



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN:**

SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

**TEMA: ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR
ILALÓ Y PROPUESTA PARA SU GESTIÓN ECOSISTÉMICA.**

AUTOR: CURIPOMA HEREDIA, SANTIAGO GABRIEL

DIRECTORA: BIÓL. ARGÜELLO MEJÍA, ANITA VIOLETA MG.

SANGOLQUÍ

2019



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ Y PROPUESTA PARA SU GESTIÓN ECOSISTÉMICA*” fue realizado por el señor *CURIPOMA HEREDIA, SANTIAGO GABRIEL* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de mayo del 2019

Firma:

.....
Biól. Argüello Mejía, Anita Violeta Mg.

C.C.: 170586143-1



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Curipoma Heredia, Santiago Gabriel*, con cédula de ciudadanía N° 172342762-9, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “*Análisis del Estado de Conservación del Bosque Protector Ilaló y Propuesta para su Gestión Ecosistémica*” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 17 de mayo del 2019

Firma

.....
Curipoma Heredia, Santiago Gabriel

C.C.: 172342762-9



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN

Yo, **Curipoma Heredia, Santiago Gabriel**, con C. C. N° 172342762-9 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Análisis del Estado de Conservación del Bosque Protector Ilaló y Propuesta para su Gestión Ecosistémica”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 17 de mayo del 2019

Firma del Autor

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Santiago G. Heredia', is written over a dotted line.

.....
Curipoma Heredia, Santiago Gabriel

C.C.: 172342762-9

DEDICATORIA

*A la conservación del Volcán Ilaló
Y a la protección de las especies nativas del Bosque Protector Ilaló*

*“La Conservación es un estado de armonía
entre los seres humanos y la tierra”
Aldo Leopold-Ecólogo Estadounidense*

AGRADECIMIENTO

Eterno agradecimiento a Dios por permitirme realizar mi carrera académica y brindarme todas las oportunidades para ayudar a la conservación de nuestro planeta.

A mis padres por toda su paciencia y apoyo incondicional. Su ejemplo ha sido el pilar fundamental para proponerme y alcanzar mis metas personales y profesionales. A mi familia por su sostén en la consecución de este nuevo emprendimiento académico.

A la Biól. Anita Argüello Mg., por su valiosa colaboración y sustento en todo el proceso de elaboración del presente trabajo de titulación. Sus inestimables comentarios y sugerencias aseguraron la finalización del mismo. A los revisores PhD. Fabián Rodríguez e Ing. Ricardo Pachacama Mg., sus consejos aportaron considerablemente para la estructuración del estudio.

A MSc. Álvaro Pérez y MSc. Daniela Cevallos por su cálida e idónea ayuda en la planificación y estructuración del presente trabajo.

Al Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y a su directora PhD. Katya Romoleroux, por la gentileza y amabilidad en el uso de las instalaciones del herbario para la identificación de los especímenes florísticos.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y a la Universidad de las Fuerzas Armadas por brindarme las mejores instalaciones para la búsqueda de información así como para la elaboración del trabajo de titulación.

A las Comunas Ancestrales Leopoldo N. Chávez y Central de Tumbaco, representadas por sus respectivos Cabildos, por la afectuosa apertura para realizar este estudio en sus territorios comunales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	I
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	II
AUTORIZACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO 1	1
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
1.4.1 VOLCÁN ILALÓ Y BOSQUE PROTECTOR ILALÓ	5
1.4.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
CAPÍTULO II	13
2. CONCEPTUALIZACIÓN	13

2.1 DIVERSIDAD	13
2.1.1 DIVERSIDAD DE GENES	14
2.1.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES	15
2.1.3 DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS	15
2.2.1 LA DIVERSIDAD ALFA.....	17
2.2.2 LA DIVERSIDAD BETA.....	17
2.2.3 LA DIVERSIDAD GAMA	17
2.3 LA BIODIVERSIDAD	18
2.4 INDICADORES ECOLÓGICOS.....	21
2.5 CONSERVACIÓN.....	21
2.5.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	22
2.5.1.1 <i>EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESPECIE</i>	22
2.5.1.2 <i>EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE HÁBITAT</i>	22
2.6 GESTIÓN ECOSISTÉMICA.....	23
2.6.1 PLAN DE GESTIÓN ECOSISTÉMICA.....	24
2.6.2 MODELO DE PLANIFICACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN ECOSISTÉMICA	26
2.6.2.1 <i>MONITOREO</i>	26
2.6.2.2 <i>EVALUACIONES</i>	27
2.6.2.3 <i>DECISIONES</i>	27
2.6.2.4 <i>IMPLEMENTACIÓN</i>	27
CAPÍTULO III.....	29
3. METODOLOGÍA	29
3.1 INDICADORES ECOLÓGICOS.....	29
3.1.1 MUESTREO	29

3.1.1.1 <i>METODOLOGÍA DE TRANSECTO</i>	29
3.1.2 MÉTODO DE VALOR DE INDICADOR	30
3.1.3 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	32
3.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ	33
3.2.1 ANÁLISIS MULTIVARIANTE.....	34
3.2.1.1 COEFICIENTE DE SIMILITUD, COMUNIDAD O DE ASOCIACIÓN DE JACCARD	34
3.2.1.2 COEFICIENTE DE COMUNIDAD DE SØRENSEN, DICE O CZEKANOVSKI.....	34
3.2.2 BASES DE DATOS DE CONSERVACIÓN	35
3.2.2.1 <i>BIOWEB</i>	35
3.2.2.2 <i>LISTA ROJA DE LA UICN</i>	35
3.2.2.3 <i>ESPECIES PARA RESTAURACIÓN UICN</i>	35
3.3 PLAN DE GESTIÓN ECOSISTÉMICA CON ENFOQUE PARTICIPATIVO	36
3.3.1 METODOLOGÍA MARISCO	36
3.3.1.1 <i>ENCUESTAS Y CONVERSATORIOS</i>	38
3.3.2 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN ECOSISTÉMICA.....	39
3.3.2.1 <i>FASES DEL PLAN DE GESTIÓN ECOSISTÉMICA</i>	39
CAPÍTULO IV	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	42
4.1.1 INDICADOR DE VALOR DE ESPECIE	42
4.1.2 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA FAMILIAR	43
4.1.3 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	44
4.1.4 ANÁLISIS MULTIVARIANTE.....	45
4.1.4.1 <i>COEFICIENTE DE SIMILITUD, COMUNIDAD O DE ASOCIACIÓN DE JACCARD</i>	45

4.1.4.2 <i>COEFICIENTE DE COMUNIDAD DE SØRENSEN, DICE O CZEKANOVSKI</i>	46
4.1.4.3 <i>ANÁLISIS CLÚSTER</i>	46
4.2 <i>ESTADO DE CONSERVACIÓN DENTRO DEL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ</i>	48
4.2.1 <i>CONSERVACIÓN DE ESPECIES NATIVAS Y ENDÉMICAS</i>	48
4.2.2 <i>PERSPECTIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ</i>	49
4.2.3 <i>PERCEPCIONES DE LAS COMUNAS ANCESTRALES SOBRE EL VOLCÁN ILALÓ</i>	51
4.2.4 <i>CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES NATIVAS</i>	55
4.2.5 <i>BENEFICIOS AMBIENTALES QUE OFRECE EL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ</i>	56
4.2.6 <i>IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES</i>	57
4.2.7 <i>RECONOCIMIENTO DE SOLUCIONES AMBIENTALES</i>	58
4.3 <i>PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN ECOSISTÉMICA BOSQUE PROTECTOR</i>	59
4.3.1 <i>INTRODUCCIÓN</i>	59
4.3.2 <i>ANTECEDENTES</i>	60
4.3.3 <i>ARGUMENTO HUMANO Y AMBIENTAL DE REMANENTES Y QUEBRADAS</i>	61
4.3.4 <i>ASPECTO AMBIENTAL DEL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ</i>	64
4.3.5 <i>GESTIÓN Y SISTEMATIZACIÓN</i>	66
4.3.5.1 <i>OBJETIVOS DE LA GESTIÓN ECOSISTÉMICA</i>	66
4.3.5.2 <i>IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INCONVENIENTES</i>	66
4.3.5.3 <i>FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS FODA (SWOT)</i>	67
4.3.5.4 <i>DEFINICIÓN DE OBJETIVOS PROCEDENTES DE LOS INCONVENIENTES</i>	68
4.3.5.5 <i>ESTRATEGIAS Y SISTEMATIZACIÓN</i>	71
4.3.5.5.1 <i>DEFINIR LA BASE LEGAL REFERENTE AL BOSQUE PROTECTOR ILALÓ</i>	71
4.3.5.5.2 <i>DELIMITAR EL ÁREA DE VEGETACIÓN NATIVA A AISLAR</i>	73
4.3.5.5.3 <i>ESTABLECER GUÍAS DE CULTIVO DE ESPECIES NATIVAS</i>	75

<i>4.3.5.5.4 ESTABLECER ÁREAS SUSCEPTIBLES A REFORESTAR</i>	76
<i>4.3.5.5.5 DISEÑAR PROGRAMAS DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS</i>	81
<i>4.3.5.6 EVALUACIÓN Y MONITOREO</i>	86
<i>4.3.5.7 DIVULGACIÓN</i>	87
CAPÍTULO V	89
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1 CONCLUSIONES.....	89
5.2 RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Indicador de Valor de Especie</i>	43
Tabla 2 <i>Abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia</i>	45
Tabla 3 <i>Coeficiente de Jaccard</i>	46
Tabla 4 <i>Coeficiente de Sørensen</i>	46
Tabla 5 <i>Distribución y estado de conservación de las especies registradas</i>	48
Tabla 6 <i>Clasificación UICN de las especies registradas</i>	50
Tabla 7 <i>Resumen del área de estudio</i>	61
Tabla 8 <i>Identificación de problemas</i>	67
Tabla 9 <i>Análisis de fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas</i>	67
Tabla 10 <i>Análisis Matriz Analítica de Formación de Estrategias</i>	68
Tabla 11 <i>Matriz problema, causa y efecto</i>	69
Tabla 12 <i>Clasificación de amenazas para el Bosque Protector Ilaló</i>	69
Tabla 13 <i>Ponderación de amenazas del Bosque Protector Ilaló</i>	70

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Área de estudio en el Bosque Protector Ilaló.....	6
<i>Figura 2</i> Esquematzación de la metodología MARISCO	37
<i>Figura 3</i> Índice de Valor de Importancia Familiar.....	44
<i>Figura 4</i> Dendograma de Análisis Clúster	47
<i>Figura 5</i> Porcentaje de conocimiento acerca de límites	51
<i>Figura 6</i> Motivos de desconocimiento de límites	52
<i>Figura 7</i> Porcentaje de visitación	52
<i>Figura 8</i> Causas de visitación.....	53
<i>Figura 9</i> Porcentaje de visitación a quebradas	53
<i>Figura 10</i> Apreciación de la visitación a quebradas.....	54
<i>Figura 11</i> Apreciación estado de las quebradas	54
<i>Figura 12</i> Porcentaje de conocimiento especies nativas	55
<i>Figura 13</i> Especies más conocidas.....	55
<i>Figura 14</i> Beneficios ambientales procedentes del Volcán Ilaló	56
<i>Figura 15</i> Porcentaje de encuestados que mencionan pérdida de vegetación	57
<i>Figura 16</i> Causas para la pérdida de vegetación nativa	58
<i>Figura 17</i> Soluciones para la recuperación de vegetación nativa	59
<i>Figura 18</i> Quebrada Shullum	62
<i>Figura 19</i> Cause de la Quebrada Shullum.....	63
<i>Figura 20</i> Relación hombre-naturaleza	64

Figura 21 Fragmentación del bosque nativo	65
Figura 22 Propuesta zonificación Volcán Ilaló	74
Figura 23 Propuesta AIER Ilaló-Lumbisí	75
Figura 24 Crecimiento urbanístico sin planificación	76
Figura 25 Especies nativas en remanentes boscosos.....	77
Figura 26 Propuesta área de conservación Volcán Ilaló	78
Figura 27 Áreas prioritarias para forestación y reforestación	79
Figura 28 Fauna doméstica de compañía	80
Figura 29 Fauna nativa amenazada	81
Figura 30 Reforestación con especies arbóreas nativas	82
Figura 31 Capa cultivable de suelo del Bosque Protector Ilaló	83
Figura 32 Composición actual de la mayoría del territorio.....	84
Figura 33 Manejo agroecológico de suelos.....	85
Figura 34 Productos agrícolas de origen agroecológico	86
Figura 35 Ciclo de la gestión ecosistémica	88

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Autorización Comuna Leopoldo N. Chávez	111
ANEXO B. Autorización Comuna Central	112
ANEXO C. Permiso de Investigación MAE	113
ANEXO D. Formato de encuesta	115
ANEXO E. Formato de conversatorio.....	117

RESUMEN

La conservación de remanentes nativos es una prioridad para la recuperación de ecosistemas fragmentados por acción antrópica. En este estudio se determinó el grado de alteración antrópica en el ecosistema de la quebrada Shullum en el Bosque Protector Ilaló, a través del análisis de su biodiversidad, así como del estado de conservación. Se encontró un ecosistema de transición con características ecológicas interceptas entre los ecosistemas Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes. Este ecosistema de transición se encuentra dominado por especies florísticas como *Mimosa quitensis*, *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, y algunas especies del género *Myrcianthes*, así lo reflejaron los valores arrojados por el índice de valor de especie (IndVal) ($P < 0,05$), índice de valor de Importancia (IVI) y coeficientes de Jaccard y Sørensen. Asimismo, el presente estudio reveló la presencia de especies endémicas en la zona. La evaluación del estado de conservación de las especies nativas encontradas expuso la situación de vulnerabilidad en la que se encuentra el ecosistema de la quebrada Shullum. Se expone una propuesta de gestión ecosistémica, enfocada en las realidades socio-ambientales propias del lugar de estudio. Se aspira promover un cambio de conciencia ambiental, la cual permita la ejecución expedita de acciones a favor de la conservación, protección y recuperación de los ecosistemas encontrados en el Bosque Protector Ilaló.

PALABRAS CLAVE

- BOSQUE PROTECTOR ILALÓ
- ESPECIES NATIVAS
- ESTADO DE CONSERVACIÓN
- GESTIÓN ECOSISTÉMICA

ABSTRACT

The conservation of native remnants is a priority for the recovery of ecosystems fragmented by anthropic action. In this study, the degree of anthropic alteration in the ecosystem of the Shullum creek in the Ilaló Protective Forest was determined, through the analysis of its biodiversity, and its state of conservation. A transitional ecosystem with intercepting ecological characteristics was found between the ecosystems of the Semideciduous Arbustal of the North of the Valleys and the Montano Evergreen Arbustal of the North of the Andes. This transitional ecosystem is dominated by floristic species such as *Mimosa quitensis*, *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, and some species of the genus *Myrcianthes*, as reflected by the values of the Indicator Value (IndVal) of species ($P < 0,05$), Importance Value Index (IVI) and coefficients of Jaccard and Sørensen. Also, the present study revealed the presence of endemic species in the area. The evaluation of the state of conservation of the native species determined the vulnerability situation of the ecosystem of the Shullum creek. A proposal for ecosystem management is presented, focused on the socio-environmental realities of the place of study. It aims to promote a change in environmental awareness, which allows the expeditious execution of actions in favor of the conservation, protection, and recovery of the ecosystems found in the Ilaló Protective Forest.

KEYWORDS

- ECOSYSTEM MANAGEMENT
- ILALÓ PROTECTIVE FOREST
- NATIVE SPECIES
- STATE OF CONSERVATION

CAPÍTULO 1

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes

El deterioro ambiental de todos los ecosistemas a nivel mundial a causa de la intervención humana para la obtención de los recursos, es un hecho que nació con la necesidad humana de sobrevivir a las exigencias de la naturaleza; pero que a la actualidad se están observando las consecuencias de no planificar un uso racional y medido de los recursos naturales.

En el Ecuador el problema del deterioro ambiental ha ido en aumento en las últimas décadas, en se estima que la mitad de los suelos del Ecuador se encuentran erosionados, siendo el mayor porcentaje en la región interandina del Ecuador además esta erosión está vinculada con el uso previo de la tierra (De Koning, Veldkamp, & Fresco, 1999). Además, con el uso de nuevas tecnologías que no están acompañadas por una concienciación ambiental responsable, este problema se agrava con la nula participación política activa que permita poner en funcionamiento todo el aparato legal que reposa en la Constitución del Ecuador.

El deterioro de las pocas áreas rurales que circunvalan a la ciudad de Quito es un acontecimiento que se agrava con el pasar de los días este fenómeno desencadena graves efectos no solamente en los frágiles ecosistemas que se encuentran inmersos dentro de estas áreas presionadas por las diferentes actividades antrópicas, sino también se ven efectos sociales debido a que las personas abandonan las tierras de cultivo, en algunos casos el abandono se da por la pérdida de las condiciones de cultivo. Otros casos se dan por la presencia de hambrunas, guerras o plagas que merman la población y que consecuentemente resulta en el abandono de los cultivos (Harde, 1996). Además, los cultivos son abandonados por la accesibilidad y por la mecanización de cultivos

debido a que la maquinaria no puede ingresar en una geografía irregular. El abandono también se da por un factor socio económico por medio del cual las personas son atraídas hacia las grandes metrópolis llevadas por el deseo de ganar dinero y de involucrarse en la vida citadina (Harde, 1996). Y si a todo este proceso se adhiere se adhiere la falta de conocimiento e investigación en estas zonas las consecuencias, tanto a los sistemas naturales como a los sistemas humanos, rebasan a la reflexión ambientalista. Una realidad alarmante es que en la región interandina un tercio de las tierras pertenecen a suelos que han sido dramáticamente erosionados (Harden, 2000).

Un ejemplo dramático y palpable de este fenómeno se encuentra en el volcán Ilaló en la zona oriental de Quito.

La falta de propuestas claras y concretas han hecho que los ecosistemas afectados, dentro del volcán Ilaló, queden expuestos a un detrimento progresivo en su estructura y funcionalidad natural que a su vez impide que el ser humano obtenga los inconmensurables beneficios de los servicios ambientales que estos ecosistemas ofrecen.

Pero no únicamente se deteriora la calidad biológica del ecosistema, sino que también se puede llegar a perder la identidad cultural de los pueblos asentados alrededor del ecosistema del volcán Ilaló y con ellos la exquisita historia antropológica de los primeros asentamientos humanos en el Ecuador y porque no también la historia paleontológica de la mega fauna extinta.

1.2 Justificación

Los bosques protectores en el Ecuador han sufrido una continua presión antrópica desde la época de la colonia española hasta la actualidad. Para el caso de los valles interandinos esta presión se ve incrementada dramáticamente y de igual manera sus efectos dada la situación geográfica y política que envuelve a estos accidentes geográficos. Ya que en las laderas de montaña son lugares que

presentan una acelerada escorrentía y erosión de suelo. Suelos que alguna vez fueron cultivados y que ahora están abandonados o comúnmente llamados “barbecho” presentan los problemas más complejos en el campo científico y práctico (Harde, 1996).

Para el caso del volcán Ilaló la situación es muy compleja debido a la altísima presión antrópica que este sitio ha venido sufriendo a lo largo de cientos de años.

Muchos son los factores que participan en la degradación y/o pérdida de un ecosistema como el bosque protector, siendo uno de los principales el total desconocimiento del equilibrio ecosistémico y de los servicios ambientales que brindan los bosques. La degradación de un ecosistema acarrea consigo pérdida de biodiversidad, que para el caso del volcán Ilaló, es alarmante dado el hecho de que este volcán alberga en sus remanentes las últimas especies botánicas que estuvieron asentadas en los valles circundantes al volcán. Y si a este hecho se suma que el grado de recuperación de vegetación y de suelos depende o está determinada por la economía y la geografía física del lugar. (Harde, 1996) además que la combinación entre factores biológicos, químicos y mecánicos hace que la pérdida de suelo sea un problema más grave en lugares con pendientes fuertes (Harden, 2000). Otros factores también incluyen: suelos expuestos a movimientos de agua y viento, superficies compactas, remoción de vegetación y largos periodos de labranza (Harden, 2000).

Por estas y muchas otras razones el incremento del conocimiento científico debe ser el pilar fundamental para la toma de decisiones oportunas y eficaces para combatir el deterioro medioambiental. Es por eso que la finalidad de la presente investigación radica en brindar a la comunidad una pauta o idea sostenible para la protección y recuperación de un ecosistema degradado y de esta forma aportar al crecimiento humano coadyuvado y simétrico con el cuidado del medio ambiente.

Por lo que el presente proyecto de investigación busca determinar el estado de conservación para la protección y conservación de un ecosistema altamente perturbado, el Bosque Protector Ilaló. Para lograrlo se emplearán metodologías derivadas de índices ecológicos y de conservación para que, junto a información pertinente al tema de preservación y manejo de ecosistemas, se logre integrar y generar un concepto general del estado de conservación del sitio de investigación. Posterior se plantea forjar una propuesta sostenible para gestionar las mejores vías o acciones para conservar la biodiversidad del bosque protector, además todas las acciones ideadas serán coadyuvadas por necesidades comunitarias que permitan realizar la interacción hombre – naturaleza. De este modo se puede prevenir utilizando la forma más segura para evitar la erosión por agua y viento es teniendo un suelo densamente cubierto de vegetación (Harden, 2000).

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el estado de conservación del Bosque Protector Ilaló para realizar una propuesta para su gestión ecosistémica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar los indicadores ecológicos para la conservación en el Bosque Protector Ilaló.
- Establecer comparativamente el estado de conservación del Bosque Protector Ilaló.
- Diseñar un plan de gestión ecosistémica con enfoque participativo.

1.4 Descripción del Área de Estudio

1.4.1 Volcán Ilaló y Bosque Protector Ilaló

El volcán Ilaló posee una altura cercana a los 3 198 msnm con una superficie de 3 300 Ha, con una antigüedad cercana a los 1.6 millones de años. El clima que caracteriza a la zona es de tipo ecuatorial mesotérmico húmedo, además 24 quebradas forman parte del volcán.

En el año de 1988 y desde entonces gran parte de la superficie que comprende el volcán fue declarado como Bosque Protector Ilaló y paso a formar parte del complejo Bosque Protector Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito.

1.4.2 Área de estudio

El lugar de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco, entre las comunas Comuna Leopoldo N. Chávez y Comuna Central ($78^{\circ}24'35.30''\text{O}$ $0^{\circ}14'20.18''\text{S}$). El estudio se llevará acabo específicamente dentro del denominado Bosque Protector Ilaló que en sitúa en el Volcán Ilaló (Figura 1).

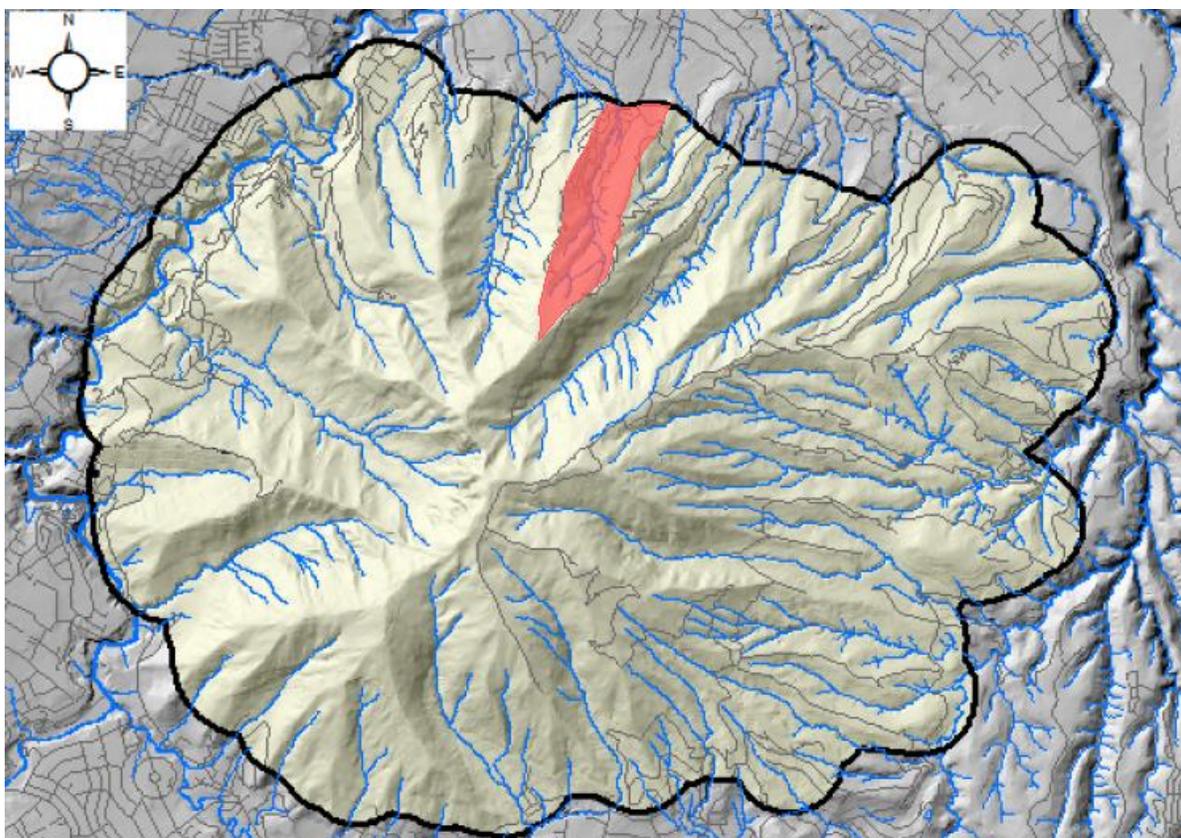


Figura 1. Área de estudio (rojo) en el Bosque Protector Ilaló, Quito, Ecuador.

