



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA GEÓGRAFA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PARQUE PERLA UBICADO EN
LA CIUDAD DE LAGO AGRIO**

AUTORA: ASTUDILLO CHICAIZA, KAREN PAMELA

DIRECTOR: DR. RODRÍGUEZ ESPINOSA, FABIÁN FRANCISCO

SANGOLQUÍ

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PARQUE PERLA UBICADO EN LA CIUDAD DE LAGO AGRIO” fue realizado por la estudiante *Astudillo Chicaiza Karen Pamela* 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 las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 17 de Julio de 2019



Firma

Dr. Fabián Francisco Rodríguez Espinosa, PhD., MSc.
Director del Trabajo de Titulación



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

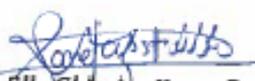
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Astudillo Chicaiza Karen Pamela*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PARQUE PERLA UBICADO EN LA CIUDAD DE LAGO AGRIO”, es de mi autoría y de mi responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las 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 Julio de 2019

Firma


Astudillo Chicaiza Karen Pamela
CC: 1500841398



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

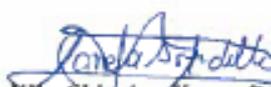
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORIZACIÓN

Yo, Astudillo Chicaiza Karen Pamela, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PARQUE PERLA UBICADO EN LA CIUDAD DE LAGO AGRIO", en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 17 de Julio de 2019

Firma


Astudillo Chicaiza Karen Pamela

CC: 1500841398

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia porque es el fruto del esfuerzo que cada uno de ellos ha realizado para que yo logre cumplir mi meta, en especial se lo dedico a mi madre porque es la inspiración de mi esfuerzo y entrega en cada obstáculo superado.

Pamela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para continuar cada día y así cumplir mis sueños, porque cada vez que caía Él era quien me levantaba.

A toda mi familia, principalmente a mi padre Guillermo, a mi madre Wilma y a mi hermano Sebastián por confiar en mí, por estar a mi lado en cada momento de mi vida, tanto en los buenos como en los malos momentos que es cuando más he necesitado de un hombro para llorar o de un abrazo para festejar y sobre todo por ayudarme a conseguir esta tan anhelada meta.

A mi amado esposo Josué, por su paciencia, su amor, su energía para empujarme a seguir adelante, por llenarme de valentía y confianza cada vez que un obstáculo se me presentaba.

A mis amigos por brindarme su amistad y su ayuda cuando necesité, y sobre todo por compartir momentos inolvidables que permanecerán grabados en mi corazón.

A Hillary y a Henry por ser partícipes en la ejecución de las actividades que se desarrollaron para la realización del proyecto.

Además quiero agradecer a los docentes que me ayudaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo.

A mi tutor Dr. Fabián Rodríguez por su paciencia y dedicación, al Ing. Santiago Rojas y al M.Sc. Carlos Mestanza por su orientación en el desarrollo de mi tesis.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas, en especial a los profesores de la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente por brindarme sus conocimientos y compartir sus experiencias que serán útiles en mi vida como profesional.

Finalmente agradezco al GAD Municipal de Lago Agrio y a la administración del Parque Perla por haberme brindado las facilidades necesarias y la información correspondiente para el desarrollo de este proyecto.

A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN POR PARTE DE LA ESPE	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación e importancia	3
1.4. Área de influencia.....	4
1.5. Objetivos.....	5
1.6. Metas	5
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Ecosistemas	7
2.1.1. Conformación del ecosistema.....	7
2.1.2. Los bosques	10
2.1.3. Bosques Tropicales.....	11
2.1.4. Tipos de bosques tropicales	12
2.2. Áreas Naturales Protegidas.....	12
2.2.1. Clasificación de las áreas naturales protegidas	14
2.3. Funciones y servicios ecosistémicos	15
2.3.1. Bienes y servicios ambientales	16

2.3.2.	Bienes y servicios ambientales de los bosques tropicales	17
2.3.3.	Los bosques como sumidero de carbono	18
2.4.	Economía Ambiental	18
2.4.1.	Valoración económica ambiental	19
2.4.2.	Métodos de valoración económica	20
2.4.3.	Análisis costo – beneficio.....	23
CAPÍTULO III		24
METODOLOGÍA		24
3.1.	Delimitación de la zona de estudio.....	24
3.2.	Determinación del valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla.	25
3.2.1.	Imagen satelital.....	26
3.2.2.	Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).....	26
3.2.3.	Recopilación de la información para la estimación de la biomasa aérea	27
3.2.4.	Trabajo de campo	27
3.2.5.	Estimación de la biomasa aérea.....	29
3.2.6.	Ecuación de correlación	32
3.2.7.	Biomasa aérea total.....	33
3.2.8.	Conversión de Biomasa a Carbono	34
3.2.9.	Determinación del valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla	34
3.3.	Determinación del valor económico del servicio ambiental de uso y recreación del parque Perla mediante el coste de viaje individual.....	34
3.3.1.	Diseño de la encuesta	35
3.3.2.	Tamaño de la muestra.....	39
3.3.3.	VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO DEL MCV INDIVIDUAL	39
CAPITULO IV		42
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS		42
4.1.	Identificación de coberturas vegetales existentes del parque Perla.....	42
4.2.	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)	43
4.2.1.	Biomasa aérea de las coberturas vegetales parque Perla.....	44
4.2.2.	Ecuación de regresión.....	45
4.2.3.	Biomasa aérea total del parque Perla.....	45

