesaria para conocer el estado actual del sitio y su pérdida de cobertura por fragmentación. Cabe señalar que el análisis se realizó implementando los diferentes mapas temáticos de uso de suelo para cada año (Tabla 7).

Tabla 4. Métricas del paisaje

| Métricas | Siglas | Descripción | Unidad | Rango |
|--|--------|--|-----------------|---|
| Área total | CA | Es igual a la sumatoria de todos los parches del mismo tipo dividida para 10 000 (para convertir a hectáreas). | Hectáreas | CA>0, sin límite |
| Índice del parche más grande | LPI | Es igual al área del parche más grande del paisaje dividido por el área total del paisaje, multiplicado por 100. En otras palabras, LPI es igual al porcentaje del paisaje que abarca el parche más grande | Porcentaje | 0<LPI≤ 100 |
| Borde total | TE | TE es igual a la suma total de las longitudes de todo segmento de borde en el paisaje | Metros | TE ≥ 0, sin límite. |
| Densidad de borde | ED | ED es la sumatoria total de las longitudes de todos los segmentos de borde de los fragmentos de parche de interés, dividido por el área total del paisaje y multiplicado por 10 000 (para convertir a hectáreas) | Metros*Hectárea | ED ≥ 0, sin límite |
| Número de parches | NP | NP es igual al número de parches del mismo tipo. | Ninguno | NP≥ 1, sin límite |
| Densidad de parches | PD | Es el número de parches del tipo de parche correspondiente dividido para el área total del paisaje, multiplicado por 10 000 y 100 (para convertir a hectáreas). | Número hectárea | por PD> 0, restringido por el tamaño de celda |
| Distancia euclidiana más cercana al vecino | ENN | ENN es igual a la distancia del parche vecino más cercano del mismo tipo basada en la distancia entre los centros celulares más cercanos de los parches. | Metros | ENN> 0, sin límite. |

Fuente: Adaptado de McGarrial et al., (2002)

Para realizar la evaluación de la dinámica del paisaje, se ejecutaron los siguientes procedimientos con los cuales se analizó el estado de fragmentación del paisaje en el área de estudio (Figura 4).

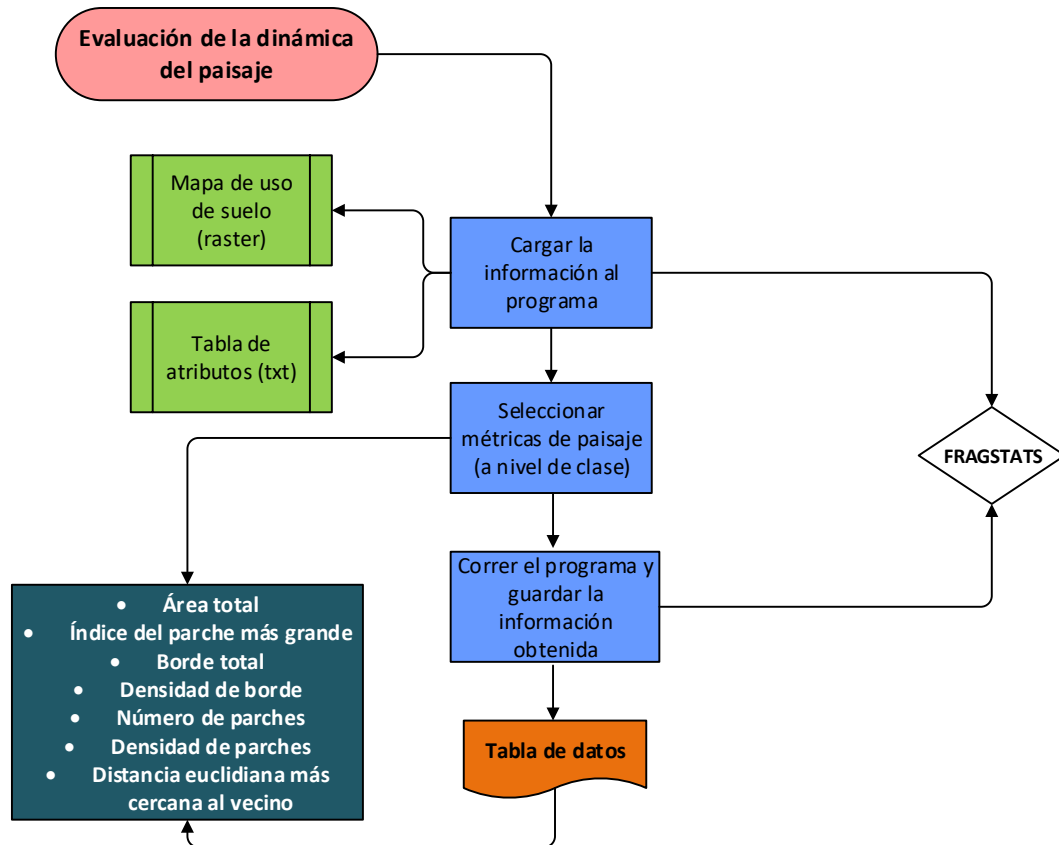


Figura 4. Proceso de obtención de métricas del paisaje

3.2.2. Análisis de la influencia de la dinámica del paisaje en el área de estudio.

Para el análisis de la influencia de la dinámica del paisaje, se generó una matriz de transición obtenida a través del software IDRISI y modificada en el software Excel, herramientas de Microsoft office. Esto se realizó para cada mapa de área protegida donde se interpretó las disminuciones, aumentos y estabilidades de los distintos tipos de cobertura entre los años 2000, 2008 y 2018; conociendo así los cambios de uso de suelo que evidencia la modificación del paisaje en estas zonas (Figura 5).

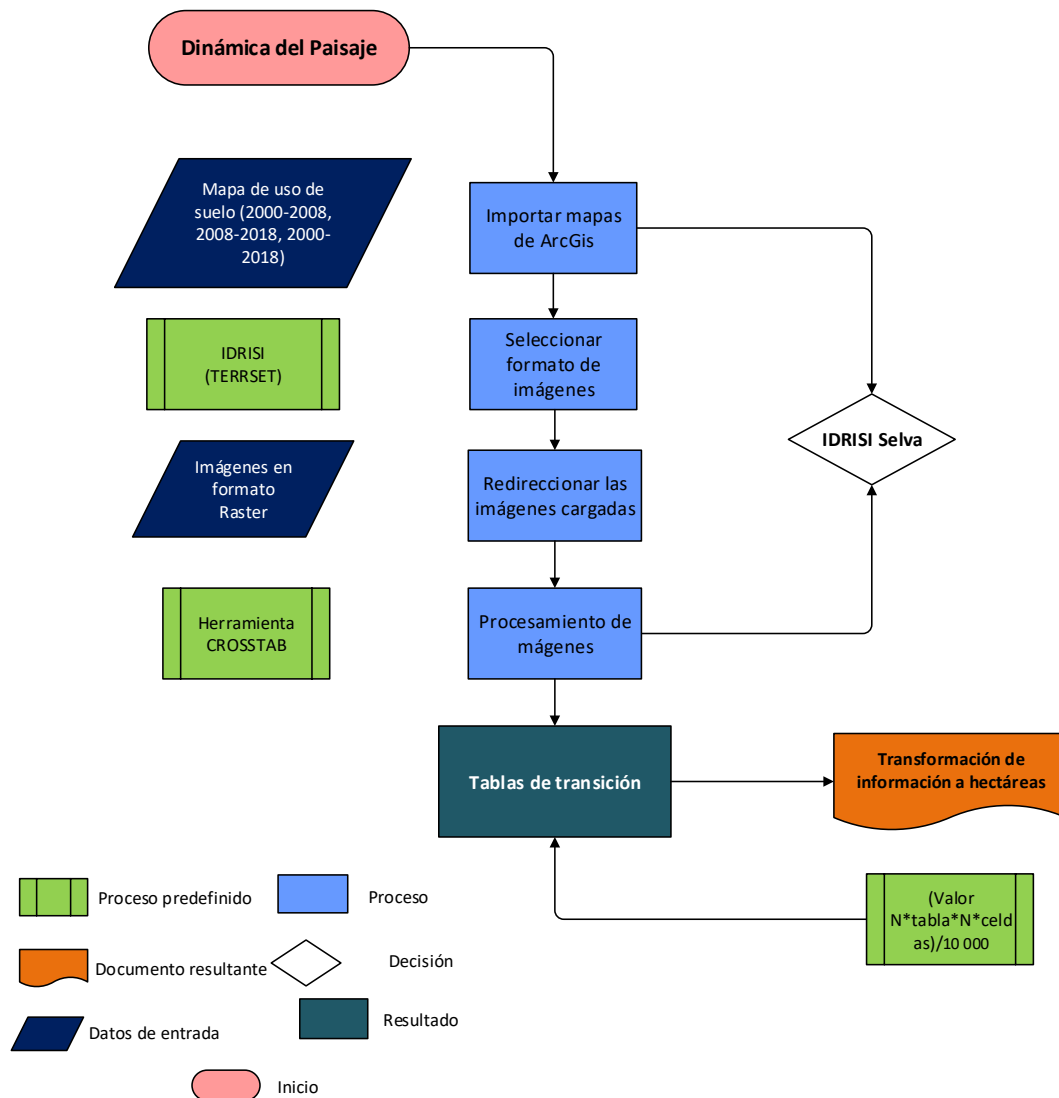


Figura 5. Proceso de obtención de tabla de transición

La matriz de transición se elaboró aplicando los módulos del software IDRISI Selva, mediante el análisis de imágenes satelitales se determinó la transición de un estado a partir de la comparación de datos en formato raster de períodos de estudio diferentes (Eastman, 2012).

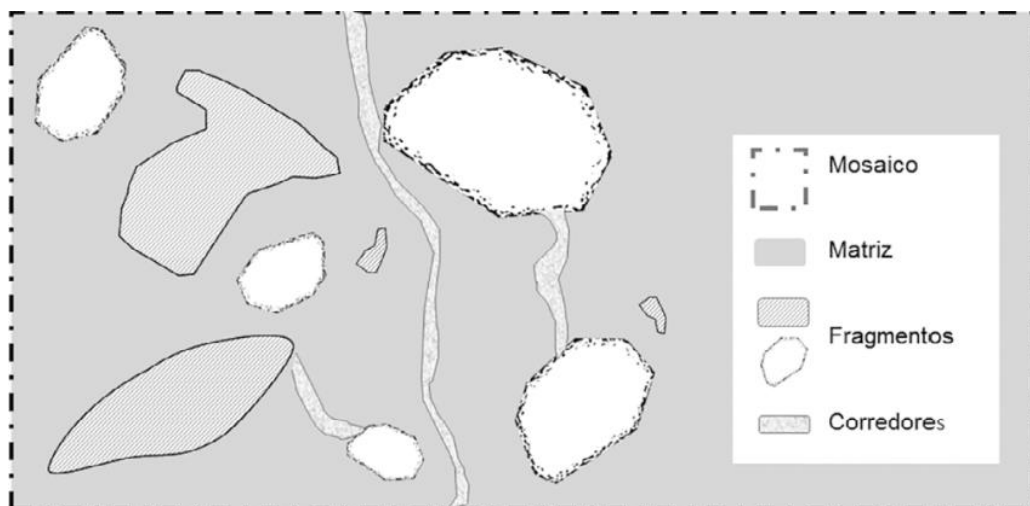
De acuerdo con varios estudios realizados para conocer el cambio de uso de suelo y dinámica del paisaje, se ha implementado la metodología de tablas de transición propuesta por Markov para determinar la variación y cambio de cobertura entre diferentes períodos de tiempo. A pesar de hacer uso de diferentes softwares, los valores que se obtienen como resultado cumplen el mismo propósito de dar a

conocer las predicciones de cambio que se han dado en un período de estudio determinado (López et al., 2002).

3.2.3. Propuesta bioregional de conectividad de las áreas protegidas y conservación del paisaje en el área de estudio.

La elaboración de una propuesta bioregional de conectividad de las distintas áreas protegidas y conservación del paisaje que se ha implementado, se basaron en el modelo Parche-Corredor-Matriz propuesto por Forman y Godron (1986). Para el análisis de conectividad se implementó el software Conefor v2.6, que, combinado con ArcGIS permitió generar corredores de conectividad entre el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y Reserva Ecológica Cofán Bermejo. Para ello, se generó una red de áreas protegidas para la Zona 1 de Ecuador, esto con la finalidad de conectar a cada una de las áreas protegidas que se encuentran en la zona de estudio y crear una red bioregional de áreas protegidas a través de corredores ecológicos que permitirán el intercambio de flujos naturales entre áreas y le mejoramiento de la conectividad ecológica del paisaje ya existente (Figura 6).

Figura 6. Modelo Parche-Corredor-Matriz



Para establecer la conectividad del paisaje entre las áreas protegidas, se empleó el software Conefor v2 (Saura y Torné, 2009). El software incluye varios índices de conectividad como: Índice Integral de Conectividad (IIC), el mismo que constituye el más apropiado para la planificación de conectividad y conservación del paisaje

(Pascual-Hortal y Saura, 2006). Además, se implementó el modelamiento de grafos del paisaje, el cual permitió a través de enlaces realizar conexiones entre los parches más cercanos, para ello, fue necesario considerar la distancia entre cada fragmento de parche y las coberturas de uso de suelo del área de estudio. De acuerdo con Pascual-Hortal y Saura, (2008) la estructura de los grafos implementa algoritmos de cálculos que garantizan la eficiencia para representar patrones del paisaje como una red de nodos interconectados.

- **Índice Integral de conectividad (IIC)**

De acuerdo con Pascual-Hortal y Saura (2006), el dIIC, es un índice binario desarrollado para realizar evaluaciones de conectividad a escala del paisaje que tiene un rango definido de 0-1 (propiedad deseable de índices generales del paisaje según Li & Wu 2014), además, este índice considera a un parche como un espacio en el que se ejerce conectividad, por lo que se desarrolla mediante gráficos espaciales a través de Conefor 2.6, su fórmula es la siguiente (Pascual-Hortal y Saura, 2006):

$$dIIC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i \cdot a_j}{1 + nl_{ij}}}{A_L^2} \quad (1)$$

Donde:

n : es el número total de nodos en el paisaje

a_i y a_j : área de cada parche de hábitat

nl_{ij} : es el número de enlaces de la ruta más corta entre parches

A_L : representan el área total del paisaje

El dIIC es ideal para el análisis a los cambios negativos presentes en el mosaico de hábitats de paisaje que con el que se detectan cambios más críticos para la conservación de este y se encuentra formado por tres fracciones que representan fracciones de conectividad en el paisaje (Pascual-Hortal y Saura, 2006).

$$dIIC = dIICintra + dIICflux + dIICconnector \quad (2)$$

Donde:

diICintra: mide la conectividad dentro del parche y es independiente de cómo se conectan los parches entre sí (mide la conectividad intra-parches).

diICflux: es el flujo de dispersión ponderado del parche, ya sea este el punto de origen o final de las conexiones entre n parche y otro dentro del paisaje (mide la conectividad inter-parches en relación con un determinado elemento del paisaje).

diICconnector: es la contribución de un parche o enlace determinado a la conectividad entre otros parches.

3.2.3.1 Conefor, *inputs* de procesamiento

Permite obtener de un archivo vectorial en ArcGIS un archivo de parches y un archivo de conexión, el segundo dado en línea recta de borde a borde, este analiza las características de todas las opciones o solamente las que se encuentren dentro de una distancia establecida. Previo al uso de la extensión, se elaboró un *shapefile* con la cobertura de uso del área de estudio para posterior obtener el mapa en formato vectorial de 2018, exportando la categoría de bosque nativo y páramo que los cuales representan los parches de interés para realizar los corredores de conexión entre áreas protegidas. En la presenta investigación, el área de estudio mantiene una gran extensión por lo que se ha optado por una opción que contiene la extensión en ArcGIS la cual permite reducir los tiempos de procesamiento de mapas grandes. Para finalizar, se implementaron los archivos de texto ASCII y la información de entrada en Conefor para determinar el Índice Integral de Conectividad diIC.

3.2.3.2 Obtención del índice integral de conectividad

Para el procesamiento y obtención del Índice Integral de Conectividad, en el software Conefor, se definió una distancia un umbral de 500 m. De esta forma, el programa analizó la separación entre nodos, para luego compararla con la distancia umbral, determinando así que los nodos que sobrepasen esta distancia y se encuentran desconectados. Finalmente, luego de la comparación realizada, el programa asigna enlaces a los nodos que mantenían distancias iguales e inferiores.

Para el análisis realizado, el programa tomó en cuenta a los nodos más cercanos unidos por enlaces y descartó a todos los nodos que se encuentran completamente

aislados, débilmente conectados o sin conexión alguna reduciendo el cálculo de varias conexiones. Finalmente se selecciona el Índice a calcular con una precisión alta con la que se obtuvieron las fracciones para los parches de bosque nativo y páramo.

3.2.3.3 Modelamiento de corredores ecológicos

Una vez obtenidos los parches prioritarios para la conservación entre el bosque nativo y páramo, se procedió a realizar el modelamiento de los corredores ecológicos que permitieron conectar y conservar el paisaje entre el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, la Reserva Ecológica El Ángel y la Reserva Ecológica Cofán Bermejo. Para realizar los corredores de conectividad se utilizaron extensiones como “*Spatial analyst tool*” y las herramientas “*Cost distance*”, “*Raster calculator*”, “*Raster to polygon*”, “*Raster to polyline*” y “*Reclassify*”.

Los datos de entrada para el diseño de corredores ecológicos consideraron necesario un mapa de fricción el cual debe asociarse a las limitaciones que presenta el desplazamiento en la matriz del paisaje. Se analizaron cinco variables para delimitar la conectividad de los parches de conservación, las variables seleccionadas fueron: Cobertura vegetal, distancia de vías, tamaño de lote, distancia a suelos suburbanos y distancia a cuerpos de agua (Tabla 8).

Tabla 5. Criterios empleados para determinar la dificultad de desplazamiento de especies para la generación del mapa de fricción y corredores de conectividad.

| Variable | Criterio | Rangos de la variable | Valoración |
|------------------------------------|--|--|-------------------|
| Cobertura | Hábitats boscosos y estado sucesionales avanzados presentan menor dificultad para el desplazamiento | Bosque nativo, páramo | 1 |
| | | Pastizal, vegetación arbustiva y herbácea | 2 |
| | | Área sin cobertura vegetal, cuerpos de agua, infraestructura | 3 |
| Distancia a vías | Las vías limitan el desplazamiento de las especies. A mayor distancia a vías, menor dificultad en el desplazamiento | Distancia a vías entre 0 y 110 m | 3 |
| | | Distancia a vías entre 110 y 300m | 2 |
| | | Distancia a vías mayor a 300 m | 1 |
| Tamaño de lote | Mientras mayor sea el tamaño de los lotes, menor es la dificultad de desplazamiento facilitando el desarrollo de estrategias de conservación | Lotes menores de 5 ha | 3 |
| | | Lotes de 5 a 16 ha | 2 |
| | | Lotes mayores a 16 ha | 1 |
| Distancia a suelo suburbano | A mayor distancia de áreas pobladas de desarrollo, menor dificultad en desplazamiento | Distancia a suelo suburbano entre 0 y 100 m | 3 |
| | | Distancia a suelo suburbano entre 100 y 300 m | 2 |
| | | Distancia a suelo suburbano mayor a 300 m | 1 |
| Distancia a cuerpos de agua | Las rondas hídricas son positivas para la movilidad de especies. A menor distancias de rondas, menor fricción | Distancia a rondas entre 0 y 100 m | 1 |
| | | Distancia a rondas entre 100 y 300 m | 2 |
| | | Distancia a rondas mayor a 300 m | 3 |

Luego del proceso de generación de información necesaria, se procedió a ejecutar las herramientas “*Cost distance*” para calcular la distancia de menor coste acumulativo entre celdas, “*Cost back link*” para definir el nearest neighbor (vecino más cercano) con la mejor ruta de coste y “*Cost path*” para calcular la ruta de menor coste de un punto inicial a un punto final mediante del software ArcGIS. Como resultado de este análisis se obtuvo 3 archivos en formato raster con la mejor ruta de costo y se aplicó un “*buffer*” de 100 m para cada cobertura de costo y su posterior conexión.

3.2.3.4 Propuesta bio regional de conectividad y conservación del paisaje

El análisis de conectividad de las áreas protegidas permitió evaluar el paisaje y establecer la importancia respectiva del área de estudio, es así como, a través del software se crearon modelos de conectividad entre las distintas áreas considerando como base las coberturas de bosque nativo y páramo.

Después de realizar un análisis exhaustivo sobre el cambio de cobertura vegetal y uso de suelo ocurrido en las diferentes áreas protegidas en los años 2000, 2008 y 2028, se diseñaron estrategias de conectividad y conservación del paisaje, siguiendo los criterios de García (2021), donde se señalan programas, actividades, plazos, presupuestos y responsables de la ejecución de la propuesta, articulando la parte social y ambiental del área de estudio. Además, las estrategias propuestas están orientadas en la preservación total y parcial de las distintas áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento, las cuales en años posteriores permitirán un correcto funcionamiento y manejo, manteniendo siempre un flujo e intercambio de los procesos ecológicos de cada uno de los factores bióticos y abióticos que se encuentren asociados.

3.3 Materiales y equipos

A continuación, se detallan los materiales de campo y oficina implementados en la investigación (Tabla 9).