Fuente: (López, 2014) [Modificado]

El área comprende 48 Ha y un perímetro de 3 000 m dentro del Bosque Protector Ilaló. Los datos correspondientes a altitud (msnm – metros sobre el nivel del mar) tienen intervalos desde los 2 600 hasta los 2 980 msnm.

El sitio comprende la cuenca alta de la quebrada Shullum, cuerpo de agua estacional que posee una longitud total de 4 100 m. La cota alta de la quebrada se encuentra a 2 980 msnm ($78^{\circ}24'45.79''\text{O } 0^{\circ}14'33.42''\text{S}$) y la desembocadura que finaliza en el río San Pedro está a 2 285 msnm ($78^{\circ}25'16.98''\text{O } 0^{\circ}13'4.03''\text{S}$).

El punto de referencia del área de estudio es el cuerpo de agua estacional Shullum, mismo que actúa como un elemento políticamente divisorio entre dos comunas ancestrales asentadas en el lugar.

1.4.3 Condiciones meteorológicas

Datos obtenidos de los anuales meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2018), de la estación La Tola ubicada a 1 640 m de distancia del área de estudio, indican una temperatura promedio anual de 15,8 °C. Se registran las temperaturas más altas en los meses de enero y septiembre (23,9 °C y 23,7 °C, respectivamente) y las temperaturas más bajas en los meses de junio y septiembre (8,7 °C y 8,4 °C, respectivamente).

La precipitación anual es de 693,8 mm. Los meses con mayor precipitación son febrero y abril (159,8 mm y 103,1 mm, respectivamente), mientras que los meses con menor precipitación son junio y julio (0,3 mm y 4,5 mm). Existen meses con cuando se presentan más días de lluvias, estos meses son mayo y octubre con 21 y 16 días que presentaron precipitación.

En relación a la heliofanía u horas de sol los meses con mayores horas de sol son enero y julio (220,60 y 229,40 horas de sol, respectivamente), por otro lado, los meses con menor horas de sol son febrero y mayo (105,6 y 117,8 horas de sol, respectivamente).

La velocidad del viento promedio anual es de 3 km/h. Los meses de julio y agosto presentan los datos más altos de velocidad del viento (4,6 y 4,3 km/h), mientras que los meses de febrero y mayo tienen los valores más bajos (1,7 km/h para ambos meses).

1.4.4 Condiciones edáficas

Según el Atlas de suelos de América Latina (Gardi, y otros, 2014), los suelos del sitio de estudio son del tipo Livic Phaeozems, y Haploid Durisols.

1.4.5 Ecosistemas

Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), el área de estudio se encuentra dentro de los ecosistemas Bosque y Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles (BmMn01) y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes (AsMn01).

Comparte algunas características con el ecosistema Bosque Siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03).

1.4.6 Aspecto social

Según, el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2010), la población en Tumbaco es de 49 944 habitantes de los cuales 25 496 son mujeres y 24 448 son hombres.

Existe una tendencia poblacional de 64 703 habitantes para el año 2020. Existe un porcentaje de la población comprendida entre las edades de 15 a 64 años que representan el 71% del total de la población y por ende el porcentaje mayoritario. El 83% de la población asentada en Tumbaco se autoidentifica como mestiza. Por otro lado, existe la presencia de algunas nacionalidades asentadas en el lugar: Kichwas de la región sierra, Otavalos, Kitucara y Karanquis.

El nivel de instrucción predominante en el área es de primaria con 29% seguido de la educación secundaria con el 25%.

La población económicamente activa en la parroquia de Tumbaco está conformada por cerca de 23 493 personas que representa el 49% de la población. Dentro de las actividades laborales en las que más se ocupan los habitantes de la zona, el 16% se dedica al comercio, seguido de industrias manufactureras, construcción y agricultura. En todas estas actividades los hombres representan el mayor porcentaje de involucramiento.

1.4.6.1 Comunas Ancestrales

Tumbaco tiene en su conformación como territorio la presencia de algunas comunas ancestrales estas son: Comuna Tola Chica, Comuna Tola Grande, Comuna Leopoldo N. Chávez y Comuna Central. De estas, las comunas tola chica, Leopoldo N. Chávez y central constan en el inventario municipal como comunas ancestrales. Al respecto del término este puede ser definido como una asociación de varias familias de índole campesino. Todo en conjunto está vinculada a una comuna y no de formar individual (Andrade, 2016).

La comuna Leopoldo N. Chávez domiciliada en la parroquia de Tumbaco, en las faldas del volcán Ilaló, Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha, reconocida legalmente por el Ministerio de Previsión Social y Comunas, mediante el Acuerdo Ministerial No. 435 del 9 de mayo de 1941 (Comuna Leopoldo N Chávez, 2011).

La comuna Central fundada se encuentra ubicada dentro de la parroquia de Tumbaco. Asentada en las faldas norteñas del extinto volcán Ilaló. Su fundación se realizó en el año de 1943.

1.4.7 Actualidad

El estado actual del bosque protector y de forma global de todo el volcán Ilaló, comprende un proceso de degradación ecosistémica continua. Además, los pocos relictos de vegetación nativa se encuentran restringidas casi exclusivamente a zonas con fuertes pendientes de difícil acceso, las quebradas, por lo cual se convierten en zonas de alto valor biológico debido a que en estos lugares se encuentran las especies florísticas que caracterizaron a todo el volcán Ilaló hace algunos cientos de años atrás.

El principal problema que presenta la zona a ser estudiada es que se encuentra bajo una fuerte presión antrópica debido a la proximidad con infraestructuras viales y civiles, lo que hace de este lugar una zona de inmediata intervención para conservar la biodiversidad que aún posee.

1.5 Marco legal pertinente

En el Ecuador existe una jerarquización de las leyes para favorecer su aplicabilidad y solucionar las contrariedades que se puedan presentar. Dicha jerarquización concibe desde la Constitución Política del Ecuador, los tratados internacionales, las leyes orgánicas, ordinarias y especiales, las Ordenanzas distritales, así como las normas regionales, reglamentos y decretos, resoluciones y los acuerdos (Lara, 2016).

En la Constitución Política del Ecuador se denotan algunos artículos correspondientes al tema ambiental, de esta manera los artículos son: Art 14. Ambiente Sano y preservación del ambiente. Del Título II. Derechos. Capítulo primero; Art. 18. Intercambiar información; Art. 71. Derechos de la naturaleza. Capítulo séptimo, el Art. 72. La naturaleza tiene derecho a la restauración, y el Art. 73. Sobre la aplicación de medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies (Asamblea Constituyente, 2008).

También existen los literales 193, 197, 205, 206 y 208. Bosques, Diversidad biológica, Desertificación, degradación de la tierra y sequía, Montañas. Capítulo V. Marco para la acción y el seguimiento. Sección A. Esferas temáticas y sectores intersectoriales. De la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Rio 2012. El futuro que queremos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2012).

El Capítulo Cuarto del Código Orgánico Integral Penal acerca de los delitos contra el ambiente y la naturaleza, y la gestión ambiental, Art. 245-267 (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Art. 136 acerca de la gestión ambiental Art. 4 y Art. 65 de la responsabilidad de los gobiernos autónomos con el ambiente natural (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

El Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, toda una vida, en sus Objetivos Nacionales de Desarrollo en el Eje 1 correspondiente a los derechos para todos durante toda una vida, Objetivo 3 acerca de garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones (República del Ecuador, 2017).

La política ambiental así como los sus lineamientos están supeditados al Art. 1 al Art. 10, y con relación a la intervención de la comunidad para la sostenibilidad de una región, se relaciona el Art. 28. Capítulo III. De los mecanismos de participación social. Dentro de la Ley de Gestión Ambiental (Honorable Congreso Nacional del Ecuador, 2004a).

Conocer acerca de las funciones y reglamentaciones dentro de un bosque protector es de vital importancia por lo que se señala en el Art. 6. Título I. De los recursos forestales. Capítulo III. De los bosques y vegetación protectores. De la Ley Forestal y el Art. 14. Capítulo V. De las plantaciones forestales, dentro de la misma ley. También se indica en el Art. 20. Libro III. Título 4, de los bosques y vegetación protectores. Del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (Honorable Congreso Nacional del Ecuador, 2004b).

Dentro de los acuerdos ministeriales, el Acuerdo Ministerial No. 127 del 12 de abril de 1988 y Registro Oficial No. 923 del 27 de abril de 1988; la comisión interinstitucional integrada por la Dirección Nacional Forestal, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, el Municipio de Quito y el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización, recomienda la protección de ocho bloques colindantes a Quito, incluido el Cerro Ilaló y adopción de medida de conservación,

protección y restauración de la flora y fauna nativas, especialmente aquellas que tengan valor ecológico, científico y escénico; y el Acuerdo Ministerial No. 040 del 19 de noviembre de 1993 y publicado en registro oficial No. 363 del 20 de enero de 1994, los ocho bloques colindantes a Quito derivan su estado legal como “Unidad Bosque y Vegetación Protectora del Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1988).

Al respecto de las ordenanzas municipales el Volcán Ilaló y el Bosque Protector Ilaló al estar conformados por un sinnúmero de quebradas está protegido bajo los Art. 1, 2, 3, 4 y 5. Sección I. Declarar patrimonio natural, histórico, cultural y paisajístico al sistema de quebradas del distrito metropolitano de Quito. Resolución Municipal C350-15 de junio del 2012 (Concejo Metropolitano de Quito, 2012b).

Las resoluciones metropolitanas N° C-238 del 15 de marzo del 2012 y N° C-349 del 18 de junio de 2012, declaran a especies florísticas y faunísticas emblemáticas para la Ciudad de Quito, así como lineamientos para protegerlos, conservarlos y salvaguardar la integridad ecosistémica de los hábitats naturales dónde interactúan (Concejo Metropolitano de Quito, 2012a) (Concejo Metropolitano de Quito, 2012c)

Las comunas ancestrales asentadas en las inmediaciones del Volcán Ilaló también poseen reglamentos que promueven la gestión ambiental y la protección del medio ambiente. Los Art. 50, 53, 64 y 65, de los Estatutos Comuna Leopoldo N. Chávez de 2011 (Comuna Leopoldo N Chávez, 2011).

CAPÍTULO II

2. CONCEPTUALIZACIÓN

2.1 Diversidad

Para entender el concepto de diversidad se debe, en primera instancia, comprender que el concepto puede llegar a ser tan amplio como los campos de estudio en los que se emplea (Ágreda, García, & Rodríguez, 2016).

El vocablo descende del latín *diversitas*, y este a su vez del participio *diversus* del verbo *divertere* (girar en la dirección opuesta) (Etimologías de Chile, 2019). La Real Academia de la Lengua define a la diversidad como la abundancia, gran cantidad de varias cosas distintas. Por otro lado, según Orgeira (2017), le da un significado de variedad. Abagnano (1983) menciona que la diversidad es cualquier alteridad otredad, divergencia. En este sentido es diverso todo aquello que siendo tácito no es idéntico. Devalle y Vega (1999) mencionan que la terminología de diversidad redirecciona el concepto hacia la mezcla de la realidad o a la variedad de las diferentes realidades.

Todas estas interpretaciones dan una pauta ajena a cualquier concepto adyacente, ya que como se dijo anteriormente, el concepto de diversidad abarca tantas aristas como los apartados de estudio en los que se emplea, así tenemos: diversidad cultural, diversidad social, diversidad biológica, diversidad económica, etc. Por lo que en esta primera pretensión de definición se quiere hacer hincapié en las características esenciales tanto de particularidades cuantitativas como cualitativas que consienten realizar una diferenciación entre varias cosas (Ramos, 2012).

Un término que se encuentra estrechamente relacionado con la diversidad es la diferencia, ya que muchas acepciones utilizan este término muy recurrentemente. Según La Real Academia de la Lengua Española, define a la diferencia como: Cualidad o accidente por el cual algo se distingue

de otra cosa. Así, Ferrater (1969) señala que la diferencia existente entre dos elementos involucra precisamente establecer aquello en lo que se diferencian. Consecuentemente, el hecho de instituir las diferencias para separar varios elementos, acarrea el requerimiento del uso de algunos juicios, parámetros y/o valores comparables, así como de elementos relativos, tanto en términos de calidad y cantidad. Todo esto conllevará a la manifestación explícita de una diversidad y/o variedad (Ramos, 2012).

2.1.1 Diversidad de genes

La diversidad de genes es la variedad de genes que existen en una especie. De esta forma si se compararan dos individuos de la misma especie en una población o entre poblaciones, existirían diferencias genéticas entre individuos y esto se debe a que gran parte de esta variación entre individuos es el resultado de diferencias en la conformación total de sus genes (Conserving Biodiversity in East African Forests, 2002). La cantidad de variación genética es la base de la especiación. Por lo que juega un papel preponderante en el mantenimiento de la diversidad a niveles de especies y comunidades.

La variabilidad ambiental ayuda al incremento de la diversidad genética (Kumar & Mina, 2018). La variedad del material genético dentro de una especie permite la evolución de la especie a través de la selección natural. Además, las especies que habitan grandes áreas tienen una alta tasa de flujo génico, mientras que las especies que viven en espacios aislados y reducidos tienen unas bajas tasas de flujo génico (Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department, 1994).

2.1.2 Diversidad de especies

La diversidad de especies consiste en la variedad de especies encontradas dentro de un área. Esta diversidad incluye animales, plantas y organismos como hongos, protozoarios y bacterias. Existen un sin número de maneras de medir la diversidad de especies; pero la más simple es por medio de la riqueza de especies que es el total de número de especies en un área (Conservating Biodiversity in East African Forests, 2002). Por lo tanto, se puede valorar en términos de números de especies o el rango de diferentes tipos de especies en un área (Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department, 1994). Generalmente, una gran riqueza de especies supone una gran diversidad de especies. El número de individuos entre especies puede variar, lo que resulta en diferentes uniformidades o equidad causando variabilidad en la diversidad (Kumar & Mina, 2018).

2.1.3 Diversidad de ecosistemas

El concepto de diversidad ecosistémica o diversidad de ecosistemas hace referencia a la variedad de ecosistemas o comunidades en un área determinada. Este tipo de diversidad es generalmente mucho más difícil de medir que la diversidad de especies o diversidad genética, debido a que los límites de los ecosistemas o de las comunidades son difícilmente distinguibles. Sin embargo, si se usa un criterio consistente para definir los límites de una comunidad, la mayor área de una comunidad o ecosistema puede ser identificada (Conservating Biodiversity in East African Forests, 2002).

En este tipo de diversidad se incluyen no solamente todas las especies, sino que también todos los factores abióticos que caracterizan a la región. Por lo tanto, la biodiversidad de ecosistemas describe la cantidad de nichos, los niveles tróficos y varios procesos ecológicos que sustentan el

flujo de energía, así como redes de alimentación y la recirculación de nutrientes (Kumar & Mina, 2018). Medir cambios en ecosistemas tan extensos, como los bosques tropicales, arrecifes de corales y manglares se dificulta y aún más cuando no existe una clasificación acordada para todos los ecosistemas del mundo.

Estudios de diversidad de ecosistemas se llevan cabo a diferentes escalas, desde un único y simple ecosistema hasta una vasta región que contiene una variedad inmensa de ecosistemas. Estas regiones son precisamente las que más ricas son en términos de biodiversidad, mientras que los ecosistemas individuales contienen especies endémicas que también proporcionan una significativa contribución a la diversidad global (Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department, 1994).

2.2 Medición de la diversidad biológica

Se utilizan los índices de diversidad como una manera de cuantificar la diversidad existente en un lugar. Se debe considerar que la distribución espacial de las especies como una forma de maleabilidad a la que están sujetas las especies, es decir, la existencia de factores como tipos de suelos, topografía, hidrología, disturbios históricos, limitantes de dispersión, las interacciones entre las especies, intervención humana, así como sucesos a gran escala como cambios climáticos e historia geológica, inciden en la conformación estructura de la biodiversidad en un área (Cowell, 2009).

Tomando en cuenta estos factores se puede llegar a realizar una clasificación de la diversidad en: alfa, beta y gama. Para poder medir la diversidad se requiere emplear los índices de diversidad, cuya idea básica es la de obtener una estimación cuantitativa de la variabilidad biológica la misma

que puede ser utilizada para comparar entidades biológicas, compuestos de componentes discretos, en espacio y tiempo (Heip, Herman, & Soetaert, 1998). La principal utilidad que presentan los índices de diversidad es la caracterización de un lugar por medio de la biota existente en el mismo, otra ventaja consecuente es el de poder realizar comparaciones entre distintos lugares.

2.2.1 La diversidad alfa

Este tipo de diversidad está relacionada con el número de especies que se pueden encontrar en un área determinada. También se la define como el índice de diversidad de especies calculado para un conjunto de datos acumulados (Cowell, 2009). Este tipo de diversidad también es llamada como diversidad local. La riqueza es la forma más simple y común de medir la diversidad en un lugar. Pero también existen otros índices como: Shannon, Simpson y Berger-Parker; todos diferenciándose en su fundamentación teórica y la forma de interpretación (Morris, y otros, 2014).

2.2.2 La diversidad beta

Es una valoración de la diferencia en especies entre distintas regiones. También llamado diversidad de diferenciación (Cowell, 2009). De esta manera la unión de las diversidades alfa y beta muestran el grado de heterogeneidad en términos biológicos de una determinada área (Llorente & Morrone, 2001). Los índices más comúnmente usados para medir este tipo de diversidad son: Bray-curtis, Morisita y Jaccard (Barwell, Isaac, & Kunin, 2015).

2.2.3 La diversidad gama

La diversidad gama está vinculada al número de especies existentes en una determinada región. Esta diversidad es el resultado de la sumatoria de la diversidad beta y alfa (Mörsdorf, 2015). Por

lo tanto, la diversidad gama es el total de la riqueza o diversidad de todos los hábitats combinados (Cowell, 2009).

2.3 La Biodiversidad

El concepto de diversidad o biodiversidad emergió en el campo político y sus primeras vinculaciones fueron con las ciencias políticas, tecnológicas y ambientales. Durante el desarrollo de los años 80's, se emplearía el término de diversidad biológica en documentos de índole político-económico del gobierno estadounidense. Así, mismo para el término fue utilizado para referirse a cantidades de especies y topar algunos tópicos ambientales para el Reporte Global 2000, dirigido hacia el gobierno estadounidense. Por lo tanto y como se ha visto, el termino tuvo sus orígenes no precisamente en el contexto científico sino más bien en una atmósfera netamente político-económico (Pérez, 2013).

A partir de la Cumbre de Río en 1992, el concepto de biodiversidad biológica abarca una dimensión global; pero siempre relacionado a los temas ambientales, políticos y económicos. De esta manera la biodiversidad pasa a tomar relevancia al reconocer su valor potencial en campos preponderantes como agricultura y farmacéutica, y consiguientemente se reconoce el valor de la biodiversidad como un mecanismo sustancial para el funcionamiento de los diferentes ecosistemas naturales, así como para la obtención de los servicios ambientales (Núñez, González, & Barahona, 2003); (Pérez, 2013).

Para llegar a una primera definición de biodiversidad fue necesario que algunos bosquejos fueran presentados en la Convención de la Diversidad Biológica en el año de 1992, ya que en dicho evento se reconoce la preponderancia de la biodiversidad, dicha afirmación fue auspiciado por más

de noventa países, de este convenio se deriva el primer concepto de biodiversidad, el cual dicta: la biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos de todo origen comprendido, entre otros, los ecosistemas terrestres, acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales hacen parte (Núñez, González, & Barahona, 2003).

A partir de este primer concepto las investigaciones científicas sufrieron un drástico cambio, pasando de pocos cientos de trabajos científicos a más tres mil publicaciones científicas al año. Pero al estudiar la biodiversidad se han visto de forma muy palpable los innumerables posicionamientos en relación a la definición del término. Sin embargo, dentro de las discrepancias se hacen recurrentes algunos términos como variedad, variabilidad y riqueza de organismos (Pérez, 2013).

La biodiversidad puede ser considerada como la propiedad que tienen los sistemas vivos de ser diferentes entre sí, por lo tanto, no es un ente sino más bien un elemento primordial de todos los sistemas biológicos. Por lo que la biodiversidad se convierte en una particularidad de las innumerables adaptaciones de los organismos vivos.

Patrones, procesos ecológicos y evolutivos resultan en la conformación de la biodiversidad en el planeta (Núñez, González, & Barahona, 2003). Es por esta razón que la explicación de la biodiversidad actual está basada en análisis de carácter histórico, y dentro de estos análisis se encuentran extinciones, deriva genética, dinámica de comunidades, etc.

La biodiversidad suministra de ciertos servicios, nombrados como servicios ambientales. Estos son beneficios para la humanidad que son suministrados por procesos naturales que suceden en los ecosistemas, algunos son: degradación de desechos, fijación de nitrógeno, recursos alimenticios, entre otros.

Algunos conceptos como el dado por Wilson (1997), reza: *“Toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o parte de una comunidad local, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo.”* Expresan claramente el carácter científico de la conceptualización.

Con el desarrollo de la comunidad científica y con la continua adhesión de nuevas investigaciones científicas que acarrearón nuevos aportes, así como nociones cada vez más específicas para el planteamiento de un concepto más global acerca de la biodiversidad. De esta manera Morrone, Espinosa, Fortino y Posadas (1999) proponen: La variedad y variabilidad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran. Para poder analizarla se identifican tres niveles que se desprenden de la definición anterior: ecológico, específico y genético. En donde el concepto es claramente más amplio y abarca la multidisciplinariedad como vía para tratar de responder las nuevas incertidumbres científicas.

Los primeros conceptos de biodiversidad se enfocaban principalmente en la pérdida de especies, así como la pérdida de bosques, luego existieron conceptos vinculados estrechamente al ámbito político, hasta llegar a conceptos que abarca la inmensa variabilidad de ecosistemas, especies y genes, así como los servicios ambientales que la biodiversidad provee (Núñez, González, & Barahona, 2003).

Finalmente, al ser la biodiversidad un concepto que menciona la variabilidad y variedad de todos los organismos vivos, consecuentemente de los ecosistemas en los que están inmersos, se establecieron tres niveles dentro de la biodiversidad, los cuales son: ecológico, genético y de especies (Orgeira, 2017).

2.4 Indicadores ecológicos

Los indicadores son desarrollados con base a propósitos de manejo, frecuentemente estos incluyen un valor de integración y deben ser capaz de mostrar diferencias entre una situación existente y una situación objetivo. Heink y Kowarik (2010) proponen como concepto de indicador ecológico lo siguiente: un indicador ecológico es un componente o una medida de un fenómeno ambientalmente relevante usado para representar o evaluar ambientalmente las condiciones o cambios, o para establecer objetivos medioambientales. De esta forma existen algunos fundamentos teóricos que caracterizan a un ecosistema saludable. Estos son: dinamismo, relaciones (interacciones), jerarquías, creatividad y fragilidades (Müller, 2013).