4.2.4.	Cálculo del Carbono almacenado por el bosque del parque Perla	48
4.2.5.	Valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla.....	48
4.3.	Aplicación de la encuesta	49
4.3.1.	Tamaño de la muestra.....	51
4.3.2.	Resultado de la aplicación de las encuestas	51
4.3.3.	Estimación del valor económico del servicio ambiental recreativo del Parque Perla.....	55
4.3.4.	Cálculo del excedente de consumidor	56
4.3.5.	Valor económico del servicio ambiental de recreación del parque Perla.....	57
4.3.6.	Valor económico de los servicios ambientales del Parque Perla	58
4.3.7.	Análisis Beneficio Costo	58
CAPÍTULO V		59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		59
5.1.	Conclusiones	59
5.2.	Recomendaciones	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Bienes y servicios ambientales</i>	16
Tabla 2 <i>Características de la Imagen satelital</i>	26
Tabla 3 <i>Especies arbóreas del Parque Perla</i>	30
Tabla 4 <i>Tamaño de muestra para cada cobertura</i>	31
Tabla 5 <i>Biomasa en la cobertura de B.S fragmentada</i>	44
Tabla 6 <i>Datos de Biomasa por tipo de cobertura del Parque Perla</i>	45
Tabla 7 <i>Datos de Biomasa del Parque Perla</i>	46
Tabla 8 <i>Toneladas de Carbono en el bosque del Parque Perla</i>	48
Tabla 9 <i>Valoración de los servicios ambientales del Parque Perla</i>	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de influencia.....	4
Figura 2. Ecosistema acuático.....	8
Figura 3. Ecosistema Terrestre.....	9
Figura 4. Ecosistema mixto.....	10
Figura 5. Funciones del medio ambiente	16
Figura 6. Métodos de Valoración Económica.....	21
Figura 7. Zona de estudio.....	24
Figura 8. Herramienta Raster Calculator en Arcgis	27
Figura 9. Esquema para la toma de datos de DAP	28
Figura 10. Punto para tomar medida de DAP	29
Figura 11. Toma de muestras	32
Figura 12. Índice NDVI en cada hectárea del Parque Perla.....	33
Figura 13. División de regiones para lugares de procedencia.....	38
Figura 14. Coberturas vegetales del Parque Perla.....	42
Figura 15. Índice de vegetación de diferencia normalizada.....	43
Figura 16. Gráfica de la ecuación de regresión para la biomasa.....	45
Figura 17. Sexo de los visitantes del Parque Perla.....	52
Figura 18. Nivel de educación de los visitantes del Parque Perla.....	52
Figura 19. Educación de los visitantes por sexo del Parque Perla	53
Figura 20. Ingreso mensual de los visitantes del Parque Perla	53
Figura 21. Visitas por ingreso mensual del Parque Perla.....	54
Figura 22. Costo de viaje por ingreso de los visitantes del Parque Perla.....	54
Figura 23. Costo de viaje por número de visitas al Parque Perla.....	55
Figura 24. Resultados en STATA	56
Figura 25. Excedente de consumidor	57

RESUMEN

En el presente estudio se realizará la valoración económica de los servicios que ofrece el bosque del Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio “Perla” ubicado en la ciudad de Lago Agrio de la provincia de Sucumbíos mediante la aplicación de los métodos de Coste de viaje y Almacenamiento de carbono. Para el método de valoración de coste de viaje se realizaron encuestas a los turistas para determinar los gastos ocasionados por el desplazamiento hacia la zona de recreación mediante el cálculo del excedente de consumidor; se elaboró una encuesta de 20 preguntas aplicada de forma aleatoria a 378 visitantes del parque, mediante el cálculo de excedente de consumidor se obtuvo que el el valor económico del servicio ambiental de uso y recreación del parque es de \$1040.801,09. Para la obtención del valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono se utilizaron imágenes satelitales para la determinación de los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de las diferentes coberturas vegetales existentes, además se estimó la biomasa forestal del parque para obtener las toneladas de dióxido de carbono que almacena el bosque del parque Perla y generar una ecuación de regresión que relacione la variación de los niveles digitales del NDVI con la biomasa. De esta manera se obtuvo que el bosque almacena aproximadamente 61.006,74 *ton CO₂* y por los certificados forestales que otorga el banco mundial por tonelada de dióxido de carbono se obtuvo el valor económico de \$ 213.523,57. Finalmente el total de la valoración económica de los servicios ambientales de uso y recreación, y almacenamiento de carbono del parque Perla en el año 2018 fue de \$ 1 254.324,66.

