



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO**  
**PARA LA OBTENCION DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE**  
**CONSERVACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL EN EL**  
**CANTÓN DURÁN**

**AUTOR**

**RAMIREZ MEZA JONATHAN STEVEN**

**TUTOR**

**ING. JORGE ALBERTO CORONEL QUEVEDO, MSc.**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**  
**2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **JORGE ALBERTO CORONEL QUEVEDO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL EN EL CANTÓN DURÁN**, realizado por el estudiante **RAMIREZ MEZA JONATHAN STEVEN**; con cédula de identidad **N°0940537715** de la carrera **INGENIERIA AMBIENTAL**, sede matriz "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz" Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

Ing. Jorge Coronel Quevedo, MSc.

Guayaquil, 22 de noviembre del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "**DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL EN EL CANTÓN DURÁN**", realizado por el estudiante **RAMIREZ MEZA JONATHAN STEVEN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Carlos Ortega Ordoñez, M.Sc.

**PRESIDENTE**

---

Ing. Elvis Flores Abad, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Juan Guevara Vinza, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Jorge Coronel Quevedo, M.Sc.

**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 22 de noviembre del 2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro principalmente a mis padres, Alexandra Piedad Meza Herrera y Enrique Wilfrido Ramirez Sovenis, siendo pilares fundamentales en mi trayecto académico, por su apoyo incondicional, amor y fe hacia mí, que han sido la base de mi tenacidad. De igual forma a mi abuelita, Piedad Eugenia Herrera Montiel y mi hermana, Kenia Denisse Ramirez Meza, quienes me inculcaron desde pequeño los valores del aprendizaje.

A mi pareja, hermanos, amigos, colegas, vecinos del barrio por su constante aliento y convicción hacia mí. De la misma manera a mis queridas sobrinas Abby Julieth Sigua Ramirez y Paullette Meili Solorzano Ramirez por tenerme como ejemplo de sacrificio y perseverancia. Y a mi mascota Keysi, a quien estimo demasiado y cuyo recuerdo vive en mí, por la alegría y lealtad que brindó a mi vida en momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco especialmente a nuestro padre celestial Jehová, a Cristo y al Espíritu Santo por su guía, fortaleza y su protección divina en cada tramo de este camino. A mis amados padres quienes me dieron la vida, el sustento económico, el respaldo moral e incondicional. A mi maravillosa pareja Allison Andrea B., quien con su amor ha sido mi refugio y de total apoyo para mí. De igual forma a mis amistades fraternales Jordy R., Joshua J., Álvaro O., Elvia D., quienes con su granito de arena me incentivaron a no darme por vencido, a seguir adelante y a demostrar que todo se puede lograr con empeño. De la misma manera, quedo enormemente agradecido con mis amigos de la carrera universitaria Ramiro O., Olguita A., Tais Z., Isabella E., quienes me dejan grandes recuerdos y la total satisfacción del compañerismo y la amistad colectiva. Y finalmente a los docentes que formaron parte de mi crecimiento académico y me brindaron su gran aprecio, Leila Zambrano, Gabriela Andrade y Diego Muñoz quien en vida dejó la semilla del profesionalismo y jamás dejó de creer en mí.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo **RAMIREZ MEZA JONATHAN STEVEN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL EN EL CANTÓN DURÁN”** para optar el título de INGENIERO AMBIENTAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, noviembre 22 del 2024

**RAMIREZ MEZA JONATHAN STEVEN**  
**C.I. 0940537715**

**RESUMEN**

Las áreas protegidas y reservas naturales a nivel global son espacios trascendentales para todos los seres vivos por sus funciones de cuidado y protección de la biodiversidad natural, ecosistémica y cultural. La investigación surge de la degradación progresiva del ecosistema local, principalmente causada por la expansión urbana, agrícola y acuícola que impacta negativamente la biodiversidad y la cobertura vegetal en el cantón Durán, Ecuador. Por ende, el estudio se centra en la identificación de áreas prioritarias de conservación, a través de tecnologías de información geográfica (GIS) catalogados como software de mayor utilidad en la teledetección, las cuales, herramientas como SNAP y QGIS fueron utilizadas, empleando métodos de clasificación supervisada y evaluación multicriterio para seleccionar áreas potenciales de conservación a partir de criterios de presión y beneficios adaptados al área de estudio. Esto se realizó mediante el uso de cartografía oficial y el procesamiento de imágenes satelitales del año 2022 y 2023, que sirvieron para determinar el cambio de la cobertura vegetal y la delimitación de las áreas con otras características como la densidad poblacional, tipos de ecosistemas, entre otras. El resultado fue la identificación de áreas prioritarias de conservación, que en conjunto corresponden a una extensión de 969.89 ha equivalente al 3.4% del área de estudio. Por lo que la investigación ofrece una herramienta clave para la planificación ambiental en Durán y proporciona un modelo replicable en otras regiones del país con características similares.

**Palabras claves:** *Áreas prioritarias de conservación, Durán, Ecosistemas, Evaluación Multicriterio, Sistemas de información geográfica.*

## ABSTRACT

Globally, protected areas and nature reserves are essential spaces for all living beings due to their roles in the care and protection of natural, ecosystemic, and cultural biodiversity. This research originates from the progressive degradation of the local ecosystem, primarily caused by urban, agricultural, and aquaculture expansion, which negatively impacts biodiversity and vegetation cover in the canton of Durán, Ecuador. Therefore, the study focuses on identifying priority conservation areas using Geographic Information Systems (GIS), which are classified as the most useful tools in remote sensing. Tools such as SNAP and QGIS were employed, using supervised classification methods and multicriteria evaluation to select potential conservation areas based on pressure and benefit criteria, adapted to the study area. This was carried out through the use of official cartography and the processing of satellite images from 2022 and 2023, which helped determine changes in vegetation cover and delimit areas with other characteristics such as phenology, ecosystem types, land use, and more. The result was the identification of priority conservation areas, collectively covering an area of 969.89 hectares, equivalent to 3.4% of the study area. This research thus provides a key tool for environmental planning in Durán and offers a replicable model for other regions in the country with similar characteristics.

**Keywords:** *Durán, ecosystems, geographic information systems, multicriteria evaluation, priority conservation areas.*



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes del problema .....	2
1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	4
1.2.1. Planteamiento del problema. ....	4
1.2.2. Formulación del problema. ....	5
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.4. Delimitación de la investigación.....	7
1.5. Objetivo general .....	8
1.6. Objetivos específicos .....	8
1.7. Hipótesis .....	8
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Estado del arte .....	9
2.2. Bases científicas y teóricas de la temática.....	10
2.2.1. Uso de suelo.....	10
2.2.1.1. Identificación de uso de la tierra.....	11
2.2.1.2. Impactos climáticos generados por el cambio de cobertura y uso del suelo. ....	11
2.2.2. Estructura nacional de uso de la tierra para REDD+ .....	11
2.2.3. Categoría del uso de suelo .....	12
2.2.4. Mapa de uso suelo.....	13
2.2.4.1. Cobertura vegetal.....	13
2.2.5. Datos de teledetección.....	14
2.2.6. Componentes de un SIG .....	15
2.2.6.1. Productos. ....	16
2.2.6.2. Clasificación supervisada. ....	16
2.2.7. Zonas de amortiguamiento .....	17
2.2.7.1. Estructura y sistemas.....	18
2.2.8. Criterios de presión .....	21
2.2.8.1. Conversión de la cobertura.....	22
2.2.8.2. Conservación y protección. ....	22
2.2.8.3. Densidad poblacional.....	22
2.2.8.4. Áreas prioritarias de reforestación.....	23
2.2.8.5. Minería.....	23
2.3. Marco legal .....	23

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008) .....	23
2.3.2. Código Orgánico De Organización Territorial, COOTAD (2019).....	27
2.3.3. Reglamento Ley De Ordenamiento Territorial (2019).....	31
2.3.4. Reglamento Al Código Orgánico Del Ambiente, RCOA (2020).....	32
2.3.5. Ordenanza Municipal N°GADMCD-2022-005-DNM (2022).....	44
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
3.1. Enfoque de la investigación .....	47
3.1.1. Tipo de investigación. ....	47
3.1.2. Diseño de investigación. ....	47
3.2. Metodología.....	47
3.2.1. Variables.....	47
3.2.1.1. Variables Independiente. ....	47
3.2.1.2. Variables Dependientes.....	48
3.2.2. Tratamiento .....	48
3.2.3. Diseño experimental .....	48
3.2.4. Recolección de datos.....	48
3.2.4.1. Recursos. ....	48
3.2.4.2. Métodos y técnicas. ....	48
3.2.4.2.1. Análisis de información secundaria del uso de suelo y cobertura vegetal mediante tecnología de información geográfica.....	48
3.2.4.2.2. Aplicación de modelo adaptado para determinar el cambio de vegetación con metodologías de clasificación supervisada y evaluación multicriterio. ....	49
3.2.4.2.3. Identificación de áreas prioritarios de conservación a partir de la comparación de las áreas de cambio, remanente vegetal e intervención. .	51
3.2.5. Análisis estadístico.....	51
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
4.1. Análisis de información secundaria del uso de suelo y cobertura vegetal mediante tecnologías de información geográfica.....	54
4.2. Aplicación de un modelo adaptado para determinar el cambio de vegetación con metodologías de clasificación supervisada y evaluación multicriterio.....	60
4.3. Identificación de áreas prioritarios de conservación a partir de la comparación de las áreas de cambio, remanente vegetal e intervención.....	64
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>66</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>

6.1. Conclusiones .....	67
6.2. Recomendaciones.....	68
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>79</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Porcentaje CUT del cantón Durán 1990-2018.....	<b>5</b>
<b>Tabla 2.</b> Lista de impactos en los sectores de los servicios ecosistémicos.....	<b>6</b>
<b>Tabla 3.</b> Características de las imágenes satelitales.....	<b>14</b>
<b>Tabla 4.</b> Funciones de zona de amortiguamiento.....	<b>17</b>
<b>Tabla 5.</b> Criterios para la priorización de zonas de conservación.....	<b>50</b>
<b>Tabla 6.</b> Matriz de confusión.....	<b>52</b>
<b>Tabla 7.</b> Índice de Kappa.....	<b>53</b>
<b>Tabla 8.</b> Metadato: Insumos base a nivel nacional.....	<b>54</b>
<b>Tabla 9.</b> Categorización de la cobertura de suelo del Cantón Durán 2022 .....	<b>58</b>
<b>Tabla 10.</b> Metadato: Imagen satelital Sentinel-2, 2023 .....	<b>60</b>
<b>Tabla 11.</b> Categorización de la cobertura de suelo del Cantón Durán .....	<b>62</b>
<b>Tabla 12.</b> Conversión de la cobertura vegetal periodo 2022-2023 .....	<b>63</b>
<b>Tabla 13.</b> Áreas Prioritarias de Conservación .....	<b>65</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del cantón Durán.....	7
<b>Figura 2.</b> Plano de zonas de amortiguamiento en cuenca hidrográfica .....	20
<b>Figura 3.</b> Sección ilustrativa de los tipos de zonas de amortiguamientos .....	20
<b>Figura 4.</b> Mapa de delimitación del área de estudio.....	55
<b>Figura 5.</b> Ecosistema y vacío de conservación en el área de estudio.....	56
<b>Figura 6.</b> Insumos cartográficos base de Cobertura vegetal .....	57
<b>Figura 7.</b> Mapa de cobertura vegetal base (2022) .....	57
<b>Figura 8.</b> Carbono por estratos de bosque y áreas prioritarias de reforestación ..	59
<b>Figura 9.</b> Área minera y Densidad de población .....	60
<b>Figura 10.</b> Juego de bandas color natural y falso infrarrojo actual (2023) .....	61
<b>Figura 11.</b> Clasificación de la cobertura vegetal actual (2023) .....	62
<b>Figura 12.</b> Tipos de escenarios en base a su priorización.....	64
<b>Figura 13.</b> Áreas prioritarias de conservación identificadas.....	64

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N° 1:</b> Leyenda temática para cobertura y uso de tierra .....	79
<b>Anexo N° 2:</b> Clasificación supervisada con método Random Forest .....	81
<b>Anexo N° 3:</b> Datos de píxeles del filtro del administrador de pines .....	81
<b>Anexo N° 4:</b> Matriz de confusión para índice de Kappa.....	82
<b>Anexo N° 5:</b> Ponderación de criterios de presión.....	82

## 1. INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas y reservas naturales a nivel global son espacios de suma importancia para el ambiente y el entorno que nos rodea, debido a que realizan funciones de cuidado y protección de la biodiversidad natural, ecosistémica y cultural. “Desde que entró en vigor el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) en 1993, la conservación y uso sostenible de la biodiversidad ha ocupado un lugar importante en los esfuerzos nacionales e internacionales por conservar los recursos biológicos del planeta” (Díaz, 2018, p.3). Dicho esto, fortalecer el mantenimiento de los ecosistemas da gran aporte a la vida, ya que protegiendo los manantiales y evitando el suelo ser erosionado, nacen agentes descomponedores que facilitan el reúso de nutrientes que absorben los contaminantes del aire y del agua.

Chávez (2014) menciona que los ecosistemas ofrecen a la sociedad una variedad amplia de servicios de provisión, regulación, soporte y culturales. Por ello, constituyen la base para la subsistencia, así como para el desarrollo económico y social del que depende la humanidad. Es fundamental gestionarlos de forma sostenible para preservar su salud y asegurar la continuidad de los servicios ambientales que generan. Sin embargo, es importante la creación de estrategias y programas de conservación y manejo de los recursos naturales.

En consecuencia, frente a los procesos de alteración de los bosques, fue creado el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) por el Gobierno del Ecuador en 1976, con una serie de categorías de manejo. En los últimos años, la política de manejo de áreas protegidas ha evolucionado, integrando a organizaciones ecologistas no gubernamentales en los esfuerzos para proteger, preservar y conservar los recursos biológicos. Como resultado, muchas zonas forestales están ahora bajo la administración de comunidades locales y fundaciones ecológicas (Organización de los Estados Americanos, [OEA], 2000, p.122).

Por otra parte, el diseño de reservas naturales ha constituido un elemento importante en la planificación para la conservación. Esto quiere decir que los avances recientes en la comprensión del carácter dinámico de los sistemas ecológicos y la necesidad de incluir a las comunidades humanas en la planificación han requerido un marco de planificación más actualizado e inclusivo. En contexto, a través del proceso de planificación para la conservación de sitios, se obtienen productos específicos que deberían ser aplicables a sitios de cualquier escala espacial o nivel de complejidad (Granizo et al., 2013).

Desde otra perspectiva, existe una gran cantidad de especies enriquecen nuestra vida con sus formas, olores, colores, texturas y comportamientos. Según Game y Grantham (2008) menciona que “la planificación sistemática de la conservación es ampliamente considerada como ‘mejor práctica’ en la conservación, ya que facilita un proceso transparente, integral y bien argumentado en la toma de decisiones” (p.3). Por lo tanto, los bosques, estuarios y ríos que están bien conservados satisfacen nuestra necesidad de belleza y pureza.

La presente investigación busca analizar e identificar áreas prioritarias y potenciales para uso de conservación natural en el cantón Durán a través de teledetección, utilizando información secundaria aplicada a los softwares Qgis y SNAP (Sentinels Application Plataform), que, como tal, se utilizó información sentinel-2 para su procesamiento. La misma que nos permitirá valorar el paisaje actual del modelo para poder utilizarse como entrada hacia una evaluación de filtro grueso de las necesidades y oportunidades actuales de conservación potenciales a fin de medir los cambios en la extensión del área, y las necesidades y oportunidades de conservación en el futuro.

### **1.1. Antecedentes del problema**

La investigación realizada por Geneletti y Van Duren (2008) menciona que las técnicas de análisis de decisión multicriterio son aplicadas para apoyar a la zonificación del Parque Natural Paneveggio-Pale di S. Martino en Italia. Por ende, el parque se zonificó en tres niveles de protección, que van desde la estricta conservación de la naturaleza hasta la promoción del turismo y la recreación, que, como tal, se identificaron elementos espaciales mediante la participación del parque en unidades de tierra homogéneas, y posteriormente se llevó a cabo un análisis de idoneidad de la tierra basado en SIG para cada nivel de protección y luego se agregó en unidades de tierra. Por lo que, la asignación de tierras se realizó asignando un nivel de protección a cada unidad.

Un estudio realizado por Lozano et al. (2009) en el estado Aguascalientes de México, mostró avances en la identificación de áreas prioritarias para la conservación. Por lo tanto, se consideró tres criterios importantes que son el biológico (ecosistemas y especies), cultural (asentamientos prehispánicos) y el paleontológico (yacimientos fosilíferos). Para ello, se realizó un análisis con base a el programa ArcGIS 9.2, empleando mapas sobre aspectos biofísicos, Áreas Naturales Protegidas, mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite del estado de Aguascalientes, así como trabajo de campo. Se obtuvieron 29 áreas



prioritarias para la conservación, cubriendo una superficie de 43 738.20 ha, que representan el 7.7% del territorio estatal. De lograrse su implementación bajo algún esquema protección, se incrementaría la superficie protegida del Estado del 23.7% actual (que comprenden sus cuatro Áreas Naturales Protegidas) a un 31.4% del total de su territorio.

Otra investigación realizada por Ridgley y Heil (2018) indica que en el área de Izta-Popo de México está siendo amenazada por la continua expansión de la agricultura, los asentamientos urbanos, el pastoreo, la silvicultura y la recreación descontrolada. Por lo tanto, para encontrar sitios idóneos se utilizaron softwares que cuenten con el paquete IDRISI GIS, que ayudan en la clasificación de elementos geospaciales, orientadas principalmente a datos ráster. Los mapas representativos de los sitios idóneos, se emplea con el soporte de decisiones MCE herramienta disponible para la evaluación multicriterio, lo cual, incluyen la proximidad a asentamientos, a carreteras y al parque. Dicho esto, los criterios eran de dos tipos, factores y restricciones. Los factores son normalmente de naturaleza continua, como la distancia a los asentamientos, el cual se combinan mediante sumatoria ponderada, mientras que las restricciones son de carácter booleano, considerando como tal si una ubicación estaba dentro de la zona de amortiguamiento.

La investigación de Segura y Herrera (2022) sobre la identificación de la afectación en la cobertura vegetal de la zona industrial del cantón Durán combinó técnicas de teledetección y análisis estadísticos, que sustenta la utilidad de estos sistemas en proyectos que involucran cambios en el uso del suelo. Esto no solo facilita la obtención de imágenes detalladas de áreas específicas y sus coberturas, sino también la identificación de cambios y dinámica en distintos niveles. Como también lo menciona Coveña (2023) en su análisis del cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias en una parroquia de la provincia de Manabí.

Un estudio enfocado en las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad realizado por Cuesta et al. (2015) en Ecuador Continental fue diseñado para identificar las áreas más importantes para su conservación. Lo cual, se utilizó Marxan, un software algorítmico sistemático de selección de reservas para identificar áreas importantes de biodiversidad que podrían representar entre el 10% y el 20% de la distribución remanente de los sustitutos. La solución optimizada generada por Marxan incluyó el 24% (3,64 millones de ha) de la vegetación remanente de Ecuador, de la cual el 35% se encuentra dentro del actual sistema

nacional de áreas protegidas y el 13% (456 000 ha) se incluyen dentro de los acuerdos de conservación comunales y privados de Socio Bosque. Lo cual se pudo comprobar los principales déficits de conservación del PANE donde se concentraron en los Andes del Sur, la Amazonía Central y las partes Central y Sur de la llanura costera.

En el artículo de Zhiñin y Aguirre (2019) identificaron áreas prioritarias para la restauración ecológica en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. Utilizando teledetección, evaluación multicriterio y clasificación supervisada de imágenes satelitales, se determinó que el 10% de la Región Sur requiere restauración urgente. Los sitios de referencia abarcan principalmente las provincias de El Oro y Loja, y muchos se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), destacando Zamora-Chinchipe.

## **1.2.Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1. Planteamiento del problema.**

Villegas (2015) señala que el cantón Durán se encuentra en una región de manglar tropical semihúmedo, caracterizada por la presencia de esteros y áreas pantanosas que desempeñan un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio de los territorios que proporcionan servicios ecosistémicos. Además, se debe destacar que, en 2010, el Ministerio del Ambiente declaró a la Isla Santay y a la Isla Gallo, situadas en los límites del cantón, como Áreas Protegidas.

En el caso de Durán, el cantón dispone de una diversidad de recursos naturales que son fundamentales para el desarrollo del sistema socioeconómico. Sin embargo, gran parte de sus áreas naturales han sido alteradas por la ganadería, la piscicultura y las industrias camaroneras, lo que ha provocado la degradación de su cobertura vegetal, creando áreas fragmentadas y modificando el entorno para facilitar el crecimiento urbano. Esto indica la alteración del ecosistema de bosque seco, así como del ecosistema de manglar siendo evidente en todo el territorio (Gobierno Autónomo Descentralizado de Durán [GAD Durán], 2015).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal realizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado (2022) menciona que en Durán ha existido el decrecimiento de la zona agropecuaria y el incremento de la producción acuícola (camaroneras). Por lo que, actualmente, se puede identificar el aumento de la zona urbana que va desde el 3.49% hasta el 12.33% del territorio, esto se debe al desarrollo de la zona industrial y los asentamientos humanos, estos últimos en muchos casos de manera irregular (ver tabla 1).

**Tabla 1.**  
**Porcentaje CUT del cantón Durán 1990-2018**

Descripción	1990	2000	2008	2014	2016	2018
Bosque	7.46%	6.16%	4.28%	4.53%	4.56%	4.56%
Cuerpo de agua	0.56%	4.90%	17.31%	24.08%	24.12%	29.13%
Tierra agropecuaria	66.56%	73.66%	69.04%	56.05%	58.51%	51.65%
Vegetación arbustiva y herbácea	0.59%	0.33%	0.56%	4.90%	2.35%	2.34%
Zona urbana	3.49%	5.08%	8.82%	10.43%	10.47%	12.33%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Fuente:** PDOT Durán, 2022

Dicho esto, el cantón Durán pese a que cuenta con el Área Nacional de Recreación Isla Santay sitio Ramsar, se encuentra altamente intervenido por el crecimiento de asentamientos de zonas urbanas, agrícolas y acuícolas. Además, de no contar con más zonas dentro del SNAP o Socio Bosque, que permitan cuidar y preservar otros tipos de conservación natural.

### **1.2.2. Formulación del problema.**

¿Cuántas hectáreas del territorio del cantón Durán son aún aptas como área de conservación natural?

### **1.3. Justificación de la investigación**

Domínguez et al (2019) alegan que en la últimas décadas la protección y conservación del medio ambiente se ha vuelto una prioridad a nivel mundial, los recursos naturales son la mayor riqueza con la que cuenta la humanidad, la idea de un medio ambiente amenazado ha pasado a formar parte de nuestra conciencia colectiva, generando un gran debate en torno a esta problemática y desprendiéndose una gran variedad de teorías y toma de posiciones políticas con el fin de conservar y hacer uso sustentable de sus recursos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (2022), los servicios ecosistémicos hacen posible la vida humana, ya que proporcionan alimentos nutritivos y el agua limpia sobre la tierra; al regular las enfermedades y el clima, esto a su vez apoyan la polinización de los cultivos y la formación de suelos y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. Por lo tanto, la FAO apoya y promueve los servicios ecosistémicos proporcionados

por la agricultura, la ganadería, la pesca, la acuicultura, las actividades forestales y las áreas naturales, así como los servicios que benefician a estos sectores. Sin embargo, estas actividades se benefician de los servicios ecosistémicos u a su vez, los proporcionan. Lo cual, estos efectos que estos sectores producen en los servicios ecosistémicos pueden ser positivos o negativos (ver tabla 2).