El monitoreo biológico de especies es una técnica ampliamente conocida y empleada para detectar cambios tempranos y a lo largo del tiempo en un ecosistema determinado. Dentro de esta temática se emplea la terminología de especies indicadoras que se definen como organismos vivos que poseen características favorables para ser monitoreadas y del estado en el que se encuentren se puede extraer información acerca de las condiciones ambientales en donde estas especies se desarrollan (Siddig, Ellison, Ochs, Villar-Leeman, & Lau, 2015).

2.5 Conservación

La conservación está definida como la gestión en la utilización de la biosfera por parte del ser humano, esta utilización debe ser sostenida y debe producir un mayor beneficio tanto para las actuales generaciones como para las generaciones futuras.

Por otro lado, la conservación engloba criterios como preservación, sostenibilidad y mantenimiento; además al estar relacionada con los seres vivos estos tienen las propiedades de ser

renovables y destructibles. Por lo tanto, la conservación persigue tres objetivos mantener procesos biológicos, preservar la variedad genética y acceder al aprovechamiento sostenido en el tiempo de especies y consecuentemente ecosistemas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), 1980).

2.5.1 Estado de conservación

Se define como estado de conservación de una determinada especie a la situación en la que está involucrada dicha especie. La mencionada situación está conformada por un conglomerado de factores que interactúan entre ellas y que pueden tener algún grado de efecto en la distribución y/o tamaño de la población de la especie (Ministerio de Medio Ambiente, y Rural y Marino, 2011).

2.5.1.1 Evaluación del estado de conservación de especie

Antes de evaluar el estado de conservación de una especie es preponderante conocer criterios que hacen que el estado de conservación sea ventajoso a una especie, de esta manera el área donde se distribuye una especie determinada no debe presentar condiciones de reducción o pérdida, además este hábitat debe asegurar una extensión apta para albergar a poblaciones futuras, y por último la dinámica de sus poblaciones deben tener propiedades similares a condiciones anteriores en el tiempo.

Para la valoración del estado de conservación de una especie se puede hacer uso de algunos juicios evaluativos como población, rango de distribución, hábitat, etc. (Red Natura 2000, 2013).

2.5.1.2 Evaluación del estado de conservación de hábitat

Para la evaluación del estado de conservación de hábitat se emplean algunas metodologías que varían de acuerdo al ente a evaluar, es así como, se han establecido criterios de evaluación para conocer el estado de conservación de un hábitat, dichos criterios dictan que el área en donde se

distribuye una especie no debe reducirse ni tenga algún tipo de tendencia de hacerlo, además debe existir un espacio físico suficiente para conservar o mantener a las poblaciones futuras y por último las poblaciones y sus respectivas dinámicas deben mantener una tendencia similar a tiempos anteriores representando una población saludable en términos ecológicos.

Para realizar la valoración se divide en secciones como área ocupada, funciones y estructura, perspectivas futuras y una evaluación final. Para llevar a cabo la evaluación se debe recopilar información cartográfica, de cobertura, composición, etc. (Red Natura 2000, 2013).

2.6 Gestión Ecosistémica

Se han dado algunas definiciones de gestión de ecosistemas, en unos primeros bosquejos de definición se menciona que la gestión ecosistémica es la regulación interna de la estructura y de las funciones de un ecosistema, incluyendo entradas y salidas, con la finalidad de alcanzar condiciones sociales aceptables (Agee & Jonhsin, 1988).

En otra definición se menciona que la gestión ecosistémica es la integración de principios ecológicos, económicos y sociales para poder manejar sistemas físicos y biológicos de tal manera que se proteja la sostenibilidad ecológica, diversidad natural y la productividad de la tierra (Wood, 1994).

La parte que comparten la mayoría de definiciones acerca de la gestión ecosistémica es que tiene objetivos manifiestos que están ejecutados por protocolos, prácticas y políticas, y además son adaptables para el monitoreo y la investigación para entender las interacciones y los procesos ecológicos para poder mantener la estructura y función del ecosistema (Christensen, y otros, 1996). De igual manera se hace uso recurrente de algunos términos como ecosistema y comunidad, sostenibilidad, salud ecosistémica, integridad ecosistémica, diversidad biológica, valores sociales

y principios sociales, siendo justamente estas conceptualizaciones las bases fundamentales de la gestión ecosistémica (Lackey, 1998).

Necesariamente la gestión de ecosistemas debe incluir la sostenibilidad a largo plazo, objetivos claros y operacionales, modelos ecológicos y entendibles, entendimiento de la complejidad y las interconexiones, reconocer el carácter dinámico de los ecosistemas, tener en cuenta la escala y el contexto, reconocer al ser humano como componente del ecosistema y compromiso de responsabilidad y adaptabilidad (Christensen, y otros, 1996).

La gestión ecosistémica es propuesta como una manera moderna y preferencial de manejar los recursos naturales y los ecosistemas (Lackey, 1998).

2.6.1 Plan de gestión ecosistémica

La estructura de un plan de gestión ecosistémica debe estar necesariamente compuesto por objetivos deseables. Dentro del proceso del plan deben incluirse criterios, conceptos, principios, interacciones, fundamentos, métodos, relaciones y reglas (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

El plan de gestión ecosistémica está basado en una idea ecosistémica que permite impulsar el cuidado de la integridad de un ecosistema a largo plazo, como también de la resiliencia de los sistemas económicos y sociales. El plan permite recomendar procedimientos para reconocer las relaciones entre los diferentes componentes ecosistémicos, es decir, biofísicos y sociales. El plan debe considerar las expectativas de las personas, el manejo y las capacidades ecológicas, los métodos científicos que incluyen recientes investigaciones científicas. El plan describe de forma temporal y espacial las dimensiones para el planeamiento y evaluación de riesgo, evaluación de expectativas monitoreo y necesidades de evaluación, y la participación de entes gubernamentales.

Identificar principios ecosistémicos que puedan ser usados por los diferentes entes gubernamentales (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

Por lo tanto, la implementación de un plan de gestión ecosistémica ayuda a la restauración, mantenimiento y la mejora integral del ambiente de una localidad o región, en donde millones de plantas y animales, incluido el hombre, habitan e interactúan (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

Un plan de gestión ecosistema persigue proteger el ambiente, mantener la salud de los ecosistemas, permitir el desarrollo sostenible, preservar la biodiversidad, y ahorrar dinero.

Por otro lado un plan de gestión ecosistema enfrenta algunos problemas como: la disputa de prioridades y valores públicos y privados, lo que resulta en una exclusión de decisiones, existe una evidente presión política para tomar decisiones rápidas y contundentes, hay un riesgo alto por parte del sector público y privado, existe una incertidumbre técnica, ecológica y social, concurren los problemas políticos y ecológicos en un mismo bucle, por la que las decisiones políticas afectan directamente a los ecosistemas (Lackey, 1998).

Dentro del plan de gestión la participación de las comunidades es un pilar muy importante debido a que las comunidades por si misma forman parte del ecosistema, teniendo un particular interés en el proceso de gestión ya que ellos dependen de los servicios ambientales que el ecosistema les brinda, este mismo hecho hace que posean un amplio conocimiento acerca del ecosistema en donde se desenvuelven y por ende conocen las formas como poder gestionarlo, en algunos casos la cultura así como tradiciones, valores éticos y espirituales están involucrados dentro de un ecosistema en específico, lo que resulta en el involucramiento permanente de la comunidad con la implementación del plan de gestión ecosistémica (Pirot, Meynell, & Elder, 2000).

2.6.2 Modelo de planificación de un plan de gestión ecosistémica

El plan de gestión consiste principalmente de una descripción de los principales componentes de un ecosistema, estos pueden ser, factores físicos, biológicos, sociales, uso de los recursos naturales existentes. Luego sigue un análisis de las funciones del ecosistema, así como sus conexiones y límites. Prosiguiendo con un análisis de las oportunidades y amenazas, causas y efectos. Se define los objetivos de la gestión ecosistémica incluyendo necesidades de rehabilitación de suelos, vegetación y funciones específicas del ecosistémica. En una segunda parte se describen las medidas de gestión a ser emprendidas, estas medidas pueden incluir físicas, biológicas, sociales, económicas, de investigación, análisis de situaciones legales o jurisdiccionales. En seguida se colocan los resultados esperados de gestiones clave.

También se necesita realizar una descripción de las medidas de monitoreo, incluyendo indicadores, frecuencia de medición y métodos de análisis. Se establecen los requerimientos para que la gestión sea adaptativa y los acuerdos institucionales, así como procesos de toma de decisiones (Pirrot, Meynell, & Elder, 2000).

2.6.2.1 Monitoreo

El plan de gestión ecosistémica empieza con el monitoreo es un proceso de colecta y evaluación de la información, y las cuales van a determinar las condiciones y si las actividades planeadas serán cumplidas. Un buen programa de monitoreo permitirá reducir las incertidumbres, probar supuestos y consentirá el realizar cambios en la dirección de la gestión. Por lo tanto, un buen plan de gestión requiere de un programa de monitoreo, ya que sin este la gestión es ineficiente y se desconoce el proceso para alcanzar los objetivos propuestos (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

2.6.2.2 Evaluaciones

La evaluación es el siguiente paso dentro del plan de gestión ecosistémica, ya que el plan de manejo de una definición clara del problema, fines y objetivos de gestión claramente identificados, y una clara y sólida evaluación biofísica, así como de condiciones sociales, tenencias y oportunidades de gestión, por lo tanto, el proceso de evaluación comienza por el reconocimiento de quienes son los clientes y cuáles son sus preguntas (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

Las evaluaciones permiten abastecer de una descripción entendible de la estructura de un ecosistema, de sus procesos y de las funciones. Una parte muy importante de la evaluación es que esta consiente el entendimiento del pasado, presente y un futuro probable del medioambiente en lo que se incluye la vegetación, las comunidades, culturas, vida silvestre y otros componentes de un ecosistema, que también pueden ayudar a identificar los límites biofísicos, sociales y económicos (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

2.6.2.3 Decisiones

Las decisiones son la siguiente etapa dentro del proceso de un plan de gestión ambiental. Se involucra dentro de este proceso el desarrollo de vías para alcanzar los objetivos, así como el desarrollo de alternativas de gestión. En este aspecto las alternativas pueden incluir cambios en leyes o de regulaciones antes de ser implementadas.

Dentro de la etapa de decisiones, se encuentran la predicción de los impactos dependiendo de cada alternativa analizada (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

2.6.2.4 Implementación

La implementación es el proceso mediante el cual se transforman los planes y decisiones en proyectos y/o prácticas en campo, en donde se establecen acuerdos entre entidades

gubernamentales, planificadores y científicos. Esta fase se denomina como de trabajo real dado su aplicación en el sitio donde se ha planteado el plan de gestión ecosistémica (Haynes, Graham, & Quigley, 1996).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Indicadores Ecológicos

3.1.1 Muestreo

El inventario de especies florísticas es de vital importancia para poder caracterizar la diversidad del ecosistema objeto de estudio. Para esta fase de la investigación se utilizó la metodología de transecto.

3.1.1.1 *Metodología de transecto*

Se denomina transecto a una banda o línea de muestreo esbozada y dimensionada en función de un conglomerado. Existen algunos campos en los que se emplea esta técnica como evaluación de la cobertura de especies arbustivas, abundancia de especies florísticas, entre otras (Saldise, Gómez, López, & Rodrigálvarez, 2008). Además, es ampliamente utilizado debido a la heterogeneidad con que se presenta la vegetación estudiada (Mostacedo & Fredercksen, 2000).

Este tipo de metodología comprende un gradiente de paisajes dentro del cual pueden existir ciertos cambios en pequeñas distancias. Los datos que se obtienen al seguir esta metodología poseen información acerca de características cualitativas y cuantitativas de un área dada, sin que tener que transitar por toda el área de estudio (Villarreal, y otros, 2006). Es decir, los datos que se obtienen de esta metodología de muestreo son riqueza, composición y frecuencia.

Para ubicar los transectos se debe tomar en cuenta la aleatoriedad de los mismos, evitando que los mismos se superpongan. Se recomienda una distancia máxima de 200 m entre cada transecto, y en lo posible deben abarcar un solo tipo de hábitat (Villarreal, y otros, 2006).

El tamaño del transecto dependerá del grupo de especies florísticas a evaluar, es decir el tamaño tiende a ser variable dependiendo de las condiciones de muestreo (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Por lo tanto, para el muestreo se aplicó transectos lineales de 5 x 100 m a una distancia de 217 m entre cada transecto modificando la metodología planteada por (Bonifacio & Todd, 2000); (Ministerio del Ambiente Perú, 2015); dada las condiciones geomorfológicas del área de estudio, y apoyado en investigaciones de similares circunstancias (Oleas, Ríos, Peña, & Bustamante, 2016).

Se registró información de especies florísticas leñosas con un DAP > 2,5 cm para contabilizar el mayor número de individuos. Además, el registro de información también incluyó la identificación taxonómica de género y especie. Esta información base sirvió de sustento para los consiguientes análisis.

3.1.2 Método de valor de indicador

Para conocer las especies que presentan características de individuos indicadores del grado de intervención del área de estudio se utilizó el método de valor indicador para de esta forma establecer las condiciones en las que se encuentra el ecosistema objeto de estudio.

También conocido como Indicator Value, es un método consistente en la especificidad y la frecuencia de una determinada especie en un hábitat determinado (Dufrene & Legendre, 1997); (Tejada, Mehlreter, & Sosa, 2008); (González, y otros, 2011); (Carmona, Ramírez, Bojorge, González, & Cantoral, 2016). Esta metodología consiente diferenciar a las especies que poseen una mayor aproximación a un cierto tipo de hábitat (González, y otros, 2011).

Este indicador se calcula con las fórmulas:

(1)

$$A_{ij} = \frac{N \text{ individuos}_{ij}}{N \text{ Individuos}_i}$$

En dónde,

A_{ij} es una medida de la especificidad.

$N \text{ individuos}_{ij}$ es el número promedio de individuos de la especie i en todas las zonas del conjunto j .

$N \text{ individuos}_i$, es la suma de los valores promedio de individuos de la especie i en todos los conjuntos.

(2)

$$B_{ij} = \frac{N \text{ Sitios}_{ij}}{N \text{ Sitios}_j}$$

En dónde,

B_{ij} es una medida de fidelidad.

$N \text{ Sitios}_{ij}$, es el número de sitios en el conjunto j en donde la especie i está presente.

$N \text{ sitios}_j$, es el número total de sitios en el conjunto j .

En consecuencia el valor del indicador de la especie i en el conjunto j es:

(3)

$$\text{IndicadorValor}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

3.1.3 Índice de valor de importancia

Este índice permite medir el valor de las especies (Mostacedo & Fredercksen, 2000), sustancialmente se basa en el cálculo de 3 valores; frecuencia relativa, la relación entre los individuos de cada una de las especies con los totales, y la relación de la cobertura de cada especie con el total (Cámara & Díaz, 2013).

De esta forma este índice proporciona información acerca de las especies más representativas debido a presencia, cobertura y abundancia. Es decir, revela la importancia ecológica relativa de una determinada especie en un hábitat determinado (Mostacedo & Fredercksen, 2000).

El IVI al ser la sumatoria de frecuencia, dominancia y densidad relativas se utilizaron las siguientes fórmulas:

(4)

Frecuencia Relativa

$$FR = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

(5)

Dominancia Relativa

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

(6)

Densidad Relativa

$$DR = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

Por lo tanto, el IVI se calculó como sigue:

(7)

$$IVI (\%) = \frac{(FR+DmR+DR)}{3}$$

3.2 Estado de Conservación del Bosque Protector Ilaló

Para observar las diferencias constitutivas que componen el ecosistema del volcán Ilaló se empleó la metodología de comparación de datos.

Este método, muchas veces llamado como análisis comparativo, es un recurso científico ampliamente utilizado en el campo investigativo. El objetivo que persigue esta metodología es la de conceptualizar en forma generalizada las hipótesis y la comprobación de las mismas. Las ventajas en la utilización de esta metodología es la de encontrar datos ignorados a partir de información existente, además de la eventualidad de analizar dicha información, así como de interpretarla. Del mismo modo se pueden enfatizar los eventos ocurridos y normalizar información discerniendo fenómenos o eventos análogos (Gómez & Ayde, 2014). El método comparativo es un mecanismo transcendental para deducir la significancia de un proceso ecológico que sucedió en un ecosistema (Morales, 2000).

Para aplicar la metodología comparativa se utilizaron 3 estudios elaborados en la zona del Volcán Ilaló. Los estudios utilizados fueron: Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua

Potable (2006), Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas (2010) y Curipoma, Cevallos y Pérez (2018).

3.2.1 Análisis multivariante

Dado el hecho de que, 2 de los 3 estudios realizados en la zona comprenden un conjunto de datos binarios (presencia/ausencia), para el análisis de la información se hizo necesaria la aplicación de índices de similitud asimétricos que eviten el efecto del doble cero, y de esta manera se pudo considerar los 3 estudios. De esta manera los índices de similitud utilizados fueron:

3.2.1.1 Coeficiente de similitud, comunidad o de asociación de Jaccard

(8)

$$S_{1,2} = \frac{a}{a+b+c}$$

En dónde,

a, es el número de especies compartidas

b, es el número de especies presentes en el sitio 1

c, es el número de especies presentes en el sitio 2

3.2.1.2 Coeficiente de comunidad de Sørensen, Dice o Czekanovski

(9)

$$S_{1,2} = \frac{2a}{2a+b+c}$$

En dónde,

2a, es el número de especies compartidas (duplo)

b, es el número de especies presentes en el sitio 1

c, es el número de especies presentes en el sitio 2

3.2.2 Bases de datos de conservación

Para conocer el estado de conservación de las especies florísticas registradas en este estudio se utilizaron las siguientes bases de datos nacionales e internacionales concernientes al tema de conservación.

3.2.2.1 *Bioweb*

La base de datos de Bioweb® es la fuente más grande de información relacionada a la biodiversidad ecuatoriana. DataWeb Ecuador® y FloraWeb Ecuador®, que son secciones de la anterior, se pueden encontrar extensas colecciones biológicas del Ecuador, así como información relacionada con la conservación biológica.

3.2.2.2 *Lista roja de la UICN*

La base de datos de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) presenta una vasta información relacionada al estado de conservación de la mayor cantidad de especies en el mundo. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, presenta el catálogo más completo y detallado del estado de la conservación de la diversidad biológica en todo el mundo.

3.2.2.3 *Especies para restauración UICN*

La base de datos de especies para la restauración del UICN, presenta una profunda lista de especies aptas para la restauración de ecosistemas con énfasis en Mesoamérica y México.

Toda la información fue tabulada y esquematizada para el análisis sistemático correspondientes, además se estableció una jerarquización por especies.

3.3 Plan de Gestión Ecosistémica con Enfoque Participativo

Para el diseño del plan. En una primera fase se empleó la metodología MARISCO, con el objetivo de delinear las bases para asentar el plan de gestión ecosistémica. De esta manera la elaboración del plan fue sistemático.

3.3.1 Metodología MARISCO

Las siglas MARISCO significan Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en Sitios de Conservación (Figura 2). En esta metodología se hace participe al ser humano como integrante del ecosistema. Con esta premisa se persigue conservar los sitios de interés tomando en cuenta tanto aspectos negativos como amenazas; pero asimismo se toman en cuenta los servicios ambientales que el ecosistema ofrece para el bienestar del ser humano.



Figura 2. Esquematación de la Metodología MARISCO.

Fuente: (Ibisch & Hobson, 2014)

Esta metodología es de tipo cíclico con lo que se consigue que en cada recorrido se adapte y reacondicione a nuevas circunstancias o amenazas, es por ello que la aplicación de esta metodología abarca algunas posibilidades como planes de gestión para la sostenibilidad asentado en los

ecosistemas, gestión de sitios de conservación, gestión conjunta y participativa de ecosistemas, entre otros temas.

En este aspecto el manejo adaptativo hace referencia a la gestión de los ecosistemas dinámicos y complejos, a su vez esta gestión permite registrar y cambiar faltas y huellas negativas producto de las acciones de gestión gracias a la retroalimentación (Canet & Herrera, 2012).

Se pueden discernir 3 grandes fases que comprenden el ciclo de la metodología MARISCO. La primera consiste en un conjunto de conceptualizaciones iniciales, que incluyen el compendio de información primaria y secundaria, así como también del alcance del proyecto, así como los objetivos alcanzables de conservación. Una segunda fase incluye el análisis integral del contexto complejo con el fin de establecer las problemáticas, así como las amenazas que enfrenta el ecosistema. Una tercera y última fase comprende el estudio de las estrategias ya existentes, y el desarrollo pormenorizado de nuevas estrategias que asientan la consecución de los objetivos de conservación planteados en la primera fase (Gobierno de Pichincha, 2017).

Se siguieron estas tres fases para desembocar en la consecución de información transcendental que permita el establecimiento diligente del plan de gestión ecosistémica.

3.3.1.1 Encuestas y conversatorios

Se procedió a medir la apreciación y conocimiento ambiental de los pobladores que se encuentran asentados alrededor de la zona de estudio o que están relacionados con este en el desenvolvimiento de sus actividades personales.

Para esto fue necesaria la utilización del método subjetivo, el cual dicta que la valoración ambiental de los pobladores que están establecidos en un lugar está conformada por contestaciones

que emiten juicios y/o estimaciones que en muchos de los casos inmiscuyen consideraciones afectivas y negativas relacionadas con el tema ambiental.

Antes de realizar las encuestas se procedió a implantar una jerarquización de la población por grupo de edades, es decir, adolescentes, adultos y adultos mayores.

Se formularon 7 preguntas, 5 de las cuales fueron de tipo semi-cerrado de respuesta afirmativa o negativa y opción múltiple; y 2 preguntas fueron de tipo abierto y opción múltiple para de esta manera poder fijar el aspecto afectivo de los pobladores hacia el tema.

La información obtenida fue tabulada y organizada para su posterior análisis y discusión para la formulación del plan de gestión ecosistémica.

En este mismo sentido, se realizaron conversatorios con los cabildos o presidencias comunales para por medio de estas encontrar las vulnerabilidades y los emprendimientos realizados por las comunas para la conservación del ecosistema objeto de estudio.

Los conversatorios se basaron en temas amplios y pertinentes a las circunstancias que envuelven la conservación del área de estudio, de esta manera se logró ampliar el espectro de conocimiento referente a la gestión ecosistémica.

3.3.2 Planificación de la gestión ecosistémica

Para la realización del plan de gestión ecosistémica se utilizó toda la información recabada de la primera fase, en donde se utilizó la metodología MARISCO. De esta manera se pudo implementar más información que contribuyó a la consecución de un plan bien estructurado.

3.3.2.1 Fases del plan de gestión ecosistémica

El enfoque del plan de gestión ecosistémica abarcó la gestión a una escala limitada y/o local, es decir, contenida en el área de estudio, además la perspectiva fue gestionada a corto y mediano plazo.

Se tomaron en cuenta los elementos básicos para la implementación del plan de gestión, estos incluyeron: identificación de los vínculos dentro del ecosistema, manejo de una connotación de servicios ecosistémicos, considerar consecuencias acumulativas, gestionar el ecosistema con objetivos misceláneos y asentimiento a la permutación, aprendizaje y adaptación.

En consecuencia, el plan de gestión ecosistémica fue elaborado de la siguiente manera:

3.3.2.1.1 Fase I.

Denominada como fase conceptual. Se recopiló toda la información científica con el fin de determinar el sitio geográfico de intervención y sus complicaciones primordiales, para esta primera fase se utilizaron los datos obtenidos con los indicadores ecológicos y bases de datos. Los datos de límites ecológicos y áreas de valor, fueron apartados por el análisis del método MARISCO, además se segregó y discernió oportunidades que pudiesen mejorar la gestión. Al finalizar esta fase se establecieron los objetivos generales del plan de gestión.

3.3.2.1.2 Fase II.

Este proceso se denomina como Fase de Planificación. En esta fase se utilizó la información científica y la información proporcionada en el procedimiento de encuestas y conversatorios. En esta fase también se evaluó el ecosistema dónde se aplicará el plan de gestión (características, dimensiones sociales, económicas y ambientales, y utilidad). Además, se aplicaron criterios de gobernanza por lo que se emplearon criterios jurídicos para establecer un plan integral que pueda

ser retroalimentado. En esta sección se revisaron los objetivos del plan con la finalidad de establecer objetivos mensurables y precisos.

