

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

*Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Ingeniera Ambiental*

**TRABAJO EXPERIMENTAL**

**“ESTIMACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD Y  
CALIDAD DEL AGUA EN UN ÁREA DE LA CONCESIÓN MINERA  
BENALCAZAR 1 CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, PROVINCIA  
DEL AZUAY-ECUADOR”**

**AUTORAS:**

Vanessa Estefanía Altamirano Macera

Karla Tatiana Pinos Escobar

**TUTOR:**

Dr. Manuel Ernesto Delgado Fernández, PhD

CUENCA - ECUADOR

2019

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotras, Vanessa Estefanía Altamirano Macera con documento de identificación N° 0301746848 y Karla Tatiana Pinos Escobar con documento de identificación N° 0302710124, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que somos autoras del trabajo de titulación: **“ESTIMACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD Y CALIDAD DE AGUA EN UN ÁREA DE LA CONCESIÓN MINERA BENALCAZAR 1 CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, PROVINCIA DEL AZUAY-ECUADOR”**, mismo que ha sido para optar por el título de: *Ingeniera Ambiental* en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril del 2019



Vanessa Estefanía Altamirano Macera

C.I. 0301746848



Karla Tatiana Pinos Escobar

C.I. 0302710124

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ESTIMACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD Y CALIDAD DE AGUA EN UN ÁREA DE LA CONCESIÓN MINERA BENALCAZAR 1 CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, PROVINCIA DEL AZUAY-ECUADOR”**, realizado por Vanessa Estefanía Altamirano Macera y Karla Tatiana Pinos Escobar, obteniendo el *Trabajo Experimental*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, abril del 2019



Manuel Ernesto Delgado Fernández

C.I. 0102073780

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, Vanessa Estefanía Altamirano Macera con número de cédula 0301746848 y Karla Tatiana Pinos Escobar con número de cédula 0302710124, autoras del trabajo de titulación: **“ESTIMACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD Y CALIDAD DE AGUA EN UN ÁREA DE LA CONCESIÓN MINERA BENALCAZAR 1 CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, PROVINCIA DEL AZUAY-ECUADOR”**, certificamos que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, abril del 2019



Vanessa Estefanía Altamirano Macera

C.I. 0301746848



Karla Tatiana Pinos Escobar

C.I. 0302710124

## DEDICATORIA

*A Dios, por haberme bendecido con esta oportunidad e iluminarme para culminar este camino largo.*

*A mis padres, Pedro y Gladys por protegerme entre sus brazos y ser mi guía en todo momento. Han sido mi éxito y mi esencia, todo lo que soy se los debo.*

*A mis hermanos Maribel y Yohander, por su apoyo y motivación en cada etapa importante de mi vida.*

*A mi compañero incondicional Joel, por su sola presencia y apoyo, por no soltar mi mano ni dejarme caer.*

*Vanessa*

*Primero a Dios y a la Virgen, quienes me dieron la fortaleza y sabiduría en todas las situaciones que se me presentaron en esta etapa de mi vida.*

*A mis padres Víctor y Aidee, por brindarme su apoyo con una excelente educación, las lecciones de vida y principalmente el enseñarme que con amor y mucho esfuerzo se consigue todo.*

*A mi compañero de vida y mejor amigo, mi esposo Manuel, por sus palabras, confianza, amor y sobre todo por el tiempo y la comprensión que fueron pilares fundamentales para que pudiera realizarme profesionalmente.*

*A mis hermanos, abuelitos y a todos quienes contribuyeron a que mi estudio sea un éxito.*

*Karla*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía a lo largo de este trayecto y que con su bendición nos ha permitido culminar satisfactoriamente esta carrera.

Asimismo, agradecemos infinitamente a nuestros familiares por el apoyo incondicional brindado y por ser nuestro pilar fundamental.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, por impartirnos sus conocimientos y experiencia ayudándonos a nuestra formación.

De igual forma, agradecemos a nuestro tutor de tesis PhD. Ernesto Delago por guiarnos en esta investigación, además por su apoyo, sabiduría y motivación brindada que fueron base para alcanzar todos los objetivos planteados en nuestra tesis.

Finalmente, agradecemos a los profesionales de la Empresa Consulingema por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar nuestros conocimientos en el ámbito profesional, además de su colaboración para el desarrollo de este estudio.

## RESUMEN

Las actividades de origen antrópico y productivas, al menos en áreas protegidas directa o indirectamente alteran el ecosistema, el presente trabajo buscó estimar el estado actual de la biodiversidad y calidad de agua en un área de la concesión minera de nombre BENALCAZAR 1, que interviene en el bosque protector y vegetación Uzhcurrumi, cantón Camilo Ponce Enríquez. El estudio se hizo en base a puntos de muestreo, la flora se clasificó como: arbórea, arbustiva y herbácea, se identificó 890 individuos que se ubicaron en 47 especies, la más representativa del estrato arbóreo con el (10%) es *Triplaris cumingiana* Fisch & C.A. Mey. (Tangarana), estrato arbustivo con el (19%) es *Gleichenella pectinata* y del estrato herbáceo (13%) *Piper aduncum*. La fauna se clasificó en: Mastofauna, avifauna, herpetofauna e ictiofauna, se registró 249 individuos distribuidos en 43 especies, las más representativas son *Conepatus semistriatus* y *Dasypus novemcinctus* (16%); *Thraupis episcopus* (9%); *Rhinella marina* (21%) y *Astroblepus brachycephalus* el (4,01%). De acuerdo al índice de Shannon y Simpson la flora y fauna del lugar es media. En cuanto al índice de calidad del agua, de acuerdo al cálculo del ICA, la calidad del agua es regular. El presente estudio establece un levantamiento de información importante para que a futuro se haga una evaluación de la influencia de las actividades mineras en la zona de estudio.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	19
JUSTIFICACIÓN .....	19
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<input type="checkbox"/> OBJETIVO GENERAL.....	20
<input type="checkbox"/> OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>21</b>
RECURSOS PARA EL MONITOREO DE FLORA Y FAUNA .....	22
1. Transectos para valorar flora .....	22
2. Metodo de transectos en línea.....	22
3. Método de transectos para la valoración de la fauna .....	23
4. Muestreo aleatorio .....	23
5. Evaluaciones ecológicas rápidas.....	23
6. Redes de neblina .....	24
7. La identificación por rastros .....	24
EVALUACIÓN DE FLORA .....	24
PARÁMETROS PARA MEDIR LA VEGETACIÓN.....	25
1. Diámetro a la altura de pecho (DAP).....	25
2. Área Basal.....	26
3. Densidad .....	26
4. Densidad Relativa (DR).....	26

5.	Dominancia Relativa (Dm. R) .....	26
6.	Frecuencia .....	26
7.	Índice de valor de importancia.....	26
8.	Índices de diversidad.....	27
EVALUACIÓN DE FAUNA.....		27
1.	Mastofauna.....	27
2.	Herpetofauna.....	28
3.	Avifauna.....	31
4.	Ictiofauna .....	32
5.	Especies endémicas de fauna .....	33
CALIDAD DEL AGUA .....		33
1.	Índice de calidad de agua (ICA) .....	34
<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
2.1.	VALORACIÓN DE FLORA .....	38
2.1.1.	Métodología para flora.....	39
2.1.2.	Riqueza y Abundancia de flora.....	39
2.1.3.	Parámetros para medir la vegetación .....	39
2.1.4.	Análisis de la Diversidad .....	40
2.1.5.	Diversidad ecológica y estado de conservación.....	42
2.1.6.	Tiempo empleado para el muestreo de flora (Esfuerzos de muestreo)....	42
2.2.	VALORACIÓN DE FAUNA.....	43
2.2.1.	Mastofauna.....	43
2.2.1.1.	Análisis de datos para fauna .....	43
2.2.2.	Avifauna.....	47

	10
2.2.3. Herpetofauna.....	50
2.2.4. Fauna Acuática.....	52
2.3. ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA .....	54
2.3.1. Área de estudio .....	54
2.3.2. Fase de campo para la toma de muestras de agua.....	54
2.3.3. Plantilla para el cálculo del Índice de Calidad del Agua .....	55
2.3.4. Estimación del índice de calidad de agua (ICA).....	55
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
3.1. ESTUDIO DE FLORA.....	59
3.1.1. Estrato Arbóreo.....	59
3.1.2. Estrato Arbustivo .....	69
3.1.3. Estrato herbáceo.....	75
3.2. RESULTADOS DE ESTUDIO DE FAUNA.....	81
3.2.1. Mastofauna.....	81
3.2.2. Avifauna.....	86
3.2.3. Herpetofauna.....	92
3.2.4. Fauna Acuática.....	97
3.3. ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE FLORA Y FAUNA.....	98
3.3.1. Análisis de datos del punto 1 (M1I).....	98
3.3.2. Análisis de datos del Punto 2 (M2M) .....	99
3.3.3. Análisis de datos del Punto de Salida en el río Iñán .....	100
3.5. DISCUSIÓN .....	<b>101</b>
3.5.1. FLORA .....	101

3.5.2. FAUNA .....	102
3.5.3. CALIDAD DEL AGUA .....	103
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
4.1. RECOMENDACIONES .....	106
<b>5. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Puntos de muestreo de flora.....	38
Tabla 2 Rango de valores de diversidad para el índice de Simpson.....	41
Tabla 3 Rango de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener.....	41
Tabla 4 Esfuerzo de muestreo Flora .....	42
Tabla 5 Puntos de muestreo de Mastofauna .....	43
Tabla 6 Esfuerzo de muestreo para Mastofauna .....	45
Tabla 7 Estado de conservación de Flora y Fauna según la UICN.....	46
Tabla 8 Puntos de muestreo de Avifauna .....	47
Tabla 9 Esfuerzo de muestreo para Avifauna .....	49
Tabla 10 Puntos de muestreo de herpetofauna .....	50
Tabla 11 Esfuerzo de muestreo para Herpetofauna .....	51
Tabla 12 Puntos de muestreo de Fauna Acuática .....	52
Tabla 13 Esfuerzo de muestreo para Fauna acuática .....	53
Tabla 14 Puntos de muestreo de Agua.....	54
Tabla 15 Plantilla para Cálculo del ICA .....	55
Tabla 16 Clasificación del ICA por categorías .....	56
Tabla 17 Parámetros de calidad de agua con sus respectivos pesos .....	56
Tabla 18 Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. ....	57
Tabla 19 Resultados del Índice de Shannon-Wiener de estrato arbóreo .....	62
Tabla 20 Resultados del Índice de Simpson de estrato arbóreo.....	62
Tabla 21 Resultados del área basal .....	63
Tabla 22 Cálculo del Índice de valor de importancia de las especies registradas .....	65

Tabla 23 Estado de conservación del estrato arbóreo .....	67
Tabla 24 índice de diversidad de shannon wiener de estrato arbustivo .....	71
Tabla 25 Índice de Diversidad de Simpson de Estrato Arbustivo .....	72
Tabla 26 Lista de Estado de conservación de Estrato Arbustivo .....	74
Tabla 27 Índice de Diversidad de Shannon Wiener de Estrato Herbáceo .....	78
Tabla 28 índice de diversidad de simpson de estrato herbáceo .....	78
Tabla 29 Lista de Estado de conservación de Estrato Herbáceo .....	79
Tabla 30 Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Mastofauna .....	83
Tabla 31 Resultados del Índice de Simpson de Mastofauna.....	84
Tabla 32 Lista de Estado de conservación de Mastofauna .....	85
Tabla 33 Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Avifauna .....	88
Tabla 34 Resultados del Índice de Simpson de Avifauna.....	89
Tabla 35 Lista de Estado de conservación de Avifauna .....	90
Tabla 36 Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Herpetofauna.....	94
Tabla 37 Resultados del Índice de Simpson de Herpetofauna.....	95
Tabla 38 Lista de Estado de conservación de Herpetofauna .....	96
Tabla 39 Registro de Especies de Fauna acuática .....	97
Tabla 40 Cálculo del ICA del punto Inicial .....	98
Tabla 41 Cálculo del ICA del punto medio .....	99
Tabla 42 Cálculo del ICA del punto de salida .....	100

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Resultado porcentual de estrato arbóreo registrado.....	60
Figura 2. Diagrama de barras de la riqueza del estrato arbóreo por especies y familias de los puntos de muestreo. ....	61
Figura 3. Curva de resultados del área basal de las especies registradas.....	65
Figura 4. Diagrama de barras de resultados del Índice de valor de importancia.....	66
Figura 5. Dendograma del índice de Jaccard-Estrato Arbóreo.....	67
Figura 6. Origen Arbóreo.....	69
Figura 7. Porcentaje de representación de especies arbustivas.....	70
Figura 8: Riqueza de familias y especies arbustivas.....	70
Figura 9. Dendograma del índice de Jaccard-Estrato Arbustivo. ....	73
Figura 10. Origen de especies arbustivas.....	75
Figura 11. Porcentaje de especies identificadas en estrato herbáceo.....	76
Figura 12. Riqueza de familias y especies herbáceas. ....	77
Figura 13. Dendograma índice de Jaccard.Estrato Herbáceo. ....	79
Figura 14. Origen de especies herbáceas. ....	80
Figura 15. Porcentaje de representación del total de especies de Mamíferos.....	82
Figura 16. Diagrama de barras de riqueza de familias y especies de Mastofauna. ....	83
Figura 17. Dendograma del índice de Jaccard-Mastofauna.....	85
Figura 18. Porcentaje de representación del total de especies de Avifauna. ....	87
Figura 19. Diagrama de barras de riqueza de especies y familias registrados-Avifauna. ....	88
Figura 20. Índice de Jaccard-Avifauna. ....	90
Figura 21. Porcentaje de representación del total de especies de Herpetofauna. ....	93

Figura 22. Diagrama de barras del porcentaje de representación del total de especies de Herpetofauna.....	94
Figura 23. Dendograma del índice de Jaccard-Herpetofauna.....	96

**LISTADO DE ANEXOS**

Anexo 1. Inventario de especies de flora encontradas .....	118
Anexo 2. Tabla dasométrica del estrato arbóreo.....	129
Anexo 3. Inventario de especies de fauna.....	132
Anexo 4. Mapa de ubicación del proyecto minero Benalcazar 1 .....	150
Anexo 5. Ubicación de la concesión minera dentro del bosque protector.....	151
Anexo 6. Mapa de puntos de muestreo de flora.....	152
Anexo 7. Mapa de puntos de muestreo de mastofauna.....	153
Anexo 8. Mapa de puntos de muestreo de avifauna .....	154
Anexo 9. Mapa de puntos de muestreo de herpetofauna .....	155
Anexo 10. Mapa de puntos de muestreo de ictiofauna .....	156
Anexo 11. Mapa de puntos de muestreo para calidad del agua.....	157
Anexo 12. Registro fotográfico del sector BENALCAZAR I correspondientes a la evaluación de flora, fauna y calidad de agua .....	158

**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Materiales utilizados .....	158
Fotografía 2. Ubicación de transectos .....	158
Fotografía 3. Toma de muestra para el análisis microbiológico del agua .....	159
Fotografía 4. Evidencia de avifauna (nido).....	159
Fotografía 5. Toma de muestra para el análisis físico del agua .....	160
Fotografía 6. Toma de muestra para el análisis microbiológico del agua .....	160
Fotografía 7. Muestras de agua recolectadas en campo.....	161

## 1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad en Ecuador es parte de las formas de organización, de la historia, así como sustento de la economía. Por la riqueza taxonómica de sus especies, Ecuador es considerado como uno de los 18 países más diversos del planeta (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016). Sobre la base de las consideraciones anteriores, en los artículos 71, 72 y 73 de la Constitución (2008) de los derechos de la naturaleza menciona su protección, conservación, recuperación y promoción desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico; es decir, se reconoce a la biodiversidad como patrimonio natural del país, lo que comprende las formaciones físicas, biológicas y geológicas.

Debido a la presencia de la Cordillera de los Andes existe una gran diversidad de ecosistemas, pisos altitudinales, climas, microclimas, y suelos lo que permite que la flora y fauna sean diferentes, los últimos datos indican que sólo 1'750.000 especies han sido oficialmente identificadas en el país. Los bosques protegidos tienen gran diversidad florística y faunística, motivo por el cual es de suma importancia su cuidado para mantener sus riquezas. Debido a la intervención antrópica por la explotación minera, se deben considerar medidas preventivas de las especies que habitan en estas zonas, la mayor parte de las especies habitan en las selvas húmedas tropicales (Bravo, 2013).

En el territorio ecuatoriano no existen aún inventarios biológicos detallados, a pesar de ello, el país se encuentra en los primeros lugares en cuanto a diversidad de especies a nivel mundial. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

Los recursos hídricos de buena calidad se han visto limitados en los últimos años debido al desarrollo de actividades sociales y productivas, lo que ha generado grandes problemas como

la amenaza de flora y fauna; así mismo, el peligro inminente de acrecentar la crisis global del agua (Hidalgo & Capello, 2010).

Ante lo expuesto, este estudio busca estimar el estado actual de la diversidad florística y faunística, a más de la calidad de agua, en un área de la Concesión Minera BENALCAZAR 1.

### **Delimitación del área de estudio**

El área de estudio se ubica en la parte central del Cantón Camilo Ponce Enríquez, que tiene una precipitación promedio de 1.125 mm; de igual forma, se encuentra dentro del bosque protector y vegetación Uzchurrumi, la Cadena, Peña Dorada, Brasil, por el cual atraviesa el río IÑÁN. La topografía de la zona es irregular, con elevaciones que varían entre 553 m.s.n.m y 840 m.s.n.m en la parte más alta; a su vez, la temperatura promedio es de 25°C. La pendiente es pronunciada abrupta montañosa mayor al 70% (ver anexo 4) (GAD Cantonal Camilo Ponce Enríquez, 2014).

El clima es característico de la zona tropical megatérmico semi-húmedo que permite una vegetación herbácea y arbustiva dominante, además de cultivos de ciclo corto y presencias puntuales de especies arbóreas plantadas como nativas.

### **Justificación**

El Ministerio del Ambiente establece que, los titulares de las concesiones mineras deben efectuar estudios preliminares sobre el estado actual de la biodiversidad de un proyecto minero EX-ANTE. Ante la situación planteada se ha visto la necesidad de realizar la caracterización florística y faunística; igualmente, la evaluación de calidad de agua del curso hídrico en la concesión minera BENALCAZAR I a través de diferentes directrices y mecanismos, con el propósito de obtener información que servirá como punto de partida para realizar estudios

comparativos a futuro acerca de las alteraciones o afecciones posibles tanto en la diversidad biológica como en calidad de agua, debido a la explotación minera dentro de este ecosistema protegido; adicionalmente, es necesario dar a conocer la importancia y la relación de la biodiversidad con la Ley de Minería, misma que establece la obligación del cuidado de la naturaleza, antes, durante y después de la intervención antrópica (Total Consultoría, 2015).

Buscamos establecer y exponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación, beneficiando tanto a la población próxima al proyecto como al ambiente en general, garantizando el desarrollo de las actividades mineras de una manera socialmente justa, ecológicamente equilibrada y económicamente rentable, obteniendo una relación amigable y respetuosa entre las actividades antrópicas y el ambiente.

## **Objetivos**

- **Objetivo General**

Estimar el estado actual de la biodiversidad y calidad de agua en un área de la Concesión Minera BENALCAZAR 1, que interviene en el bosque protector y vegetación Uzhcurrumi, la Cadena, Peña Dorada, Brasil, ubicada en el cantón Camilo Ponce Enríquez, para garantizar la sostenibilidad de la diversidad biológica.

- **Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos que se considera en el presente proyecto son:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la zona de influencia en donde se encuentra emplazada la concesión minera, poniendo especial énfasis en el estado de la biodiversidad y calidad de agua.

- Establecer la diversidad e importancia de las especies encontradas.
- Realizar un inventario de flora y fauna existente.
- Determinar la calidad de agua en base a parámetros y requerimientos del ICA dentro del recurso hídrico existente en el lugar de estudio.

### **Estado del arte**

La biodiversidad es primordial para asegurar la supervivencia de los seres humanos, utilizada de una manera sostenible, brinda la posibilidad de almacenar agua dulce en acuíferos, ríos y lagos; proporciona la extracción de productos esenciales de los bosques de madera y medicina, etc., y limita la presencia de CO<sub>2</sub>, evitando el calentamiento global; sin embargo, *el uso no responsable de los recursos naturales provoca una pérdida de la biodiversidad*, que se traduce en la continua desaparición de especies y de los ecosistemas en los cuales habitan (Ibáñez, 2017).

Nuestro país es uno de los países con mayor diversidad por unidad de área en el mundo, por lo tanto, es considerado megadiverso, puesto que alberga un sinnúmero de especies distintas (Bravo, 2014). La diversidad es consecuencia directa de la complejidad de los ecosistemas, los cuales se extienden desde el bosque lluvioso de la baja Amazonía hasta los altos Andes, y desde el lado occidental de la cordillera hasta la costa del Pacífico y las islas Galápagos (Albuja, y otros, 2012)

El 0,17% de la superficie del planeta ocupa el Ecuador; pero a pesar de ser poco extenso posee más del 11% de todas las especies de vertebrados, 16.087 especies de plantas vasculares, 400 especies de anfibios y 1.562 especies de aves (Bravo, 2013).

Los ecosistemas son entidades naturales que presentan diferentes grados de resistencia a ciertos cambios ocasionados en el medio, además poseen energía que permite la restauración de forma natural, a esto se denomina resiliencia (Guamán, 2010).

Sin embargo, la naturaleza se encuentra amenazada por las actividades mineras, industriales, petroleras, avícolas, plantaciones forestales, etc., motivo por el cual la declaración de áreas protegidas es una estrategia de conservación (Bravo, 2014). Cabe agregar que se deben implementar ciertas medidas de manejo, protección de áreas naturales y adquirir normas adecuadas para concientizar y educar a las personas (Tulmo, 2013).

En lo que respecta a calidad de agua, es necesario identificar y controlar las fuentes de contaminación, ya que los residuos pueden terminar afectándola; de tal modo, las tácticas para manejar las aguas superan las fronteras jurisdiccionales debido a que, el aire y el agua pueden esparcir su fuente contaminada de un lugar a otro de manera fácil (Rubio, Salort, Sbarato, & Sbarato, 2013).

## **Recursos para el monitoreo de flora y fauna**

### **1. Transectos para valorar flora**

El método de transectos permite determinar diversidad, composición y dominancia de especies, lo que posibilita la creación de políticas para conservar áreas naturales protegidas o no protegidas (Gualotuña, 2013).

### **2. Metodo de transectos en línea**

Se realiza utilizando una soga o cadena marcada que puede ser de 0,5 m. a 1 m. o más, según se necesite; para el muestreo continuo se colecta las especies a lo largo del área determinada y

para un muestreo sistemático los puntos marcados alternativamente son colectados para determinar la presencia o ausencia de especies (Zuñiga, 2011).

### **3. Método de transectos para la valoración de la fauna**

Consiste en un conteo de animales observados en un recorrido determinado, seleccionando varios transectos de una distancia adecuada y distribuyéndolos de manera aleatoria para el muestreo. El tiempo de observación debe ser el mismo en cada transecto (Tulmo, 2013). Es ineludible realizar observaciones fuera de los transectos determinados para lograr captar mayor cantidad de fauna (Campaña & Boada , 2008)

### **4. Muestreo aleatorio**

Se toma una cantidad grande de muestra en diferentes lugares dentro del área, normalmente se utiliza un cuadrante; considerando el área de estudio, se tomarán los cuadrantes suficientes. Para que un muestreo aleatorio sea estadísticamente válido es necesario que sea realmente azaroso; así será más preciso (Zuñiga, 2011).

### **5. Evaluaciones ecológicas rápidas**

Metodología eficaz para la adquisición, análisis y manejo de la información ecológica; se realiza en el menor tiempo posible para obtener resultados fiables y aplicables. No están creadas para considerar la variación temporal como la estacionalidad en los diferentes ecosistemas (Guamán, 2010). La herramienta permite la planificación de una área protegida, ya que proporciona información necesaria acerca de la flora y fauna en zonas específicas (Productora, 2012), los cuales se aplican a nivel del ecosistema/hábitat, generalmente para las evaluaciones del inventario y para conservar la riqueza en diversidad biológica. (Hernández W. , 2011; IDAE, 2015).

## **6. Redes de neblina**

Son mallas de diferente tamaño que pueden generar diferentes tasas de captura y selectividad de especies (Vogel, Pujals, & Zawadzki, 2012). Las redes de neblina fueron diseñadas para la captura de aves y monitoreo de sus poblaciones. El número de aves capturadas está influenciado por la actividad de las mismas. La efectividad de redes depende de ciertos factores tales como: el tamaño de la malla, tipo y calidad del material, su desgaste, la visibilidad y las condiciones meteorológicas, el tipo de hábitat y estructura de la vegetación, el tamaño de las aves, tipo de vuelo, el comportamiento territorial y, finalmente, la habilidad de la persona (Andes, 2015).

## **7. La identificación por rastros**

Es la caracterización de huellas o rastros diferentes como fecas, comederos, marcas de orina, dormideros, sonidos y vocalizaciones, registrando la ubicación dentro de los transectos donde se realizó el método de identificación de rastros, además del tipo de hábitat y el estrato (agua, terrestre, sotobosque, dosel y aéreo) (Boada & Campaña, 2008); también se encuentran trillos, marcas en troncos, rascaderas, madrigueras, echaderos de descanso, olores y partes de cuerpos como alguna presa o evidencia de restos dejados por el depredador; el recorrido de los transectos se realiza en forma sistemática cada cierto tiempo y durante un mismo horario, contabilizándose cada rastro para la identificación de la especie que lo dejó (Tulmo, 2013).

## **Evaluación de flora**

La flora es el conjunto de todas las especies de vegetales que existen en un lugar, en los estudios sobre la misma suelen adjuntarse las distintas especies de los grupos que se forman (musgos, algas y helechos). Por otro lado, la vegetación se entiende como la agrupación y

disposición de la flora sobre un determinado territorio formando un manto vegetal (Ibáñez, 2017).

La flora ecuatoriana es muy rica y variada debido a la diversidad de los medios ecológicos; en este sentido, cabe mencionar los siguientes ecosistemas claramente diferenciados: la zona de los manglares de la costa, la selva tropical húmeda del noroccidente, las áreas desérticas de la península de Santa Elena, las sabanas de la cuenca del Guayas, los bosques subandinos y andinos, las calles interandinas de clima templado, los páramos andinos y las cúspides nevadas. (Patzelt, 2012)

La flora ha sido estudiada de manera sistemática desde el año 1972 (Ortuño, 2017). En referencia a lo anterior en el Ecuador existen alrededor de veintidós mil especies vegetales diferentes (Patzelt, 2012).

En los últimos 13 años se han reportado 2.433 especies vegetales nuevas para el país, de las cuales 1.663 son también nuevas para la ciencia. La diversidad vegetal representa actualmente 18.198 (7.6%) de plantas vasculares registradas, de las cuales 17.748 son nativas y 4.500 endémicas. Además, 137 especies de palma y 4.300 especies de orquídeas, las cuales representan más del 18% de orquídeas en el mundo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

## **Parámetros para medir la vegetación**

### **1. Diámetro a la altura de pecho (DAP)**

Es una medida de longitud que pasa por la parte central de un círculo y finaliza en los puntos de intersección de la circunferencia; permite determinar el área de la sección transversal en el punto de medición (Benavides, Rubio, & Rueda, 2010).

## **2. Área Basal**

Es el área de cualquier sección transversal del fuste de un árbol, conocida como AB; a su vez, es el área de la sección horizontal de un árbol que se encuentra a 1,3 m del suelo, es decir con un DAP (Suntaxi, 2010).

## **3. Densidad**

Dada por el número de individuos de una especie que se encuentra en la superficie muestreada del área de estudio (Naranjo & Ramírez, 2009).

## **4. Densidad Relativa (DR)**

Proporcionada por el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Naranjo & Ramírez, 2009).

## **5. Dominancia Relativa (Dm. R)**

Es la cantidad de biomasa que una especie aporta y se expresa de manera porcentual, se relaciona con el área basal de los individuos de cada especie y el área muestreada (Naranjo & Ramírez, 2009).

## **6. Frecuencia**

Expresa la cantidad de especies que aparecen en la muestra en relación al total de unidades manejadas (Moreno & López, 2009).

## **7. Índice de valor de importancia**

Es la sumatoria de la frecuencia, densidad y dominancia relativa cuyo resultado máximo es 300 para una especie. En caso de carecer de algún parámetro, por ejemplo, de la densidad, este índice se calculará sumando la frecuencia y dominancia relativa y, por tanto, el valor superior será de 200 (Moreno & López, 2009).

## **8. Índices de diversidad**

Incorpora en un único valor la riqueza específica y la equitabilidad, en varios casos el valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. (Moreno & López, 2009).

### **Shannon-Wiener**

El índice manifiesta la heterogeneidad de una muestra de acuerdo al número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006).

### **Evaluación de fauna**

En los bosques se pueden encontrar diversas especies de aves grandes y pequeñas, tales como: azulejo, carpintero, cacique, perico, perdiz, tórtola, tordo, garrapatero, gavián, mirlo negro, golondrina, entre otros; mientras que, en las faldas de la cordillera existen armadillos, osos, monos, cusumbos, tigrillos, murciélagos, ardillas, etc. (Hidalgo & Capello, 2010).

### **1. Mastofauna**

Los mamíferos son de gran importancia; en este caso específico, Ecuador ocupa el noveno lugar en el mundo, a pesar de que su superficie es reducida. El trópico oriental o amazónico es la zona con la más alta diversidad de mamíferos en el Ecuador, con 191 especies que representan el 51,8% de la mastofauna nacional. Otras de las zonas más diversas, a más del trópico oriental, se encuentran en los pisos tropicales noroccidentales húmedos, con 136 especies (36,9%); y seco, con 116 especies (31,4%). Los subtrópicos cuentan con 110 especies (29,8%) y el oriente con 114 especies (30,9%). Las zonas templadas registran a occidente con 57 especies (15,4%) y a oriente con 51 especies de mamíferos (13,8%). Finalmente, el piso andino posee 49 mamíferos (13,3%) (Tirira, 2001).