Tabla 6. Materiales y equipos

| Equipos | Materiales de campo y oficina | Softwares |
|---------------------|---|--------------|
| GPS | | |
| Cámara fotográfica | Imágenes clasificadas del uso del suelo y cobertura vegetal de los años 2000, 2008 y 2018 | ArcGIS 10.8 |
| Computador portátil | Base de datos bibliográficos | Fragstat 4.2 |
| Disco Duro | Libreta de campo | Idrisi 10.0 |
| Vehículo 4 x 4 | | Conefor V2.6 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Dinámica del paisaje en las áreas protegidas

La cobertura vegetal para los años 2000-2008-2018, mostraron un cambio significativo en las áreas protegidas en estudio, a continuación, se presentan los resultados del análisis del cambio de uso de suelo y patrones espaciales a nivel de clase que requirió el software Fragstats, originado por la fragmentación del paisaje.

4.1.1. Tipos de cobertura vegetal del Parque Nacional Cotacachi Cayapas

El Parque Nacional Cotacachi Cayapas cuenta con 6 clases de cobertura vegetal que se diferencian en el período de estudio 2000, 2008 y 2018 (Tabla 7).

Tabla 7. Tipos de cobertura vegetal, Parque Nacional Cotacachi Cayapas.

| ID | Cobertura |
|----|---------------------------------|
| 1 | Área sin cobertura vegetal |
| 2 | Bosque nativo |
| 3 | Cuerpos de agua |
| 4 | Páramo |
| 5 | Pastizal |
| 6 | Vegetación arbustiva y herbácea |

Los tipos de cobertura vegetal varían en los diferentes períodos de estudio, tal es el caso del Parque Nacional Cotacachi Cayapas (Figura 7)

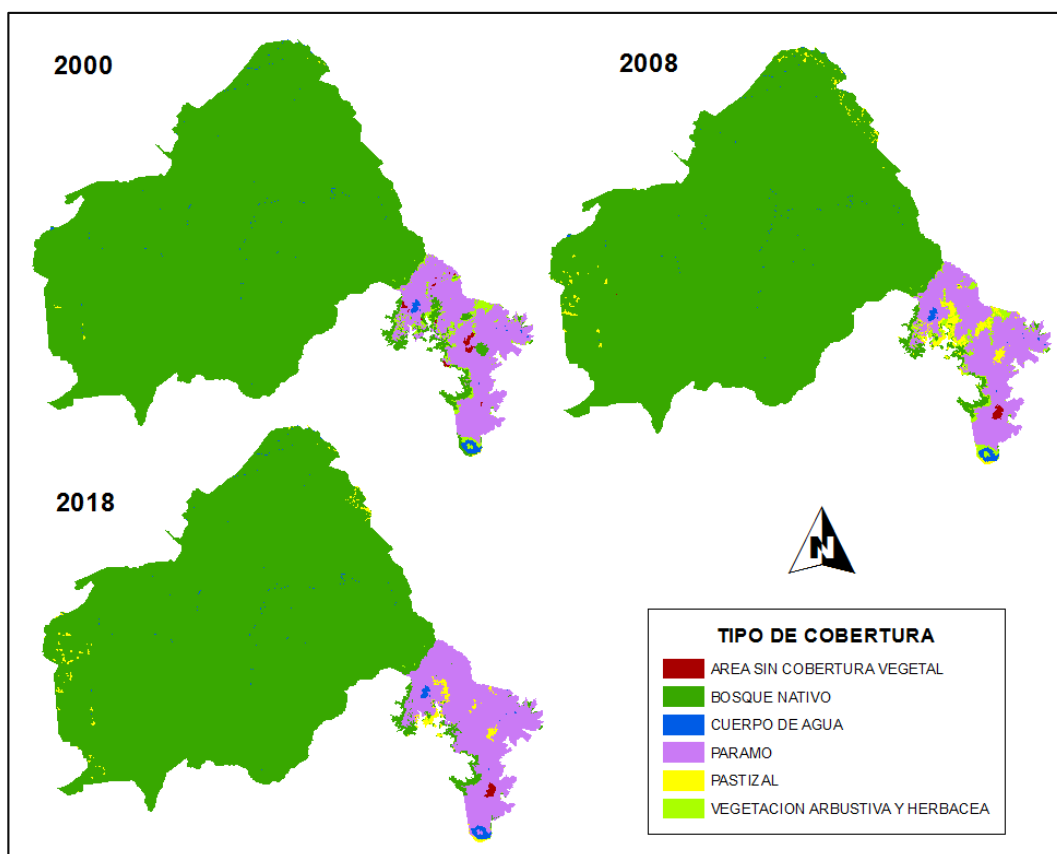


Figura 7. Variación espacial y temporal de las coberturas del Parque Nacional Cotacachi Cayapas.

En el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, durante el período 2000-2008, gran parte de los diferentes tipos de cobertura vegetal que existen en el área, disminuyeron a excepción de los pastizales que incrementaron en extensión. En el período 2008-2018, el bosque nativo y páramo incrementaron en extensión de 88.16% a 88.19% y 8.89% a 10.45% respectivamente, sin embargo, existieron pérdidas en los tipos de cobertura de pastizales, y vegetación arbustiva y herbácea que disminuyeron en 0.84% y 0.04% respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Tipos de coberturas vegetales en los períodos 2000-2008-2018 en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas.

| Tipo de cobertura | Año 2000 | | Año 2008 | | Año 2018 | |
|---------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | (ha) | % | (ha) | % | (ha) | % |
| Área sin cobertura vegetal | 451.98 | 0.17 | 277.02 | 0.11 | 269.73 | 0.1 |
| Bosque nativo | 232514.55 | 89.13 | 229970.34 | 88.16 | 230065.11 | 88.19 |
| Cuerpo de agua | 984.15 | 0.38 | 984.15 | 0.37 | 947.7 | 0.36 |
| Páramo | 23933.07 | 9.17 | 23196.78 | 8.89 | 27257.31 | 10.45 |
| Pastizal | 87.48 | 0.03 | 3623.13 | 1.38 | 2201.58 | 0.84 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | 2886.84 | 1.11 | 2806.65 | 1.07 | 116.64 | 0.04 |
| Área total | 260958.07 | 100 | 260958.07 | 100 | 260958.07 | 100 |

De acuerdo con el Plan de Manejo del Parque Nacional Cotacachi Cayapas de los años 2007 y 2020, estos cambios en el uso de suelo se deben principalmente a factores antrópicos como: quema, sobrepastoreo, avance de la frontera agrícola, deforestación, entre otros, por lo que se evidencian pérdidas en los distintos tipos de cobertura vegetal (MAE, 2007 y MAAE, 2020). Sin embargo, la causa del incremento de ciertas clases de tipos de cobertura, se relacionan con factores tales como: voluntad política para financiar y administrar un área protegida, recursos humanos y financieros que hagan frente a las diversas amenazas e integridad de las áreas protegidas, y especialmente al cambio de actitudes y aceptación de las áreas protegidas por parte de las comunidades locales e indígenas aledañas a estos sitios (Cuenca, *et al.*, 2015).

4.1.2. Tipos de cobertura vegetal de la Reserva Ecológica El Ángel

La Reserva Ecológica El Ángel, cuenta con 5 clases de cobertura vegetal que se diferencian en el período de estudio 2000, 2008 y 2018 (Tabla 9).

Tabla 9. Tipos de cobertura vegetal, Reserva Ecológica El Ángel.

| ID | Cobertura |
|----|---------------------------------|
| 1 | Bosque nativo |
| 2 | Cuerpo de agua |
| 3 | Páramo |
| 4 | Pastizal |
| 5 | Vegetación arbustiva y herbácea |

La cobertura vegetal de la reserva presenta cambios importantes en los distintos años de estudio (Figura 8).

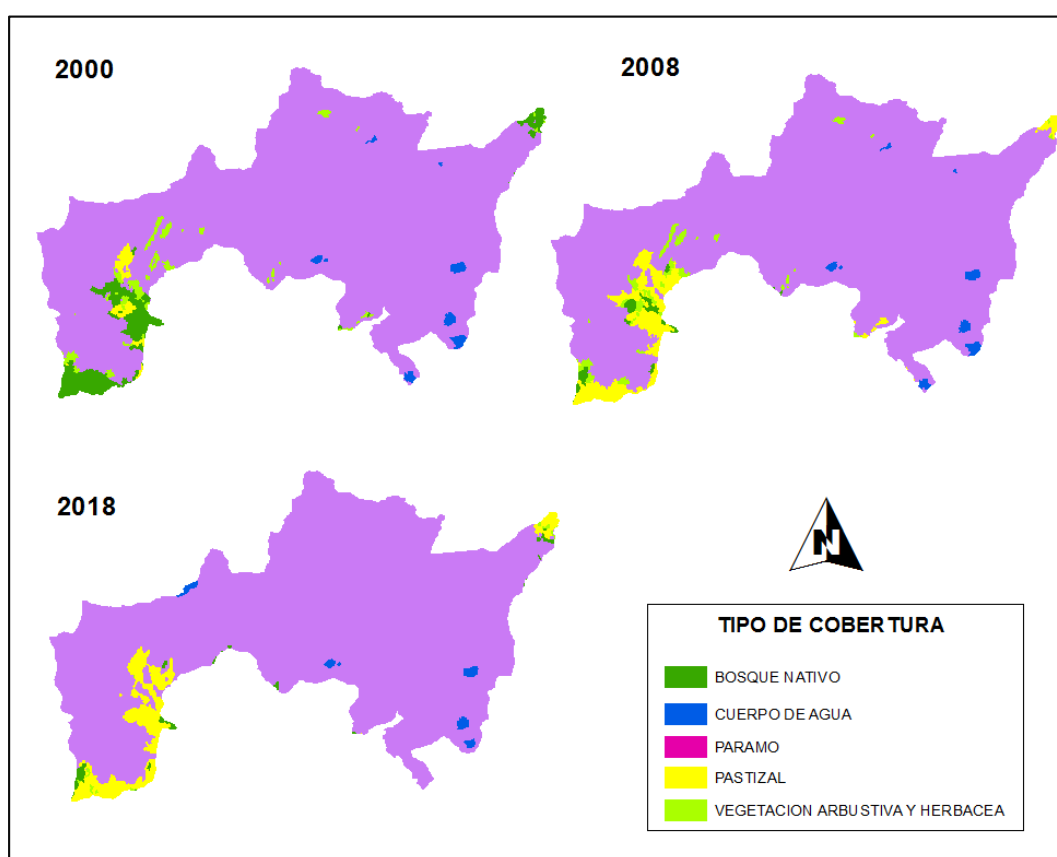


Figura 8. Variación espacial y temporal de las coberturas de la Reserva Ecológica El Ángel

Dentro de los límites de la Reserva Ecológica El Ángel, se evidenciaron cambios drásticos en la cobertura del bosque nativo, ya que disminuyó su extensión de un 4.09% a 0.73%, así mismo, el páramo y la vegetación arbustiva, perdieron en menor cantidad su cobertura, sin embargo, el pastizal incrementó su extensión de 0.88% a

4.55%. Para el periodo 2008-2018, las coberturas de: bosque nativo, cuerpo de agua y vegetación arbustiva continuaron disminuyendo en extensión; sin embargo, el resto de las coberturas presentan un incremento total dentro de la reserva, manteniendo la estructura del área protegida antes mencionada (Tabla 10).

Tabla 10. Tipos de coberturas vegetales en el período 2000-2008-2018 en la Reserva Ecológica El Ángel.

| Tipo de cobertura | Año 2000 | | Año 2008 | | Año 2018 | |
|---------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | (ha) | % | (ha) | % | (ha) | % |
| Bosque nativo | 653.04 | 4.09 | 117.36 | 0.73 | 88.2 | 0.55 |
| Cuerpo de agua | 126.72 | 0.79 | 126.72 | 0.79 | 107.64 | 0.67 |
| Páramo | 14797.08 | 92.63 | 14762.16 | 92.41 | 14994.36 | 93.86 |
| Pastizal | 140.4 | 0.88 | 727.92 | 4.55 | 757.8 | 4.74 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | 257.4 | 1.61 | 240.48 | 1.51 | 26.64 | 0.17 |
| Área total | 15974.64 | 100 | 15974.64 | 100 | 15974.64 | 100 |

Cuasquer y Sangurima (2019) mencionan que los cambios para la pérdida de cobertura vegetal en la Reserva Ecológica El Ángel, se deben a actividades antrópicas como incendios, tala, pastoreo entre otros; sin embargo, existen también procesos naturales que disminuyen coberturas, tal es el caso del páramo, el cual se debe a efectos como la estacionalidad y fenología. Así mismo, el incremento para los diferentes tipos de coberturas se presenta inicialmente por procesos ecológicos y a ello se suma la restauración ecológica en áreas protegidas la cual permite mediante estrategias aportar a los procesos ecológicos naturales a mejorar e incrementar su capacidad de recuperación (UICN, 2016).

4.1.3. Tipos de cobertura vegetal de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

La Reserva Ecológica Cofán Bermejo cuenta con 5 clases de cobertura vegetal que se diferencian en el período de estudio 2000, 2008 y 2018 (Tabla 11).

Tabla 11. Tipos de cobertura vegetal, Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

| ID | Cobertura |
|----|----------------------------|
| 1 | Área sin cobertura vegetal |
| 2 | Bosque nativo |
| 3 | Cuerpo de agua |
| 4 | Infraestructura antrópica |
| 5 | Pastizal |

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que los cambios en la cobertura vegetal no varían mayormente en altos valores porcentuales (Figura 9).

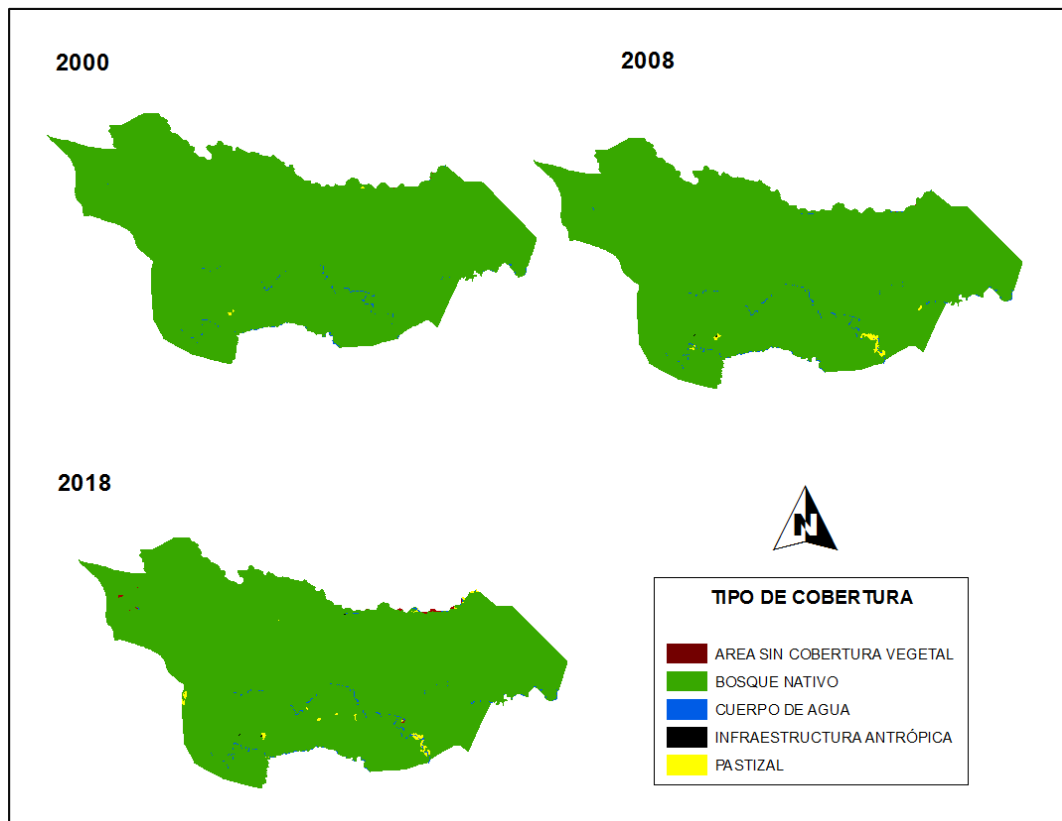


Figura 9. Variación espacial y temporal de las coberturas en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

La Reserva Ecológica Cofán Bermejo no mostró cambios importantes en el período 2000-2008, debido a que la mayor parte de coberturas se mantuvieron con rangos porcentuales altos a pesar de haberse incrementado zonas de infraestructura antrópica en este lugar, así mismo, para el período 2008-2018, se muestra una

escasa disminución del bosque nativo del 0.23% y un incremento en el resto de las coberturas (Tabla 12).

Tabla 12. Tipos de coberturas vegetales en el período 2000-2008-2018 en la Reserva Cofán Bermejo

| Tipo de cobertura | Año 2000 | | Año 2008 | | Año 2018 | |
|----------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | (ha) | % | (ha) | % | (ha) | % |
| Área sin cobertura vegetal | 3.38 | 0,006 | 0.84 | 0.002 | 57.55 | 0.10 |
| Bosque nativo | 54708.75 | 99.56 | 54586.87 | 99.33 | 54458.22 | 99.10 |
| Cuerpo de agua | 218.37 | 0.39 | 218.37 | 0.39 | 244.6 | 0.44 |
| Pastizal | 20.31 | 0.037 | 140.5 | 0.25 | 183.66 | 0.33 |
| Infraestructura antrópica | 0 | 0 | 4.23 | 0.007 | 6.77 | 0.012 |
| Área total | 54950.81 | 100 | 54950.81 | 100 | 54950.80 | 100 |

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (2018), en el Diagnóstico de la zona de conectividad Cotacachi Cayapas – Cofán Bermejo, menciona que las principales causas para la pérdida de cobertura vegetal es la deforestación y expansión de la frontera agrícola, sin embargo, el área protegida mantiene un excelente estado de los tipos de cobertura que la conforman.

4.1.4 Métricas y configuración del paisaje en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas

Durante el período 2000-2008, el Parque Nacional Cotacachi Cayapas presentó un mayor número de parches por cobertura vegetal, siendo el bosque nativo y la vegetación arbustiva y herbácea el tipo de cobertura que poseen el mayor número de parches durante este período, sin embargo, para el año 2018 estos disminuyen, pero se incrementan para el resto de las coberturas dentro del área protegida, especialmente en la cobertura de los pastizales (Figura 10; Anexo 2.1).

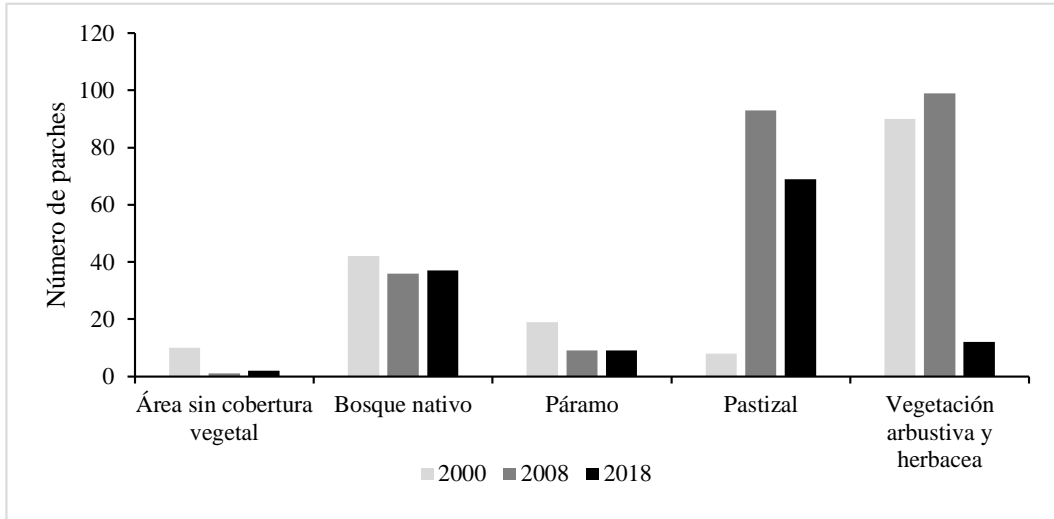


Figura 10. Parches de cobertura vegetal en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas

4.1.5 Métricas y configuración del paisaje de la Reserva Ecológica El Ángel.

Para el año 2000, la Reserva Ecológica El Ángel, las coberturas de bosque nativo, y vegetación arbustiva y herbácea presentaron un número de parches 16 y 36 respectivamente. Para el 2008 estas coberturas disminuyen el número de parches, sin embargo, se mantuvieron como coberturas con mayor número de parches dentro del área protegida. En el año 2018 la fragmentación por parches a excepción del bosque nativo disminuyó en gran parte de la cobertura vegetal (Figura 11; Anexo 2.2).

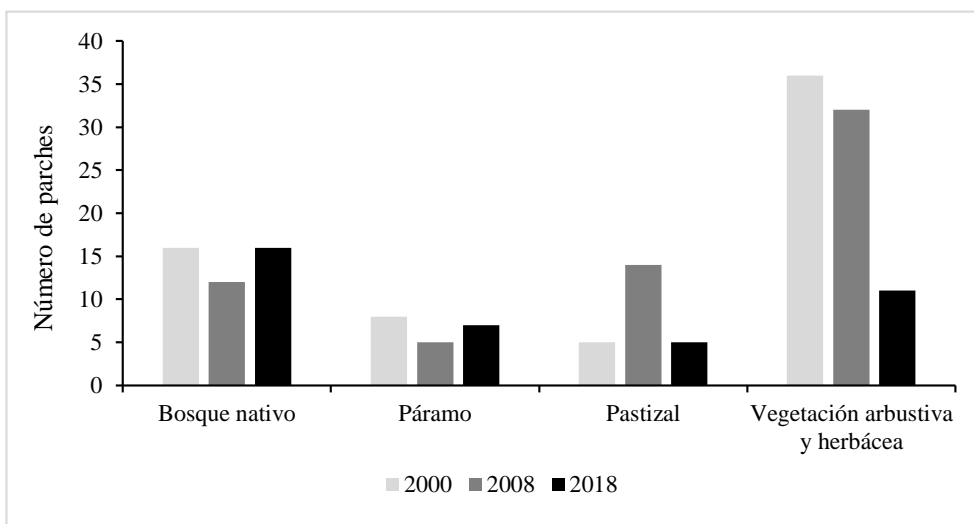


Figura 11. Parches de cobertura vegetal en la Reserva Ecológica El Ángel

4.1.6 Métricas y configuración del paisaje de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

El estado de fragmentación de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo presentó cambios en los diferentes tipos de cobertura vegetal, ésta mostró una mínima fragmentación en la cobertura vegetal durante el año 2000, no obstante, en el año 2008 los resultados mostraron un incremento de 5 parches para los pastizales y 2 parches para la infraestructura antrópica. Sin embargo, para el año 2018, el número de parches se incrementó en todas las coberturas a excepción del bosque nativo que se mantuvo sin cambios durante los tres períodos de estudio (Figura 12; Anexo 2.3).