**Tabla 2.**

***Lista de impactos en los sectores de los servicios ecosistémicos***

Efectos Positivos	Efectos Negativos
❖ La agricultura ofrece hábitats para las especies silvestres y contribuye a la creación de paisajes con valor estético.	❖ Los pesticidas, al igual que la uniformidad del paisaje, pueden disminuir la polinización natural.
❖ Los bosques juegan un papel crucial en la conservación de ecosistemas acuáticos saludables y en la provisión de fuentes confiables de agua limpia	❖ La deforestación y la ordenación deficiente llegan a generar un aumento de las inundaciones y los corrimientos de tierras durante los ciclones.
❖ Los excrementos animales son una fuente significativa de nutrientes y de dispersión de semillas, y ayudan a mantener la fertilidad de los suelos en los pastizales.	❖ El exceso de excrementos animales y su gestión deficiente pueden conllevar la contaminación del agua y poner en peligro la biodiversidad acuática.
❖ La acuicultura sostenible e integrada puede fortalecer la capacidad de los manglares para actuar como barreras naturales contra las inundaciones.	❖ La pesca excesiva tiene efectos devastadores en las comunidades de los océanos, ya que desestabiliza la cadena alimentaria y destruye los hábitats naturales de numerosas especies acuáticas.

**Fuente:** FAO, 2022

Guevara y Mena (2019) indican que las razones para modelar la biodiversidad junto con los servicios de los ecosistemas son simples y poderosas. Esto permite comparar patrones espaciales de biodiversidad y servicios ecosistémicos, identificando áreas que benefician tanto a los sistemas naturales como a las economías humanas, así como zonas donde estos objetivos no coinciden. También facilita el análisis de compensaciones entre biodiversidad y servicios ecosistémicos en diferentes escenarios de cambio en el uso de la tierra. Los patrones de uso del suelo que maximizan los servicios ecosistémicos no siempre promueven una mayor conservación de la biodiversidad, lo que ayuda a modelar opciones para el futuro.

El proyecto se limita en el cantón Durán teniendo como objetivo la detección de áreas de conservación natural potenciales y contribuir con información geoespacial que aporte a otros estudios dedicados a la identificación de sitios idóneos y esto a su vez ayuden a futuras propuestas viables de creación de estas y puedan ser categorizadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Por lo tanto, se pretende identificar áreas prioritarias con intención de conservación natural a partir de una zonificación en dicho cantón usando información geoespacial.

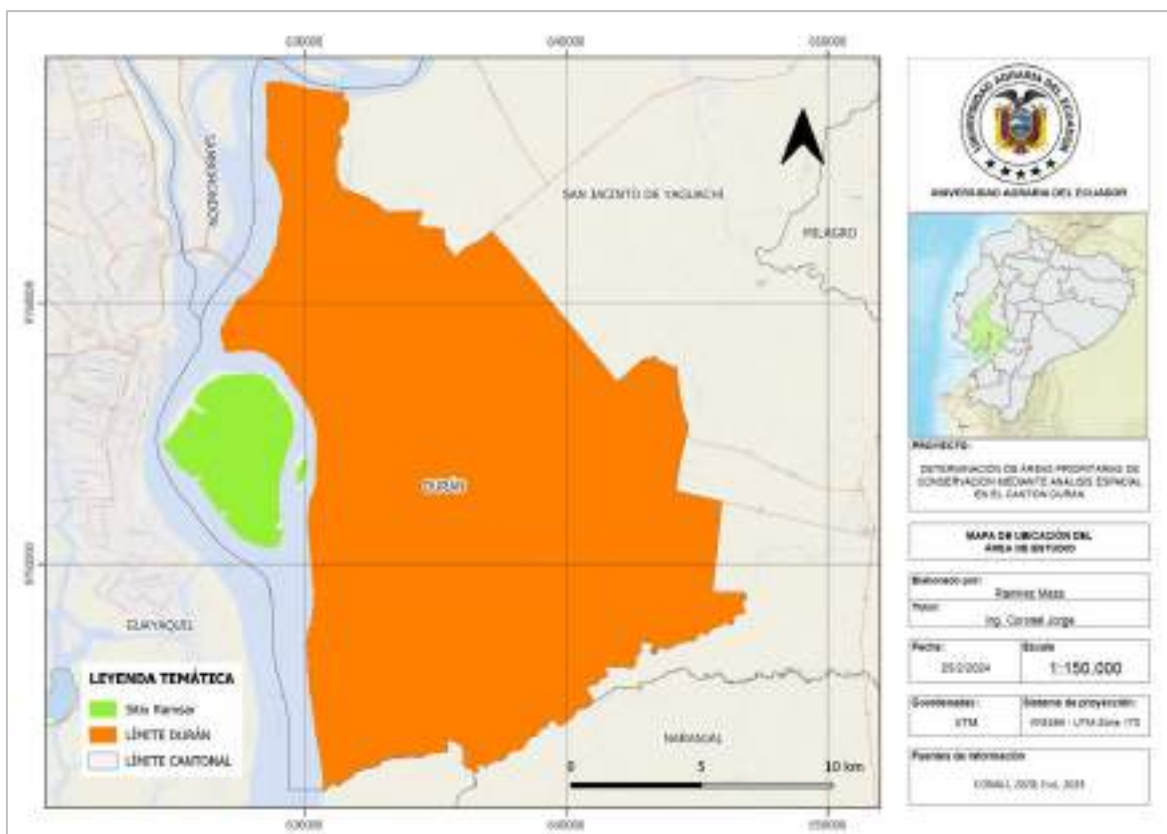
El presente estudio se realizó en base a la problemática del cantón Durán, debido a que gran parte de su naturaleza, ecosistemas y diversidad biológica se está perdiendo por el crecimiento de los asentamientos humanos que, como tal, se demuestra el incremento de la zona urbanística.

Por lo tanto, el cantón Durán se encuentra altamente intervenido y para dicha problemática, surge la posibilidad de equiparar con espacios que limiten áreas ecológicas de preservación natural a través de la recopilación de información primaria y secundaria del uso del suelo, cobertura vegetal y geomorfología del lugar. Por su parte, se utilizará softwares que posibiliten el análisis espacial. Por lo cual, a fin de llevar a cabo dicho análisis, se hará uso de la herramienta SNAP y QGIS, en el que integra variables que modelan el cambio de la cobertura vegetal en un periodo de tiempo de ocho años, estimando la extensión del hábitat y los tipos de vegetación en un paisaje, y su estado de degradación.

#### **1.4. Delimitación de la investigación**

- **Espacio:** El presente proyecto se lo realizó en el área del cantón de Durán (341,87 km<sup>2</sup>) ubicado en el centro sur de la Provincia del Guayas (ver figura 1).
- **Tiempo:** Se efectuó el proyecto en un periodo de 8 meses.
- **Población:** Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022), Durán cuenta con una población total de 303.910 habitantes.

**Figura 1.**  
***Mapa de ubicación del cantón Durán.***



**Elaborado:** El Autor, 2024

### 1.5. Objetivo general

Determinar áreas prioritarias de conservación por medio de una metodología adaptada para la cuantificación del cambio de usos y cobertura vegetal en el cantón Durán, provincia del Guayas.

### 1.6. Objetivos específicos

- Analizar información secundaria de uso de suelo y cobertura vegetal mediante tecnologías de información geográfica.
- Aplicar un modelo adaptado para determinar el cambio de vegetación con metodologías de clasificación supervisada y evaluación multicriterio.
- Identificar las áreas prioritarias de conservación a partir de la comparación de las áreas de cambio, remanente vegetal e intervención.

### 1.7. Hipótesis

El cantón Durán, a pesar de estar altamente intervenido, podría destinar al menos 5% de su territorio a zonas prioritarias de conservación.

## 2.MARCO TEÓRICO

### 2.1. Estado del arte

Guerrero et al (2016) realizaron un estudio en la porción central de la faja transvolcánica mexicana que sugiere que la identificación de posibles sitios para restauración y conservación, basada en la vegetación y la conectividad, podría complementar las áreas naturales protegidas federales (ANP) en la región. Los sitios de importancia a nivel nacional se identificaron mediante una evaluación multicriterio (EMC), tomando en consideración el tipo de vegetación presente con las variables permanencia y variación, teniendo como enfoque del fortalecimiento la red de ANP mediante la creación de corredores y elementos paisajísticos.

En el estudio de Cruz et al (2018) sobre la identificación de áreas prioritarias para la conservación (APC) en la cuenca transfronteriza del río Usumacinta, que enfrenta serias amenazas antropogénicas, también se utilizó evaluaciones multicriterio para analizar aspectos biológicos, hidrológicos y antropogénicos. Aunque el 23.7% del territorio se clasificó como APC, menos de la mitad está protegido en las 124 áreas protegidas existentes. Concluyendo que priorizar estas áreas podría mejorar el manejo regional, apoyar la protección de 30 especies vulnerables y fomentar la colaboración transfronteriza, con un potencial aumento del 4.9% en la superficie protegida en Guatemala y del 0.3% en México.

Otra investigación realizada por Arnillas et al (2011) en el área de Tumbes y Lambayeque, tuvo como resultado la identificación de un conjunto de veintidós áreas de priorización en temas de manejo de recursos naturales y de gestión territorial, cuatro en la región Tumbes y 20 en la región Lambayeque. Según el análisis, la preservación de estas áreas contribuiría significativamente a conservar más del 70% de la biodiversidad que actualmente habita en la región, que protegerían importantes áreas para la provisión de servicios ambientales.

De igual manera, López et al (2018) mencionan la importancia de las ANP en el turismo litoral de la provincia de Buenos Aires, asignando el valor social a los espacios protegidos, actual y potencial, siendo factible su desarrollo como atractivos tanto para la población local como la visitante. Destacando que, la existencia de un ANP no supone exclusivamente la conservación del patrimonio natural del espacio en cuestión, sino que es un elemento que favorece el desarrollo socioeconómico a través de la canalización de otros instrumentos de planificación económica en el marco del desarrollo sustentable.

En Ecuador González (2015) realizó un estudio para identificar y validar áreas prioritarias para la restauración forestal en la comuna Sancán, cantón Jipijapa, provincia de Manabí, donde se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica, cartografía del Ministerio del Ambiente y ortofotos para analizar 47 predios. Cabe mencionar que, el 81% de estos predios (38 en total, con 1044,17 ha) cumplieron con las directrices de priorización para la restauración forestal a pesar de que no estaban incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), ni en propuestas de restauración subvencionadas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) o el Programa Socio Bosque (PSB).

Cuesta et al (2015) explican que la identificación de prioridades y vacíos de conservación (IVPC) es un proceso que combina información ambiental y social para crear escenarios de priorización territorial. Este enfoque a diferencia de los anteriores contempla criterios de presión y beneficios ecosistémicos, como la conversión de ecosistemas, infraestructuras petroleras, mineras, densidad poblacional y más, que sirven como guía para definir acciones futuras para consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y fortalecerlo.

En la provincia de Azuay et al (2021) determinaron cinco fragmentos como las mejores áreas para la conservación para las especies *A. p. aequatorialis* y *C. aequatorialis* que representaron en conjunto un 16% del área de estudio y un 45% de los bosques nativos adecuados remanentes. A partir de una EMC con dos modelos: uno restrictivo, que excluyó áreas intervenidas, y otro no restrictivo, que consideró la disponibilidad de nicho y el cambio climático hasta 2050. Además, se planteó el análisis del impacto de las concesiones mineras en el área, estimando que podrían fragmentar el polígono 2 en dos grandes segmentos, reduciendo su superficie en un 21%, y casi eliminando el polígono 5, donde las concesiones mineras representan el 89% de su área.

## **2.2. Bases científicas y teóricas de la temática**

### **2.2.1. Uso de suelo**

Rodríguez (2022) menciona que se entiende por uso del suelo la ocupación de éste por cualquier actividad. El uso del suelo sobre un territorio es una fiel expresión de la relación entre el hombre con el medio que lo rodea. Los usos del suelo tienen gran interés científico, por un lado, interesa conocer cómo eran en el pasado, cuál es su distribución actual, cuál es su dinámica, su evolución y por otro lado interesa conocer si esta distribución es funcional, si el sistema territorial objeto



de estudio es estable, es el deseable o por el contrario no es sostenible, además, esta variable es utilizada como indicador ambiental.

Es una variable que puede reflejar la presión del hombre en el medio, la calidad del medio y recursos naturales y medir cual es el esfuerzo social y político en materia medioambiental. Por lo tanto, al analizar esta variable se puede valorar cual ha sido el resultado de una determinada política de ordenación y permitirá la formulación de políticas y seguimiento y evaluación de estas (Rodríguez, 2022).

#### **2.2.1.1. Identificación de uso de la tierra.**

Patiño (2015) señala que, aunque la cobertura terrestre y el uso del suelo están relacionados, no son idénticos. Un desafío importante en el mapeo del uso del suelo es vincular las coberturas terrestres, identificadas a partir de imágenes satelitales, con los usos reales en el terreno. Esto requiere la colaboración de expertos en teledetección con conocimientos específicos del campo, como administradores de tierras, científicos y personal gubernamental, para clasificar y determinar los usos del suelo. Para un análisis adecuado del costo de oportunidad a nivel nacional, se puede utilizar una estructura jerárquica del uso del suelo.

#### **2.2.1.2. Impactos climáticos generados por el cambio de cobertura y uso del suelo.**

Alvarado y Mainato (2021) determinan que en la actualidad uno de los efectos que principalmente ocasiona un cambio dentro del uso del suelo, y la tala de especies forestales, sigue siendo el creciente impacto que se genera dentro del cambio climático, puesto que logra generar modificaciones dentro de la ecología del planeta, como dentro de la atmosfera, esto se debe del aumento de la concentración de gases, principalmente del CO<sub>2</sub>, puesto que este se encuentra dentro de las especies vegetativas lo que provoca su emanación hacia la atmosfera. También existen desventajas a nivel sectorial o local, ya que, al haber precipitaciones de manera continua, estas pueden provocar el arrastramiento de la capa superficial del terreno, generando o aumentando los niveles de erosión del terreno, así este efecto repercute alterando las concentraciones de humedad o los niveles de temperatura.

#### **2.2.2. Estructura nacional de uso de la tierra para REDD+**

Kowler et al (2015) expresan que un paso inicial para desarrollar una estructura nacional de uso de la tierra es identificar el estado actual del mapeo del uso de la tierra en el país. Dado que muchos países ya tienen una estructura nacional para el uso del suelo, es crucial revisar la bibliografía y obtener los mapas

existentes. Si estas estructuras no están disponibles para el proyecto de análisis de costo de oportunidad, es necesario buscarlas.

La consideración principal para desarrollar una estructura nacional de clasificación del uso del suelo adecuada para el análisis de costo de oportunidad es asegurar la compatibilidad de las resoluciones en la información sobre el uso del suelo, datos económicos y sobre el carbono. Un esquema de clasificación efectivo debe reflejar la variación en los niveles de carbono y rentabilidad a lo largo del paisaje y el país (Kowler et al, 2015).

La variación es causada por muchos factores, incluyendo:

- 1) Clima agroecológico y/o zonas topográficas,
- 2) Suelos, deben considerarse los siguientes:
  - Humedales, turba, manglar, suelos volcánicos con altas pérdidas potenciales de C.
  - 'Suelos pobres' de baja rentabilidad, pero con potencialidad de aumento de reservas de C.
- 3) Límites políticos, institucionales y de gestión (zonas agrícolas y forestales, sistemas de tenencia, etc.),
- 4) Condiciones de accesibilidad de la infraestructura de transporte (por ejemplo, caminos pavimentados, caminos de tierra, ríos, etc.),
- 5) Usos anteriores d la tierra que pueden afectar su fertilidad y el contenido de carbono.

### **2.2.3. Categoría del uso de suelo**

White y Minang (2011) señalan que el número de categorías seleccionadas depende de varios factores: la disponibilidad de datos geográficos y su análisis, la capacidad para identificar diferencias en la cobertura terrestre en imágenes de teledetección (resolución de imagen), la disponibilidad de datos sobre carbono y la rentabilidad de los usos del suelo, así como el nivel de detalle requerido para el análisis del costo de oportunidad. Estos factores resaltan la necesidad de contar con un equipo multidisciplinario que tenga una comprensión sólida de los análisis de costo de oportunidad en el contexto de los programas REDD+.

Si una clase de uso de la tierra no representa en forma precisa un uso de la tierra en términos de reserva de carbono o de rendimientos netos, se necesitará dividir tales usos en subclases. Dentro de una misma categoría de cobertura terrestre, las propiedades o usos del suelo pueden variar, y los rendimientos netos pueden diferir según la accesibilidad y la ubicación. La rentabilidad de la misma

cosecha puede variar según se produzca cerca o lejos del mercado (White y Minang, 2011).

#### **2.2.4. Mapa de uso suelo**

Un mapa sobre los usos del suelo es una representación cartográfica temática que muestra las distintas formas de ocupación del territorio a través de varias categorías predefinidas. Al actualizarse periódicamente, este tipo de mapa permite obtener indicadores relacionados con la dinámica socioeconómica y ambiental de una región. La cartografía se clasifica en cartografía base y temática. La cartografía base sirve de apoyo a la temática, que se enfoca en representar un tema específico (una variable espacial particular) de carácter social, físico, político, cultural o geográfico. Aun así, la cartografía temática se representa con ayuda de un mapa base (Bozzano et al, 2008).

Este apartado presenta un panorama general de las técnicas de teledetección (TD) y de los desafíos relacionados en el desarrollo de mapas de uso de la tierra para el análisis del costo de oportunidad (Bozzano et al, 2008).

##### **2.2.4.1. Cobertura vegetal.**

Rodríguez et al (2015) demuestran que la cobertura vegetal es un indicador importante de las condiciones biofísicas. En regiones donde se produce menos biomasa, como las áreas semiáridas o los terrenos con suelos erosionados y degradados, los cultivos de cobertura resultan beneficiosos porque:

- Protegen el suelo durante los períodos de barbecho.
- Movilizan y reciclan los nutrientes.
- Mejora la estructura del suelo
- Rompe las capas compactadas y suelas de compactación.
- Permiten una rotación en un sistema de monocultivo.
- Pueden usarse para controlar malezas y plagas.

Los cultivos de cobertura se emplean durante los períodos de barbecho, entre la cosecha de los cultivos comerciales y la siembra de los nuevos, aprovechando la humedad restante en el suelo. Su crecimiento se detiene antes de sembrar el próximo cultivo o después de la siembra, pero antes de que empiece la competencia entre ambos cultivos. Los cultivos de cobertura dinamizan la producción agrícola, pero a su vez presentan algunos desafíos (Rodríguez et al, 2015)

Los cultivos de cobertura son útiles para:

- Proteger el suelo cuando no está cultivado.
- Proveer fuentes adicionales de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo.
- Reciclar los nutrientes (especialmente el fósforo y el potasio) y movilizarlos en el perfil del suelo con el fin de facilitar su disponibilidad para los siguientes cultivos.
- Funcionar como una "labranza biológica" del suelo: las raíces de ciertos cultivos, en particular las de crucíferas como el rábano oleaginoso, tienen una estructura pivotante que les permite atravesar capas compactas o densas, lo que mejora la capacidad del suelo para permitir la infiltración de agua.
- Utilizar los nutrientes fácilmente lixiviables (especialmente el nitrógeno).

### 2.2.5. Datos de teledetección

Una opción de datos satelitales son las imágenes de alta resolución tales como IKONOS y Quickbird. No obstante, tales datos de teledetección se vuelven más costosos con unidades mínimas de mapeo menores y requieren una potencia informática importante para poder administrar grandes cantidades de píxeles pequeños. Adicionalmente, la cobertura geográfica de imágenes de alta resolución es limitada, especialmente en muchas áreas de los trópicos, Marinelli (2022).

En cambio, las imágenes de baja resolución se encuentran ampliamente disponibles a un bajo costo. Por ejemplo, las imágenes MODIS tienen una resolución espacial de 250m y pueden descargarse libremente desde Internet. Sin embargo, la baja resolución dificulta la distinción de clases. Este problema se agrava en los trópicos húmedos, donde los paisajes a menudo contienen parcelas agrícolas pequeñas (Marinelli, 2022).

Por lo tanto, como indica Marinelli (2022) la información de teledetección proviene de diferentes fuentes, cada una de ellas con resolución, frecuencia y costo únicos. Por lo que se prescribió las características de estos datos (ver tabla 3).

**Tabla 3.**  
**Características de las imágenes satelitales.**

Satélite	Sensor	Resolución (Espacial)	Ciclo de órbita	Costo de imagen
TERRA	MODIS	250 m	2 días	Bajo
		500 m		
		1000m		

LANDSAT 7	ETM+	15 m (185 km) 30 m (185 km)	16 días	Intermedio
DMC II		32 m (80x80 km)	1 día	Intermedio
SPOT 1-3	XS	20 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	PAN	10 m (60x60 km)		
	XS	20 m (60x60 km)		
SPOT 4	PAN	10 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	VGT	1 (2000 km)		
SPOT 5	HRS	10 m (60x60 km)	26 días	Intermedio
	HRG	5 m (60x60 km)		
TERRA	ASTER	15 m 30 m		Intermedio
IRS-C	Pan	5.8 m (70 km)	24 días	Intermedio
	LISS-III	23 m (142 km)		
IKONOS	PAN	1 m (min10 x 10 km)	3 días	Ato
	MS	4 m (min10 x 10 km)		
QUICKBIRD		2.5 m (22x22 km) 61 cm (22x22 km)	3 días	Alto
ALOS	PRISM	2.5 m (70 km)		
	AVNIR2	10 m (70 km)	46 días	High
	PALSAR	10 m (70km)		

#### Nota

Fuente: GOFC-GOLD, 2010

#### 2.2.6. Componentes de un SIG

Según Alvarado y Mainato (2021), menciona que, en el año 2010, Chuvieco designa los siguientes elementos, los cuales se deben encontrar dentro de un de un sistema de Teledetección:

- **Fuente de Energía:** Como un tipo de energía, el sensor que la capta recibirá radiación electromagnética. Puede ser pasivo, como la luz solar, o puede estar activo. Capta el reflejo después de que el sensor lo emite (por ejemplo, radar) (Alvarado y Mainato, 2021).
- **Cubierta Terrestre** Son los rasgos naturales o realizados por el hombre tales como la vegetación, el suelo, las rocas, o edificaciones antrópicas, etc.) que refleja la señal hacia el sensor (Alvarado y Mainato, 2021).
- **Sistema Sensor:** Está formado por el propio sensor (cámara, radar, etc.) y la plataforma (satélite, avión, globo) que lo aloja. Su tarea es capturar energía que envía la cobertura terrestre además de respaldarla o enviarla directamente al sistema receptor (Alvarado y Mainato, 2021).