PALABRAS CLAVE:

- **BIOMASA**
- **ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA**
- **VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL**
- **MÉTODO DE COSTO DE VIAJE**
- **MÉTODO DE CAPTURA DE CARBONO**
- **PARQUE ECOLÓGICO RECREACIONAL DE LAGO AGRIO**

ABSTRACT

In the present study will estimate the economic valuation of the environmental services offered by the Perla Park which is located in the city of Lago Agrio, Sucumbios province. In order to estimate economic benefits of Perla Park, the methods of travel cost and carbon storage was applied. A questionnaire was applied to visitors to determine their expenses to reach the recreation area. Based on survey results, visitor's consumer surplus was estimated. The questionnaire was randomly applied to 378 park visitors. The result shows the economic value of the park's environmental use and recreation service was US\$1,040,801.09. Regarding carbon storage, satellite images were used to determine the vegetation indices of normalized difference (NDVI) for existing vegetation cover. Forest biomass was estimated to obtain the tons of carbon dioxide stored by the Perla Park and generate a regression equation that relates the variation of the digital levels of the NDVI with the biomass. In this way it was obtained that the forest stores approximately 61,006.74 *ton CO₂* and by the forestry certificates that the world bank pays per ton of carbon dioxide, the environmental economic value of US\$ 213,523.57 was obtained. Finally, the total economic valuation of the environmental services of the Perla Park obtained in the year 2018 was US\$1,254,324.66.

KEY WORDS:

- **BIOMASS**
- **NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX**
- **ECONOMIC VALUATION ENVIRONMENTAL**
- **TRAVEL COST METHOD**
- **CARBON CAPTURE METHOD**
- **PARQUE ECOLÓGICO RECREACIONAL DE LAGO AGRIO**

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Desde el año de 1992 en la Convención sobre el Cambio Climático en Brasil varios países acordaron tomar medidas para reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero, luego en el protocolo de Kioto acordaron reducir en 5% dichas emisiones (Chambi Condori, 2001). De esta manera se han venido ejecutando diferentes compromisos que tienen que ver con el cuidado del medio ambiente, en especial los compromisos adquiridos por la República del Ecuador en el Acuerdo de París en el año 2016, como por ejemplo su contribución en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la experiencia que nuestro país ha tenido en la aplicación de políticas de conservación, gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono (MAE, 2016), generando mayor interés en el análisis y cuidado de los ecosistemas forestales y temas relacionados con la función del medio ambiente como receptor y asimilador de residuos.

Labandeira, León, & Vázquez (2006) acotan que es muy importante definir al medio ambiente como sustentador de procesos bióticos y abióticos de recuperación y generación de subproductos de los procesos de producción y consumo, y para ello está la economía ambiental en la cual, existen varios métodos dentro de la valoración económica que nos permiten dar un valor monetario a los beneficios que los bosques proveen a los seres humanos.

La valoración económica está compuesta por valores distintos que no se excluyen entre sí, pero que pueden ser analizados uno por uno o pueden ser sumados para la determinación del valor económico total de un área (Lomas, Martín, Loiut, Montoya, & Montés, 2015). En este estudio se realizará la valoración económica del Parque Perla mediante los métodos de Captura de Carbono y Coste de viaje para determinar el beneficio que éste provee a los habitantes de la ciudad de Lago Agrio.

Se han elaborado varios estudios en los temas ya mencionados, para la valoración económica de la captura de carbono se tiene el trabajo realizado por Orellana Díaz (2012) en Honduras, quien realizó la estimación del carbono almacenado en el Parque Nacional Montaña de Celaque mediante una clasificación supervisada de una imagen satelital Landsat TM 2011, obteniendo como resultado que la zona boscosa del parque almacena 5 986.939,3

TM (tonelada métrica) de carbono. En el Ecuador existen pocos estudios relacionados con el secuestro de carbono y uno de ellos es el estudio realizado por Echeverría et al. (2017) en el cual se calculó la biomasa aérea y por consiguiente el carbono capturado de la reserva biológica Yanacocha mediante la utilización de una imagen satelital RapidEye del año 2010, los resultados mostraron que el bosque de la mencionada reserva captura 17,64 Tn C/Ha.