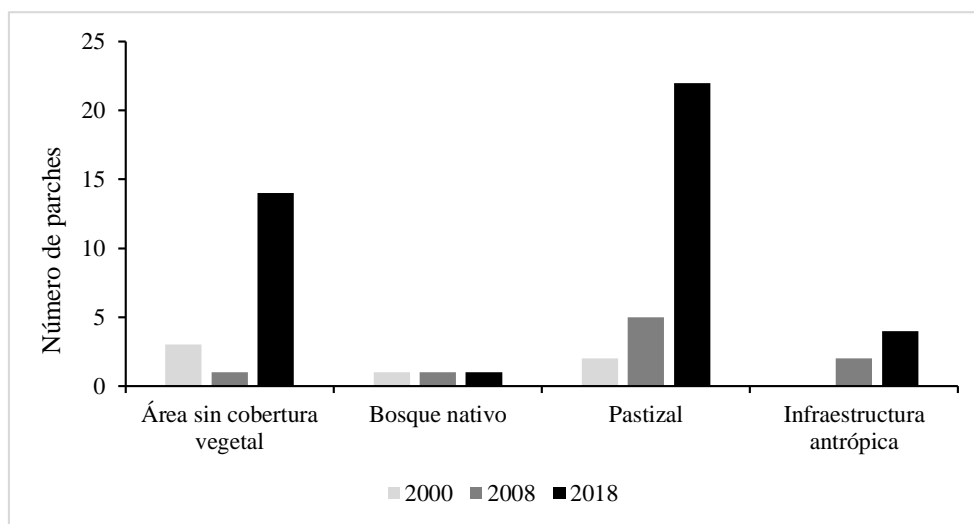


Figura 12. Parches de cobertura vegetal en la Reserva Cofán Bermejo

El número de parches para el área sin cobertura vegetal ha sido insignificante para el período 2000-2008 en todas las áreas protegidas, sin embargo, para el 2018, los parches se incrementan en la Reserva Ecológica Cofan Bermejo; a esto se atribuyen procesos antropogénicos (deforestación y minería ilegal) los cuales modifican la estructura del paisaje para esta área (MAE, 2018).

La pérdida de bosque nativo para el período 2000-2008, muestra un incremento en el número de parches para las tres áreas protegidas, éste se encuentra relacionado con el estudio de Ochoa (2013), donde señala que el Ecuador ha perdido 4 millones de hectáreas de bosque en el período 2000-2010; por lo tanto, existió fragmentación

en el bosque nativo. Mientras que, para el período 2008-2018, el número de parches disminuyó, lo que significa que la fragmentación para este tipo de cobertura decreció.

Durante los períodos 2000-2008-2018, la cobertura del páramo no presentó incremento significativo por número de parches en las áreas protegidas que se encuentra presente, de acuerdo con McGaial et al. (2002) esto se debe principalmente a que no existe fragmentación para esta cobertura.

El pastizal fue el tipo de cobertura que mantuvo la mayor cantidad de parches al final del período de estudio en las tres áreas protegidas. En un estudio realizado en Buenos Aires, Argentina, se registra fragmentación de parches para los pastizales por lo que recomiendan mantener políticas para la conservación y manejo del paisaje debido a la biodiversidad existente en esta cobertura (Lara, 2016).

Al incrementar el número de parches en los años 2000-2008-2018, se determinó que la vegetación arbustiva y herbácea, presenta un problema de fragmentación del paisaje. Cuasquer y Sangurima (2019), mencionan que esta problemática es señal de que existe complejidad en las formas del paisaje, mientras que la Federación de Parques Nacionales y Naturales de Europa (2009), señala que la fragmentación es consecuencia de la disminución de efecto borde lo cual ocasiona pérdida de la funcionalidad del paisaje.

Los diferentes tipos de coberturas vegetales dentro de un área protegida son únicos y diferenciados, sin embargo, la escasa gestión e inadecuado manejo de un área protegida, permiten la instalación y construcción de infraestructura antrópica, tal es el caso de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo en la que los espacios naturales fueron reemplazados por edificaciones, por lo tanto, mantiene un número de parches importante en el año 2008 y 2018, de acuerdo con el MAE (2018), la presencia de esta clase en la cobertura vegetal se debe a que las inversiones públicas han priorizado proyectos extractivos y de construcción, mientras que proyectos e iniciativas ambientales no han recibido recursos para el cuidado y preservación de estos espacios.

Es necesario resaltar que los resultados anteriormente mencionados, son base fundamental para conocer si existe fragmentación de paisaje, esto debido al incremento y disminución del número de parches. Los siguientes resultados mostraron indicios necesarios para conocer la configuración actual del paisaje dentro de las áreas protegidas en los diferentes años de estudio.

4.1.7 Relación espacial y temporal entre las coberturas de vegetación del Parque Nacional Cotacachi Cayapas

En el año 2000, la cobertura vegetal con mayor agregación fue el bosque nativo con un 98.74% y el páramo con 90.18%, mientras que la cobertura que presentó desagregación fue el pastizal con un 17.64%; para el año 2008, el bosque nativo y el páramo mantuvieron los rangos más altos de agregación con un 98.75% y 90.75% respectivamente, sin embargo, el pastizal para este año incrementó su agregación, pero la vegetación arbustiva y herbácea presentó mayor desagregación. En el año 2018, se incrementa la agregación para casi todos los tipos de cobertura a excepción de los pastizales y la vegetación arbustiva (Figura 13).

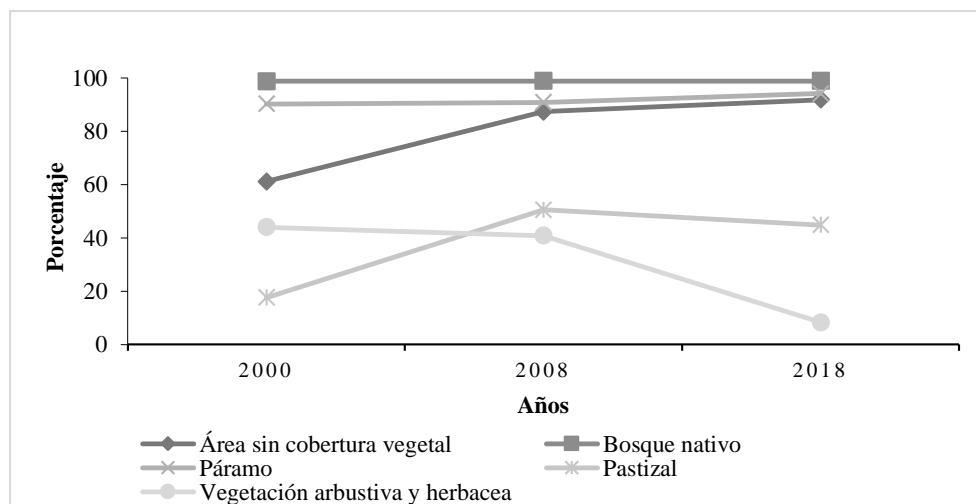


Figura 13. Índice de agregación en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas

1.4.8 Relación espacial y temporal entre coberturas de vegetación de la Reserva Ecológica El Ángel

En el año 2000 en la Reserva Ecológica El Ángel las coberturas vegetales con mayor agregación fueron el páramo con 98.72% y el bosque nativo con 90.18%, el resto de las coberturas presentan agregación importante con un valor de 72.53%; para el año 2008, el páramo presentó los rangos más altos de agregación con 98.77%, para este año el bosque nativo presentó desagregación, sin embargo, el pastizal para este año incrementó su agregación. En el año 2018, se incrementó la agregación para casi todos los tipos de cobertura a excepción del bosque nativo y la vegetación arbustiva y herbácea (Figura 14).

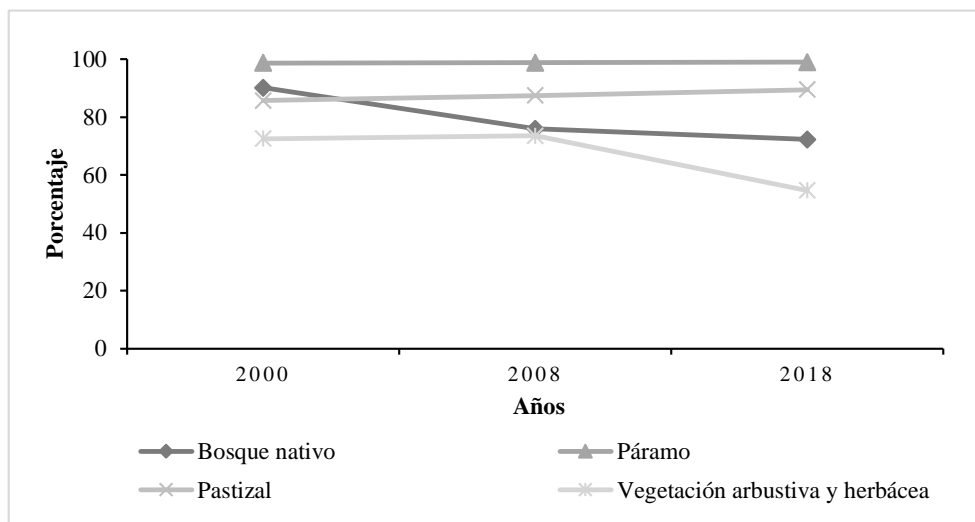


Figura 14. Índice de agregación en la Reserva Ecológica El Ángel.

1.4.9 Relación espacial y temporal de las coberturas de vegetación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

Durante el año 2000, la cobertura vegetal con un rango máximo de agregación para la Reserva Ecológica Cofán Bermejo fue el bosque nativo con 99.42%, sin embargo, presentó un rango mínimo de agregación o una desagregación del 25%. Sin embargo, en este año no existieron datos sobre presencia de tipos de infraestructura antrópica. Para el año 2008, el bosque nativo mantuvo los rangos más altos de agregación con un 93.37% y una desagregación del 40% en la infraestructura antrópica, sin embargo, el pastizal para este año incrementó su

agregación al igual que el pastizal. En el año 2018, se incrementó la agregación para casi todos los tipos de cobertura a excepción de la infraestructura antrópica que muestra una desagregación dentro de los límites del área protegida (Figura 15).

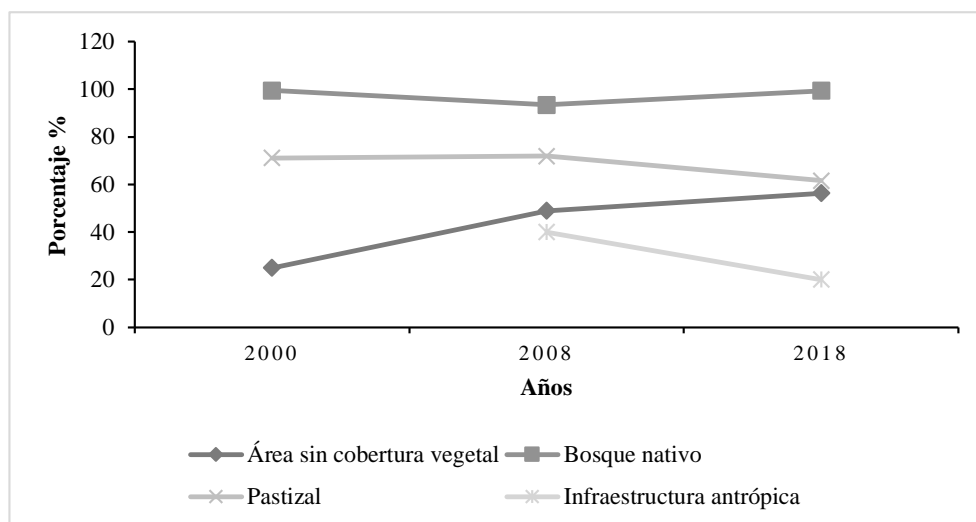


Figura 15. Índice de agregación en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

Según Vega et al. (2018), cuando las coberturas mantienen un alto valor porcentual para el índice de agregación, significa que las coberturas se encuentran físicamente conectadas y unidas entre sí. También menciona que la desagregación se debe principalmente a efectos secundarios de actividades antrópicas.

4.2 Análisis de la influencia de la dinámica del paisaje en el área de estudio.

En el análisis de la dinámica del paisaje, se utilizaron los archivos en formato raster de las tres áreas protegidas, a continuación, se presentan tablas de transición por cada comparación realizada entre los períodos 2000-2008, 2008-2018 y 2000-2018.

4.2.1. Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en el paisaje del Parque Nacional Cotacachi Cayapas

En el período 2000-2018, al presentar mayor periodicidad de análisis, muestra un registro en los que se evidenciaron cambios de la vegetación. Los datos registraron incremento y disminución de los distintos tipos de cobertura en el área protegida, es así como, la vegetación arbustiva y herbácea, el bosque nativo y el páramo

presentaron pérdidas del 1.08%, 0.97%, 0.28% respectivamente y en menor proporción el resto de las coberturas. A pesar de las pérdidas en mención en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas, existieron datos en los cuales se evidenció el incremento de coberturas tales como: área sin cobertura vegetal, páramo y pastizales con 0.10%, 1.56% y 0.82% respectivamente (Tabla 13).

Tabla 13. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%).

| | | 2018 | | | | | | | |
|------|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------|--------|------------|---------------------------------------|--------|-------------|
| | | Área sin cobertura vegetal | Bosque nativo | Cuerpo de agua | Páramo | Pastizales | Vegetación arbustiva y herbácea | Total | Disminución |
| 2000 | Área sin cobertura vegetal | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.16 |
| | Bosque nativo | 0.00 | 88.16 | 0.00 | 0.33 | 0.62 | 0.01 | 89.13 | 0.97 |
| | Cuerpos de agua | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.38 | 0.03 |
| | Páramo | 0.09 | 0.02 | 0.01 | 8.89 | 0.16 | 0.00 | 9.17 | 0.28 |
| | Pastizales | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 |
| | Vegetación arbustiva y herbácea | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.05 | 0.03 | 0.03 | 1.11 | 1.08 |
| | Total | 0.10 | 88.20 | 0.36 | 10.45 | 0.84 | 0.04 | 100.00 | |
| | Incremento | 0.10 | 0.03 | 0.01 | 1.56 | 0.82 | 0.02 | | |

4.2.2 Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en la Reserva Ecológica El Ángel

Considerando que el período de análisis con más años de transición fue 2000-2018, donde existió un registro de disminución para todos los tipos de cobertura, así las más representativas son: el bosque nativo con 3.74%, páramo con 1.34% y vegetación arbustiva y herbácea con el 1.58%. También se registraron incrementos en la toda la cobertura del área protegida, siendo los pastizales y el páramo los tipos de vegetación con mayor incremento porcentual de cobertura con 3.91% y 2.58% respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%).

| | | 2018 | | | | | | |
|------|---------------------------------|---------------|----------------|--------|------------|---------------------------------|-------|-------------|
| | | Bosque nativo | Cuerpo de agua | Páramo | Pastizales | Vegetación arbustiva y herbácea | Total | Disminución |
| 2000 | Bosque nativo | 0.35 | 0.00 | 1.05 | 2.57 | 0.12 | 4.09 | 3.74 |
| | Cuerpo de agua | 0.00 | 0.51 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | 0.29 |
| | Páramo | 0.17 | 0.17 | 91.29 | 0.99 | 0.01 | 92.63 | 1.34 |
| | Pastizales | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.83 | 0.01 | 0.88 | 0.05 |
| | Vegetación arbustiva y herbácea | 0.02 | 0.00 | 1.21 | 0.35 | 0.03 | 1.61 | 1.58 |
| | Total | 0.55 | 0.67 | 93.86 | 4.74 | 0.17 | 100 | |
| | Incremento | 0.21 | 0.17 | 2.58 | 3.91 | 0.14 | | |

4.2.3 Cambio de uso de suelo entre el período 2000-2018 en la Reserva Ecológica Cofán Bermejo

En el período de análisis 2000-2018, se registraron pérdidas importantes para el área sin cobertura vegetal con el 99.54%, en cuanto al incremento significativo registrado para las coberturas de bosque nativo e infraestructura fue el 99.23% y 0.28% respectivamente, presentando incremento en las coberturas de la Reserva Ecológica, mientras que el incremento para los otros tipos cobertura vegetal no presentan mayor representatividad (Tabla 15).

Tabla 15. Matriz de transición y cambio de cobertura de uso de suelo del período 2000-2018 en porcentaje (%).

| | | 2018 | | | | | | |
|------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|------------|---------------------------|-------|-------------|
| | | Área sin cobertura vegetal | Bosque nativo | Cuerpo de agua | Pastizales | Infraestructura antrópica | Total | Disminución |
| 2000 | Área sin cobertura vegetal | 0.1 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.27 | 0.43 | 0.44 |
| | Bosque nativo | 0.00 | 99.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.19 | 0.00 |
| | Cuerpo de agua | 0.00 | 0.01 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.02 |
| | Pastizales | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.04 | 0.03 |
| | Total | 0.1 | 99.22 | 0.42 | 0.01 | 0.28 | 100 | - |
| | Incremento | 0.01 | 99.22 | 0.06 | 0.01 | 0.28 | - | - |

De acuerdo con López y Plata (2008), los cambios presentes en los diferentes tipos de cobertura vegetal se presentan por el intercambio entre coberturas de las distintas clases de vegetación en el área de estudio. Estos valores se representan en disminuciones e incrementos de coberturas en el área de estudio y por consiguiente demuestran que existe modificación del paisaje en el área. La modificación del paisaje para las áreas protegidas: Parque Nacional Cotacachi Cayapas, Reserva Ecológica El Ángel y Reserva Ecológica Cofán Bermejo, presentan dinámicas complejas, esto debido al tipo de cobertura, actividades productivas y las actividades socioeconómicas de los pobladores de las zonas de amortiguamiento del sector (Mas, et al., 2004; Mas, et al., 2009).

En un estudio realizado en el Parque Nacional Machalilla se menciona que la cobertura boscosa a pesar de encontrarse en un área protegida se ha modificado registrando cambios o intercambios de cobertura por zonas de producción agrícola, y pastura de ganado esta afirmación concuerda con los resultados del presente estudio, ya que la mayor parte del bosque nativo para las tres áreas protegidas presenta intercambios con la cobertura vegetal y con los pastizales (Chávez, 2019).

Según Cuasquer y Sangurima (2019), en su estudio, señalan que la cobertura del páramo de almohadillas disminuyó 1.16% en el período 1999-2010 e incrementó en 1.34% en el período 2010-2107, lo cual se corrobora con los resultados obtenidos en el presente estudio. Las disminuciones e incrementos para la cobertura vegetal de páramo se deben inicialmente a que este tipo de vegetación es inundable, por lo que se las considera azonales debido a las condiciones climáticas presentes (MAE, 2015).

4.3 Propuesta de conectividad bioregional y conservación del paisaje

4.3.1 Análisis de conectividad

Para cada uno de los parches que conforman el paisaje donde se ubican las áreas protegidas (Reserva Ecológica El Ángel, Reserva Ecológica Cofán-Bermejo, Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas) se obtuvo la importancia (dIIC) de conectividad global del paisaje, y además la importancia de las tres fracciones en las que se divide este índice (dIIC_{intra}, dIIC_{flux}, dIIC_{connector}). A través de estos resultados se realizó la priorización y clasificación de cada parche en tres clases de importancia en base a la contribución que cada uno de ellos hace al mantenimiento de la conectividad global del conjunto de áreas protegidas estudiadas (Figuras 16, 17, 18 y 19). De este modo la clase con la máxima importancia para la conectividad global (dIIC) registra las localizaciones de los hábitats de conservación prioritaria para la gestión adecuada del paisaje (Figura 16).