Se dio una jerarquización con la finalidad de dar prioridades a las amenazas encontradas en el método MARISCO.

Se seleccionaron las medidas de gestión más viables en base a la capacidad para fortalecer el estado del ecosistema, así como aspectos culturales y jurídicos.

3.3.2.1.3 Fase III.

Denominado como Fase de Ejecución. En este apartado se analizó las maneras de aplicar el plan de gestión que consientan monitoreo y retroalimentación. El plan de gestión elaborado fue considerado como un plan flexible para que pueda acoplarse a las condiciones del lugar de estudio.

La comunicación y divulgación del plan fueron aspectos que se tomaron en cuenta al momento finiquitar esta fase al igual que un modo de asegurar la financiación sostenible en el tiempo para que el plan sea perdurable en un largo periodo de tiempo con ciclos de retroalimentación.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diversidad Biológica

Se registraron un total de 192 individuos con un DAP $\geq 2,5$ cm representados por 10 familias, 17 géneros y 18 especies, y solamente una morfoespecie se llegó a identificar hasta el nivel de género.

La familia que presentó mayor número de especies fue Myrtaceae con 4 especies (22,2%), seguida de Verbenaceae con 3 especies (16,6%) y Asteraceae con 2 especies (11,1%), el resto de familias tuvieron 1 especie (5,5%) y estas en conjunto presentan 9 especies (49,5%).

Dadas las características biológicas encontradas se puede indicar que el ecosistema objeto de estudio corresponde a un ecosistema de transición entre el Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles y el Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes, dado el hecho que comparten algunas especies y otras características descriptivas, geomorfológicas y climatológicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

4.1.1 Indicador de Valor de Especie

Al analizar los datos por medio del Indicador de Valor (IndVal), las 3 especies florísticas que mostraron los valores más elevados fueron *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata* y *Citharexylum ilicifolium*, los mismos que revelaron un valor significativo ($P < 0,05$). Este indicador permite evaluar el nivel de vinculación entre las especies y el medio ambiente que los rodea (Dufrene & Legendre, 1997); (Sánchez J. , 2012) (Tabla 1). Se puede decir que las especies indicadoras con los valores más cercanos a 1 presentan características que las convierten en un

baluarte ecológico ya que dan la caracterización al área de estudio y son especies cuya presencia es exclusiva de un ecosistema.

De esta manera las especies calificadas como indicadoras de hábitat tienen muy buenas posibilidades de ser consideradas para estudios de monitoreo ambiental en sitios que posean el mismo ecosistema (Arbustal Semideciduo del norte de los Valles y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes) que, para el Bosque Protector Ilaló abarca aproximadamente un área de 1 173,3 Ha (Secretaria de Ambiente, 2013).

Tabla 1

Indicador de Valor de especie. Se muestran las 10 especies florísticas con los valores (IndVal) más altos.

Especies	IndVal	Pvalue
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	0,528	0,001
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	0,513	0,001
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	0,470	0,001
<i>Duranta triacantha</i> Juss	0,451	0,002
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	0,447	0,001
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	0,400	0,002
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav) Pers	0,324	0,004
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	0,220	0,031
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	0,200	0,042
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	0,200	0,025

4.1.2 Índice de Valor de Importancia Familiar

Las familias que, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia Familiar, alcanzaron mayor porcentaje fueron Asteraceae, Berberidaceae, Euphorbiaceae, Fabiaceae y Lamiaceae. Este conjunto de familias representa el 75% del IVI Familiar en total (Figura 3). A través de este resultado se observó las familias que dominan en el sitio de estudio. De acuerdo a este índice, cuyos valores ponderados comprenden desde 0 a 100 (Müeller & Ellenberg, 1974), la importancia

ecológica de las familias que presentaron los porcentajes más altos radica en la representatividad de estas en el ecosistema (Alvis, 2009); (Vargas & Hidalgo, 2013).

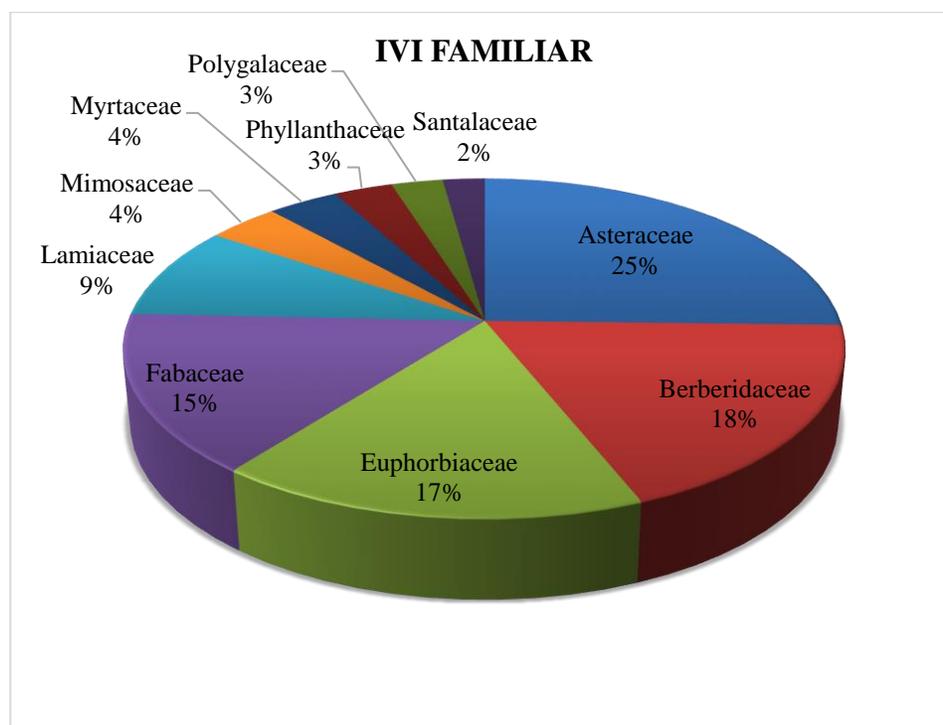


Figura 3. Índice de Valor de Importancia Familiar. Porcentajes más altos de 10 familias florísticas.

4.1.3 Índice de Valor de Importancia

Las especies que alcanzaron los valores más altos con el Índice de Valor de Importancia fueron *Citharexylum ilicifolium*, *Mimosa quitensis* y *Duranta triacantha* (Tabla 2). Estas especies son las responsables de la caracterización del ecosistema (Alvis, 2009).

Además, el resultado arrojado por el Cociente de Mezcla (0,140) indica que el ecosistema tiene una composición heterogénea con algunas especies dominantes, ya que mientras el valor del cociente se aleje de la unidad el ecosistema será considerado como homogéneo (Trigoso, 2008).

Es decir, el cociente expresa la diversidad general del ecosistema (Lamprecht, 1990). Ambos resultados indican la presencia de especies dominantes que describen el sitio de estudio.

Tabla 2

Abundancia, dominancia e Índice de Valor de Importancia (IVI)

Especies	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	IVI al 100%
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	12,500	26,663	15,996
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	17,188	18,228	14,746
<i>Duranta triacantha</i> Juss	13,281	10,463	10,856
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	6,250	16,839	9,657
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	10,938	8,938	9,566
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	10,938	10,897	9,239
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav) Pers	8,594	2,266	6,561
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3,125	1,145	3,384
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	1,563	0,488	2,644
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	3,125	1,093	2,386

4.1.4 Análisis multivariante

Al comparar las especies florísticas encontradas en los 4 estudios realizados en el Bosque Protector Ilaló, el análisis multivariante permitió establecer las similitudes entre estos estudios.

4.1.4.1 Coeficiente de similitud, comunidad o de asociación de Jaccard

La información arrojada por este coeficiente demostró que existe similitud entre las especies encontradas en los estudios del año 2018 (Curipoma, Cevallos, & Pérez, 2018), del año 2010 (Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas, 2010) y los datos obtenidos en el presente estudio, debido a que este coeficiente presenta valores entre 0 y 1, interpretándose como similitud de especies cuando el valor arrojado por el coeficiente se acerca a 1 (Moreno, 2001) (Tabla 3).

Tabla 3

Coefficiente de Jaccard

Estudio	2006	2010	2018	2019
2006	1	0,037	0,069	0,074
2010	0,037	1	0,125	0,088
2018	0,069	0,125	1	0,195
2019	0,074	0,088	0,195	1

4.1.4.2 Coeficiente de comunidad de Sørensen, Dice o Czekanovski

Los resultados arrojados por este coeficiente ratificaron la valoración arrojada por el coeficiente de Jaccard, acerca de la similitud en la composición de especies entre los estudios realizados en 2010, 2018 y el actual estudio (Halffter, Soberón, & Koleff, 2005) (Tabla 4). De esta manera, la similitud entre el presente estudio y el realizado en el 2018 es la más alta (0.327).

Tabla 4*Coefficiente de Sørensen*

Estudio	2006	2010	2018	2019
2006	1	0,071	0,130	0,137
2010	0,071	1	0,222	0,162
2018	0,130	0,222	1	0,327
2019	0,137	0,162	0,327	1

4.1.4.3 Análisis Clúster

Al realizar un análisis clúster o análisis de conglomerados se pudo demostrar en forma de dendograma la similitud entre los estudios realizados. Esta técnica estadística busca congrega elementos intentando alcanzar una máxima homogeneidad en cada congregación de datos (Fernández, 2011) (Figura 2). Y por otro lado el dendograma permitió resumir el proceso de congregación producto del análisis clúster (Sánchez J. , 2012).

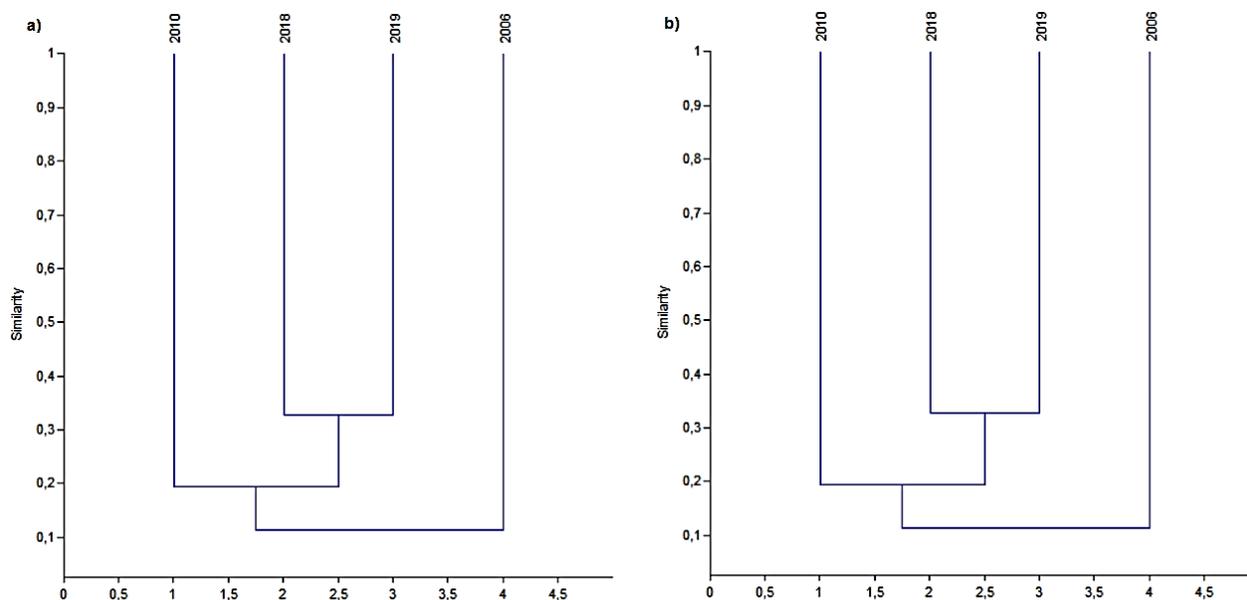


Figura 4. Dendrograma de Análisis Clúster. Medidas de asociación: Jaccard (a) y Sørensen (b).

Existen una marcada similitud entre las especies florísticas del presente estudio con el estudio del año 2018 y 2010. En contraste, el estudio de EMAAPQ (2006) difiere en las especies encontradas.

Este hecho demuestra que el ecosistema objeto de estudio efectivamente pertenece a un micro-ecosistema de transición entre dos ecosistemas más amplios. Holland (1991), denomina a esta zona de transición como Ecotono, la misma que se define como un sitio de transición o conversión entre dos sistemas ecológicos contiguos y que poseen un conjunto de características establecidas por escalas de espacio y tiempo.

Esta condición es comúnmente encontrada en sitios o en sistemas dinámicos como respuesta a un proceso natural de sucesión ecológica o como consecuencia de una réplica hacia algún cambio ambiental (Escribano, Encinas, & Martín, 1997). Ya que existe la presencia de especies que

aprovechan las condiciones de dos ecosistemas (Camarero & Fortin, 2006), y que además se han adaptado a nuevas circunstancias ambientales.

4.2 Estado de Conservación dentro del Bosque Protector Ilaló

4.2.1 Conservación de especies nativas y endémicas

De las especies registradas en el sitio de estudio, exclusivamente dos especies: *Croton wagneri* y *Eugenia valvata* son especies endémicas para el Ecuador (Jørgensen & León, 1999). Ambas especies están catalogadas como Casi Amenazada (NT) (León, y otros, 2011) (Tabla 5).

Se registraron 6 especies consideradas como especies emblemáticas para la Ciudad de Quito, las mismas que están catalogadas como vulnerables (Jardín Botánico de Quito, 2019) (Tabla 5).

Se hallaron 2 especies nombradas como arboles patrimoniales de la ciudad de Quito (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014) (Tabla 5).

Tabla 5

Distribución y estado de conservación de las especies registradas

Especie	Estado	Libro Rojo Plantas Endémicas Ecuador	Especies Emblemáticas de Quito	Especies Patrimoniales De Quito
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav)Pers	Nativa	-	-	-
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-
<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	Endémica	Casi Amenazada	-	-
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	Nativa	-	-	-
<i>Duranta triacantha</i> Juss	Nativa	-	-	-
<i>Eugenia ilalensis</i> Hieron	Nativa	-	-	-
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	Endémica	Casi Amenazada	-	-
<i>Inga insignis</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-

CONTINÚA

Especie	Estado	Libro Rojo Plantas Endémicas Ecuador	Especies Emblemáticas de Quito	Especies Patrimoniales De Quito
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	Nativa	-	-	-
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	Nativa	-	No valorado, pero probablemente no vulnerable	-
<i>Monnina phillyreoides</i> Kunth	Nativa	-	-	-
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh	Nativa	-	-	*
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Nativa	-	-	*
<i>Phoradendron trianae</i> Eichler	Nativa	-	-	-
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Nativa	-	No valorado, pero al parecer no vulnerable	-
<i>Salvia</i> sp.	Nativa	-	-	-
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr	Nativa	-	-	-

(-) No hay información; (*) Menciona la especie

Fuente: (Jørgensen & León, 1999); (León, y otros, 2011); (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2014); (Jardín Botánico de Quito, 2019).

4.2.2 Perspectivas para la conservación del Bosque Protector Ilaló

El listado de las especies en peligro considera a 3 especies: *Baccharis latifolia*, *Duranta triacantha* y *Myrcianthes rhopaloides*; como Preocupación Menor (LC), y dos especies: *Croton wagneri* y *Eugenia valvata*; como Casi Amenazadas (NT) (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN], 2019) (Tabla 6).

Por otra parte, ninguna de las especies encontradas en este estudio, están consideradas como especies para la restauración (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2015); pero se registraron 6 géneros: *Citharexylum*, *Croton*, *Inga*, *Mimosa* y *Phyllanthus salviifolius*; que presentan ciertas características favorables para ser tomadas en consideración para

restauración de ecosistemas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2015) (Tabla 6).

Además, 2 especies: *Baccharis latifolia* y *Myrcianthes rhopaloides*, son catalogadas como especies indicadoras de biodiversidad (Cuesta, y otros, 2015). Estas especies sirven como distintivo de la diversidad biológica en un área determinada.

Tabla 6

Clasificación UICN (Lista roja y Especies para Restauración) de las especies registradas

Especie	UICN		Especies para Restauración UICN
	Clasificación	Amenazas	
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav)Pers	LC	Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca.	-
<i>Berberis hallii</i> (Hieron)	-	-	-
<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth	-	-	-
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	-	-	*
<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg	NT	-	*
<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron) Cabrera	-	-	-
<i>Duranta triacantha</i> Juss	LC	-	-
<i>Eugenia ilalensis</i> Hieron	-	-	-
<i>Eugenia valvata</i> McVaugh	NT	-	-
<i>Inga insignis</i> Kunth	-	-	*
<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl	-	-	-
<i>Mimosa quitensis</i> Benth	-	-	*
<i>Monnina phillyreoides</i> Kunth	-	-	-
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh	-	-	-
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	LC	Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca, susceptible a sequías.	-
<i>Phoradendron trianae</i> Eichler	-	-	-
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	-	-	*
<i>Salvia</i> sp.	-	-	-
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr	-	-	-

(NT) Near Threatened / Casi Amenazada, (LC) Least Concern / Preocupación menor, (-) No hay información; (*)

Menciona solamente el género

Fuente: (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN], 2019);

(Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2015)

4.2.3 Percepciones ambientales de las comunas ancestrales sobre el Volcán Ilaló

Para establecer la percepción ambiental de las personas relacionadas al Bosque Protector Ilaló se realizaron encuestas a 200 personas. Estas encuestas fueron realizadas dentro de la jurisdicción comunal de las dos comunas ancestrales que involucra el tema de estudio.

De las 200 encuestas el 59,5% fueron personas del género femenino y 40,5% personas del género masculino. Con relación a la edad de las personas encuestadas, el 76,5% fueron personas ubicadas dentro del rango de 19 a 64 años, el 13% personas pertenecientes a la tercera edad y el 10,5% personas menores de 18 años.

Al realizar preguntas afines al conocimiento de la delimitación oficial del Bosque Protector Ilaló, el 82% de las personas encuestadas dijo no conocer los límites (Figura 5).

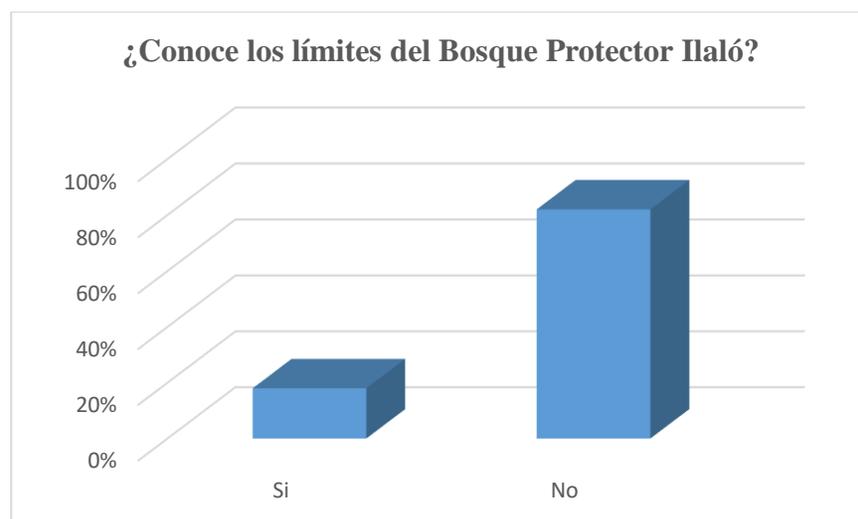


Figura 5. Porcentaje de conocimiento acerca de los límites del Bosque Protector Ilaló

Siendo la falta de información (81%) y el desinterés personal (19%), los principales motivos (Figura 6).

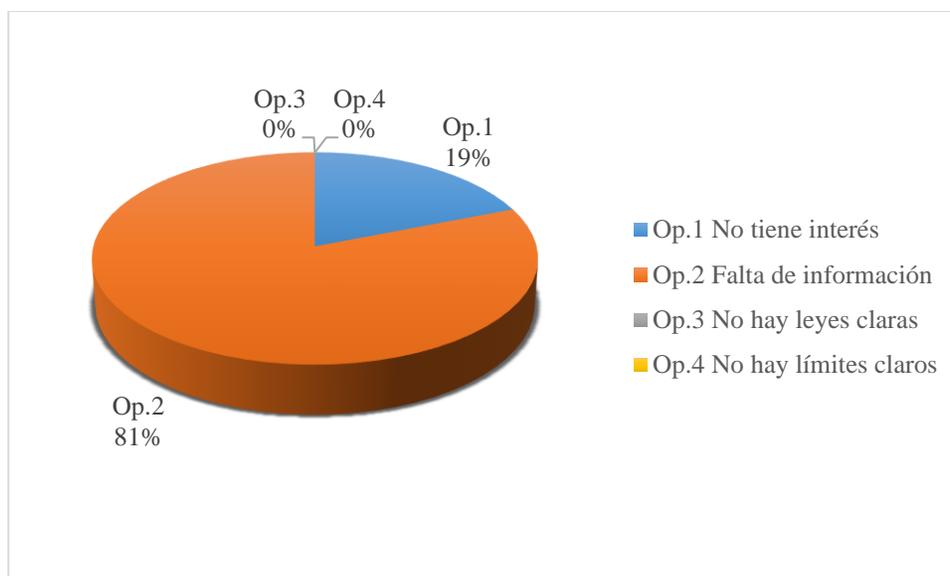


Figura 6. Motivos de desconocimiento de los límites del Bosque Protector Ilaló

En relación a la visita al Bosque Protector Ilaló, solamente el 48% de los encuestados ha concurrido al Bosque Protector en el último mes (Figura 7).

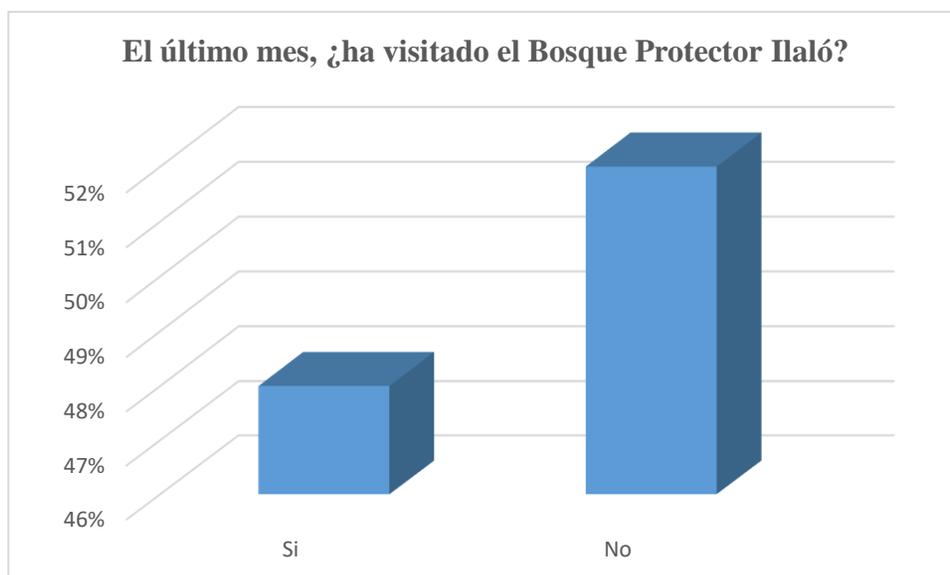


Figura 7. Porcentaje de visita al Bosque Protector Ilaló

De este porcentaje, el 57% lo hizo por recreación, mientras que un 22% lo hizo por razones vinculadas a actividades agrícolas (Figura 8).