### **1.1. Murciélagos**

Los murciélagos son especies nocturnas que, al volar se orientan con sonidos y, a pesar de ser considerados organismos vivos son ignorados por el aspecto que presentan (Albuja, 1999). Según estudios recientes de evaluación del estado de conservación de los murciélagos, se estima que 19 especies se encuentran en peligro, es decir, el 17% de los mamíferos del país, donde se albergan un 74% de las especies de quirópteros los cuales se ven amenazados dentro del bosque húmedo de la Costa Norte. Por otro lado, la región oriental supone un 10% de especies de quirópteros consideradas en peligro de extinción (Burneo & Tirira, 2014).

### **2. Herpetofauna**

Registra el 10% de anfibios y 6% de reptiles existentes en nuestro territorio, de los cuales el 45% de la fauna anfibio y el 29% de reptiles son especies endémicas; no obstante, a pesar de los avances tecnológicos, el país todavía no cuenta con un inventario completo y actualizado de herpetofauna, resultando riesgosa la conservación, tanto para los anfibios como para los reptiles, por lo que es importante el desarrollo de estudios que completen la información taxonómica y que evalúen la dinámica poblacional de especies ya conocidas; esto permitirá conocer el estado en el que se encuentran las poblaciones de anfibios y reptiles, sus condiciones ambientales y nuevos registros de especies (Campos, Yanez, Izquierdo, & Fuentes, 2001).

La herpetofauna está asociada a cuatro hábitats diferentes; primero los bosques maduros y secundarios de terrazas altas, medias y bajas que contienen ensamblajes ricos de anfibios y reptiles, terrestres y acuáticos; segundo la vegetación de orilla de Río caracterizada por una baja concentración de anfibios y reptiles, con especies asociadas a depósitos aluviales en formación; seguido de las áreas abiertas y de pastizal con ensamblajes de anfibios pioneros y colonizadores relacionados a ambientes acuáticos en posas artificiales y temporales y por último la vegetación en laderas escarpadas limitada de diversidad de anfibios y reptiles,

concretamente las ranas que viven en estos ambientes son aquellas con estrategias reproductivas de desarrollo directo (Yáñez, Altamirano, & Oyataga, 2009).

Los anfibios y reptiles se encuentran distribuidos alrededor del mundo sin embargo la mayor diversidad de organismos se concentra principalmente en los trópicos. Este grupo de organismos cumple un papel fundamental dentro del funcionamiento de los ecosistemas pues constituyen un eslabón intermedio en la cadena del flujo de energía actuando como consumidores y presas, además debido a sus características fisiológicas de tolerancia a varias tensiones algunas especies pueden ser utilizadas como indicadoras de calidad del hábitat (Dowling & Duellman, 1979).

Dentro del país existe una gran diversidad de estos organismos registrándose hasta la actualidad 571 especies de anfibios y 454 especies de reptiles, muchas de las cuales han sido descubiertas en los últimos años, además se estima que el número de especies aumente considerablemente (Andrade, 2017).

## **2.1. Anfibios**

Se reporta ocho especies de anfibios en estudios realizados en los valles secos interandinos del sur, provincias de Azuay y Loja (Aguirre, 2017).

Los grupos de anfibios terrestres más notables en los trópicos son los sapos, ranas, salamandras y cecilias. Se encuentran en páramos, bosques, ríos y pantanos, y cumplen un rol importante en el funcionamiento de ecosistemas, actúan como consumidores y presas, siendo un eslabón intermedio en la cadena de flujo de energía y nutrientes. Ecuador sujeta el cuarto puesto en cantidades enormes de anfibio fauna a nivel mundial, convirtiéndolo en la región del planeta con la concentración más diversa de ranas y sapos (Ron, Merino, & Ortiz, 2019).

La diversidad de anfibios radica en el “hotspot”<sup>1</sup> de los Andes tropicales en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, mismos donde su riqueza es mayormente notable a comparación con la de otras regiones en el mundo. Los anfibios son una de las especies más amenazadas en el planeta es por ello que su conservación es crítica en la actualidad, convirtiéndose en una amenaza que conspira contra la supervivencia de uno de los grupos de vertebrados. Esto como consecuencia del uso de pesticidas, aumento de la radiación ultravioleta, pérdida de hábitats por especies invasoras, entre otras (Angulo & Marca, 2006).

## **2.2. Reptiles**

Los reptiles constituyen un grupo parafilético, es decir incluye al ancestro común de sus miembros pero no a todos los descendientes de este. Dentro del grupo parafilético se encuentran las tortugas, aves, cocodrilos, rinocéfalos y escamosos (Galán, 2015). Estas especies son consideradas un grupo de animales misteriosos y temidos; una de las causas que ha provocado la extinción o disminución de varias especies de reptiles ha sido el temor que ocasionan los mismos, sin embargo, el impacto generado al medio ambiente en el cual habitan y ciertas actividades antrópicas han sido determinantes para que la mayor parte de reptiles se vean amenazados (Carrillo, y otros, 2005).

En la región sur de nuestro país se registran 131 especies de reptiles, siendo la provincia de El Oro el área de mayor concentración de riqueza de estas especies. (Aguirre, 2017).

## **2.3. Características y papel biológico de anfibios y reptiles**

Los anfibios y reptiles comparten una fisiología ecotérmica, esto quiere decir que dependen de fuentes externas de calor y los hace vulnerables a las transformaciones del medio como

---

<sup>1</sup> Hotspot = puntos calientes según (Angulo & Marca, 2006)

puede ser un cambio en la cobertura vegetal. Así mismo, comparten una capacidad limitada de desplazamiento haciéndolos sensibles ante la alteración de los hábitats (Galán, 2015). Los rasgos de los anfibios les permiten el paso rápido de agua y gases, de tal manera, este grupo de especie absorbe el agua del suelo húmedo sin necesidad de tomarla de manera directa de los cuerpos de agua (Guerrero, y otros, 2011).

En los reptiles, la característica más importante es su piel seca, cubierta por escamas y escasa de glándulas, la cual les protege de la desecación, pero a su vez les hace impermeable al agua y gases, por esta razón, su respiración es solo pulmonar. Al igual que los anfibios son ectotermos, requieren de fuentes externas de radiación solar y poder obtener de esta manera su temperatura corporal (Guerrero, y otros, 2011).

Tienen hábitos diferentes con especies terrestres, fosoriales, arborícolas, semiacuáticas y acuáticas, algunas viven en agua dulce y otras en el mar. Se encuentran en casi todo el mundo, principalmente en zonas de temperaturas calientes. Representan una cantidad significativa de la biodiversidad en las regiones templadas, tropicales y subtropicales (Guerrero, y otros, 2011).

### **3. Avifauna**

Este grupo de vertebrados terrestres más diverso en el planeta, aproximadamente existen 9500 especies en el mundo. Sus orígenes provienen desde hace más de 150 millones de años (Ecdiostoides & Vannamei, 2003) y su patrón de diversidad esta en función de los biomas; es decir, los ecosistemas piemontanos confluyen especies de tierras bajas y especies andinas, otro tipo de ecosistemas con gran diversidad son los bosques secos de tierras bajas y las zonas de manglar, por lo tanto es necesario cuidar y conservar los bosques principalmente los piemontanos y secos ya que generalmente son amenazados por actividades mineras, ganaderas y agrícolas, afectando de esta manera la diversidad de especies de fauna (Garzón, Mena, Sornoza, Pozo, & Echeverría, 2016).

Ecuador contiene más de la mitad de la avifauna existente en el continente americano y el 18% aproximadamente de las especies del mundo, actualmente se registraban 1616 especies de aves de las cuales el 84% son residentes y el resto son especies migratorias; vale indicar que este número disminuye conforme aumenta la altitud y la misma aumenta a medida que la humedad se eleva, por lo que en los bosques siempre verdes de tierras bajas de la Amazonía y los bosques piemontanos de la Costa existen mayor diversidad, ya que en ellos se encuentra el 30% de las especies registradas (Granizo, 2002).

Las aves cuentan con características que los diferencian del resto de vertebrados siendo la principal su plumaje, su sistema respiratorio además de sacos aéreos que optimizan la asimilación de oxígeno (Del Olmo, 2014); cumplen importantes funciones en el ambiente, siendo controladores de plagas, polinizadores de plantas, limpiadores de residuos orgánicos, dispersores de semillas y sobre todo ayudan a la recreación del medio. A estas especies se consideran indicadores de la biodiversidad global ya que ocupan casi todos los hábitats terrestres, siendo sensibles a las alteraciones ambientales ayudando a monitorear prácticas inadecuadas en el uso del suelo y agua (Ecdiestoides & Vannamei, 2003).

#### **4. Ictiofauna**

Hace referencia al estudio de peces, sin embargo en Ecuador es casi nulo y solo se restringe al estudio del pez gato (*Astroblepus ubidiai*), ya que es nativo de los Andes en la Provincia de Imbabura (Salazar & Nugra, 2018).

Este tipo de fauna acuática son los vertebrados más numerosos, debiendo indicar que el 58% de peces en el mundo son de agua salada, el 41% son de agua dulce y el 1% son de los dos ambientes. En el año 2012 se registraron 944 especies, lo que determina la riqueza de Ictiofauna de agua dulce en el país; en la vertiente occidental ecuatoriana se registra 112 especies y en la

región norte 85 especies, de éstas últimas 65 especies se registraron en la cuenca del río Esmeraldas (Guzmán & León, 2018).

### **5. Especies endémicas de fauna**

Es importante tomar en consideración las especies endémicas de nuestro país debido a que pueden encontrarse en peligro de extinción; una de las acciones principales para evitar la pérdida de fauna es cuidar el hábitat en el que se encuentran las especies en peligro de extinción y endémicas. La protección de ecosistemas pueden restringirse a las cimas de las montañas o valles, en este sentido la conservación de reservas grandes es trascendental ya que se mantiene el funcionamiento de los ecosistemas y con mayor razón la protección de áreas con especies endémicas para asegurar por completo la protección de los elementos de la biodiversidad (Young, 2007).

### **Calidad del agua**

El agua es una fuente importante para el desarrollo de varias actividades, en este sentido el recurso se ve afectado por grandes problemas ambientales que cada vez aumentan, siendo necesario conocer sus características y propiedades (CEPAL, 2010).

El aprovechamiento adecuado del recurso agua que presenta las cuencas hidrográficas se fundamenta en las oportunidades de cubrir las necesidades sectoriales, por contraste una de las causas principales de contaminación son las actividades desarrolladas por el hombre alterando la calidad y generando cambios en las características físicas, químicas y biológicas del agua, es por ello que la Secretaría Nacional del Agua ha incorporado la visión del manejo integral del recurso hídrico (SENAGUA, 2012). Además, es importante mencionar que la presencia de residuos sólidos en aguas superficiales influye en el deterioro del mismo (Duque Sarango & Chinchay Rojas, 2008).

El bienestar y futuro de una sociedad está vinculado a la capacidad de explotación, utilización, restauración de recursos hídricos y acuáticos, si bien es cierto que, el uso excesivo de las cuencas hidrológicas provoca la disminución de la calidad ambiental, por tanto no existe desarrollo sustentable (Nugra F. , Segovia, Benítez, & Reinoso, 2016).

### **1. Índice de calidad de agua (ICA)**

Es una herramienta útil que permite la valoración de la calidad de fuentes hídricas, utilizando índices de calidad del agua, consisten en la aplicación y desarrollo de una expresión matemática que combina un conjunto de parámetros que caracterizan la calidad del agua. El cálculo se basa en la selección de parámetros, la determinación de los valores para los mismos y evaluar el índice por la agregación de los subíndices (Altamirano, 2013).

Por la facilidad interpretativa de los resultados que brinda los índices (rangos, colores, etc.), estos son muy aplicados por las empresas, entidades que tienen a su cargo el control y el manejo del recurso. (Pauta & Chang, 2014).

A los índices de calidad del agua se los representa con las siglas “ICA” y estos muestran valores numéricos que ponen en manifiesto la calidad de la fuente. La valoración de la calidad del agua se manifiesta por una evaluación de su naturaleza química, física y biológica respecto a su calidad natural y, se mide por medio de la integración de las ponderaciones de los parámetros utilizando expresiones matemáticas diferentes (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

#### **1.1. Coliformes fecales**

Son indicadores de contaminación en los cuerpos de agua, existen algunos tipos de bacterias que se determinan en el análisis, siendo el género más predominante el *Escherichia coli*. (Bobadilla, 2016). Estos microorganismos suelen encontrarse en el tracto intestinal de los seres humanos y animales de sangre caliente y se eliminan a través de la materia fecal, si se carece de un sistema de alcantarillado sanitario que confluye a una planta de tratamiento, estos

desechos llegan directamente al agua alterando su calidad de manera muy significativa. La unidad de medida es UFC/ 100 ml (Cueva, 2012).

### **1.2.Potencial de Hidrógeno (pH) del agua**

El pH mide las concentraciones de iones hidronio o concentración de protones, la escala va desde cero a catorce. El agua tiene la capacidad de actuar como ácido y como base, dependiendo de qué sustancia se disuelva en ella (Pérez, 2016). El ajuste químico del pH permite reducir la capacidad corrosiva del agua y evitar las incrustaciones (Bueno, Torres, & Delgado, 2014).

La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6,5 a 8,0 controlado por el sistema carbonato – bicarbonato, además otras aguas húmicas ácidas están entre un pH de 5,0 a 6,0 y es controlado por la concentración natural de materia orgánica. En los ríos los valores se deben, a la presencia de iones bicarbonato (Sandi, 2008).

### **1.3.Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Es la cantidad de oxígeno consumido para eliminar la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios indica el consumo de oxígeno por microorganismo (Galarza, 2012).

La DBO se expresa en mg/L de oxígeno, permite evaluar las afecciones producidas por las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre en los cuerpos receptores (Galarza, 2012).

### **1.4.Nitratos**

En aguas naturales la cinética de la transformación del nitrógeno orgánico a amonio, nitritos y nitratos depende de la temperatura, ya que el nitrógeno ( $N_2$ ), nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato son componentes del ciclo de nitrógeno (Beita & Barahona, 2017).

La concentración de nitratos en ríos como en aguas subterráneas se ha incrementado de manera constante debido a la intensificación de la agricultura, el aumento de la utilización masiva de nitratos para fertilizar los campos; por lo tanto el agua puede contribuir significativamente a la ingestión de nitratos (Mariñosa, 2014).

### **1.5.Fósforo**

El fósforo es importante en el crecimiento de algas y de otros organismos biológicos, se presenta como orto fosfato, poli fosfato y fosfatos (Peñafiel Romero, 2014). Los fosfatos son secundarios y terciarios, se encuentran insolubles en el agua (Nicola & Proaño, 2017).

### **1.6.Temperatura**

Es importante la determinación de la temperatura en campo para los procesos de tratamiento y análisis de laboratorio como es el grado de saturación de Oxígeno Disuelto; se puede medir la temperatura con instrumentos como un termómetro de mercurio de buena calidad para sumergirlo en agua (Jaque & Potocí, 2015).

La temperatura se mide en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), se considera un factor clave para el desarrollo de la vida en un cuerpo de agua. Los ríos presentan variaciones de temperatura debido a la altitud, latitud, hora del día, temperatura ambiente, profundidad, etc. (Carrillo & Urgilés, 2016).

### **1.7.Turbidez**

Es considerada una buena medida de calidad de agua que permite divisar la pérdida de transparencia ocasionado por la presencia de partículas en suspensión, (González, 2012). La turbidez mide partículas pequeñas, partículas grandes, partículas de naturaleza inorgánica (arcillas, fangos, óxidos minerales y otros materiales) y partículas orgánicas (bacterias, parásitos, algas y zooplancton), además, en su mayoría provienen de la erosión del suelo;

significa entonces que, mientras más sucia se encuentre el agua, más alta será la turbidez (Marco, Azario, Metzler, & García, 2004).

### **1.8.Sólidos disueltos totales (SDT)**

Las concentraciones de sólidos totales en el agua varían de acuerdo a la zona geológica, contiene sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas. (Ecofluidos Ingenieros, 2012). Su unidad de medida es mg/L y se obtiene multiplicando la conductividad y un factor comprendido entre 0,55 y 0,75 determinado para cada cuerpo de agua, asimismo las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad (Dirección General de Salud, 2017)

### **1.9.Oxígeno Disuelto**

Determina la contaminación de los cuerpos de agua de acuerdo a su concentración, se encuentra disuelto en el agua y se mide en mg/l (Cueva, 2012), es necesario contar con la temperatura ambiente para realizar el cálculo del oxígeno disuelto, caso contrario se considera inexistente (Peñafilel Romero, 2014).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La valoración del componente biótico y calidad del agua en sitios estratégicos de la concesión minera fue el propósito de este estudio.

### 2.1. Valoración de Flora

Mediante el muestreo aleatorio simple se establecieron cuatro puntos en el área de estudio, ubicándolos a través de un GPS. (Tabla 1)

Punto 1 (PMC-01) zona de intervención antrópica, bosque secundario y presencia de cultivos.

Punto 2 (PMC-02) área de bosque protector en conservación, zona no intervenida y presencia de especies nativas.

Punto 3 (PMC-03) cerca del río Iñán, bosque secundario y zona de intervención agropecuaria.

Punto 4 (PMC-04) zona de intervención con presencia de especies nativas y cultivos además de presentar pequeñas áreas de bosque secundario.

Tabla 1  
*Puntos de muestreo de flora*

PUNTOS	Coordenada X	Coordenada Y
PMC-01	Inicio: 654186	Inicio: 9667236
	Fin: 654177	Fin: 9667141
PMC-02	Inicio: 653160	Inicio: 9666774
	Fin: 653131	Fin: 9666678
PMC-03	Inicio: 654261	Inicio: 9667474
	Fin: 654330	Fin: 9667402
PMC-04	Inicio: 654288	Inicio: 9666439
	Fin: 654209	Fin: 9666501

Coordenadas de los puntos de muestreo (WGS84) para el estudio flora.

Fuente: Autoras, noviembre 2018 - Levantamiento de información de campo

### **2.1.1. Metodología para flora**

A través de transectos de 100 m de largo x 10 m de ancho se muestreó un determinado número de individuos de todas las clases de plantas separadas por formas de vida (árboles, arbustos, hierbas) o individuos de una sola especie, con el fin de obtener datos numéricos de las especies registradas a través de recorridos, búsquedas de encuentro visual y registros fotográficos (Cruz, 2000). Los muestreos fueron máximo de 2 horas para cada punto.

Se realizó un conteo de individuos y se documentó todas las especies encontradas dentro del transecto. Los especímenes botánicos se identificaron in situ, además se usaron bases de datos y búsqueda de registros en herbarios virtuales.

### **2.1.2. Riqueza y Abundancia de flora**

Se expresó de manera específica de acuerdo al número de las diferentes especies que integran la comunidad; así como la abundancia por medio del número de individuos registrados para cada especie en el área de estudio (Catalán, y otros, 2018).

### **2.1.3. Parámetros para medir la vegetación**

#### **- Densidad**

Referida como el número de individuos (N) en un área (A) determinada y expresada como  $De = N/A$ . La densidad de una especie determinada en general se expresa como densidad relativa (DR) que es proporcional al número de individuos de esa especie en la parcela con respecto al número total de árboles de la parcela y se expresa como: (Cruz, 2000).

$$DR = \frac{\text{número de individuos de un especie}}{\text{número total de individuos en una parcela}} * 100$$

#### **- Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

Se midió con una cinta métrica el diámetro a la altura del pecho a todas las plantas leñosas que se encuentren dentro de las unidades muestreadas (Gualotuña, 2013).

### - **Cálculo del Área Basal (AB)**

Se expresó por la sumatoria de las áreas basales de los individuos de la especie vegetal en una parcela con DAP mayor a 10 cm.

### - **Frecuencia**

En el método de transectos la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de la presencia de una especie, en relación al número total de registros para todas las especies. Se expresa de la siguiente manera: (Cruz, 2000)

$$FR = \frac{\text{número de apariciones de una determinada especie}}{\text{número total de apariciones de todas las especies}} * 100$$

### - **Dominancia Relativa**

Se refiere a la proporcionalidad del área basal de la especie respecto al área basal de todos los individuos del transecto y se realizó mediante la aplicación de la siguiente fórmula: (Cruz, 2000)

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área de todas las especies}} * 100$$

### - **Índice de valor de importancia<sup>4r</sup> IVI**

Este parámetro mide el valor de las especies, en base a la dominancia, densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros, sin embargo, para este estudio se puede expresar como la sumatoria de la densidad relativa y la dominancia relativa: (Campo & Duval, 2014).

$$IVI = DR + DmR$$

### **2.1.4. Análisis de la Diversidad**

Para determinar la diversidad de especies se calculó los índices de Shannon-Wiener, índice de Simpson y el índice de similitud de Jaccard.

### - Dominancia de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice está basado en la dominancia, toman en cuenta la importancia o representatividad de las especies con mayor valor de dominancia, la variable  $pi$  es el número de individuos de la especie dividido entre el número total de individuos de la muestra (Núñez, 2008).

$$S = 1 - \sum (pi)^2$$

Tabla 2  
*Rango de valores de diversidad para el índice de Simpson*

Rango	Diversidad
0 - 0.4	Diversidad baja
0.4 - 0.8	Diversidad media
0.8 - 1	Diversidad alta

Fuente: (Magurran, 1989).

### - Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Relaciona la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, se basa en la equidad; Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1989).

La fórmula se expresa:

$$H' = - \sum Pi * Ln(Pi)$$

Tabla 3  
*Rango de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener*

Rango	Diversidad
0-1.5	Diversidad baja
1.6-3.0	Diversidad media
3.1-5	Diversidad alta

Fuente: (Guzmán & León, 2018).

### - Índice de similitud de Jaccard

Los valores para este índice son de cero a uno, el primero indica que no hay especies compartidas entre ambos sitios y el segundo que los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno & López, 2009).

El análisis de la curva especie-área ayuda a visualizar un punto de muestreo representativo y manifiesta que, cuando la curva se mantiene horizontal, el número de especies no cambiará al aumentar el tamaño de muestreo (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

### 2.1.5. Diversidad ecológica y estado de conservación

Se consideró los criterios: nativa, endémica, introducida, además, de considerar el estado de conservación de acuerdo a lo dispuesto por la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN) (Ministerio del Ambiente, 2016).

### 2.1.6. Tiempo empleado para el muestreo de flora (Esfuerzos de muestreo)

Los muestreos se realizaron desde el 3 de enero hasta el 3 de febrero del 2019. (Tabla 4)

Tabla 4  
*Esfuerzo de muestreo Flora*

Fecha	Punto de muestreo	Metodología	Horas de esfuerzo	Nº Días	Horas Total
09/11/2018	PMC-01		8H00-14H00	1	8 horas/día
10/11/2018	PMC-02	Transecto	12H00-17H00	1	8 horas/día
11/11/2018	PMC-03	Observación (muestreo cuantitativo)	09H00-13H00	1	8 horas/día
12/11/2018	PMC-04		8H00-12H00	1	8 horas/día
<b>TOTAL</b>					32 horas

Levantamiento de campo  
Fuente: Los autores

## 2.2. Valoración de Fauna

Se hizo a través de los transectos utilizados en el estudio de flora para la obtención de información con datos necesarios para al cálculo de la diversidad e inventario faunístico en el área que abarca la concesión minera Benalcazar I.

### 2.2.1. Mastofauna

El estudio de mastofauna se lo realizó dentro de cuatro puntos de muestreo, tomando en consideración puntos representativos y áreas con vegetación. La fase de campo se ejecutó combinando diversas técnicas para el estudio asegurando de esta forma la obtención de datos.

Las coordenadas de los puntos se presentan en la (Tabla 5).

Tabla 5  
*Puntos de muestreo de Mastofauna*

PUNTO	Coordenada X	Coordenada Y
PMC-01	Inicio: 654186	Inicio: 9667236
	Fin: 654177	Fin: 9667141
PMC-02	Inicio: 653160	Inicio: 9666774
	Fin: 653131	Fin: 9666678
PMC-03	Inicio: 654261	Inicio: 9667474
	Fin: 654330	Fin: 9667402
PMC-04	Inicio: 654288	Inicio: 9666439
	Fin: 654209	Fin: 9666501

Coordenadas de los puntos de muestreo (WGS84) para Mastofauna. Levantamiento de información de campo  
Fuente: Los autores

#### 2.2.1.1. Análisis de datos para fauna

##### - Muestreo cuantitativo

Para la captura de mamíferos voladores se utilizaron dos redes de neblina de 12 m de largo por 3 m de alto en cada punto de monitoreo, mismas que se ubicaron en diferentes sectores de la zona y cerca de la quebrada.

- **Muestreo Cualitativo**

Para el muestreo cualitativo se utilizó las siguientes técnicas:

**a) Observación de huellas y otros rastros:** Se identificó huellas, madrigueras, excrementos, trillos, marcas en troncos, rascaderos, partes de cuerpos y olores, así como la especie del animal que dejó el rastro (Tirira & Boada, 2009).

**b) Observación directa:** Se utilizó para el registro de especies medianas y grandes en los transectos, además se empleó una cámara con zoom. Se tomó en consideración hora del avistamiento, tipo de hábitat (borde de la quebrada, área boscosa) y el estrato donde fue observado el animal (Tirira & Boada, 2009).

**c) Entrevistas:** Toda la información generada durante los análisis fue reforzada con entrevistas aplicadas a los moradores y así completar el registro de especies.

### **2.2.1.3.Registro e Identificación de especies**

Los mamíferos fueron capturados, fotografiados, identificados y liberados en campo para complementar su registro, además los datos obtenidos fueron ordenados, tabulados, analizados e interpretados. La información se reforzó con la guía de campo de mamíferos del Ecuador (Albuja, y otros, 2012).

#### **Tiempo empleado para el muestreo de mastofauna (Esfuerzos de muestreo)**

Los muestreos se realizaron desde el 20 hasta el 23 de diciembre del 2018. Las redes permanecieron activas desde la 18H0 hasta las 20H00 durante la noche y se realizó la revisión de las redes en intervalos de 15 a 20 minutos, de acuerdo a la actividad de la noche. (Tabla 6)

Tabla 6  
*Esfuerzo de muestreo para Mastofauna*

Fecha	Punto de muestreo	Metodología	Horas de esfuerzo	Nº Días	Horas Total
20/12/2018	PMC-01	Redes de neblina	18H00-20H00	1	2 horas/día
		Observación directa	13H00-17H00	1	4 horas/día
21/12/2018	PMC-02	Redes de neblina	18H00-20H00	1	2 horas/día
		Observación directa	8H00-11H00	1	3 horas/día
22/12/2018	PMC-03	Redes de neblina	18H00-20H00	1	2 horas/día
		Observación directa	13H00-17H00	1	4 horas/día
23/12/2018	PMC-04	Redes de neblina	18H00-20H00	1	2 horas/día
		Observación directa	8H00-11H00	1	3 horas/día
<b>TOTAL</b>					<b>22 horas</b>

Levantamiento de campo  
 Fuente: Los autores

#### 2.2.1.4. Análisis de información de los grupos de datos

Se realizó a través del análisis de los valores de riqueza, abundancia y diversidad obtenidos de acuerdo a la metodología establecida, para de esta manera evaluar las especies de mamíferos en el área de estudio; dentro del análisis de información se tomó en cuenta los siguientes elementos:

##### - **Riqueza**

Se determina en los mamíferos mediante la cuantificación total del número de especies o géneros existente. (Rodríguez, González, & León, 2014).

##### - **Abundancia Absoluta**

Es la cuantificación exacta de individuos de esa especie respecto al total de la población censada en el área especificada.

### 2.2.1.5. Análisis Ecológico

Dentro del análisis ecológico se detalla información ecológica del estado de conservación según varios criterios de validez nacional e internacional y el uso del recurso, tal como se presenta a continuación.

#### - Estado de Conservación de las Especies

Se especifica de acuerdo a la lista roja de UICN 2015 (Tabla 7), la Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015; Tirira, 2011).

- UICN

Tabla 7

*Estado de conservación de Flora y Fauna según la UICN*

Extinta	<i>EX</i>
En peligro crítico	<i>CR</i>
En peligro	<i>EN</i>
Vulnerable	<i>VU</i>
Casi Amenazada	<i>NT</i>
Preocupación Menor	<i>LC</i>
Datos Insuficientes	<i>DD</i>
No Evaluada	<i>NE</i>

Fuente: (León Yáñez, y otros, 2012)

- CITES

**Apéndice I:** Reúne las especies de animales y plantas más amenazadas, según la CITES (CITES, 1983) .

**Apéndice II:** Lista especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían serlo si no se regula el comercio adecuadamente (CITES, 1983)

**Apéndice III:** Reúne especies de las que algunos países han requerido la cooperación de los demás para regular su comercio y prevenir la explotación ilegal o no sostenible. Solo se comercializa con los permisos legales (CITES, 1983).

### 2.2.2. Avifauna

La colecta de información de aves se efectuó en los mismos puntos de muestreo de flora (Tabla 8), adicionalmente se utilizó diferentes técnicas y tipos de muestreo tanto cuantitativo como cualitativo.

Tabla 8  
*Puntos de muestreo de Avifauna*

<b>PUNTO</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>
	Inicio: 654261	Inicio:9667474
PMC-01	Fin: 654330	Fin: 9667402
	Inicio: 654186	Inicio: 9667236
PMC-02	Fin: 654177	Fin: 9667141
	Inicio: 654288	Inicio: 9666439
PMC-03	Fin: 654209	Fin: 9666501
	Inicio: 653160	Inicio: 9666774
PMC-04	Fin: 653131	Fin: 9666678

Coordenadas de los puntos de muestreo (WGS84) para Avifauna.  
Fuente: Los autores

#### 2.2.2.1.Método de recolección de datos para Avifauna

##### - Muestreo cuantitativo

Se obtuvo capturas de aves con redes de neblina, para el cual se establecieron cuatro puntos en el sitio de estudio, para ello se utilizaron 3 redes de neblina de 10 m x 3 m de alto. Se instalaron en puntos estratégicos a lo largo de los transectos que presentaban características adecuadas para la captura. Las aves capturadas fueron fotografiadas. Este método de manipulación de aves descrito en el Manual de Métodos de Campo para el monitoreo de aves

terrestres (Ralph, y otros, 1996) fue diseñado para establecer un muestreo cuantitativo utilizando redes de captura de aves.