- **Sistema de Recepción:** Es un sistema que recibe información del sistema sensor, la guarda en un formato adecuado y es capaz de distribuir a los usuarios, (Alvarado y Mainato, 2021).
- **Intérprete:** Persona que utiliza tecnología y procedimientos visuales o digitales para convertir datos en información sobre temas de interés (agricultura, silvicultura, geografía, catastro, medio ambiente, militar, etc.) (Alvarado y Mainato, 2021).

#### 2.2.6.1.Productos.

Martínez (2020) explica mediante el procesamiento geométrico y radiométrico a partir de la imagen original se logran obtener algunos productos derivados, que pueden interesar y ser de gran utilidad para la variedad de proyectos, estos pueden ser:

- **Imágenes georreferenciadas:** Teniendo disponible la imagen original se le asignan coordenadas en el sistema de referencia geodésica de preferencia, una proyección UTM y el área correspondiente, por lo que se puede cubrir con capas de mapas u otros sistemas de información disponibles (Martínez, 2020).
- **Fusiones:** También es posible combinar entre imágenes pancromáticas y multiespectrales capturadas por el mismo satélite para obtener una única imagen, la cual posee una mayor resolución espacial de imágenes pancromáticas y la agregación de bandas en la imagen multiespectral (Martínez, 2020).
- **Combinaciones de bandas y realces:** con el fin de mejorar la visualización y claridad de la imagen, se pueden realizar distintas combinaciones de bandas, y la imagen se vera de diferentes colores, de esta manera se evidencia la mejora de brillo y contraste de la imagen satelital (Martínez, 2020).

#### 2.2.6.2. Clasificación supervisada.

Se basa en el conocimiento previo de las coberturas y estadísticas asociadas a cada clase espectral de la imagen, y consta de dos etapas: entrenamiento y asignación. En la primera etapa, el investigador lleva a cabo un análisis general de las áreas a examinar, identificando patrones de forma y color relacionados con cada clase. Luego, entrena el conjunto de píxeles para cada clase identificada, creando una descripción numérica de las características espectrales de las bandas que

permiten distinguir los grupos de píxeles pertenecientes a la misma clase mediante la generación de firmas espectrales (Farias et al, 2018).

Los algoritmos de clasificación automática se dividen en dos tipos: paramétricos y no paramétricos. El algoritmo de máxima verosimilitud pertenece a la categoría paramétrica, ya que asume que los datos siguen una distribución normal o gaussiana (Farias et al, 2018).

### **2.2.7. Zonas de amortiguamiento**

Las zonas de amortiguamientos para conservación suelen ser franjas de vegetación incorporadas al paisaje que pueden influenciar en los procesos ecológicos y proveernos una variedad de bienes y servicios. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2019) “La zona de amortiguamiento es un instrumento para el manejo de la biodiversidad. Estas zonas son adyacentes a las áreas de importancia para la conservación o con algún manejo ambiental”.

Por otro lado, Bentrup (2008) menciona que las zonas de amortiguamiento para conservación mejoran las condiciones de los recursos mediante la depuración de ciertas funciones del paisaje. Las principales necesidades que el diseño de zonas de amortiguamiento puede atender y sus funciones asociadas (ver tabla 4). Por lo tanto, la mayoría de las zonas de amortiguamiento desempeñan más de una función establecidas. El diseño de las zonas de amortiguamiento debe tomar en cuenta las funciones previstas e imprevistas que podrían ser o no deseables.

Se pueden utilizar sistemas de información geográfica (SIG) para identificar sitios adecuados para zonas de amortiguamiento. Al analizar los factores del sitio necesarios para lograr una función específica en el paisaje, es posible identificar las ubicaciones más adecuadas donde un objetivo determinado puede ser alcanzado mediante la implementación de una zona de amortiguamiento. Dado que los SIG son especialmente útiles para identificar ubicaciones donde una zona de amortiguamiento puede ser multifuncional (Blanes et al, 2003).

**Tabla 4.**

#### ***Funciones de zona de amortiguamiento***

Enfoque y objetivos	Funciones de una zona de amortiguamiento
Calidad del agua	
Reducir la erosión y escorrentía de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes potenciales.	Desacelerar el agua de escorrentía y mejorar la infiltración
Retirar contaminantes del agua de escorrentía y del viento.	Atrapar contaminantes en la escorrentía superficial
Biodiversidad	Atrapar contaminantes en el flujo subsuperficial
Mejorar el hábitat terrestre	Estabilizar el suelo y reducir erosión de riberas.
Mejorar el hábitat acuático	Aumentar el área del hábitat
	Proteger hábitats sensibles
	Restaurar la conectividad

---

	Aumentar el acceso a recursos Proyectar sombra en riachuelos para mantener la temperatura
Suelos productivos Reducir la erosión del suelo Aumentar la productividad del suelo	Reducir la energía del agua de escorrentía Reducir la energía eólica Estabilizar el suelo Mejorar la calidad del suelo Retirar contaminantes del suelo
Oportunidades económicas Proveer fuentes de ingreso Aumentar la diversidad económica Aumentar el valor económico	Generar productos comercializables Reducir el consumo de energía Aumentar el valor de la propiedad Proveer fuentes de energía alternativas Prestar servicios de ecosistema
Protección y seguridad Proteger contra el viento o la nieve Aumentar el control biológico de plagas Proteger contra aguas de inundación Crear un ambiente seguro Estética y calidad visual Mejorar la calidad visual Controlar los niveles de ruido Controlar los contaminantes del aire y los olores indeseables	Reducir la energía eólica Modificar el microclima Mejorar el hábitat para depredadores de plagas Reducir los niveles de las aguas de crecidas y la erosión Reducir riesgos  Mejorar el interés visual Ocultar las vistas indeseables Atenuar el ruido indeseado Filtrar los contaminantes del aire y los olores indeseables Separar las actividades humanas
Recreación al aire libre Promover recreación basada en la naturaleza Utilizar zonas de amortiguamiento como senderos recreativos	Aumentar el área natural Proteger las áreas naturales Proteger el suelo y las plantas Proveer un corredor para movimiento Mejorar la experiencia recreativa

---

## Nota

Fuente: USDA, 200

### 2.2.7.1. Estructura y sistemas.

Astorga et al (2007), mencionan que las características estructurales de una zona de amortiguamiento tales como tamaño, forma y estructura de la vegetación determinan en gran parte cuán bien una zona de amortiguamiento es capaz de funcionar en una ubicación dada. Los planificadores pueden manejar estas variables para lograr los objetivos deseados. Los lineamientos en esta publicación tratan muchas de estas consideraciones de diseño y gestión.

Por lo tanto, el diseño de zonas de amortiguamiento cumple con la necesidad de lograr varios objetivos: los de los propietarios individuales de tierras, los de la comunidad y los del público en general. Frecuentemente, es necesario abordar varios objetivos utilizando múltiples zonas de amortiguamiento con diseños



variados en diferentes ubicaciones, formando así un sistema de zonas de amortiguamiento. El resultado de este enfoque se conoce como plan de paisaje.

Un proceso típico de planificación incluye los pasos siguientes:

- Identificación de problemas y oportunidades
- Determinación de objetivos
- Inventariado de recursos
- Análisis de recursos
- Formulación de alternativas
- Evaluación de alternativas y toma de decisiones
- Implementación del plan
- Evaluación del plan

El plano de zonas de amortiguamiento (ver figura. 2) demuestra cómo la ubicación de las zonas de amortiguamiento en la cuenca hidrográfica desempeña un papel clave en la determinación de las funciones y objetivos para un segmento particular del sistema de zonas de amortiguamiento (Bentrup, 2008).

**Figura 2.**  
**Plano de zonas de amortiguamiento en cuenca hidrográfica**



**Fuente:** Bentrup, 2008

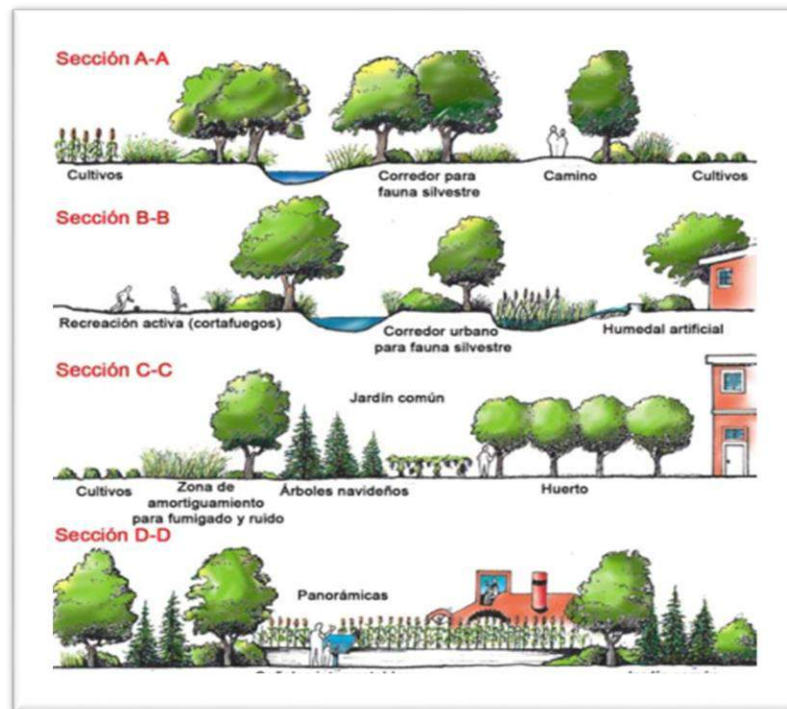
**Sección A-A:** Un área de protección creada para filtrar el agua de escorrentía agrícola y disminuir los costos asociados al tratamiento de agua potable para una comunidad. Lo que ofrece a la vez un hábitat y un conducto para la fauna silvestre, y un sendero recreativo para el público (Bentrup, 2008).

**Sección B-B:** zona de amortiguamiento en un área más urbanizada. Un humedal construido en la zona de amortiguamiento trata la escorrentía antes de que ésta fluya hacia el riachuelo. Un área de recreación activa en la zona de amortiguamiento proporciona un cortafuego para proteger viviendas. La vida silvestre también se beneficia de esta zona de amortiguamiento, pero este objetivo desempeña un papel menos significativo que en la sección A-A debido a la ubicación de la zona de amortiguamiento (Bentrup, 2008).

**Sección C-C:** zona de amortiguamiento entre un campo agrícola y un área residencial. Esta zona de amortiguamiento sirve como jardín común para residentes rurales y urbanos. Esta zona de amortiguamiento también provee control del ruido y protección contra la fumigación agrícola. En esta zona de amortiguamiento se pueden cosechar productos tales como frutas, nueces y árboles navideños (Bentrup, 2008).

**Figura 3.**

### Sección ilustrativa de los tipos de zonas de amortiguamientos



Fuente: Bentrup, 2008

**Sección D-D:** zona de amortiguamiento que ilustra cómo la zona de amortiguamiento en la sección C-C proporciona vistas estéticas en ubicaciones selectas. Otras consideraciones estéticas están incorporadas en el diseño para fomentar el uso por humanos. Las señales informan a los residentes sobre las medidas de conservación en vigor para proteger los recursos naturales (ver figura 3) (Bentrup, 2008).

Según Delfín et al (2014), definen hábitat como “los recursos y las condiciones presentes en un área que producen la ocupación, incluidas la supervivencia y la reproducción, por parte de un organismo determinado”. Por su parte, la calidad del hábitat se refiere a la capacidad del ecosistema para proporcionar condiciones apropiadas para la persistencia individual y poblacional, y se considera una variable continua en el modelo, que va de bajo a medio a alto, según los recursos disponibles para la supervivencia, reproducción y persistencia poblacional. Respectivamente.

#### 2.2.8. Criterios de presión

Son las acciones y factores de origen humano que ejercen un impacto negativo sobre la naturaleza y la biodiversidad. Estas presiones pueden ser directas, como el cambio de uso de la tierra, la explotación de especies, el cambio

climático, la contaminación y la introducción de especies exóticas invasoras. También pueden ser indirectas, como los patrones de consumo y producción, las dinámicas poblacionales, el comercio globalizado y la gobernanza. En conjunto, estas presiones contribuyen a la degradación de los ecosistemas y la aceleración de la pérdida de biodiversidad (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2021).

#### **2.2.8.1. Conversión de la cobertura.**

El cambio de uso de suelo es el principal factor que amenaza la biodiversidad en el mundo. Actividades como la agricultura y la ganadería, junto con el crecimiento urbano e infraestructural, impulsan este cambio, provocando deforestación y fragmentación de los ecosistemas. Esto reduce el tamaño de las poblaciones de muchas especies, aumentando el riesgo de extinción y degradando el ambiente al alterar las propiedades del suelo y las condiciones naturales, dificultando la regeneración de la vegetación (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2024).

#### **2.2.8.2. Conservación y protección.**

Según lo descrito por Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2013), la categoría de conservación y protección comprende varios tipos de ecosistemas y vegetación con diferentes grados de alteración. Entre ellos se incluyen el matorral seco y el bosque seco en niveles de alteración que varían desde poco hasta muy alterado, así como el bosque húmedo con alteración leve y moderada. También la vegetación herbácea de humedal muy alterada, el matorral húmedo medianamente alterado y el manglar medianamente alterado.

#### **2.2.8.3. Densidad poblacional.**

El crecimiento demográfico y la distribución desigual de la población, junto con fenómenos migratorios, afectan gravemente los ecosistemas terrestres. La presión sobre los recursos naturales, la construcción de infraestructuras y el aumento de residuos llevan a la sobreexplotación de especies, destrucción de hábitats y contaminación. Estos impactos varían entre zonas rurales y urbanas, siendo mayores en las áreas urbanas debido a su mayor consumo, demanda de servicios y generación de desechos, mientras que en áreas rurales los efectos son menores por sus patrones de consumo más limitados (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2024).

#### **2.2.8.4. Áreas prioritarias de reforestación.**

Son aquellas zonas que, debido a la degradación ambiental, requieren atención urgente para recuperar su composición y funcionalidad ecológica. Estas áreas son identificadas mediante evaluaciones multicriterio que consideran factores ambientales, socioeconómicos e intrínsecos. El proceso de restauración tiene como objetivo devolver a estos ecosistemas los recursos necesarios para su desarrollo, lo cual incluye la regeneración de su biodiversidad y el restablecimiento de los servicios que proporcionan (Zhiñin y Aguirre, 2019)

#### **2.2.8.5. Minería.**

La minería, por su naturaleza extractiva, ejerce una gran presión sobre el medio ambiente, generando problemas que van más allá de los impactos ecológicos, ya que también puede desencadenar conflictos sociales. Entre sus principales efectos negativos destacan la contaminación del agua, el suelo y el aire, así como los pasivos ambientales mineros (PAM), que son residuos y efluentes de operaciones abandonadas. Un problema grave es el vertimiento de aguas residuales con trazas de metales, cuyo impacto varía según los minerales explotados y los químicos empleados. La minería informal, especialmente la de oro, agrava esta situación al liberar sustancias tóxicas como mercurio y cianuro en los cuerpos de agua. Los PAM siguen deteriorando el medio ambiente, afectando la calidad del agua, el aire y la biodiversidad (Pereira et al, 2022).

### **2.3. Marco legal**

#### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)**

Título V:

Organización Territorial del Estado;

Capítulo cuarto

Régimen de competencias

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.

Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.

Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas y contribuciones especiales de mejoras.

Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.

Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, así como los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley.

Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.

Formar y administrar los catastros inmobiliarios urbanos y rurales.

Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas.

Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.

Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales (p. 86).

**Art. 267.-** Los gobiernos parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las adicionales que determine la ley:

Planificar el desarrollo parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial.

Planificar, construir y mantener la infraestructura física, los equipamientos y los espacios públicos de la parroquia, contenidos en los planes de desarrollo e incluidos en los presupuestos participativos anuales.

Planificar y mantener, en coordinación con los gobiernos provinciales, la vialidad parroquial rural.

Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente (p. 67).

**Art. 274.-** Los gobiernos autónomos descentralizados en cuyo territorio se exploten o industrialicen recursos naturales no renovables tendrán derecho a participar de las rentas que perciba el Estado por esta actividad, de acuerdo con la ley (p. 89).

## TÍTULO VII

### RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

#### Capítulo segundo

##### Biodiversidad y recursos naturales

**Art. 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p. 119).

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (p. 119).

**Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad (p. 120).

**Art. 399.-** El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza (p. 121).

**Art. 400.-** El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus



componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país (p. 121).

**Art. 403.-** El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza (p. 121).

**Art. 404.-** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley (p. 121).

**Art. 406.-** El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros (p. 122).

**Art. 407.-** Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular. Se prohíbe todo tipo de minería metálica en cualquiera de sus fases en áreas protegidas, centros urbanos y zonas intangibles (p. 122).

**Art. 415.-** El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes (p. 124).

### **2.3.2. Código Orgánico De Organización Territorial, COOTAD (2019)**

#### TITULO I

#### PRINCIPIOS GENERALES

**Art. 4.-** Fines de los gobiernos autónomos descentralizados.- Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados:

d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable;

e) La protección y promoción de la diversidad cultural y el respeto a sus espacios de generación e intercambio; la recuperación, preservación y desarrollo de la memoria social y el patrimonio cultural;

## TITULO II

### ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

**Art. 10.-** Niveles de organización territorial.- El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos.

**Art. 11.-** Ecosistema amazónico.- El territorio de las provincias amazónicas forma parte de un ecosistema necesario para el equilibrio ambiental del planeta. Este territorio constituirá una circunscripción territorial especial regida por una ley especial conforme con una planificación integral participativa que incluirá aspectos sociales, educativos, económicos, ambientales y culturales, con un ordenamiento territorial que garantice la conservación y protección de sus ecosistemas y el principio del sumak kawsay.

**Art. 12.-** Biodiversidad amazónica.- Con la finalidad de precautelar la biodiversidad del territorio amazónico el gobierno central y los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente, adoptarán políticas para el desarrollo sustentable y medidas de compensación para corregir las inequidades. En el ámbito de su gestión ambiental, se aplicarán políticas de preservación, conservación y remediación acordes con su diversidad ecológica.

**Art. 31.-** Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado regional:

- b) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial regional, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas regionales, en el marco de sus competencias establecidas en la Constitución y la ley;
- e) Elaborar y ejecutar el plan regional de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial; de manera coordinada con la planificación nacional, provincial, cantonal

y parroquial; y realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas;

**Art. 32.-** Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado regional.- Los gobiernos autónomos descentralizados regionales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen;

b) Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley;

**Art. 42.-** Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado provincial.- Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen:

d) La gestión ambiental provincial.

**Art. 54.-** Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

e) Elaborar y ejecutar el plan cantonal de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquia, y realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas;

k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales;

s) Fomentar actividades orientadas a cuidar, proteger y conservar el patrimonio cultural y memoria social en el campo de la interculturalidad y diversidad del cantón;

#### TITULO IV

#### REGIMENES ESPECIALES

**Art. 72.-** Naturaleza de los Regímenes Especiales.- Los regímenes especiales son formas de gobierno y administración del territorio, constituidas por razones de población, étnico culturales o de conservación ambiental. Su conformación tendrá lugar en el marco de la organización político administrativa del Estado.

#### PARRAFO SEGUNDO

#### DEL CONSEJO METROPOLITANO

**Art. 87.-** Atribuciones del Concejo Metropolitano.- Al concejo metropolitano le corresponde:

t) Crear, modificar y fusionar parroquias, cambiar sus nombres y determinar sus linderos, de acuerdo con la Constitución y este Código. Por motivos de

conservación ambiental, del patrimonio tangible intangible y para garantizar la unidad y la supervivencia de pueblos y nacionalidades indígenas, los concejos metropolitanos podrán constituir parroquias rurales con un número menor de habitantes del previsto en este Código.

#### SECCIÓN PRIMERA – CONFORMACIÓN

**Art. 100.-** Territorios ancestrales.- Los territorios ancestrales de las comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianos y montubios que se encuentren en áreas naturales protegidas, continuarán ocupados y administrados por éstas de forma comunitaria, con políticas, planes y programas de conservación y protección del ambiente de acuerdo con sus conocimientos y prácticas ancestrales en concordancia con las políticas y planes de conservación del Sistema Nacional de Areas protegidas del Estado.

**Art. 136.-** Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas emitidas por la autoridad ambiental nacional. Para el otorgamiento de licencias ambientales deberán acreditarse obligatoriamente como autoridad.

Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos

ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

## TITULO VII

### MODALIDADES DE GESTIÓN, PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN Y PARTICIPACIÓN

#### CAPITULO I – MODALIDADES DE GESTIÓN

##### SECCIÓN TERCERA

##### FORMAS DE MANCOMUNAMIENTO

**Art. 293.-** Hermanamientos.- Los gobiernos autónomos descentralizados promoverán los estatus de hermanamiento con gobiernos descentralizados de otros países del mundo, en el marco de la cooperación internacional. Las parroquias rurales, los cantones, las provincias y las regiones fronterizas, de conformidad con su ubicación geográfica, condición de vecindad, necesidad estratégica de integración, afinidad, podrán celebrar convenios de hermanamiento a fin de viabilizar procesos de planificación, orientados al fomento del desarrollo integral, social, económico, cultural, ambiental y de seguridad de los territorios y pueblos. Los gobiernos autónomos descentralizados fronterizos podrán emprender programas de cooperación e integración para fomentar el desarrollo, la prestación de servicios públicos y preservación del ambiente. Se establecerán procesos de desarrollo de los territorios de conformidad con los convenios y tratados internacionales suscritos por el Estado, bajo los principios de la paz, el respeto a la soberanía e integridad territorial y el beneficio recíproco, de manera que se garantice a sus habitantes el ejercicio pleno de sus derechos.

#### **2.3.3. Reglamento Ley De Ordenamiento Territorial (2019).**

##### DECRETO EJECUTIVO 680

##### REGLAMENTO A LA LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO

##### Título I

##### Del objeto, ámbito y alcance

##### Capítulo VI

##### Banca de suelo

**Art. 45.-** De los fines del banco de suelo. - Es la reserva de suelo no utilizado de propiedad municipal, estatal o privada para disposición de la utilidad pública establecida por las determinaciones urbanísticas previstas en los respectivos

planes de uso y gestión del suelo y amparados en la Ley, que deberá estar administrado por la institución pública municipal o metropolitana correspondiente a través de un registro georreferenciado.

Los predios que formen parte del banco de suelo deberán considerar las afectaciones que limiten el derecho a su utilidad por vulnerabilidad a riesgos, protección de ríos, quebradas, cuerpos de agua, deslizamientos o escorrentías, protección y conservación ambiental y patrimonial, zonas arqueológicas, oleoductos, líneas de alta tensión, bordes costeros, usos productivos o agrícolas, creación de nuevas vías, o ampliaciones viales o derecho de vía, entre otras (p. 19).