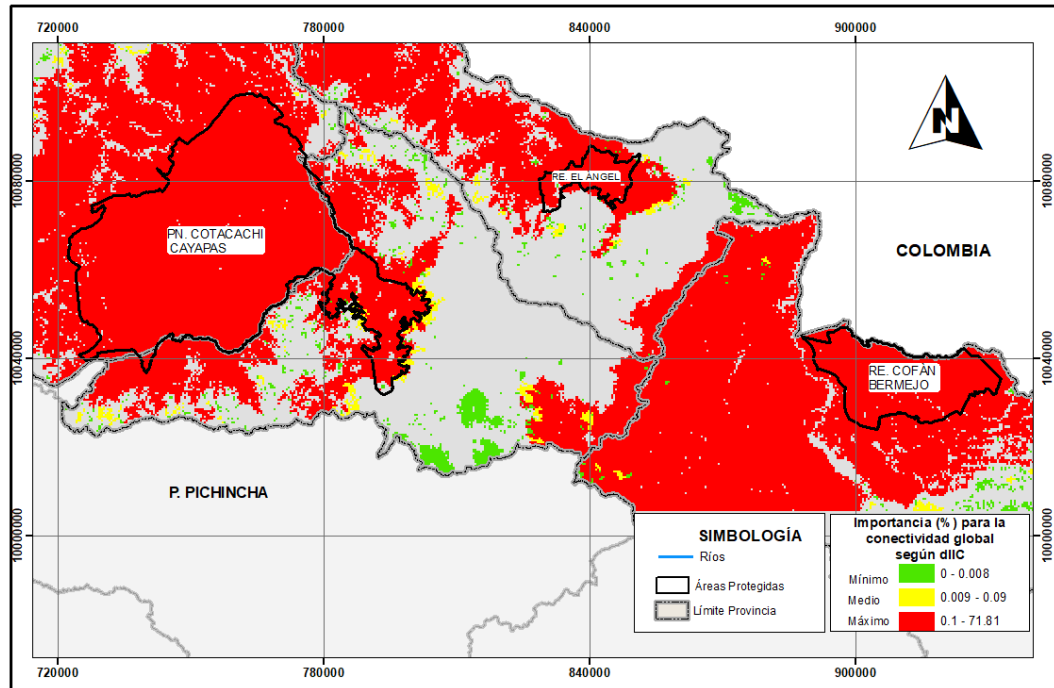


Figura 16. Importancia de cada uno de los parches para la conectividad global de hábitat (dIIC, %).

Se registraron varios parches en los cuales dIIC alcanzó valores superiores al 0.10%, éste es un valor considerable, debido a que el paisaje que contiene el conjunto de áreas protegidas está representado por un total de 755 parches de una superficie promedio de 1 560 ha, por lo tanto, la aportación al paisaje total de cada uno de los parches en términos de superficie correspondería al 0.13%. Esto indica que la máxima importancia para la conectividad se agrupa en unos cuantos parches que llevan a cabo una función crítica, razón por la cual se debe dirigir esfuerzos y estrategias de conservación en estos parches que son considerados necesarios y prioritarios.

En este contexto, dIICintra representa la aportación a la disponibilidad total de hábitat efectuada por el hábitat disponible dentro de cada uno de los parches, considerados como elementos aislados dentro del mosaico territorial (Saura y Rubio, 2010). Se observa que dIICintra registró parches con valores considerablemente altos, en comparación con las fracciones restantes, es decir que estas áreas de hábitat juegan un papel primordial para mantener la disponibilidad total de hábitat (Figura 17). Por consiguiente, si existiera una pérdida completa de

las conexiones entre estos parches podría afectar la viabilidad de especies causando gran impacto en la conservación de estas áreas naturales.

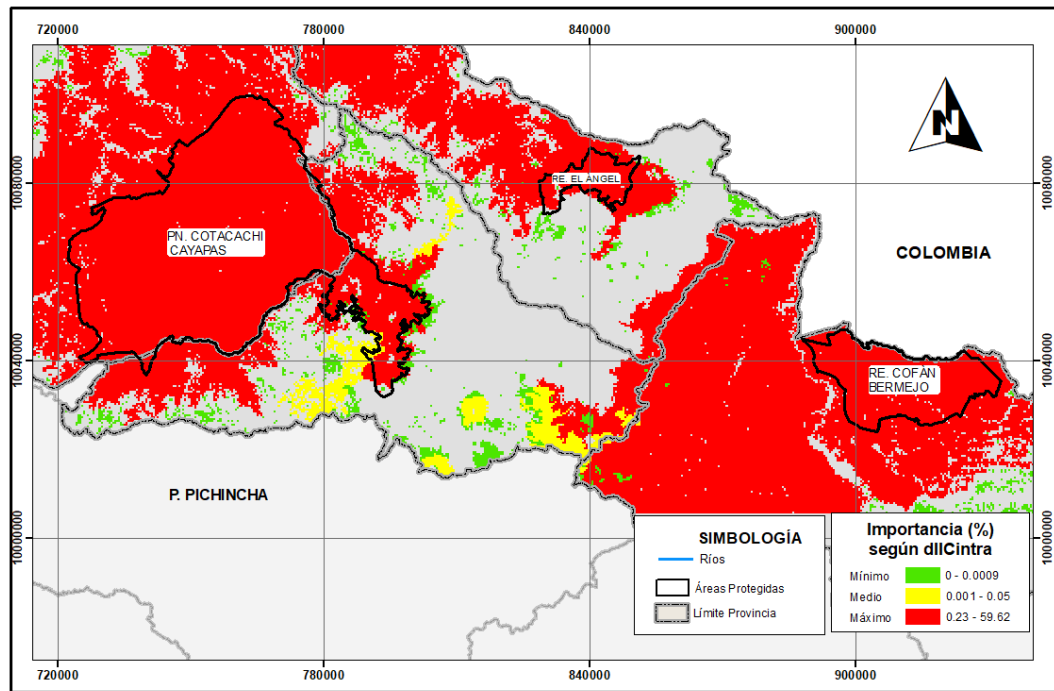


Figura 17. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con la fracción dIICintra (%).

Los valores de dIICflux, presentan la estimación de los parches que reciben o desde donde parte un mayor flujo de dispersión en relación con otras zonas de hábitat (Saura y Rubio, 2010). En definitiva, en la presente investigación las zonas o parches con valores de dIICflux superiores al 0.1% serían las zonas prioritarias con mayor flujo de dispersión, las cuales podrían contener mayor diversidad genética y poseer mayor probabilidad de éxito en una posible reintroducción de individuos en estrategias de conservación y restauración (Figura 18).

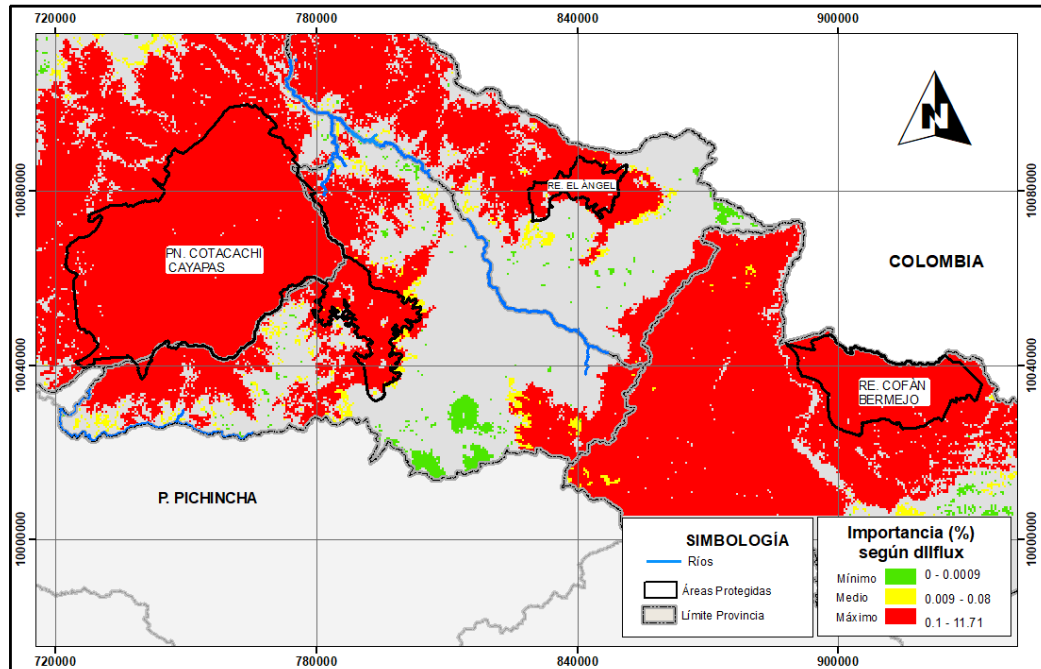


Figura 18. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con la fracción dIIcflux (%).

La fracción dIIcconnector muestra la importancia de cada parche de hábitat dentro del paisaje global de acuerdo con su posición topológica dentro de las redes de conectividad, valorando su rol como conectores o teselas puente entre otros parches de hábitat (Figura 19). En la práctica de este estudio solo una pequeña parte del total de parches que conforman el mosaico del paisaje cumplen una función conectora, es decir aquellos que indican valores dIIcconnector superiores a 0. En otras palabras, estos parches son elementos claves debido a que hacen la función de conectores y corredores discontinuos para la conservación del paisaje natural, por tanto, contribuyen a la conectividad y disponibilidad total del hábitat.

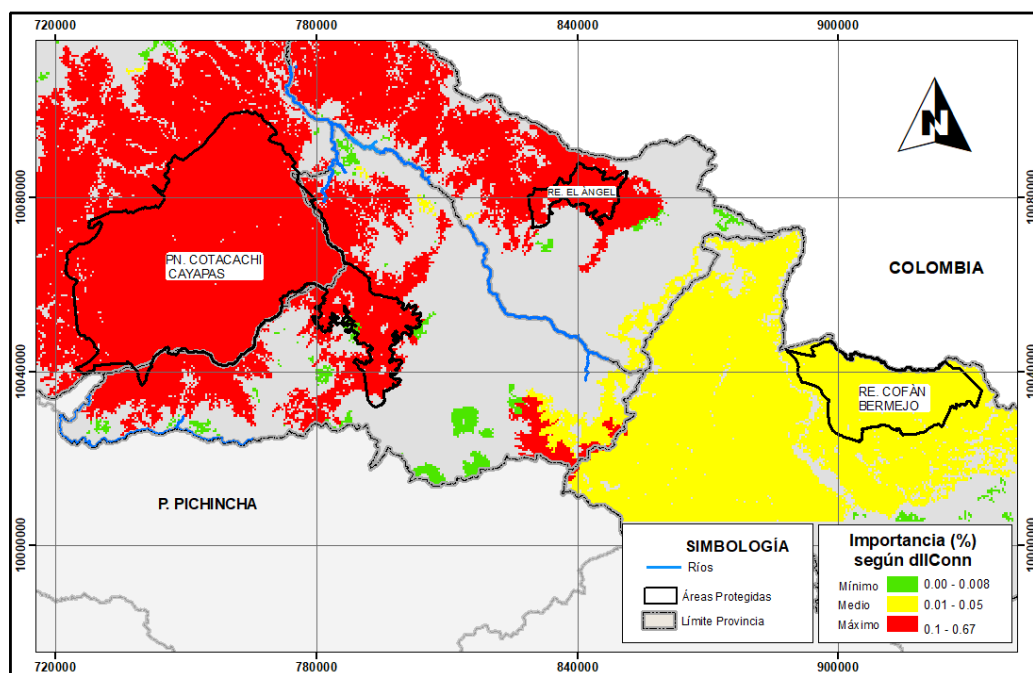


Figura 19. Importancia de cada uno de los parches de hábitat de acuerdo con dIIConnector (%).

Se identificaron aquellos parches que son más relevantes para el mantenimiento de la conectividad global del paisaje, de acuerdo con dIIC el Parque Nacional Cotacachi Cayapas tiene la mayor proporción en tamaño e importancia para la conectividad. Por lo tanto, se ha identificado que las fracciones dIICintra, dIICflux y dIICconnector proporcionan información no redundante y complementaria sobre la importancia de un parche en una red de paisaje, estos a su vez capturan la mayor parte de la variabilidad en el parche proporcionando prioridades de conservación (Baranyi, et al., 2011). Para ello es necesario la selección de especies focales que sirvan como “paraguas” para las especies nativas y los procesos ecológicos (Beier et al., 2008).

En cuanto al mantenimiento de la conectividad global del paisaje se identificaron aquellos parches que muestran mayor relevancia de acuerdo con el dIIC; se evidencian 12 parches de cobertura natural que contienen el 114.09 % de la dIIC acumulada en el conjunto del total de parches. Los 12 parches identificados presentaron en conjunto una superficie total de 1 119 708.15 ha, y oscilaron en tamaños desde 845.28 ha hasta 40 4257.10 ha (Tabla 22). Finalmente, el índice

Integral de Conectividad dIIC osciló entre 0.10% y 71.81%. De esta manera se identificaron los parches más relevantes para el mantenimiento de la conectividad integral del paisaje dentro de las áreas protegidas y los corredores ecológicos.

Tabla 16. Índice Integral de Conectividad dIIC, y área total para 12 parches de hábitat seleccionados como parches prioritarios de conservación.

| Node (código parche) | dIIC (%) | Área (ha) |
|----------------------|----------|-----------|
| 694 | 71.81997 | 600860.0 |
| 466 | 27.32336 | 387948.0 |
| 734 | 5.040206 | 37599.1 |
| 755 | 4.953435 | 40425.7 |
| 323 | 1.904408 | 14254.5 |
| 736 | 1.211604 | 17496.5 |
| 717 | 1.087436 | 14126.8 |
| 489 | 0.273381 | 2682.0 |
| 585 | 0.130108 | 1156.5 |
| 471 | 0.124783 | 845.3 |
| 195 | 0.115222 | 969.8 |
| 588 | 0.109766 | 1343.97 |

Después de identificar los parches de mayor importancia para la conectividad se realizó el diseño de corredores ecológicos, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad y la interconexión de los parches vegetativos existentes, dentro de la dinámica del paisaje, los corredores ecológicos cumplen un rol clave, ya que proveen la conectividad necesaria para mantener el flujo de material genético entre poblaciones (García, 2014).

4.3.2 Delimitación de corredores de conectividad para el área de estudio

Los resultados obtenidos mediante el software Connefor permitieron delimitar tres corredores de conectividad, el primer diseño de la delimitación del corredor conecta las áreas protegidas Parque Nacional Cotacachi Cayapas con la Reserva Ecológica El Ángel y los dos últimos corredores conectan a la Reserva Ecológica el Ángel con la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.

Los primeros puntos de conectividad se encuentran situados en el páramo perteneciente al cantón San Miguel de Urcuquí (parroquia Cahuasquí) y en el

páramo del cantón Espejo (parroquia El Ángel) mientras que los puntos para la delimitación de las dos Reservas son 4 ya que la extensión de los 2 últimos corredores es mayor. Estos puntos se encuentran en el cantón Tulcán (parroquias de Tufiño y El Carmelo), la parroquia El Carmelo es el punto de conexión entre la delimitación de los corredores conectándose directamente con Sucumbíos (parroquia de Rosa Florida). La primera delimitación de conectividad para Cotacachi Cayapas y El Ángel tiene una distancia de 39.72 km, el segundo corredor delimitado tiene una distancia de 28.67 km y el tercer corredor tiene una distancia de 34.61 km (figura 20).

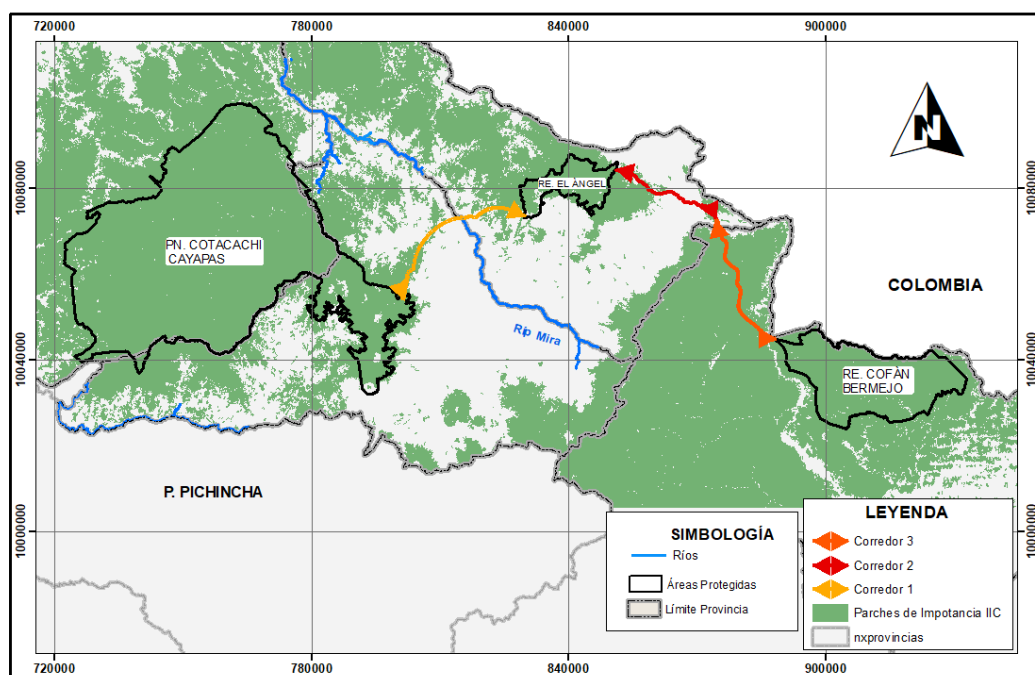


Figura 20. Conectividad de áreas protegidas mediante delimitación de corredores ecológicos

Los corredores ecológicos son espacios que conectan áreas de importancia biológica para mitigar los impactos negativos causados por la fragmentación de los hábitats (Conrad et al., 2012). Por ello se realizaron tres corredores que conectan las tres áreas protegidas. El desarrollo de la conectividad a través de corredores ecológicos resulta fundamental para la biodiversidad y también para asegurar el intercambio energético y genético a través de una mayor extensión geográfica (Roy et al., 2010).

Los corredores de conectividad ecológica buscan vincularse con los fines de los lineamientos y criterios técnicos para el diseño, establecimiento y gestión de los corredores de conectividad según el Artículo 4 del Acuerdo Ministerial N°, MAAE-2020-, “MAAE (2020)” así también, pretende ser un aporte técnico dentro del “Desarrollo de Estrategias de Implementación de Conectividad para las Zonas Sangay-Podocarpus y Cotacachi Cayapas-Cofán Bermejo y Apoyo a la Creación de Corredores en Bosque Seco Entre el Parque Nacional Machalilla y el Área Ecológica de Conservación Municipal Los Guayacanes”. Por esta razón es importante considerar que, en el estudio realizado, se analizaron las condiciones de fragmentación de las áreas protegidas para conocer su estado de conservación y establecer corredores que permitan mantener la conectividad en estos sitios.

En la propuesta se establecieron estrategias de conectividad y conservación para la cobertura vegetal de bosques nativos y páramo del área de estudio.

4.3.2 Propuesta de conectividad y conservación del paisaje

Estrategia 1. Capacitación técnica y educación ambiental

La fragmentación de los diferentes tipos de cobertura vegetal en los ecosistemas son producto de las actividades antrópicas que los pobladores han realizado por muchos años, y como resultado se ha perdido la conectividad parcial y total entre áreas de protección natural. A esto se suma el escaso interés y el desconocimiento de metodologías que permitan ejecutar de manera sostenible diversas actividades que realiza la población para su desarrollo en zonas determinadas, por esta razón resulta indispensable impulsar estrategias que permitan evaluar las condiciones de los territorios para determinar problemas ambientales y proponer soluciones inmediatas a cualquier problemática. Adicionalmente a la implementación de estrategias, es importante realizar actividades participativas e inclusivas con los diferentes actores sociales con la finalidad de asegurar compromisos de conservación, ya que las actividades antrópicas que realizan son la principal causa de conflictos ambientales en el territorio y zonas de amortiguamiento de áreas protegidas.

Objetivo general

Incrementar el nivel de conocimiento, interés y sensibilización ambiental mediante capacitaciones sobre los beneficios de la conservación ambiental.

Objetivos específicos

- Identificar problemáticas ambientales en las zonas donde se encuentran delimitados los corredores ecológicos.
- Establecer temáticas para la ejecución de campañas de educación ambiental.
- Realizar capacitaciones técnicas y didácticas con los diferentes actores sociales.

Tabla 17. Proyectos y actividades para la estrategia 1

| PROYECTO | ACTIVIDADES | PRESUPUESTO ESTIMADO | RESPONSABLES |
|---|--|-----------------------------|---|
| Determinación de conflictos ambientales en el área de estudio | <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de campo con actores sociales para la identificación de conflictos y problemáticas ambientales en la zona. • Socialización de los problemas identificados en el área. • Talleres sobre recursos naturales afectados por actividades antrópicas. | \$3 000 | MAATE GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Talleres teórico - prácticos sobre la conservación ambiental y manejo de recursos naturales | <ul style="list-style-type: none"> • Talleres sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Manejo y uso de recursos naturales - Manejo y uso de agua y suelo - Manejo y uso de agroquímicos • Realización de acuerdos o convenios con instituciones públicas y privadas para el diseño y ejecución de proyectos de educación ambiental dirigidos a instituciones educativas. • Implementación de charlas de buenas prácticas ambientales en zonas de cultivos. | \$20 000 | MAATE GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Campañas de educación ambiental para niños, niñas adolescentes y jóvenes | <ul style="list-style-type: none"> • Charlas sobre el cuidado ambiental. <ul style="list-style-type: none"> - Conservación del agua - Consumo de energía - Contaminación ambiental • Charlas sobre el reciclaje de residuos sólidos. • Elaboración de manualidades con materiales reciclados. • Mingas de limpieza en instituciones educativas y zonas naturales aledañas a la comunidad. | \$15 000 | MAATE GAD Provincial Habitantes de la comunidad Unidades educativas |

Estrategia 2. Manejo y conservación del paisaje

El ser humano por siglos ha transformado la mayor parte de los ecosistemas causando daños constantes al soporte de la vida en todos los niveles de desarrollo (Hobbs y Harris, 2001). Esta problemática ha ocasionado la extinción de especies y ha puesto a otras en peligro, para contrarrestar y mantener el control sobre estas acciones varios estudios muestran diversas formas en las que se puede recuperar un hábitat degradado. De acuerdo con Primack y Massardo (2001), el reemplazo de un ecosistema o creación de hábitats, rehabilitación de ecosistemas dañados y la restauración de ecosistemas degradados, son considerados importantes para recuperar estructuras naturales en espacios con intervención antrópica.