#### - **Muestreo Cualitativo**

Se realizó recorridos aleatorios como otra técnica de muestreo, en cada visita el recorrido deberá iniciarse en un lugar diferente, especialmente si el observador cree que ciertos lugares del área de censado tienden a recibir más atención que otros (Ralph, y otros, 1996).

En la zona de influencia se realizó registros de observación para aves, mediante binoculares Nikon con magnificaciones 10x100, de la misma forma se utilizó una cámara fotográfica Fujifilm con zoom de 30 X (Ridgely & Greenfield, 2006)

#### **2.2.2.2. Identificación taxonómica preliminar y análisis de datos**

La mayoría de los individuos capturados en la red de neblina fueron identificados in situ con el uso de láminas de la Guía de Aves del Ecuador (McMullan, Navarrete, & Ridgely, 2013); todos estos registros fueron anotados en una libreta de campo, para posteriormente estructurar una base de datos digital, la cual servirá para realizar cálculos de riqueza de especies, abundancia, diversidad, entre otros.

#### **2.2.2.3. Inventarios**

En el país se ha registrado un total de 1642 especies de aves dentro de su territorio incluido Galápagos (McMullan, Navarrete, & Ridgely, 2013), que ubica a este país en tercer lugar a nivel mundial. El inventario total de especies aves registradas en el área de estudio y el detalle de los aspectos ecológicos, de tipo de registros, etc., se detallan en los Anexos de Avifauna (Ver anexo 4).

#### 2.2.2.4. Tiempo empleado para el muestreo de avifauna (Esfuerzo de muestreo)

Tabla 9  
*Esfuerzo de muestreo para Avifauna*

Fecha	Punto de muestreo	Metodología	Horas de esfuerzo	Nº Días	Horas Total
15/11/2018	PMC-01	Redes de neblina	7H00-13H00	1	6 horas/día
		Recorridos aleatorios	14H00-18H00	1	4 horas/día
16/11/2018	PMC-02	Redes de neblina	7H00-13H00	1	6 horas/día
		Recorridos aleatorios	14H00-18H00	1	4 horas/día
5/1/2019	PMC-03	Redes de neblina	7H00-13H00	1	6 horas/día
		Recorridos aleatorios	14H00-18H00	1	4 horas/día
6/1/2019	PMC-04	Redes de neblina	7H00-13H00	1	6 horas/día
		Recorridos aleatorios	14H00-18H00	1	4 horas/día
<b>TOTAL</b>					40 horas

Levantamiento de campo  
Fuente: Los autores

#### 2.2.2.5. Procesamiento de datos

El procesamiento de la información se realizó a través del análisis de riqueza, abundancia absoluta y relativa; tal como se presenta a continuación

##### - **Riqueza y Abundancia Absoluta**

Se emplean los términos de riqueza, abundancia y frecuencias o abundancia relativa o  $pi$  (porción de individuos de una especie en relación a la abundancia) para expresar la presencia o ausencia de especies y el grado de frecuencia o encuentro en una determinada área. Todos ellos son términos válidos para evaluar la diversidad de las comunidades y realizar comparaciones científicas de dichas comunidades (Moreno & López, 2009).

### 2.2.3. Herpetofauna

Para el muestro de herpetofauna se delimitaron cuatro zonas estratégicas de búsqueda de especímenes. (Tabla 10)

Tabla 10  
*Puntos de muestreo de herpetofauna*

PUNTO	Coordenada X	Coordenada Y
PMC-01	Inicio: 654186	Inicio: 9667236
	Fin: 654177	Fin: 9667141
PMC-02	Inicio: 653160	Inicio: 9666774
	Fin: 653131	Fin: 9666678
PMC-03	Inicio: 654261	Inicio: 9667474
	Fin: 654330	Fin: 9667402
PMC-04	Inicio: 654288	Inicio: 9666439
	Fin: 654209	Fin: 9666501

Coordenadas de los puntos de muestreo (WGS84) para Herpetofauna.  
Fuente: Los autores

#### 2.2.3.1. Fase de campo

El muestreo se realizó por medio de transectos de 100x10 metros, mismos que fueron distribuidos en los 4 puntos de muestreo en los cuales se realizaron observaciones de reptiles y búsqueda de larvas de anfibios en los diferentes cuerpos de agua.

El levantamiento de información de anfibios y reptiles se reforzó con el Inventario Completo de Especies como se describe a continuación:

- **Inventario completo de especies (búsqueda libre y sin restricciones)**

Se considera el método más eficiente para obtener el mayor número de especies en el menor tiempo posible por parte de colectores experimentados (Angulo & Marca, 2006). Este método consiste en realizar caminatas extensivas en busca de anfibios y reptiles revisando minuciosamente todos los microhábitats disponibles, sin restricción de tiempo.

La búsqueda se realizó de 07:30 a 11:30h y de 14:30 a 18:30h en un total de 2 días.

- **Identificación taxonómica**

Se ubicaron taxonómicamente de acuerdo con sus características morfológicas registradas en fotografías, además de sus cantos y posteriormente fueron liberados.

**2.2.3.2.Esfuerzo de muestreo**

Tabla 11  
*Esfuerzo de muestreo para Herpetofauna*

Fecha	Punto de muestreo	Metodología	Horas de esfuerzo	Nº Días	Horas Total
4/1/2019	PMC-01	Observaciones - Inventario completo de especies	7H30-11H30	1	4 horas/día
4/1/2019	PMC-02	Observaciones - Inventario completo de especies	14H30-18H30	1	4 horas/día
6/1/2019	PMC-03	Observaciones - Inventario completo de especies	7H30-11H30	1	4 horas/día
6/1/2019	PMC-04	Observaciones - Inventario completo de especies	14H30-18H30	1	4 horas/día
<b>TOTAL</b>					16 horas

Levantamiento de campo  
Fuente: Los autores

En base a lo anterior, la revisión del estado de conservación de las especies se realizó en la versión en línea de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2018).

## 2.2.4. Fauna Acuática

### 2.2.4.1. Ictiofauna

Los peces constituyen un grupo increíblemente diverso, con tres clases vivientes que ocupan un lugar importante en la ecología moderna y en la historia evolutiva. Son el grupo de vertebrados con mayor número de especies en el planeta. Su extraordinaria diversidad es reflejo de las numerosas estrategias de vida que han incorporado para sobrevivir en los ambientes acuáticos (Murillo, 2017).

Se utilizó 2 puntos de muestreo (Tabla 12) en los cuales se realizó la captura de especies con los instrumentos de redes manuales para luego regresarlas nuevamente a su hábitat.

Tabla 12  
*Puntos de muestreo de Fauna Acuática*

PUNTO	Coordenada X	Coordenada Y
PMC-01	654684	9667132
PMC-02	654591	9667408

Coordenadas de los puntos de muestreo (WGS84) para Ictiofauna.  
Fuente: Los autores.

### 2.2.4.2. Métodos y técnicas utilizadas para la recolección de datos

#### - Método Cuantitativo

Los estudios ictiológicos generalmente se han realizado aplicando diversas metodologías basadas principalmente en el uso de redes pasivas y activas, con el fin de coleccionar la mayor riqueza de especies (Barriga & Olalla, 1983).

Según los lineamientos de Escobar, García, Pimentel, Caves & Murcia (2017), todas las artes de pesca utilizadas en el estudio son metodologías estandarizadas para estudios ecológicos, con los que se obtiene un diagnóstico del estado de las comunidades ícticas. Además, se tomó en cuenta la hidrogeología de cada uno de los afluentes, ya que, dependiendo de esta, no siempre fue posible utilizar todos los métodos.

### - **Redes manuales**

Son instrumentos que permiten recolectar peces pequeños y son funcionales en posas o cuerpos de agua con poco caudal y poca profundidad. La red triangular es el diseño más utilizado y permite mantener cerca del fondo del río la base mientras se mueve la red hacia el espécimen, se debe levantar la red fuera del agua con rapidez (Nugra, Segovia, Benítez, & Reinoso, 2016)

#### **2.2.4.3.Esfuerzo de muestreo**

Tabla 13

*Esfuerzo de muestreo para Fauna acuática*

<b>Fecha</b>	<b>Punto de muestreo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Horas de esfuerzo</b>	<b>Nº Días</b>	<b>Horas Total</b>
3/2/2019	PMC-01	Redes manuales	7H00-9H00	1	2 horas/día
3/2/2019	PMC-02	Redes manuales	15H00-17H00	1	2 horas/día
<b>TOTAL</b>					4 horas

Levantamiento de campo

Fuente: Los autores

Después de lo anterior expuesto se efectuó el análisis de riqueza, abundancia y diversidad de los datos obtenidos, apoyándose en el libro Diversidad Ecológica y su Medición (Magurran, 1989).

### - **Riqueza**

Se evaluó la riqueza de acuerdo al número de especies presentes dentro de la comunidad, es decir dentro de cada punto de muestreo.

### - **Abundancia Absoluta**

Se evaluó la Abundancia Absoluta de acuerdo al número total de individuos registrados en toda el área de cada punto de muestreo.

### 2.3. Estudio de calidad de agua

#### 2.3.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a un tramo del río IÑÁN, cuya distancia es 597 metros aproximadamente.

#### 2.3.2. Fase de campo para la toma de muestras de agua

Se consideró 3 puntos de muestreo los cuales se ubicaron en la parte alta (antes de la concesión), parte media (dentro de la concesión) y parte baja (salida de la concesión) (Tabla 14). Para la toma de muestras se basó en la metodología de Altamirano (2013) que indica la manera óptima de recoger las muestras para posteriores análisis de aguas superficiales.

Para la determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA) se empleó la metodología propuesta por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (Hernández, Nolasco, & Salguero, 2016), el cual hace mención al Índice de Calidad de Agua de Brown, que es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF).

Los Coliformes fecales, Potencial de Hidrógeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días, Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos totales y Oxígeno disuelto son parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos necesarios para el cálculo del índice de calidad del agua (Duque Sarango P., 2019).

Punto 1 (M1I) entrada del río Iñán al proyecto minero.

Punto 2 (M2M) curso hídrico dentro de la concesión minera.

Punto 3 (M3S) salida del río Iñán de la zona de estudio.

Tabla 14  
*Puntos de muestreo de Agua*

PUNTO	Coordenada X	Coordenada Y
MII	654790	9666980

M2M	654599	9667330
M3S	654405	9667619

Coordenadas de los puntos de muestreo para Calidad de Agua.  
Fuente: Los autores

### 2.3.3. Plantilla para el cálculo del Índice de Calidad del Agua

Se utilizó la siguiente plantilla (Tabla 15), desarrollada en la cátedra “Tratamiento de aguas residuales” dirigida por la Ingeniera Paola Duque Sarango en la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 15  
*Plantilla para Cálculo del ICA*

CÁLCULO DEL ICA						
Nº	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	SUB1	WI	TOTAL
1	COLIFORMES FECALES		NMP/100ml			
2	PH		unidades de PH			
3	DB0		mg/L			
4	NITRATOS		mg/L			
5	FOSFATOS		mg/L			
6	CAMBIO DE TEMPERATURA		°C			
7	TURBIDEZ		FAU			
8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES		mg/L			
9	OXIGENO DISUELTO		%saturación			
			<b>TOTAL</b>			

Plantilla de cálculo, febrero 2019  
Fuente: (Duque-Sarango P, 2018).

### 2.3.4. Estimación del índice de calidad de agua (ICA)

La calidad del agua se expresa en base a categorías clasificándola en un rango de buena a mala. (Tabla 16).

Se considera que cuando el agua presenta una fuerte contaminación el valor del ICA es cercano o igual a 0; mientras que en aguas limpias con excelentes condiciones es de 100 (Peñafiel, 2014).

La fórmula empleada para el cálculo está en función de la ponderación con pesos específicos asignados, además de la técnica de multiplicación.

Tabla 16  
*Clasificación del ICA por categorías*

Valor	Escala	Color	Calidad de agua
91-100	5		Excelente
71-90	4		Buena
51-70	3		Regular
26-50	2		Mala
0-25	1		Pésima

Fuente: (Blasetti, y otros, 2011)

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Donde:

$w_i$  = Pesos relativos asignados a cada parámetro y ponderados entre 0 y 1.

$Sub_i$  = Subíndice del parámetro  $i$ .

La sumatoria de los pesos relativos asignados a cada parámetro será igual a 1. (Tabla

17)

Tabla 17  
*Parámetros de calidad de agua con sus respectivos pesos*

Nº	Parámetro de calidad del agua	Unidad	Peso en la ecuación
1	Oxígeno disuelto	mg/L	0,17
2	Coliformes fecales	NMP/100ml	0,15
3	pH	unidades de pH	0,12
4	Fósforo	mg/L	0,1
5	Nitrógeno	mg/L	0,1
6	DBO	mg/L	0,1
7	Temperatura	°C	0,1
8	Sólidos disueltos totales	Ppm	0,08
9	Turbidez	NTU	0,08
<b>TOTAL</b>			<b>1</b>

Fuente: (Blasetti, y otros, 2011)

Los resultados del análisis de agua fueron comparados con los CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y ESTUARIOS. Norma de calidad ambiental y de efluentes al recurso agua. Ministerio del Ecuador. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 18

*Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios.*

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio <sup>(1)</sup>	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total <sup>(2)</sup>	NH3	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1	1
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	1	1
Boro	B	mg/l	0,75	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl2	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles <sup>(5)</sup>		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001

Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hidrocarburos Totales de Petróleo	Fe	mg/l	0,3	0,3
Hierro	Mn	mg/l	0,1	0,1
Manganeso	Visible		Ausencia	Ausencia
Materia flotante de origen antrópico	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Mercurio	Ni	mg/l	0,025	0,1
Níquel	OD	% de saturación	>80	>60
Oxígeno Disuelto	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Piretroides	Organoclorados totales	ug/l	10	10
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	ug/l	10	10
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6,5-9	6,5-9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,2	
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO5	mg/l	20	-

Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-
--------------------------------	-----	------	---	---

---

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. ESTUDIO DE FLORA**

##### **3.1.1. Estrato Arbóreo**

##### **3.1.1.1. Estimación de la riqueza y abundancia**

Se registró un total de 22 especies arbóreas dentro del área de estudio que pertenecen a 19 familias con un total de 274 individuos. A continuación, se muestran los valores porcentuales de especies arbóreas registradas en la zona de estudio (Figura 1).

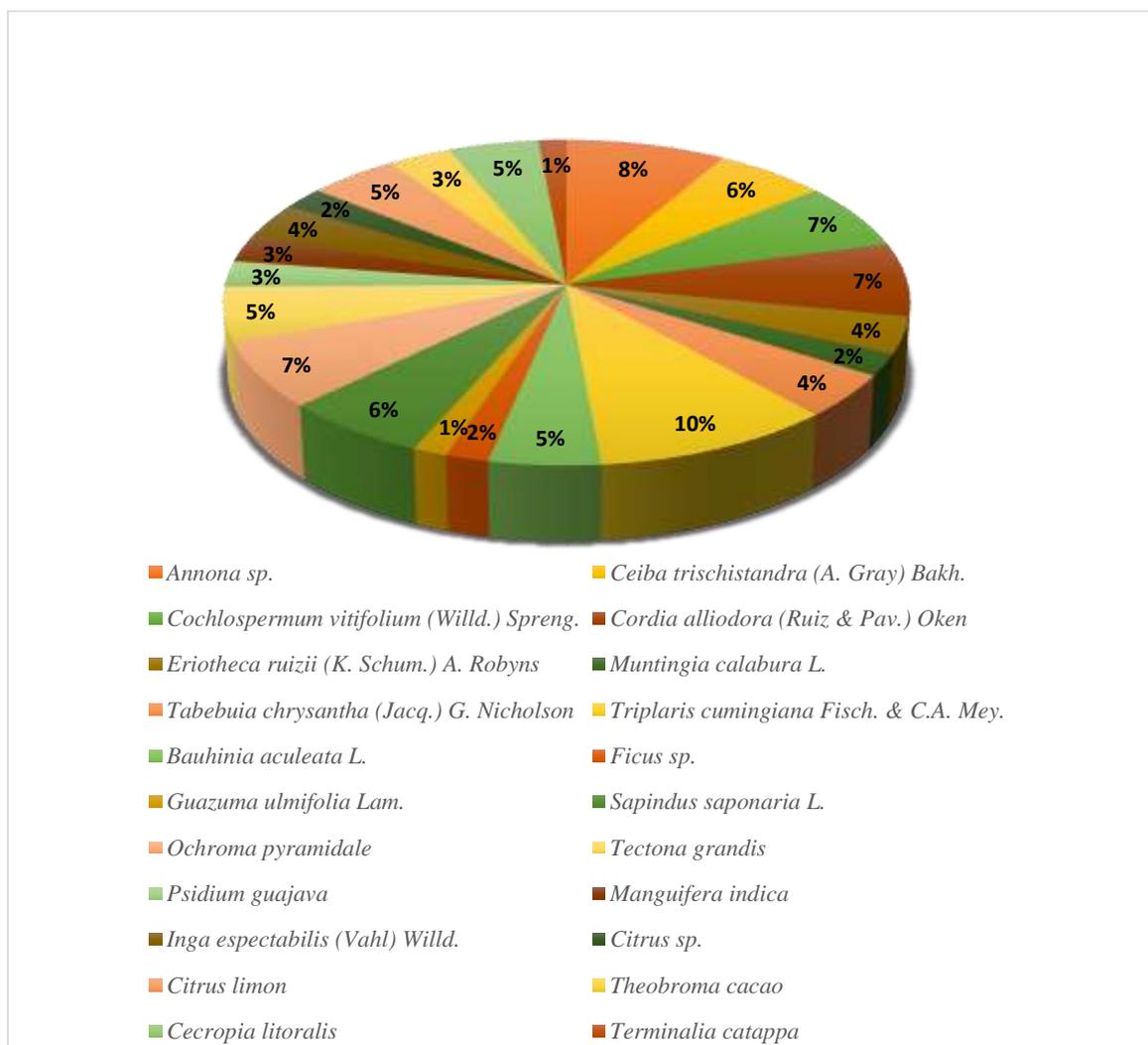
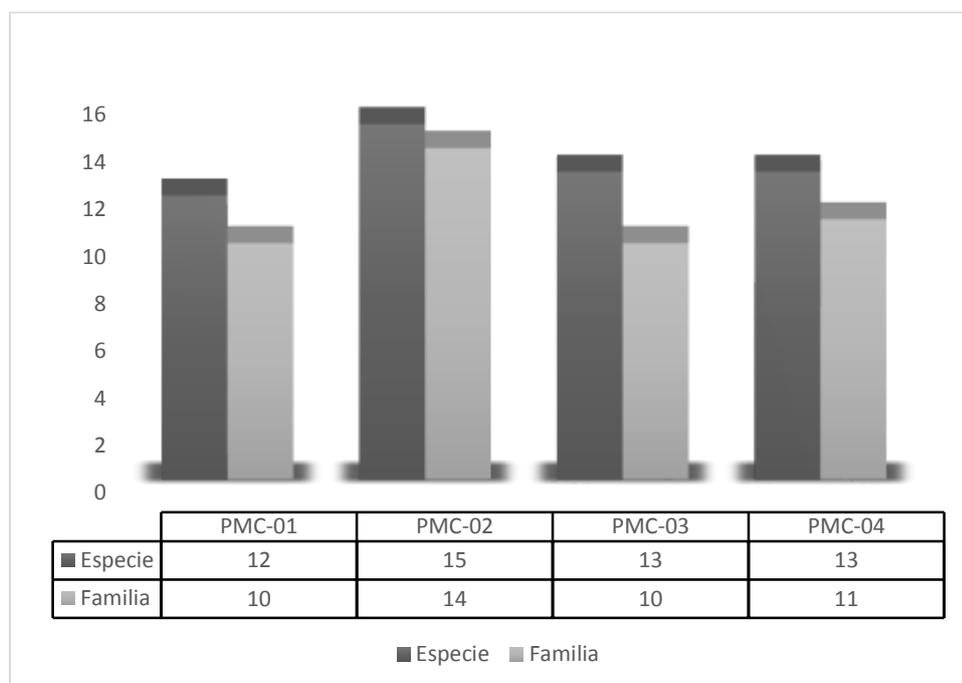


Figura 1. Resultado porcentual de estrato arbóreo registrado.

Fuente: Los autores

La especie *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (tangarana) presenta el mayor número de individuos, representando el 10% del total de especies. Las demás especies representan porcentajes por debajo del 10%, destacándose las siguientes: *Annona sp.* el 8%, *Tectona grandis* (teca) el 5%, *Manguijera indica* (mango), el 3% y *Terminalia catappa* (almendro), el 1%, constituyéndose en la especie con menor cantidad de individuos.

Los resultados evidencian que en la zona estudiada se presenta mayor cantidad de especies cultivadas en razón de que existe actividad agropecuaria; además, la intervención antrópica estaría influyendo directamente en la presencia de especies introducidas.



*Figura 2.* Diagrama de barras de la riqueza del estrato arbóreo por especies y familias de los puntos de muestreo.

Fuente: Los autores.

La estimación de la riqueza del estrato arbóreo en los 4 puntos se presenta en la (Figura 2), en donde la mayor diversidad tanto en especies como en familia está en el punto (PMC-02) que corresponde al muestreo en la zona no intervenida del bosque; por otra parte, la menor diversidad de especies y familia está el punto (PMC-01) que, según el análisis de campo corresponde a una zona de intervención antrópica.

### 3.1.1.2. Diversidad del estrato arbóreo

Para el cálculo de la diversidad de flora se han desarrollado los siguientes índices:

### - Índice de Shannon-Wiener

Los resultados del estrato arbóreo de los puntos de muestreo (PMC-01, PMC-02, PMC-03 y PMC-04, ) se exponen en la (Tabla 19).

Tabla 19

*Resultados del Índice de Shannon-Wiener de estrato arbóreo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SHANNON-WIENER</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SHANNON-WIENER</b>
PMC-01	48	2,25	Diversidad media
PMC-02	116	2,38	Diversidad media
PMC-03	79	2,32	Diversidad media
PMC-04	31	2,46	Diversidad media

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores

Con referencia a lo anterior, los datos de los puntos PMC-01, PMC-02 , PMC-03 y PCM-04, evidencian que en la zona de estudio se presenta una diversidad media.

### - Índice de Simpson

Los resultados del estrato arbóreo de los puntos de muestreo (PMC-01, PMC-02, PMC-03 y PMC-04, ) se exponen en la (Tabla 20).

Tabla 20

*Resultados del Índice de Simpson de estrato arbóreo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SIMPSON</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SIMPSON</b>
PMC-01	48	0,88	Diversidad alta
PMC-02	116	0,89	Diversidad alta
PMC-03	79	0,89	Diversidad alta
PMC-04	31	0,91	Diversidad alta

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores

La información obtenida permite constatar que en el sector de análisis, y en cuanto al índice de Simpson, existe una diversidad alta en todos los puntos muestreados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de Shannon Wiener y Simpson se establece que, el bosque intervenido conserva especies representativas de la zona, pese a la actividad desarrollada en el lugar.

#### - Índice de valor de importancia y área basal

Se realizó una valoración en todos los puntos de muestreo, considerando que la zona de estudio corresponde a un bosque protector, el tipo de bosque de los lugares de muestreo es nativo.

Los resultados de la sumatoria del área basal de especies y su total se evidencia en el la (Tabla 21)

Tabla 21  
Resultados del área basal

TABLA DASOMÉTRICA DEL ÁREA EN ESTUDIO					
No.	Familia	Especie	Nombre común	Cantidad	$\Sigma$ Área Basal - m <sup>2</sup>
1	<i>Annonaceae</i>	<i>Annona sp.</i>	-----	23	0,651
2	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh.</i>	Ceibo	16	14,247
3	<i>Bixaceae</i>	<i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	Bototillo	18	1,647
4	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken</i>	Laurel	20	3,276
5	<i>Bombacaceae</i>	<i>Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns</i>	Chirigua	10	0,828
6	<i>Flacourtiaceae</i>	<i>Muntingia calabura L.</i>	Cerezo	6	0,044
7	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson</i>	Oreja de león	12	1,041
8	<i>Polygonaceae</i>	<i>Triplaris cumingiana Fisch. &amp; C.A. Mey.</i>	Tangarana	28	9,770
9	<i>Capparaceae</i>	<i>Bauhinia aculeata L.</i>	Limoncillo	13	0,292
10	<i>Moraceae</i>	<i>Ficus sp.</i>	Matapalo	5	0,253

11	<i>Sterculiaceae</i>	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Guasmo	4	0,388
12	<i>Sapindaceae</i>	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Jaboncillo	17	3,089
13	<i>Malvaceae</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	18	0,461
14	<i>Lamiaceae</i>	<i>Tectona grandis</i>	Teca	15	1,612
15	<i>Myrtaceae</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	7	0,050
16	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Manguijera indica</i>	Mango	7	3,666
17	<i>Mimosaceae</i>	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	Guaba	10	0,676
18	<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus sp.</i>	Naranja	6	0,059
19	<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus limón</i>	Limón	13	0,117
20	<i>Malváceas</i>	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	9	0,071
21	<i>Moraceae</i>	<i>Cecropia litoralis</i>	Guarumo	13	0,678
22	<i>Combretaceae</i>	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	4	0,437
<b>TOTAL</b>				<b>274</b>	<b>43,35</b>

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

El análisis del área basal de las especies está en función de los DAP de cada especie (Ver anexo 2).

La especie con mayor área basal es (ceibo) *Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh* con 14,24 m<sup>2</sup> y un total de individuos de 16 por otra parte la especie que presentó la menor área basal fue (cerezo) *Muntingia calabura L.*, con un valor de 0,044 m<sup>2</sup> y número de individuos igual a 6, esto se puede evidenciar en los picos ilustrados en la (Figura 3).

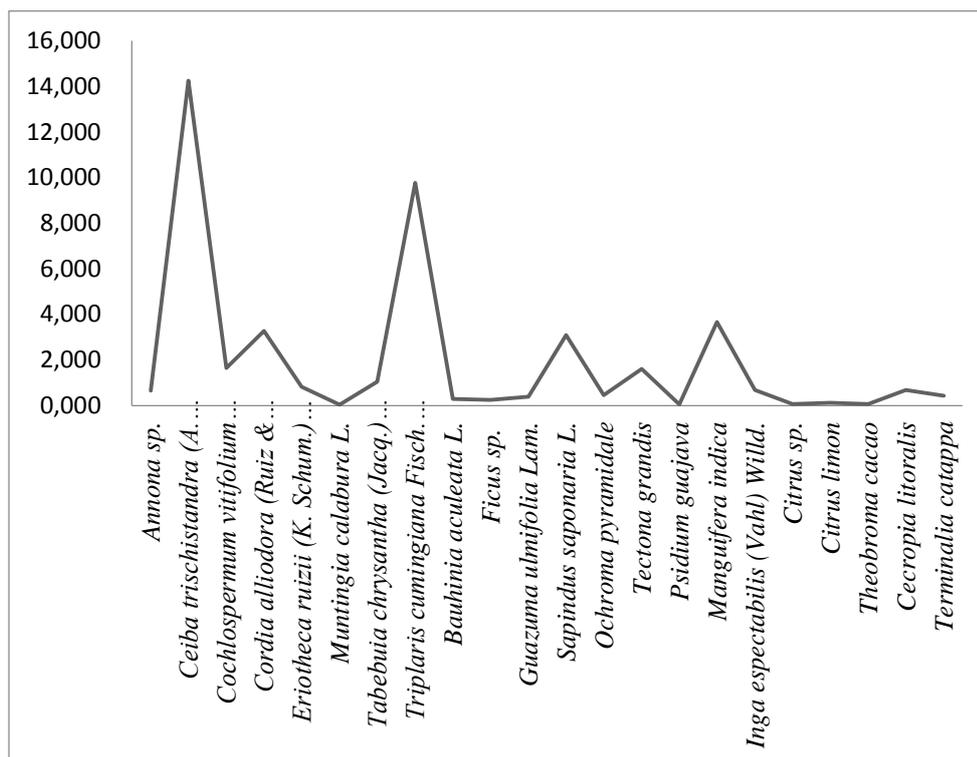


Figura 3. Curva de resultados del área basal de las especies registradas.

Fuente: Los autores.

En la (Tabla 22) se observa el valor de importancia (I.V.I) relacionando la densidad relativa y dominancia relativa de cada especie arbóreas inventariadas.