**Art. 47.-** De la constitución del banco de suelo. - Se establece la conformación del Banco de Suelo a nivel nacional, y un Comité Técnico de Validación de Suelos, que será administrado por parte del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Las definiciones y determinaciones de funcionamiento del Banco de Suelo y el Comité Técnico serán establecidas por el ente rector del hábitat y la vivienda. Además, deberá establecer los lineamientos para la identificación de los predios que formarán parte del banco de suelo de los gobiernos autónomos municipales y metropolitanos (p. 20).

### ***2.3.4.Reglamento Al Código Orgánico Del Ambiente, RCOA (2020)***

#### LIBRO II - PATRIMONIOS NATURALES

#### TÍTULO I

#### VIDA SILVESTRE

#### CAPITULO I – DISPOSICIONES GENERALES

**Art. 83.-** Políticas nacionales para la gestión de la vida silvestre.- Las políticas nacionales para la gestión de la vida silvestre tienen por objeto contar con directrices a escala nacional y local que permitan, de forma articulada y coordinada, la conservación, gestión, manejo sostenible y control de la vida silvestre en los diferentes niveles de gobierno, de conformidad con sus competencias. Se establecen las siguientes políticas:

- 1) Promover la conservación, manejo y protección in situ y ex situ de la vida silvestre a nivel nacional, regional y local;
- 2) Promover el desarrollo de la investigación para la conservación y uso sostenible de la vida silvestre;
- 3) Fomentar el manejo y uso sostenible de la vida silvestre, mediante mecanismos técnicos y legales, con respeto a los derechos de la naturaleza;

- 4) Fortalecer las actividades y mecanismos de coordinación nacional y local para la prevención, control y vigilancia del uso sostenible y actos ilícitos contra la vida silvestre;
- 5) Articular la gestión integral de la vida silvestre en los diferentes niveles de gobierno, tomando en cuenta las facultades interinstitucionales, sectoriales, desconcentradas y descentralizadas;
- 6) Fortalecer la conservación de la biodiversidad a través de mecanismos que mejoren el bienestar de la fauna silvestre garantizando la salud humana, animal y ecosistémica en articulación con los diferentes niveles de gobierno, considerando las competencias y atribuciones interinstitucionales, sectoriales, desconcentradas y descentralizadas; y,
- 7) Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

## CAPITULO II – PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN

**Art. 87.-** Deber estatal de protección.- Todas las especies de vida silvestre están protegidas por el Estado. Las especies nativas, endémicas, amenazadas o migratorias tendrán un grado mayor de protección. La Autoridad Ambiental Nacional identificará las especies o grupos de especies de vida silvestre sujetos a evaluación y determinación del grado de amenaza; así como establecerá los lineamientos y las medidas aplicables para su protección.

**Art. 88.- Categorización.-** La categorización de las especies de vida silvestre se realizará a través de:

- a) Listas de especies de tratados internacionales ratificados por el Ecuador;
- b) Listas de especies expedidas por la Autoridad Ambiental Nacional;
- c) Listas Rojas de Especies Amenazadas del Ecuador y sus actualizaciones;
- d) Libros Rojos de Especies Amenazadas del Ecuador y sus actualizaciones;
- e) Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; y,
- f) Otras reconocidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

En caso de duda sobre la categoría de amenaza de una especie, prevalecerá la categoría que le asegure el mayor grado de protección. Las listas de especies amenazadas que se encuentren dentro del territorio nacional y la zona económica exclusiva del Ecuador, deberán actualizarse y ser accesibles a la ciudadanía, a través del Sistema Único de Información Ambiental.

**Art. 89.-** Coordinación y cooperación.- A fin de fortalecer la gestión para la conservación de la vida silvestre, la Autoridad Ambiental Nacional coordinará con las entidades competentes del sector público y promoverá la cooperación con el

sector privado, la academia, organizaciones de la sociedad civil, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas.

**Art. 90.-** Mecanismos de conservación.- La Autoridad Ambiental Nacional desarrollará los mecanismos por los cuales la conservación ex situ aporte a la conservación in situ de la biodiversidad, priorizando la recuperación y rehabilitación de especies amenazadas y su reintroducción en hábitats naturales. La Autoridad Ambiental Nacional identificará los sitios críticos o estratégicos de importancia biológica para la conservación de especies de vida silvestre, con base en criterios técnicos y científicos, y emitirá los lineamientos para su gestión.

**Art. 91.-** Amenazas a la vida silvestre por actividades antrópicas.- La Autoridad Ambiental Nacional determinará, mediante estudios técnicos o científicos, las actividades antrópicas consideradas como amenazas a la vida silvestre, en un listado publicado y actualizado periódicamente, vinculado al catálogo de actividades, que incluya medidas precautorias, preventivas y de mitigación de riesgos e impactos.

**Art. 92.-** Recolección de vida silvestre en proyectos, obras y actividades.- Toda persona natural o jurídica que realice un proyecto, obra o actividad sujeta a regularización ambiental, y cuyas actividades requieran la recolección o movilización de vida silvestre, deberá previamente solicitar autorización a la Autoridad Ambiental Nacional, según el procedimiento y lineamientos que se expidan para el efecto.

### CAPITULO III

#### MONITOREO Y CONTROL

**Art. 96.-** Monitoreo.- La Autoridad Ambiental Nacional, con el Instituto Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, instaurará un sistema de monitoreo para detectar, medir, evaluar y analizar, mediante métodos estandarizados, los cambios que ocurren en las especies de vida silvestre y sus hábitats en el tiempo y el espacio, de manera natural o causada por efectos de intervenciones humanas voluntarias o involuntarias. La Autoridad Ambiental Nacional y el Instituto Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, identificarán las especies de vida silvestre sujetas a monitoreo, de acuerdo a la prioridades establecidas por la misma; así como los lineamientos, criterios y condiciones para el monitoreo de especímenes de vida silvestre in situ y ex situ, sin atentar contra su integridad ni bienestar. A partir de la información provista por el sistema de monitoreo, se desarrollarán las



acciones para la conservación de la vida silvestre en el marco del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

**Art. 97.- Herramientas para el monitoreo.-** Las herramientas para el monitoreo de la vida silvestre son:

- a) Mareaje con dispositivos electrónicos, satelitales, de telemetría y otros métodos autorizados;
- b) Registro con cámaras trampa;
- c) Registro de huellas y rastros;
- d) Registro de avistamientos;
- e) Censos poblacionales;
- f) Conteos;
- g) Encuestas;
- h) Parcelas permanentes; y,
- i) Otras que considere la Autoridad Ambiental Nacional.

#### CAPITULO IV

#### USO Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE

**Art. 101.- Uso con fines de investigación.-** El uso de especímenes de vida silvestre con fines de investigación se sujetará a lo dispuesto en el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación y el Código Orgánico del Ambiente. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá los criterios técnicos, incluyendo aquellos de sanidad y bienestar de la vida silvestre, así como protocolos y mecanismos de rastreo y monitoreo de la biodiversidad que deberán ser observados obligatoriamente por el ente rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales, tanto para la emisión de normativa secundaria como de autorizaciones administrativas, en materia de investigación para conservación que comprenda actividades de extracción, colección, recolección, importación, movilización, transportación, exportación y disposición temporal o final de especímenes de vida silvestre. La Autoridad Nacional de Agricultura emitirá los lineamientos y criterios técnicos en materia de uso con fines de investigación para plantaciones forestales comerciales y sistemas agroforestales de producción.

**Art. 104.- Aprovechamiento sostenible.-** El aprovechamiento sostenible de la vida silvestre, tanto in situ como ex situ, se refiere al manejo con fines comerciales y se autorizará con base en el conocimiento técnico-científico y en aplicación de los

principios de prevención, precaución, in dubio pro natura y de equidad intra e intergeneracional, observando la naturaleza y condición silvestre de cada especie.

**Art. 115.-** Autoridades Nacionales de Control y Vigilancia.- Para efectos del presente Reglamento, se entiende por Autoridades Nacionales de Control y Vigilancia a aquellas competentes para la vigilancia y control, en su ámbito de competencia, del comercio internacional, transporte, tenencia, manejo, e intercambio no comercial entre científicos e instituciones científicas, o medios de conservación ex situ, de especímenes de especies listadas en los Apéndices I, II y III CITES.

## TITULO II

### CONSERVACIÓN IN SITU

**Art. 125.-** Valores de conservación.- La Autoridad Ambiental Nacional expedirá lineamientos, criterios, requisitos y condiciones para la identificación de valores de conservación de la biodiversidad.

La Autoridad Ambiental Nacional definirá métodos estandarizados para monitoreo de los valores de conservación, los cuales podrán ser aplicados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, los bosques y vegetación protectores y ecosistemas frágiles.

## CAPITULO I

### SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

#### SECCIÓN 1A

**Art. 127.-** Propiedad privada o comunitaria.- El subsistema estatal y el subsistema autónomo descentralizado podrán conformarse por áreas protegidas integradas por predios estatales, privados o comunitarios. Los predios privados o comunitarios existentes en las áreas protegidas se mantendrán integrados a ellas.

**Art. 128.-** Evaluaciones técnicas.- La evaluación del cumplimiento de los objetivos de conservación de las áreas protegidas se realizará a través de la aplicación de herramientas de gestión y del monitoreo de los valores de conservación del área protegida que la Autoridad Ambiental Nacional establezca; e incluirá: a) Evaluación de la gestión del área protegida, a través de la evaluación de efectividad de manejo; b) Evaluación del cumplimiento de los planes de manejo y la aplicación de los instrumentos de gestión operativa; c) Evaluación de los valores de conservación de las áreas protegidas; y, d) Otras que la Autoridad Ambiental Nacional establezca.

**Art. 129.-** Categorización y Cambio de Categorías.- Los lineamientos para definir las categorías de los sitios a declararse como áreas protegidas se definirán en

normativa secundaria y se considerarán entre otros criterios: la zonificación, prioridades de conservación, objetivos de manejo, etc.

## SECCIÓN 2ª

### HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

**Art. 132.-** Herramientas para la gestión.- La Autoridad Ambiental Nacional elaborará, actualizará, oficializará o determinará las siguientes herramientas para la gestión de las áreas protegidas:

- a) Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas;
- b) Planes de Manejo;
- c) Planes de Gestión Operativa Anual;
- d) Planes Técnicos de: manejo de visitantes; control y vigilancia; ordenamiento pesquero; comunicación, educación y participación; prevención, control y remediación de incendios forestales; y otros determinados según la necesidad de cada área protegida;
- e) Evaluaciones de Efectividad de Manejo;
- f) Estrategias de Sostenibilidad Financiera; y,
- g) Las demás herramientas que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 133.-** Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.- Es el instrumento de planificación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el cual establecerá las políticas, estrategias y objetivos para la consolidación y fortalecimiento integral del Sistema, con el fin de lograr una gestión efectiva de las áreas protegidas que permita asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y mantener la diversidad biológica, garantizando a la vez los bienes y servicios ambientales vitales para el bienestar humano, el desarrollo sostenible de la población que depende de manera directa de estas áreas; y deberá estar alineado a otros instrumentos nacionales de planificación y desarrollo. El Plan Estratégico será aprobado mediante Acuerdo Ministerial emitido por la Autoridad Ambiental Nacional.

**Art. 134.-** Planes de Manejo.- El Plan de Manejo es el instrumento de planificación principal mediante el cual se orienta el manejo de cada área protegida y donde se definen las estrategias y los programas a desarrollarse en ella, a fin de alcanzar los objetivos y resultados planteados para su gestión efectiva.

**Art. 136.-** Planes Técnicos del área protegida.- Son instrumentos de planificación específica, que tienen el objetivo de viabilizar las actividades macro establecidas en los programas del Plan de Manejo de las áreas. Se elaborarán de acuerdo a las

particularidades de manejo y desarrollo de actividades específicas de cada área protegida y bajo los lineamientos que establezca la Autoridad Ambiental Nacional.

### SECCIÓN 3ª

#### CATEGORIAS DE MANEJO Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

**Art. 140.-** Categorías de manejo.- Las áreas protegidas se administrarán conforme a las categorías previstas en el Código Orgánico del Ambiente. La Autoridad Ambiental Nacional determinará las categorías de manejo de los subsistemas autónomo descentralizado, comunitario y privado, de conformidad con el Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

**Art. 141.-** Áreas de protección hídrica.- La Autoridad Única del Agua establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica. La Autoridad Ambiental Nacional las integrará al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, mediante declaratoria; y determinará la categoría de manejo y el subsistema que les corresponda.

**Art. 142.-** Zonificación.- Las zonas de manejo de las áreas protegidas que integran el Sistema Nacional de Áreas Protegidas serán las siguientes:

- a) Zona de protección;
- b) Zona de recuperación;
- c) Zona de uso público, turismo y recreación;
- d) Zona de uso sostenible; y,
- e) Zona de manejo comunitario de las áreas protegidas marino costeras

**Art. 145.-** Manejo.- La Autoridad Ambiental Nacional determinará las actividades permitidas en cada una de las categorías de manejo y zonas; así como criterios, herramientas y mecanismos para su manejo.

**Art. 147.-** Uso y aprovechamiento de vida silvestre en áreas protegidas.- El uso y aprovechamiento sostenible de los especímenes de vida silvestre y otras actividades que comprendan el acceso a recursos biológicos y genéticos en las áreas protegidas que integran el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, será autorizado por la Autoridad Ambiental Nacional, bajo sus lineamientos, requisitos y normas, de conformidad con la categoría de manejo y zonificación del área protegida

### CAPITULO II

#### ÁREAS ESPECIALES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

**Art. 162.-** Objetivos.- Las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad cumplirán con los siguientes objetivos:

- a) Complementar los objetivos de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas para asegurar la integridad de los ecosistemas, la funcionalidad de los paisajes y provisión de servicios ambientales;
- b) Incrementar y fomentar la participación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, propietarios privados y comunidades, en la conservación de sitios que tienen ecosistemas o especies que deben ser protegidos;
- c) Reducir la fragmentación del paisaje y los riesgos asociados al aislamiento de poblaciones y vida silvestre;
- d) Mantener flujos migratorios y dinámicas poblacionales que contribuyan a mantener la salud de los ecosistemas, así como la generación permanente de servicios ambientales; y,
- e) Fomentar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la recuperación de áreas degradadas para el beneficio de la biodiversidad y las poblaciones locales

**Art. 163.-** Lineamientos.- La Autoridad Ambiental Nacional establecerá los criterios técnicos para la incorporación de las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, de conformidad con los siguientes lineamientos:

- a) La Autoridad Ambiental Nacional identificará las áreas prioritarias, en función de estudios sobre vacíos de conservación e importancia para la generación de servicios ambientales;
- b) Las áreas, bienes o sitios reconocidos por instrumentos internacionales ratificados por el Estado serán incorporados como áreas especiales para la conservación de la biodiversidad a partir de su designación o declaración en el marco del instrumento internacional aplicable;
- c) Las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas serán definidas por la Autoridad Ambiental Nacional y se establecerán en el plan de manejo o la zonificación del área protegida; y,
- d) Los corredores de conectividad se podrán establecer entre áreas de propiedad pública, privada o comunitaria que forman parte del patrimonio natural terrestre, marino, marinocostero e hídrico del país.

**Art. 164.-** Registro Nacional de Áreas Especiales para la Conservación de la Biodiversidad.- La Autoridad Ambiental Nacional registrará la información sobre las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad en el Registro Nacional de Áreas Especiales para la Conservación de la Biodiversidad, que será parte del

Sistema Único de Información Ambiental. El Registro Nacional de Áreas Especiales para la Conservación de la Biodiversidad incluirá las siguientes secciones:

- a) Áreas reconocidas por instrumentos internacionales ratificados por el Estado;
- b) Zonas de amortiguamiento;
- c) Corredores de conectividad; y,
- d) Servidumbres ecológicas.

**Art. 166.-** Zonas de amortiguamiento.- De conformidad con la zonificación de las áreas protegidas, las actividades en las zonas de amortiguamiento se desarrollarán conforme a la normativa expedida por la Autoridad Ambiental Nacional y se sujetarán a los lineamientos establecidos para minimizar o eliminar impactos o amenazas sobre las áreas protegidas. La Autoridad Ambiental Nacional coordinará con los Gobiernos Autónomos Descentralizados la integración de las zonas de amortiguamiento en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial.

**Art. 167.-** Corredores de conectividad.- La Autoridad Ambiental Nacional determinará los lineamientos y criterios técnicos para el diseño, establecimiento y gestión de los corredores de conectividad.

- a) El diseño espacial de los corredores deberá garantizar la reducción de la fragmentación de los ecosistemas, particularmente de aquellos considerados frágiles, áreas de endemismo, de recarga hídrica y de alta variabilidad genética, que son de importancia estratégica para el Estado;
- b) Las áreas protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, así como los bosques y vegetación natural que se destinen a la conservación, constituyen núcleos de los corredores;
- c) El establecimiento y gestión de los corredores se realizará desde el ejercicio de las funciones, atribuciones y competencias exclusivas y concurrentes asignadas por la Constitución y la ley a cada nivel de gobierno;
- d) La Autoridad Ambiental Nacional colaborará con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en la incorporación de los principios de conectividad con fines de
- e) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales incorporarán los corredores en su ordenamiento territorial y realizarán el diseño detallado de mecanismos que aporten a la conectividad con fines de conservación en la escala espacial que les corresponda;
- f) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados cantonales y parroquiales incorporarán los corredores en su ordenamiento territorial e intervendrán de manera directa en su implementación y gestión;

- g) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados promoverán la conformación de mancomunidades o consorcios para el establecimiento y gestión de corredores;
- h) Los corredores pueden ser promovidos desde la iniciativa ciudadana, que deberá articularse con los mecanismos institucionalizados de participación ciudadana y planificación participativa;
- i) Los incentivos para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, así como el proceso de conformación de los subsistemas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas promoverán la conectividad estructural y funcional de los ecosistemas;
- j) Los actores involucrados deberán monitorear el impacto de las actividades de conservación y desarrollo que se realizan dentro de corredores y su territorio adyacente;
- k) Las decisiones que se adopten para mantener e incrementar la conectividad de los corredores, se basarán en información actualizada, suficiente, oportuna, confiable y pertinente a los niveles de gestión territorial involucrados; y,
- l) Otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

## TITULO VIII

### RÉGIMEN FORESTAL

#### CAPÍTULO II

##### SECCIÓN 1A - BOSQUES Y VEGETACIÓN PROTECTORES

**Art. 284.-** Alcance.- Los bosques y vegetación protectores constituyen una categoría de manejo y conservación del Patrimonio Forestal Nacional, compatibilizando acciones para el manejo sostenible y la conservación de los bosques.

**Art. 285.-** Funciones de los bosques y vegetación protectores.- Son funciones de los Bosques y Vegetación Protectores:

- a) Conservar, los ecosistemas y su biodiversidad;
- b) Preservar las cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas, de alta pluviosidad y de áreas contiguas a las fuentes, nacientes o depósitos de agua;
- c) Proteger cejas de montaña, áreas de topografía accidentada para evitar la erosión del suelo por efectos de la esorrentía.
- d) Constituir áreas de interés para la investigación científica, ambiental y forestal;
- e) Contribuir a la conservación de ecosistemas frágiles y actuar como zonas de amortiguamiento y corredores de conectividad entre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, reduciendo la presión de actividades antrópicas.

- f) Resguardar la Seguridad Nacional del Estado, constituyendo zonas estratégicas para la defensa nacional;
- g) Constituir de protección de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público;
- h) Constituir zonas de recuperación de espacios naturales degradados.

**Art. 289.-** Actividades permitidas- Las actividades que se realicen en bosques y vegetación protectores deben ser acordes al ordenamiento territorial, uso del suelo y zonificación, observando las disposiciones establecidas en la declaratoria del bosque protector y su plan de manejo integral, así como la normativa ambiental aplicable. En los bosques y vegetación protectores de dominio privado que cuenten con cobertura vegetal natural, está permitido el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables exclusivamente bajo mecanismos de manejo forestal sostenible. En los bosques y vegetación protectores de dominio público, donde existan propietarios privados, se permite realizar actividades de manejo forestal sostenible. En los bosques y vegetación protectores no se permitirá el establecimiento de plantaciones de producción que conlleven conversión legal o cambio de uso en áreas de bosques y vegetación natural.

### CAPITULO III

#### CONSERVACIÓN Y MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

**Art. 294.-** Enfoques y principios.- El manejo forestal sostenible se orientará conforme lo establecido en el Código Orgánico del Ambiente. Para su implementación, deberán considerarse los siguientes principios:

- a) Son elementos del manejo forestal sostenible las actividades que permitan conservar la estructura y composición del bosque, así como su diversidad biológica, salud y vitalidad, las funciones productivas, de protección y socioeconómicas de los bosques, además de la estructura jurídica, política e institucional del Estado;
- b) El manejo forestal sostenible se articulará con la planificación territorial local y nacional, bajo un enfoque de paisajes y ecosistémico; y,
- c) En el manejo forestal sostenible se incluirán acciones e instrumentos para la protección contra incendios forestales, así como el fomento del enfoque del manejo integral del fuego en el Patrimonio Forestal Nacional.

#### SECCIÓN 4A - PLANES DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

**Art. 315.-** Ámbito de aplicación.- La conservación, restauración y aprovechamiento de los bosques naturales se realizará mediante planes de manejo forestal sostenible. Art.



**316.-** Regulaciones aplicables.- La Autoridad Ambiental Nacional mediante norma técnica establecerá los requisitos y procedimientos para la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento y control de los planes de manejo forestal sostenible.

**Art. 317.-** Profesional responsable- El plan de manejo forestal sostenible deberá ser elaborado y suscrito por un profesional en Ciencias Forestales de conformidad con los requisitos y en los casos establecidos en la respectiva norma técnica.

## CAPITULO V

### RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

**Art. 332.-** Lineamientos para la restauración ecológica.- La Autoridad Ambiental Nacional elaborará lineamientos para la restauración ecológica de suelos o ecosistemas, y la atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación.

**Art. 333.-** Lineamientos para la restauración forestal.- La Autoridad Ambiental Nacional dictará mediante norma secundaria los lineamientos técnicos, financieros y jurídicos para la implementación de los procesos de restauración forestal, bajo un enfoque de mitigación del cambio climático y conforme lo establecido en el Código Orgánico del Ambiente. Dichos lineamientos incluirán criterios para la definición de zonas prioritarias de intervención, identificación de sumideros de carbono, disminución de tasas de deforestación y mecanismos de alianzas interinstitucionales para el fomento del carbono neutro.

**Art. 334.-** Plan Nacional de Restauración Ecológica.- La Autoridad Ambiental Nacional formulará e implementará el Plan Nacional de Restauración Ecológica, instrumento que tendrá por objetivos los siguientes:

- a) Restaurar ecosistemas degradados por pérdida de cobertura vegetal;
- b) Priorizar las áreas para la implementación de planes, programas y proyectos de restauración;
- c) Fomentar un trabajo articulado con la academia para levantar atributos de medición en líneas base y niveles de referencia en temas de restauración;

Para la aplicación de lo establecido en el literal b) de este artículo, se priorizarán las siguientes áreas:

- 1) Áreas con cobertura vegetal que hayan sufrido incendios forestales;
- 2) Zonas en proceso de desertificación;
- 3) Zonas de recarga hídrica;
- 4) Zonas erosionables por fuertes pendientes;
- 5) Zonas de importancia para la conectividad ecológica;

- 6) Áreas degradadas cercanas a bosque;
- 7) Áreas protegidas, áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, y bosques y vegetación protectores degradados;
- 8) Ecosistemas frágiles degradados;
- 9) Áreas de bosque nativo degradadas; y,
- 10) Áreas con alta vulnerabilidad a eventos estocásticos.