Para el método de coste de viaje se tiene a Tobarra González (2016) su estudio tuvo como objetivo conocer el valor de uso recreacional del Parque Regional El Valle y Carrascoy en España, empleando el método de Coste de Viaje; se realizaron encuestas a 215 individuos elegidos al azar para así calcular el excedente de consumidor o el beneficio que obtiene una persona al visitar dicha zona, teniendo como resultado 5€ por persona. En cuanto al ámbito nacional para el mismo método se cuenta con la investigación realizada por Espinosa et al. (2016) el cual tuvo como propósito la determinación del aporte del Parque Nacional Podocarpus al bienestar de sus ciudadanos, las encuestas fueron realizadas a 284 individuos; sus resultados demuestran que el beneficio económico del servicio de recreación del Parque Nacional Podocarpus es de 870.775,15 US\$ anuales.

1.2.Planteamiento del problema

Son muchas las razones que nos llevan a pensar que el crecimiento económico se ha conseguido a costa del entorno ambiental ya que, no es desconocido el hecho de que el exponencial crecimiento poblacional ha obligado a que la expansión urbana llegue hasta lugares que en el pasado nunca se llegó a imaginar; la demanda de recursos y espacio para satisfacer las necesidades del hombre obligan a destruir bosques enteros. Rojstaczer (citado en Lomas et al., 2015) señala que la ciencia y la tecnología nos ha obligado a modificar la estructura de los sistemas ecológicos, hasta llegar a transformar la mitad del planeta y que la concentración de dióxido de carbono se ha incrementado casi un 30%, y además debido a la deforestación alrededor de un cuarto de las especies de aves están en peligro de extinción. Por otro lado, estos ecosistemas proporcionan a la humanidad bienes y servicios que son vitales para el desarrollo económico y el bienestar común. Pero, las transformaciones producidas por el hombre alteran el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas, minimizando los bienes y servicios que éstos nos proporcionan.

Proteger las áreas naturales es de vital importancia pero muchas veces preferimos alterar estos sitios ya sea construyendo edificaciones o cultivando, porque eso ante nuestros ojos se

traduce como bienestar social, es decir dinero; pero estamos dejando de lado el valor real que estas áreas proveen a los seres humanos y una de las razones por las que es difícil comprender el beneficio que éstos nos generan, es porque no lo percibimos como un valor monetario, por tal motivo es necesario hallar una “medida” que refleje estos beneficios (bienes y servicios ambientales) como “dinero” y que pueda ser comparado como indicador del bienestar social. Gracias a la economía ambiental específicamente a la Valoración económica de los bienes y servicios ambientales, esto se puede lograr.

1.3. Justificación e importancia

Los beneficios económicos que nos brindan las áreas naturales muchas veces son omitidos ya que son encubiertos con la ejecución de proyectos alternativos que son palpables a los ojos de la sociedad. Un camino viable para alcanzar el aprovechamiento sustentable de las áreas naturales es determinar el valor monetario de las funciones y servicios que ofrecen éstas áreas, mediante la valoración económica ambiental.

Desde este punto de vista los bosques prestan varios servicios ambientales al planeta como el servicio de uso y recreación y sobre todo el servicio de absorción de uno de los más dañinos gases de efecto invernadero como es el dióxido de carbono, esta fijación de carbono lo realizan los bosques mediante el proceso de fotosíntesis fijando el carbono en la biomasa y liberando oxígeno (De la Peña, Rojas, & De la Peña, 2010). Esta función ambiental que cumplen los bosques como generador de oxígeno puro es vital para el desarrollo de la vida, de esta forma Azqueta (citado en Ortiz Paniagua et al., 2013) afirma que la información que provee la valoración económica de los servicios ambientales de áreas naturales es útil para la toma de decisión sobre: inversión en conservación y mejora, y la recuperación o restauración de entornos degradados.

Con la valoración económica del Parque Perla se obtendrá el valor monetario del beneficio que el bosque de éste parque brinda a los ciudadanos de Lago Agrio para que así las autoridades competentes de la ciudad le den la importancia debida a las áreas protegidas de la región y no permitan que la frontera urbana se amplíe cada día más hacia las áreas naturales y destruyan estos sitios que son vitales para mantener el equilibrio en nuestro planeta.

1.4. Área de influencia

La provincia de Sucumbíos está ubicada en la región amazónica del Ecuador al norte del país, cuenta con siete cantones. El cantón Lago Agrio (ver Figura 1) es su capital y su superficie es de 380 km^2 aproximadamente, se encuentra a 297 msnm. y cuenta con un clima lluvioso tropical. Lago Agrio está ubicado a 5 horas desde la ciudad de Quito y dispone de varios sitios turísticos como el Parque Perla, Parque Ecológico Nueva Loja, Pesa Deportiva “La Sirenita”, La Laguna Julio Marín, Parque Recreativo Nueva Loja, El Río Aguarico, lugares donde se pueden realizar actividades ecológicas.