Tabla 22

Cálculo del Índice de valor de importancia de las especies registradas

INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL ESTRATO ARBOREO					
No	Especie	N individuos	DnR%	DmR%	IVI
1	<i>Annona sp.</i>	23	8,3941606	1,5025737	9,90
2	<i>Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh.</i>	16	5,8394161	32,863137	38,70
3	<i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	18	6,5693431	3,7979207	10,37
4	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken</i>	20	7,2992701	7,5554871	14,85
5	<i>Eriotheca ruizii (K. Schum.) A. Robyns</i>	10	3,649635	1,9098302	5,56
6	<i>Muntingia calabura L.</i>	6	2,189781	0,1021765	2,29
7	<i>Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson</i>	12	4,379562	2,4004221	6,78
8	<i>Triplaris cumingiana Fisch. &amp; C.A. Mey.</i>	28	10,218978	22,535887	32,75
9	<i>Bauhinia aculeata L.</i>	13	4,7445255	0,6742922	5,42
10	<i>Ficus sp.</i>	5	1,8248175	0,5842537	2,41
11	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	4	1,459854	0,8945875	2,35
12	<i>Sapindus saponaria L.</i>	17	6,2043796	7,1253586	13,33
13	<i>Ochroma pyramidale</i>	18	6,5693431	1,0632511	7,63

14	<i>Tectona grandis</i>	15	5,4744526	3,7185709	9,19
15	<i>Psidium guajava</i>	7	2,5547445	0,1152203	2,67
16	<i>Manguifera indica</i>	7	2,5547445	8,4565512	11,01
17	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	10	3,649635	1,5594591	5,21
18	<i>Citrus sp.</i>	6	2,189781	0,1364164	2,33
19	<i>Citrus limon</i>	13	4,7445255	0,2704778	5,02
20	<i>Theobroma cacao</i>	9	3,2846715	0,1630475	3,45
21	<i>Cecropia litoralis</i>	13	4,7445255	1,5636259	6,31
22	<i>Terminalia catappa</i>	4	1,459854	1,0074526	2,47
<b>TOTAL</b>		<b>274</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200,00</b>

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores

El diagrama de barras muestra los resultados de las especies con mayor valor de importancia y son: (ceibo) *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. (38,70), (tangarana) *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (32,75) y las de menor I.V.I. son (cerezo) *Muntingia calabura* L. (2,29) y (naranja) *Citrus sp.* (2,33). (Figura 4)

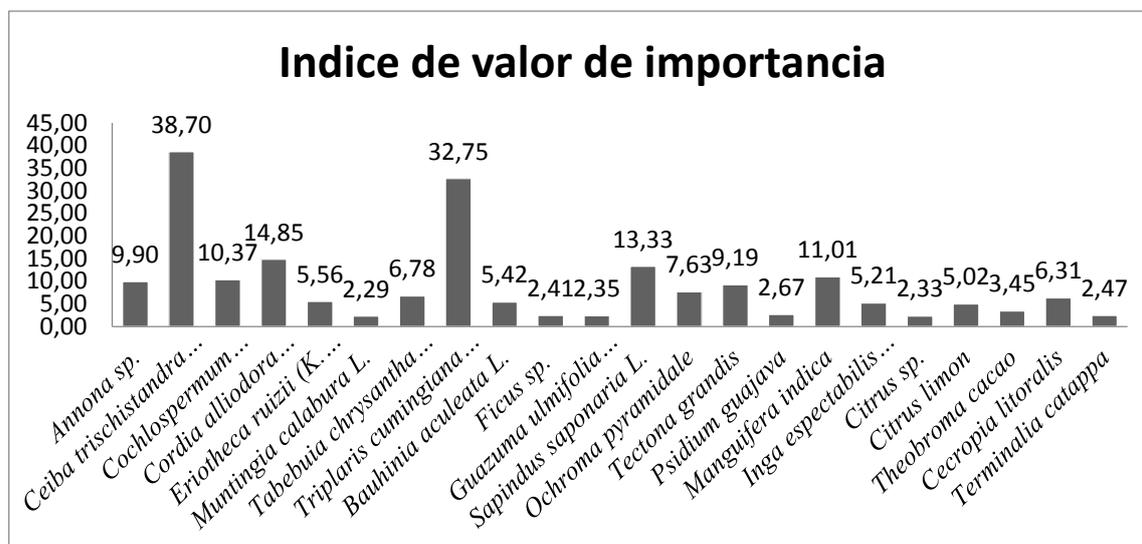
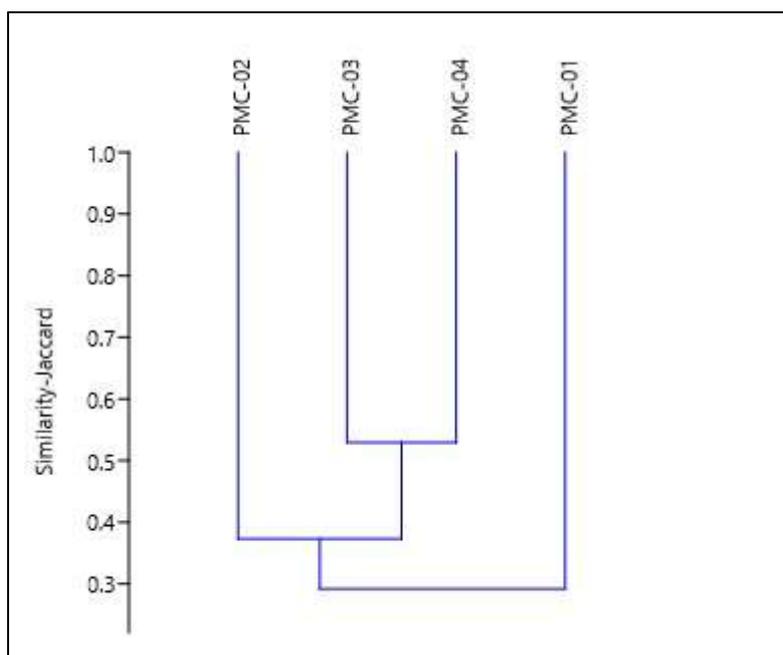


Figura 4. Diagrama de barras de resultados del Índice de valor de importancia.

Fuente: Los autores

#### - Índice Similitud de Jaccard

Los resultados del estrato arbóreo de cada punto de muestreo se exponen a continuación (Figura 5).



*Figura 5.* Dendrograma del índice de Jaccard-Estrato Arbóreo.  
Fuente: Los autores.

Se ha identificado que entre los puntos de muestreo PMC-03 y PMC-04 existe una similitud de especies que alcanza el 52%; mientras que entre el PMC-01 y el PMC-02 se da una similitud de solo el 35%, existiendo una diferencia de 17 puntos porcentuales entre ambos grupos.

El alto grado de similitud entre el PMC-03 y el PMC-04 podría explicarse en razón de las características geográficas de cada uno de los sectores, que influyen en la cantidad, tipo y origen de especies arbóreas.

### 3.1.1.3. Estado de conservación del estrato arbóreo

Según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se determina la categoría a la que pertenece cada especie. (Tabla 23)

Tabla 23  
*Estado de conservación del estrato arbóreo*

Registro del Estrato arbóreo	Estado de Conservación
------------------------------	------------------------

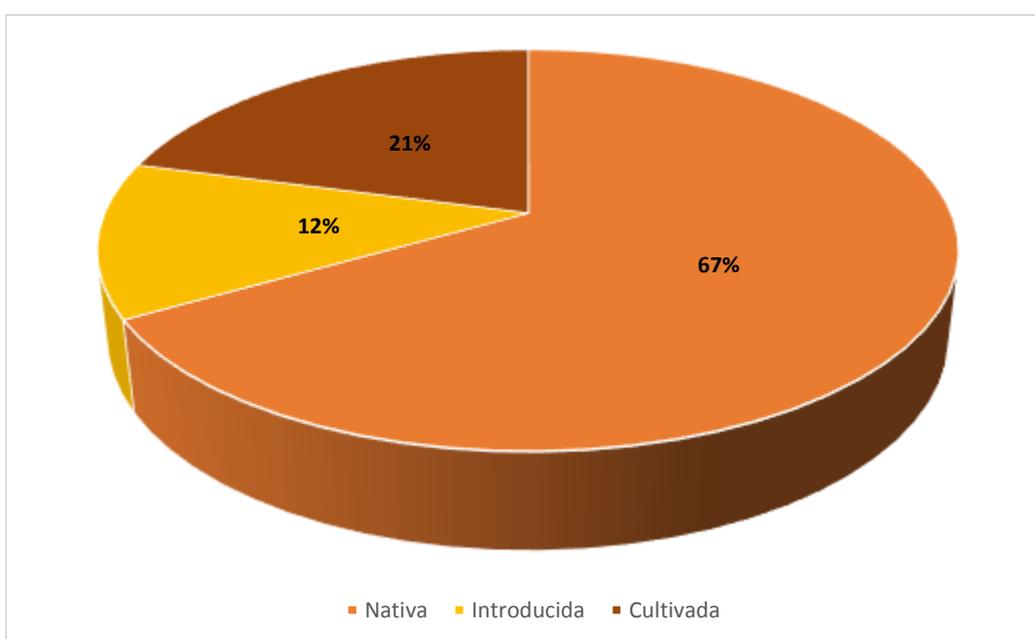
No.	Familia	Especie		Nombre común	Hábito	N° Ind. Especie	UICN
1	<i>Annonaceae</i>	<i>Annona sp.</i>	sp.	-----	Árbol	23	DD
		<i>Ceiba</i>					
2	<i>Bombacaceae</i>	<i>trischistandra (A. Gray) Bakh.</i>	sp.	Ceibo	Árbol	16	NE
		<i>Cochlospermum</i>					
3	<i>Bixaceae</i>	<i>vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	sp.	Bototillo	Árbol	18	NE
		<i>Cordia</i>					
4	<i>Boraginaceae</i>	<i>alliodora (Ruiz &amp; Pav.) Oken</i>	sp.	Laurel	Árbol	20	LC
		<i>Eriotheca</i>					
5	<i>Bombacaceae</i>	<i>ruizii (K. Schum.) A. Robyns</i>	sp.	Chirigua	Árbol	10	NE
		<i>Muntingia</i>					
6	<i>Flacourtiaceae</i>	<i>calabura L.</i>	sp.	Cerezo	Árbol	6	NE
		<i>Tabebuia</i>					
7	<i>Bignoniaceae</i>	<i>chrysantha (Jacq.) G. Nicholson</i>	sp.	Oreja de león	Árbol	12	NE
		<i>Triplaris</i>					
8	<i>Polygonaceae</i>	<i>cumingiana Fisch. &amp; C.A. Mey.</i>	sp.	Tangarana	Árbol	28	NE
		<i>Bauhinia</i>					
9	<i>Capparaceae</i>	<i>aculeata L.</i>	sp.	Limoncillo	árbol	13	NE
10	<i>Moraceae</i>	<i>Ficus sp.</i>	sp.	Matapalo	árbol	5	DD
		<i>Guazuma</i>					
11	<i>Sterculiaceae</i>	<i>ulmifolia Lam.</i>	sp.	Guasmo	árbol	4	NE
		<i>Sapindus</i>					
12	<i>Sapindaceae</i>	<i>saponaria L.</i>	sp.	Jaboncillo	árbol	17	NE
		<i>Ochroma</i>					
13	<i>Malvaceae</i>	<i>pyramidale</i>	sp.	Balsa	árbol	18	DD
14	<i>Lamiaceae</i>	<i>Tectona grandis</i>	sp.	Teca	árbol	15	LC
15	<i>Myrtaceae</i>	<i>Psidium guajava</i>	sp.	Guayaba	árbol	7	LC
		<i>Manguifera</i>					
16	<i>Anacardiaceae</i>	<i>indica</i>	sp.	Mango	árbol	7	LC
		<i>Inga</i>					
17	<i>Mimosaceae</i>	<i>espectabilis (Vahl) Willd.</i>	sp.	Guaba	árbol	10	LC
		<i>Citrus</i>					
18	<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus sp.</i>	sp.	Naranja	árbol	6	DD
19	<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus limon</i>	sp.	Limón	árbol	13	LC
20	<i>Malvaceae</i>	<i>Theobroma cacao</i>	sp.	Cacao	árbol	9	LC
21	<i>Moraceae</i>	<i>Cecropia litoralis</i>	sp.	Guarumo	árbol	13	LC
		<i>Terminalia</i>					
22	<i>Combretaceae</i>	<i>catappa</i>	sp.	Almendro	árbol	4	LC
		<b>TOTAL</b>				<b>274</b>	

Fuente: Los autores

Se reconoce dentro del área de estudio 9 especies que no han sido evaluadas, así mismo 9 se encuentran en categoría de preocupación menor y las 4 especies restantes no poseen datos suficientes.

#### 3.1.1.4. Origen Florístico

De acuerdo a los resultados se observa que existen 3 clasificaciones del origen de las especies arbóreas. (Figura 6)



*Figura 6. Origen Arbóreo.*  
Fuente: Los autores

Las especies nativas con el 67% son las representativas dentro del origen, seguido de las especies cultivadas con el 21% y finalmente, con un 12% las introducidas.

#### 3.1.2. Estrato Arbustivo

##### 3.1.2.1. Estimación de la riqueza y abundancia

Se registraron 11 especies de plantas arbustivas con un total de 286 individuos, divididas en 11. (Figura 7)

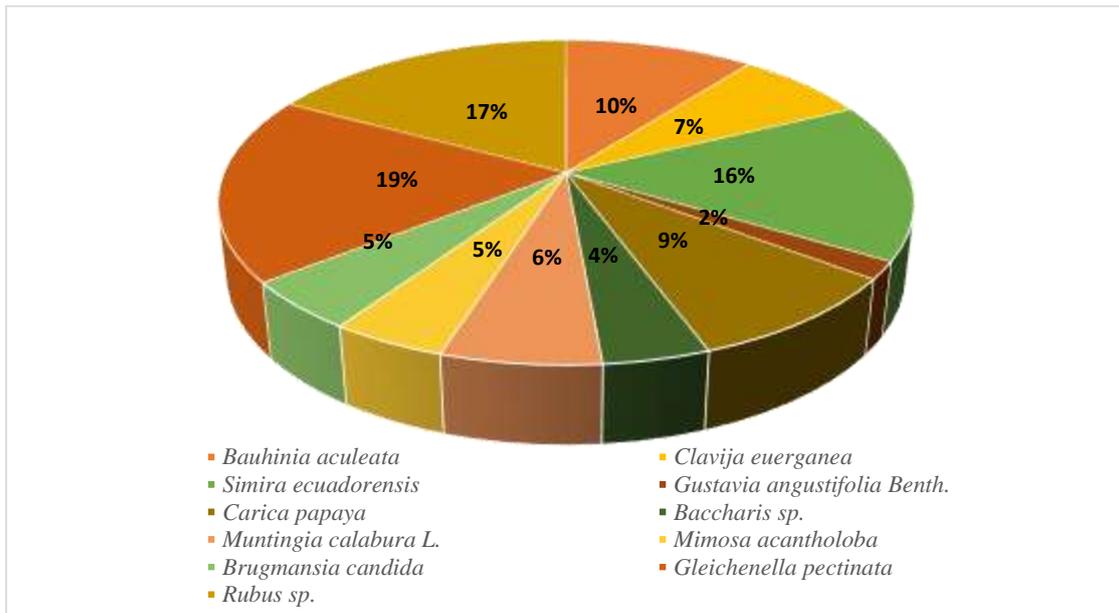


Figura 7. Porcentaje de representación de especies arbustivas.

Fuente: Los autores.

Las especies más representativas son: (helecho) *Gleichenella pectinata* con 53 individuos (19%), (mora) *Rubus sp* con 49 individuos (17%) y (colorado) *Simira ecuadorensis* con 45 individuos (16%). Del mismo modo, la especie menos representativa es (membrillo) *Gustavia angustifolia Benth* con 5 individuos que representan el 2% del total de especies registradas. Esto se debe a la presencia de bosques secundarios y bosque nativo presente en la zona.

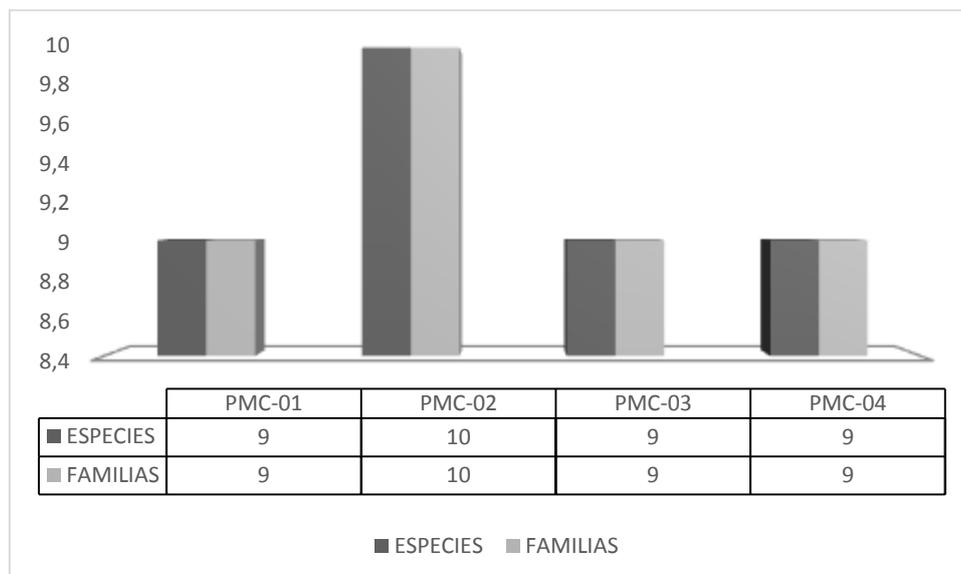


Figura 8: Riqueza de familias y especies arbustivas.

Fuente: Los autores.

La gráfica señala que el punto PMC-02 presenta mayor cantidad de especies y familias; los puntos restantes presentan cantidades iguales lo que podría deberse a que el punto PMC-02 está dentro del bosque protector, en tanto que, los puntos de menor cantidad de especies se encuentran en la zona intervenida, afectando así las especies arbustivas.

### 3.1.2.2. *Diversidad del estrato arbustivo*

Para el cálculo de la diversidad se consideró los siguientes índices:

#### - Índice de Shannon-Wiener

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo del índice de Shannon Wiener, se puede interpretar la categoría a la que pertenece (Tabla24).

Tabla 24  
*índice de diversidad de shannon wiener de estrato arbustivo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NÚMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SHANNON-WIENER</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD</b>
PMC-01	69	2,13	Diversidad media
PMC-02	89	2,11	Diversidad media
PMC-03	71	1,94	Diversidad media
PMC-04	57	2,09	Diversidad media

Información de campo, diciembre 2018.

Fuente: Los autores

La tabla anterior indica la interpretación del índice de cada punto de muestreo, categorizándolos en una diversidad media.

### - Índice de Dominancia de Simpson

Según la (Tabla 25) se determina que, de acuerdo a la categoría de Simpson todas las especies de los puntos de muestreo se encuentran en un grado de diversidad alta.

Tabla 25

*Índice de Diversidad de Simpson de Estrato Arbustivo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NÚMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD</b>
PMC-01	69	0,87	Diversidad alta
PMC-02	89	0,86	Diversidad alta
PMC-03	71	0,83	Diversidad alta
PMC-04	57	0,86	Diversidad alta

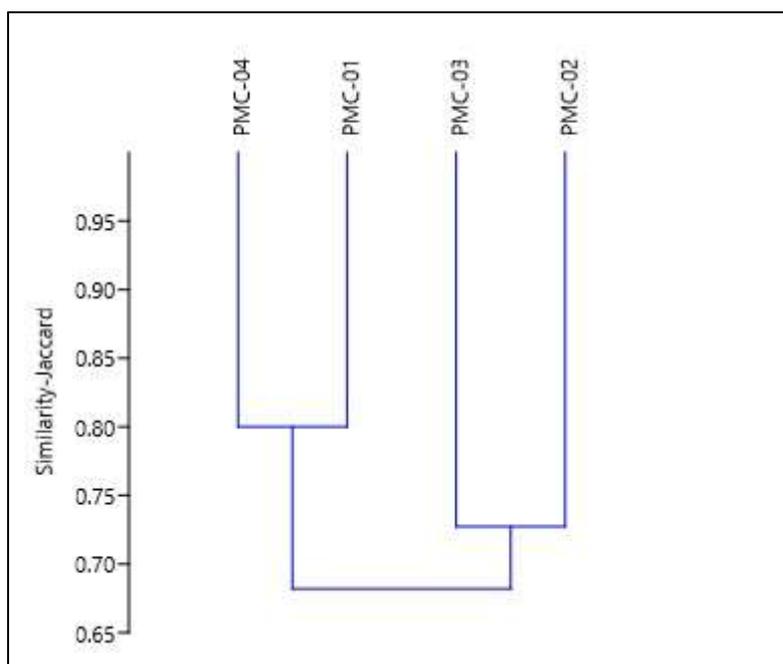
Información de campo, diciembre 2018.

Fuente: Los autores

Según lo expuesto anteriormente respecto a los índices mencionados, se concluye que el bosque protector conserva especies arbustivas que se asocian directamente a la zona topográfica.

### - Índice de Similitud de Jaccard

Los resultados del estrato arbustivo de cada punto de muestreo se exponen en la (Figura 9).



*Figura 9.* Dendrograma del índice de Jaccard-Estrato Arbustivo.

Fuente: Los autores

Los puntos PMC-04 y PMC-01, presentan un grado de similitud del 80%; por otra parte el punto PMC-03 y PMC-02, conservan una similitud del 72%, además el grafico indica una similitud con diferentes valores de importancia, lo que quiere decir que esto podría deberse a las características físicas de las especies arbustivas como el tamaño, así mismo la facilidad de desarrollarse en suelos no profundos.

### 3.1.2.3. Estado de conservación del estrato arbustivo

De acuerdo a lo estipulado por la UICN se ha identificado el estado de conservación en base a las categorías en la que se encuentra el estrato arbustivo; por lo tanto, se observa en la (Tabla 26) que la mayor cantidad de especies recae en la categoría de datos insuficientes (DD).

Tabla 26  
 Lista de Estado de conservación de Estrato Arbustivo

Registro del Estrato arbustivo				Estado de Conservación
No.	Familia	Especie	Nombre común	UICN
1	<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	NE
2	<i>Theophrastaceae</i>	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	DD
3	<i>Rubiaceae</i>	<i>Simira ecuadorensis</i>	Colorado	NE
4	<i>Lecythidaceae</i>	<i>Gustavia angustifolia Benth.</i>	Membrillo	DD
5	<i>Caricaceae</i>	<i>Carica papaya</i>	Papaya	DD
6	<i>Asteraceae</i>	<i>Baccharis sp.</i>	Chilca	NT
7	<i>Muntingiaceae</i>	<i>Muntingia calabura L.</i>	Niguito	DD
8	<i>Mimosaceae</i>	<i>Mimosa acantholoba</i>	-----	NE
9	<i>Solanaceae</i>	<i>Brugmansia candida</i>	-----	EX
10	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Gleichenella pectinata</i>	Helecho	NE
11	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus sp.</i>	Mora	LC

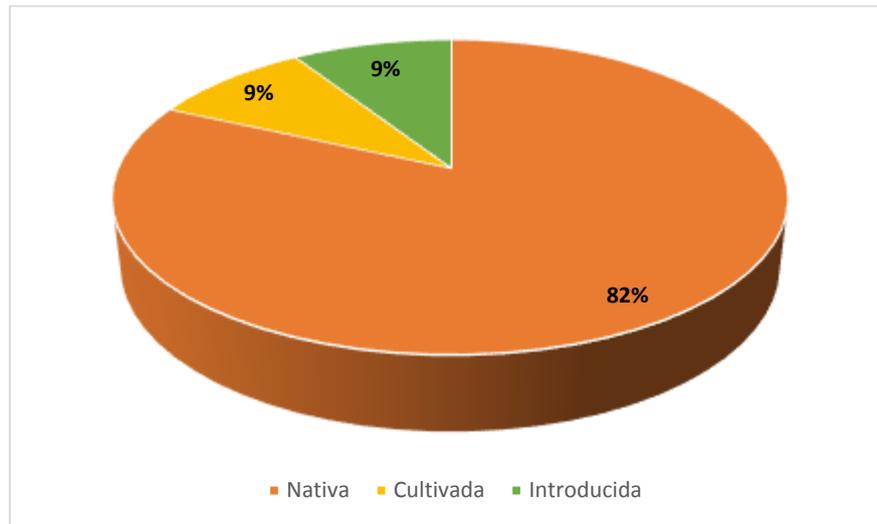
Levantamiento de campo, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

Las especies (pata de vaca) *Bahunia aculeata*, (colorado) *Simira ecuadorensis*, *Mimosa acantholoba* y (helecho) *Gleichenella pectinata* se encuentran como no evaluado (NE). La especie (chilca) *Baccharis sp* se encuentra en categoría casi amenazada (NT), la especie *Brugmansia candida* en categoría extinta en la naturaleza (EX) y finalmente la especie (mora) *Rubus sp.*, se encuentra en preocupación menor (LC).

#### 3.1.2.4. Origen del estrato arbustivo

Las especies se clasificaron de acuerdo a su origen en: nativa, cultivada e introducida. (Figura 10)



*Figura 10.* Origen de especies arbustivas.

Fuente: Los autores.

De acuerdo al origen, las especies nativas son las más representativas con un 82%; en cuanto, a especies introducidas y cultivadas se tiene un porcentaje del 9% respectivamente, por lo que se deduce que, las actividades humanas no han alterado de manera significativa a las especies.

### **3.1.3. Estrato herbáceo**

El estrato herbáceo hace referencia a todas las especies de hierbas encontradas en los puntos de muestreo establecidos en general para la recolección de datos florísticos.

#### ***3.1.3.1. Estimación de la riqueza y abundancia***

Se registró 14 especies de plantas herbáceas con un total de 330 individuos, divididas en 10 familias. (Figura 11)

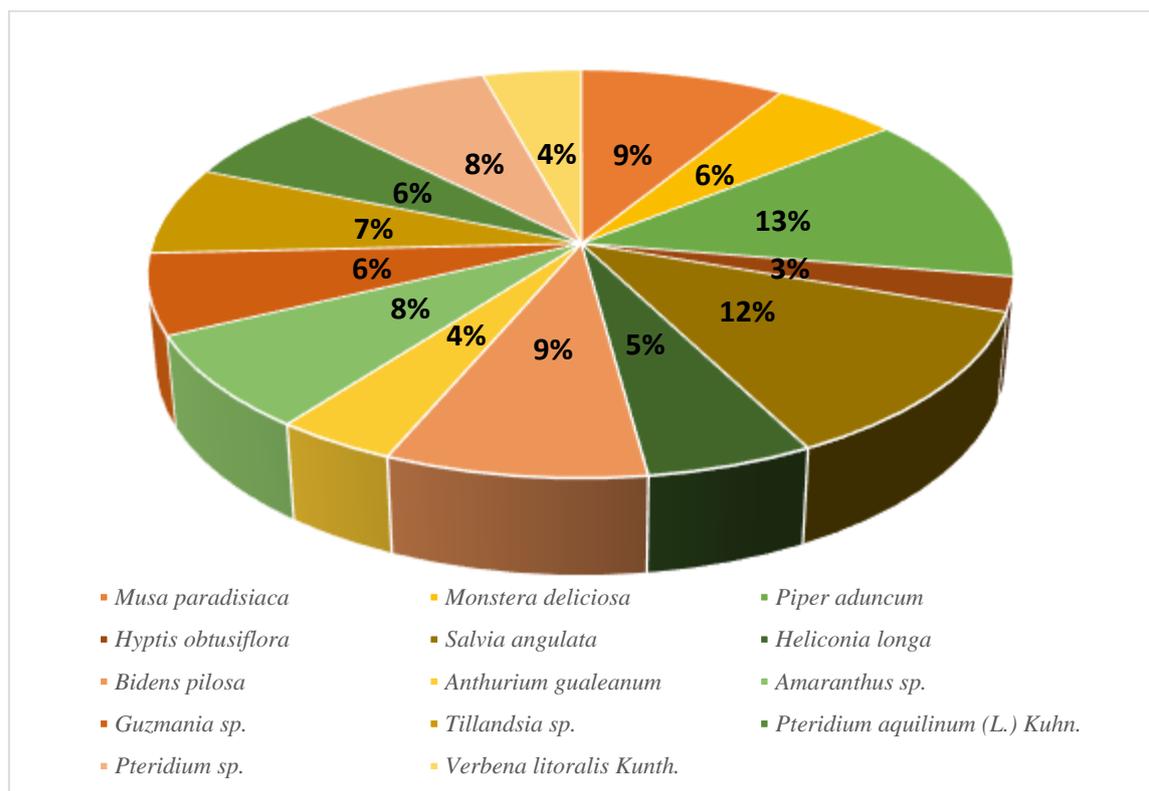
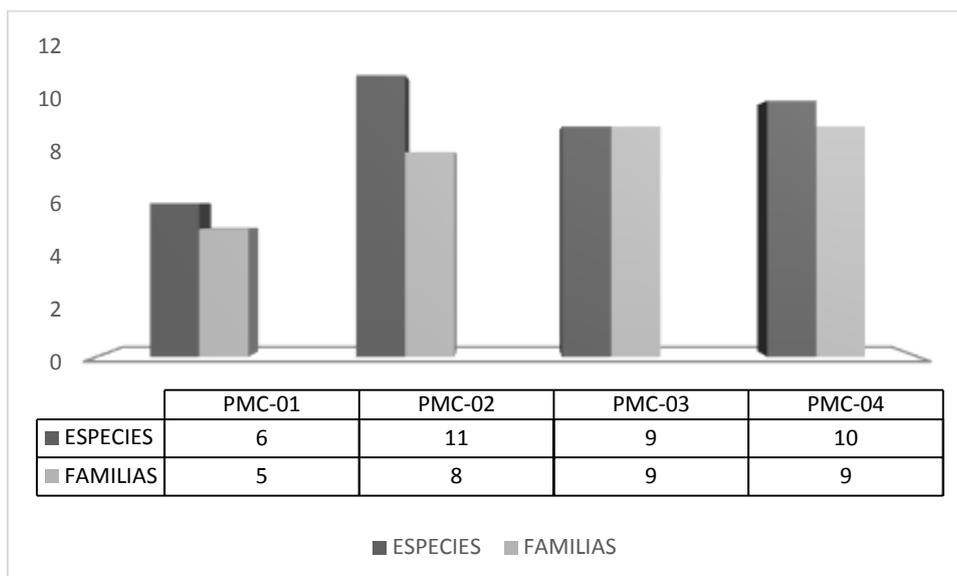


Figura 11. Porcentaje de especies identificadas en estrato herbáceo.

Fuente: Los autores.

Las especies más representativas son: (cordoncillo) *Piper aduncum* con 44 individuos (13%) y *Salvia angulata* con 40 individuos (12%). Por otro lado, la especie menos representativa es *Hyptis obtusiflora* con 9 individuos (3%).

Dentro de todo el estudio realizado para flora, el estrato herbáceo fue el más significativo de acuerdo al número de individuos registrados; ya que, que dichas especies tienen la capacidad de adaptarse a cualquier lugar debido a la carencia de tallo y, a su vez, pueden desarrollarse fácilmente a diferencia del resto de estratos.



*Figura 12.* Riqueza de familias y especies herbáceas.

Fuente: Los autores.

En los diferentes puntos de muestreo se estima que, el punto PMC-02 presenta mayor cantidad de especies; mientras que, el punto PMC-01 muestra menor cantidad y a su vez, cuenta con un número de familias menor a la cantidad del resto de puntos; esto se debe a que, el punto de mayor representatividad pertenece a una zona no intervenida.

### ***3.1.3.2. Diversidad del estrato herbáceo***

Para el cálculo de la diversidad se consideró los siguientes índices:

#### **- Índice de Shannon-Wiener**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo del índice de Shannon Wiener podemos inferir la interpretación. (Tabla 27)

Tabla 27  
*Índice de Diversidad de Shannon Wiener de Estrato Herbáceo*

PUNTOS DE MUESTREO	NÚMERO DE INDIVIDUOS	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD
PMC-01	43	1,72	Diversidad media
PMC-02	135	2,36	Diversidad media
PMC-03	89	2,17	Diversidad media
PMC-04	63	2,25	Diversidad media

Información de campo, diciembre 2018.