### **2.3.5. Ordenanza Municipal N°GADMCD-2022-005-DNM (2022)**

#### CAPITULO II

Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT)

**Artículo 9.-** Modelo Territorial Deseado.

2.- Subclasificación del suelo:

A. Suelo Urbano:

**III.- Suelo urbano de protección.** Es el suelo urbano que, por sus especiales características biofísicas, culturales, sociales o paisajísticas, o por presentar factores de riesgo para los asentamientos humanos, debe ser protegido, y en el cual se restringirá la ocupación según la legislación nacional y local correspondiente. Para la declaratoria de suelo urbano de protección, los planes de desarrollo y ordenamiento territorial municipales o metropolitanos acogerán lo previsto en la legislación nacional ambiental, patrimonial y de riesgos.

B. Suelo Rural:

**I.- Suelo rural de producción.** Es el suelo rural destinado a actividades agro-productivas, acuícolas, ganaderas, forestales y de aprovechamiento turístico, respetuosas del ambiente. Consecuentemente, se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento.

**4.- Zonas de Amortiguamiento;** se considera como zonas de amortiguamiento, los sectores donde no se pueden realizar edificaciones, para preservar la infraestructura estratégica local y/o nacional, zonas de conservación, servidumbre o protección por riesgos (p. 8).

#### CAPITULO III

Plan de uso y gestión de suelo (PUGS)

**Artículo 18.-** Áreas de Conservación, Patrimoniales, Extractivas y Productivas. - para efectos del plan de usos de suelo se considera:

**Área de Conservación.** - Se considera como área de conservación, las zonas de amortiguamiento de los ríos, esteros y canales; la zona de amortiguamiento se define conforme la siguiente tabla:

Suelo	Tipo	Zona de amortiguamiento
Urbano	Río	10 metros desde margen superior
	Estero	10 metros desde margen superior
	Canales naturales	10 metros desde margen a cada lado
	Canales construidos	10 metros desde el eje a cada lado
Rural	Río	15 metros desde margen superior
	Estero	15 metros desde margen superior
	Canales naturales	10 metros desde margen a cada lado
	Canales construidos	10 metros desde el eje a cada lado

**Áreas Patrimoniales.** – Las áreas patrimoniales corresponderán a lo establecido en el catastro elaborado por la instancia técnica municipal encargada del patrimonio.

**Áreas Extractivas.** – Corresponderán a las áreas extractivas debidamente autorizadas por la autoridad nacional o por el GAD cantonal.

**Áreas Productivas.** – Corresponden a todas las áreas identificadas con el destino de uso de suelo general como “SUELO RURAL DE PRODUCCION” (p. 21).

**Artículo 25.-** Destinos de Usos de Suelo. - Dentro de los PIT distribuidos en cada clasificación y subclasificación del suelo definida en el componente estructurante del PUGS, los usos del suelo podrán tener los siguientes destinos, cuya terminología es de carácter obligatorio:

- **Uso de Protección del Patrimonio Histórico y Cultural.** - Son áreas ocupadas por elementos o edificaciones que forman parte del legado histórico o con valor patrimonial que requieren preservarse y recuperarse. La determinación del uso de suelo patrimonial se debe establecer en función de parámetros normativos que establezcan fraccionamientos mínimos de acuerdo con factores que garanticen su preservación de usos e impidan la urbanización y que serán definidos por la autoridad nacional correspondiente.
- **Uso Agropecuario.** - Corresponde a aquellas áreas en suelo rural vinculadas con actividades agrícolas y pecuarias que requieren continuamente labores de cultivo y manejo, en las que pueden existir asentamientos humanos concentrados o dispersos con muy bajo coeficiente de ocupación del suelo, mismo que será determinado por la ordenanza municipal correspondiente. La determinación del uso de suelo agropecuario

se debe establecer en función de parámetros normativos que establezcan fraccionamientos mínimos de acuerdo con factores que garanticen su preservación de usos e impidan la urbanización y que serán definidos por la Autoridad Agraria Nacional.

- **Uso de Protección Ecológica.** - Es un suelo rural o urbano con usos destinados a la conservación del patrimonio natural que asegure la gestión ambiental y ecológica. El uso de protección ecológica corresponde a las áreas naturales protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o aquellas que por su valor natural deban ser conservadas. Para su gestión se considerará la normativa establecida en la legislación ambiental del ente rector correspondiente (p. 28).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Los aspectos cuantitativos incluyen el análisis de datos numéricos mediante herramientas SIG, clasificación supervisada y procesamiento de imágenes satelitales, mientras que los aspectos cualitativos implican la interpretación de condiciones ecológicas y la revisión bibliográfica. Así, se utilizan técnicas numéricas y de interpretación para obtener una visión integral del estudio.

##### **3.1.1. Tipo de investigación.**

La investigación se realizó de manera bibliográfica/documental, debido a que se obtuvo la información secundaria mediante la recopilación e indagación de revistas científicas, artículos científicos, libros y sitios web autorizados relacionados con la cobertura, uso de suelo y características biofísicas del área de estudio, con el propósito de cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto.

La investigación también es descriptiva, al interpretar las características y rasgos importantes identificados del fenómeno analizado mediante la información recolectada, así como la representación cartográfica del resultado de la aplicación de herramientas SIG, sin indicar cómo las variables se relacionan entre ellas.

##### **3.1.2. Diseño de investigación.**

La investigación tuvo un diseño no experimental, debido a que no se controló, manipuló o alteró las variables establecidas, sino que se basó en la interpretación, observación e interacciones de los resultados para su desarrollo. Por lo tanto, los resultados se respaldan únicamente de la información secundaria satelital obtenida para la estimación de la tasa de cambio de la vegetación, lo que no demuestra una verdadera relación de causa-efecto para el aumento, disminución o recuperación de este, pero sí el comportamiento que tuvo la vegetación en una escala temporal.

#### 3.2. Metodología

##### **3.2.1. Variables**

###### **3.2.1.1. Variables Independiente.**

- División político-administrativa (ha)
- Densidad poblacional (hab/km<sup>2</sup>)
- Ecosistemas (ha)
- Cobertura del suelo (ha)

- Áreas protegidas (ha)
- Fenología (ha)
- Carbono por estrato de bosque (ha)
- Áreas prioritarias de reforestación (ha)
- Catastro minero (ha)
- Vegetación remanente (ha)

#### **3.2.1.2. Variables Dependientes.**

- Área de sitios potenciales de conservación (ha)

#### **3.2.2. Tratamiento**

El presente proyecto es de carácter no experimental, por lo tanto, no se requiere de la implementación de algún tipo de tratamiento.

#### **3.2.3. Diseño experimental**

El presente estudio no presenta ningún tipo de diseño experimental.

#### **3.2.4. Recolección de datos**

##### **3.2.4.1. Recursos.**

Los recursos y materiales que se usaran para la presente investigación se detallan a continuación:

- ✓ Softwares
- ✓ Recursos Bibliográficos
- ✓ Recursos de Oficina
- ✓ Memoria externa de 1TB

##### **3.2.4.2. Métodos y técnicas.**

##### **3.2.4.2.1. Análisis de información secundaria del uso de suelo y cobertura vegetal mediante tecnología de información geográfica.**

Para el primer objetivo se recopilaron insumos cartográficos relacionados a las variables independientes: densidad poblacional, áreas protegidas, catastro minero, entre otros. Para ello se consultaron geoportales gubernamentales que brindan información cartográfica del Ecuador como son: el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Instituto Geográfico Militar (IGM), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Comisión Especial de Límites Interno (CONALI), Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR).

En el caso de la cobertura del suelo, se consultó entidades internacionales como Esri y ESA que tienen a disposición insumos Land Use/Land Cover (LULC), que presenta una categoría de nubes dentro de la clasificación de coberturas lo que interfiere en el análisis de la información del área de estudio. Por otra parte, la cartografía de cobertura y uso de suelo del MAATE (2022) se consideró que utiliza una clasificación actualizada y que es acorde con la utilizada a nivel nacional mientras que el MAGAP (2020) no ha generado un insumo actualizado.

La información documental para la interpretación de la clasificación del suelo se tomó de la Memoria técnica del Cantón Durán para el Proyecto de Generación de Geo información a Escala 1:25000 a nivel nacional (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2013). La leyenda cuenta con cuatro niveles de clasificación cobertura y uno para el uso principal del suelo (*Anexo 1*). El segundo nivel de cobertura incluye 10 categorías que fueron establecidas por las entidades responsables de la generación de información sobre el uso del suelo: el MAE, el MAGAP y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

En esta sección también se determinó la existencia de áreas protegidas, tipos de ecosistemas, densidad poblacional, fenología, minería, carbono por estratos de bosques, áreas prioritarias de reforestación y se cuantificó en hectáreas los tipos de cobertura, con la finalidad de definir las áreas correspondientes a la Zona antrópica, Vegetación Natural, Área agropecuaria, Cuerpos de agua y Otras tierras (suelo desnudo). A esto se agregó información de las características generales del área base con lo descrito en Plan Catonal de Desarrollo del 2015 y el Plan de Uso y Ordenamiento Territorial del GAD Municipal del Cantón Durán (2022), para la interpretación del comportamiento de la cobertura.

#### ***3.2.4.2.2. Aplicación de modelo adaptado para determinar el cambio de vegetación con metodologías de clasificación supervisada y evaluación multicriterio.***

Para el segundo objetivo se usaron las herramientas bandset, resampling y reprojection del software SNAP para el preprocesamiento a la imagen satelital recolectada en el año 2023. La imagen fue descargada del Satélite Sentinel-2 L2A con resolución espacial de 10 metros que, a diferencia de la versión L1C, cuenta con corrección atmosférica (Copernicus Data Space, 2024).

La información se descargó en formato ráster (GeoTIF) por lo que se delimitó a la zona de estudio mediante la aplicación del bandset, luego de su procesamiento

se generaron vectores de entrenamiento para la clasificación supervisada con el algoritmo Random Forest y la herramienta Profile plot (Carleton University, 2022).

La agrupación de las firmas se hizo siguiendo una clasificación basada en la categorización de nivel I de la cobertura vegetal. Para ello se crearon áreas de entrenamiento de seis clases: Vegetación natural, áreas agropecuarias, zonas antrópicas e infraestructuras, cuerpos de agua y otras tierras, con 10 puntos de muestra de cada clase para un mejor reconocimiento del área.

Esto dio paso a la elaboración de un mapa de cobertura vegetal actual, con lo que se pudo detectar la ocurrencia de cambios en la cubierta vegetal (presencia/ausencia), base para la creación de escenarios de priorización. Por lo que este enfoque generó tres conjuntos clave de información útiles para realizar una evaluación inicial de las necesidades de conservación: la extensión relativa y la degradación de diferentes tipos de hábitats y los cambios a lo largo del tiempo.

**Tabla 5.**  
***Criterios para la priorización de zonas de conservación***

	<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Institución generadora</b>
<b>Presión</b>	Conversión de la cobertura vegetal	Superficie en hectáreas de vegetación natural convertidos entre el periodo 2022 – 2023.	El Autor
	Densidad poblacional	Número de habitantes por km <sup>2</sup>	INEC
	Áreas prioritarias de restauración	Zonas potenciales u óptimas que reúnen las características naturales y sociales necesarias para la intervención de procesos de restauración forestal identificadas de las áreas deforestadas	MAATE
	Minería	Área (ha) de concesiones mineras	ARCERNNR
<b>Beneficio</b>	Carbono	Contenido promedio de carbono en biomasa aérea (Mg/ha) por hexágono	MAATE

**Elaborado por:** El Autor, 2024

Para el criterio de conversión de la cobertura se integraron las categorías Nivel I afines pasando de 6 a 5 clases siendo estas: Zona antrópica, Vegetación Natural (Tierra forestal, Vegetación arbustiva y herbácea), Área agropecuaria, Cuerpos de agua y otras tierras. Con ello se corroboraron las áreas convertidas y su superficie se identificaron como áreas importantes.

Este enfoque permite además una evaluación rápido del estado y el cambio en el hábitat como indicador de medidas más detalladas del estado de la biodiversidad y si los cambios de hábitat se toman como representativos de



cambios de la cobertura, remanentes vegetales y las zonas con intervención. Añadiendo criterios de presión y beneficios para jerarquizar las áreas prioritarias.

#### ***3.2.4.2.3. Identificación de áreas prioritarios de conservación a partir de la comparación de las áreas de cambio, remanente vegetal e intervención.***

El tercer objetivo se enfocó en determinar los sitios de mayor importancia para la conservación, contrastando lo representado por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) con áreas seleccionados fuera de las zonas protegidas, denominados vacíos u omisiones de conservación, que en el estudio se priorizaron a partir de indicadores gruesos de biodiversidad en base a los ecosistemas, lo que permite reducir problemas asociados con datos concernientes a indicadores finos de biodiversidad como sesgos geográficos y determinados grupos taxonómicos.

Aplicando un enfoque al grado de afectación de los indicadores de biodiversidad por efectos de pérdida de hábitat debido al cambio de uso de suelo, se compara la distribución original y actual lo que permite identificar las áreas con mayor y menor nivel de remanencia, siendo el último al que mayor prioridad se da.

Debido a que, una menor cantidad de vegetación remanente hace referencia a una mayor cantidad de pérdida y, por lo tanto, un alto índice en la tasa de cambio de cobertura de suelo, la cual se estima con la proporción resultantes de la clasificación supervisada de la cobertura del suelo actual y la información base generada por el MAATE (2022), siguiendo la metodología para la creación de áreas prioritarias de conservación de ecosistemas para determinar la meta de conservación (Cuesta et al., 2015).

Por lo que, a través de los datos obtenidos, se realizó un mapa de la distribución de zonas prioritarias en el cantón. Para finalmente jerarquizar las potenciales APC y concluir el porcentaje de dichas áreas en el cantón Durán y cuales podrían ser reconocidas como área prioritaria o de protección ecológica.

#### ***3.2.5. Análisis estadístico***

El presente proyecto usó un estadístico enfocado a determinar la tasa de cambio de vegetación en la extensión relativa del área para la interpretación de la degradación de los diferentes tipos de hábitats según la conversión de la cobertura vegetal. Para ello se aplicó un algoritmo de clasificación supervisada a la imagen satelital denominado método Random Forest o Bosque aleatorio, que consiste en varios árboles de decisión individuales que operan como un conjunto de datos para la clasificación de varios pixeles categorizadas con vectores de entrenamiento.

La estadística aplicada para la validación de los resultados del algoritmo de clasificación de la imagen satelital se hizo de forma manual con el remuestreo de pixeles que, al ser comparados con los resultados de la clasificación en una matriz de confusión (ver Tabla 6), donde las filas representan las clases de referencia y las columnas las clases del mapa clasificado. La diagonal de la matriz refleja la cantidad de sitios de verificación en los que el mapa coincide con los datos de referencia, mientras que los valores marginales señalan los errores de asignación.

**Tabla 6.**  
**Matriz de confusión**

	A	B	C	D	E	F	Total usuario
A							
B							
C							
D							
E							
F							
Total productor							N

**Fuente:** (Carleton University, 2022)

El total usuario es la sumatoria de puntos de muestreo evaluados por referencia y el total productor es la sumatoria de puntos asignados a las clases del mapa clasificado, mientras que N es el valor total de puntos de muestreo hechos. Las clases bien asignadas expresan la confiabilidad del mapa y la sumatoria de los puntos correctamente asignados permite cuantificar el coeficiente de Kappa.

El índice Kappa es una medida de la diferencia entre la exactitud lograda en la clasificación con un software y la exactitud de lograr una clasificación correcta con una clasificación visual (en campo o con imágenes de alta resolución). Se define por la fórmula:

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Donde:

P<sub>o</sub> = Número de aciertos/ Número total de puntos de muestreo

P<sub>e</sub> = Proporción de acuerdo de azar.

Para la interpretación de los resultados de la similitud y error de clase, el valor K arrojando variara entre valores de 0 a 1 (ver tabla 7), siendo 0 igual a una fuerza de concordancia pobre y 1 igual a una fuerza de concordancia casi perfecta.

**Tabla 7.**  
***Índice de Kappa***

<b>Rango</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
<b>0.00</b>	Pobre
<b>0.01 – 0.20</b>	Leve
<b>0.21 – 0.40</b>	Aceptable
<b>0.41 – 0.60</b>	Moderada
<b>0.61 – 0.80</b>	Considerada
<b>0.81 – 1.00</b>	Casi perfecta

**Fuente:** (Llactayo et al., 2014)

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de información secundaria del uso de suelo y cobertura vegetal mediante tecnologías de información geográfica

La información obtenida de los geoportales consultados en el presente trabajo, fue utilizada como base en la toma de decisiones para la determinación del periodo de estudio e identificación de las características del área. El nivel de relevancia fue asignado de acuerdo con la escala de trabajo y el año de publicación, priorizando los insumos más actuales y de gran escala (ver tabla 8).

**Tabla 8.**  
**Metadato: Insumos base a nivel nacional**

Nombre de la capa	Institución generadora	Escala	Año	Tipo
<b>Límites territoriales</b>	INEC	1:25.000	2022	Vector
	IGM	1:25.000	2013	Vector
	CONALI	1:50.000	2022	Vector
<b>Densidad poblacional</b>	INEC	1:25.000	2022	Vector
	IGM	1:50.000	2013	Vector
<b>Ecosistemas</b>	MAATE	1:10.0000	2014	Vector
	IGM	1:25.000	2010	Vector
<b>Cobertura</b>	MAATE	1:100.000	2022	Vector
	MAG	1:25.000	2020	Vector
	IGM	1:25.000	2013	Vector
	Esri	-	2022	Vector
<b>SNAP</b>	MAATE	1:100.000	2024	Vector
	IGM	1:25.000	2016	Vector
<b>Fenología</b>	MAATE	1:100.000	2014	Vector
	IGM	1:100.000	2013	Vector
<b>Carbono por estrato de bosque</b>	MAATE	1:100.000	2018	Vector
<b>Áreas prioritarias de conservación forestal</b>	MAATE	1:100.000	2018	Vector
<b>Minería</b>	ARCERNNR	1:100.000	2020	Vector

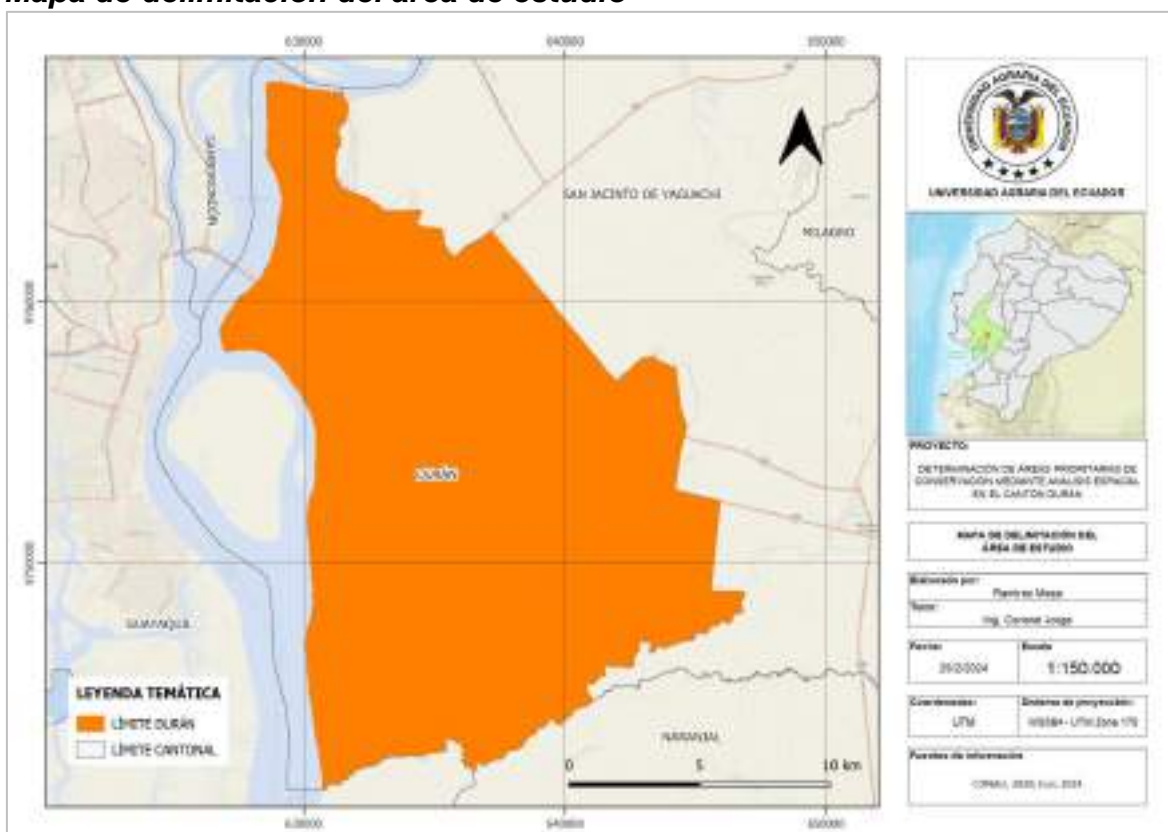
**Notas** Clasificación de los insumos en base a su fuente, escala, año, tipo y relevancia

**Elaborado por:** El Autor, 2024

En base con los límites territoriales se determinó que el área del proyecto abarca una superficie de 28143.53 ha pertenecientes al Cantón Durán de la

provincia del Guayas. Este se encuentra ubicado frente a la ciudad de Guayaquil, limitando al norte con el Río Babahoyo, al sur con los ríos Boliche afluente del Taura del Cantón Naranjal, al este con el Cantón Yaguachi y al oeste con el Río Guayas, al margen izquierdo de la Isla Santay (Figura 4).