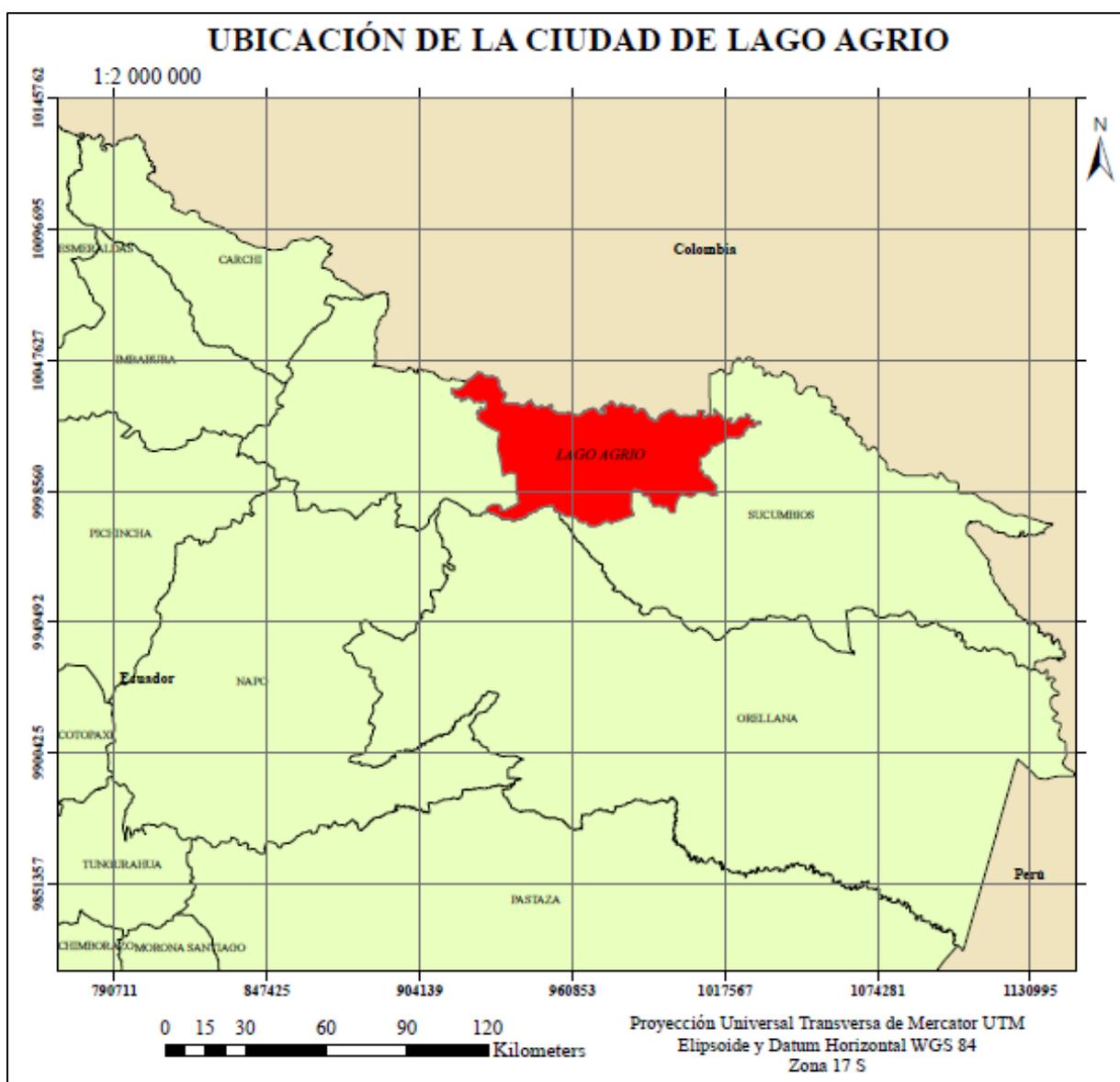


Figura 1. Área de influencia

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar el valor económico de los servicios ambientales de recreación y almacenamiento de carbono del parque Perla, mediante la aplicación de los métodos de coste de viaje y captación de carbono por medio de encuestas e índices de vegetación para la obtención del valor monetario del beneficio que representa el parque a los ciudadanos de Lago Agrio.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar los tipos de cobertura vegetal presentes en el Parque Perla, mediante el uso de una imagen satelital del sensor Pleiades, de acuerdo al sistema de clasificación Corine Land Cover.
- Calcular el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI) de las coberturas identificadas en el parque para determinar la biomasa arbórea del parque.
- Aplicar la ecuación establecida por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático para estimar el valor económico del carbono almacenado por hectárea en el bosque del Parque Perla mediante la biomasa arbórea obtenida.
- Diseñar una encuesta que contenga los parámetros como las características socioeconómicas, lugar de procedencia, medio de transporte y número de visitas al parque realizadas por los visitantes para obtener el costo de viaje en que los turistas incurren para llegar al parque PERLA.
- Definir el tamaño muestral para ejecutar las encuestas a los visitantes del parque PERLA.
- Realizar un informe final de las encuestas realizadas a los visitantes del parque para determinar el valor económico del servicio de recreación del Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio PERLA.