Fuente: Los autores.

Todos los puntos de muestreo presentan una diversidad media, sin embargo, entre ellas el mayor valor del índice es el punto (2,36) PMC-02 y el menor es (1,72) PMC-01.

#### - Índice de dominancia de Simpson

Los resultados determinan que, de acuerdo a la categoría de Simpson todas las especies de los puntos de muestreo se encuentran en diversidad alta. (Tabla 28)

Tabla 28  
*Índice de diversidad de simpson de estrato herbáceo*

PUNTOS DE MUESTREO	NÚMERO DE INDIVIDUOS	ÍNDICE DE DOMINANCIA DE SIMPSON	INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE DIVERSIDAD
PMC-01	43	0,81	Diversidad alta
PMC-02	135	0,9	Diversidad alta
PMC-03	89	0,88	Diversidad alta
PMC-04	63	0,89	Diversidad alta

Información de campo, diciembre 2018.

Fuente: Los autores

Como puede observarse, los índices de Shannon Wiener y Simpson en cuanto al estrato herbáceo constituyen una diversidad representativa; lo que podría indicar que, las especies evolucionan por la versatilidad de las condiciones ambientales.

### - Índice de Similitud de Jaccard

Los resultados del estrato herbáceo de cada punto de muestreo se exponen en la (Figura 13).

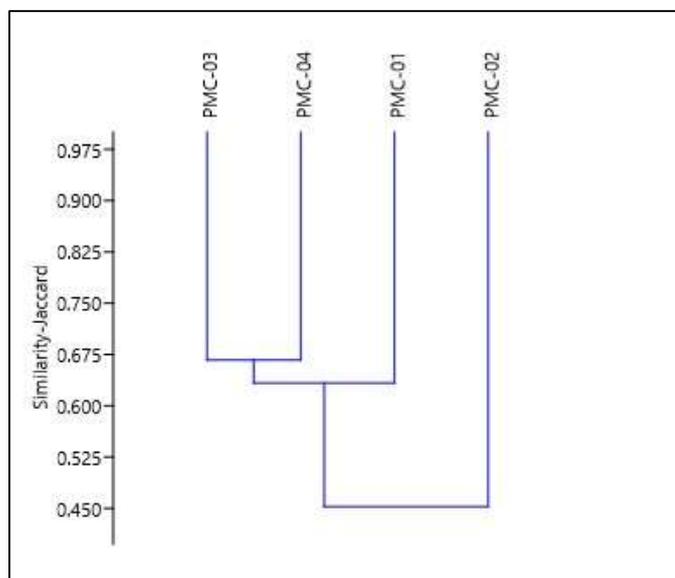


Figura 13. Dendrograma índice de Jaccard. Estrato Herbáceo.

Fuente: Los autores.

De acuerdo al dendrograma presentado se puede observar que, los puntos PMC-03 y PMC-04 tienen una similitud que alcanza el 66%, a diferencia de los puntos PMC-01 y PMC-02 con un grado de similitud del 50%. Esto podría indicar que, las características del lugar de estudio influyen en la presencia o ausencia de especies herbáceas.

#### 3.1.3.3. Estado de conservación del estrato herbáceo

En base a lo establecido en la UICN se puede verificar la categoría en la que se encuentran los estratos herbáceos. (Tabla 29)

Tabla 29

Lista de Estado de conservación de Estrato Herbáceo

Registro del Estrato herbáceo			Estado de Conservación
No.	Familia	Especie	UICN
1	Musaceae	Musa paradisiaca	DD

2	<i>Araceae</i>	<i>Monstera deliciosa</i>	DD
3	<i>Piperaceae</i>	<i>Piper aduncum</i>	DD
4	<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis obtusiflora</i>	DD
5	<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia angulata</i>	DD
6	<i>Heliconiaceae</i>	<i>Heliconia longa</i>	DD
7	<i>Asteraceae</i>	<i>Bidens pilosa</i>	DD
8	<i>Araceae</i>	<i>Anthurium gualeanum</i>	DD
9	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus sp.</i>	DD
10	<i>Bromeliaceae</i>	<i>Guzmania sp.</i>	DD
11	<i>Bromeliaceae</i>	<i>Tillandsia sp.</i>	DD
12	<i>Pteridophyta</i>	<i>ridium aquilinum (L.) Kuhn.</i>	DD
13	<i>Pteridophyta</i>	<i>Pteridium sp.</i>	DD
14	<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbena litoralis Kunth.</i>	DD

Levantamiento de campo, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

En base a lo establecido en la tabla anterior se puede observar que todas las especies registradas se encuentran en la categoría da Datos Insuficientes (DD).

#### 3.1.3.4. Origen del estrato Herbáceo

Se clasificó las especies de acuerdo a su origen en: nativa, cultivada e introducida. (Figura 14)

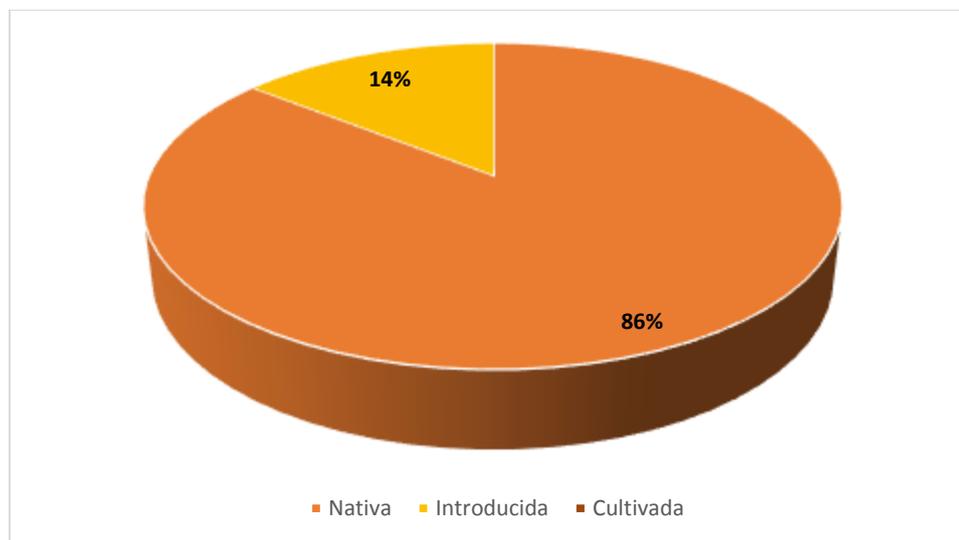


Figura 14. Origen de especies herbáceas.

Fuente: Los autores.

Según el origen de las especies herbáceas, el 86% son nativas y son las más representativas; de la misma manera, el 14% son cultivadas; finalmente, se evidencia que no existe especies introducidas.

## **3.2. RESULTADOS DE ESTUDIO DE FAUNA**

### **3.2.1. Mastofauna**

Las especies que se registraron abarcan mamíferos pequeños, medianos y grandes, algunas de estas especies como la *Eira barbara* (tayra), se desplazan varios kilómetros en búsqueda de alimento y refugio, debido a la intervención humana existente en la zona de estudio.

En el área de estudio se registró 12 especies de mamíferos, de los cuales se indica a continuación el porcentaje de representación en relación al total de especies registradas (Figura 15).

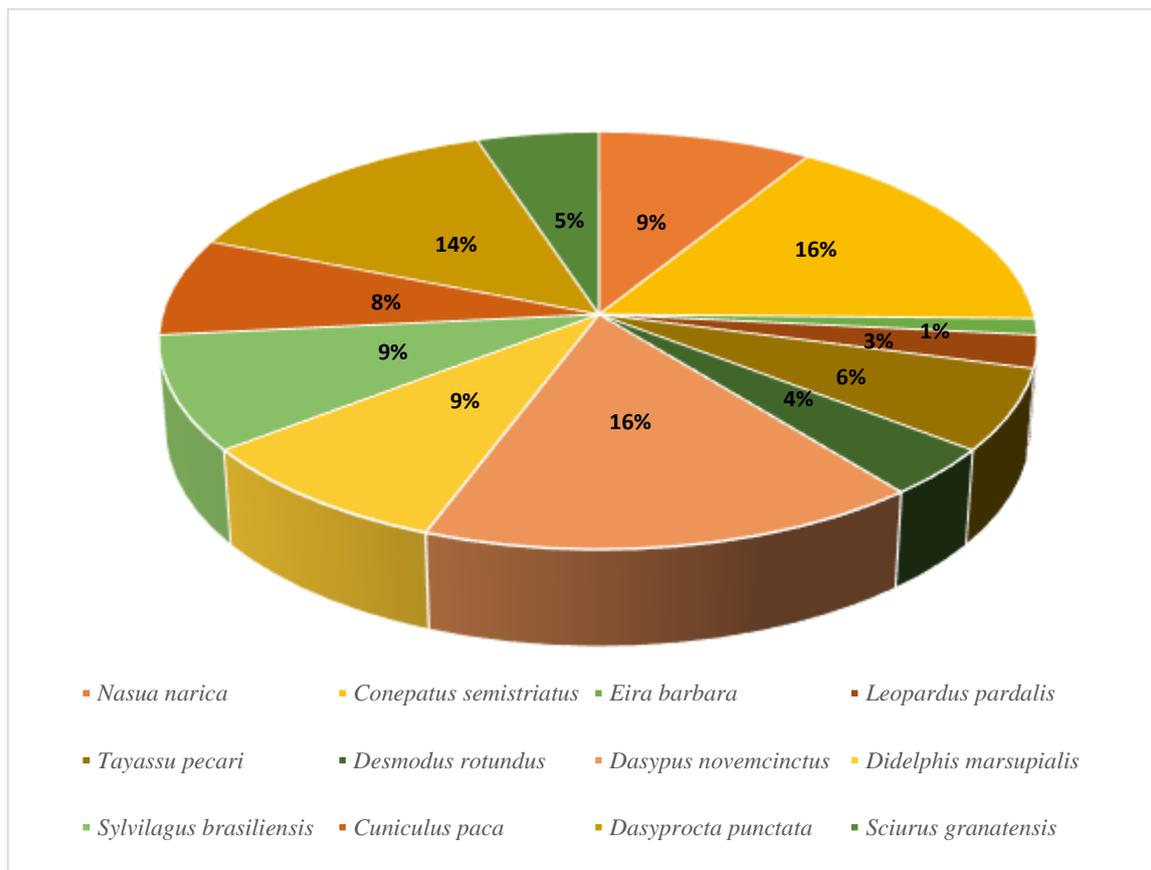
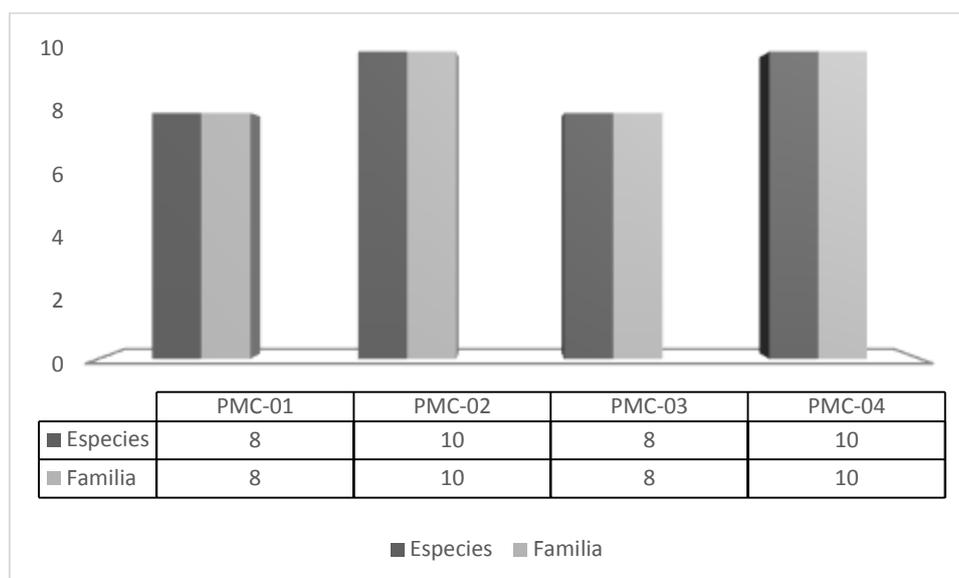


Figura 15. Porcentaje de representación del total de especies de Mamíferos.  
Fuente: Los autores.

Las especies más representativas son (zorrillo) *Conepatus semistriatus* (16%) y (armadillo) *Dasybus novemcinctus* (16%) con 13 individuos respectivamente, seguido de esta se encuentra la especie (guatusa) *Dasyprocta punctata* con 11 individuos (14%). Por otro lado la especie de menos representativa es (tayra) *Eira barbara* (1%) con 1 individuo.

Los resultados permiten confirmar que, la presencia de mamíferos en toda la zona de influencia es significativa ya que, algunas de estas especies viven en lo alto de los árboles o en la tierra.



*Figura 16.* Diagrama de barras de riqueza de familias y especies de Mastofauna.  
Fuente: Los autores.

Se puede observar que el punto PMC-02 y PMC-04 presentan mayor cantidad de especies; y, según el análisis de campo corresponden al bosque nativo y secundario respectivamente; lo que indica, que no existe intervención antrópica significativa.

### 3.2.1.1. Diversidad de mastofauna

Para el cálculo de la diversidad de fauna se consideró los siguientes índices:

#### - Índice de Shannon-Wiener

A través de este índice se obtuvo la diversidad de cada punto de muestreo (Tabla 30).

Tabla 30  
*Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Mastofauna*

PUNTOS DE MUESTREO	NUMERO DE INDIVIDUOS	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SHANNON-WIENER
PMC-01	17	1,92	Diversidad media
PMC-02	23	2,22	Diversidad media
PMC-03	19	1,97	Diversidad media
PMC-04	20	2,18	Diversidad media

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores

De acuerdo con los resultados obtenidos de todos los puntos muestreados se interpreta que, los valores corresponden a una diversidad media.

#### - Índice de Simpson

Los resultados determinan que, de acuerdo al índice todas las especies de los cuatro puntos de muestreo se encuentran en diversidad alta. (Tabla 31)

Tabla 31

*Resultados del Índice de Simpson de Mastofauna*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SIMPSON</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SIMPSON</b>
PMC-01	17	0,83	Diversidad alta
PMC-02	23	0,88	Diversidad alta
PMC-03	19	0,85	Diversidad alta
PMC-04	20	0,88	Diversidad alta

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

En base a los resultados de los índices anteriores se establece que, la cantidad de mastofauna presente en el área de estudio es representativa; debido a que dichas especies se adaptan a las condiciones ambientales y geográficas del lugar (presencia de matorrales, árboles, hiervas, etc.).

#### - Índice Similitud de Jaccard

Los resultados de Mastofauna de cada punto de muestreo se exponen en la (Figura 17).

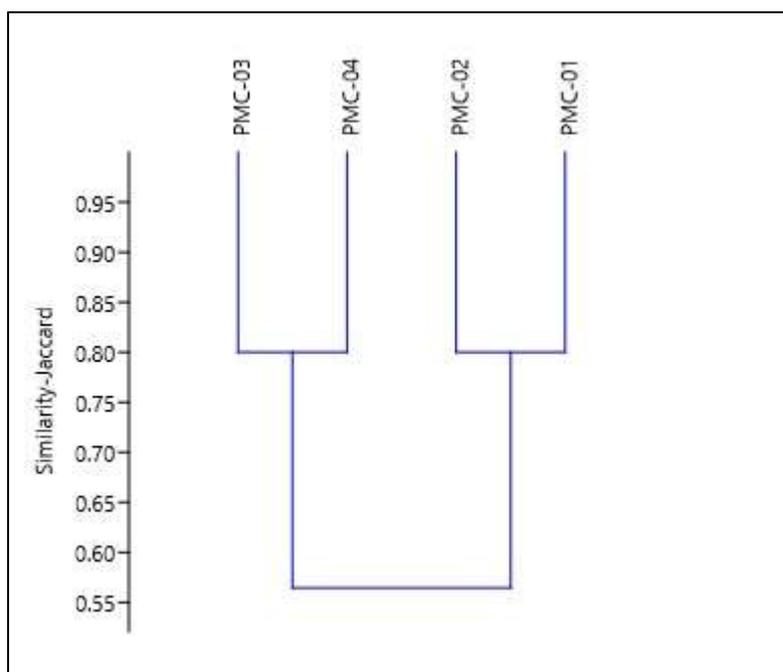


Figura 17. Dendrograma del índice de Jaccard-Mastofauna.

Fuente: Los autores.

El dendrograma demuestra que los puntos PMC-01 y PMC-02 al igual que los puntos PMC-03 y PMC-04 alcanzan un grado de similitud del 80%; inferimos que, todos los puntos muestrados presentan condiciones adaptables para las especies.

### 3.2.1.2. Estado de conservación de mastofauna

El estado de conservación para cada especie, se determinó de acuerdo a la categoría de la UICN y las CITES (Tabla 32).

Tabla 32

*Lista de Estado de conservación de Mastofauna*

REGISTRO ESPECIES				ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES
Carnivora	<i>Procyonidae</i>	<i>Nasua narica</i>	Cuchucho	-----	
Carnivora	<i>Mephitidae</i>	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	LC	II

Carnivora	<i>Mustelidae</i>	<i>Eira barbara</i>	Tayra	LC	I
Carnivora	<i>Felidae</i>	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	LC	II
Cetartiodactyla	<i>Tayassuidae</i>	<i>Tayassu pecari</i>	Sajino	LC	
Chiroptera	<i>Phyllostomidae</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	LC	
Cingulata	<i>Dasyopodidae</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	LC	
Didelphimorphia	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Sarigüeya comun	LC	
Lagomorpha	<i>Leporidae</i>	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	LC	
Rodentia	<i>Cuniculidae</i>	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	LC	
Rodentia	<i>Dasyproctidae</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	LC	
Rodentia	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla cola roja	NT	

Levantamiento de campo, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

Según las UICN, en la zona de estudio se reconoce que, 10 de 12 especies se encuentran en categoría de preocupación menor (LC) y una especie se encuentra casi amenazada (NT); mientras que, de acuerdo con las CITES se determina que, 2 especies se encuentran en categoría de apéndice II y una especie en categoría de apéndice I.

### 3.2.2. Avifauna

Se registró un total de 113 individuos, 18 familias y 28 especies, dentro del área de estudio de la concesión minera, expresados de manera porcentual. (Figura 26)

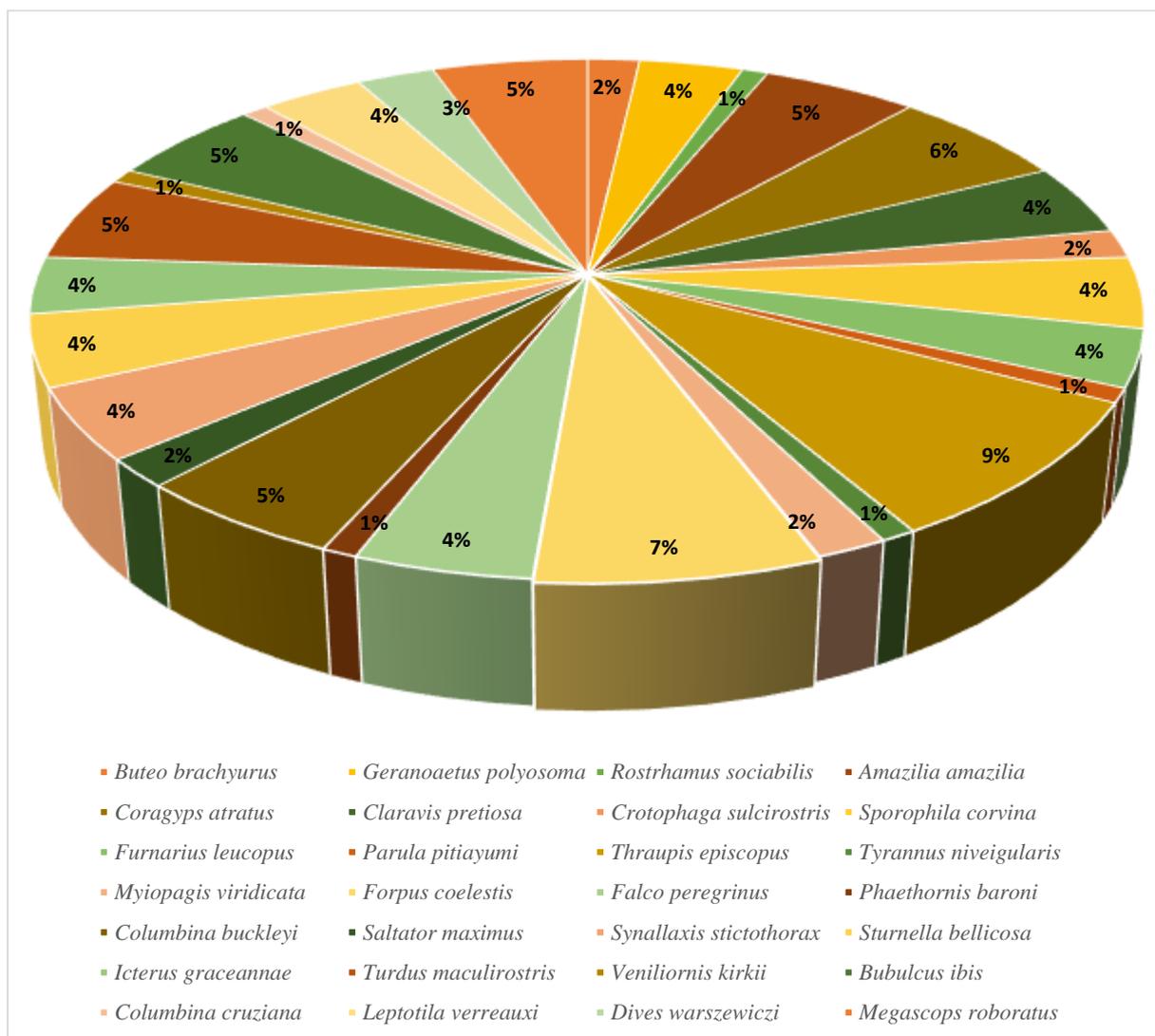
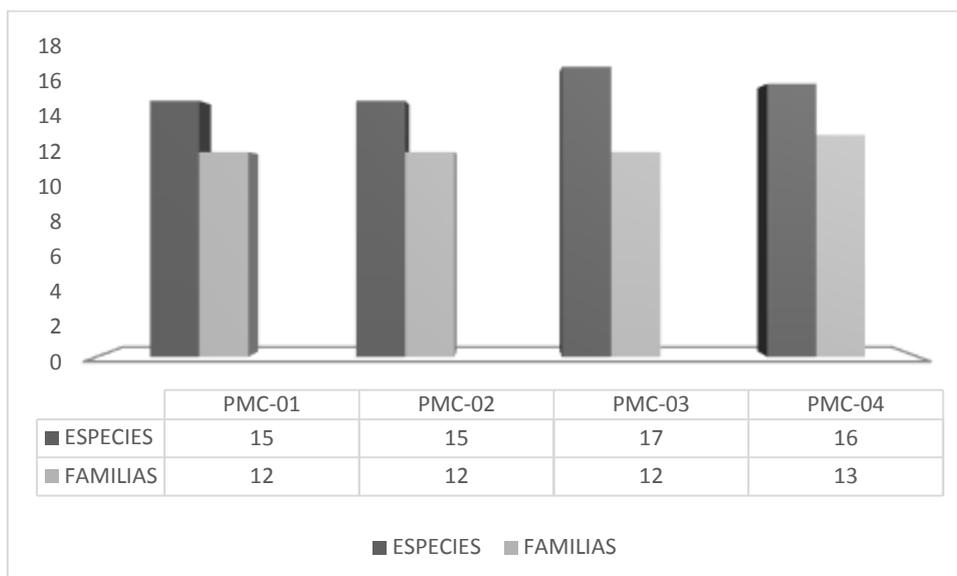


Figura 18. Porcentaje de representación del total de especies de Avifauna.

Fuente: Los autores.

La especie más representativa es (tángarana azulada) *Thraupis episcopus* con 10 individuos (9%); las especies menos representativas son (tirano goliniveo) *Tyrannus niveigularis*, (elanio caracolero) *Rostrhamus sociabilis*, (parula tropical) *Parula pitiayumi*, (ermitaño de barón) *Phaethornis baroni*, (carpintero lomirojo) *Veniliornis kirkii* y (tortolita peruana) *Columbina cruziana*, que representan el 1% del total de especies registradas con 1 individuo respectivamente.



*Figura 19.* Diagrama de barras de riqueza de especies y familias registrados-Avifauna.  
Fuente: Los autores.

En lo que respecta al diagrama de barras, el punto PMC-03 presenta mayor cantidad de especies; sin embargo, no es excesivamente mayor en comparación con el resto de puntos; esto podría deberse a la cobertura vegetal existente en la zona.

### 3.2.2.1. Diversidad de avifauna

#### - Índice de Shannon-Wiener

Los resultados de avifauna de cada punto de muestreo se exponen en la (Tabla 33), indicando la categoría en la que se encuentran.

Tabla 33  
*Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Avifauna*

PUNTOS DE MUESTREO	NUMERO DE INDIVIDUOS	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SHANNON-WIENER
PMC-01	29	2,53	Diversidad media
PMC-02	27	2,57	Diversidad media
PMC-03	31	2,69	Diversidad media
PMC-04	26	2,68	Diversidad media

Fuente: Autoras.

Como se puede observar en la tabla anterior, todos los puntos evaluados corresponden a un índice de diversidad media.

### - Índice de Simpson

Se presenta los resultados cuya interpretación indica que todos los puntos tienen una diversidad alta. (Tabla 34)

Tabla 34  
*Resultados del Índice de Simpson de Avifauna*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SIMPSON</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SIMPSON</b>
PMC-01	29	0,90	Diversidad alta
PMC-02	27	0,91	Diversidad alta
PMC-03	31	0,92	Diversidad alta
PMC-04	26	0,93	Diversidad alta

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

En base a los índices de Shannon y Simpson se podría establecer que, las aves alcanzan una gran diversidad debido a los ecosistemas, clima y topografía del área de estudio.

### - Índice Similitud de Jaccard

Los resultados de Avifauna de cada punto de muestreo se exponen en la (Figura 20).

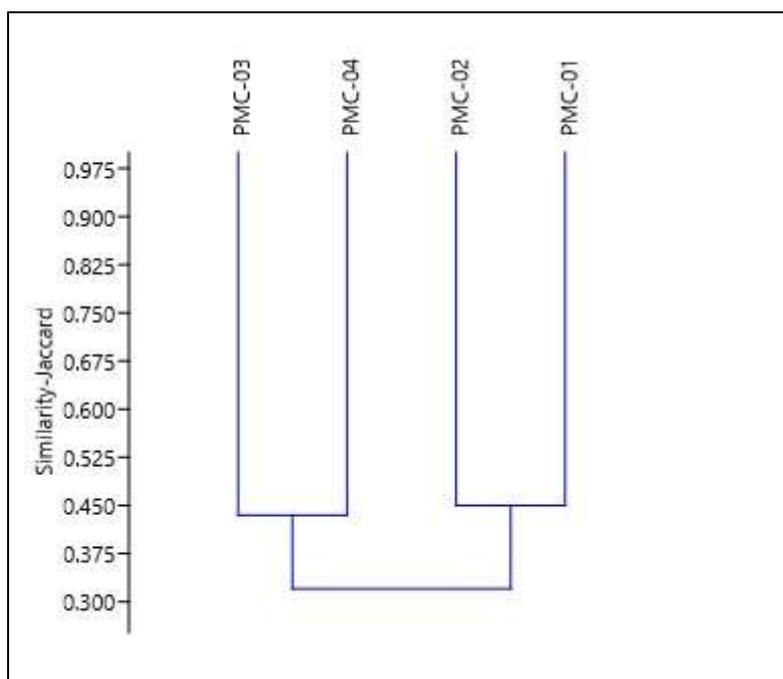


Figura 20. Índice de Jaccard-Avifauna.

Fuente: Los autores.

Es evidente que, entre los puntos PMC-01 y PMC-02 existe una igualdad del 45%; así mismo, entre los puntos PMC-03 y PMC-04 se tiene un grado de similitud del 43%; lo que podría indicar que, la avifauna se adapta a la vegetación presente en cada punto de muestreo.

### 3.2.2.2. Estado de conservación de avifauna

Se determinó el estado de conservación de acuerdo a la UICN y la CITES, en donde se puede verificar la categoría en la que se encuentran (Tabla 35).

Tabla 35

*Lista de Estado de conservación de Avifauna*

REGISTRO ESPECIES				ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES
Accipitriformes	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán colicorto	LC	II

Accipitriformes	<i>Accipitridae</i>	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán variable	LC	II
Accipitriformes	<i>Accipitridae</i>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Elanio caracolero	LC	II
Apodiformes	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	LC	II
Ciconiiformes	<i>Cathartidae</i>	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	LC	-----
Columbiformes	<i>Columbidae</i>	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	LC	-----
Cuculiformes	<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Piquiestriado	LC	-----
Passeriformes	<i>Emberizidae</i>	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	LC	-----
Passeriformes	<i>Furnariidae</i>	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patipalido	LC	-----
Passeriformes	<i>Parulidae</i>	<i>Parula pitiayumi</i>	Parula tropical	LC	-----
Passeriformes	<i>Thraupidae</i>	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	LC	-----
Passeriformes	<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano goliniveo	NT	-----
Passeriformes	<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiopagis viridicata</i>	Atrapamoscas elenita verdosa	LC	-----
Psittaciformes	<i>Psittacidae</i>	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito del Pacífico	LC	II
Falconiformes	<i>Falconidae</i>	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	LC	I
Apodiformes	<i>Trochilidae</i>	<i>Phaethornis baroni</i>	Ermitaño de Baron	LC	II
Columbiformes	<i>Columbidae</i>	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana	LC	-----
Passeriformes	<i>Cardinalidae</i>	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de garganta canela	LC	-----
Passeriformes	<i>Furnariidae</i>	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina collareja	LC	-----
Passeriformes	<i>Icteridae</i>	<i>Sturnella bellicosa</i>	Turpial belicoso	LC	-----
Passeriformes	<i>Icteridae</i>	<i>Icterus graceanae</i>	Oropéndola bolsero fijiblanco	LC	-----
Passeriformes	<i>Turdidae</i>	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo	LC	-----
Piciformes	<i>Picidae</i>	<i>Veniliornis kirkii</i>	Carpintero lomirojo	LC	-----
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera	LC	-----
Columbiformes	<i>Columbidae</i>	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	LC	-----

Columbiformes	<i>Columbidae</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical	LC	-----
Passeriformes	<i>Icteridae</i>	<i>Dives warszewiczi</i>	Oropéndola negro matorralero	LC	-----
Strigiformes	<i>Strigidae</i>	<i>Megascops roboratus</i>	Autillo peruviiano	LC	II

Levantamiento de campo, enero 2019.