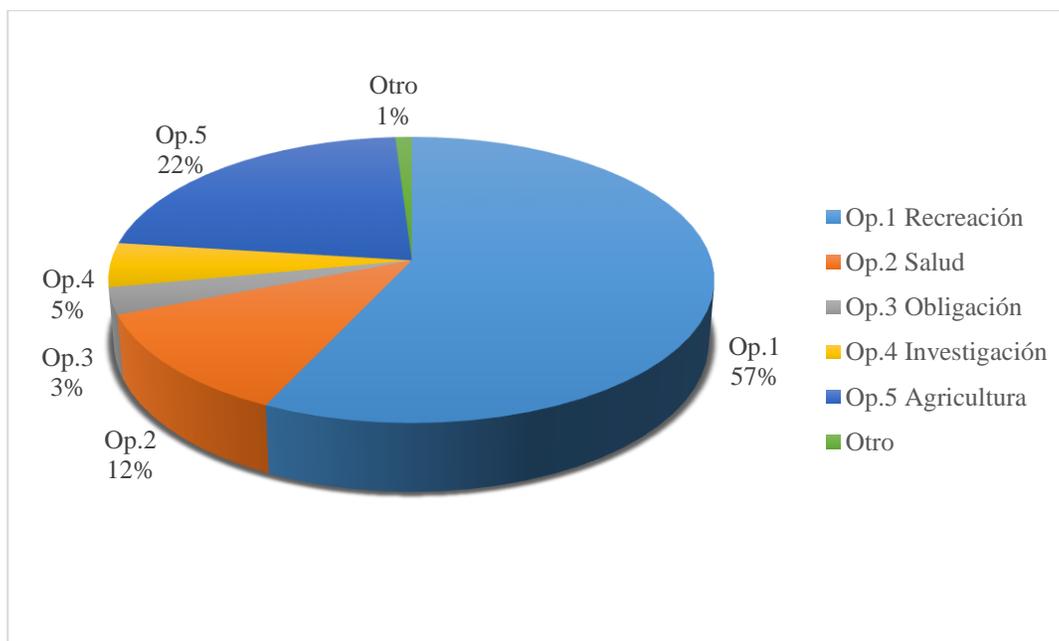


Figura 8. Causas de visitación al Bosque Protector Ilaló

Al preguntar acerca de la visitación a las quebradas que conforman el Volcán Ilaló, hubo un 74% de entrevistados que dijeron no haber visitado ninguna quebrada el último año, mientras el 26% dijo haber visitado alguna quebrada (Figura 9).



Figura 9. Porcentaje de visitación a las quebradas del Bosque Protector Ilaló

Del conjunto de personas que visitaron alguna quebrada el último año, la experiencia que tuvieron fue interesante (41%) y emocionante (30%) (Figura 10).

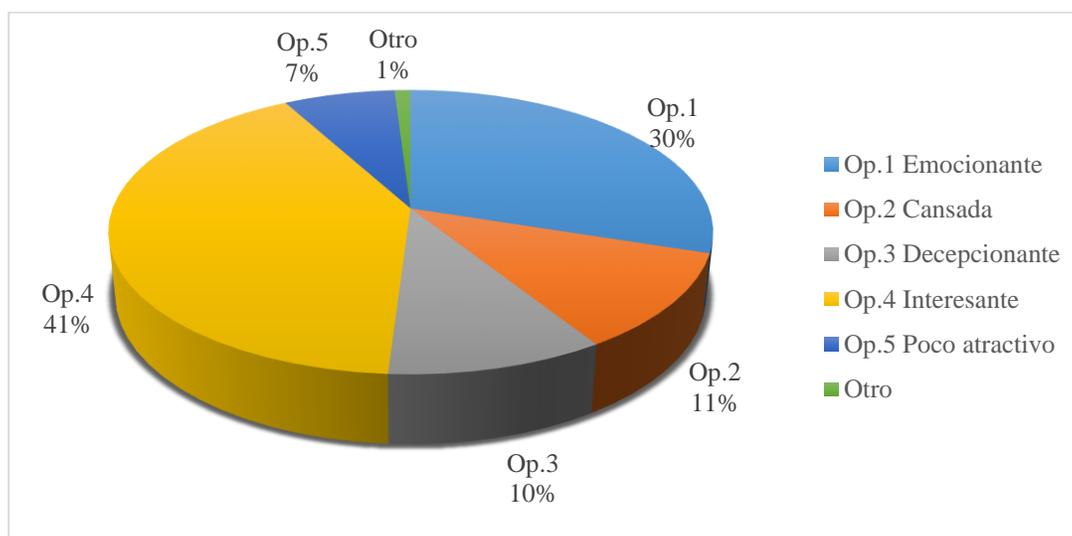


Figura 10. Apreciación de la visitación a las quebradas en el Bosque Protector Ilaló

Además, las personas encuestadas consideraron que las quebradas que visitaron se encontraban con escombros (36%) y con basura (34%) (Figura 11).

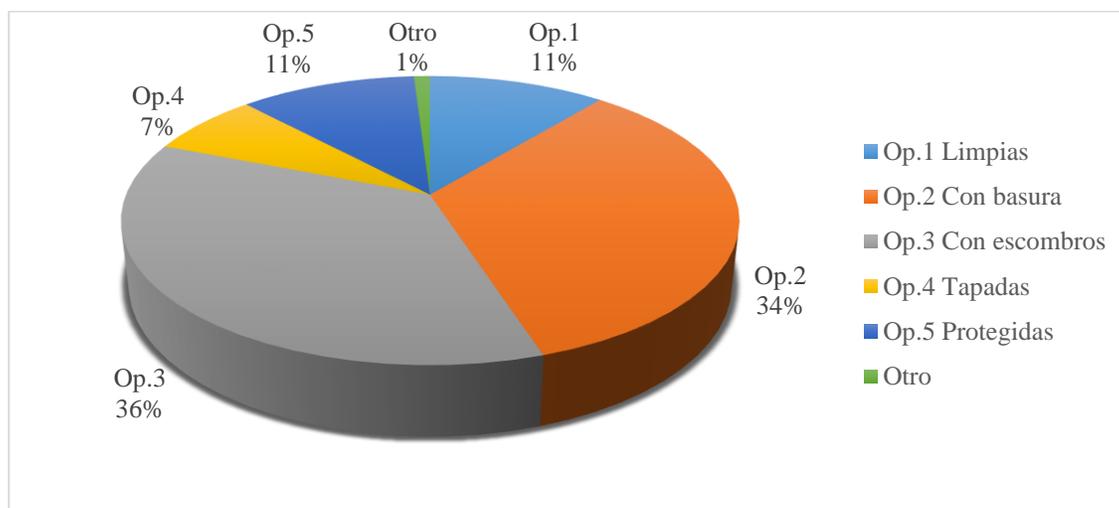


Figura 11. Apreciación del estado de las quebradas en el Bosque Protector Ilaló

4.2.4 Conocimiento de las especies nativas

El 56% de los encuestados dijeron conocer el nombre y uso de al menos una especie de árbol nativo del Volcán Ilaló (Figura 12).

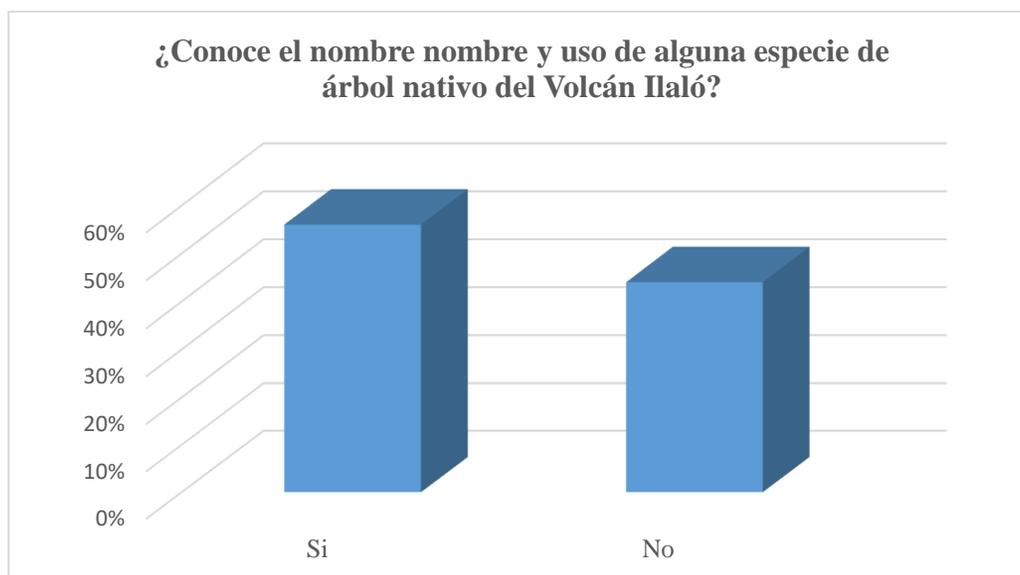


Figura 12. Porcentaje de conocimiento de especies nativas del Volcán Ilaló

Las principales especies conocidas (nombres comunes) fueron: Arrayán (43%), Pumamaqui (28%) y Huila (21%) (Figura 13).

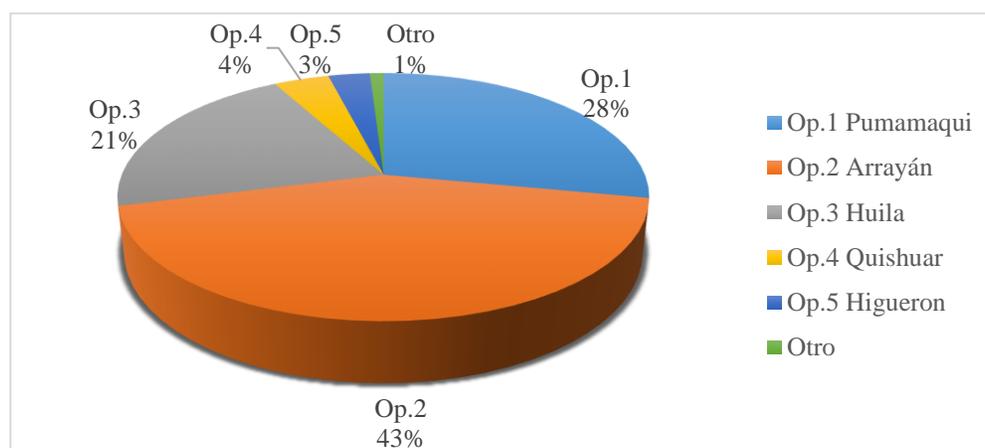


Figura 13. Especies más conocidas del Volcán Ilaló

4.2.5 Beneficios ambientales que ofrece el Bosque Protector Ilaló

Las personas encuestadas perciben como principales beneficios obtenidos del Volcán Ilaló al aire puro (36%), paisaje (26%) y agricultura (18%) (Figura 14).

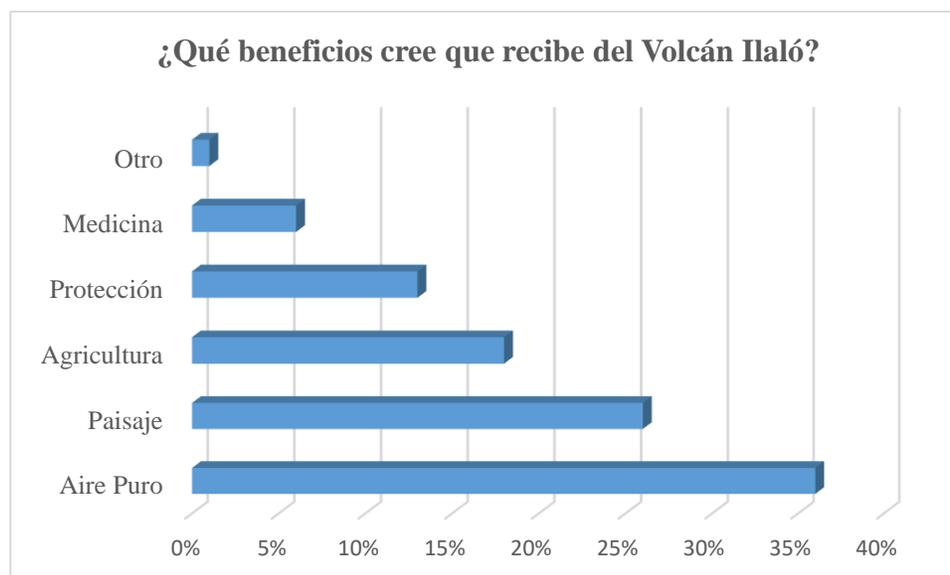


Figura 14. Beneficios ambientales procedentes del Volcán Ilaló

El análisis con la metodología MARISCO permitió revelar los principales beneficios de que el Volcán Ilaló brinda a las personas relacionadas con este volcán (Ibisch & Hobson, 2014). De este análisis se desprende que el principal beneficio es el paisaje natural. Al respecto, este término se lo define como el conglomerado de vínculos originarios de relaciones entre la geomorfología, composición biótica y abiótica, así como cambios antrópicos (Dunn, 1974); (Ministerio de Obras Públicas y Transporte [MOPT], 1993).

Además, Muñoz (2004) menciona la posibilidad de utilizar al paisaje de un determinado sitio como un indicador ambiental o inclusive cultural.

Otro beneficio que se desprendió del análisis fue la utilización del suelo del volcán como recurso para la agricultura. En contexto, EMAAPQ (2006), menciona que aproximadamente el 51% del total de la superficie del Volcán Ilaló se encuentra intervenido por cultivos y pastos.

Como un tercer beneficio se obtuvo el esparcimiento y/o recreación. Este beneficio se fundamenta en el hecho de que es considerado como una herramienta para regenerar la mente, ampliar el carácter, y la capacidad física, incrementar la productividad laboral, y favorecer al desarrollo individual y social (Gobierno de Jalisco, 2013).

Dado el hecho de que la cobertura de vegetación nativa alcanza un porcentaje de cerca del 35% (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAPQ), 2006) del total del Bosque Protector Ilaló, la factibilidad de incrementar el este beneficio es enorme.

4.2.6 Identificación de los problemas ambientales

La mayoría de los encuestados (86%) perciben que ha existido una pérdida paulatina de la vegetación nativa del Volcán Ilaló (Figura 15).

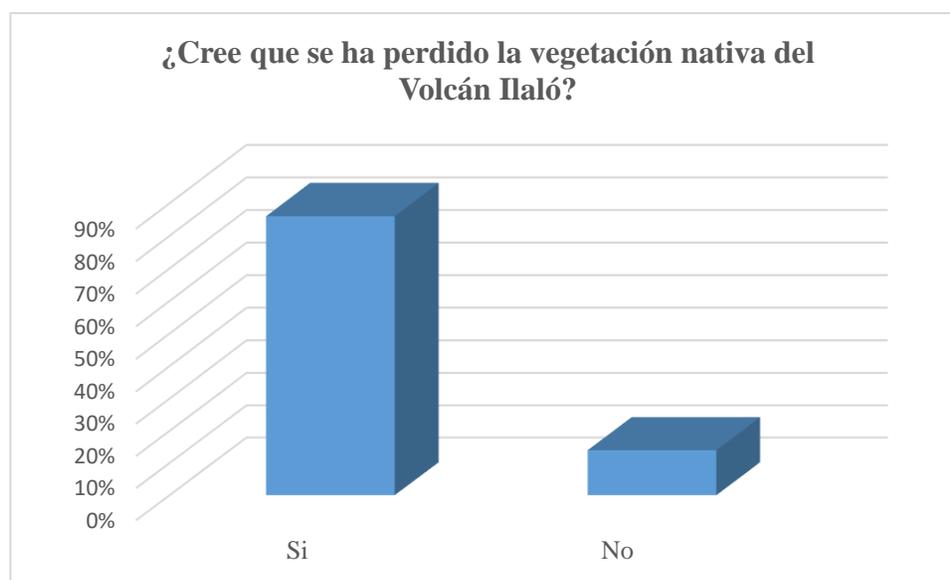


Figura 15. Porcentaje de encuestados que mencionan pérdida de vegetación nativa

Los encuestados identifican a los incendios forestales (35%) y a la destrucción ambiental (25%) como las principales causas para la pérdida de la vegetación nativa (Figura 16).

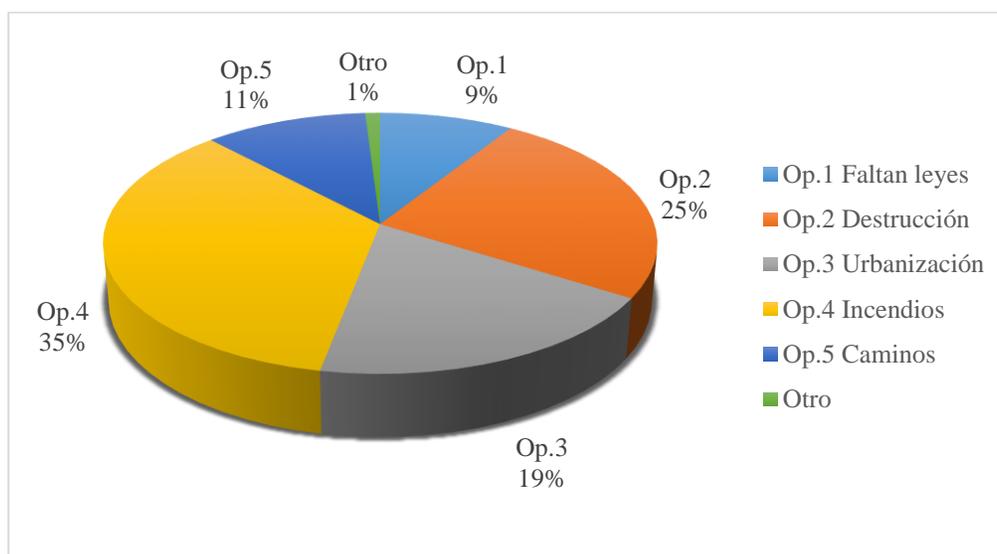


Figura 16. Causas para la pérdida de vegetación nativa en el Volcán Ilaló

Esta percepción está justificada dado el hecho de que existieron cerca de 125 hectáreas afectadas por incendios para el año 2018 (Metro Ecuador, 2018). Con un total de 50,32 hectáreas de vegetación afectada en el interior del Bosque Protector Ilaló (Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito [CBDMQ], 2018).

Por lo que se considera al Volcán Ilaló como una zona de alto riesgo de incendios forestales (Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito [CBDMQ], 2018).

4.2.7 Reconocimiento de soluciones ambientales

Los encuestados proponen como soluciones para conservar el Volcán Ilaló, casi principalmente, la reforestación (49%), luego se ubican las opciones de multas (18%) y educación (16%) (Figura 17).

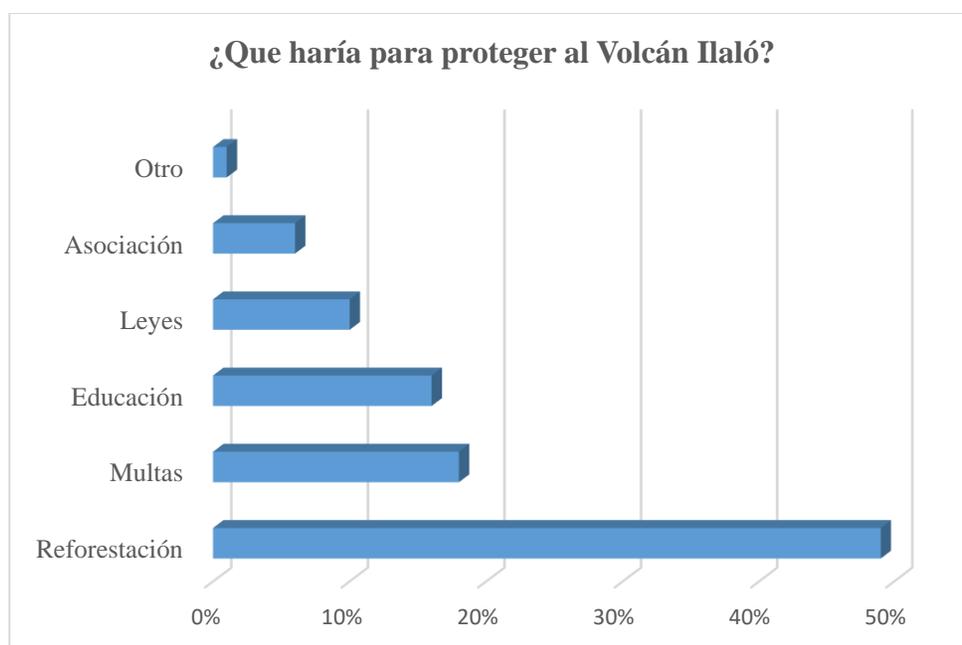


Figura 17. Soluciones para la recuperación de la vegetación nativa en el Volcán Ilaló

La reforestación involucra el establecimiento de vegetación. Dentro de los beneficios de la reforestación se pueden numerar el aumento de la captación de agua por un cuerpo de vegetación, disminución de procesos erosivos, conservación de especies nativas, mantenimiento de hábitats, ayuda al incremento de flujo turístico, entre otras (Medina & Uribe, 2012).

4.3 Propuesta de Plan de Gestión Ecosistémica del Bosque Protector Ilaló

4.3.1 Introducción

El diseño del presente plan de gestión ecosistémica se realizó tomando en consideración los principios expuestos en la guía de manejo ecosistémico, también denominado como Ecosystem Based Management (EBM) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Pirrot, Meynell, & Elder, 2000). Además, se siguió la metodología de Manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en Sitios de Conservación MARISCO (Ibisch & Hobson, 2014).

La base conceptual fue cimentada en las definiciones y conceptualizaciones expuestas y argumentadas por Grumbine (1994) y Christensen y otros, (1996).

Por lo tanto, los lineamientos, así como los objetivos que se exponen en este plan ecosistémico, están acoplados a las guías y/o autores mencionados con anterioridad.

De esta manera el principal objetivo que persigue la gestión ecosistémica es usar los ecosistemas, pero no perderlos, consecuentemente se asegura los bienes y servicios ecosistémicos para su disponibilidad con una base sostenible (Piro, Meynell, & Elder, 2000).

Todos los objetivos que se exponen en el presente plan de gestión ecosistémico, están agnados a los principios de la gestión ecosistema, los cuales son:

- Mantener la integridad y las funciones del ecosistema.
- Conservar la biodiversidad.
- Reconocer la inevitabilidad del cambio
- Reconocer a las personas como parte del ecosistema
- Reconocer la necesidad de conocimiento
- Reconocer la necesidad de la colaboración multisectorial
- Hacer de la gestión ecosistémica un enfoque general de desarrollo

4.3.2 Antecedentes

Se exponen a continuación un resumen de la información general del área de estudio (Tabla 7).