La restauración ecológica al ser una actividad intencional o por intervención, permite que la recuperación de los hábitats sea acelerada asegurando las condiciones propicias para el mejoramiento natural dentro del paisaje (SER, 2004). Los procesos para restaurar un ecosistema, cobertura vegetal, hábitats, entre otros, tienen el objetivo de crear espacios similares a los que existían naturalmente y han sido perturbados por actividades antrópicas (Shono et al., 2007). Según Anderson et al. (2015), los espacios recuperados, no solo tienen importancia ambiental, sino que presenta beneficios sociales y económicos debido a los recursos naturales que se encuentran dentro de estos.

De acuerdo con el estudio realizado, se identificó el incremento de pastizales para las tres áreas protegidas, debido a que las actividades realizadas en la cobertura mencionada (cultivos, sobre pastoreo, deforestación, entre otros) desplazaron a coberturas como el bosque nativo y páramos. Por este motivo es necesario elaborar estrategias de restauración que permitan solucionar los conflictos encontrados y permitan conservar el paisaje que no ha sido modificado.

Objetivo general

Promover la conservación y manejo sostenible de bosques nativos y páramos con el fin de mantener la conectividad de las áreas protegidas.

Objetivos específicos

- Determinar áreas de importancia entre los parches de bosque nativo y páramo para la restauración.
- Forestar y reforestar zonas con escasa cobertura vegetal mediante planes de ordenamiento territorial, implementación de viveros y propiciar la regeneración natural.
- Realizar seguimientos de las diferentes técnicas implementadas para la restauración del bosque nativo y páramo de las áreas protegidas.

Tabla 18. Proyectos y actividades para la estrategia 2

| PROYECTO | ACTIVIDADES | PRESUPUESTO ESTIMADO | RESPONSABLES |
|---|---|-----------------------------|---|
| Zonificación de áreas de importancia para la restauración en bosques nativos y páramo | <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de conocimiento y percepción de los diferentes actores locales. • Socialización de los problemas encontrados en el área. • Delimitación de zonas de importancia para la restauración, forestación y reforestación. • Identificación de áreas de importancia para la restauración. • Elaboración de cartografía de zonificación mediante herramientas de sistemas de información geográfica. | \$5 000 | MAATE GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Implementación de viveros para la restauración de bosques nativos y páramos | <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de viveros en sitios aledaños a las zonas restauración. • Adquisición de insumos y herramientas para la germinación de semillas. • Recolección y compra de semillas de especies nativas. • Germinación de las semillas adquiridas. • Charlas de capacitación sobre el manejo adecuado de insumos y producción de plántulas. | \$45 000 | GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Restauración del bosque nativo y páramo | <ul style="list-style-type: none"> • Campañas de forestación y reforestación. • Descompactación del suelo • Entrega de implementos para la forestación y reforestación. • Plantación de plántulas obtenidas por geminación en los viveros. | \$5 000 | MAATE GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Manejo y conservación de bosques nativos y páramos | <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de técnicas agroforestales y agroecológicas para evitar la degradación del suelo y el avance de la frontera agrícola. • Talleres de capacitación en prevención de uso de fungicidas, herbicidas y fertilizantes químicos contaminantes del suelo y agua. • Talleres de capacitación sobre el manejo de fuego y prevención de incendios forestales. • Establecimiento de mecanismos de control y seguimiento del proyecto. | \$10 000 | MAATE GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |

Estrategia 3. Desarrollo sostenible comunitario

Los procesos que generan la desagregación ambiental y la fragmentación entre parches, teselas, nodos, ecosistemas, entre otros; se debe principalmente a las actividades humanas, ya sean por urbanización, expansión de la frontera agrícola y la extracción de recursos (Gurrutxaga y Lozano 2007). Para contrarrestar esta problemática, es necesario crear sistemas o modelos que permitan manejar de forma sostenible los servicios ambientales que los ecosistemas proveen, por esta razón la participación comunitaria es esencial para lograr la sostenibilidad en las acciones que serán realizadas por la población. Un claro ejemplo es el modelo de desarrollo comunitario, este es considerado como una técnica que tiene la finalidad de mejorar las condiciones de vida de un cierto sector en la población, así también permite alcanzar el progreso en temas económicos, políticos, sociales y ambientales dentro de una comunidad (Gómez y Jiménez, 2016). El programa busca generar beneficios ambientales, económico-productivos y socio-culturales a través de actividades que permitan alcanzar la sostenibilidad en cada una de las acciones para el aprovechamiento de los recursos naturales.

Objetivo general

Proponer alternativas productivas y turísticas sostenibles que contribuyan al desarrollo económico-social y a la conservación de los recursos naturales de la comunidad.

Objetivos específicos

- Fortalecer las capacidades de manejo técnico de cultivos bajo un enfoque agroecológico.
- Fortalecer las capacidades de manejo técnico de ganado bovino y especies menores.
- Definir actividades orientadas al aprovechamiento de los servicios naturales mediante el ecoturístico comunitario.

Tabla 19. Proyectos y actividades para la estrategia 3

| PROYECTO | ACTIVIDADES | PRESUPUESTO ESTIMADO | RESPONSABLES |
|---|---|-----------------------------|---|
| Formación en producción agroecológica comunitaria | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las actividades productivas principales que realizan las comunidades. • Identificación actores sociales para capacitaciones en producción agroecológica. • Realización de cursos teóricos y prácticos con temáticas de producción sostenible y cultivos orgánicos. • Planificación de visitas a los sitios de producción y cultivos en los que se aplicarán las técnicas agroecológicas. • Promoción de zonas de cultivo para actividades agroturísticas. <ul style="list-style-type: none"> - Visitas guiadas a los cultivos - Talleres técnicos sobre el manejo de cultivos orgánicos - Actividades prácticas en los cultivos (siembra y cosecha) | \$15 000 | GAD Provincial GAD Parroquial Asociaciones agroturísticas Habitantes de la comunidad |
| Manejo sostenible de ganado bovino y especies menores | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las especies de ganado bovino y especies menores que maneja la población. • Realización de campañas para el manejo sostenible y técnico de las especies identificadas. • Implementación de técnicas sostenibles para el manejo de ganado <ul style="list-style-type: none"> - Pastoreo rotativo - Pastoreo en franjas - Alternativas para la disminución del consumo de agua • Implementación de sistemas en semipastoreo para especies menores | \$45 000 | GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |
| Ecoturismo sostenible comunitario | <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de sectores potenciales con atractivos ecoturísticos. • Contratación de estudios técnicos para evaluar zonas potenciales ecoturísticas. • Elaboración de mesas de trabajo para el desarrollo de estrategias ecoturísticas en páramos y bosque nativos de la comunidad. • Adecuación de zonas estratégicas para visitas turísticas. • Establecimiento de acuerdos y convenios con la comunidad para la prestación de servicios ecoturísticos. • Formación de guías turísticos locales. | \$35 000 | MAG GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad |

Estrategia 4. Monitoreo y seguimiento

Un programa o estrategia tiene varios procesos, para desarrollar con éxito cada uno es vital realizar continuos seguimientos y monitores de las actividades para evaluar la eficiencia de la buena gestión de los programas propuestos. De acuerdo con Hernández et al. (2019) describen a un monitoreo como una herramienta que permite llevar a cabo la verificación de los avances de diferentes programas que se instauran dentro de un proyecto ambiental, es así como se logra mayor eficiencia en los seguimientos que se realicen dentro de estos procesos.

Objetivo general

Desarrollar monitoreos y seguimientos para determinar la eficiencia en el avance de los programas y proyectos propuestos con la finalidad de asegurar la conservación total y parcial en la restauración de bosque nativo y páramo.

Objetivos específicos

- Contratar equipo técnico para realizar monitoreos y seguimientos de los programas propuestos.
- Realizar socializaciones sobre los avances y la eficiencia de los programas implementados.

Tabla 20. Proyectos y actividades para la estrategia 4

| PROYECTO | ACTIVIDADES | PRESUPUESTO ESTIMADO | RESPONSABLES |
|--------------------------------------|---|-------------------------|--|
| Monitoreo y seguimiento de proyectos | <ul style="list-style-type: none"> • Contratación de equipos técnicos para el monitoreo de las actividades realizadas en las zonas de conservación. • Programación y ejecución periódica de salidas de campo en las zonas restauradas. • Aplicación de técnicas dasométricas para mediciones del crecimiento de las especies forestadas y reforestadas. • Disposición de registros anuales del número de especies y áreas forestadas y reforestadas. • Generación de acuerdos y convenios con instituciones públicas y privadas que contribuyan a la ejecución del monitoreo. • Socialización sobre los avances y actividades ejecutadas en los programas para la conservación. | \$10 000 | <p style="text-align: center;">MAATE Universidades GAD Provincial GAD Parroquial Directivas comunales Habitantes de la comunidad</p> |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante el análisis del paisaje durante los años de estudio se registraron 6 tipos de cobertura vegetal para Cotacachi Cayapas siendo el bosque nativo, el páramo y los pastizales las coberturas con mayor cambio en disminución e incremento, así también la Reserva Ecológica El Ángel, presentó 5 clases de cobertura vegetal donde se registra disminución principalmente en el Bosque Nativo. Sin embargo, para la Reserva Ecológica Cofán Bermejo los tipos de cobertura vegetal difieren en el primer año ya que la clase de infraestructura no se presentó hasta el 2008. Los cambios que se registran para los tipos de cobertura en las áreas protegidas se deben inicialmente a las actividades antrópicas que se realizan dentro de estas.

El cambio de uso de suelo se evidenció en el incremento de la cobertura de pastizales en las tres áreas protegidas, los sectores que presentaron mayor cambio se encuentran ubicados en los límites de cada área protegida, esto principalmente se debe a que las zonas de amortiguamiento están siendo desplazadas por la deforestación, expansión de la frontera agrícola y extracción de recursos naturales.

Para la propuesta de conectividad y conservación del paisaje, se implementaron 4 estrategias las cuales tienen la finalidad de generar conciencia ambiental a través de talleres prácticos y teóricos, los cuales permitirán realizar un adecuado manejo de los recursos naturales que se encuentren dentro de los corredores ecológicos propuestos y para las zonas aledañas al área de estudio.

5.2 Recomendaciones

Desarrollar y ejecutar estudios a nivel de paisaje para las áreas protegidas con el propósito de obtener información relevante que permita mantener y conservar de forma adecuada la biodiversidad y los recursos naturales de estos sitios.

En futuros estudios realizar el diseño de los corredores ecológicos planteados en el presente estudio para garantizar la conservación de los tipos de cobertura con mayor importancia.

Implementar políticas públicas más estrictas por parte de las diferentes instituciones públicas competentes, para asegurar el mayor control de las actividades que se generan dentro y fuera de las áreas protegidas.

Es necesario involucrar a las instituciones públicas de educación, comunidades aledañas, organizaciones no gubernamentales y gubernamentales en proyectos de restauración y conservación del paisaje con la finalidad de generar conciencia ambiental en la población.

REFERENCIAS

- Aguirre, Z. (2014). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Loja-Ecuador
- Aguayo, A., Pauchard, A., Azócar, G. y Parra, O. (2009). *Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. Revista Chilena de Historia Natural*, 82, 361-374.
- Álvarez, M., Lázaro, C., De Lamo, X., Juffe-Bignoli, D., Cap, R., Bueno, P., Sonofrony, C., Maretti, C. y Gerra, F. (Editores). (2021). *Informe Planeta Protegido 2020: Latinoamérica y el Caribe*. Ciudad de México.
- Anderson, C., Baker, M., Callicott, J., Gutrich, J., Higgs, E., Hondula, K., LaFevor, M., Larson, B., Randall, A., Runhl, J., Schwartz, K. Suding, K. (2015). *Committing to ecological restoration science*. Pg 384-638.
- Armenteras, D. y Vargas, O. (2016). *Patrones del paisaje y escenarios de restauración: acercando escalas*. *Acta Biológica Colombiana*, 21(1), 229-239.
- Armenteras, D., Gast, F., y Villareal, H. (2003) Andean Forest Fragmentation and the Representativeness of Protected Areas in the Eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation*. Pg 245-256.
- Ángel, A., Domínguez, D. y Valenzuela, L. (2012). *Algunas reflexiones sobre fragmentación y sus retos para la investigación*. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2 (1). Pg 15 -20.
- Arriaga, L. 2009. *Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: Un enfoque multiescalar*. *Investigaciones ambientales*, 1(1), 6-16.
- Avellaneda, M., Olivera, C. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. FAO. Bogotá. Pg 17-144

- Ayala, N. y Herrera, D. (2020). *Evaluación del paisaje boscoso en la Cuenca media-alta del Río Mira, y su proyección de cambio al año 2050*. (Tesis de pregrado). Ibarra, Ecuador. Pg 65-113.
- Baez, O. (2019). *La biodiversidad: clave del desarrollo sustentable del Ecuador*. Revista Rupturas.
- Baillie, J., Hilton-Taylor, C. y Stuart, S. (2004). *Red List of Threatened Species: A Global Species Assessment*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Baranyi, G., Saura, S., Podani, J. y Jordán, F. (2011). *Contribution of Habitat Patches to Network Connectivity: Redundancy and Uniqueness of Topological Indices*. Ecological Indicators, 11, 1301-1310.
- Basco, E. (2020). *Estrategia Nacional de Infraestructura y de la Conectividad y Restauración Ecológica*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. España. Pg 1-9
- Barragan, K. (2001). *Áreas Protegidas*. Boletín 2(2): 9-18
- Bechara, F. (2006). *Unidades demostrativas de restauración ecológica a través de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual*. (Tesis de doctorado).
- Beier, P., Majka, D. y Spencer, W. (2008). Forks in the road: choices in procedures for designing wildland linkages. Conservation Biology 22(4): 836–85.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, T. Jaeger, B., Lassen, N., Pathak, Phillips A., y Sandwith, T. (2014). *Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción*. UICN: Gland, Suiza.
- Burel, F. y Baudry, J. (2002). *Ecología del Paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid/Barcelona: Ed. Mundi-Prensa.
- Carvajal, A. y Pabón, J. (2016). *Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático*. Sociedade & Natureza, Umberlandia, 28(2): 185-198.

- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México. Pg 142-289.
- Chávez, K. (2019). Influencia de las acciones antrópicas en el bosque nativo del Parque Nacional Machalilla, caso comunidad El Pital. (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Manabí) Ecuador
- Código Orgánico del Ambiente. (2019). Promulgado por la Asamblea Nacional en el Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun.-2019.
- Conrad, J., Gomez, C., Van Hove, W., Sabharwal, A. y Suter, J. (2012). *Wildlife corridors as a connected subgraph problem*. Journal of Environmental Economics and Management, Volume (63). Pg 1-18.
- Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial*, 449 (20 de octubre de 2008).
- Consejo Nacional de Planificación, (2017). *Toda una Vida. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Ecuador. Pg.1-149.
- Cuasquer F y Sangurima, A. (2019). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo en la reserva ecológica El Ángel, periodo 1990-2017, Carchi-Ecuador*. (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte) 50-67
- Cuenca P. y Echeverría, C. (2017). *How do protected landscapes associated with high biodiversity and population levels change? PLoS ONE*, 12(7).
- Cuenca, P., Arriagada, R. y Echeverría, C. (2015). *How much deforestation do protected areas avoid in tropical Andean landscapes? Environmental Science & Policy*, 56, 56-66.
- Defries, R., Hansen, A., Newton, A., y Hansen, M. (2005). *Increasing insolation of protected areas in tropical forest over the past twenty years*. Ecological Society of America, 19-26.

- Dudley, N. (Editor) (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Gland, Suiza. Pg. 96.
- Eastman, J. (2012). *IDRISI Selva: Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes*. Massachusetts. Pg. 1-321.
- ECOLAP y MAE. (2007). *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Echeverría, C., Bolados G., Rodríguez, J., Aguayo, M., y Premoli, A. (2014). *Ecología de paisajes forestales. Ecología Forestal. Bases. Para El Manejo Forestal sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile, Chile*.
- Ellis, E. (2013). *The Encyclopedia of Earth: Land- use and land cover change*. Environmental Information Coalition: Washington, EE. UU.
- Federación Nacional de Parques Naturales y Nacionales de Europa. (2009). *Programa de trabajo para las áreas protegidas: 2009-2013*. FUNGOBE. Madrid.
- Forman, R. (1995). *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Pg 656.
- Forman, R. y Godron, M. (1986). *Ecología de Paisaje*. Nueva York: Wiley y Sons, 640 pp.
- García, M. (2021). Evaluación del Plan de Acción Aplicado para la Reducción del Conflicto Ser Humano-Oso Andino en Mariano Acosta, Pimampiro. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- García, F. (2014). *Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia)*. Observatorio Medioambiental, (17), 253-298.

- García, M., Mena, P. y Parra, D. (2014). *El País de la Biodiversidad: Ecuador*. Fundación Botánica de los Andes: Quito, Ecuador.
- Gómez, R., Jiménez, E. (2016). Proyecto de Centro Comunitario Intercultural como Estrategia de Consolidación Territorial. El Guanal, Selva La Candona de Chiapas. (Tesis de pregrado). Universidad Intercultural de Chiapas.
- Gurrutxaga, M. y Lozano, P. (2008). *Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre*. Estudios Geográficos. Vasco. Pg. 519-543.
- Gurrutxaga, M. y Lozano, P. (2007). *La conectividad Ecológica Dentro del Territorio. El Ejemplo de la Comunidad Autónoma de Euskadi*. España. 2-20.
- Halffer, G. (2005). Towards a Culture of Biodiversity Conservation. *Acta Zoológica Mexicana*, vol 21, 2, 133-153.
- Hernández, Y., López, D. y Moya, F. (2019). Monitoreo Ambiental como Herramienta para el Seguimiento Continuo en la Evaluación de Impacto Ambiental. *Revista Espacios*, 40 (Nº3). <http://www.revistaespacios.com/a19v40n03/a19v40n03p17.pdf>
- Hobbs, R., Harris J. (2001). *Restoration ecology: Repairing the earth's ecosystems in the new millennium*. *Restoration ecology*, 9:239-246.
- Jácome, G., Mejía, J., Guerra, N., Romero, A., Piedmag, V., Padilla, C., Tanaí, I., y Pupiales, N. (2020). Los volcanes de Imbabura y su tiempo geológico. Imbabura-Ecuador. FICAYA Emprende.
- Jones, K., Venter, O., Fuller, R., Allan, J., Maxwell, S., Negret, P. y Watson, J. (2018). One-third of global protected land is under intense human pressure. *Issue*. vol 360, 788-791.
- Kattan, G. y Naranjo, L. (2008). *Regiones biodiversas: herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas*. Fundación Ecoandina. WWF- Colombia. Pg 31-37.

- Kintz, A., Young, K. y Crews-Meyer, K. (2016). *Implications of Land Use/Land Cover Change in the Buffer Zone of a National Park in the Tropical Andes*. Environmental Management, vol 2, 238-252. Perú
- Lara, B. & Gandini, M. (2016). *Fragmentación de pastizales en el centro de la provincia de Buenos Aires mediante imágenes LANDSAT*. Revista Cartográfica. Pg 91-109.
- López, V y Plata, W. (2008). *Análisis de los cambios de cobertura de suelo de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000*. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.
- López, E., Bocco, G. y Mendoza, M. (2002). *Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo: El caso de la ciudad de Morelia*. Investigaciones geográficas. México. Pg. 39-55.
- Martínez, R. A. (2012). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal de la Reserva Biológica de Yuscarán, El Paraíso, Honduras* (Tesis de pregrado Universidad Zamorano, Honduras). Pg 85-101.
- Mas, J., Velázquez, A., Couturier, S. (2009). *La evaluación de los cambios de cobertura/uso de suelo en la República Mexicana*. México. Pg. 23-39.
- Mas, J., Velázquez, A., Días, R., Mayorga, R., Alcantara, C., Bocco, G y Pérez, A. (2004). *Assessing land use/cover changes: a nation wide multirate spatial database for Mexico*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Pg 249-261.
- Matesanz, D., Azcárate, M., García, F., Muguruza, C. y Santos-Preciado, J. (2010). *Análisis de la evolución de la estructura espacial del uso del suelo residencial en el área metropolitana madrileña*. Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos, 777-787.

- McGarigal, K., Cushman. A., Neel. C., Ene. E. (2002). *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by at the Massachusetts University. EE. UU.*
- Mogrovejo. P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el referente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático.* (Tesis de pregrado). Universidad Simón Bolívar Sede Ecuador. Pg 11-40.
- Miller, K., Chang, E y Johnson, N. (2001). *Defining Common Ground for the Mesoamerican Biological Corridor.* World Resources institute, pg.45.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2006). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador.* Quito, Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2007a). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cofán Bermejo.* Quito, Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2007b). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas.* Quito, Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013a). *Biocorredores: Una estrategia para la conservación de la biodiversidad, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable en la Zona de Planificación 1 (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos).* Ibarra. Pg. 44-337.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013b). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Quito, Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2015a). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel.* Quito, Ecuador.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador y Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. (2015b). *Protocolo Metodológico para la Elaboración del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental 2013-2014, Escala 1:100 000.* Ecuador

- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2016). *Áreas Protegidas del Ecuador socio estratégico para el desarrollo*. Ecuador. Manthra Comunicación. Pg. 3-20.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2018). *Desarrollo De Estrategias de Implementación de Conectividad para las Zonas Sangay-Podocarpus y Cotacachi Cayapas-Cofán Bermejo y Apoyo a la Creación de Corredores en Bosque Seco Entre el Parque Nacional Machalilla y el Área Ecológica de Conservación Municipal Los Guayacanes. Programa de Apoyo al SNAP Producto 2. Diagnóstico de la zona de conectividad Cotacachi Cayapas – Cofán Bermejo*. Quito, Ecuador. Pg. 14-206.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2019). *Guía Informativa de las Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. (2020). *Plan de Manejo del Parque Nacional Cotacachi Cayapas*. Ministerio del Ambiente y Agua, Conservación Internacional Ecuador, Critical Ecosystem, Partnership Fund (CEPF). Quito, Ecuador, pg 27-43.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *Día del Sistema Nacional de las Áreas Protegidas*. Ecuador. Boletín N° 266.
- Molina, G. y Albarran, A. (2013). Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela. *Revista Colombiana de Geografía*, 22(1):28-40.
- Moreno, A. (2014). *Ecología del paisaje y cambio del uso del suelo y vegetación en la Sierra San Antonio Peña Nevada, Zaragoza, Nuevo León*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Nueva León, España.
- Morlans, M. (2005). *Introducción a la Ecología del Paisaje*. Catanarca. Pg. 1-33
- Naciones Unidas. (1992). *Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica*. Río de Janeiro, Brasil.

- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile.
- Newton, A., Hill, R., Echeverría, C., Golicher, D., Benayas, J., Cayuela, L. y Hinsley, S. (2009). *Remote sensing and the landscape ecology*. *Progress in the physical Geography*, 33, 528-546.
- Noss, R. (2001). *Forest fragmentation in the Southern Rocky Mountains*. *Landscape Ecology*, 16, 371-372.
- Ochoa, Pablo., Fries, A., Montesinos, P. & Rodríguez J, (2013). *Spatial Estimation of Soil Erosion Risk by Land-cover Change in the Andes OF Southern Ecuador*. Pg 6-9.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Informe principal*. Roma. Pg 7-10.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*.
- Otavo, S. y Echeverrú, C. (2017). *Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en un no los hotspot mundiales de biodiversidad*. *Revista mexicana de Biodiversidad*, 88, 924-935.
- Pambi, S. (2019). *Análisis de la pérdida de bosque nativo y fragmentación del paisaje en el Parque Nacional Yasuní y su Zona de Amortiguamiento, parroquia Curacay*. (Tesis de pregrado). Loja. Pg 1-68
- Parveen, S., Basheer, J. y Praveen, B. (2018). *A Literature Review on Land Use Land Cover Changes*. *International Journal of Advanced Research*, 6(7), 1-6.
- Pascual-Hortal, L. y Saura, S. (2008). *Integrating landscape connectivity in broadscale forest planning: A methodology base on graph structures and*

hábitat availability indices. Patterns and processes in forest landscapes. Consequences of human management, 111-116.

Pascual-Hortal, L. y Saura, S. (2006). *Integración de la conectividad ecológica de los bosques en los instrumentos de planificación forestal a escala comarcal y regional: propuesta metodológica y nueva herramienta de decisión. Montes*, Revista de Ámbito Forestal, 84,31-37.

Patón, D., (2016). *Concepto de Ecología del Paisaje*. Landscape Ecology. España 1-13.

Pérez, K., Ezkurdia., G y Bilbabo, B. (2015). *El paisaje: un concepto básico en el currículum desarrollado en los libros de texto del País Vasco*. Espacio, Tiempo y Educación. 2 (2), 225-242.

Pinto, L., de Mello C., Owens, P., Norton D., y Curi, N (2016). *Role of inceptisols in the hydrology of mountainous catchments in Southeastern Brazil*. Journal of Hydrologic Engineering.

Pourrut, P. (1995). *EL AGUA EN EL ECUADOR. Clima, Precipitaciones, escorrentía*. Quito, Ecuador. Pg. 1-135.

Primack, R., y Massardo F. (2001). *Restauración Ecológica en Fundamentos de conservación Biológica*. Fondos de cultura económica, México DF. Pg 559-582.

Puentes, W. P. (2015). *La problemática ambiental y el deterioro de los recursos naturales en el Ecuador. Una perspectiva desde la geografía*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

Puebla, A., Rodríguez, Y. y Álvarez, P. (2020). *Propuesta de rutas de conectividad para la conservación de la biodiversidad en Sierra Maestra, Cuba*. Revista de Ciencias Ambientales, 54(2). Pg. 51-67.

Rico, Y. (2017). *La conectividad del paisaje y su importancia para la biodiversidad*. Saber Mas. Pg. 28-30

- Rodríguez-Echeverry, J., Echeverría, C., Oyarzún, C. y Morales, L. (2017). *Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in a forest landscape in southern Chile: Basis for conservation planning*. *Revista Bosque*, 38 (3), 495-506.
- Rosenzweig, M. (2003). *Reconciliation Ecology and the Future of Species Diversity*. *Oryx*, 37, 194-205.
- Roy, A., Shanthala, B.S., Devi, Debnath, B., Murthy, M.S.R. (2010). *Geospatial model for identification of potential ecological corridor in Orissa. Special issue on Biodiversity and Landscape Ecology*. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*
- Santos, T. y Tellería, J. (2006). *Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies*. Madrid, España.
- Sarmiento, R. (2002). *Anthropogenic Chance in the Landscapes of Highland Ecuador*. Taylor & Francis, Ltd, vol 92, 22.
- Saura, S. y Rubio, L. (2010). *A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape*. *Ecography*, 33, 523-537.
- Saura, S. y Torné, J. (2009). *Conefor Sensinode 2.2: un paquete de software para cuantificar la importancia de los parches de hábitat para la conectividad del paisaje*. *Modelado Ambiental y Software*, 241 135-139
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición*. Secretaría de la Convención de Ramsar: Gland, Suiza.
- Secretaría Nacional de Planificación [SENPLANDES]. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. Quito. Pg. 1-122.

- Shono, K., Cadaweng, E. y Durst, P. (2007). *Application of Assisted Natural Regeneration to Restore Degraded Tropical Forestlands*. Restoration Ecology, 15(4). Pg 620-626.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010 y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación. Quito, Ecuador: Internacional Ecuador y Forest Trends.
- Society for Ecological Restoration International Science. (2004). The SER International primer on ecological restoration. Arizona. Pg. 3-16.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. (2017). *Registro Oficial Edición Especial 2*. (31 de marzo del 2003).
- Toledo, V. (2005). *Repensar la conservación: ¿Áreas naturales protegidas o estrategia birregional?* Gaceta Ecologica, 77, 67-83.
- Torres, B., Fischer, R., Vargas, J. y Günter S. (2020). *Deforestación en paisajes forestales tropicales del Ecuador: bases científicas para perspectivas políticas*. Universidad Estatal Amazónica – Instituto Johann Heinrich von Tünnen. Puyp. Serie de publicaciones misceláneas del INABIO. N° 15. Pg 1-172.
- Torres-Gómez, M., Delgado, L., Martín, V. y Bustamante, O. (2009). *Estructura del paisaje a lo largo de gradientes urbano-rurales en la cuenca del río Aisén (Región de Aisén, Chile)*. Revista Chilena de Historia Natural, 82, 73-82.
- Troll, C. (1939). Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. 74. 241-298.
- Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza. (2016). Áreas Protegidas alrededor del mundo: <https://www.iucn.org/es>
- Uyaguari, L. (2019). *Análisis histórico de cambios en los patrones espaciales y temporales, en los paisajes protegidos del sector Dayuma, provincia de Orellana* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

- Vadillo, A. (2015). *La dinámica del paisaje del valle del río Pisuerga desde una aproximación transversal (Siglos XX-XXI)*. Madrid. Pg. 1-10.
- Vargas, O. (2011). *Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación*. Acta Biológica Colombiana, 16(2), 221-246.
- Vargas, G. (2007). *Fragmentación y Conectividad de Ecosistemas en el Sector del Proyecto Geotérmico Miravalles y sus Alrededores. 1975-2007*. Universidad de Costa Rica. Reflexiones, 87(2).
- Vega, V., Muñoz, C., Rodríguez, E., López, J. & Serna, R. (2018). *Análisis de la fragmentación del paisaje de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz, México*. Pg 227-238
- Villegas, D. y Gómez, W. (2020). *Procesos locales de transformación que detonan el cambio de uso de suelo y vegetación en un área natural protegida de la Región Centro de México*.
- Wiens, J. (2002). *Central concepts and issues of landscape ecology*. In Gutzwiller K ed. *Applying landscapes ecology un biological conservation*. New York, EEUU.
- Worboys, G., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. y Pulsford, I. (2019). *Gobernanza y gestión de áreas protegidas*. Bogota: Universidad El Bosque y ANU Press.
- Zappettini, M. (2018), *El enfoque del paisaje en la gestión de las áreas naturales protegidas en Uruguay: Caso: Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del río Uruguay*. Universidad Nacional de la Pata. Pg. 263-289

Anexo 1. Registro fotográfico

Ilustración 1. Geo-referenciación de puntos de control en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas.



Ilustración 2. Paisaje con cobertura vegetal del Parque Nacional Cotacachi Cayapas.



Ilustración 3. Geo-referenciación mediante puntos control en el Distrito Piñán, Parque Nacional Cotacachi Cayapas.



Ilustración 4. Paisajes con cobertura vegetal de páramo en el Distrito de Piñán



Ilustración 5. Geo-referenciación mediante puntos de control en la Reserva Ecológica El Ángel



Ilustración 6. Paisaje con cobertura vegetal de frailejones en la Reserva Ecológica El Ángel



ANEXO 2: TABLAS

Anexo 2.1

Número de parches Parque Nacional Cotacachi Cayapas

| Número de parches | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Tipos de cobertura | Año 2000 | Año 2008 | Año 2018 |
| Área sin cobertura vegetal | 10 | 1 | 2 |
| Bosque nativo | 42 | 36 | 37 |
| Páramo | 19 | 9 | 9 |
| Pastizal | 8 | 93 | 69 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | 90 | 99 | 12 |

Anexo 2.2

Número de parches Reserva Ecológica El Ángel

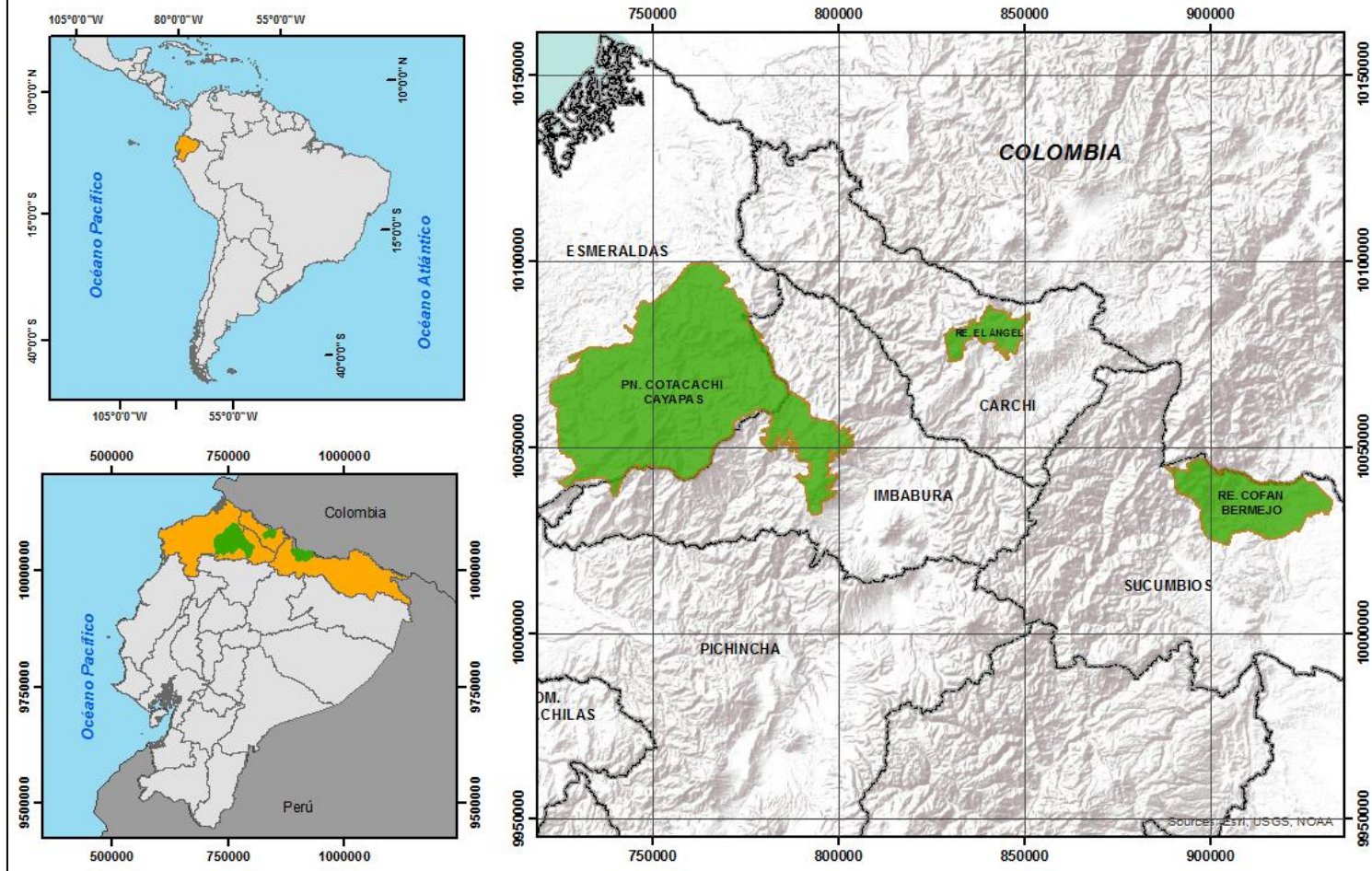
| Número de parches | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Tipos de cobertura | Año 2000 | Año 2008 | Año 2018 |
| Bosque nativo | 16 | 12 | 16 |
| Páramo | 8 | 5 | 7 |
| Pastizal | 5 | 14 | 5 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | 36 | 32 | 11 |

Anexo 2.2

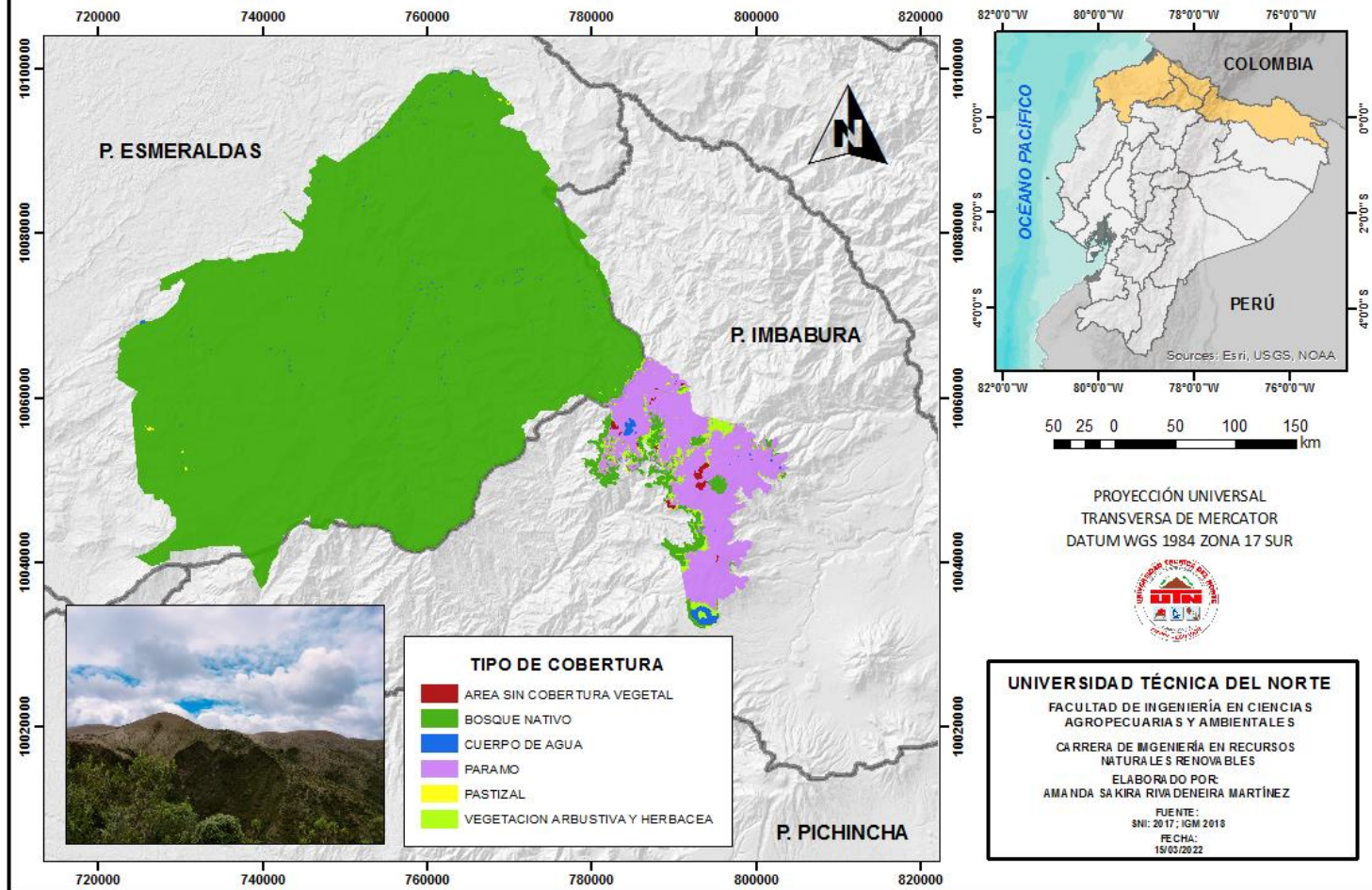
Número de parches Reserva Ecológica Cofán Bermejo

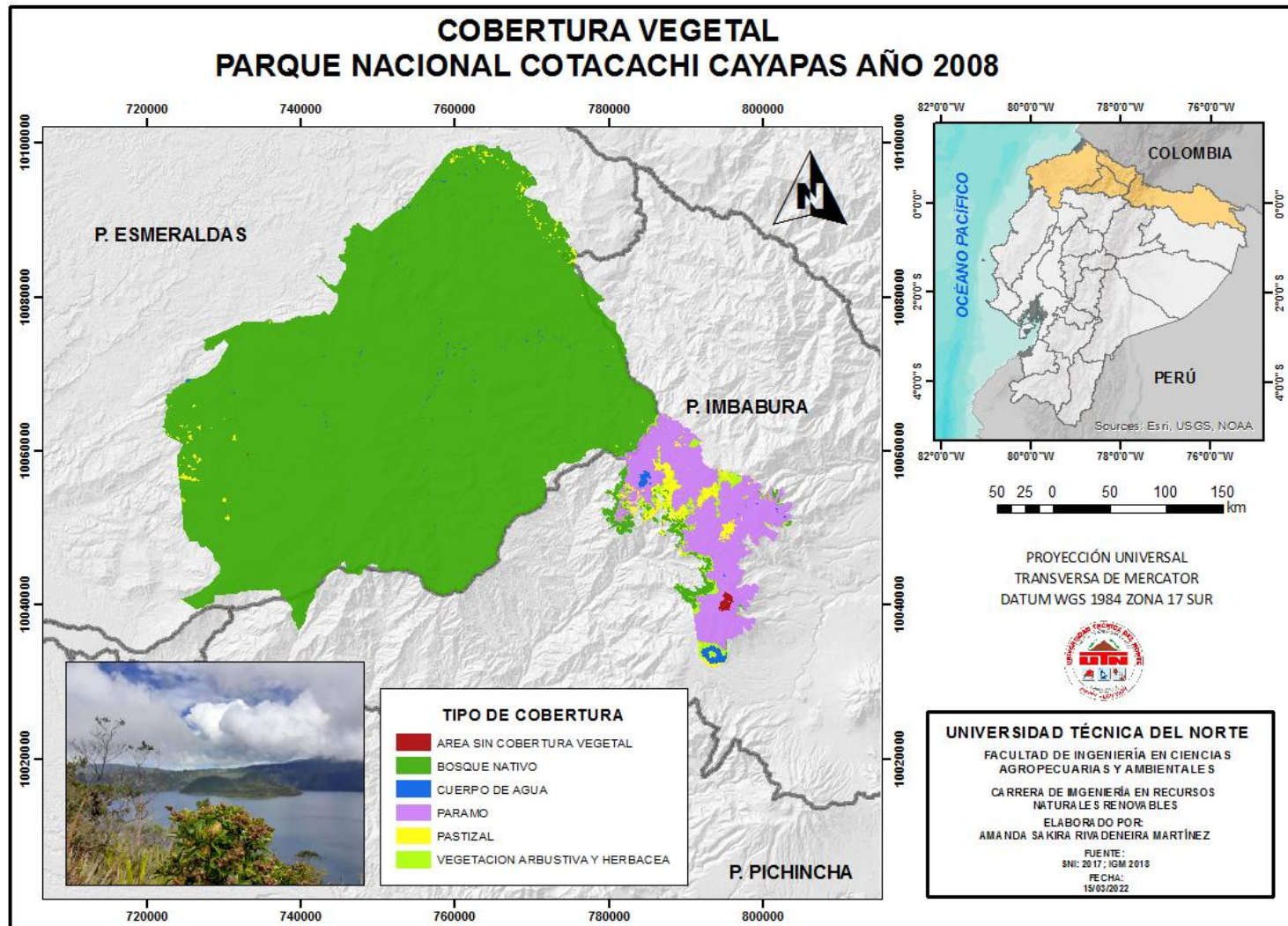
| Número de parches | | | |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| Tipos de cobertura | Año 2000 | Año 2008 | Año 2018 |
| Área sin cobertura vegetal | 3 | 1 | 14 |
| Bosque nativo | 1 | 1 | 1 |
| Pastizal | 2 | 5 | 22 |
| Infraestructura antrópica | 0 | 2 | 4 |