Fuente: Los autores.

De acuerdo con la UICN, 27 de las 28 especies identificadas se encuentran en categoría de preocupación menor (LC) y una especie se encuentra casi amenazados (NT); por otra parte, de acuerdo con la CITES, 7 especies se encuentran en categoría de apéndice II y una especie se encuentra en categoría de apéndice I.

### 3.2.3. Herpetofauna

En este estudio se registraron 4 especies de anfibios de un solo orden divididas en cuatro familias; en cuanto a reptiles se registran 8 especies de anfibios de un solo orden divididos en 8 familias.

En el área de estudio se observó directamente y capturó 12 especies de anfibios y reptiles, de los cuales se indica a continuación el porcentaje de representación respecto al total de especies registradas (Figura 21).

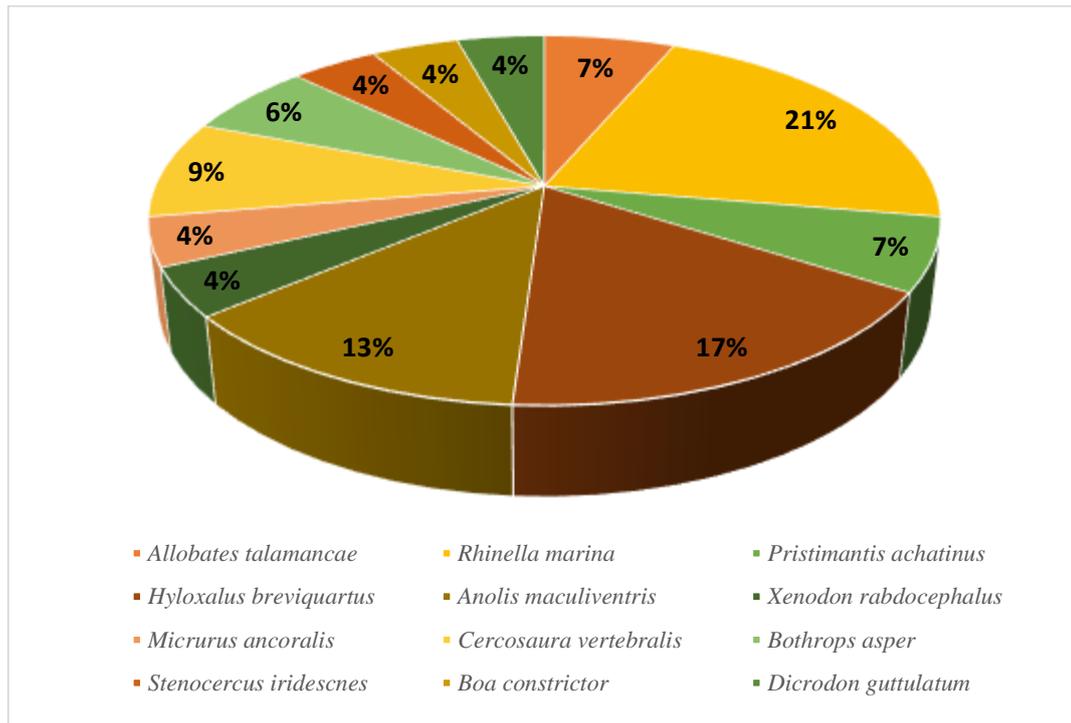
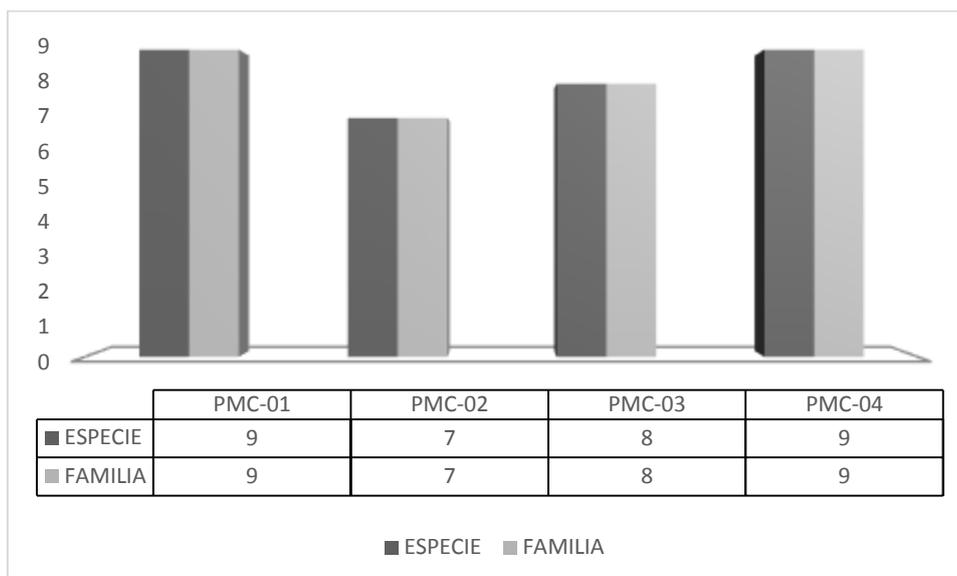


Figura 21. Porcentaje de representación del total de especies de Herpetofauna.  
Fuente: Los autores.

La especie más representativa es (sapo común grande) *Rhinella marina* con 10 individuos (21%). Las especies menos representativas son (falsas equis) *Xenodon rabdocephalus*, (coral) *Micrurus ancoralis*, (guagsas iridiscentes de la costa) *Stenocercus iridescens*, (boa mata caballo) *Boa constrictor* y (tegués del desierto) *Dicrodon guttulatum* que representan el 4% del total de especies registradas con 2 individuos cada una.



*Figura 22.* Diagrama de barras del porcentaje de representación del total de especies de Herpetofauna.

Fuente: Los autores.

En el diagrama antes mostrado se observa que, el punto PMC-04 y PMC-01 son representativos debido a la mayor cantidad de especies presentadas; esto posiblemente se da por la cantidad de humedad presente en el área ya que se encuentra cerca del río Iñán.

### **3.2.3.1. Diversidad de herpetofauna**

Para el cálculo de la diversidad se consideró los siguientes índices:

#### **- Índice de Shannon-Wiener**

Los resultados obtenidos en el cálculo del índice de Shannon Wiener permiten interpretar la categoría a la que pertenece (Tabla 36).

Tabla 36

*Resultados del Índice de Shannon-Wiener de Herpetofauna*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SHANNON-WIENER</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SHANNON-WIENER</b>
PMC-01	12	2,09	Diversidad media

PMC-02	10	1,83	Diversidad media
PMC-03	12	1,94	Diversidad media
PMC-04	13	2,07	Diversidad media

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

Tal como se vio en la tabla anterior todos los puntos de muestreo corresponden a un índice de diversidad media.

### - Índice de Simpson

Los resultados en cuanto a este índice se presentan en la (Tabla 37), indicando una diversidad alta para todos los puntos.

Tabla 37

*Resultados del Índice de Simpson de Herpetofauna*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>NUMERO DE INDIVIDUOS</b>	<b>ÍNDICE DE SIMPSON</b>	<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICE DE SIMPSON</b>
PMC-01	12	0,86	Diversidad alta
PMC-02	10	0,82	Diversidad alta
PMC-03	12	0,84	Diversidad alta
PMC-04	13	0,86	Diversidad alta

Análisis de información, diciembre 2018

Fuente: Los autores.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los índices de Shannon y Simpson se podría considerar que, la zona de influencia presenta gran cantidad de humedad, contribuyendo así al hábitat de anfibios y reptiles.

### - Índice Similitud de Jaccard

Los resultados de Herpetofauna de cada punto de muestreo se exponen en la (Figura 23).

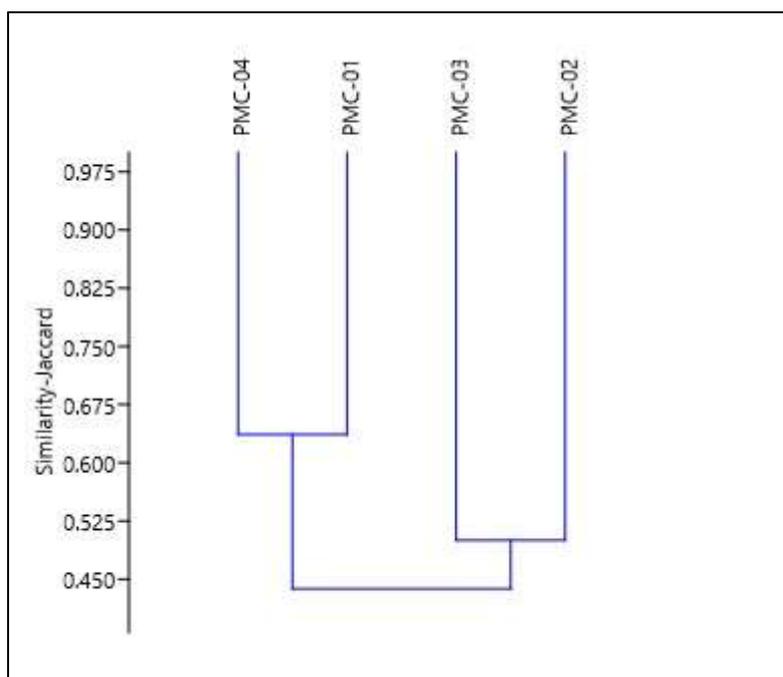


Figura 23. Dendrograma del índice de Jaccard-Herpetofauna.

Fuente: Los autores.

La figura del dendrograma de Jaccard evidencia una semejanza en los puntos PMC-04 y PMC-01 con un porcentaje del 63%; además, los puntos PMC-03 y PMC-02 tienen una similitud igual al 50%. En base a lo expuesto se podría evidenciar que las características de los puntos son adecuadas para las especies de herpetofauna registradas.

### 3.2.3.2. Estado de conservación de herpetofauna

Para la determinación del estado de conservación se consideró la categoría establecida en la UICN y la CITES. (Tabla 38).

Tabla 38

*Lista de Estado de conservación de Herpetofauna*

REGISTRO ESPECIES				ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	UICN	CITES

Anura	<i>Aromobatidae</i>	<i>Allobates talamancae</i>	Rana saltarina de Talamanca	LC	-
Anura	<i>Bufo</i>	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común Grande	LC	-
Anura	<i>Craugastoridae</i>	<i>Pristimantis achatinus</i>	cutin de potreros	LC	-
Anura	<i>Dendrobatidae</i>	<i>Hyloxalus breviquartus</i>	Rana cohete de Urrao	DD	-
Squamata	<i>Dactyloidae</i>	<i>Anolis maculiventris</i>	Anolis sudamericanos de vientre blanco	NE	-
Squamata	<i>Dipsadidae</i>	<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Falsas equis	LC	-
Squamata	<i>Elapidae</i>	<i>Micrurus ancoralis</i>	Coral	NE	-
Squamata	<i>Gymnophthalmidae</i>	<i>Cercosaura vertebralis</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	NE	-
Squamata	<i>Viperidae</i>	<i>Bothrops asper</i>	Víbora Equis	LC	-
Squamata	<i>Tropidurinae</i>	<i>Stenocercus iridescens</i>	Guagsas iridiscentes de la costa	LC	-
Squamata	<i>Boidae</i>	<i>Boa constrictor</i>	Boa Mataballo	NE	-
Squamata	<i>Teiidae</i>	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Tegúes del desierto	LC	-

Levantamiento de campo, enero 2019.

Fuente: Los autores.

Según la UICN, 7 de las 12 especies se encuentran en categoría de preocupación menor (LC), cuatro están en categoría no evaluada (NE) y una especie en categoría de Datos Insuficientes (DD).

### 3.2.4. Fauna Acuática

Se registró la especie *Astroblepus brachycephalus*, que pertenece a la familia *Astroblepidae* del orden *Siluriformes* en los dos puntos de muestreo, denominada (preñadilla). En el punto PMC-01 se registró 4 individuos y en el punto PMC-02 se obtuvo un total de 6 individuos. (Tabla 39)

Por lo antes mencionado se tiene una riqueza de 10 individuos del total registrado.

Tabla 39

*Registro de Especies de Fauna acuática*

---

#### REGISTRO ESPECIES

---

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de Registro	N° Ind. Especie
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus brachycephalus</i>	Preñadilla	Red de Mano	10

Levantamiento de campo, febrero 2019.

Fuente: Los autores.

### 3.3. ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE FLORA Y FAUNA

Este estudio representa el primer inventario de flora y fauna dentro del proyecto minero Benalcazar I, mismo que abordó siete grupos (arbóreo, arbustivo, herbáceo, mastofauna, avifauna, herpetofauna e ictiofauna) para cuantificar e identificar los individuos en campo dentro de los grupos taxonómicos correspondientes, además estimar su diversidad y distribución en hábitats representativos. Dentro del inventario florístico se registró 890 individuos distribuidos en 47 familias (Anexo 1); por otra parte, en el inventario faunístico se registró un total de 249 individuos, distribuidos en 43 familias (Anexo 3).

#### ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA

##### 3.3.1. Análisis de datos del punto 1 (M1I)

Los resultado del análisis de laboratorio (Tabla 40) indican que existe mayor cantidad de sólidos disueltos totales (100 mg/l); además, la cantidad de oxígeno disuelto (102,4% de saturación ) es importante para el desarrollo de formas de vida en este tipo de hábitat. El valor del cálculo del ICA corresponde a 62.1 evidenciando una calidad de agua regular de acuerdo a la categoría expresada en la (Tabla 16).

Tabla 40  
Cálculo del ICA del punto Inicial

CÁLCULO DEL ICA PARTE INICIAL						
N°	PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES	SUB1	WI	TOTAL
1	COLIFORMES FECALES	33	NMP/100ml	47,60	0,15	7,14

2	PH	7,83	unidades de PH	85,08	0,12	10,21
3	DB0	1	mg/L	89,28	0,1	8,93
4	NITRATOS	3,2	mg/L	75,44	0,1	7,54
5	FOSFATOS	2	mg/L	25,40	0,1	2,54
6	CAMBIO DE TEMPERATURA	20	°C	56,00	0,1	5,60
7	TURBIDEZ	12,4	FAU	75,27	0,08	6,02
8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	100	mg/L	82,92	0,08	6,63
9	OXIGENO DISUELTO	102,4	%saturación	47,00	0,17	7,99
						<b>62,61</b>

Información de campo, febrero 2019.

Fuente: Los autores.

### 3.3.2. Análisis de datos del Punto 2 (M2M)

Se puede observar que los valores de los parámetros son similares a los del punto M1I en cuanto a sólidos totales, DBO y Turbidez; sin embargo, existe una diferencia considerable en nitratos; esto podría deberse a las consecuencias originadas por la agricultura. El cálculo del ICA, dió como resultado 56.56, evidenciando una calidad de agua regular (Tabla 41).

Tabla 41

*Cálculo del ICA del punto medio*

CÁLCULO DEL ICA DEL PUNTO MEDIO						
Nº	PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES	SUBI	WI	TOTAL
1	COLIFORMES FECALES	79	NMP/100ml	37,08	0,15	5,56
2	PH	7,94	unidades de PH	83,28	0,12	9,99
3	DB0	1	mg/L	89,28	0,1	8,93
4	NITRATOS	6,1	mg/L	61,66	0,1	6,17
5	FOSFATOS	1,4	mg/L	31,90	0,1	3,19
6	CAMBIO DE TEMPERATURA	21	°C	20,48	0,1	2,05
7	TURBIDEZ	12,1	FAU	75,65	0,08	6,05
8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	100	mg/L	82,92	0,08	6,63
9	OXIGENO DISUELTO	101,7	%saturación	47,00	0,17	7,99
						<b>56,56</b>

Información de campo, febrero 2019.

Fuente: Los autores.

### 3.3.3. Análisis de datos del Punto de Salida en el río Iñán

El punto de muestreo 3, en comparación a los otros puntos presenta valores mayores en ciertos parámetros sobre la calidad del agua, particularmente en: coliformes fecales y sólidos disueltos. El cálculo del ICA, por su parte, dio como resultado un valor de 56,18 (tabla 42), ubicado en el rango de 51 a 70, que corresponde a una calidad de agua regular (ver tabla 16)

Tabla 42  
*Cálculo del ICA del punto de salida*

CÁLCULO DEL ICA PARTE DE SALIDA						
Nº	PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES	SUB1	WI	TOTAL
1	COLIFORMES FECALES	1600	NMP/100ml	15,69	0,15	2,32
2	PH	7,95	unidades de PH	83,10	0,12	9,97
3	DBO	1	mg/L	89,28	0,1	8,93
4	NITRATOS	2,5	mg/L	80,72	0,1	8,07
5	FOSFATOS	1	mg/L	40,97	0,1	4,10
6	CAMBIO DE TEMPERATURA	21	°C	20,48	0,1	2,05
7	TURBIDEZ	11,6	FAU	76,29	0,08	6,10
8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	105	mg/L	82,70	0,08	6,62
9	OXIGENO DISUELTO	104,5	%saturación	47,00	0,17	7,99
						<b>56,18</b>

Información de campo, febrero 2019.

Fuente: Los autores.

De manera general, los parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos se encuentran dentro de los valores establecidos en la tabla número 3 (Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios) del libro VI de Calidad de agua del TULSMA (Ministerio del Ambiente, 2015).

### 3.5. DISCUSIÓN

#### 3.5.1. Flora

En la presente investigación se constató una alta frecuencia de estrato herbáceo. Resultados que pueden ser contrastados con los del estudio realizado por Guzmán & León (2018), donde se establecieron cinco puntos de muestreo, obteniéndose una mayor abundancia de diversidad asociada a especies herbáceas. Las familias más representativas de acuerdo a las parcelas fueron: *Araceae* (18%) y *Asteraceae* (25%) que en gran parte fueron plantas herbáceas anuales o perennes, mientras que en el presente estudio se establecieron cuatro puntos de muestreo, las especies más representativas son de tipo estrato arbóreo (10%) es *Triplaris cumingiana* Fisch & C.A. Mey. (Tangarana), del estrato arbustivo (19%) es *Gleichenella pectinata* y estrato herbáceo (13%) es *Piper aduncum*. Se puede observar que en ambas zonas de estudio no existe un porcentaje alto que represente a una determinada especie.

En cuanto a la diversidad de Shannon, como promedio de todos los puntos muestreados en el estrato arbóreo, se obtuvo un valor de 2.35, que representa una diversidad media; con respecto al estrato arbustivo se obtuvo un valor de 2.06, cuya diversidad es media; y en relación al estrato herbácea se obtuvo un valor de 2.12, también con diversidad media. Por tanto, la diversidad en cuanto flora tiene un carácter medio. Estos resultados son contrarios al estudio realizado por Guzmán y León (2018) donde se determinó que la diversidad fue alta a pesar de las intervenciones antrópicas en la zona.

Por otra parte en el estudio realizado por Saquicela (2010) menciona que en la zona de estudio se evidenció 10 géneros promisorios como son: *Corades sp*, *Dione sp*, *Dryadula sp*, *Hypanartia sp*, *Vanessa sp*, *Leptopobia eleone*, *Dione glycera* y *Papilio paeon*. Presentando así convalidar teorías biológicas relacionadas con la evaluación y el monitoreo ecológico de los hábitats de montaña en la zona templada del austro ecuatoriano.

### 3.5.2. Fauna

En el caso de fauna, se encontraron 113 individuos, en cuanto a avifauna pertenecientes a 28 especies y 18 familias, la especie más significativa es *Thraupis episcopus* (10,9%); que comparado con el resultado obtenido en el cantón Paquisha es bajo, ya que aquí se encontraron 42 especies que representan el 2.54% del total de aves registradas para Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2010). Con respecto al índice de Shannon, se obtuvo un valor de 2.61 del promedio de los cuatro puntos de muestreo, resultado de igual manera bajo en comparación con el estudio mencionado donde se obtuvieron valores de 3.1 y 3.5.

Con respecto a mastofauna se obtuvo como resultado 7 órdenes, 12 familias, 12 especies y una abundancia de 79 individuos. En cuanto al estudio analizado se obtuvo un total de 16 especies; estos dos valores representan aproximadamente 4% del total de especies de mamíferos del Ecuador (Tirira D. , 2001).

Al analizar el índice de Shannon, se obtuvo un valor de 2.07 considerando una diversidad media; sin embargo analizando el índice de Simpson, se obtuvo una diversidad alta.

Dentro de Herpetofauna se encontró 47 individuos en 12 especies y 12 familias, la especie más representativa es *Rhinella marina* (21%). En el caso de Guzmán y León se obtuvo un total de 12 especies, número que coincide con el estudio planteado lo que representa en ambos casos el 3% del total de herpetofauna de Ecuador.

El índice de Shannon dio un valor de 1.98, lo que representa una diversidad media, mientras que el índice de Simpson dio un valor promedio entre los puntos de muestreo de 0.84, representando una diversidad alta (Vanegas, 2010).

En cuanto a Ictiología se registró solamente 10 individuos de la especie *Astroblepus brachycephalus* a diferencia del estudio de (Malacatus Consulting & Training, 2017) donde se encontró un total de 14 individuos de la especie mencionada en seis puntos de muestreo.

Las especies que se encontraron en este estudio contribuyen al incremento de la base de datos y al conocimiento de la avifauna, mastofauna, herpetofauna y fauna acuática.

### **3.5.3. Calidad del Agua**

Los resultados del Índice de Calidad de Agua fueron 62.61 para el punto inicial, 56.56 en el punto medio y 56.18 en el punto de salida, indicando que el Río Iñán presenta una calidad de agua regular. Al comparar estos resultados con un estudio realizado en la cuenca del río Rincón, en Costa Rica (Beita & Barahona, 2017), se diferencia que la calidad del agua superficial de esta cuenca es apta para la preservación y la conservación de la vida acuática; es decir, su agua es de mejor calidad en comparación con la del presente estudio.

Un estudio realizado en el río Cauca, de la ciudad de Cali, muestra que, de acuerdo a los índices que se calcularon, se encontró que el agua tiende a ser insaturada y corrosiva, siendo de esta manera un problema para la vida acuática de este ecosistema.

En el caso de los índices de calidad del agua que se presentaron en el presente estudio, se debe tomar medidas preventivas por parte de las autoridades locales para mejorar las condiciones de los cuerpos hídricos.

De acuerdo al Ministerio del Ambiente (2008), las actividades extractivas-minería e hidrocarburos tienen efectos directos e indirectos que siguen afectando a la calidad del agua en los diferentes cuerpos de agua que son próximos a los diferentes proyectos mineros en el país.

Por otra parte, la minería utiliza grandes cantidades de agua son devueltas a los cauces sin ningún tipo de tratamiento, por lo que se pueden encontrar metales pesados y sustancias químicas, por lo tanto, es importante que los valores obtenidos en este estudio sean tomados en cuenta para la toma de decisiones.

En otro estudio realizado por Cardona (2003) se evidenció que la contaminación que presentaba en el agua fue principalmente en la Quebrada Agua Amarilla donde se dio como

resultado contaminación por factores naturales en la parte alta, en la cual los bajos niveles de pH y altas concentraciones de sólidos disueltos totales resultaron ser la mayor limitante, siendo así que las variables que más explicaron el comportamiento del ICA en la microcuenca fueron aquellas determinadas por la intensidad de uso del suelo. Los nitratos, fósforo total, turbidez, sólidos disueltos, totales y suspendidos, fueron los parámetros con mayor peso negativo en el ICA.

#### 4. CONCLUSIONES

- En el área de estudio se puede evidenciar una composición florística representativa, debido a la presencia de bosque nativo secundario, además de áreas agropecuarias. La familia más representativa es *Euphorbiaceae* (*Gleichenella pectinata*); el desarrollo de arbustos es favorable en clima tropical, megatérmico, semihúmedo característico de esta zona.
- En cuanto a riqueza, las especies más abundantes son la tangarana (*Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey) del estrato arbóreo, a pesar de ser una especie introducida en la zona, es importante esta especie debido a que mantiene la humedad del suelo y da protección a las cuencas hidrográficas. En el estrato arbustivo es el helecho (*Gleichenella pectinata*) y en el estrato herbáceo la especie cordoncillo (*Piper aduncum*), mismas que son nativas del lugar de estudio. Para la composición faunística las familias más representativas son *Mephitidae* y *Dasypodidae*, ya que son propias de bosques nativos y secundarios. En cuanto a mastofauna, la especie más representativa es *Dasyprocta punctata* (Guatusa). En avifauna la especie *Forpus coelestis* (Periquito del Pacífico) es abundante debido a que habita en especies arbustivas que prevalecen en esta zona. *Rhinella marina* (Sapo común grande) es la especie con el mayor número

de individuos, dicha especie se asocia a áreas agrícolas, es importante mencionar que en cuanto a ictiofauna sólo se identificó una especie (*Astroblepus brachycephalus*) (preñadilla), esta especie tolera hábitats con cierto grado de contaminación, por lo que se considera un bioindicador biológico de la calidad del agua.

- La calidad del agua es regular en el río Iñán, y se asocia a la actividad antropogénica del sector principalmente al desarrollo agropecuario.
- De acuerdo a los índices de Shannon y Simpson, la diversidad es media en el área de estudio (Magurran, 1989) y (Guzmán & León, 2018).
- De acuerdo al Índice de Valor de Importancia IVI, la especie *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakh. (ceibo) es la más importante, seguida de *Triplaris cumingiana* Fisch. & C.A. Mey. (tangarana). *Muntingia calabura* L. (cerezo) presenta menor importancia debido a la escasez en la zona.
- De acuerdo a la UICN las especies de mastofauna corresponden en su gran mayoría en la categoría (Preocupación menor) (LC); sin embargo, la especie *Sciurus granatensis* (ardilla cola roja) está en categoría casi amenazada (NT), siendo sensible a la presencia del hombre.
- En avifauna todas las especies se encuentran en estado de preocupación menor, con excepción de la especie *Tyrannus niveigularis* (tirano goliniveo) se encuentra casi amenazada debido a la expansión de la frontera agrícola principalmente.
- En cuanto a herpetofauna se registró 7 especies en la categoría de preocupación menor (LC), 4 especies en categoría no evaluada (NE) y la especie *Hyloxalus brevipartus* (Rana cohete de Urrao) presenta datos insuficientes (DD) según la UICN (León Yáñez, y otros, 2012)

- De acuerdo a los resultados de los parámetros obtenidos en el laboratorio: coliformes fecales, Ph, DBO5, nitratos, fosfatos, cambio de temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto, se determinó que, para el índice de calidad de agua en los tres puntos de muestro los valores están dentro de un rango de 51 a 70, perteneciendo a la categoría regular; lo cual permite corroborar el deterioro del curso hídrico a medida que fluye el río hacia la desembocadura, esto podría deberse al uso que le ha dado el hombre para el desarrollo de actividades como la agropecuaria, causando efectos adversos a la misma; también, por los procesos naturales que sufre la zona de estudio.
- Finalmente, se concluye que debido a la inexistencia de la aplicación del índice de calidad del agua en el país, se toma en cuenta los valores de los parámetros analizados, mismos que se encuentran bajo los límites permisibles de acuerdo a la legislación ecuatoriana, determinando una calidad de agua buena.

#### 4.1. RECOMENDACIONES

Sería importante repetir este estudio durante y luego de la explotación minera

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. J., Flores, I., & Flores, R. (s.f.). La hipótesis: un vínculo para la investigación. *Universidad autónoma del Estado de Hidalgo*.
- Aguirre, Z. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Alnaldoa*, 24(2), 523-542.
- Albuja, L. (1999). *Murciélagos del Ecuador*. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- Albuja, L., Almendáriz, A., Barriga, R., Montalvo, L., Cáceres, F., & Román, J. (2012). *Fauna de Vertebrados del Ecuador*. Quito, Ecuador: ARIAL 12.
- Altamirano, M. (2013). *Estudio hidroquímico y de calidad del agua superficial en la cuenca del Río Mira*. Quito, Ecuador.

- Andes, O. (2015). Riqueza de aves en un bosque montano de los Andes. *Revista de Investigaciones*, 27(1), 75-88.
- Andrade, H. (2017). *Caracterización Genética y Ecológica de los anfibios y reptiles en la Reserva Biológica Colonso Chalupas, vinculadas al fortalecimiento de capacidades técnicas en estudiantes y sensibilización local*. Tena, Ecuador.
- Angulo, A., & Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región Tropical andina*. Historia.
- Barriga, R., & Olalla, M. (1983). *Técnicas para la Captura y Preservación de Peces*. Quito, Ecuador.
- Barrionuevo, J. L. (2015). *Valoración de la abundancia de especies biológicas en bosque reforestado con árboles de Teca en clima cálido seco*. Machala, Ecuador.
- Beita, W., & Barahona, M. (2017). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del Río Rincón, Península de Osa. Costa Rica. *Research Journal*, 2(2), 156-179.
- Benavides, J., Rubio, E., & Rueda, A. (Noviembre de 2010). *Manual para toma de datos de plantaciones forestales*. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3688/Folleto%20No%2011%20Manual%20de%20Plantaciones%20\(2\).pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3688/Folleto%20No%2011%20Manual%20de%20Plantaciones%20(2).pdf?sequence=1)
- Blasetti, G., Agúndez, J., Giovanardi, F., Storti, M., Othaz, M. A., Cordero, P., . . . Díaz, M. (2011). *Índices de calidad del agua y síntesis de la situación ambiental de la cuenca*.
- Bobadilla, F. (2016). *Modelado del índice de calidad del agua del Río Daule en el sector de La Toma, utilizando VBA*. Guayaquil, Ecuador.
- Bravo, E. (2013). *Apuntes sobre la biodiversidad del Ecuador*. Cuenca-Ecuador: Abya-Yala.
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito: Universitaria Abya-Yala.