**Figura 4.**  
**Mapa de delimitación del área de estudio**



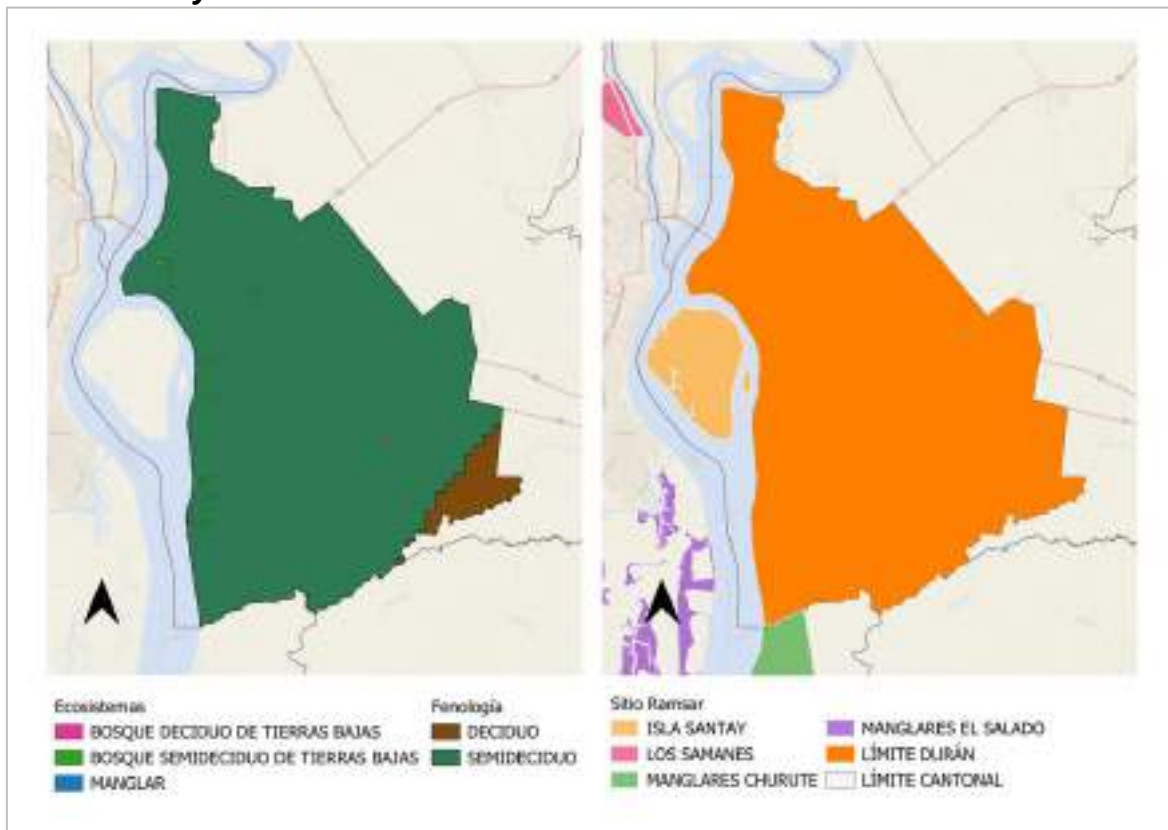
**Elaborado por:** El Autor, 2024

Según Carangui y Valverde (2022), el cantón se divide en cuatro secciones; un casco urbano claro cercano a Guayaquil, un área periférica con procesos de urbanización, un área rural con actividades agroindustriales (camaroneras, industrias y actividades agrícolas) y, por último, la Isla Santay, catalogada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) como un área nacional de recreación, y, por lo tanto, un área natural protegida a nivel nacional.

Sin embargo, de acuerdo con los insumos cartográficos recolectados del mapa interactivo del MAATE, a pesar de que el área de análisis cuenta con una fenología decidua predominante y con ecosistemas de Bosques deciduos, Bosques semideciduos y Manglar, la superficie reconocida por el SNAP como zona de

conservación no se encuentra dentro de los límites del área de estudio, lo que a su vez se denomina un vacío de conservación (Figura 5).

**Figura 5.**  
***Ecosistema y vacío de conservación en el área de estudio***



**Elaborado por:** El Autor, 2024

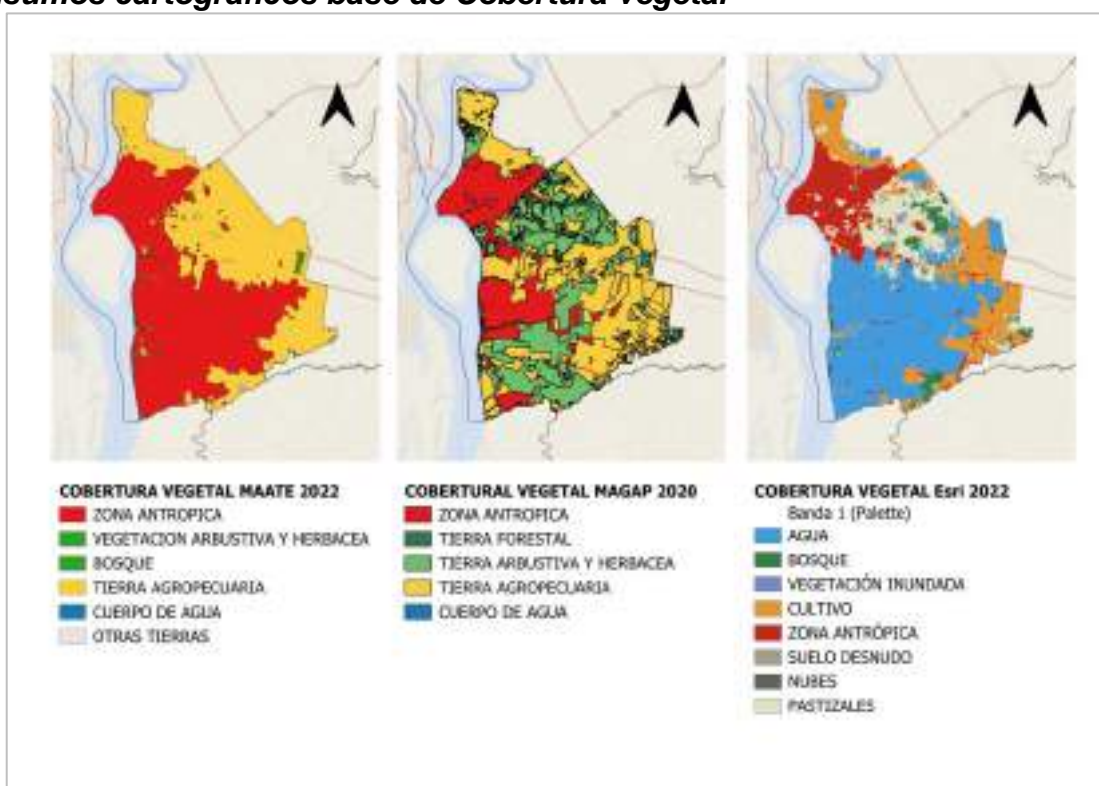
Cabe resaltar que los ecosistemas de tipo deciduo y semideciduo corresponden a zonas con períodos secos que tienen una duración de entre uno a seis meses al año donde generalmente entre el 75% y 25 % de los individuos de las especies arbóreas o arbustivas pierden sus hojas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2012). A esta característica se añade que el área pertenece a una zona generalmente plana, con varias elevaciones de rango altitudinal que van desde los 30 msnm a 120 msnm.

Además, cuenta con climas tropicales mega térmico seco y mega térmico semihúmedo, consistente con los índices de precipitación concentrados al norte y noroccidente del cantón. La temperatura también oscila de 20°C a 28°C en verano y 26°C a 34°C en invierno, con variaciones mensuales no significativas de 3°C de amplitud, y sus precipitaciones son persistentes y cuantiosas a partir de los meses

de diciembre a abril, enfrentándose a una amenaza natural de sequías asociadas a las corrientes de El Niño extendidas generalmente de mayo a diciembre.

En el caso de la Cobertura Vegetal del área de estudio, se realizó una comparación de tres insumos: MAGAP (2020), escala 1:25000 del periodo 2009-2015; MAATE, escala 1:100.000 del año 2022; y Esri, con resolución de 10 m del año 2022. Siendo el insumo proporcionado por el MAATE el seleccionado como cartografía base para el estudio, dado que la categorización de cobertura del suelo corresponde a la utilizada en el país y es actualizada (Figura 6).

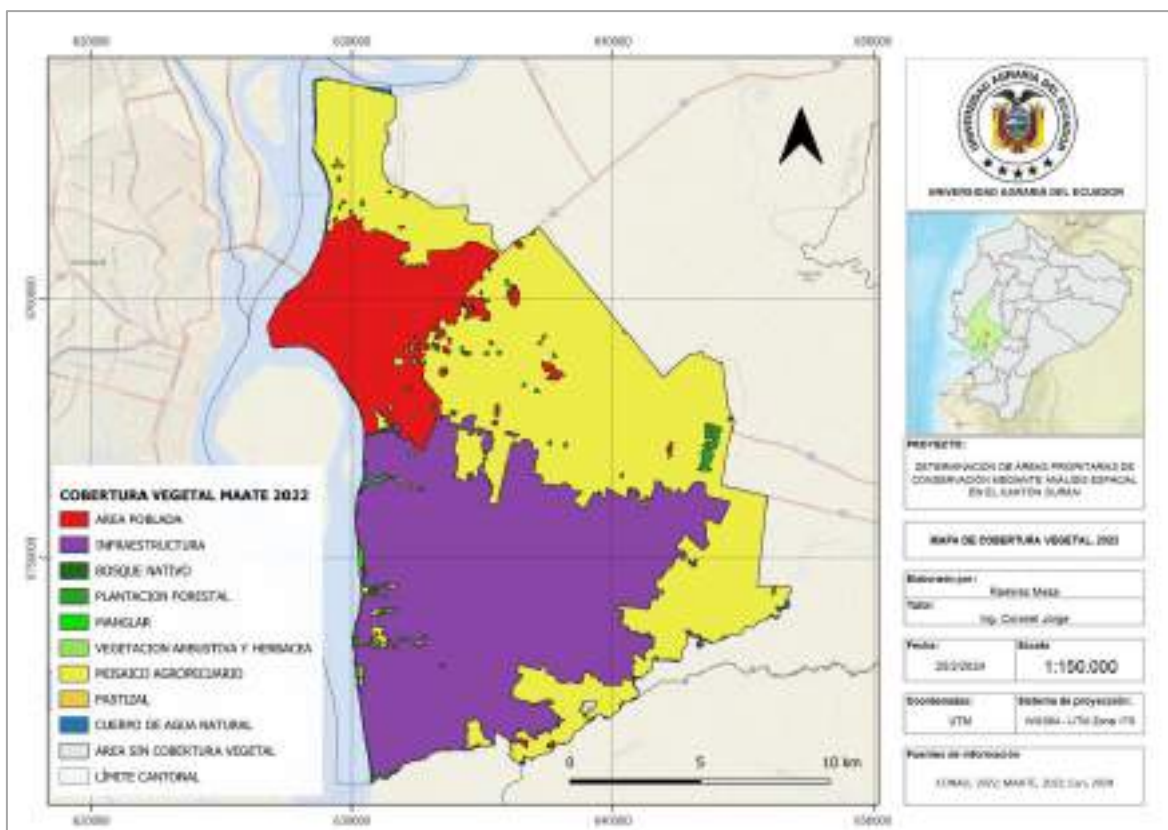
**Figura 6.**  
**Insumos cartográficos base de Cobertura vegetal**



**Elaborado por:** El Autor, 2024

De acuerdo con la información de los atributos de la capa del MAATE (2022), en la zona se identificaron seis tipos de cobertura categorizados en diez subtipos de nivel II (Figura 7). Siendo de interés para la investigación: el porcentaje y la superficie de áreas arbustivas herbáceas y las áreas forestales, vitales para mantener el equilibrio de las zonas que prestan servicios ecosistémicos.

**Figura 7.**  
**Mapa de cobertura vegetal base (2022)**



Elaborado por: El Autor, 2024

Para la cuantificación de las áreas se realizó una nueva clasificación de las coberturas uniendo la categoría de tipo Tierra forestal (bosque nativo, plantación forestal y manglar) y Tierra arbustiva herbácea (vegetación arbustiva) dentro de la clase denominada Vegetación natural (ver Tabla 9), la cual representa la tercera clase predominante del área y cuya extensión correspondientes a un 0.75% de la superficie estudiada lo que en conjunto equivaldría a un total de 212.23 ha.

**Tabla 9.**  
***Categorización de la cobertura de suelo del Cantón Durán 2022***

COBERTURA 2015				
CLASE	NIVEL I	NIVEL II	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Antrópica	Zona antrópica	Área poblada	3964.36	54.55%
		Infraestructura	11387.08	
Vegetación natural	Tierra forestal	Bosque Nativo	9.90	0.57%
		Plantación forestal	72.92	
		Manglar	77.66	
	Tierra arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva	51.74	0.18%
CLASE	NIVEL I	NIVEL II	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Agropecuaria	Tierra	Mosaico	12366.18	44.10%

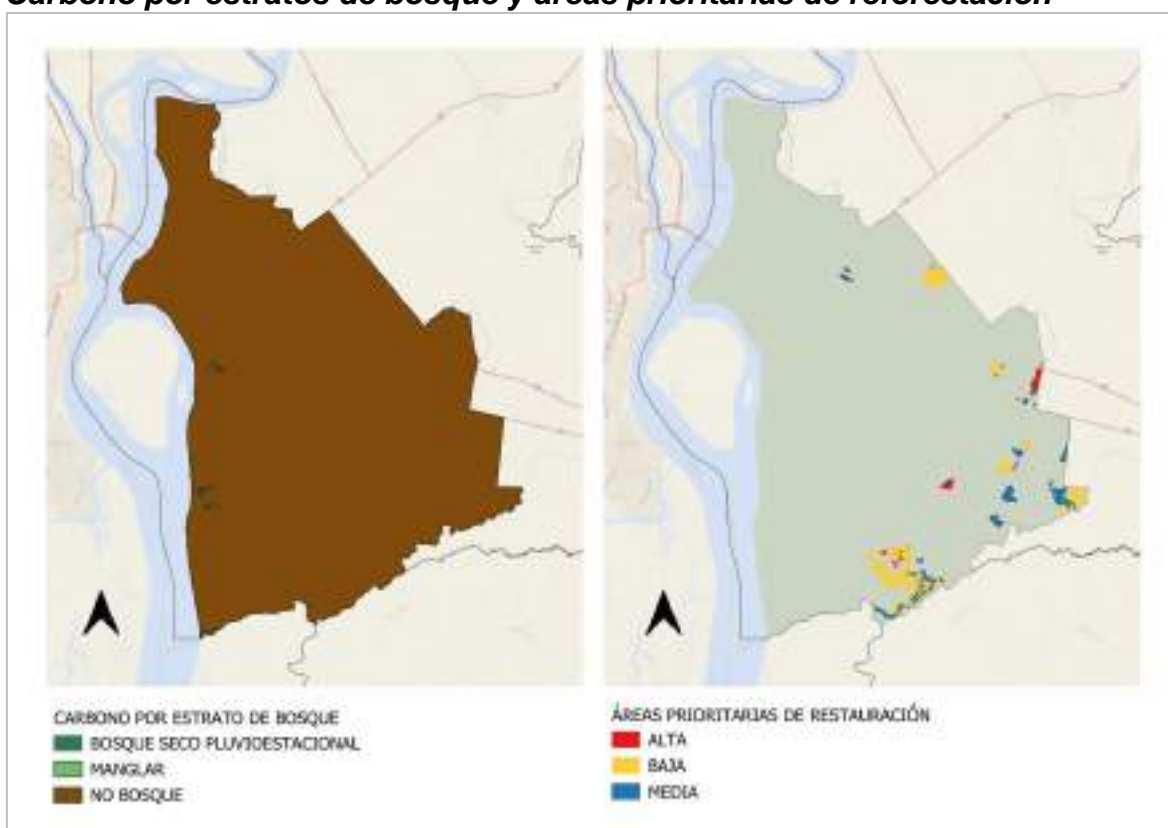


	agropecuaria	agropecuario		
		Pastizales	46.01	
Agua	Cuerpo de agua	Natural	146.43	0.52%
Otras áreas	Otras áreas	Erial	21.25	0.08%

**Elaborado por:** El Autor, 2024

También se determinó las áreas de carbono por estratos de bosques, obtenido por el MAATE a partir de la intersección del mapa de estratos potenciales de bosque y la cobertura de bosque nativo del mapa de cobertura y uso de la tierra del año de análisis. Además de las áreas prioritarias de reforestación, zonas potenciales u óptimas que reúnen las características naturales y sociales necesarias para la intervención de procesos de restauración forestal (Figura 8).

**Figura 8.**  
***Carbono por estratos de bosque y áreas prioritarias de reforestación***

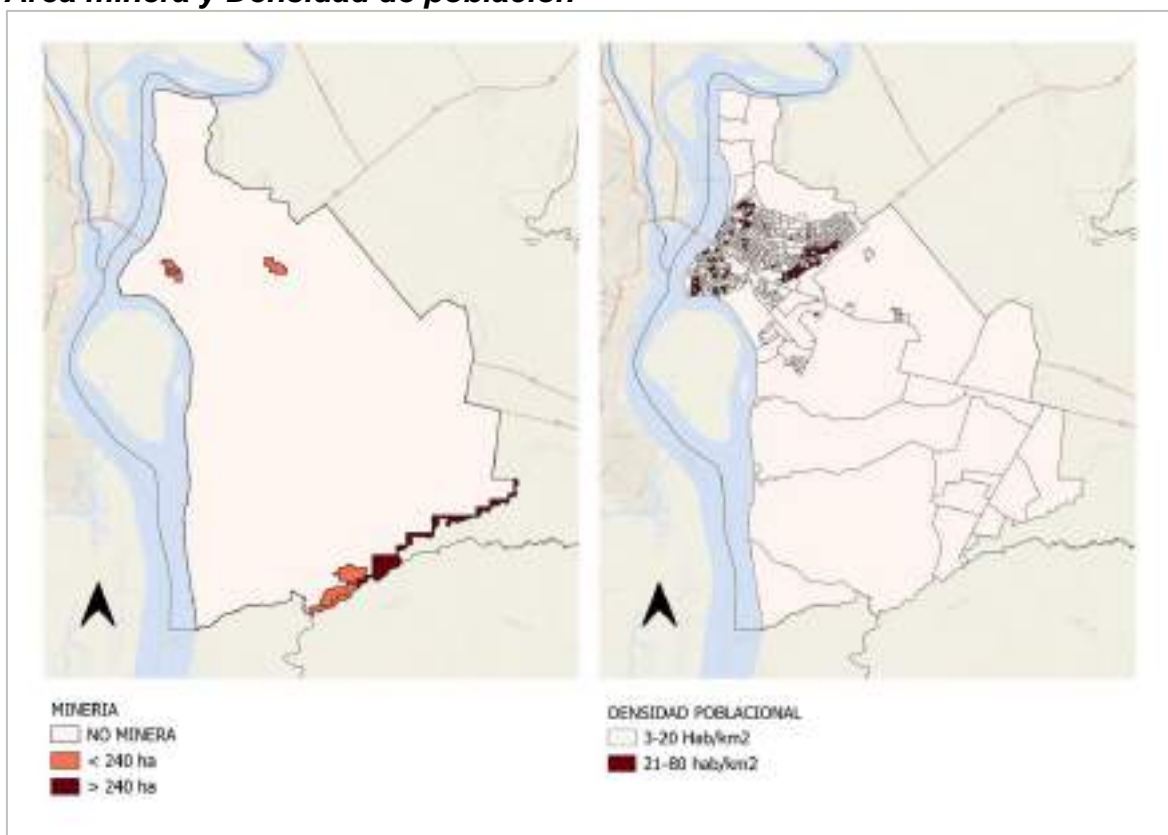


**Elaborado por:** El Autor, 2024

Por último, se recolectó información del Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel Nacional del (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2013), sobre la densidad poblacional cuyo insumo más actual corresponde

al periodo 2001-2010, también se identificó el área ocupada por concesionarias mineras, insumo generado para el año 2019 por el ARCERNNR, (Figura 9).

**Figura 9.**  
**Área minera y Densidad de población**



Elaborado por: El Autor, 2024

#### 4.2. Aplicación de un modelo adaptado para determinar el cambio de vegetación con metodologías de clasificación supervisada y evaluación multicriterio

Para la determinación del grado de afectación por pérdida de hábitad debido al cambio de la cobertura vegetal, se elaboró una nueva capa de cobertura vegetal actual mediante la revisión de diversas imágenes satelitales del año 2023. Debido a que el área de estudio presentó un alto índice de nubes en las imágenes captadas, lo que imposibilitaría la determinación de áreas prioritarias a pesar de aplicación de una máscara de nubes, sólo se aprobó una imagen de la misión Sentinel-2 correspondiente al mes de julio, con los siguientes metadatos (Tabla 11).

**Tabla 10.**  
**Metadato: Imagen satelital Sentinel-2, 2023**

	Descripción	Imagen satelital
<b>Fuente</b>	Copernicus Data Space	
<b>Satélite</b>	Sentinel-2 L2A	
<b>Resolución</b>	10 m	
<b>Fecha</b>	30/07/2023	
<b>Tipo de dato</b>	Ráster	
<b>Proyección</b>	WGS84	
<b>Coordenadas</b>	UTM	

**Elaborado por:** El Autor, 2024

El procesamiento de las imágenes se realizó mediante el software SNAP, aplicando un remuestreo de las capas y reproyección al sistema WGS84, creando un juego de bandas para delimitar la imagen, y posteriormente volver a elaborar un nuevo juego de bandas para el color natural e infrarrojo falso, lo que permitió diferenciar la cobertura vegetal, área antrópica y cuerpos de agua (Figura 10).

**Figura 10.**  
***Juego de bandas color natural y falso infrarrojo actual (2023)***



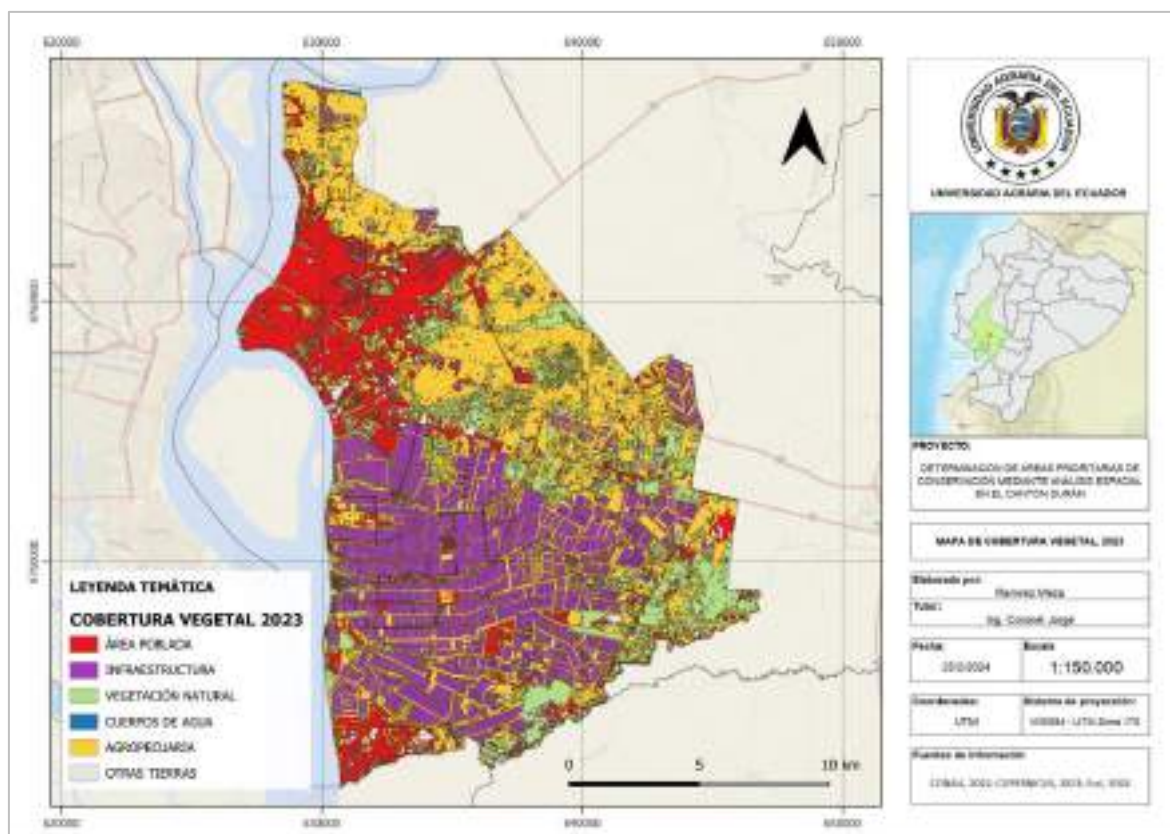
**Elaborado por:** El Autor, 2024

La clasificación supervisada se realizó con la creación de vectores de entrenamiento de 6 clases con las categorías: Vegetación natural, área agropecuaria, área antrópica e infraestructura, cuerpos de agua y otras tierras. Esta clasificación se hizo con base a la categorización del IPCC para cobertura de Nivel I, uniendo la Tierra forestal, Vegetación Arbustiva y herbácea, como vegetación

natural para una clasificación más precisa, tomando por separado la zona antrópica de la infraestructura (camaroneras) para una mayor diferenciación (Figura 11).