1.6.Metas

- 1 mapa de la clasificación de las coberturas vegetales del Parque Perla a escala 1:10000.

- 1 mapa del Índice de Vegetación Diferencial Normalizado NDVI de la zona de estudio a escala 1:10000.
- 1 mapa de estimación del carbono almacenado en el bosque del Parque Perla a escala 1:10000
- 1 informe final de los resultados de las encuestas realizadas a los visitantes del parque Perla.
- 1 tabla en la que se detalle el Valor Económico de los servicios ambientales del Parque Perla.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

La naturaleza ofrece una gran riqueza a la sociedad por medio de su diversidad, permite que el ser humano pueda satisfacer sus necesidades; el Parque Perla ubicado en la ciudad de Lago Agrio no es la excepción cuando se trata de ofrecer servicios ambientales al hombre, éste parque es considerado como ecológico porque recoge animales que se encuentran en peligro y mantiene actividades sustentables, de igual manera es una opción de esparcimiento familiar y turismo, localizado en bosque tropical.

2.1.Ecosistemas

Es el que está compuesto por la existencia de un grupo de seres dinámicos que se desarrollan en un ambiente natural, por ejemplo: una cueva, una montaña, un lago, los animales, las plantas entre otros. En tal sentido, el ecosistema es la integración de todos componentes que se desenvuelven en su entorno (Zenon, 2010). Guijarro, Cantero y Muñoz (2014), definen el ecosistema como una unidad de organismos que se relaciona con la cambio de nutrientes y energía, con el medio ambiente y sus funciones, siendo el ser humano parte principal de éste.

Para Barrera y Bahamondes el ecosistema es como un todo que no funciona de manera individual y mucho menos por separado de otros factores, es decir, está estrechamente relacionado con factores vivos como animales y plantas conocidos como biótico, y los factores no vivos como el aire, el agua, los minerales llamados abiótico, entre los que vinculan a través de circulación de materia y energía (Barrera & Bahamondes, 2012).

Tomando en consideración las definiciones de los diversos autores se puede concretar que el ecosistema es donde se encuentran el medio ambiente los factores bióticos y se integra con los factores abióticos para su supervivencia, en la que correlacionan energía y medios materiales para el desarrollo de una comunidad.

2.1.1. Conformación del ecosistema

Teresa Valdés (2010) afirma que el ecosistema está conformado por tres grupos. Entre los cuales señala:

- El ecosistema acuático: Es en el que los seres vivos se desenvuelven, representado por mares, ríos lagos, arroyos, océanos. Se puede decir que es el más importante porque es el hábitat que mantiene vida la cual envuelve aproximadamente un setenta por ciento del espacio terrestre, ya que en ella se encuentra toda especie de seres vivos como: flora, vegetales, animales y especies. Sin embargo, el ecosistema acuático se divide en dos grupos:



Figura 2. Ecosistema acuático

Fuente: (Valdés, 2010)

En la Figura 2 se puede apreciar que el ecosistema acuático se divide en dos grupos, uno representado por el de agua dulce también conocida como limnobia, los cuales los constituyen los ríos y arroyos, lagos y estanques, embalses y humedales; y el otro por el marino llamado también como halobia, este medio es bastante estable en cuanto al proceso de la vida marítima en contrastes con el medio terrestre del agua dulce, este se crea por océanos, manglares, arrecifes de coral y estuarios.

- El ecosistema terrestre: Es aquel conformado por los diferentes ambientes de vida como fauna y flora que viven en el subsuelo y suelo. Hay factores que tienden a afectar este hábitat como es la altitud y latitud, temperatura y humedad, que son los que determinaran como se clasifica (ver Figura 3).