- Bueno, K., Torres, P., & Delgado, L. (2014). Monitoreo y medición del ajuste del pH del agua tratada del Río Cauca mediante índices de estabilización. *Revista Ciencias*, 17(2).
- Burneo, S., & Tirira, D. (2014). Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya*, 5(1), 197-228. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33642014000100010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33642014000100010&script=sci_arttext&tlng=en)
- Campaña, J., & Boada, C. (2008). *Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades de la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 5 de febrero de 2019, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/889476/Composici%C3%B3n+y+diversidad+de+la+flora+y+la+fauna+en+cuatro+localidades+en+la+provincia+del+Carchi.+Evaluaciones+ecol.pdf/7580a38a-947d-4a6d-847d-1baf12c22a1d;jsessionid=bLdpxKjU8DBuYriiQ0-6uOkH>
- Campo, A., & Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2), 25-42.
- Campos, F., Yanez, M., Izquierdo, J., & Fuentes, P. (2001). *Herpetofauna de los bosques montanos del área de influencia norte de la reserva ecológica Cayambe-Coca (Recay). Sectores: La Bonita, Rosa Florida, La Sofía, La Barquilla*. Recuperado el 13 de Enero de 2019
- Cardona, A. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras*. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0118e/A0118e.pdf>

- Carrillo, E., Aldás, M., Altamirano, F., Ayala, D., Cisneros, A., Endara, C., . . . Yáñez, P. (2005). *Lista Roja de los Reptiles del Ecuador*. Fundación Novum Milenium: Quito.
- Carrillo, M., & Urgilés, P. (2016). *Determinación del índice de Calidad de Agua ICA-NSF de los Ríos Mazar y Pindilig*. Cuenca, Ecuador.
- Catalán, C., Sánchez, A., Ávila, P., Jiménez, J., Almazán, J., & Jiménez, R. (2018). Patrones de riqueza y diversidad de especies vegetales en un gradiente altitudinal en Guerrero, México. *Polibotánica*, *1*(45), 101-113.
- CEPAL. (2010). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*. Quito.
- CITES. (1983). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres*.
- CITES. (2015). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres*.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Montecristi: Registro Oficial 449.
- Cruz, S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal*. IEMBS.
- Cueva, M. (2012). *Evaluación de la calidad del agua del río Yacuambi, en el tramo comprendido desde la formación del río Tutupali hasta la intersección del río Yacuambicon el río Zamora, en la provincia de Zamora Chinchipe*. Loja, Ecuador.
- Del Olmo, G. (2014). *Manual para principiantes en la observación de las aves*.
- Dirección General de Salud. (2017). *Parámetros Organolépticos y Físico-Químico*. Digesa.
- Dowling, H. G., & Duellman, W. E. (1979). *Systematic Herpetology*. New York, Estados Unidos.

- Duque Sarango P., Cajamarca Rivadeneira R., Wemple B. C. and Delgado Fernández M. (2019). *Estimation of the water balance for a small tropical Andean catchment*. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 29(1):56-69. <http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.05>.
- Duque-Sarango, P. J., & Chinchay-Rojas, L. V. (2008). *Caracterización de residuos sólidos, efluentes residuales y evaluación de impactos ambientales en tres mataderos de ganado en la provincia de Loja-Ecuador*. In III Congreso Interamericano de Salud Ambiental Ecuador.
- Duque-Sarango P, Heras-Naranjo, C., Lojano-Criollo, D., & Vilorio, T. (2018). *Modelamiento del tratamiento biológico de aguas residuales; estudio en planta piloto de contactores biológicos rotatorios*.//*Modeling of biological wastewater treatment; study in pilot plant of rotating biological contactors*. Ciencia Unemi, 11(28), 88-96.<http://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp88-96p>
- Ecdiestoides, P., & Vannamei, P. (2003). *El potencial de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH) como destino aviturismo en la costa ecuatoriana*. Manabí.
- Ecofluidos Ingenieros. (2012). *Estudio de calidad de fuentes utilizadas para el consumo humano y plan de mitigación por la contaminación*.
- Escobar, M., García, A., Pimentel, G., Caves, L., & Murcia, B. (2017). *Diversidad de la ictiofauna de la quebrada La Batalla, municipio de Florencia, Caquetá Colombia*. Caquetá, Colombia.
- GAD Cantonal Camilo Ponce Enríquez. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 4 de Enero de 2019, de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0760033860001\\_PDYOT\\_PROPUESTA\\_MODELOG\\_16-03-2015\\_09-06-29.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760033860001_PDYOT_PROPUESTA_MODELOG_16-03-2015_09-06-29.pdf)

- Galán, P. (2015). *Los anfibios y reptiles extinguidos. Herpetofauna desaparecida desde el año 1500.*
- Galarza, L. (2012). Estimación de valores de contaminación difusa para el Río Tomebamba en zonas periféricas y urbanas. *El Escorial*, 34-56.
- Garzón, C., Mena, P., Sornoza, F., Pozo, G., & Echeverría, G. (2016). *Patrones de diversidad de aves de la Provincia De El Oro.* Quito, Ecuador.
- González, L. (2012). *La turbidez.*
- Granizo, T. (2002). *Libro Rojo de las Aves del Ecuador.* 452.
- Gualotuña, F. (2013). *Identificación de especies arbóreas y arbustivas para la elaboración de una propuesta de un plan de manejo en zonas de alta vulnerabilidad física y ambiental en el sector la Esperanza (transecto 3), de la Parroquia el Tingo, Cantón Pujilí, Provincia De Cotop.* Recuperado el 9 de Enero de 2019, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2727/1/T-UTC-00264.pdf>
- Guamán, H. Y. (abril de 2010). *Evaluación ecológica rápida para la priorización de áreas estratégicas y restauración vegetal en las parroquias Yanayacu y Rumipamba (cantón Quero, provincia del Tungurahua).* Recuperado el 2 de Febrero de 2019, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/714/1/33T0069.pdf>
- Guerrero, M., Venegas, P., Gagliardi, G., Suarez, A., Toyama, R., Contreras, V., & Ruiz, J. (2011). *Anfibios y Reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán.* México: Biodiversidad en la concesión para conservación alto Huayabamba.
- Guzmán, M., & León, M. (2018). *Evaluación del estado actual de flora y fauna en la Concesión Minera Conguime I Regentada por la Compañía Exploken S.A. Cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

- Hernández, F., Nolasco, E., & Salguero, M. (2016). *Determinación del índice de calidad del agua NSF y modelación del cromo hexavalente en la parte alta del Río Suquiapa, Santa Ana, El Salvador*. Santa Ana.
- Hernández, W. (2011). *Evaluaciones Ecológicas Rápidas*. Recuperado el 10 de Enero de 2019, de <https://es.scribd.com/document/122359363/Evaluaciones-Ecologicas-Rapidas-docx>
- Hidalgo, A., & Capello, M. (2010). *Guía de bienes culturales del Ecuador*. Machala.
- Ibáñez, J. (2017). *Medio Natural y Biodiversidad*. España: Síntesis S.A.
- IDAE. (2015). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía*. Recuperado el 10 de Enero de 2019
- Jaque, E., & Potocí, C. (2015). *Evaluación del índice de calidad de agua (ica) de la microcuenca del río chibunga, en variaciones estacionales, provincia de chimborazo – ecuador, durante el periodo 2014*. Riobamba, Ecuador.
- León Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (2012). *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Magurran, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*.
- Malacatus Consulting & Training. (marzo de 2017). *Estudio de Impacto Ambiental Exante y Plan de Manejo Ambiental de las concesiones mineras Los Ríos uno Código 300814 y Los Ríos tres Código 300947, para las fases de exploración y explotación bajo régimen de pequeña minería, provincias: El Oro-Azuay*. Recuperado el 10 de 03 de 2019
- Marco, L., Azario, R., Metzler, C., & García, M. (2004). Turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Revista de Higiene*, 72-82.
- Mariñosa, R. (2014). *El problema de los nitratos*.

- McMullan, M., Navarrete, L., & Ridgely, R. S. (2013). *Book of the birds of Ecuador*. Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2008). *Estado del agua: Informe sobre el estado del medio ambiente*. Geo Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Guía de Evaluación de Flora y Fauna Silvestre*. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (13 de febrero de 2015). *Acuerdo Ministerial N° 028*. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Informe de la UICN para la República del Ecuador*. Guayaquil- Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030*. Recuperado el 7 de Enero de 2019, de <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/WebAPs/Estrategia%20Nacional%20de%20Biodiversidad%202015-2030%20-%20CALIDAD%20WEB.pdf>
- Moreno, B., & López, H. (2009). La flora y la fauna. En *Breviario para describir, observar y manejar humedales* (págs. 145-316). Rmmsar.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*.
- Murillo, O. (2017). *Diversidad de peces*.
- Naranjo, E., & Ramírez, T. (2009). *Composición florística, estructura y estado de conservación del bosque nativo de la quinta El Padmi*.
- Nicola, B., & Proaño, M. (2017). *Aplicación de ICAS para valorar la calidad de las aguas de consumo del ganado Aviar en la granja Zambrano, Chone Manabí*. Calceta.
- Nugra, F., Segovia, E., Benítez, M., & Reinoso, D. (2016). *Guía metodológica para el biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la cuenca del Río Napo, Ecuador*.

- Nugra, Segovia, E., Benítez, B., & Reinoso, D. (2016). *Guía metodológica para el biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la cuenca del Río Napo, Ecuador*.
- Núñez, E. (2008). *Sistemas Silvopastorales establecidos con Pinus Radiata D. Don y Betula Alba L. en Galicia: Productividad, Biodiversidad y Sumideros de Carbono*. Galicia, España.
- Ortuño, M. (2017). *Medio natural y biodiversidad*. Madrid-España: Síntesis.
- Patzelt, E. (2012). *Flora de Ecuador*. Quito: Imprefepp.
- Pauta, G., & Chang, J. (2014). Índices de calidad del agua de fuentes superficiales y aspectos toxicológicos, evaluación del Río Burgay. *MASKANA*, 165-176.
- Peñañiel. (2014). *Evaluación de la calidad del agua del río tomebamba mediante el índice ica del instituto mexicano de tecnología del agua*. Cuenca, Ecuador.
- Peñañiel Romero, A. G. (2014). *Evaluación de la calidad del agua del río tomebamba mediante el índice ica del instituto mexicano de tecnología del agua*. Cuenca, Ecuador.
- Pérez, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico*.
- Pla, L. (Agosto de 2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la Riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. Recuperado el 10 de Enero de 2019, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911906>
- Ralph, C., Geupel, G., Pyle, P., Martín, T., Desante, D., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*.
- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2006). *Aves del Ecuador: guía de campo, Volumen 2*. Quito, Ecuador.
- Rodríguez, M., González, A., & León, L. (2014). Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México. *Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 262-275.

- Ron, S., Merino, A., & Ortiz, D. (03 de Enero de 2019). *Anfibios del Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de Anfibios del Ecuador.
- Rubio, M., Salort, M., Sbarato, D., & Sbarato, V. (2013). *Enciclopedia del medio ambiente*. Argentina: Encuentro.
- Salazar, N., & Nugra, F. (2018). *Ictiofauna en el Ecuador*.
- Sandi, W. (2008). *Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la cuenca del Río Rincón en la península de Osa. Puntarenas. Costa Rica*.
- Saquicela, J. (2010). *Análisis preliminar de riqueza y diversidad de Lepidópteros Diurnos Promisorios en dos unidades de vegetación Andina de la Cuenca alta y media del Río Paute*. Obtenido de repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13066/1/48660\_1.pdf
- SENAGUA. (2012). *Análisis de la Calidad del Agua Río Coca*. Quito: Book.Google.COM,7.
- Solari, S. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. *Journal of Neotropical Mammalogy*, 14.
- Suntaxi, E. (2010). *Realizar una aproximación dendroclimatológica, en un bosque seco utilizando la especie Guasmo (Guazuma ulmifolia) y su relación con la Precipitación y Temperatura en el*. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/31607>
- Tirira. (2011). *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2da Edición*. Quito, Ecuador.
- Tirira, D. (2001). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. Quito: EcoCiencia.
- Tirira, D., & Boada, E. (2009). Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 1-24.
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías*, 79-94.

- Total Consultoría. (Septiembre de 2015). *Estudio de Impacto Ambiental Ex Ante del proyecto: Concesión Minera para materiales no metálicos "SCORPIO" Código 101287*. Azuay (Ecuador). Recuperado el 8 de Enero de 2019, de [http://www.ctotal.com.ec/files/EIA\\_MINA\\_SCORPIO-ADJUNTOS%20Y%20APENDICES.pdf](http://www.ctotal.com.ec/files/EIA_MINA_SCORPIO-ADJUNTOS%20Y%20APENDICES.pdf)
- Tulmo, S. (2013). *Diagnóstico de la fauna existente en la zona Jatun Juigua Yacubamba (Mamíferos, Aves y Anfibios) con el fin de elaborar una propuesta para declarar como área protegida de la comunidad*. Latacunga-Ecuador. Recuperado el 9 de Enero de 2019, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1576/1/T-UTC-2128.pdf>
- Vanegas, M. (2010). *Efecto de la complejidad del hábitat en la composición de la comunidad de Hormigas en Bosques Premontanos en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica "PORCE II"*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/3410/1/9732430.2010.pdf>
- Wikinson. (2008). *Composición y diversidad de la flora y fauna en cuatro localidades de la provincia del Carchi*. Tulcán: Poder Gráfico. Recuperado el 10 de Enero de 2019, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/889476/Composici%C3%B3n+y+diversidad+de+la+flora+y+la+fauna+en+cuatro+localidades+en+la+provincia+del+Carchi.+Evaluaciones+ecol.pdf/7580a38a-947d-4a6d-847d-1baf12c22a1d;jsessionid=IE9SJ6NABQGKCs7qKnebgvY>
- Yáñez, M., Altamirano, M., & Oyataga, L. (2009). *Diversidad de la herpetofauna de Tobar Donoso*. Tulcán.
- Young, B. (2007). *Distribución de las especies andémicas*.

Zuñiga, F. (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México D.

F, México. Obtenido de

[http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook\\_file/tmuestreo.pdf](http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/tmuestreo.pdf)

## 6. ANEXOS

## ANEXO 1. INVENTARIO DE ESPECIES DE FLORA ENCONTRADAS

INVENTARIO DE FLORA						
REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-01						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Hábito	N° Ind. Especie	Origen
1	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bototillo	árbol	6	Nativa
2	Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	Chirigua	árbol	1	Nativa
3	Flacourtiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Cerezo	árbol	1	Nativa
4	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Oreja de león	árbol	8	Nativa
5	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	árbol	1	Nativa

6	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Guasmo	árbol	1	Nativa
7	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	árbol	5	Cultivada
8	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	Mango	árbol	4	Introducida - Cultivada
9	Mimosaceae	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	Guaba	árbol	7	Cultivada
10	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Naranja	árbol	2	Cultivada
11	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	árbol	7	Cultivada
12	Moraceae	<i>Cecropia litoralis</i>	Guarumo	árbol	5	Nativa
13	Caesalpinaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	arbusto	7	Nativa
14	Theophrastaceae	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	arbusto	5	Nativa
15	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i>	Colorado	arbusto	9	Nativa
16	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	arbusto	13	Nativa
17	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Chilca	arbusto	4	Nativa
18	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura L.</i>	Niguito	arbusto	5	Introducida
19	Solanaceae	<i>Brugmansia candida</i>		arbusto	6	Nativa

20	Euphorbiaceae	<i>Gleichenella pectinata</i>	Helecho	arbusto	11	Nativa
21	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	arbusto	9	Nativa
22	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	Hierba	13	Nativa
23	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	Hierba	7	Nativa
24	Lamiaceae	<i>Salvia angulata</i>	-----	Hierba	4	Nativa
25	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	-----	Hierba	8	Nativa
26	Bromeliaceae	<i>Guzmania sp.</i>	-----	Hierba	6	Nativa
27	Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	-----	Hierba	5	Nativa
<b>Total</b>					<b>160</b>	

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-02**

---

No.	Familia	Especie	Nombre común	Hábito	N° Ind. Especie	Origen
1	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	-----	árbol	20	Nativa
2	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh.</i>	Ceibo	árbol	10	Nativa

3	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bototillo	árbol	12	Nativa
4	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz. & Pav.) Oken	Laurel	árbol	17	Nativa
5	Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	Chirigua	árbol	1	Nativa
6	Flacourtiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Cerezo	árbol	5	Nativa
7	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Oreja de león	árbol	4	Nativa
8	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey.	Tangarana	árbol	19	Introducida
9	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Matapalo	árbol	4	Nativa
10	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guasmo	árbol	1	Nativa
11	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	árbol	8	Nativa
12	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	árbol	3	Nativa
13	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	árbol	3	Introducida

14	Moraceae	<i>Cecropia litoralis</i>	Guarumo	árbol	8	Nativa
15	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	árbol	1	Introducida
16	Caesalpiniaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	arbusto	8	Nativa
17	Theophrastaceae	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	arbusto	6	Nativa
18	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i>	Colorado	arbusto	13	Nativa
19	Lecythidaceae	<i>Gustavia angustifolia Benth.</i>	Membrillo	arbusto	3	Nativa
20	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Chilca	arbusto	5	Nativa
21	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura L.</i>	Niguito	arbusto	7	Introducida
22	Mimosaceae	<i>Mimosa acantholoba</i>	-----	arbusto	5	Nativa
23	Solanaceae	<i>Brugmansia candida</i>	-----	arbusto	4	Nativa
24	Euphorbiaceae	<i>Gleichenella pectinata</i>	Helecho	arbusto	23	Nativa
25	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	arbusto	15	Nativa
26	Araceae	<i>Monstera deliciosa</i>	Camacho	Hierba	12	Nativa
27	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	Hierba	18	Nativa
28	Lamiaceae	<i>Hyptis obtusiflora</i>	-----	Hierba	9	Nativa

29	Lamiaceae	<i>Salvia angulata</i>	-----	Hierba	15	Nativa
30	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	-----	Hierba	11	Nativa
31	Araceae	<i>Anthurium gualeanum</i>	-----	Hierba	13	Introducida
32	Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	-----	Hierba	9	Nativa
33	Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	-----	Hierba	15	Nativa
34	Pteridophyta	<i>Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.</i>	Llashipa	Hierba	13	Nativa
35	Pteridophyta	<i>Pteridium sp.</i>	-----	Hierba	14	Nativa
36	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis Kunth.</i>	Verbena	Hierba	6	Nativa

---

**Total**
**340**


---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-03**


---

No.	Familia	Especie	Nombre común	Hábito	N° Ind. Especie	Origen
1	Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	-----	árbol	3	Nativa
2	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh.</i>	Ceibo	árbol	1	Nativa

3	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel	árbol	1	Nativa
4	Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. <i>Robyns</i>	Chirigua	árbol	7	Nativa
5	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. <i>Mey.</i>	Tangarana	árbol	8	Introducida
6	Capparaceae	<i>Bauhinia aculeata</i> L.	Limoncillo	árbol	12	Nativa
7	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	árbol	9	Nativa
8	Malváceas	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	árbol	15	Nativa
9	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	árbol	9	Introducida
10	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Naranja	árbol	2	Cultivada
11	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	árbol	3	Cultivada
12	Malváceas	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	árbol	6	Cultivada
13	Combretaceae	<i>Terminalis catappa</i>	Almendro	árbol	3	Introducida
14	Caesalpinaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	arbusto	6	Nativa
15	Theophrastaceae	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	arbusto	5	Nativa

16	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i>	Colorado	arbusto	10	Nativa
17	Lecythidaceae	<i>Gustavia angustifolia Benth.</i>	Membrillo	arbusto	2	Nativa
18	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	arbusto	8	Cultivada
19	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura L.</i>	Niguito	arbusto	2	Introducida
20	Mimosaceae	<i>Mimosa acantholoba</i>	-----	arbusto	3	Nativa
21	Euphorbiaceae	<i>Gleichenella pectinata</i>	Helecho	arbusto	19	Nativa
22	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	arbusto	16	Nativa
23	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	Hierba	12	Nativa
24	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	Hierba	9	Nativa
25	Lamiaceae	<i>Salvia angulata</i>	-----	Hierba	15	Nativa
26	Heliconiaceae	<i>Heliconia longa</i>	-----	Hierba	11	Nativa
27	Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	-----	Hierba	9	Nativa
28	Bromeliaceae	<i>Guzmania sp.</i>	-----	Hierba	10	Nativa
29	Pteridophyta	<i>Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.</i>	Llashipa	Hierba	8	Nativa
30	Pteridophyta	<i>Pteridium sp.</i>	-----	Hierba	7	Nativa

31	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth.	Verbena	Hierba	8	Nativa
<b>Total</b>					<b>239</b>	

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-04**

---

No.	Familia	Especie	Nombre común	Hábito	N° Ind. Especie	Origen
1	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Ceibo	árbol	5	Nativa
2	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel	árbol	2	Nativa
3	Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. <i>Robyns</i>	Chirigua	árbol	1	Nativa
4	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. <i>Mey.</i>	Tangarana	árbol	1	Introducida
5	Capparaceae	<i>Bauhinia aculeata</i> L.	Limoncillo	árbol	1	Nativa
6	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guasmo	árbol	2	Nativa
7	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	Teca	árbol	3	Introducida

8	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	árbol	2	Cultivada
9	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	Mango	árbol	3	Introducida - Cultivada
10	Mimosaceae	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	Guaba	árbol	3	Cultiva
11	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Naranja	árbol	2	Cultivada
12	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	árbol	3	Cultivada
13	Malváceas	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	árbol	3	Cultivada
14	Caesalpiniaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Pata de vaca	arbusto	9	Nativa
15	Theophrastaceae	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	arbusto	5	Nativa
16	Rubiaceae	<i>Simira ecuadorensis</i>	Colorado	arbusto	13	Nativa
17	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	arbusto	5	Cultivada
18	Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Chilca	arbusto	3	Nativa
19	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura L.</i>	Niguito	arbusto	4	Introducida
20	Mimosaceae	<i>Mimosa acantholoba</i>	-----	arbusto	5	Nativa
21	Solanaceae	<i>Brugmansia candida</i>	-----	arbusto	4	Nativa

22	Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Mora	arbusto	9	Nativa
23	Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	Hierba	4	Nativa
24	Araceae	<i>Monstera deliciosa</i>	Camacho	Hierba	6	Nativa
25	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo	Hierba	10	Nativa
26	Lamiaceae	<i>Salvia angulata</i>	-----	Hierba	6	Nativa
27	Heliconiaceae	<i>Heliconia longa</i>	-----	Hierba	7	Nativa
28	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	-----	Hierba	9	Nativa
29	Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	-----	Hierba	7	Nativa
30	Bromeliaceae	<i>Guzmania sp.</i>	-----	Hierba	5	Nativa
31	Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	-----	Hierba	3	Nativa
32	Pteridophyta	<i>Pteridium sp.</i>	-----	Hierba	6	Nativa
<b>Total</b>					<b>151</b>	
<b>Total de especies registras en los puntos</b>					<b>890</b>	
<b>Estrato Arbóreo, Estrato Arbustivo, Estrato Herbáceo:</b>						
Origen Nativa, Introducida y Cultivada						

## ANEXO 2. TABLA DASOMÉTRICA DEL ESTRATO ARBÓREO

## TABLA DASOMÉTRICA DEL ÁREA EN ESTUDIO

No.	Familia	Especie		Nombre común	DAP - m	AB - m <sup>2</sup>
1	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	sp. nov.	Ceibo	1,00	0,79
2	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	sp. nov.	Ceibo	1,00	0,79
3	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	sp. nov.	Ceibo	1,00	0,79
4	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	sp. nov.	Ceibo	1,00	0,79
5	Bombacaceae	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	sp. nov.	Ceibo	1,00	0,79
6	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	sp. nov.	Laurel	0,50	0,20
7	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	sp. nov.	Laurel	0,50	0,20
8	Bombacaceae	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	sp. nov.	Chirigua	0,34	0,09
9	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey.	sp. nov.	Tangarana	0,60	0,28

10	Capparaceae	<i>Bauhinia aculeata L.</i>	sp. nov.	Limoncillo	0,20	0,03
11	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	sp. nov.	Guasmo	0,37	0,11
12	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	sp. nov.	Guasmo	0,35	0,10
13	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	sp. nov.	Teca	0,40	0,13
14	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	sp. nov.	Teca	0,30	0,07
15	Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i>	sp. nov.	Teca	0,40	0,13
16	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	sp. nov.	Guayaba	0,10	0,01
17	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	sp. nov.	Guayaba	0,10	0,01
18	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	sp. nov.	Mango	0,75	0,44
19	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	sp. nov.	Mango	1,00	0,79
20	Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i>	sp. nov.	Mango	0,77	0,47
21	Mimosaceae	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	sp. nov.	Guaba	0,18	0,03
22	Mimosaceae	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	sp. nov.	Guaba	0,20	0,03
23	Mimosaceae	<i>Inga spectabilis (Vahl) Willd.</i>	sp. nov.	Guaba	0,40	0,13
24	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	sp. nov.	Naranja	0,11	0,01

25	Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	sp. nov.	Naranja	0,12	0,01
26	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	sp. nov.	Limón	0,11	0,01
27	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	sp. nov.	Limón	0,10	0,01
28	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	sp. nov.	Limón	0,11	0,01
29	Malváceas	<i>Theobroma cacao</i>	sp. nov.	Cacao	0,10	0,01
30	Malváceas	<i>Theobroma cacao</i>	sp. nov.	Cacao	0,10	0,01
31	Malváceas	<i>Theobroma cacao</i>	sp. nov.	Cacao	0,10	0,01
<b>TOTAL</b>					<b>7,20</b>	

**DAP**= Diámetro de apertura de pecho

**AB**= Área basal

**ANEXO 3. INVENTARIO DE ESPECIES DE FAUNA**

INVENTARIO FAUNÍSTICO							
MASTOZOLOGÍA							
REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-01							
N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Carnívora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Cuchucho	-----	Visual	2
2	Carnívora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	-----	Visual y entrevista	5
3	Carnívora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	-----	Visual	1
4	Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Sajino	-----	Visual	1
5	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	-----	Visual y entrevista	2
6	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Sarigueya comun	-----	Visual	3

7	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	Trampa	Entrevista	1
8	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla cola roja	-----	Visual	2
<b>TOTAL</b>							<b>17</b>

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-02**

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind.
					Directo	Indirecto	Especie
1	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Cuchucho	-----	Visual	2
2	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	-----	Visual y entrevista	3
3	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	-----	Visual	1
4	Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Sajino	-----	Visual	1
5	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	armadillo	-----	Visual y entrevista	3
6	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Sarigueya comun	-----	Visual	2

7	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	Trampa	Entrevista	2
8	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	-----	Visual	3
9	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Trampa	-----	4
10	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla cola roja	-----	Visual	2
<b>TOTAL</b>							<b>23</b>

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-03**

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Cuchucho	-----	Visual	1
2	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	-----	Visual y entrevista	2
3	Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Sajino	-----	Visual	1
4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	Redes de neblina	Captura	2

5	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo	-----	Visual y entrevista	4
6	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	Trampa	Entrevista	3
7	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	-----	Visual	2
8	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Trampa		4
<b>TOTAL</b>							<b>19</b>

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-04**

---

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Cuchucho	-----	Visual	2
2	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	-----	Visual y entrevista	3
3	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	-----	Visual	1
4	Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Sajino	-----	Visual	2

5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	Redes de neblina	Captura	1
6	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo	-----	Visual y entrevista	4
7	Didelphim orphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Sarigüeya común	-----	Visual	2
8	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	Trampa	Entrevista	1
9	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	-----	Visual	1
10	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa	Trampa	Visual	3
<b>TOTAL</b>							<b>20</b>

---

**AVIFAUNA**

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-01**

---

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán colicorto	-----	Entrevista, visual	1

2	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán variable	-----	Visual	2
3	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	Red de neblina	Visual	2
4	Ciconiiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	-----	Visual	4
5	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Piquiestriado	-----	Visual	2
6	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	-----	Visual	1
7	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patipalido	-----	Visual, Canto	2
8	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	Red de neblina	Visual, Canto	3
9	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	-----	Visual	2
10	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana	Red de neblina	Visual	1

11	Passerifor mes	Furnariidae	<i>Synallaxis stictothonax</i>	Colaespina collareja	-----	Canto	2
12	Passerifor mes	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Oropéndola bolsero fijiblanco	-----	Visual	2
13	Passerifor mes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo	Red de neblina	Visual, Canto	1
14				Elanio Caracolero	Red de neblina	Visual	1
15	Strigiform es	Strigidae	<i>Megascops roboratus</i>	Autillo peruviiano		Visual, Entrevista	3
<b>TOTAL</b>							<b>29</b>

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-02**

---

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind.
					Directo	Indirecto	Especie
1	Ciconiifor mes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	-----	Visual	3
2	Columbifo rnes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	Red de neblina	Visual	1

3	Passerifor mes	Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	-----	Visual	2
4	Passerifor mes	Parulidae	<i>Parula pitayumi</i>	Parula tropical	Red de neblina	Visual	1
5	Passerifor mes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	Red de neblina	Visual, Canto	4
6	Passerifor mes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Atrapamoscas elenita verdosa	-----	Visual	1
7	Faconifor mes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	-----	Visual	2
8	Apodiform es	Trochilidae	<i>Phaethornis baroni</i>	Ermitaño de Baron	-----	Visual	1
9	Columbifo rnes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana	Red de neblina	Visual	3
10	Passerifor mes	Cardinalidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de garganta canela	-----	Canto	1
11	Passerifor mes	Furnariidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina collareja	-----	Canto	1

12	Passerifor mes	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Turpial belicoso	-----	Visual	2
13	Passerifor mes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo	Red de neblina	Visual, Canto	3
14	Passerifor mes	Icteridae	<i>Dives warszewiczi</i>	Oropéndola negro matorralero	-----	Visual	1
15	Strigiform es	Strigidae	<i>Megascops roboratus</i>	Autillo peruviiano	-----	Visual, Entrevista	1
<b>TOTAL</b>							<b>27</b>