**Figura 11.**

**Clasificación de la cobertura vegetal actual (2023)**



Elaborado por: El Autor, 2024

La capa ráster se exportó como un archivo GeoTIF para la cuantificación de las áreas de superficie actual mediante el software de QGIS (ver Tabla 11).

**Tabla 11.**

**Categorización de la cobertura de suelo del Cantón Durán**

COBERTURA 2023			
CLASE	NIVEL I	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Antrópica	Área poblada	11345.09	40.31%
	Infraestructura		
Vegetación Natural	Tierra forestal	3242.5	11.52%
	Bosque nativo		
	Tierra arbustiva y herbácea		
CLASE	NIVEL I	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Agropecuaria	Mosaico agropecuario	12651.41	44.95%
	Otras tierras agrícolas		
	Pastizales		
Agua	Natural	104.02	0.37%

	Artificial		
Otras tierras	Erial	800.51	2.84%

**Elaborado por:** El Autor, 2024

La validación de la clasificación supervisada de la cobertura actual se analizó con la herramienta Pin Manager del software SNAP para la creación de puntos de control y el reconocimiento de las áreas cuyas firmas espectrales coincidían o se diferenciaban de las áreas clasificadas por el programa, obteniendo un índice Kappa de 0.945, considerado como casi perfecto (Anexo 3).

Luego se cuantifico la vegetación remanente mediante una Matriz de Pontius, comparando la vegetación natural base y la vegetación natural actual, colocando las categorías del año base de forma vertical y el año actual de forma horizontal, calculando las áreas la intersección entre las 5 clases en unidades de hectáreas (ver Tabla 12). Obteniendo un total de 3595.8 ha de vegetación remanente, que corresponde al 12.78% del área de análisis total para el año 2023.

**Tabla 12.**  
**Conversión de la cobertura vegetal periodo 2022-2023**

	Agua	Antrópica	Vegetación Natural	Agropecuaria	Otras Tierras	Total	Perdida	
	1	2	3	4	5			
Agua	10	19.21	30.03	17.74	76.15	3.29	146.42	127.21
Antrópica	20	38.25	9647.8	300.21	4871.02	494.17	15351.45	5703.65
Vegetación Natural	30	0.38	15.58	94	100.73	1.54	212.23	118.23
Agropecuaria	40	46.17	1639.21	2830.55	7598.78	297.48	12412.19	4813.41
Otras Tierras	50		12.48	0.01	4.72	4.04	21.25	17.21
Total		104.01	11345.1	3242.51	12651.4	800.52	28143.54	
Aumento		84.8	1697.3	3148.51	5052.62	796.48		

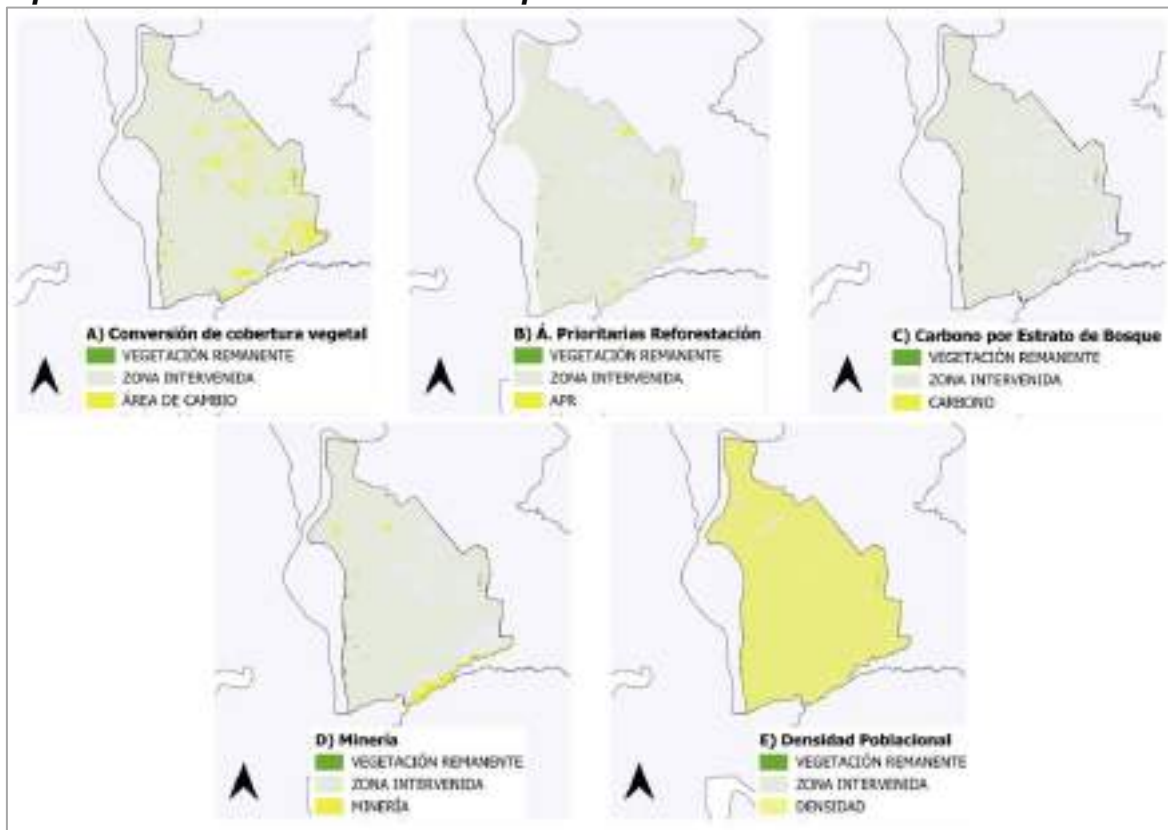
**Elaborado por:** El Autor, 2024

Por otra parte, como se expresa en el extremo derecho e inferior de la tabla 12, también se cuantifico el área de cambio es decir las categorías de cobertura actual que difieren de la cobertura base, mediante lo cual se estimó un aumento de vegetación natural de 3242.51 ha en zonas diferentes del área de vegetación remanente y a la vez hubo una perdida aproximada de 212.23 ha del área vegetal base que se convirtió en otra clase de cobertura.

Para el análisis multicriterio se emplearon los criterios de presión y beneficios identificados en el área de estudio junto con la vegetación remanente y el área

antrópica que engloba la clase antrópica y agropecuaria, obteniendo un total de 6 escenarios para evaluar las zonas prioritarias de conservación (Figura 12).

**Figura 12.**  
***Tipos de escenarios en base a su priorización***



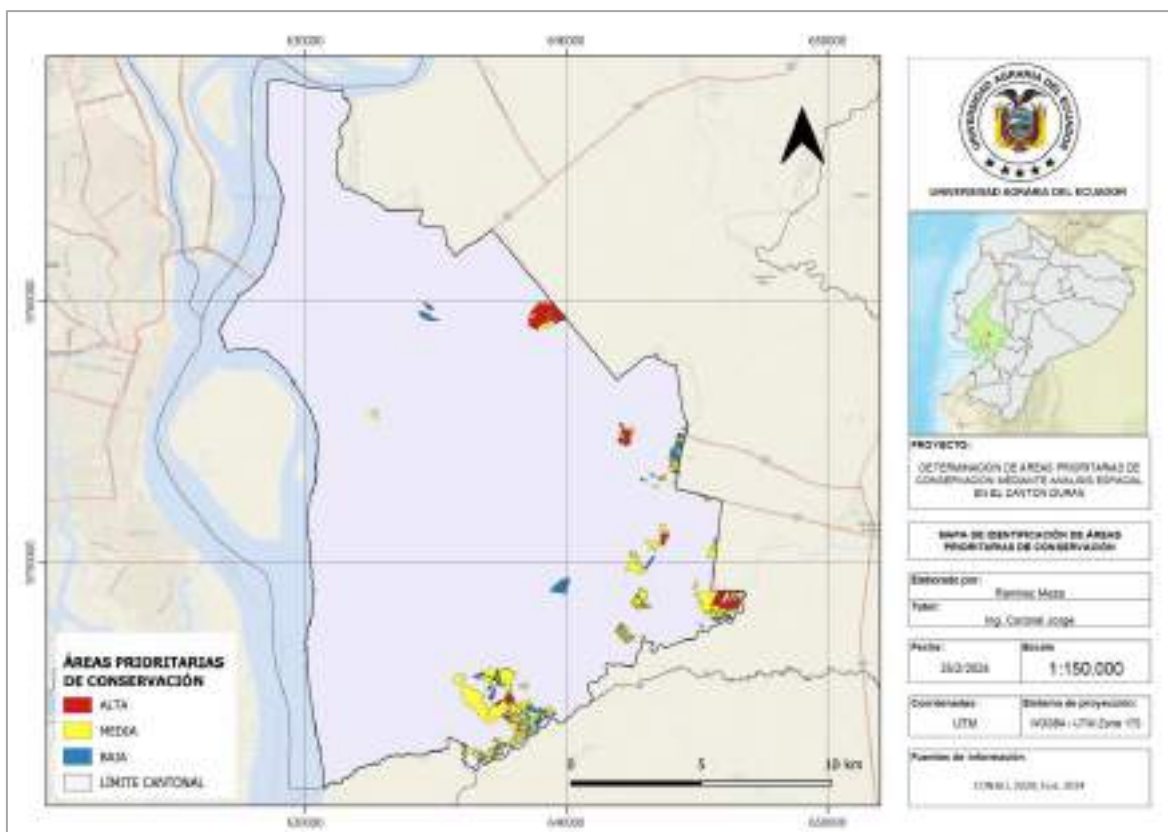
**Notas** Escenarios de priorización por conversión de cobertura vegetal, áreas prioritarias de reforestación, carbono por estrato de bosque, minería y densidad poblacional.

**Elaborado por:** El Autor, 2024

### **4.3. Identificación de áreas prioritarias de conservación a partir de la comparación de las áreas de cambio, remanente vegetal e intervención**

A continuación, se presentan la solución generada a partir del análisis multicriterio realizado, del cual se generaron una solución donde se tomó en cuenta la suma ponderada de todos los criterios para definir las áreas de cobertura vegetal que deberían designarse como áreas prioritarias de conservación (Figura 16).

**Figura 13.**  
***Áreas prioritarias de conservación identificadas***



Elaborado por: El Autor, 2024

Su nivel de prioridad de conservación se categorizaron en tres intervalos: alto, medio y bajo, presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 13.**  
**Áreas Prioritarias de Conservación**

Nivel de prioridad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Baja	137.74	14.20%
Media	649.87	67.00%
Alta	182.28	18.79%

Elaborado por: El Autor, 2024

Esta solución busca responder a la pregunta de seleccionar el conjunto de sitios de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad en el cantón Durán definida a partir de los indicadores empleados. Dando como total 969.89 ha del área de estudio lo que porcentualmente equivaldría al 3.44% del territorio.

## 5. DISCUSIÓN

La identificación de áreas prioritarias de conservación en el cantón Durán se logró mediante la adaptación de metodologías existentes, lo cual representa un esfuerzo por abordar las limitaciones de aplicabilidad de técnicas estandarizadas en un contexto local. Este enfoque adaptado responde a la ausencia de metodologías específicas, un vacío también identificado en investigaciones previas, como la realizada por González (2015) en Manabí, donde se utilizó información cartográfica y geoespacial para priorizar áreas de restauración forestal no consideradas por del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). De manera similar, en Durán se observó que las áreas con vegetación natural no estaban suficientemente consideradas en las políticas de conservación existentes, lo que refuerza la importancia de trabajar en nuevas estrategias para protegerlas.

Los resultados obtenidos muestran que las APC identificadas abarcan un total de 969.89 ha, representando el 3.44% del territorio del cantón. Aunque esta proporción es menor al 5% propuesto en la hipótesis, es relevante considerar que el modelo aplicado integra factores como la presión antrópica, la vegetación remanente y los beneficios ecosistémicos. Este enfoque está en línea con la metodología de evaluación multicriterio empleada por Cuesta et al. (2015), quienes también consideraron variables de presión y beneficios para definir prioridades de conservación en contextos con alta intervención humana. Además, los resultados destacan que el 18.79% de estas áreas tienen un nivel de prioridad alta, lo que subraya la urgencia de implementar medidas de conservación en estas zonas.

Por otro lado, la comparación con otros estudios demuestra similitudes y diferencias metodológicas significativas. Por ejemplo, Guerrero et al. (2016) y Cruz et al. (2018) utilizaron evaluaciones multicriterio para identificar áreas prioritarias en regiones de México, incorporando variables como la conectividad ecológica y las amenazas antropogénicas. En Durán, aunque no se consideró directamente la conectividad, los criterios utilizados, como la densidad poblacional y las presiones sobre el uso del suelo, permitieron identificar zonas con alta necesidad de protección, complementando así los enfoques tradicionales.

Asimismo, la metodología adaptada también encuentra respaldo en el trabajo de Arnillas et al. (2011), quienes priorizaron áreas basándose en su capacidad para conservar biodiversidad y servicios ecosistémicos. En Durán, la incorporación de criterios como la vegetación remanente y la cobertura natural permite una aproximación similar, aunque con limitaciones derivadas de la



disponibilidad de información local. Esto pone de manifiesto que, aunque se lograron resultados valiosos, existe la necesidad de mejorar y actualizar las fuentes de información para garantizar mayor precisión en futuros estudios.

Además, la comparación entre los resultados de este estudio y los hallazgos de Azuay et al. (2021) refuerza la necesidad de considerar escenarios de presión futura, como las concesiones mineras (Tirira y Viracocha, 2021). Aunque en Durán no se analizaron escenarios específicos de cambio futuro, la metodología aplicada podría ampliarse para incluir dichos factores en futuros estudios. Además, la perspectiva de López et al (2018), subraya cómo la conservación de ecosistemas puede tener un impacto positivo en el desarrollo socioeconómico. En el contexto de Durán, la aplicación de estrategias de conservación no solo podría preservar el patrimonio natural, sino también impulsar beneficios económicos y sociales mediante un manejo sostenible del territorio.

## **6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1.Conclusiones**

En la actualidad, la disponibilidad de insumos cartográficos y temáticos a través de geoportales confiables ha facilitado la elaboración de una cartografía

base, como la empleada en este estudio. Aunque no toda la información está completamente accesible o actual. Aun así, se evidenció que el cantón Durán presenta una distribución desigual de sus recursos naturales, con un 12.78% de vegetación natural remanente que no está completamente integrada en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Este hallazgo pone de manifiesto la necesidad de estrategias específicas para salvaguardar estos remanentes, los cuales representan una oportunidad crucial para conservar la biodiversidad local.

La aplicación de una metodología adaptada permitió identificar áreas prioritarias de conservación y categorizarlas en base con los puntos obtenidos del ponderado, abarcando 969.89 ha (3.44% del territorio), integrando criterios como presión antrópica y beneficios ecosistémicos. Aunque esta superficie es menor al porcentaje planteado en la hipótesis inicial, el modelo utilizado demuestra la eficacia de combinar variables relevantes y contextuales para destacar zonas prioritarias, especialmente en contextos urbanos y periurbanos de alta presión.

Aunque la proporción de áreas prioritarias no alcanzó el 5% planteado en la hipótesis, los resultados son consistentes con otros estudios que emplean análisis de sobreposición multicriterio, destacando que el 18.79% de las áreas identificadas tienen alta prioridad de conservación. Este indicador enfatiza que, a pesar de las limitaciones, las zonas seleccionadas presentan un alto valor ecológico y una necesidad urgente de intervención para evitar su pérdida irreversible.

## **6.2.Recomendaciones**

Para optimizar el análisis de información secundaria sobre uso de suelo y cobertura vegetal, se recomienda consolidar una base de datos geográfica local que integre información actualizada y de alta resolución. Esto garantizará la continuidad de estudios a escala temporal, mejorando la calidad y precisión en el análisis de los cambios en el uso del suelo. Con datos más actualizados de los criterios evaluados es el caso de la densidad poblacional, el catastro minero y la prevalencia de los sectores de producción, se podrá estimar la variación de estos y tomarlos como criterios adicionales para la estimación de áreas que podrían verse más propensas a la afectación por pérdida de hábitat.

Estos criterios no solo permitirán evaluar la importancia estratégica de cada área desde un punto de vista más integral, sino también identificar posibles corredores ecológicos que mejoren la conectividad entre fragmentos de vegetación natural. Además, considerar los impactos del cambio climático contribuirá a diseñar

soluciones resilientes que minimicen riesgos futuros como la pérdida de hábitats, alteraciones en los ciclos hídricos y disminución de servicios ecosistémicos clave. Este fortalecimiento del modelo facilitará la formulación de políticas de conservación más robustas y orientadas al largo plazo, alineadas con los desafíos globales y locales.

Además, las áreas prioritarias de conservación identificadas deben ser incorporadas en políticas de planificación territorial mediante un proceso participativo que involucre a actores locales, autoridades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales. Asimismo, se recomienda establecer programas de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las acciones de conservación y garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Laines, y Piña. (2014). *Estadística Inferencial*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/316022>
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables [ARCERNNR]. (2024). *Geoportal (minería) y Geo-SISDAT (electricidad)*. ARCERNNR: <https://arcmineria.maps.arcgis.com/>

- Alvarado, N., y Mainato, F. (2021). *Herramientas SIG para el estudio de la cobertura vegetal y cambio de uso de suelo en el cantón Chunchi, Provincia del Chimborazo*. [Tesis de grado, Universidad Politecnica Salesiana de Cuenca]: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20104/1/UPS-CT009032.pdf>
- Alvis, J. (2019). *Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan*. [Tesis de grado, Universidad del Cauca]: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- Arnillas, C., Regal, F., Tovar, A., y Vásquez, P. (2011). *Zonificación para la selección de áreas prioritarias para la conservación de Tumbes y Lambayeque*. Perú: Universidad de Toronto. [https://www.researchgate.net/publication/327945303\\_Zonificacion\\_para\\_la\\_Seleccion\\_de\\_Areas\\_Prioritarias\\_para\\_la\\_Conservacion\\_de\\_Tumbes\\_y\\_Lambayeque\\_Priority\\_conservation\\_areas\\_selection\\_in\\_Tumbes\\_and\\_Lambayeque](https://www.researchgate.net/publication/327945303_Zonificacion_para_la_Seleccion_de_Areas_Prioritarias_para_la_Conservacion_de_Tumbes_y_Lambayeque_Priority_conservation_areas_selection_in_Tumbes_and_Lambayeque)
- Astorga, E., Soto, L., y Iza, A. (2007). *Evaluación de impacto ambiental y diversidad biológica*. UICN, Gland, Suiza. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/EPLP-064.pdf>
- Bentrup, G. (2008). *Zonas de amortiguamiento para conservación*. Estacion de investigacion sur del servicio forestal, Departamento de agricultura de los Estados Unidos. NE 68538. [https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109\\_Spanish.pdf](https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109_Spanish.pdf)
- Bernardi, L., Boccardo, A., Miguel, C., Olivera, J., Penengo, C., y Rama, G. (2016). *Metodología aplicada en la elaboración del mapa de cobertura de bosque nativo de Uruguay*. Proyecto REDD, Uruguay. [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/7.%20Sentinel\\_2\\_Metodolog%C3%A1Da\\_Mapas\\_Bosque\\_Nativo\\_2016\\_Proyecto\\_REDD%2B\\_UY%20%281%29.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/7.%20Sentinel_2_Metodolog%C3%A1Da_Mapas_Bosque_Nativo_2016_Proyecto_REDD%2B_UY%20%281%29.pdf)
- Blanes, J., Navarro, R., Drehwald, U., Bustamante, T., Moscoso, A., Muñoz, F., y Torres, A. (2003). *Las zonas de amortiguamiento: un instrumento para el manejo de la biodiversidad*. Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios. Universidad de Cordoba: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/45406.pdf>

- Bozzano, H., Carut, C., Barbetti, C., Cirio, G., y Arvillaga, N. (2008). Usos del suelo y lugares: criterios teórico-metodológicos. Aplicación a un caso en Guatemala. *Revista Universitaria de Geografía*, 17(3), 189-231. <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/reuge/v17n1/html/v17n1a09.htm>
- Carangui, K., y Valverde, M. (2022). *Análisis Multitemporal de la superficie ocupada por la cría de camarón en el Cantón Durán en el período comprendido entre los años 2000-2022*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca]: [dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21885](https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21885)
- Carleton University. (2022). *Random Forest Supervised Classification Using Sentinel-2 Data*. Carleton University Open Source GIS Tutorials: [https://dges.carleton.ca/CUOSGwiki/index.php/Random\\_Forest\\_Supervised\\_Classification\\_Using\\_Sentinel-2\\_Data](https://dges.carleton.ca/CUOSGwiki/index.php/Random_Forest_Supervised_Classification_Using_Sentinel-2_Data)
- Chávez, H. (2014). Metodologías para identificar áreas prioritarias de conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 8-23. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000100002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100002)
- Copernicus Data Space. (2024). *Sentinel-2 L2*. Sentinel Hub: [dataspace.copernicus.eu/browser](https://dataspace.copernicus.eu/browser)
- Coveña, M. (2023). *Análisis del cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias en la parroquia "sixto durán ballén" provincia de Manabí*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COVE%C3%91A%20QUINDE%20MARTHA%20SELENA.pdf>
- CPCCS. (2019). *CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, COOTAD*. Consejo de Participación Ciudadana y Control Social: <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>
- Cruz-Paz, G., C.-U. M., Espinoza-Tenorio, A., Bravo Peña, L. C., Valencia-Barrera, E., y Mesa-Jurado, M. A. (2018). Áreas prioritarias de conservación en la cuenca Usumacinta, la aplicación de un enfoque multicriterio. *Investigaciones Geográficas*, 97(1), 1-11. <https://doi.org/10.14350/rig.59482>
- Cuesta, Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., . . . Torres, O. (2015). *Áreas prioritarias para la conservación del Ecuador continental*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, CONDESAN. <https://condesan.org/recursos/areas-prioritarias-la-conservacion-la-biodiversidad-ecuador-continental/>