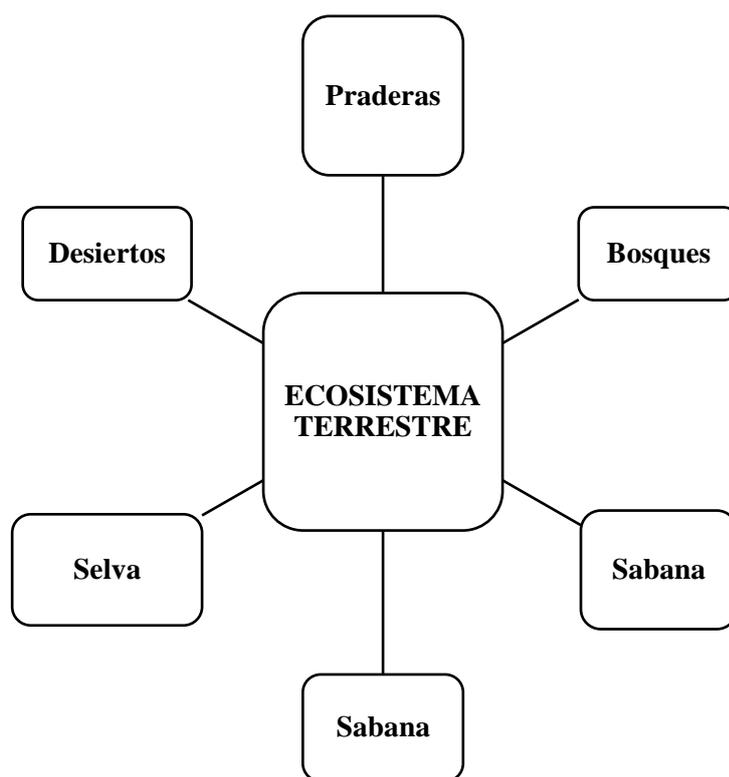


Figura 3. Ecosistema Terrestre
Fuente: (Valdés, 2010)

Conforme a la Figura 3, se puede observar que el ecosistema terrestre es muy diverso y todo se debe a los factores mencionados anteriormente, los cuales cada uno presenta una variedad en cuanto a temperatura, suelo, flora y fauna.

- Ecosistema mixto: Es aquel medio que sirve para aquellos seres vivos que se refugian en zonas consideradas intermedias por estar combinado con el ecosistema marino y el terrestre, es decir, animales que pueden cohabitar en el mismo lugar, porque su alimentación es similar. Este tipo de ecosistema también puede ser influido por el hombre.

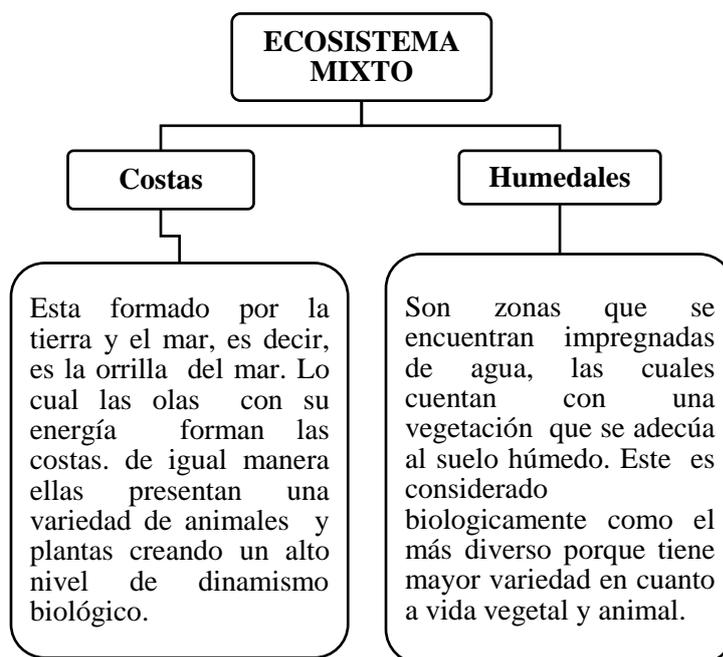


Figura 4. Ecosistema mixto

Fuente: (Valdés, 2010)

En la Figura 4 del ecosistema mixto se muestra su clasificación, en el que identifica las costas y los humedales, el cual se puede determinar como un conducto de transición para algunas especies ya que no permanecen de por vida en él, como es el caso de los híbridos y las aves. Como se detalló anteriormente dentro del ecosistema terrestre se encuentran los bosques, los cuales son importantes describir para el desarrollo del presente estudio.

2.1.2. Los bosques

Los bosques son ecosistemas de vital importancia para la vida, conformados predominantemente por árboles, además son el hábitat de multitud de seres vivos, la FAO (2016) define al bosque como el área que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotada de árboles con altura superior a 5 metros una cubierta de dosel superior al 10 por ciento.

Existen varios tipos de bosques en el Ecuador como son el bosque seco andino, bosque seco pluvioestacional, bosque siempre verde andino montano, bosque siempre verde andino pie de monte, bosque siempre verde andino de ceja andina, bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía, bosque tropical, bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó, manglar, moretal (Mogrovejo, 2017). En nuestro país los bosques tropicales se encuentran en

las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y principalmente en toda la región amazónica (MAE, 2013).