Tabla 7**Resumen del área de estudio**

Localización	Distrito Metropolitano de Quito. Parroquia Rural de Tumbaco. Dentro del Bosque Protector Ilaló. El sitio se encuentra dentro de la microcuenca Quebrada Seca. Coordenadas: 78°24'37.94"O 0°14'23.84"S
Área	48 Ha con un perímetro de 3 000 m. Dentro del Bosque Protector.
Jurisdicción	El área comprende el límite oeste de la Comuna Ancestral Leopoldo N. Chávez y en el límite este de la Comuna Ancestral Central de Tumbaco. Ambas comunas ancestrales se encuentran en la parroquia rural de Tumbaco.
Generalidades	El Bosque Protector Ilaló pertenece a los ecosistemas Arbustal Semidecíduo del norte de los Valles (BmMn01) y Arbustal SiempreVerde Montano del Norte de los Andes (AsMn01). Está conformado por 24 quebradas temporales. La geomorfología del bosque protector está caracterizada por pendientes de entre 50 a 70°. El bosque protector se encuentra rodeado por todos sus flancos por 11 comunas ancestrales. La ubicación del bosque protector dentro del valle interandino denominado como hoya de Guayllabamba que el bosque sea considerado como refugio de las especies características del valle interandino.
Flora	Las especies florísticas primordiales del bosque protector están representadas, para la parte superior del bosque protector (Entre 2 800 y 3 198 msnm), por: <i>Oreopanax ecuadorensis</i> , <i>Vallea stipularis</i> , <i>Aegiphila ferruginea</i> , <i>Geissanthus pichincae</i> , <i>Myrcianthes orthostemon</i> y <i>Miconia pichinchensis</i> . Para la parte inferior del bosque protector (Entre 2 600 y 2 800 msnm) las especies que predominan son: <i>Citharexylum ilicifolium</i> , <i>Mimosa quitensis</i> , <i>Duranta triacantha</i> , <i>Lycianthes lycioides</i> , <i>Eugenia valvata</i> y <i>Myrcianthes rhopaloides</i> .
Fauna	El bosque protector alberga mastofauna como: <i>Sylvilagus brasiliensis</i> , <i>Mustela frenata</i> , <i>Conepatus semistriatus</i> . Avifauna: <i>Geranoaetus melanoleucus</i> , <i>Falco sparverius</i> , <i>Patagioenas fasciata</i> , <i>Zenaida auriculata</i> , <i>Colibri coruscans</i> , <i>Lesbia victoriae</i> , <i>Metallura tyrianthina</i> , <i>Piculus rivolii</i> , <i>Synallaxis azarae</i> , <i>Grallaria ruficapilla</i> , <i>Scytalopus latrans</i> , <i>Camptostoma obsoletum</i> , <i>Anairetes parulus</i> , <i>Pyrocephalus rubinus</i> , <i>Myiotheretes fumigatus</i> , <i>Turdus fuscater</i> , <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> , <i>Thryothorus euophrys</i> , <i>Basileuterus nigrocristatus</i> , <i>Basileuterus coronatus</i> , <i>Conirostrum cinereum</i> , <i>Diglossa sittoides</i> , <i>Buthraupis montana</i> , <i>Thraupis bonariensis</i> , <i>Pheucticus chrysogaster</i> , <i>Sporophila nigricollis</i> , <i>Phrygilus plebejus</i> , <i>Atlapetes latinuchus</i> , <i>Buarremon torquatus</i> , <i>Zonotrichia capensis</i> , <i>Carduelis magellanica</i> , <i>Euphonia cyanocephala</i> , Herpetofauna: <i>Gastrotheca riobambae</i> , <i>Pristimantis unistrigatus</i> , <i>Riama unicolor</i> , <i>Pholidobolus montium</i> , <i>Stenocercus guentheri</i> , <i>Dipsas oreas</i> , <i>Liophis epinephelus albiventris</i> , <i>Mastigodryas pulchriceps</i> ,
Amenazadas e Impactos	El bosque protector es uno de los sitios con más impacto antrópico que ha sufrido y está sufriendo en la actualidad, en el Distrito Metropolitano de Quito. La presión urbanística es la principal amenaza que tiene el bosque protector, dada su localización y la proximidad con obras civiles de gran envergadura. Existen otras amenazas como la existencia de especies exóticas en el bosque protector, incendios forestales y malas prácticas agrícolas. Es por esto que el bosque protector demanda inmediatamente gestiones urgentes de protección y restauración.

Fuente: (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAPQ), 2006); (Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas, 2010); (Lara, 2016); (Curipoma, Cevallos, & Pérez, 2018); (Datos del presente estudio).

4.3.3 Argumento humano y ambiental de remanentes y quebradas

Se debe reconocer a la población humana como componente del ecosistema, sin diferenciación ecológica, científica o social. Al asentar estas premisas se puede conseguir alcanzar procesos participativos que consientan abarcar tanto aspectos cualitativos vinculados a situaciones reales de la cotidianidad de la población asentada y visitante del bosque protector, como también aspectos multi-dinámicos que involucran el intercambio energético entre los sistemas naturales y los sistemas humanos (Figura 18).

El Bosque Protector Ilaló es el componente biótico cuyos principales colindantes son las comunas ancestrales asentadas en su espacio geográfico. Dada la historia antropológica vinculante entre el ser humano y el Volcán Ilaló, existe un lazo irrompible de más de 10 000 años de historia.



Figura 18. Quebrada Shullum, Bosque Protector Ilaló

De acuerdo a EMAAPQ (2006), existen un total de 385 habitantes asentados en el interior del Bosque Protector Ilaló. Y de acuerdo al mismo autor, la mayoría de habitantes se desplazan a los

grandes centros urbanos próximos para laborar. Siendo el principal campo de ocupación la manufactura.

Las comunas ancestrales han ocupado el espacio geográfico del Bosque Protector Ilaló para realizar actividades netamente agropecuarias. Estas actividades incluyen específicamente la siembra de cultivos de ciclo corto y el pastoreo de especies bovinas.

La relación de las comunas ancestrales con las quebradas presentes en sus territorios y que forman parte del Bosque Protector Ilaló ha sido distante, ya que la topografía muy irregular de las quebradas ha cohibido de la utilización de estas estructuras naturales (Figura 19).



Figura 19. Cause de la Quebrada Shullum, Bosque Protector Ilaló

En cambio, los remanentes de bosque nativo ubicado en la mayoría de los casos en las colindancias de las quebradas, han sufrido un fuerte desgaste producto de la intervención antrópica por la utilización de carbón y suelo para desempeñar actividades agrícolas (Figura 20).



Figura 20. Relación hombre naturaleza en el Bosque Protector Ilaló

Hace ya varios años las comunas ancestrales han tratado de recuperar la vegetación del bosque protector. En las primeras acciones se utilizaron especies exóticas y/o invasoras, seguidamente se trató de utilizar especies nativas del callejón interandino y a la actualidad existen proyectos que incitan a la reforestación del bosque protector con especies mejor adaptadas a las circunstancias ambientales del Volcán Ilaló.

4.3.4 Aspecto ambiental del Bosque Protector Ilaló

El Bosque Protector Ilaló se compone de cerca de 3 000 Ha. La composición con vegetación nativa está distribuida de forma fragmentada por todo el territorio del bosque protector en forma de parches de vegetación nativa, la cual conforman cerca de 487 ha, es decir, representan el 16% del territorio del bosque protector (Figura 21).



Figura 21. Fragmentación de bosques nativos en el Bosque Protector Ilaló

Los ecosistemas que conforman el bosque protector se caracterizan por ser discontinuas y su ubicación radica principalmente en cabeceras de quebradas o sitios de difícil acceso antrópico, así como vertientes y laderas montañosas. La vegetación que predomina es de tipo sucesional, producto de la alteración antrópica que ha sufrido. También posee un claro sotobosque con una altura que fluctúa los 2 m, y con algunas especies espinosas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Existe otro ecosistema ubicado en las partes bajas del bosque protector, que se caracteriza por su localización en suelos y laderas secas, con una altura que varía entre 8 y 10 m, y una copa amplia. El sotobosque es muy denso con presencia de algunas especies espinosas y especies suculentas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

4.3.5 Gestión y sistematización

4.3.5.1 Objetivos de la gestión ecosistémica

El objetivo central es la conservación de los remanentes vegetales ubicados en las inmediaciones de la quebrada denominada como Shullum confinada dentro del Bosque Protector Ilaló.

La conservación abarca todos los componentes del accidente geográfico, estos son: el biotopo y la vegetación nativa.

La importancia de la conservación de las quebradas está dada por parte funcionalidad antrópica que las quebradas brindan y por sobre todo la funcionalidad ecosistémica que las quebradas han cumplido a lo largo de millones de años en la historia de la vida en el planeta (NOVUM, 2014).

4.3.5.2 Identificación de los principales inconvenientes

Los problemas que soporta la conservación de la quebrada Shullum, es causada por el continuo deterioro ambiental que este accidente geográfico, y por ende todo el Bosque Protector Ilaló, ha tolerado a lo largo de la historia de los asentamientos humanos en el Volcán Ilaló. A pesar de toda la afectación, el ecosistema inmerso en la quebrada ha sobrevivido favorablemente en su gran mayoría.

Las problemáticas ambientales que la quebrada comprenden diferentes aspectos, estos dependen del elemento biótico o abiótico involucrado (Tabla 8).

Los problemas que enfrentan la quebrada Shullum y, consecuentemente, el Bosque Protector Ilaló, son producidos única y exclusivamente por la acción antrópica. Acción que involucra a habitantes permanentes o colindantes como a visitantes eventuales.

Tabla 8
Identificación de problemas

Elemento	Problema
Agua	Contaminación de fuentes hídricas por aguas servidas. Desperdiciar el agua lluvia como recurso.
Aire	Contaminación atmosférica producto de incendios forestales y quemas agrícolas.
Suelo	Incremento de suelos erosionados. Sobreutilización de suelos por agricultura. Contaminación de suelos por escombros.
Biótico	Explotación de vegetación por utilización de leña. Deforestación para urbanizar. Sobrepastoreo. Uso de herbicidas. Insuficiente reforestación. Malas prácticas agrícolas Desplazamiento de especies nativas. Reemplazo de especies nativas. Presencia de especies exóticas y/o invasoras.
Recurso Natural	Pérdida de belleza paisajística
Infraestructura	Inexistente planeamiento de sistema de tratamiento de desechos sólidos. Inexistente planeamiento de sistema de disposición de aguas insalubres o servidas.
Estructura interna	No existe planificación de crecimiento demográfico No hay una legislación aplicable Inexistente institución reguladora eficaz

4.3.5.3 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas FODA (SWOT)

Este análisis permite deslumbrar los elementos externos e internos que median negativa o positivamente en el ecosistema de la quebrada Shullum en el Bosque Protector Ilaló (Ramírez, 2012) (Tabla 9).

Tabla 9
Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas FODA

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
El aspecto rústico y la presencia de especies dominantes, así como la presencia de individuos juveniles.	Ciertas zonas están próximas a estructuras antrópicas (caminos)	Excelente aspecto paisajístico	Turismo incontrolado por fatal de planificación.
El biotopo quebrada que involucra la interacción con fauna nativa.	Presencia de animales domésticos	Permite el incremento de y conformación de poblaciones nativas.	Presencia de especies de compañía

CONTINÚA

Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
Presencia de especies nativas adaptadas evolutivamente las condiciones del entorno.	Presencia de especies invasivas y exóticas	Refugio genético de especies nativas	Desinterés por reforestar con especies nativas
Difícil acceso al ecosistema	Falta de conocimiento acerca del ecosistema	Aplicabilidad de proyectos de recuperación ambiental	Falta de seguimiento

Para realzar las oportunidades de los aspectos internas positivos y negativos se realizó el análisis Matriz Analítica de Formación de Estrategias MAFE, lo que permitió clarificar las estrategias a aplicar (Ponce, 2006) (Tabla 10).

Tabla 10

Análisis Matriz Analítica de Formación de Estrategias MAFE

	Fortalezas	Debilidades
	El aspecto rústico y la presencia de especies dominantes, así como la presencia de individuos juveniles.	Ciertas zonas están próximas a estructuras antrópicas (caminos)
	El biotopo quebrada que involucra la interacción con fauna nativa.	Presencia de animales domésticos
	Presencia de especies nativas adaptadas evolutivamente las condiciones del entorno v	Presencia de especies invasivas y exóticas
	Difícil acceso al ecosistema	Falta de conocimiento acerca del ecosistema
	Estrategias Fortalezas-Oportunidades	Estrategias Debilidades-Oportunidades
Oportunidades	Excelente aspecto paisajístico	Implementar directrices o guías para establecer ecoturismo sostenible.
	Permite el incremento de y conformación de poblaciones nativas.	Conservar las condiciones naturales de la quebrada.
	Refugio genético de especies nativas	Implementar programas de multiplicación de especies nativas.
	Aplicabilidad de proyectos de recuperación ambiental	Vincular a universidades públicas y privadas.

4.3.5.4 Definición de objetivos procedentes de los inconvenientes

Para definir los objetivos del plan de gestión ecosistémica se analizaron los principales problemas que afectan la conservación del bosque protector (Tabla 11).

CONTINÚA

Tabla 11
Matriz Problema, causa y efecto

Problema	Causa	Efecto
Suelos erosionados	Deforestación y suelos sobreexplotados	Perdida de capa de suelo arable, que permita usufructuar del mismo.
Avance de la frontera urbanística. Apertura de caminos de tercer orden.	Intervención antrópica	Alteración de sistemas ecológicos del bosque protector.
Extinción de vegetación nativa	Malas prácticas agrícolas	Lixiviación de nutrientes
No se pueden practicar actividades turísticas	Inexistente infraestructura turística Falta de planificación turística	Bosque protector mal manejado Desplazamiento de especies nativas Contaminación de suelos

Las amenazas, factores e impactos de las comunas ancestrales para la conservación del Bosque Protector Ilaló, fueron detalladas para extraer los impactos (Tabla 12).

Tabla 12
Clasificación de amenazas para el Bosque Protector Ilaló

	Amenaza	Factor	Impacto
Amenazas climáticas	Sequías extremas	Cambio climático	Incendios forestales Expiración de especies nativas juveniles Contaminación atmosférica
	Lluvias intensas	Cambio climático	Incremento de la escorrentía Pérdida de nutrientes por lixiviación Daños estructurales en construcciones en la parte baja
	Variación de temperatura	Cambio climático	Pérdida de periodicidad de estaciones Pérdidas económicas
Amenazas de actividades agropecuarias	Malas prácticas agropecuarias	Falta de capacitación e información Inexistente acompañamiento técnico	Sobre explotación de suelos. Pérdida de vegetación nativa Incremento de área de expansión de especies invasoras

CONTINÚA

	Amenaza	Factor	Impacto
	Ganadería	Falta de conocimiento de alternativas sostenibles.	Compactación de suelos Contaminación de agua Pérdida de vegetación nativa.
Amenazas Antrópicas	Avance de la frontera urbanística	Incongruencias legales	Pérdida del territorio del bosque protector Contaminación de aire, agua y suelos.
	Apertura de caminos y senderos	Incongruencias legales Falta de coordinación interinstitucional	Caminos sin diseño sostenible, ni guía técnica
	Actividades turísticas sin control	Inexistencia de guías o manuales de turismo sostenible	Actividades destructoras de la biodiversidad del bosque protector.

Las amenazas fueron ponderadas en las variables extensión, severidad e irreversibilidad en una escala de 1 a 4, en dónde, 1 es bajo, 2 es medio, 3 es alto y 4 muy alto (Tabla 13).

Tabla 13

Ponderación de amenazas del Bosque Protector Ilaló

	Extensión	Severidad	Irreversibilidad	Rango de amenaza
Sequías extremas	4	4	3	3.6
Lluvias intensas	3	2	2	2
Variación de temperatura	4	4	3	3.6
Malas prácticas agropecuarias	4	4	4	4
Ganadería	2	2	2	2
Avance de la frontera urbanística	4	4	4	4
Apertura de caminos y senderos	4	4	4	4
Actividades turísticas sin control	2	3	2	2

El análisis de los problemas, amenaza, problemas e impactos, condescendió a la generación de los objetivos que el plan de gestión ecosistémica persigue, aparte se pudo plantear las estrategias para cumplir los objetivos.

Los objetivos concretos son:

- Definir la base legal que permita la diligente acción prohibitiva o preventiva concerniente para la conservación del Bosque Protector Ilaló.

- Delimitar el área de vegetación nativa a aislar.
- Establecer guías de cultivo de especies nativas.
- Establecer áreas susceptibles a reforestación con vegetación nativa.
- Diseñar programas de reforestación con especies nativas.
- Indagar y vincular a instituciones públicas y privadas para conseguir fondos económicos que sustenten los diferentes proyectos.

4.3.5.5 Estrategias y sistematización

4.3.5.5.1 Definir la base legal referente al Bosque Protector Ilaló.

El Volcán Ilaló al formar parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, está amparada bajo la Constitución de la República del Ecuador del año 2008, la misma que garantiza la conservación y el mantenimiento de la biodiversidad y de las funciones ecológicas existentes.

De acuerdo a la Ley de Organización y Régimen de Comunas del año 1937, en su artículo 57, se establece la permisibilidad de las comunas para que hagan un uso sostenible del territorio donde habitan.

Pero quizás, el soporte legal más fuerte tiene como sustento al Acuerdo Ministerial N° 127 del 12 de abril de 1988, el cuál declara como bosque protector al Cerro Ilaló (bloque 8) con una extensión inicial de 4 813 Ha; pero años más tarde en la resolución 40 con fecha 20 de enero de 1994, existió una modificación al área total del Bosque Protector Ilaló, la nueva modificación redujo el territorio del bosque protector a 3 267 Ha (López, 2014), desde esa y hasta la presente fecha el Volcán Ilaló forma parte de los Bosques y Vegetación Protectores Circundantes a la Ciudad de Quito. Mediante este acuerdo se dispone que el Municipio de Quito y el Distrito Forestal de Pichincha se encarguen, conjuntamente, del control y la supervisión del área correspondiente al

bosque protector, con el objetivo de mantener inalterable su condición protectora; además en el mismo acuerdo ministerial se prohíben todas las actividades que no sean compatibles con fines de protección y conservación del bosque protector.

La Resolución Metropolitana N° C-350 del 15 de junio del 2012, declara patrimonio natural, histórico, cultural y paisajístico al sistema de quebradas del Distrito Metropolitano de Quito. El objetivo de la resolución es proteger, conservar y recuperar las funciones de las quebradas. Los fines de la resolución son la protección de suelo, flora, fauna, recursos naturales e hídricos, mantener el rol de las quebradas como conectores ecológicos, y fortalecer la identidad y convivencia en las inmediaciones de las quebradas. La resolución promueve la conservación, uso, recuperación y la restauración de las quebradas, de igual manera delega a la Agencia Metropolitana de Control sancionar las infracciones que se efectúen en las quebradas.

En relación a la protección de la fauna y flora del Volcán Ilaló, la Resolución Metropolitana N° C-238 del 15 de marzo del 2012, declara a 7 especies florísticas como especies emblemáticas de la Ciudad de Quito, de ellas 6 se han descrito en el Volcán Ilaló. La resolución promueve las acciones interinstitucionales público-privadas que fomenten la conservación de la vegetación nativa del Distrito Metropolitano de Quito, además la misma resolución establece la promoción de la investigación y la conservación de las especies emblemáticas.

Por otro lado, la Resolución Metropolitana N° C-349 del 18 de junio de 2012 declara como fauna emblemática del Distrito Metropolitano de Quito a 14 especies, entre ellas 7 especies descritas en el Volcán Ilaló. Esta ordenanza encarga a la Secretaría de Ambiente emprender acciones para conservar y difundir la fauna nativa. De igual manera se exhorta a la aplicación de

acciones interinstitucionales para incrementar la investigación, conservación y el manejo adecuado de las especies nativas.

4.3.5.5.2 Delimitar el área de vegetación nativa a aislar

Para la delimitación y clasificación de la zona de conservación se basará en la zonificación expuesta por la Secretaría del Ambiente (2013) y Lara (2016) (Figura 22 y 23). La zona que comprende la quebrada Shullum se encuentra encasillada como zona de recuperación de vegetación y zona de protección y conservación.

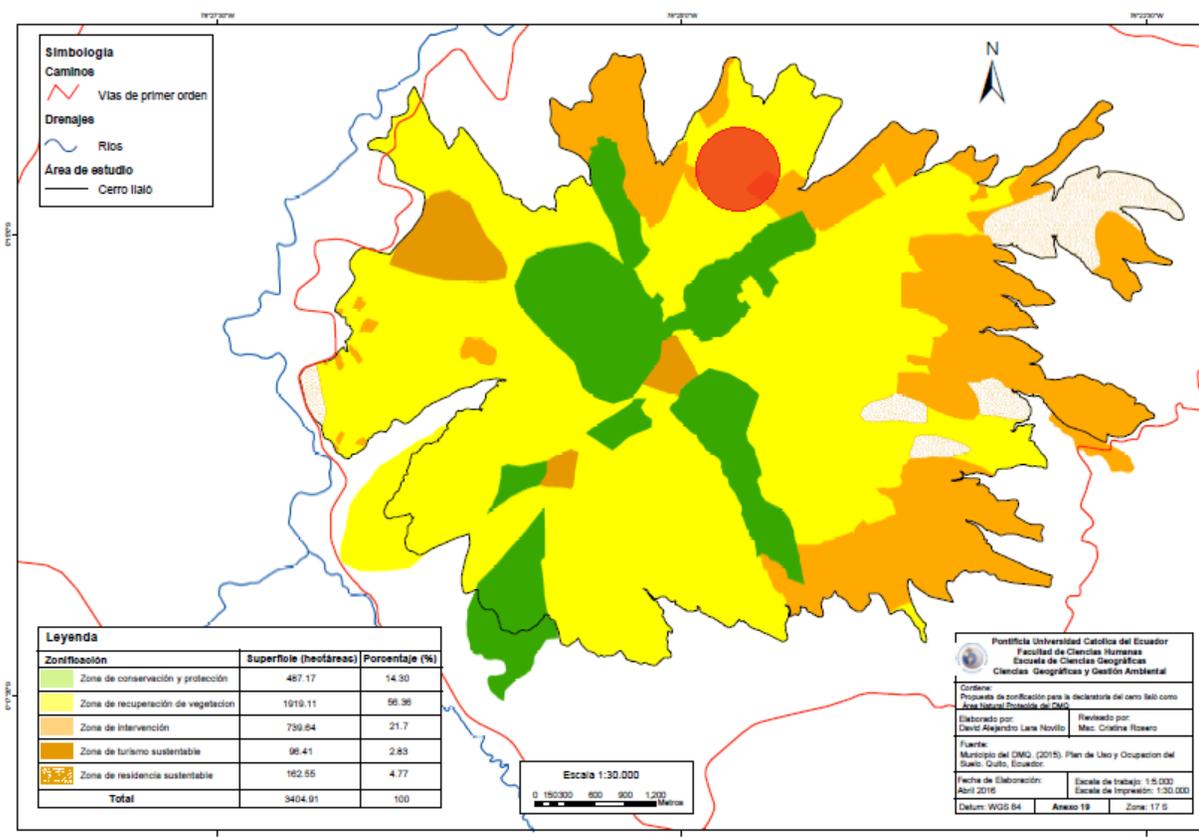


Figura 22. Propuesta zonificación Volcán Ilaló. Área quebrada Shullum (Círculo rojo)

Fuente: (López, 2014) [Modificado]

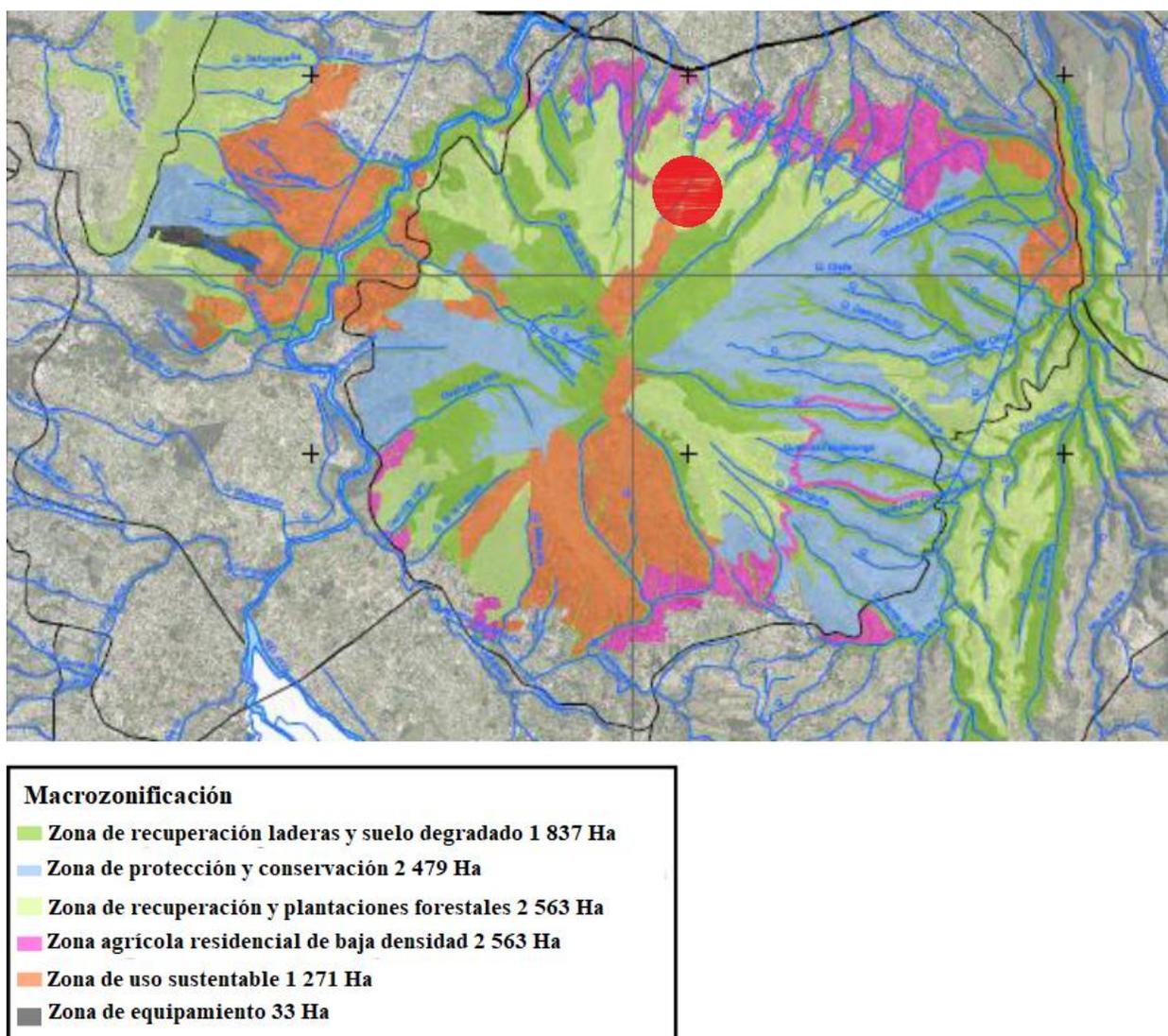


Figura 23. Propuesta AIER Ilaló-Lumbisí. Área quebrada Shullum (Círculo rojo)

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2013) [Modificado]

La delimitación del área a conservar será socializada con las comunas ancestrales involucradas (Bare & Ashton, 2015). Esta vinculación permitirá planificar las acciones correctivas necesarias para implantar una guía de planificación urbanística adecuada a las condiciones sociales y geomorfológicas del bosque protector (Figura 24).