- Delegido, Tenjo, Ruiz, Pereira, Pasqualotto, Gibaja, . . . Pezzola. (2016). Aplicaciones de Sentinel-2 a estudios de vegetacion y calidad de aguas continentales. *Conference: XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica (SELPER)At: Puerto Iguazú, Argentina.* Argentina: SEPLER.  
<http://marina.geologia.uson.mx/academicos/iminjare/Sensoria%20Avanzada%202020/PRACTICA9/Aplicaciones-de-Sentinel-2-a-estudios-de-vegetacion-y-calidad-de-aguas-continentales.pdf>
- Delfín, C., Gallina, S., y López, C. (2014). El Habitat: Definicion, dimensiones y escalas de evaluacion para la fauna silvestre. En *Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna* (pp. 285-304). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
[https://www.researchgate.net/publication/271849889\\_El\\_habitat\\_definicion\\_dimensiones\\_y\\_escalas\\_de\\_evaluacion\\_para\\_la\\_fauna\\_silvestre](https://www.researchgate.net/publication/271849889_El_habitat_definicion_dimensiones_y_escalas_de_evaluacion_para_la_fauna_silvestre)
- Díaz, F. L. (2018). *Valorización económica de la biodiversidad del área de conservación privada Lomas del Cerro Camapana.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]:  
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10444>
- Dominguéz, R., León, M., Samaniego, J., y Sunkel, O. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad.* CEPAL:  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf)
- Dykstra, D. y. (1996). *Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO.* Organización de alimentos y agricultura [FAO].  
<https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=TAjRx64BzkkC&oi=fnd&pg=PR3&dq=fao+1996&ots=aktRp8OdkN&sig=5kr4mJ0-AzgvVrZD-fB3g3O-kdhM#v=onepage&q&f=false>
- Echeverría, A. (2017). *Utilidad de las imagenes Sentinel-2 para la estimacion de la densidad de alfalfa en Bardenas Reales.* [Tesis de postgrado, Universidad Pública de Navarra]: <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/26037>
- Eguren, S. K. (2016). Analisis Espacial del habitat de la vicuña en la comunidad campesina de Tanta, en la reserva Paisajistica Nor Yauyos Cochas. *Espacio y Desarrollo*, 28(1), 103 - 128.  
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/15007/16084>

- Farias, B., Márquez, A., Rey, D., y Guevara, E. (2018). Characterization spatio-temporal land use in watershed using geomatic techniques. *Revista Ingeniera UC*, 25(1), 19-30. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v25n1/art03.pdf>
- Game, E., y Grantham, H. (2008). *Manual del usuario de Marxan*. Universidad de Queensland. [http://www.lis.edu.es/uploads/c9d542b3\\_28c2\\_43d3\\_b196\\_1cc1dd58745f.pdf](http://www.lis.edu.es/uploads/c9d542b3_28c2_43d3_b196_1cc1dd58745f.pdf)
- García, L., Wheatley, D., Murrieta, P., y Marquez, J. (2017). *Los SIG y el análisis espacial en arqueología, aplicaciones en la prehistoria reciente del sur de España*. Museu d'Arqueologia de Catalunya: [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/53295/Los\\_SIG\\_y\\_el\\_analisis\\_espacial\\_en\\_Arqueo.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/53295/Los_SIG_y_el_analisis_espacial_en_Arqueo.pdf?sequence=1)
- Geneletti, D., y Duren, I. V. (2008). Zonificación de áreas protegidas para la conservación y el uso: una integración basada en SIG de análisis multicriterio y multiobjetivo. *Landscape and Urban Planning*, 85(1), 97-110. [https://www.researchgate.net/publication/235581681\\_Protected\\_area\\_zoning\\_for\\_conservation\\_and\\_use\\_a\\_GIS-based\\_integration\\_of\\_multicriteria\\_and\\_multiobjective\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/235581681_Protected_area_zoning_for_conservation_and_use_a_GIS-based_integration_of_multicriteria_and_multiobjective_analysis)
- Geoinnova. (2018). *Análisis de la aplicaciones de SNAP*. Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/gis-aplicacion-snap-imagenes-aereas/>
- Gis&beers. (2018). *SNAP para analisis de imagenes satelite Sentinel*. Gis y Beers: <http://www.gisandbeers.com/snap-analisis-imagenes-satelite-sentinel/#:~:text=SNAP%20proviene%20del%20acr%C3%B3nimo%20Sentinel,la%20flota%20de%20sat%C3%A9lites%20Sentinel.>
- Gis&beers. (2019). *Composición y visualización de datos radar en SNAP*. Gis&Beers: <http://www.gisandbeers.com/composicion-visualizacion-datos-radar-snap/#more-7806>
- Gis&beers. (2019). *Creación de mosaicos de imagenes en SNAP*. Gis y Beers: <http://www.gisandbeers.com/creacion-de-mosaicos-de-imagenes-snap/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD]. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantonal Durán*. Durán: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Durán. <https://duran.gob.ec/wp-content/uploads/transparencia/concejo-municipal/convocatorias/2022/GADMCD-SPCCS-CCPP-2022-002.pdf>

- Gobierno Autónomo Descentralizado de Durán [GAD Durán]. (2015). *Plan Cantonal de Desarrollo*. Durán: GAD Durán.
- Gonzalez, E. (2015). *Identificación y validación de áreas prioritarias para la restauración forestal en la comuna Sancán, provincia de Manabí. [Tesis de postgrado]*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1783>
- Granizo, T., Molina, V., Secaria, A., y Benítez, S. (2013). *Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA*. The Nature Conservancy. USAID. <https://rmportal.net/library/content/nric/948.pdf>
- Guerrero, A., Reyes, J., y Ojeda, K. (2016). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación en la porción central de la Faja transvolcánica Mexicana*. Instituto de Biología UNAM. <https://www.gob.mx/inecc/documentos/identificacion-de-areas-prioritarias-para-la-conservacion-y-su-conectividad-bajo-diferentes-escenarios-de-cambio-climatico-base-para-el-diseno-de-areas-naturales-protegidas>
- Guevara, M., y Mena, P. (2019). *InVEST version 3.7.0*. Stanford University . Natural Capital Project. [https://naturalcapitalproject.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj9321/f/invest\\_version\\_en\\_espanol\\_oct\\_2019.pdf](https://naturalcapitalproject.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj9321/f/invest_version_en_espanol_oct_2019.pdf)
- Instituto Geográfico Militar [IGM]. (2013). *Proyecto de Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel Nacional. Cantón Durán*. Gestión de Descargas del Proyecto Nacional: [https://www.geoportaligm.gob.ec/descargas\\_prueba/duran.html](https://www.geoportaligm.gob.ec/descargas_prueba/duran.html)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2013). *División Político Administrativa (DPA) del Ecuador*. Instituto Nacional de Estadística y Censos: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia\\_Estadistica/Micrositio\\_geoportal/index.html#geografia\\_estadistica](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia_Estadistica/Micrositio_geoportal/index.html#geografia_estadistica)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Censo Ecuador*. Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.censoecuador.gob.ec/>
- Jabbaz, A. R. (2012). *Estadística Descriptiva, Probabilidad e Inferencia. Una visión conceptual y aplicada*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120284>
- Kowler, L. F., Gonzales, J., Ravikumar, A., y Larson, A. M. (2015). *La legitimidad de las estructuras de gobernanza multinivel para la distribución de*



- beneficios: REDD+ y otras opciones de bajas emisiones en Perú.* Center for International Forestry Research [CIFOR]. <https://doi.org/10.17528/cifor/005509>
- Llactayo, W., Salcedo, K., y Victoria, E. (2014). *Protocolo: Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación.* Ministerio del Ambiente, Perú: <https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Protocolo-Validacion-Mapa-Deforestacion.pdf>
- LOOTUGS. (2018). *Ley organica de ordenamiento territorial, uso y gestion del suelo.* Quito: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas\\_oficial\\_8M.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Correspondencias-Juridicas_oficial_8M.pdf)
- López, M., Bertoni, M., y Testa, J. (2018). Importance of natural protected areas in coastal tourism in Province of Buenos Aires. *FACES: revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*, 18(38), 173-189. Universidad Nacional de Mar del plata: [http://nulan.mdp.edu.ar/1866/1/FACES\\_n38-39\\_173-189.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1866/1/FACES_n38-39_173-189.pdf)
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Lozano, L., Avila, H., Macías, J., y González, B. (2009). Avances en la identificación de áreas prioritarias para la conservación en Aguascalientes. *Conference: VII Congreso Nacional sobre Areas Naturales Protegidas de Mexico.* ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/2.1.2246.3046>
- MAATE. (2020). *REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE.* Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica : <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/REGLAMENTO-AL-CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- Marinelli, M. (2022). *Horticultura periurbana y teledetección : herramientas analíticas de valoración y cuantificación de la producción hortícola basada en sensores remotos.* Córdoba: INTA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/13443>

- Martínez, Y. N. (2020). *Análisis multitemporal mediante imágenes de sensores remotos para la determinación de los cambios de uso de suelo en el municipio de San Francisco de Sales, Cundinamarca (Colombia) entre los años 90's y 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de La Plata]: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/111198/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/111198/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca [MAGAP]. (2013). *Memoria técnica. Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional a escala 1:25000*. Geoportal MAGAP: [http://www.mt\\_duran\\_capacidad\\_uso\\_de\\_las\\_tierras.pdf](http://www.mt_duran_capacidad_uso_de_las_tierras.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2020). *Geoportal: SIG Tierras*. Ministerio de Agricultura y Ganadería: [geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/visor-geo](http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/visor-geo)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2020). *Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental (versión editada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2020), escala 1:25.000, año 2009 - 2015*. Geoportal del Agro Ecuador: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/4f7e118f-0439-42bf-ab62-f0e7c842a379>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: MAATE.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2024). *Mapa interactivo*. MAATE: <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>
- Ministerio del ambiente, agua y transición ecologica [MAATE]. (2019). *Zona de amortiguamiento*. MAATE: <http://qa-ide.ambiente.gob.ec:8080/geonetwork/srv/api/records/fb789ab2-34e0-46a8-af9d-228eb50d2c27>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO]. (2021). *Informe sobre el estado del patrimonio natural y de la biodiversidad en España 2020*. MITECO.
- Nogués, D. (2003). El estudio de la destrucción espacial de la biodiversidad. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 29(1), 67-82. <https://doi.org/10.18172/cig.1059>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). *Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad*. FAO:

<https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/#:~:text=Los%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20hacen%20posible,beneficios%20recreativos%2C%20culturales%20y%20espirituales.>

- Organización de los Estados Americanos [OEA]. (2000). *Plan integral de desarrollo de los recursos hídricos de la provincia de Loja*. Organización de Estados Americanos, Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Loja: OEFA. <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/oea02s.pdf>
- Patiño, N. (2015). *Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del Municipio de Pupiales- Nariño mediante la aplicación de herramientas SIG*. [Tesis de grado, Universidad de Manizales]: [https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2510/04\\_Patino\\_Nicolas\\_2015.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2510/04_Patino_Nicolas_2015.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Pereira, M., Ballón, E., Castro, M., y Constantin, A. (2022). *Minería y Desarrollo Sostenible. Seguimiento de la evaluación del desempeño ambiental del Perú*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. <https://hdl.handle.net/11362/48026>
- Prieto, D. (2017). *Análisis Espacial para identificar las áreas potenciales para beneficios múltiples del bosque, en la macrocuenca del Pacífico Colombiano*. [Tesis de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/819/Tesis-Daniel%20Prieto-V-Fin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ridgley, M., y Heil, G. (2018). Planificación multicriterio de zonas de amortiguamiento de áreas protegidas: una aplicación a Parque Nacional Izta - popo de México. *Environment & Management*, 9(1), 293-309. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9058-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9058-7_16)
- Rincón, L. (2019). *Una introducción a la estadística inferencial*. México: Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. <https://lya.fcencias.unam.mx/lars/Publicaciones/ei2019.pdf>
- Rodríguez, J. (2022). *Cartografía de usos del suelo por fotointerpretación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. [Tesis de grado, Universidad de León]: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/3033/Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rodríguez, M. d., López, J., y Vela, G. (2015). Indicadores ambientales biofísicos a escala detallada para el manejo de tierras en Milpa Alta, Centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2013(80), 21-35. <https://doi.org/10.14350/rig.36394>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Ecosistemas terrestres. Indicadores de presión*. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores18/conjuntob/06\\_biodiversidad/06\\_biodiv\\_terrestres\\_presion.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores18/conjuntob/06_biodiversidad/06_biodiv_terrestres_presion.html)
- Segura, M., y Herrera, N. (2022). *Análisis del uso de suelo y su afectación en la cobertura vegetal de la zona industrial del cantón durán mediante sistema de información geográfica*. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20PARRALES%20BETSY%20NATHALY.pdf>
- Tirira, D., y Viracocha, F. G. (2021). Áreas prioritarias para la conservación y vulnerabilidad al cambio climático de *Alouatta palliata aequatorialis* (Atelidae) y *Cebus aequatorialis* (Cebidae) en la provincia de Azuay, Ecuador. *Asociación Ecuatoriana de Mastozoología*, 3(1), 37-57. <https://doi.org/10.59763/mam.aeq.v3i.8>
- Urquiza, J., Burga, M., Zumaeta, R., Fernandez, J., y Jibaja, J. (2016). *Mosaico de imagenes de satelite Landsat 8 y mapa base del Departamento de Loreto para el proceso de ordenamiento territorial*. Perú: Instituto del Bien Común. <http://www.ibcperu.org/wp-content/uploads/2019/01/Mem-Des-Mos-Mapa-Base-Loreto-merged.pdf>
- Villegas, E. (2015). *Impacto de la economía informal en el desarrollo económico del cantón Durán*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9387/1/VILLEGAS%20SERRANO%20ELOISA.pdf>
- Walter Sione, F. V., E., M., y Serafini, C. (2016). *Geotecnologías, herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible*. Argentina: Actas del XVII Simposio Internacional. <https://selper.info/default-item/xvii-simposio-selper-argentina-2016/>
- White, D., y Minang, P. (2011). *Estimación de los costos de oportunidad de REDD+ (Manual de capacitación)*. Fondo Cooperativo para el Carbono de los

Bosques:

[https://www.forestcarbonpartnership.org/system/files/documents/Costos\\_de\\_Oportunidad\\_de\\_REDD\\_Plus\\_ver\\_1.4\\_Agosto\\_2011\\_Reduced.pdf](https://www.forestcarbonpartnership.org/system/files/documents/Costos_de_Oportunidad_de_REDD_Plus_ver_1.4_Agosto_2011_Reduced.pdf)

Zhiñin, H., y Aguirre, N. (2019). Identificación de áreas prioritarias para la restauración ecológica y sitios de referencia en la Región Sur de Ecuador. *CEDAMAZ*, 8(1), 53-61. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/573/536>

## 8.ANEXOS

### Anexo N° 1:

#### *Leyenda temática para cobertura y uso de tierra*

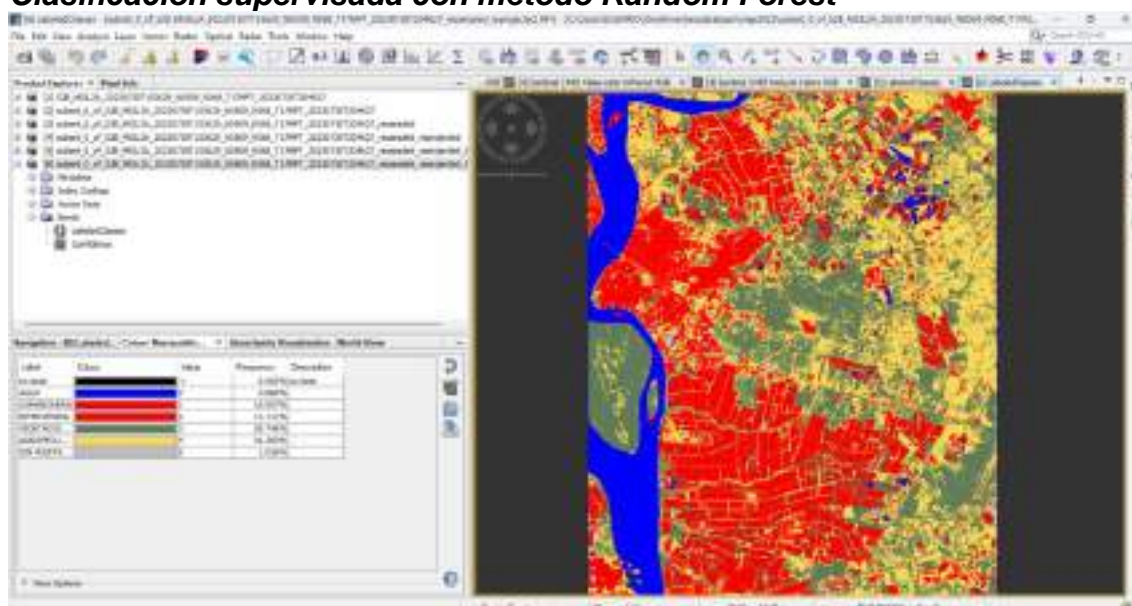
NIVEL I (IPCC)	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	USO	
<b>Tierra Forestal</b>	Bosque Nativo	Bosque Húmedo		Conservación y Protección	
		Bosque Seco			
		Manglar			
		Bosque Inundado			
<b>Tierras agropecuarias</b>	Plantación forestal			Protección o Producción Agrícola	
		Cultivo anual	Cereales (cac)		Arroz
					Maíz
					Quinoa
					Trigo
		Leguminosas (cal)	Chocho		
					Soya
		Raíces y tubérculos (cat)	Papa		
	Cultivo semi permanente	Frutales (csu)			Banano
					Plátano
			Tomate de árbol		

			Uvilla	
			Cítricos	
		Industriales (csi)	Caña de azúcar industrial Caña de azúcar artesanal	
	Cultivo permanente	Frutales (csu)	Aguacate	
			Cacao	
			Café	
	Otras tierras agrícolas	Oleaginosas (cpo) Tierras en transición (td)	Palma africana Tierra agrícola sin cultivo Barbecho	
	Pastizal	Pasto cultivado		Pecuario
<b>NIVEL I (IPCC)</b>	<b>NIVEL II</b>	<b>NIVEL III</b>	<b>NIVEL IV</b>	<b>USO</b>
<b>Tierras agropecuarias</b>	Mosaico agropecuario (asociaciones)	Misceláneo de cereales Misceláneo de ciclo corto Misceláneo de hortalizas Misceláneo de flores Misceláneo de frutales Misceláneo de plantas aromáticas Misceláneo indiferenciado		Agropecuario Mixto
<b>Vegetación Arbustiva y Herbácea</b>	Vegetación Arbustiva Vegetación Herbácea Páramo	Matorral Seco		Conservación y Protección
<b>Cuerpo de Agua</b>	Natural	Rio Lago Laguna Área Inundable		Agua
	Artificial	Canal de riego Reservorio		

<b>Zonas Antrópicas</b>	Área Poblada	Zona Urbana	Antrópico
	Infraestructura	Planta de Tratamiento Vía	
		Camaronera	Acuícola
		Camaronera temporal Canal	
<b>Otras tierras</b>	Erial	Muro	
		Salitral	Tierras improductivas
		Área Salina	
		Banco de Arena	
	Área sin cobertura vegetal		

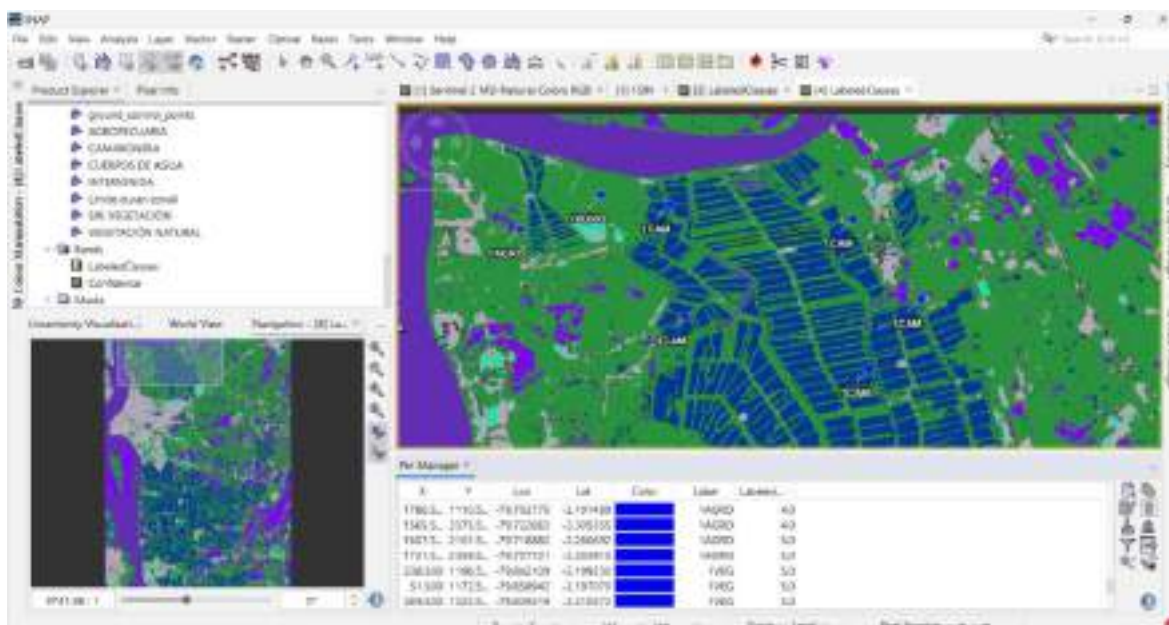
Fuente: (IGM, 2013)

## Anexo N° 2: Clasificación supervisada con método Random Forest



Elaborado por: El Autor, 2024

## Anexo N° 3: Datos de pixeles del filtro del administrador de pines



Elaborado por: El Autor, 2024

#### Anexo N° 4: Matriz de confusión para índice de Kappa

	Cuerpo de agua	Infraestructura	Zona antrópica	Vegetación natural	Agropecuaria	Otras tierras	Total de usuario
Cuerpo de agua	20						20
Infraestructura		19	1				20
Zona antrópica			20				20
Vegetación natural				20			20
Agropecuaria					20		20
Otras tierras				1		19	20
Total del productor	20	19	21	21	20	19	118
Coefficiente Kappa							0.84

Elaborado por: El Autor, 2024

#### Anexo N° 5: Ponderación de criterios de presión

Criterios	Descripción	Valor
Cambio de cobertura vegetal	Vegetación remanente	3
	Zonas de cambio	2
	Área intervenida	1
Áreas prioritarias de reforestación	Alta	3
	Media	2



	Baja	1
<b>Carbono por estrato de bosque</b>	Manglar	3
	Bosque seco	2
	No bosque	1
<b>Minería</b>	Ninguna	3
	< 240	2
	>240	1
<b>Densidad poblacional</b>	3-20 hab/km <sup>2</sup>	3
	21 – 160 hab/km <sup>2</sup>	2
	>160 hab/km <sup>2</sup>	1

**Elaborado por:** El Autor, 2024