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

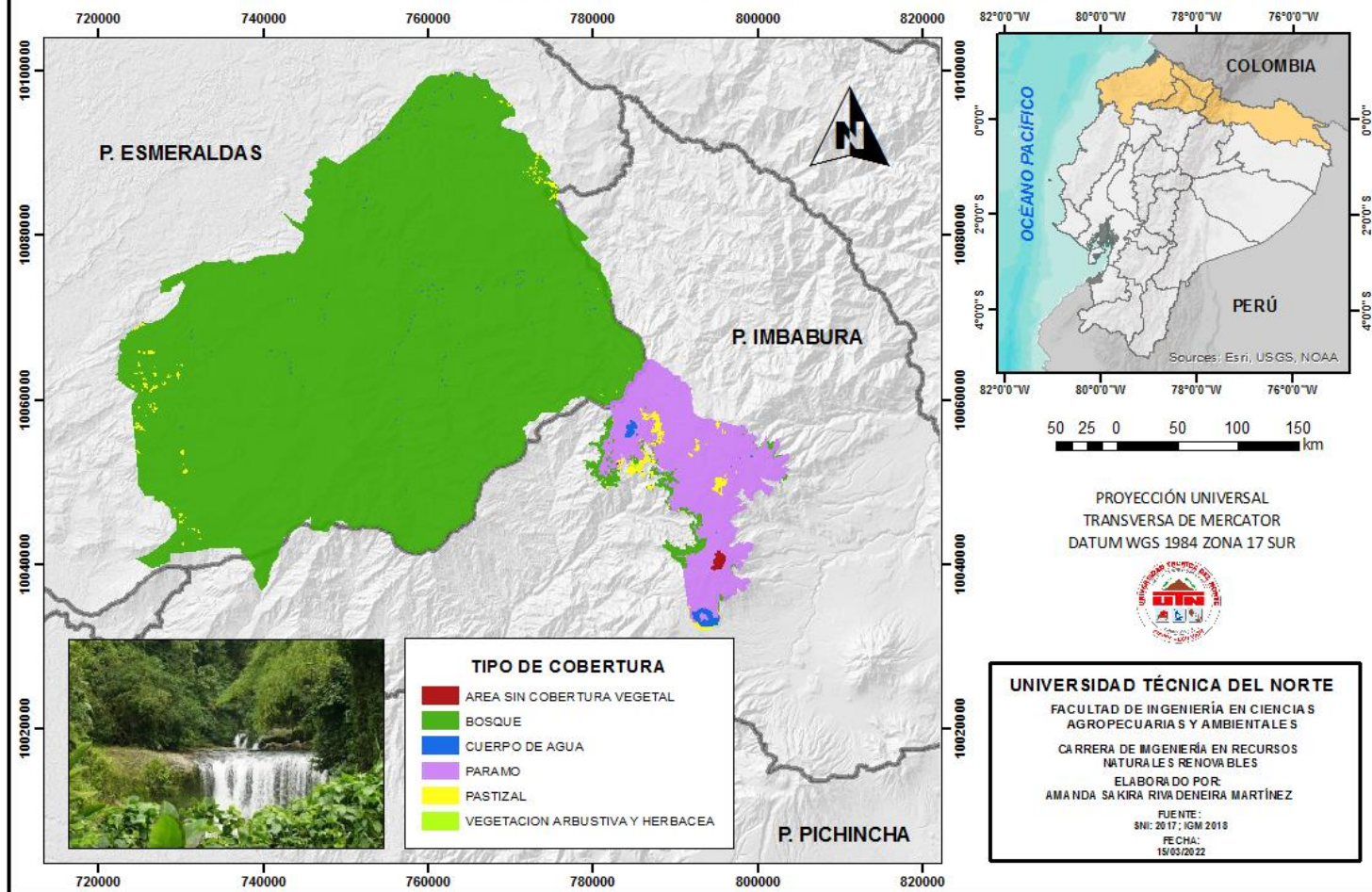


COBERTURA VEGETAL PARQUE NACIONAL COTACACHI CAYAPAS AÑO 2000

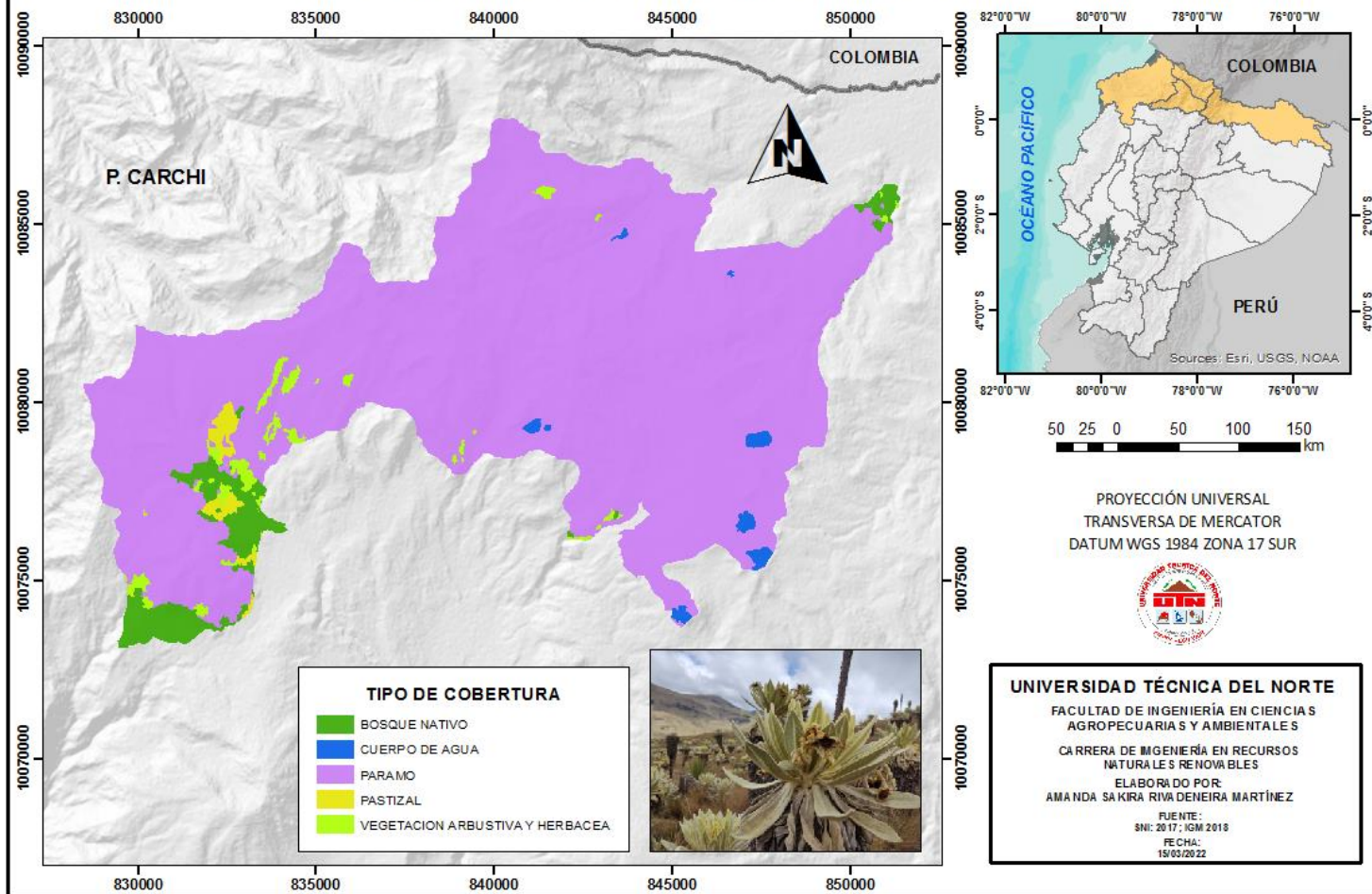


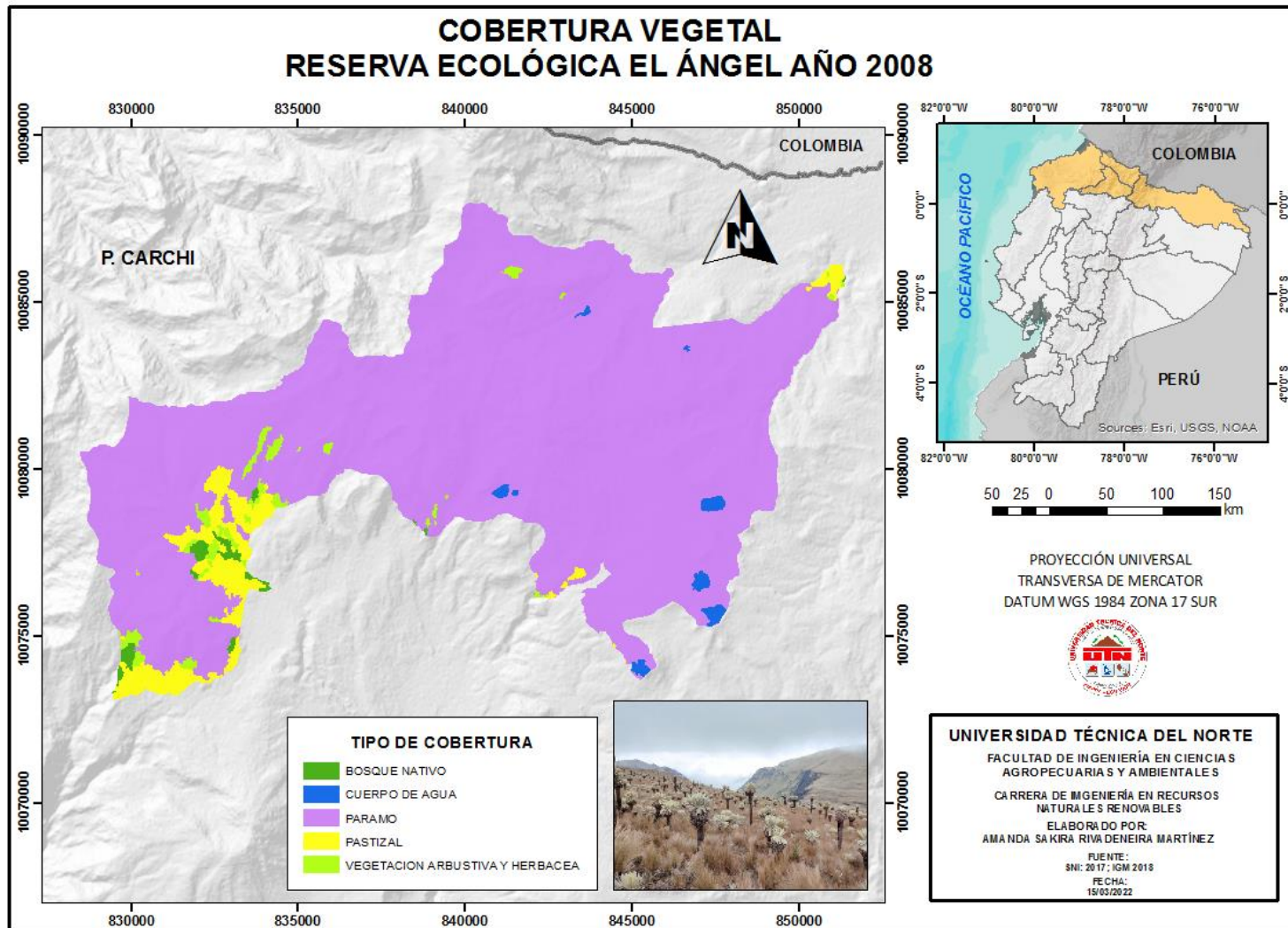


COBERTURA VEGETAL PARQUE NACIONAL COTACACHI CAYAPAS AÑO 2018

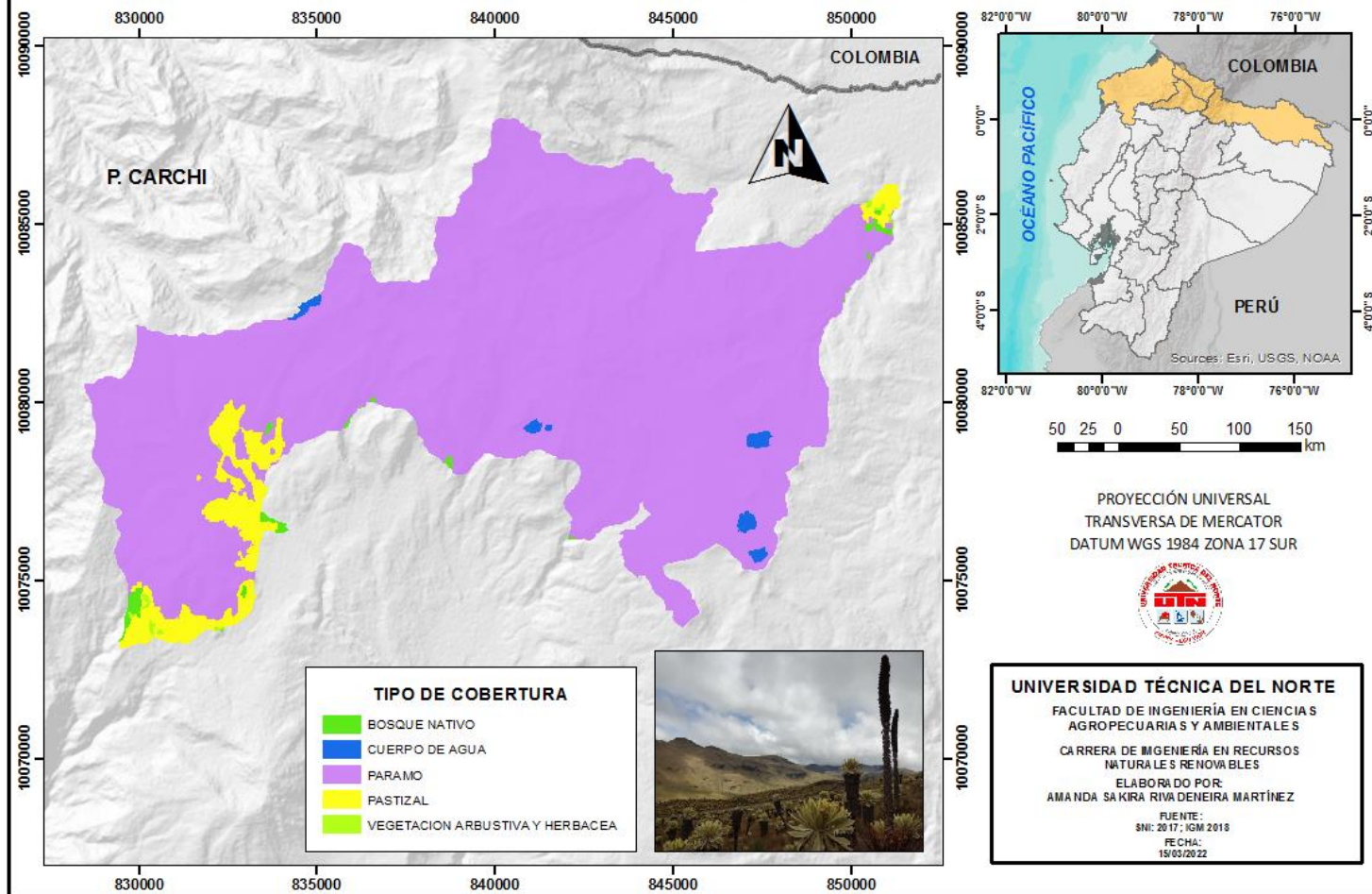


COBERTURA VEGETAL RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL AÑO 2000

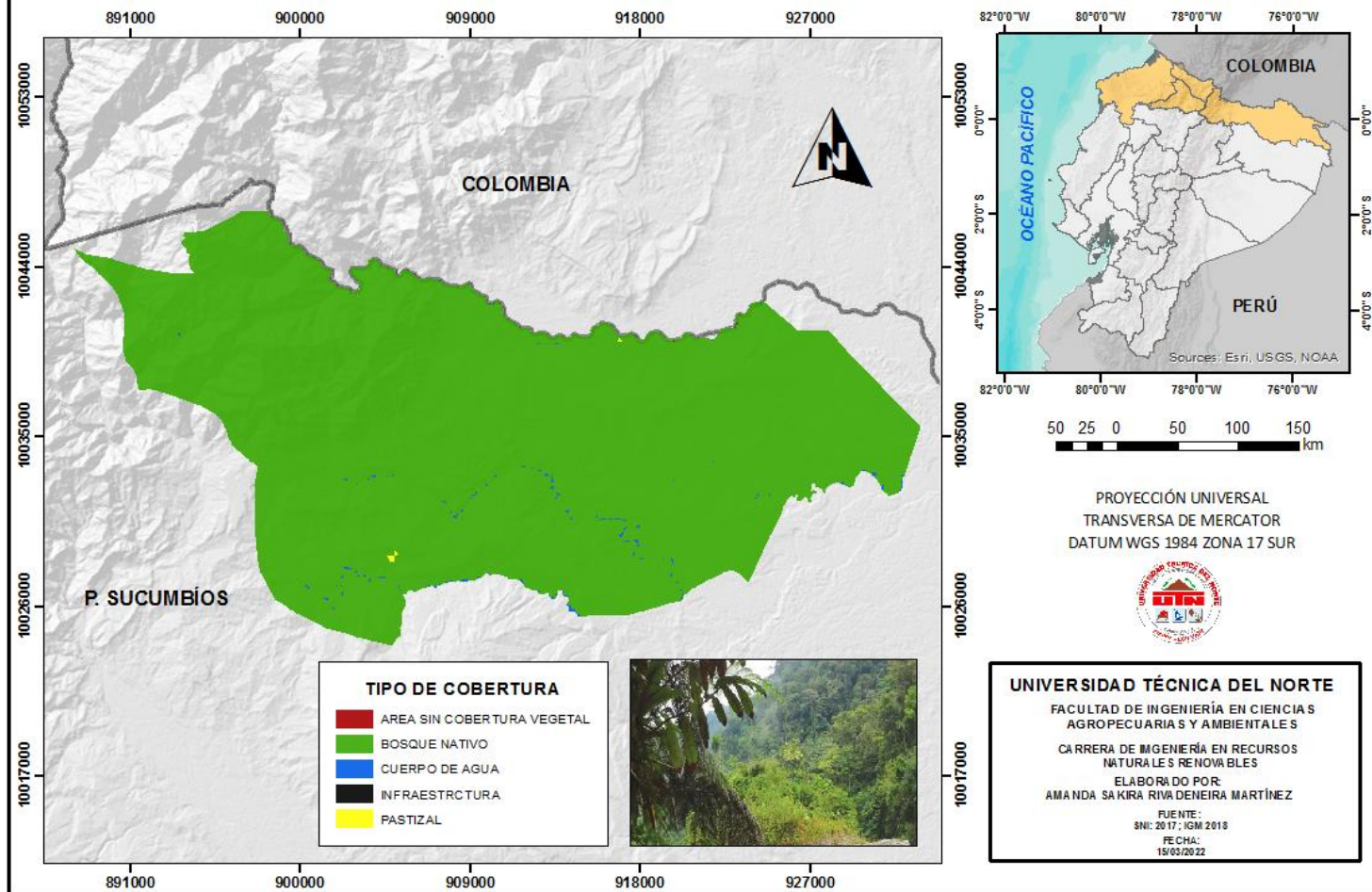


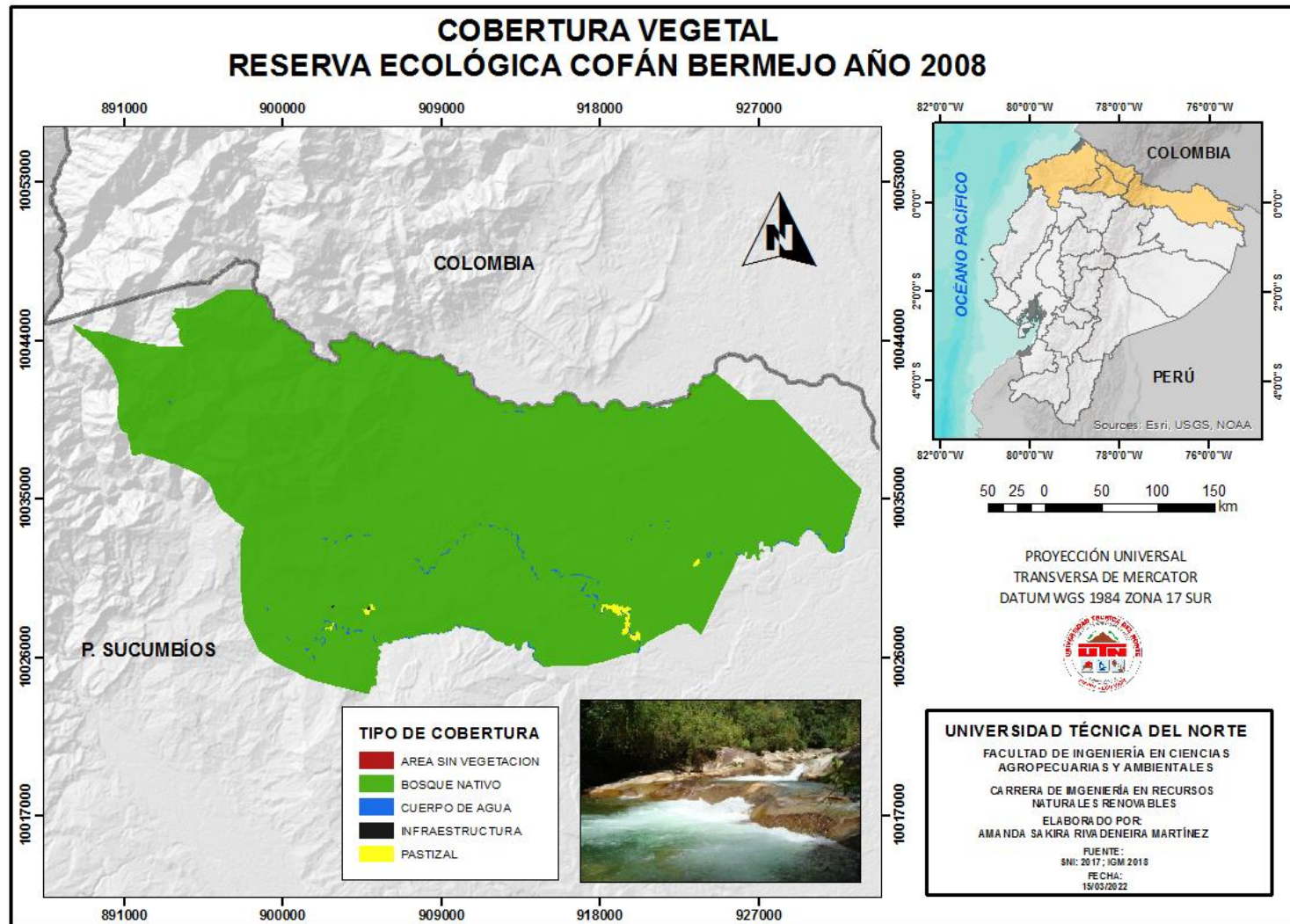


COBERTURA VEGETAL RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL AÑO 2018