Figura 24. Crecimiento urbanístico sin planificación

4.3.5.5.3 Establecer guías de cultivo de especies nativas

Para la creación de guías de cultivo de especies florísticas arbóreas se hace ineludible el trabajo colectivo con especialistas en el tema de cultivos nativos, para lo cual se establecerán vínculos institucionales entre la Unidad de Espacio Público de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, debido a la exitosa experiencia en producción de especies nativas en el año 2017 (410 011 plantas producidas en vivero) (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas [EPMMOP], 2017), y en el año 2018 (123 219 plantas producidas en vivero)

(Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas [EPMMOP], 2018). Igualmente se incluirá la participación del vivero del Consejo Provincial de Pichincha (Zapata, 2015); (Prefectura de Pichincha , 2017). Esta cooperación incrementará el éxito en la tasa de sobrevivencia de las especies nativas instauradas (Figura 25).



Figura 25. Especies nativas en remanentes boscosos en el Volcán Ilaló

Además, se vinculará a viveros comunales presentes en algunas comunas ancestrales. Siguiendo directrices y guías en manejo de producción de especies nativas (Ordoñez, Arbeláez, & Prado, 2004); (Ecuador Forestal, 2013).

4.3.5.5.4 Establecer áreas susceptibles a reforestar con vegetación nativa

Las áreas a reforestar deben comprender el análisis previo de las condiciones geomorfológicas, debido a la irregularidad el territorio (Briones, Arce, & Tapia, 2009). Debido a que cada especie posee una adaptación tanto fisiológica como estructural que le permite establecerse en un

determinado sitio se requiere del conocimiento técnico y científico para comprender el dinamismo natural de cada especie (Cheesman, Preece, Oosterzee, & Erskine, 2017).

Es por ello que las áreas a reforestar estarán fundamentadas en el mapa de zonificación de Secretaría del Ambiente (2013) y Lara (2016), y la información de cobertura vegetal en el estudio de (López, 2014) (Figuras 26 y 27).

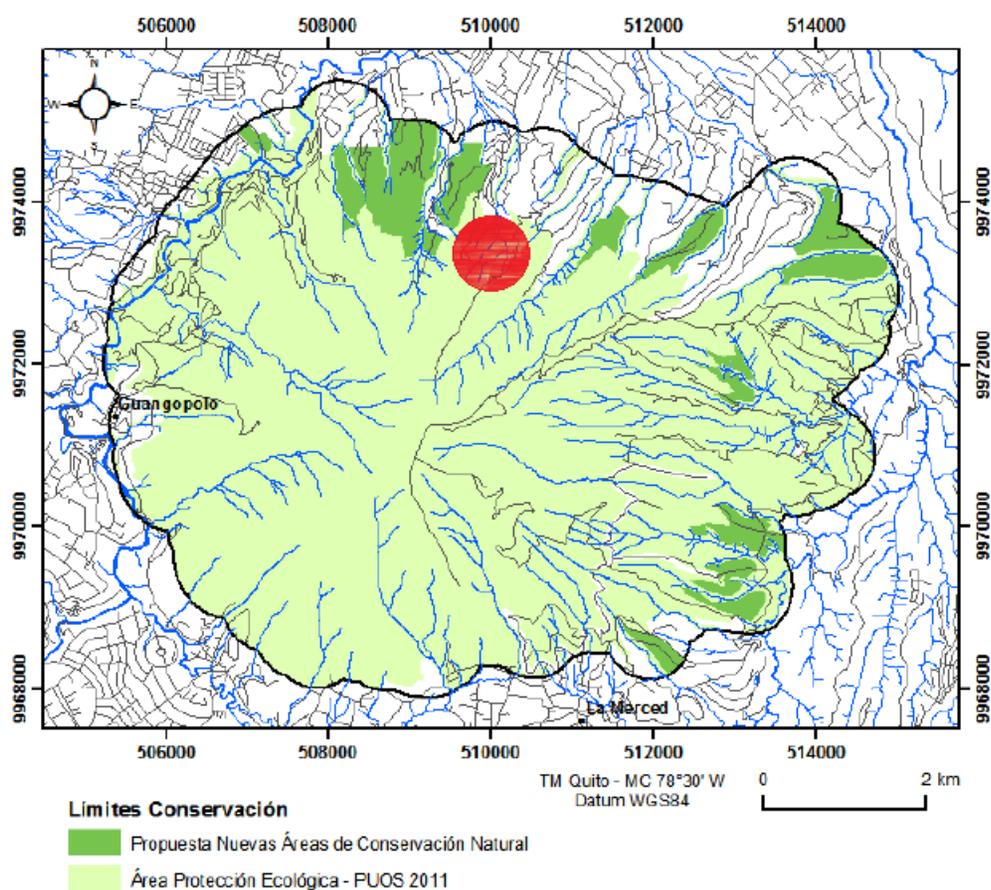


Figura 26. Propuesta de áreas de conservación para el Volcán Ilaló. Área quebrada Shullum (Círculo rojo)

Fuente: (López, 2014) [Modificado]

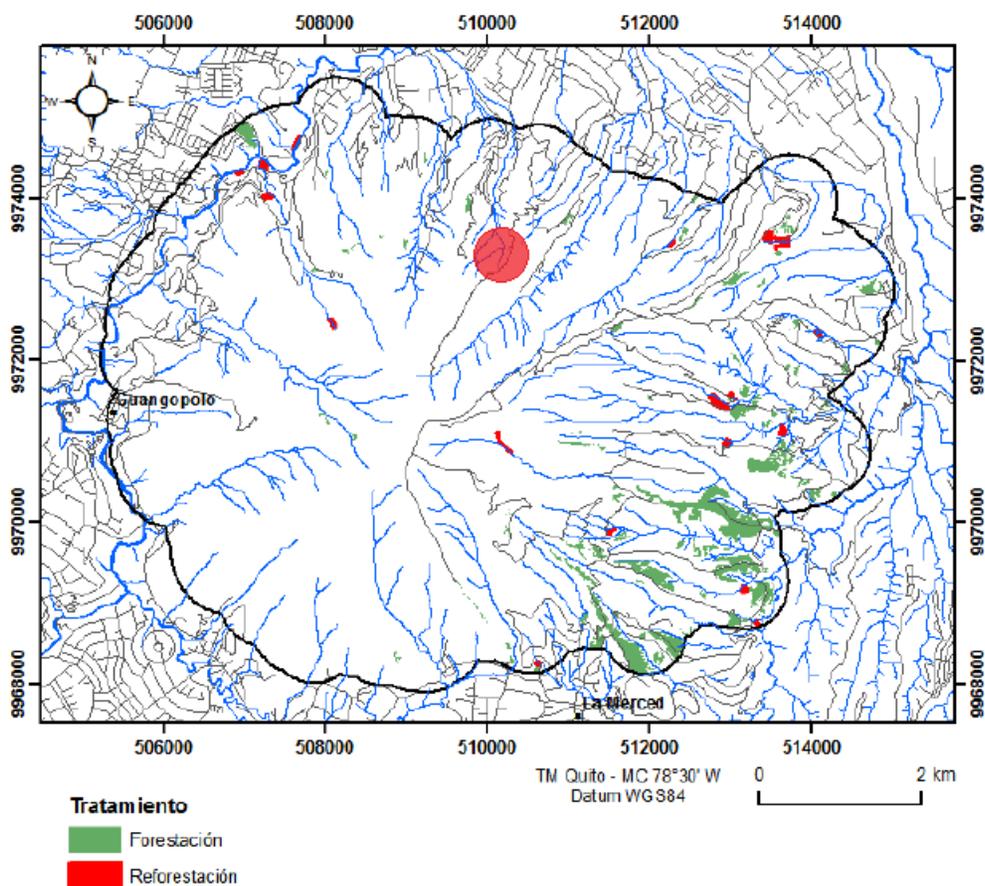


Figura 27. Áreas prioritarias para forestación y reforestación en el Volcán Ilaló. Área quebrada Shullum (Círculo rojo)

Fuente: (López, 2014) [Modificado]

Por otro lado, una acción protectora para la fauna nativa, así como la vegetación reforestada y establecida del bosque protector será el control de natalidad de la fauna doméstica de compañía (Figura 28).

Este tipo de fauna doméstica conlleva algunas consecuencias negativas para la preservación sobretodo de la fauna nativa, entre las consecuencias se destacan el desplazamiento e aislamiento de la fauna nativa, disturbio de las zonas de anidación, propagación de enfermedades, entre otros

(Weber, 2010); (Doherty, y otros, 2017); (Morin, Lesmeister, Nielsen, & Schauber, 2018); (Zapata & Branch, 2018).



Figura 28. Fauna doméstica de compañía encontrada en el interior del Bosque Protector Ilaló

Esta acción persigue conservar la fauna nativa del Bosque Protector Ilaló, como resultado se conseguirá agrandar las poblaciones silvestres de especies faunísticas, a la vez de acrecentará la complejidad de los sistemas ecológicos reavivando la salud ecosistémica del bosque protector (Figura 29).



Figura 29. Fauna nativa amenazada del Bosque Protector Ilaló. A) *Sylvilagus andinus*, B) *Sylvilagus brasiliensis*, C) *Erythrolamprus epinephelus*, D) *Nothoprocta curvirostris*, E) *Zonotrichia capensis*, F) *Turdus fuscater*, G) *Tyto alba*, H) *Geranoaetus melanoleucus*

Fuente: (Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE], 2018).

4.3.5.5.5 Diseñar programas de reforestación con especies nativas

Los programas de reforestación diseñados incluirán un adecuado manejo de los bosques remanentes (Corporación de Manejo Forestal Sustentable [COMAFORS], 2005). Ya que la conservación de los últimos relictos de vegetación nativa brindarán el banco de semillas para la propagación de especies nativas del Bosque Protector Ilaló (Figura 30).



Figura 30. Reforestación con especies arbóreas nativas

Con la utilización de especies nativas adaptadas a la zona se acelerará el proceso de sucesión vegetal (Wang, Wang, & Lee, 2007); que logre recuperar los suelos erosionados y conservar las zonas que aún presentan suelos fértiles (Figura 31). De esta manera se promueve la regeneración natural y la recuperación paulatina de suelos, obteniendo resultados palpables a corto y mediano plazo.



Figura 31. Capa cultivable de suelo en el Bosque Protector Ilaló < 20 cm

Dentro de los programas de reforestación se utilizar herramientas que permitan elevar la tasa de supervivencia de las especies reforestadas. Al respecto existen técnicas que permiten incrementar dicha tasa (Coello, Cortina, Valdecantos, & Varela, 2015), así por ejemplo, la utilización de fertilizantes con acción controlada (Rose, Haase, & Arellano, 2004); (Haase, Alzugaray, & Rose, 2006), retenedores de humedad y microorganismos benéficos (Lazarević, Vilotić, & Keča, 2015); (Asmelash, Bekele, & Birhane, 2016); (So, Ruthrof, Sommeechai, Thaiutsa, & Dell, 2016), así como metodologías relacionadas a la sucesión ecológica de los ecosistemas (Miyawaki, Fujiwara, & Ozawa, 1993); (Schirone, Salis, & Vessella, 2010). Estas herramientas y metodologías

acelerarán la recuperación ecosistémica, es decir se cambiarán las condiciones actuales del bosque protector por condiciones que sostengan la diversidad nativa de la zona (Figura 32).

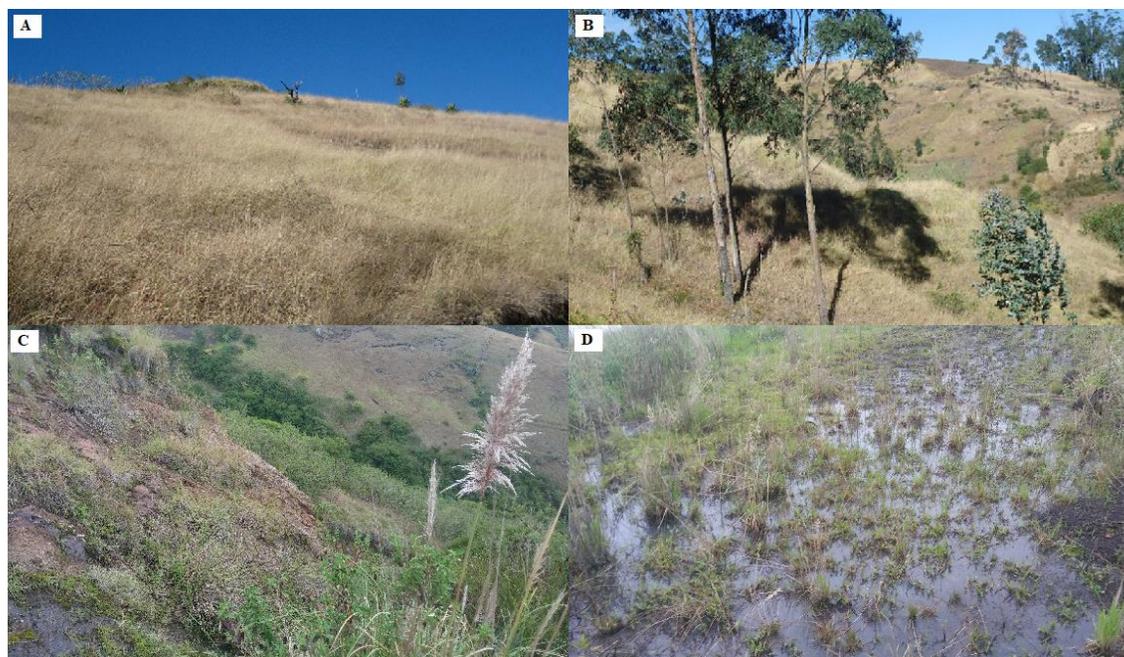


Figura 32. Composición actual de la mayoría del territorio del Bosque Protector Ilaló. A) Vegetación herbácea “barbecho”, B) Colonización de Eucalipto (*Eucalyptus* sp.), C) Afloramiento de toba volcánica “cangahua”, D) Escorrentía

Los programas de reforestación con especies nativas incluirán guías de manejo agroecológico, a causa de que la mayor parte del territorio del bosque protector se encuentra fragmentado en predios comunales. El manejo agroecológico acarreará el cambio de mentalidad extractivista a una concepción ecologista. Para ello se establecerán modelos de acción agroecológica que y se han implementado en el bosque protector (Figura 33). Esta iniciativa tiene como propósito demostrar la factibilidad de aplicación de un manejo agroecológico en la zona.

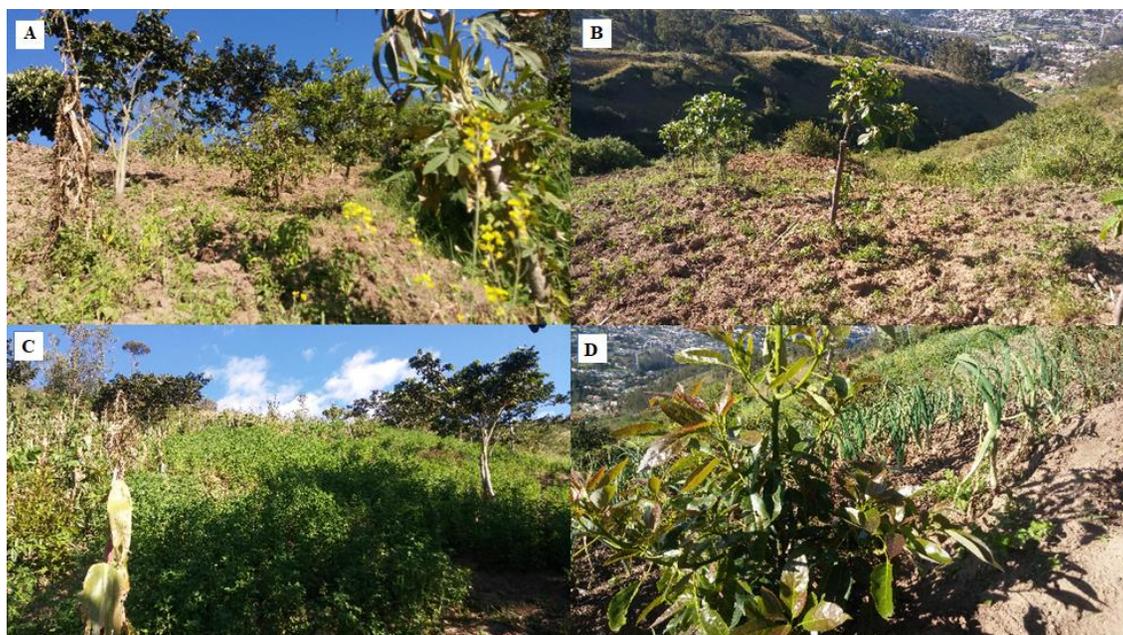


Figura 33. Manejo agroecológico y aplicación de principios de agricultura orgánica en el Bosque Protector Ilaló. A) Reforestación con árboles nativos en laderas con pendientes $> 40^\circ$, B) Utilización de árboles nativos para expansión de vegetación nativa colindante con las quebradas, C) Asociación de cultivos, D) Cultivos perennes y anuales

Con la ejemplificación de proyectos agroecológicos se logrará mostrar las ventajas y beneficios, tanto sociales, culturales, económicos, paisajísticos (Otero, 2000), pero sobretodo ambientales, de la implementación de un manejo agroecológico. Resultado de este proceso se incrementará la reproducción de estas iniciativas en todo el bosque protector (Figura 34).



Figura 34. Productos agrícolas resultado de la aplicación de manejo agroecológico en el Volcán Ilaló. A) Maíz, B) Remolacha, C) Melloco, D) Guabas

Citado el hecho de que la ganadería con especies bovinas es uno de los detonantes para compactación de los suelos en el bosque protector, se planificarán iniciativas que abarquen el uso de camélidos andinos para la recuperación de suelos erosionados (Muñoz, Faz, Acosta, Martínez, & Zornoza, 2015); (Root & Svenning, 2016). Debido al explícito beneficio del uso de fauna doméstica nativa para la conservación de lugares vulnerables a la destrucción ambiental (Rosenthal, 2008).

4.3.5.5.6 Indagar y vincular a instituciones públicas y privadas para conseguir fondos económicos que sustenten los diferentes proyectos.

La continuidad del plan de gestión ecosistémica dependerá del financiamiento que sustente el plan en el tiempo. Para recaudar fondos económicos para el sostenimiento de la propuesta ecosistémica se plantea la vinculación gubernamental involucrada en el tema ambiental, cultural y

social (Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe [RedLAC], 2010); pero además se buscarán vínculos afines con el sector privado.

Los proyectos conservacionistas que, debidamente avalados y monitoreados por las instituciones reguladores ambientales, se puedan realizar en el interior e inmediaciones del Bosque Protector Ilaló, podrán financiar la ejecución del plan de gestión ecosistémica.

Además, con la interacción entre el sector público-privado, se plantea concursar en convocatorias para obtener fondos ambientales que involucren el requerimiento de objetivos encaminados a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe [RedLAC], 2011).

Valores adicionales por permisos y licencias para la aplicación de proyectos ambientales, así como tasas turísticas podrán coadyuvar al soporte económico del plan.

Se realizará el análisis de la implementación de sistemas financieros innovadores como el pago por sistemas ecosistémicos y sus consecuentes compensaciones, promoviendo de esta manera la conservación del ecosistema valorando los beneficios de los ecosistemas naturales.

4.3.5.6 *Evaluación y monitoreo*

Se elaborará un plan de monitoreo el mismo que incluye la posibilidad de inclusión de nuevas circunstancias, para lo cual se el plan ecosistémico debe estar preparado.

La información que se obtenga de los periodos de monitoreo tendrán un exhaustivo tratamiento de retroalimentación ya que de esta información dependerá la continuidad del plan en el futuro. De esta manera se plantearán o se reformarán nuevas estrategias (Figura 35).

Lo que se puede lograr con el proceso de seguimiento es que el plan tenga características flexibles que le permitan adaptarse a las circunstancias cambiantes del entorno en donde se está aplicando.

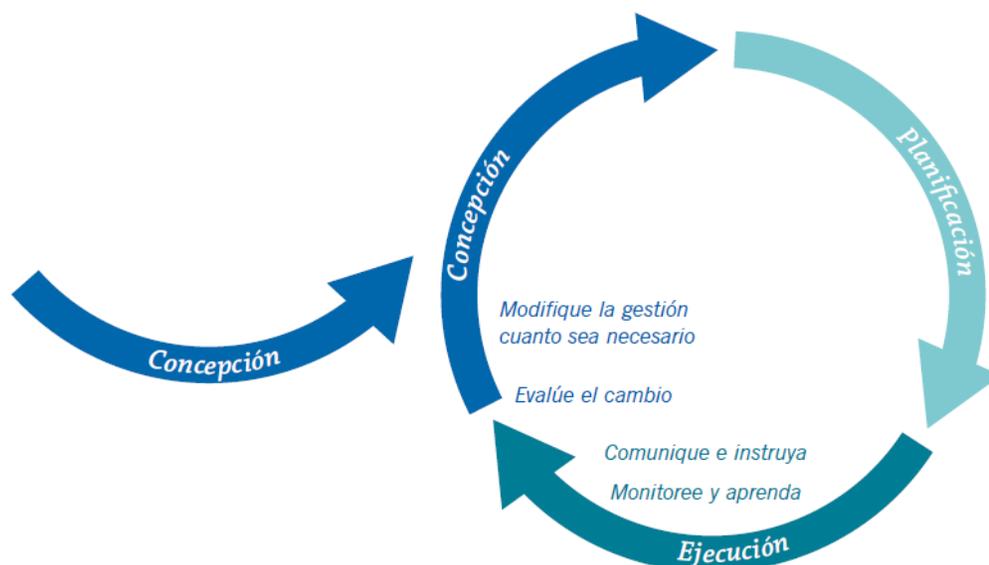


Figura 35. Ciclo de la gestión ecosistémica

Fuente: (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2015)

Se precisa que la información para la realización del monitoreo provenga de diferentes fuentes promoviendo de esta forma la comparación de datos, así como la fuente de la que proviene.

El monitoreo tendrá la capacidad de responder preguntas referentes a sectores participantes, leyes o normas, conceptos y cualquier cambio conductual en el plan de gestión ecosistémica. Con las respuestas a estas incertidumbres se podrá tener una valoración revalidada del monitoreo.

Se compararán las evaluaciones periódicas producto del monitoreo con los objetivos del plan de gestión ecosistémico, de esta manera se podrán adaptar las acciones afirmativas o correctivas necesarias para mantener el plan actualizado y vigente.

4.3.5.7 Divulgación

La comunicación, no solamente de los objetivos de la gestión ecosistémica sino de todo el plan de gestión, así como su enfoque, será una de las bases fundamentales en la que se cimienta la progresiva aplicación del plan. Al ser un tema con múltiples aristas e interconexiones se necesitará de herramientas adecuadas para la comunicación en diferentes niveles de aceptación.