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-03**

---

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Accipitrifo rnes	Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavilán colicorto	-----	Entrevista, visual	1
2	Apodiform es	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	Red de neblina	Visual	2

3	Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	Red de neblina	Visual	3
4	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patipalido	-----	Visual, Canto	1
5	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	Red de neblina	Visual, Canto	2
6	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Atrapamoscas elenita verdosa	-----	Visual	1
7	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito del Pacífico	Red de neblina	Visual, Canto, Entrevista	5
8	Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	Colaespina collareja	-----	Canto	2
9	Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Turpial belicoso	-----	Visual	1
10	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus graceanae</i>	Oropéndola bolsero fijiblanco	-----	Visual	1
11	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo	Red de neblina	Visual, Canto	2

12	Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis kirkii</i>	Carpintero lomiromo	-----	Visual	1
13	Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera	-----	Visual	3
14	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	-----	Visual	1
15	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical	Red de neblina	Visual	2
16	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives warszewiczi</i>	Oropéndola negro matorralero	-----	Visual	2
17	Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops roboratus</i>	Autillo peruano	-----	Visual, Entrevista	1
<b>TOTAL</b>							<b>31</b>
<b>REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-04</b>							

N°	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán variable	-----	Visual	2

2	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	Red de neblina	Visual	2
3	Columbiformes	Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	Red de neblina	Visual	1
4	Passeriformes	Emberizidae	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	-----	Visual	2
5	Passeriformes	Furnariidae	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patipalido	-----	Visual, Canto	1
6	Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azulada	Red de neblina	Visual, Canto	1
7	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	Periquito del Pacífico	Red de neblina	Visual, Canto, Entrevista	3
8	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	-----	Visual	1
9	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina buckleyi</i>	Tortolita ecuatoriana	Red de neblina	Visual	2
10	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de garganta canela	-----	Canto	1

11	Passerifor mes	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Turpial belicoso	-----	Visual	2
12	Passerifor mes	Icteridae	<i>Icterus graceannae</i>	Oropéndola bolsero fijiblanco	-----	Visual	1
13	Ciconiifor mes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera	-----	Visual	3
14	Columbifo rmes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma apical	Red de neblina	Visual	2
15	Passerifor mes	Tyrannidae	<i>Tyrannus niveigularis</i>	Tirano goliniveo	-----	Visual	1
16	Strigiform es	Strigidae	<i>Megascops roboratus</i>	Autillo peruviiano	-----	Visual, Entrevista	1
<b>TOTAL</b>							<b>26</b>

---

**HERPETOFAUNA**

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-01**

---

N°	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie
					Directo	Indirecto	

---

1	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común Grande	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	2
2	Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis achatinus</i>	cutin de potreros	-----	Visual, entrevistas	1
3	Anura	Dendrobatidae	<i>Hyloxalus brevipartus</i>	Rana cohete de Urrao	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	3
4	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis maculiventris</i>	Anolis sudamericanos de vientre blanco	-----	Visual	1
5	Squamata	Dipsadidae	<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Falsas equis	-----	Visual, entrevistas	1
6	Squamata	Gymnophthalmi dae	<i>Cercosaura vertebralis</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	-----	Visual	1
7	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Víbora Equis	Inventario completo de especies	Visual	1
8	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa Matacaballo	Inventario completo de especies	Visual	1
9	Squamata	Teiidae	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Tegúes del desierto	-----	Visual, entrevistas	1

---

**TOTAL**
**12**

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-02**


---

N°	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind. Especie	
					Directo	Indirecto		
1	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates talamancae</i>	Rana saltarina de Talamanca	Recorridos, inventario completo de especies	Visual	1	
2	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común Grande	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	3	
3	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis maculiventris</i>	Anolis sudamericanos de vientre blanco	-----	Visual	1	
4	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus ancoralis</i>	Coral	-----	Visual	1	
5	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura vertebralis</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	-----	Visual	2	
6	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Víbora Equis	Inventario completo de especies	Visual	1	
7	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa Matacaballo	Inventario completo de especies	Visual	1	
<b>TOTAL</b>								<b>10</b>

---

**REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-03**


---

N°	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Tipo de registro
----	-------	---------	-------------------	--------------	------------------

---

					<b>Directo</b>	<b>Indirecto</b>	<b>Nº Ind. Especie</b>
1	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates talamancae</i>	Rana saltarina de Talamanca	Recorridos, inventario completo de especies	Visual	1
2	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común Grande	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	3
3	Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis achatinus</i>	cutin de potreros	-----	Visual, entrevistas	1
4	Anura	Dendrobatidae	<i>Hyloxalus breviquartus</i>	Rana cohete de Urrao	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	2
5	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis maculiventris</i>	Anolis sudamericanos de vientre blanco	-----	Visual	2
6	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus ancoralis</i>	Coral	-----	Visual	1
7	Squamata	Gymnophthalmi dae	<i>Cercosaura vertebralis</i>	Lagartijas rayadas de O'Shaughnessy	-----	Visual	1
8	Squamata	Tropidurinae	<i>Stenocercus iridescnes</i>	Guagsas iridiscentes de la costa	Inventario completo de especies	Visual	1

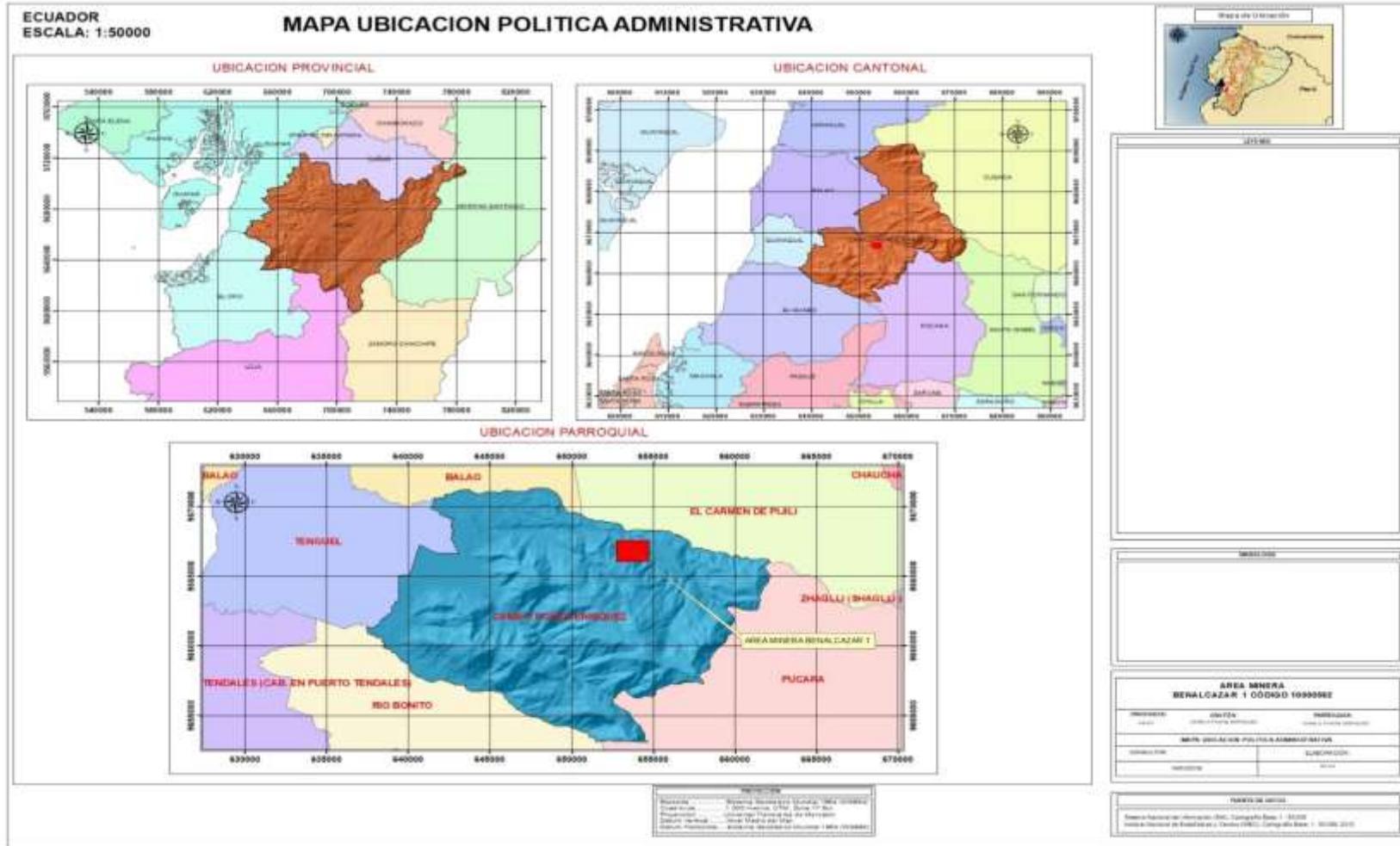
TOTAL							12
REGISTRO ESPECIES PUNTO PMC-04							
N°	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Tipo de registro		N° Ind.
					Directo	Indirecto	Especie
1	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates talamancae</i>	Rana saltarina de Talamanca	Recorridos, inventario completo de especies	Visual	1
2	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo Común Grande	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	2
3	Anura	Craugastoridae	<i>Pristimantis achatinus</i>	cutin de potreros	-----	Visual, entrevistas	1
4	Anura	Dendrobatidae	<i>Hyloxalus brevipartus</i>	Rana cohete de Urrao	Recorrido, inventario completo de especies	Visual	3
5	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis maculiventris</i>	Anolis sudamericanos de vientre blanco	-----	Visual	2
6	Squamata	Dipsadidae	<i>Xenodon rabdocephalus</i>	Falsas equis	-----	Visual, entrevistas	1
7	Squamata	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Víbora Equis	Inventario completo de especies	Visual	1

8	Squamata	Tropidurinae	<i>Stenocercus iridescens</i>	Guagsas iridiscentes de la costa	Inventario completo de especies	Visual	1
9	Squamata	Teiidae	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Tegúes del desierto	-----	Visual, entrevistas	1
<b>TOTAL</b>							<b>13</b>
<b>TOTAL DE ESPECIES REGISTRADAS EN TODOS LOS PUNTOS</b>							<b>239</b>

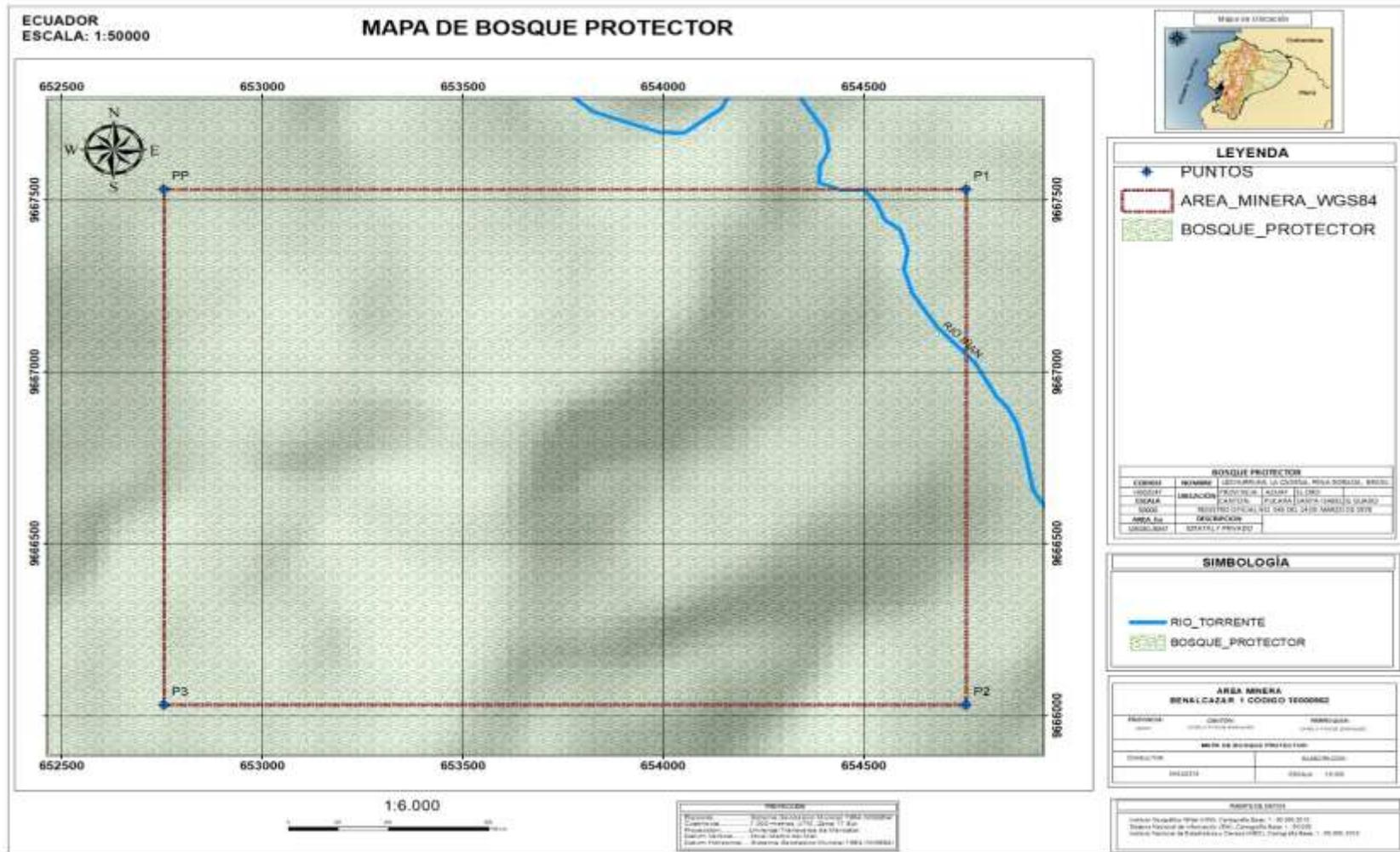
**Tipos de registro:** Directo (Visual, inventario completo de especies, trampa),

Indirecto (Visual, entrevistas, huellas, canto, captura)

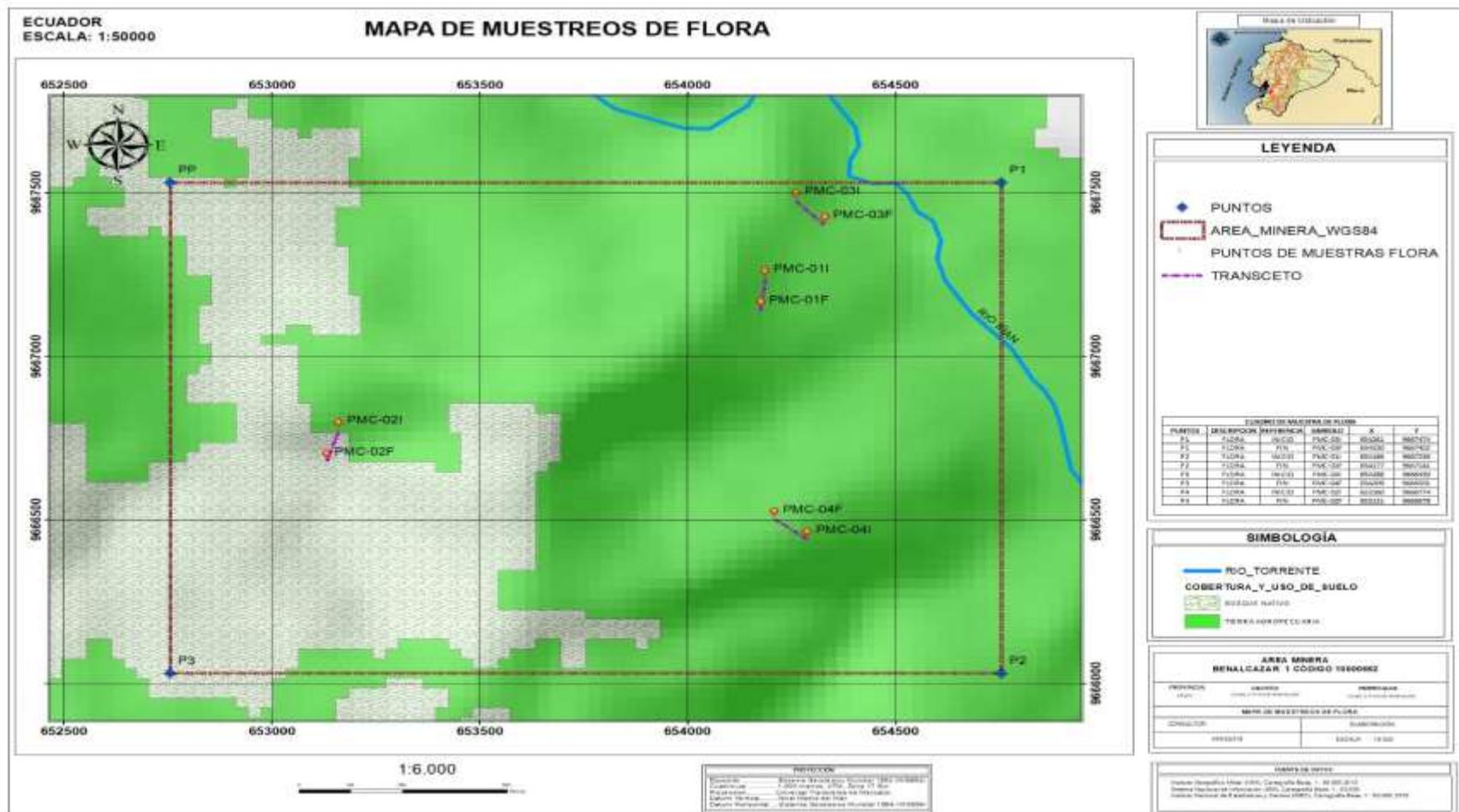
**ANEXO 4. MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO MINERO BENALCAZAR I**



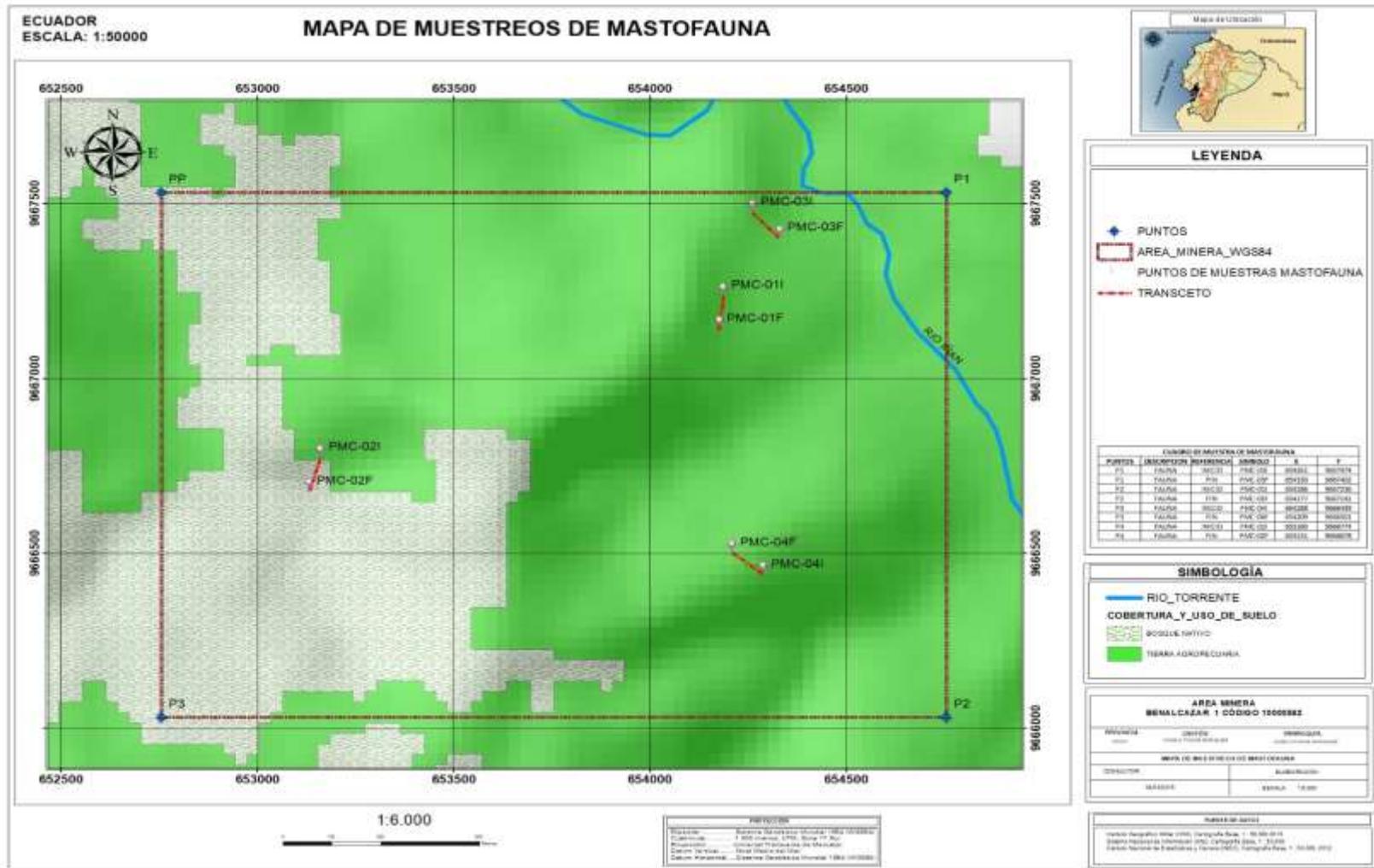
**ANEXO 5. UBICACIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DENTRO DEL BOSQUE PROTECTOR**



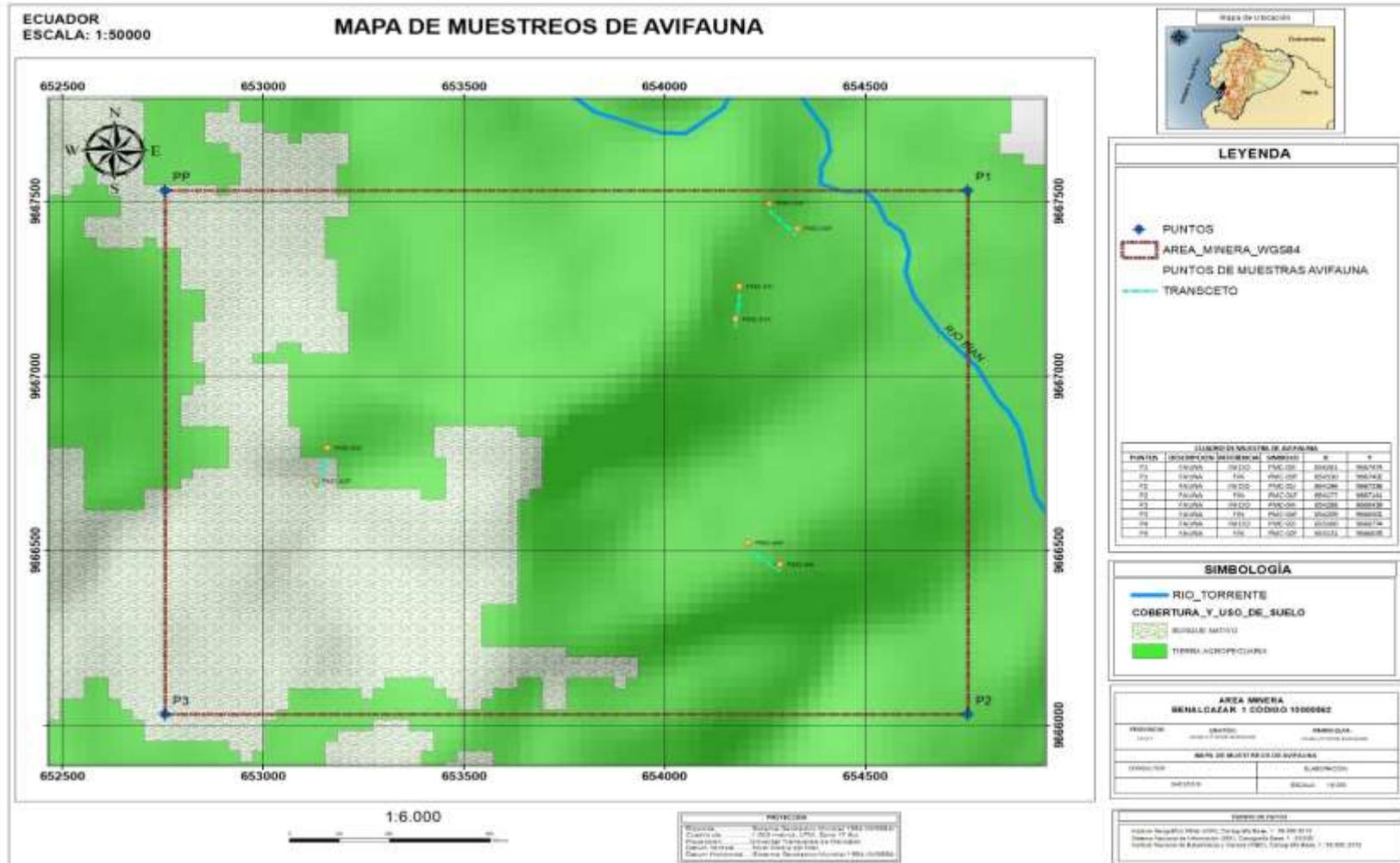
ANEXO 6. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA



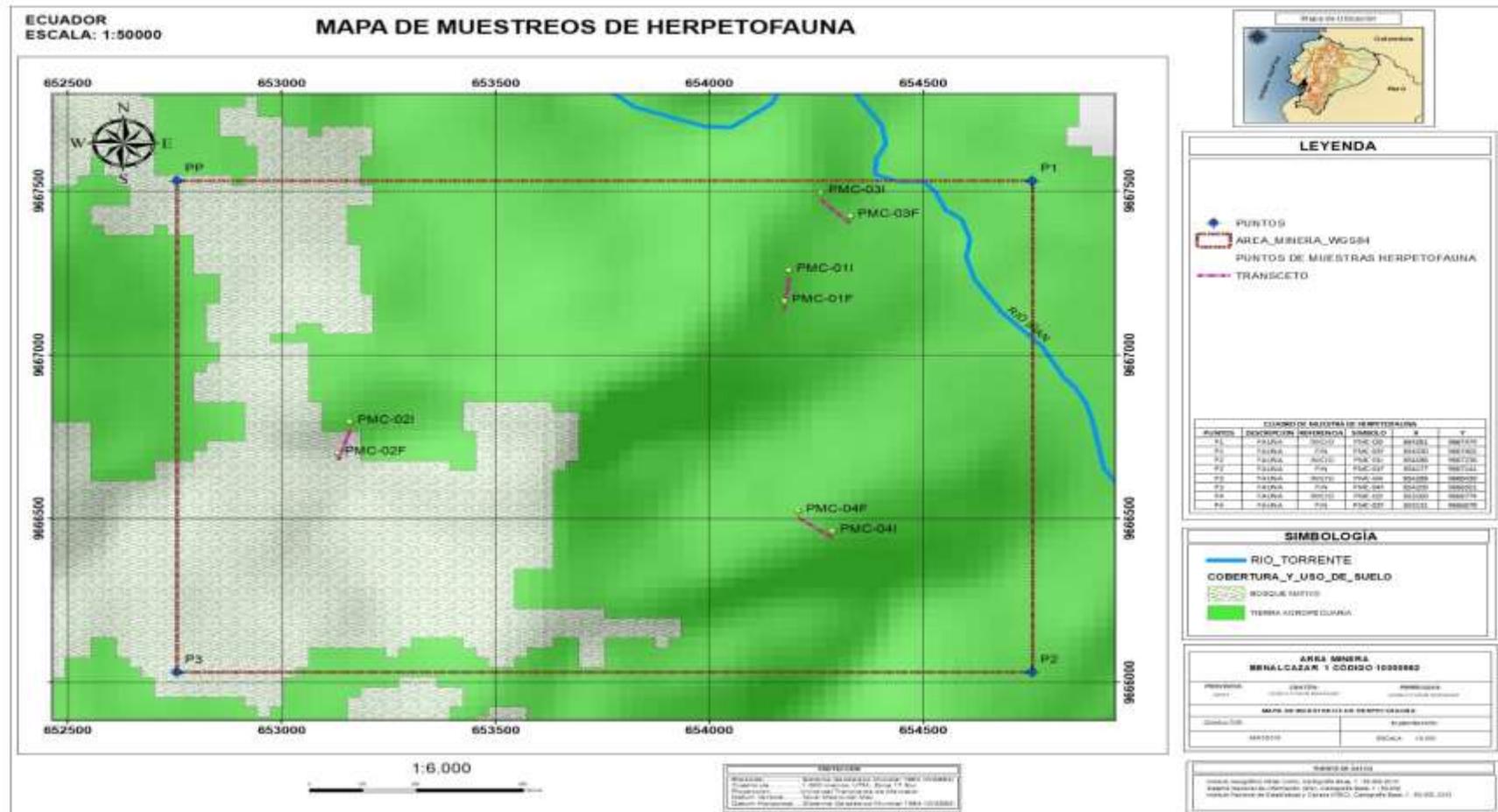
ANEXO 7. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO DE MASTOFAUNA



ANEXO 8. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO DE AVIFAUNA



ANEXO 9. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO DE HERPETOFAUNA





ANEXO 11. MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO PARA CALIDAD DEL AGUA



ANEXO 12. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL SECTOR BENALCAZAR I CORRESPONDIENTES A LA EVALUACIÓN DE FLORA, FAUNA Y CALIDAD DE AGUA



Fotografía 1 Materiales utilizados



Fotografía 2 Ubicación de transectos



*Fotografía 3 Toma de muestra para el análisis microbiológico del agua*



*Fotografía 4 Evidencia de avifauna (nido)*



*Fotografía 5 Toma de muestra para el análisis físico del agua*



*Fotografía 6 Toma de muestra para el análisis microbiológico del agua*



*Fotografía 7 Muestras de agua recolectadas en campo*