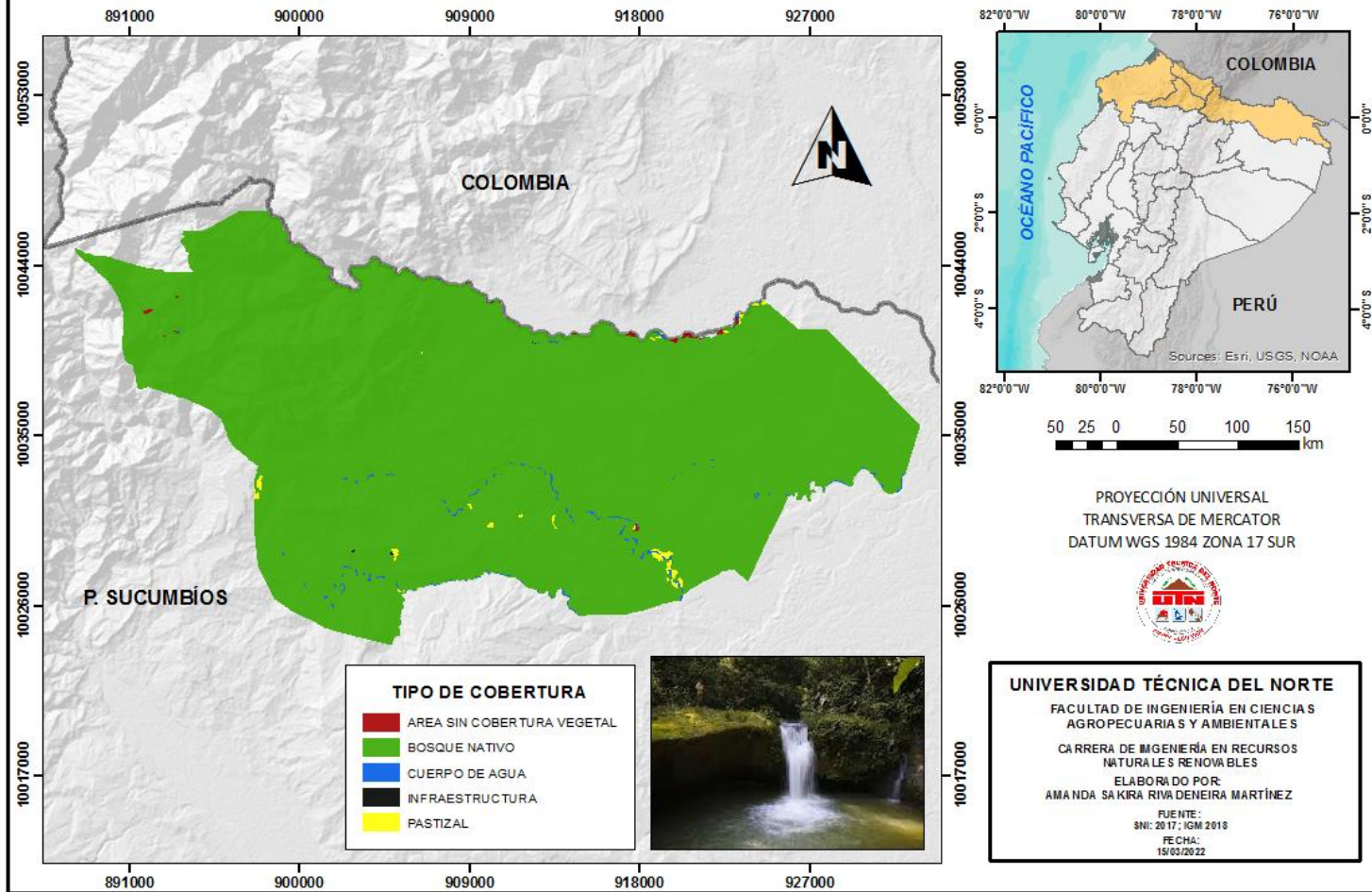


COBERTURA VEGETAL RESERVA ECOLÓGICA COFÁN BERMEJO AÑO 2000

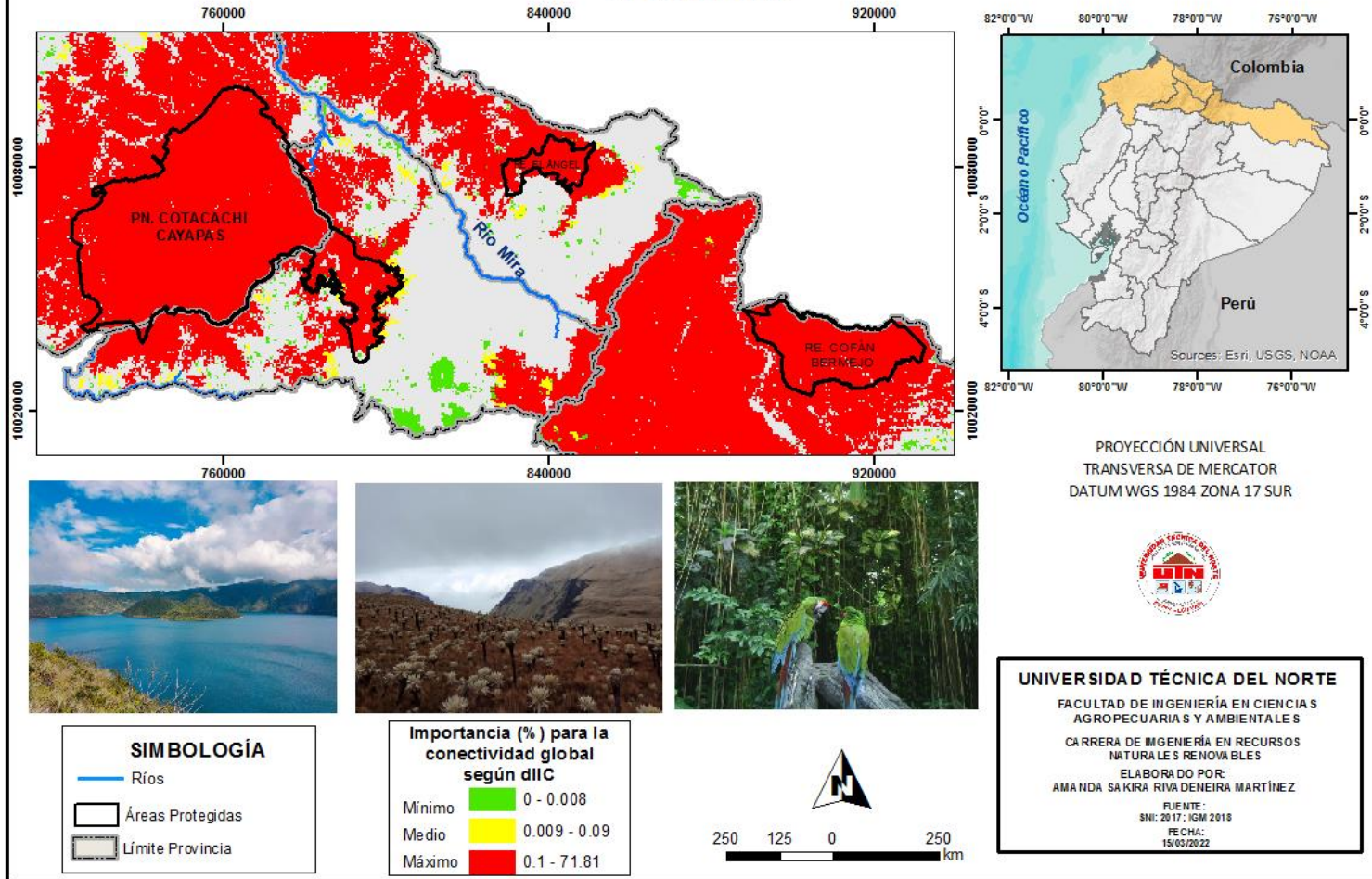




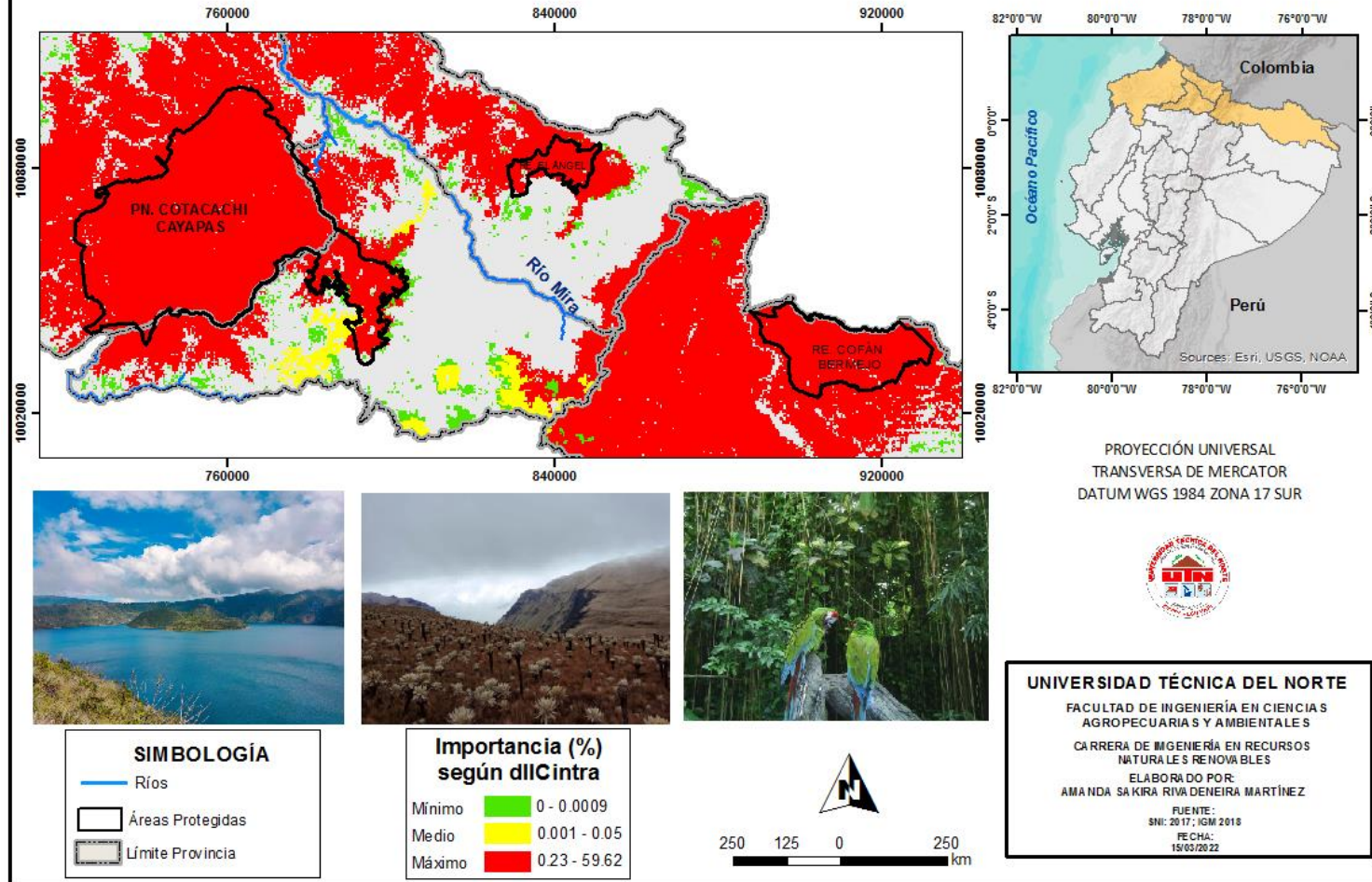
COBERTURA VEGETAL RESERVA ECOLÓGICA COFÁN BERMEJO AÑO 2018



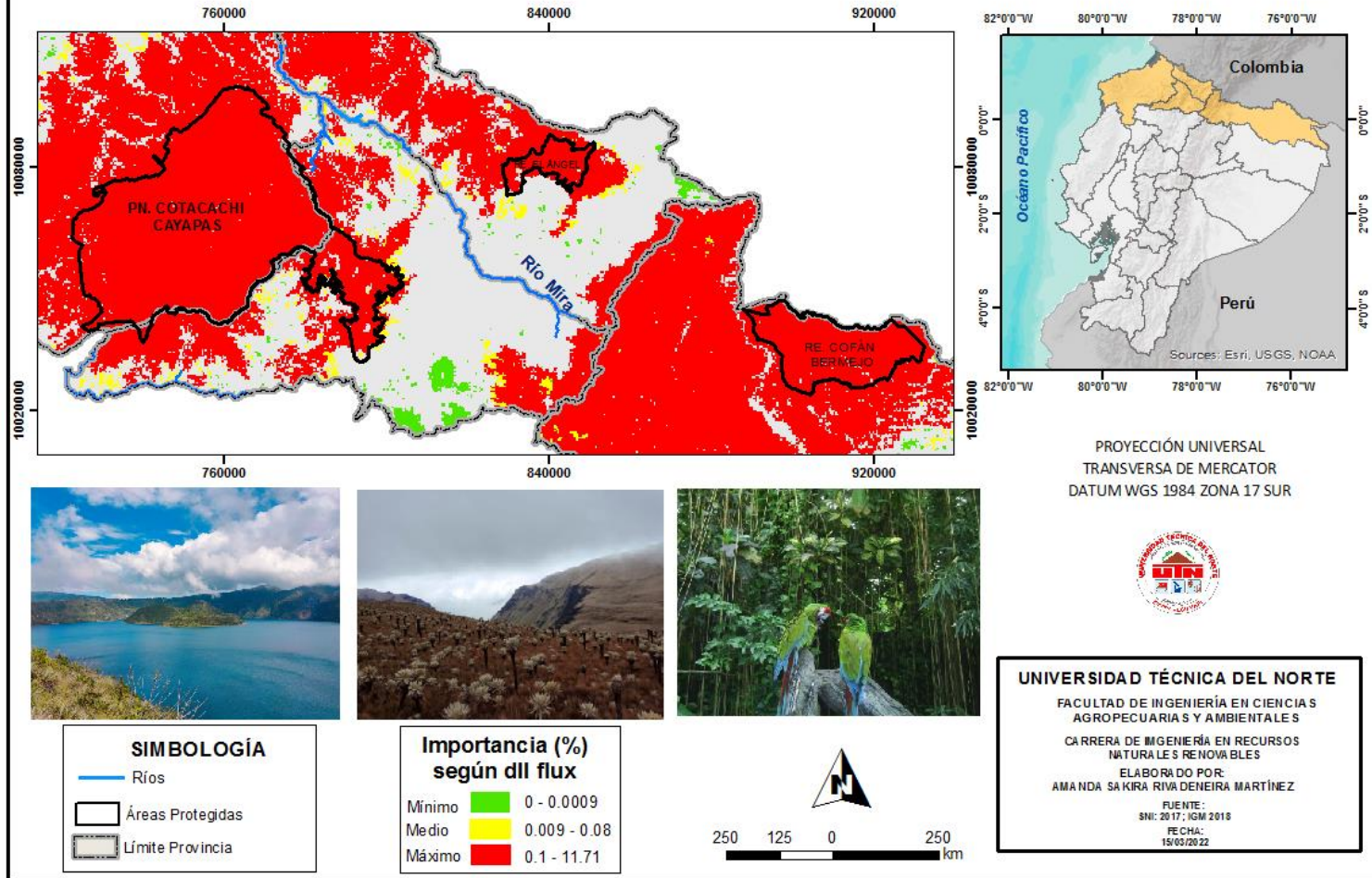
MAPA DE IMPORTANCIA (%) PARA LA CONECTIVIDAD GLOBAL SEGÚN dIIC



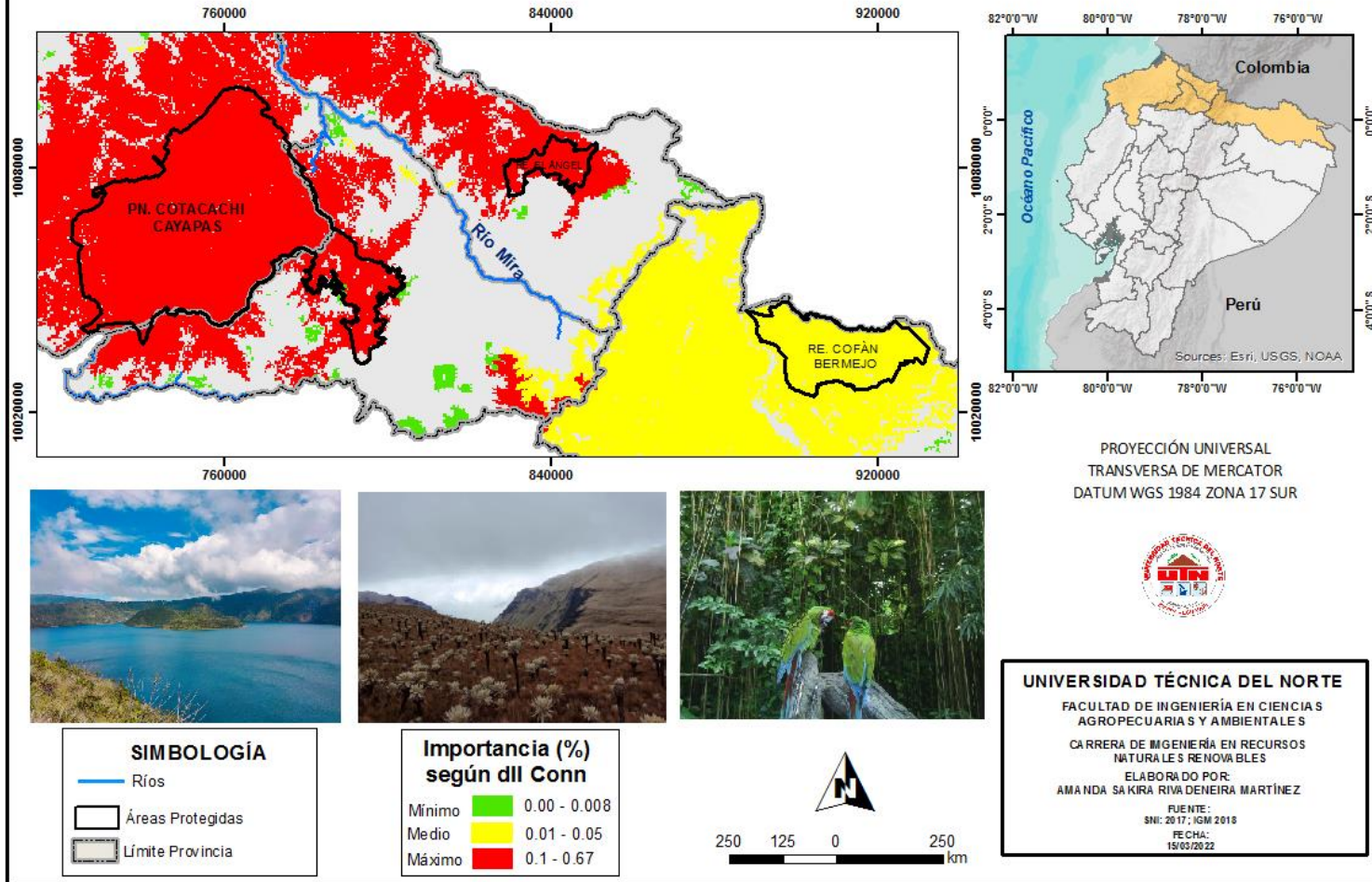
MAPA DE IMPORTANCIA (%) SEGÚN dIICintra



MAPA DE IMPORTANCIA (%) SEGÚN dliflux



MAPA DE IMPORTANCIA (%) SEGÚN dIIConn



SIMBOLOGÍA

- Ríos
- Áreas Protegidas
- Límite Provincia

Importancia (%) según dII Conn

| | |
|--------|--------------|
| Mínimo | 0.00 - 0.008 |
| Medio | 0.01 - 0.05 |
| Máximo | 0.1 - 0.67 |