Para este efecto se diseñarán planes de comunicación que serán específicos a los destinatarios a los que se pretende comunicar e informar, dado el hecho de que existen diversas agrupaciones enfoque comprendiendo desde pobladores, visitantes, académicos hasta los tomadores de decisiones.

Los planes de comunicación se sustentarán en una base explicativa primordial como los principios generales, objetivos y estrategias, pero sobretodo los requerimientos que el plan exige de la población enfocada que permita el desarrollo del plan de gestión ecosistémica.

Para la divulgación del plan se necesitará de profesionales debidamente preparados y actualizados para comunicar eficazmente los procesos que persigue la gestión ecosistémica. Así, se elaborará una amplia red de profesionales que permita retroalimentar el plan de gestión ecosistémica.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La diversidad florística en el Bosque Protector Ilaló presenta dominancia de especies nativas como *Dasyphyllum popayanense*, *Eugenia valvata*, *Citharexylum ilicifolium*, *Duranta triacantha*, *Mimosa quitensis*, *Lycianthes lycioides*, *Baccharis latifolia*, así como 2 especies del género *Myrcianthes*. Estas especies presentan gran adaptabilidad para el sitio dónde están establecidas, dada su historia natural y el proceso adaptativo en el que han estado inmersos.
- Los estudios realizados en años anteriores presentan ciertas similitudes en los datos proporcionados por estos en relación a la composición florística presente en el bosque protector. Sin embargo, las discrepancias encontradas en los estudios demuestran que existe diferencia en la composición ecosistémica. De esta forma se evidencia la presencia de una zona de transición ecosistémica que demuestra la heterogeneidad que posiblemente conformaba todo el Volcán Ilaló.
- Se evidenció que la conformación vegetal de la quebrada Shullum está formada por especies florísticas nativas. Además se comprobó el establecimiento del proceso de sucesión vegetal natural que involucra la presencia de vegetación arbustiva nativa *Cacosmia rugosa*, *Baccharis latifolia* y *Byttneria ovata*, este hecho revela la recuperación natural que se está suscitando en las zonas proximidades a la quebrada. No se hallaron especies consideradas como exóticas dentro del cauce de la quebrada; pero se observó la

presencia de especies del género *Eucalyptus* sp., *Kalanchoe* sp., y de las especies, *Pennisetum clandestinum* y *Spartium junceum*, en las periferias de la microcuenca de la quebrada.

- Algunas de las especies nativas encontradas en el presente estudio se encuentran clasificadas como de preocupación menor (LC) por la UICN, y como vulnerable por las bases de datos de entidades involucradas a la conservación. Además, se registraron dos especies endémicas para el Ecuador, catalogadas como casi amenazadas (NT). El ecosistema donde se realizó este estudio está designado como prioridad de conservación por el Ministerio de Ambiente del Ecuador. En consecuencia, el estado de conservación del Bosque Protector Ilaló se puede inscribir como vulnerable dado el hecho de la circundante y progresiva acción antrópica.
- Se comprobó un escaso conocimiento acerca del tema jurisdiccional del bosque protector. Esta situación complica la aplicación y el seguimiento de planes de sociales, agroecológicos y ambientales, dado el hecho de una falta de respaldo reglamentario fuerte que respalde las acciones correctivas, protectoras y conservacionistas con fines aplicables en el bosque protector.
- El plan de gestión ecosistémica propuesta es una tentativa que involucra la información proporcionada por las personas involucradas directamente con el Bosque Protector Ilaló, por lo que persigue aprehender la atención; pero sobretodo la concientización ambiental de las comunidades asentadas en el sitio de estudio. Al mismo tiempo, el plan de gestión ecosistémico posee los lineamientos básicos para la aplicabilidad de estrategias ambientales que conciban la conservación del Bosque Protector Ilaló.

5.2 Recomendaciones

- Se precisa de la aplicación de proyectos multidisciplinarios participativos entre las comunas ancestrales, y las instituciones públicas reguladoras, es decir, Ministerio de Ambiente y el Municipio de Quito. Estos proyectos deben incluir un su desenvolvimiento un enfoque ecosistémico dadas las condiciones ambientales y antrópicas en las que se desenvuelve el Bosque Protector Ilaló.
- Se incita a la producción y vinculación de información científica entre universidades públicas y privadas, con la finalidad de congregar la mayor cantidad de información que conciba la posibilidad de hacer llegar las herramientas necesarias para la cimentación de la gestión ambiental en la zona de estudio.
- La ejecutabilidad de proyectos de recuperación de vegetación nativa en el Bosque Protector Ilaló, tiene que estar respaldada por el Ministerio de Ambiente. Estos proyectos precisan de la colaboración voluntaria con concienciación ambiental que proporcione la ruta propicia para llegar a un conceso en el campo de la gestión ambiental de índole comunal, concibiendo de esta manera la conformación de una mentalidad ecológica sostenible.
- Se exhorta a la comunidad científica, residida principalmente en las instituciones de educación, al desarrollo y producción de información científica que tenga como objeto de estudio la conservación de los relictos de flora y fauna nativa en el Bosque Protector Ilaló. Así también la ejecución de estudios vinculados a la gestión ambiental. Esta información servirá como una fuerte base de conocimiento para respaldar y apuntalar la estructura científico-legal del Bosque Protector Ilaló.

BIBLIOGRAFÍA

- Abagnano, N. (1983). *Diccionario de Filosofía*. México D.F.: México.
- Agee, J., & Jonhsin, D. (1988). *Ecosystem mangaeement for parks and wilderness*. Washington: University of Washintong Press.
- Ágreda, M., García, S., & Rodríguez, A. (2016). El concepto de diversidad entendido por los futuros docentes. *Revista Sonda: Investigación y Docencia en las Artes y Letras*(5), 8-17.
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 115-122.
- Andrade, G. (2016). *Las comunas ancestrales de Quito retos y desafíos en la planificación urbanística*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporaciones Legales.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización [COOTAD]*. Quito, Ecuador: Última Reforma, 2018.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Código Orgánico Integral Penal [COIP]*. Quito, Ecuador: Última reforma 2018.
- Asmelash, F., Bekele, T., & Birhane. (2016). The Potential Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Restoration of Degraded Lands. *Fronteris Microbiology*(7), 1-15.

- Bare, M., & Ashton, M. (2015). Growth of native tree species planted in montane reforestation projects in the Colombian and Ecuadorian Andes differs among site and species. *New Forests*, 47(3), 333-355.
- Barwell, L., Isaac, N., & Kunin, W. (2015). Measuring b-diversity with species abundance data. *Journal of Animal Ecology*(84), 1112-1122.
- Bonifacio, M., & Todd, F. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Briones, E., Arce, S., & Tapia, A. (2009). *Propuesta técnica de criterios para la selección de sitios de reforestación (restauración), de manglares en la costa Ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Ecociencia.
- Cámara, R., & Díaz, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. *Estudios geográficos*, 74(274), 67-88.
- Camarero, J., & Fortin, M. (2006). Detección cuantitativa de fronteras ecológicas y ecotonos. *Ecosistemas*, 15(3), 76-87.
- Canet, L., & Herrera, B. (2012). *Manual para el diseño de planes estratégicos en corredores biológicos*. Costa Rica: Fondo de Encaje de Deuda por Naturaleza EEUU.
- Carmona, J., Ramírez, R., Bojorge, M., González, B., & Cantoral, E. (2016). Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río Magdalena, Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 139-152.
- Cerón, C., Reyes, C., & Simbaña, W. (2015). Flora del Cerro Ilaló. Distrito Metropolitano de Quito. *Diversidad Florística en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador.

- Cheesman, A., Preece, N., Oosterzee, P., & Erskine, P. C. (2017). The role of topography and plant functional traits in determining tropical reforestation success. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), 1029-1039.
- Christensen, N., Bartuska, A., Brown, J., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., . . . Woodmansee, R. (1996). The report of ecological society of America Committee in The Scientific Basis for Ecosystem Management. *Ecological Applications*, 6(3), 665-691.
- Coello, J., Cortina, J., Valdecantos, A., & Varela, E. (2015). Forest landscape restoration experiences in southern Europe: sustainable techniques for enhancing early tree performance. *Unasylva*, 245(66), 82-90.
- Comuna Leopoldo N Chávez. (2011). *Estatutos*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2012a). *Resolución N° C-238*. Quito, Ecuador.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2012b). *Resolución N° C-350*. Quito, Ecuador.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2012c). *Resolución N° C-349*. Quito, Ecuador.
- Conservating Biodiversity in East African Forests. (2002). *A study of the Eastern Arc Mountains*. Newmark, W.D.
- Corporación de Manejo Forestal Sustentable [COMAFORS]. (2005). *Guía práctica para el manejo de bosque secundario*. Quito, Ecuador: Organización Internacional de Maderas Tropicales.
- Cowell, R. (2009). *Biodiversity: concepts, patterns, and measurement*. USA: Princenton University Press.

- Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito [CBDMQ]. (2018). *Plan de prevención y respuesta a incendios forestales del Distrito Metropolitano de Quito 2018*. Quito, Ecuador.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., . . . Torres, O. (2015). *Áreas prioritarias para la conservación del Ecuador continental*. . Quito, Ecuador: Ministerio de Ambiente, CONDESAN, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, GIZ.
- Curipoma, S., Cevallos, D., & Pérez, A. (2018). Composición y estructura florística de dos remanentes de bosque andino montano alto en el Volcán Ilaló, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 39(2), 1-12.
- De Koning, G., Veldkamp, A., & Fresco, L. (1999). Exploring changes in Ecuadorian land use for food production and their effects on natural resources. *Journal of Environmental Management*(57), 221-237.
- Devalle, A., & Vega, V. (1999). *Una escuela en y para la diversidad*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor.
- Doherty, T., Dickman, C., Glen, A., Newsome, T., Nimmo, D., Ritchie, E., . . . Wirsing, A. (2017). The global impacts of domestic dogs on threatened vertebrates. *Biological Conservation*, 210(A), 56-59.
- Dufrene, M., & Legendre, P. (1997). Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345-366.
- Dunn, M. (1974). *Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the literature*. Birmingham, United Kingdom: Centre for Urban and Regional Studies.

- Ecuador Forestal. (2013). *Planificación estratégica. Bosques Nativos en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEL.
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAPQ). (2006). *Plan de Manejo del Cerro Ilaló*. Quito, Ecuador: Programa de Saneamiento Ambiental PSA.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas [EPMMOP]. (2017). *Informe para concejo metropolitano periodo 2014-2017*. Quito, Ecuador.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas [EPMMOP]. (2018). *Informe de gestión administrativa y de talento humano año 2018*. Quito, Ecuador.
- Escribano, R., Encinas, A., & Martín, M. (1997). *Ecotonos: importancia de la transición entre las agrupaciones arbóreas y el matorral en la gestión forestal*. España: Congreso Forestal Español.
- Etimologías de Chile. (2019). *Etimología de diversidad*. Obtenido de <http://etimologias.dechile.net/?diversidad>
- Fernández, S. (2011). *Análisis de Conglomerados*. Madrid, España: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Ferrater, J. (1969). *Diccionario de filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Sudamericana.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., R, E., . . . Vargas, R. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea L-2995.
- Gobierno de Jalisco. (2013). *Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2023*. Guadalajara, México: Dirección de Publicaciones.

- Gobierno de Pichincha. (2017). *Manejo Adaptativo de Riesgos y Vulnerabilidad en la zona lacustres de Mojanda*. Quito, Ecuador: Gestión de Comunicación.
- Gómez, C., & Ayde, E. (2014). *Método Comparativo*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- González, N., Ochoa, S., Pozo, C., Ferguson, B., Rangel, L., Arriaga, S., . . . Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista Biológica Tropical*, 59(3), 1433-1451.
- Grumbine, E. (1994). What is ecosystem management. *Conservation Biology*, 8(1), 27-38.
- Haase, D., Alzugaray, P., & Rose, R. (2006). Nutrient-release rates of controlled-released fertilizers in forest soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*(38), 739-750.
- Halffter, G., Soberón, J., & Koleff, P. (2005). *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Zaragoza, España: M3M Monografías Tercer Milenio.
- Harde, C. (1996). Interrelationships between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development*, 16(3), 174-280.
- Harden, C. (2000). Soil erosion and sustainable mountain development. *Mountain Research and Development*, 21(1), 77-83.
- Haynes, R., Graham, R., & Quigley, T. (1996). *A Framework for ecosystem management in the interior Columbia basin. And portions of the Klamath and Great Basins*. USA: Forest Service.
- Heink, U., & Kowarik, I. (2010). What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecology Indicators*(10), 584-593.

- Heip, C., Herman, P., & Soetaert, K. (1998). Indices of diversity and evenness. *Océanis*, 24(4), 61-87.
- Holland, M., Risser, P., & Naiman, R. (1991). *Ecotones: the role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*. New York: Chapman and Hall.
- Honorable Congreso Nacional del Ecuador. (1937). *Ley de Organización y Régimen de las Comunas*. Quito, Ecuador: Registro Oficial.
- Honorable Congreso Nacional del Ecuador. (2004a). *Ley de Gestión Ambiental*. Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 418.
- Honorable Congreso Nacional del Ecuador. (2004b). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre*. Quito, Ecuador: Registro Oficial Suplemento 418.
- Ibisch, P., & Hobson, P. (2014). *Manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en Sitios de Conservación MARISCO. Guía para la conservación de la biodiversidad basada en ecosistemas mediante un enfoque de adaptación y resistencia frente al riesgo*. Eberswalde, Germany: Centre for Economics and Ecosystem Management.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). Censo Poblacional 2010. En F. Barragán, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tumbaco. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Tumbaco* (págs. 68-75). Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI]. (2018). *Datos Meteorológicos de la Estación La Tola-Tumbaco 2012-2018*. Quito, Ecuador.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. (2019). *IUCN Red List of Threatened Species*. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>

- Jardín Botánico de Quito. (2019). *Plantas nativas de la hoya de Quito*. Obtenido de <http://plantasnativas.visitavirtualjbq.com>
- Jørgensen, P., & León, S. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Botanical Garden*(75), 1-1182.
- Kumar, P., & Mina, U. (2018). *Biodiversity. Ecology and Environment, A short course*. India: Pthfinder.
- Lackey, R. (1998). Seven pillars of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning*, 40(1-3), 21-30.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Eschborn, República Federal de Alemania.
- Lara, D. (2016). *Análisis de la dinámica territorial del Cerro Ilaló que justifica su declaración como área natural protegida del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Disertación previa a la obtención del título en ingeniería geográfica y gestión ambiental. Facultad de Ciencias Geográficas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lazarević, J., Vilotić, D., & Keča, N. (2015). Mycorrhization and use of superabsorbent polymers in targeted production of hardwoods planting material. *Agriculture & Forestry*, 6(1), 295-307.
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Llorente, J., & Morrone, J. (2001). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. México: Universidad Autónoma de México.
- López, M. (2014). *Estudio comparativo de las coberturas vegetales del volcán Ilaló, en tres periodos 1983, 1996 y 2010*. Sangolquí, Ecuador: Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente. Escuela Politécnica del Ejército.
- Medina, M., & Uribe, A. (2012). *Reforestación: Su importancia y aplicación en las instituciones rurales*. Ibagué, Colombia: Universidad de Tolima.
- Metro Ecuador. (2018). Quito: Héctareas afectadas por incendios forestales han disminuido. Obtenido de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2018/08/30/incendios-forestales-quito.html>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1988). *Acuerdo Ministerial N° 127*. Quito, Ecuador: Registro Oficial 923.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Rural y Marino. (2011). *Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestre en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas*. España.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte [MOPT]. (1993). *Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación*. Madrid, España: Series Monográficas.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente Perú. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Lima, Perú.

- Miyawaki, A., Fujiwara, K., & Ozawa, M. (1993). Native forest by native trees: restoration of indigenous forest ecosystem: reconstruction of environmental protection forest by Prof. Miyawaki's method. *Institute of Environmental Science and Technology*(19), 72-107.
- Morales, E. (2000). El Método comparativo en ecología vegetal. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*(66), 37-52.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo.
- Morin, D., Lesmeister, D., Nielsen, C., & Schauber, E. (2018). Landscape composition and human occupation mediate the distribution and potential impact of non-native carnivores. *Global Ecology and Conservation*(15), 1-12.
- Morris, K., Caruso, T., Buscot, F., Fischer, M., Hancock, C., Maier, T., . . . Rillig, M. (2014). Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and Evolution*, 4(18), 3514-3524.
- Morrone, J., Espinosa, D., Fortino, A., & Posadas, P. (1999). *El arca de la biodiversidad*. México: UNAM.
- Mörsdorf, M. (2015). *Effects of local and regional drivers on plant diversity within tundra landscapes*. Norway: Dissertation submitted in partial fulfillment of a joint Philosophiae Doctor degree in Biology between the University of Iceland and UiT The Arctic University of Norway.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: El País.

- Müeller, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York, EUA: John Wiley and Sons.
- Müller, F. (2013). Ecological Indicators: Ecosystem Health. En *Encyclopedia of Environmental Management* (págs. 599-613). CRC Press.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2014). *Los Árboles Patrimoniales de Quito*. Quito, Ecuador.
- Muñoz, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139-156.
- Muñoz, M., Faz, A., Acosta, J., Martínez, S., & Zornoza, R. (2015). Effect of South American grazing camelids on soil fertility and vegetation at the Bolivian Andean grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*(207), 203-210.
- Museo Ecuatoriano de Ciencias Biológicas . (2010). *Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito: Diagnóstico Bioecológico y Socioambiental. Reporte Técnico I*. Quito, Ecuador: Serie de Publicaciones MECN.
- NOVUM. (2014). *Plan de intervención ambiental integral en las quebradas de Quito*. Quito, Ecuador.
- Núñez, I., González, E., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Intercencia*, 28(7), 387-393.
- Oleas, N., Ríos, B., Peña, P., & Bustamante, M. (2016). Plantas de las quebradas de Quito: Guía Práctica de Identificación de Plantas de Ribera. *Serie de Publicaciones Científicas, Universidad Tecnológica Indoamérica*(2), 1-132.

- Ordoñez, L., Arbeláez, M., & Prado, L. (2004). *Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra Ecuatoriana y Norte del Perú*. Quito, Ecuador: EcoPar-Fosefor-Samiri.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2012). *Conferencia de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas Río 2012*. Río de Janeiro, Brasil: ONU.
- Orgeira, J. (2017). *Diversidad*. Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Otero, I. (2000). Paisaje y educación ambiental. *Observatorio Medioambiental*(3), 35-50.
- Pérez, M. (2013). Concepciones de biodiversidad: una mirada desde la diversidad cultural. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(12), 133-151.
- Pirot, J., Meynell, P., & Elder, D. (2000). *Ecosystem Management: lessons from around the world. A guide for development and conservation practitioners*. United Kingdom: IUCN.
- Ponce, H. (2006). *La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales*. México: Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE]. (2018). *BIOWEB Ecuador. Portal FLORAWEB*. Obtenido de <https://bioweb.bio/>
- Prefectura de Pichincha . (2017). *Vivero San Antonio de Pichincha*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2015). *Medidas para la gestión ecosistémica de las zonas marinas y costeras. Guía de introducción*. Nairobi, Kenia: PNUMA.

- Ramírez, J. (2012). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como herramienta de planeación estratégica en las empresas*. Xalapa, México: Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana.
- Ramos, J. (2012). Cuando se habla de diversidad ¿de qué se habla? Una respuesta desde el sistema educativo. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 34(1), 79-81.
- Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe [RedLAC]. (2010). *Fondos ambientales y pagos por servicios Ambientales*. Río de Janeiro: Proyecto de capacitación de RedLAC para fondos ambientales.
- Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe [RedLAC]. (2011). *Estrategias de Recaudación de Fondos para los Fondos Ambientales*. Río de Janeiro: Proyecto de Capacitación de RedLAC para los Fondos Ambientales.
- Red Natura 2000. (2013). *Guía para la Evaluación del Estado de Conservación de los Hábitats y Especies en Red Natura 2000*. Valencia, España.
- República del Ecuador. (2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Decreto Ejecutivo 3516, Última Modificación 2017.
- República del Ecuador. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [Senplades].
- Root, M., & Svenning, J. (2016). Prospects for rewilding with camelids. *Journal of Arid Environments*(130), 54-61.
- Rose, R., Haase, D., & Arellano, E. (2004). Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Bosque*, 25(2), 89-100.

- Rosenthal, J. (2008). The impact of native versus introduced livestock in the Chimborazo Faunal Production Reserve, Ecuador. En T. Amend, J. Brown, A. Kothari, A. Phillips, & S. Stolton, *Protected Landscapes and Agrobiodiversity Values* (págs. 31-32).
- Saldise, G., Gómez, N., López, M., & Rodrigálvarez, A. (2008). Teoría y práctica del transecto como método de inventario para el sabinar (*Juniperus thurifera*). *Nemoris*. Obtenido de http://www.nemoris.net/uploads/Transectos_sabinares.pdf
- Sánchez, J. (2012). *Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado*. Quito, Ecuador: Digital Innovación.
- Sánchez, U., Niño, S., Barrientos, L., Sandoval, F., & Martínez, I. (2017). Valor indicador de las especies de Chrysomelidae (Coleptera) en un gradiente elevacional el noreste de México. *Entomología mexicana*(4), 434-442.
- Schirone, B., Salis, A., & Vessella, F. (2010). Effectiveness of the Miyawaki method in Mediterranean forest restoration programs. *Landscape and Ecological Engineering*, 7(1), 81-92.
- Secretaria de Ambiente. (2013). *Caracterización del Área de Intervención Especial y Recuperación del volcán Ilaló y Bosque Protector Flanco Oriental del Volcán Pichincha y Cinturón Verde de Quito – Bloque 8*. Quito, Ecuador.
- Siddig, A., Ellison, A., Ochs, A., Villar-Leeman, C., & Lau, M. (2015). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. *Ecological Indicators*(60), 223-230.
- So, T., Ruthrof, K., Sommeechai, M., Thaiutsa, B., & Dell, B. (2016). Response of directly seeded high-value timber species to microorganisms, fertiliser and a water retention polymer:

- implications for reforestation of agricultural lands in Southeast Asia. *Journal of Forest Science*, 62(3), 126-136.
- Southeast Asian Fisheries Development Center, Aquaculture Department. (1994). Genetic, species, and ecosystem diversity. *Aqua Farm News*, 12(3), 2-3.
- Tejada, C., Mehlreter, K., & Sosa, V. (2008). Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. En R. Manson, *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación* (págs. 271-278). México: Instituto Nacional de Ecología.
- Trigoso, J. (2008). *Bases técnicas para el manejo forestal en bosques secundarios*. Lima, Perú: Proyecto PD 138/02.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2015). *Lista de especies para restauración. Oficina Regional para México, América Central y el Caribe [ORMACC]*.
Obtenido de <https://www.especiesrestauracion-uicn.org>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (1980). *Estrategia Mundial para la Conservación. La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). World Wildlife Fund (WWF).
- Vargas, G., & Hidalgo, J. (2013). Sucesión de un bosque tropical seco en la Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación*, 5(2), 261-269.
- Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., . . . Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt.

- Wang, F., Wang, Z., & Lee, J. (2007). Acceleration of vegetation succession on eroded land by reforestation in a subtropical zone. *Ecological Engineering*, 31(4), 232-241.
- Weber, M. (2010). *Perros (Canis lupus familiaris) y gatos (Felis catus) ferales en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México: Diagnóstico, efectos en la fauna nativa y perspectivas de control*. Campeche, México: Proyecto PNUD-CONANP.
- Wilson, E. (1997). Introduction. En M. Reaka, *Biodiversity II* (págs. 1-3). Washington DC, USA: Joseph Henry Press.
- Wood, C. (1994). Ecosystem management: achieving the new land ethic. *Renewable Natural Resources*(12), 6-12.
- Zapata. (2015). *Plan de desarrollo turístico de la red de turismo solidario y sostenible mitad del mundo*. Quito, Ecuador: Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Turística y preservación Ambiental. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Zapata, G., & Branch, L. (2018). Mammalian carnivore occupancy is inversely related to presence of domestic dogs in the high Andes of Ecuador. *PLoS ONE*, 13(2), 1-17.

ANEXOS