Asimismo, los bosques ofrecen múltiples beneficios como la regulación del ciclo de agua y el clima, producen oxígeno y absorben dióxido de carbono, controlan inundaciones, evitan la erosión, proveen de alimentos y promueven la conservación de la biodiversidad, además muchas culturas han utilizado los productos obtenidos de los bosques, como la madera de los árboles para combustible, para la construcción de viviendas y elaboración de herramientas y mobiliario, el carbón vegetal como insumo para la metalurgia del hierro, las resinas y frutos de los árboles.

En fin los bosques suministran una gran diversidad de productos útiles para satisfacer las necesidades humanas. Según la FAO (2016) (citado en Mogrovejo, 2017) en el mundo se estima la existencia de alrededor de 4.000 millones de hectáreas de bosques, que equivalen al 30% de la superficie total de la Tierra, y por cambio de uso y desastres naturales, más de siete millones de hectáreas se pierden al año, lo que ocasiona una pérdida significativa de ingresos económicos especialmente en aquellas personas de bajos recursos que viven en áreas lejanas, y que dependen de los bienes y servicios que les provee el bosque para su sobrevivencia.

2.1.3. Bosques Tropicales

Los bosques tropicales son considerados como aquellos que poseen una gran variedad biológica, por la presencia de humedad y luz. Los cuales influyen considerablemente en su diversidad vegetal y animal (Linares, 2004).

Los bosques tropicales presentan características en el ambiente muy particulares entre las que el autor considera: cambios diarios de temperaturas entre los 26° grados, grandes precipitaciones, en ocasiones hay meses que no llueve (Balvanera, 2012). La zona tropical se caracteriza por tener en un período anual de rayos verticales del sol, generando energía solar alta así como elevadas transpiraciones de la vegetación y fuerte evaporación, en consecuencia se genera un clima bastante húmedo (Ceccon, 2014).

Considerando las diversas definiciones de los bosques tropicales, se puede decir que cuentan con suelos bajo en nutrientes debido a la presencia de las altas temperaturas, debido a las constantes lluvias que generan una intensa alteración atmosférica y desgaste de los minerales del mismo.

2.1.4. Tipos de bosques tropicales

Entre los tipos de bosques tropicales, Curatola (2009, pág. 12) menciona los siguientes:

1. Bosque tropical seco: su temperatura se encuentra entre los 25° y los 30°, siendo ésta muy variada entre el día y la noche y por ello tanto el mundo animal como el vegetal es muy cambiante a diferencia del bosque húmedo. Asimismo, se encuentran dos estaciones lluviosa y seca, siendo esta última la de mayor dominio.
2. Bosque o selva monzónica: Este disponen de dos estaciones climáticas sequía y lluviosa, contando con temperaturas por encima de los 27°C:
3. Bosque tropical lluvioso: También identificados como selvas tropicales, en este tipo las lluvias son las que predominan, presentando una extendida y profunda vegetación de manera que solo el dos por ciento de la luz del sol logra llegar al suelo, permitiendo que la temperatura sea inalterable en el transcurso del año, manteniéndose entre los 12° y 26°C
4. Bosque tropical de inundación: Se les denomina inundados porque sus suelos poseen grandes cantidades de agua por la poca presencia natural de drenaje, ubicándose el dosel por encima de los 40m, además cautivan a una diversidad de animales mamíferos por sus variedades de árboles frutales. Considerado el habitat con mayor producción porque diversas especies el mayor tiempo se desenvuelven en sus linajes. Su temperatura diaria fluctúa entre los 21 y 26°.

Para lograr la conservación de éstos ecosistemas que cumplen funciones vitales para el desarrollo de procesos que mantienen el equilibrio de la vida, es importante mantener estricta protección de las mismas, en la que se empleen conocimientos para un buen uso, conservación y administración del ecosistema y sus recursos, para que cooperen y faciliten el buen estado ecológico; por lo que en este punto es sustancial describir a las áreas naturales protegidas.

2.2. Áreas Naturales Protegidas

Dudley (citado en MAE, 2013) define las áreas protegidas como aquella zona geográficamente definida con mediadas legales para la preservación de los beneficios que proporciona el ecosistema donde está inmersa así como el valor cultural que representa (MAE, 2013).

En otras palabras un área natural protegida es territorio terrestre o acuático resguardada con el fin de preservar la diversidad ecológica de los ecosistemas.

Según el MAE (2016) la totalidad de las áreas protegidas en el Ecuador suman el 18,5% de la superficie del territorio nacional aproximadamente 611849,22 hectáreas. Las cuatro regiones geográficas del Ecuador son abarcadas por las áreas protegidas siendo una de las principales estrategias nacionales de conservación de la biodiversidad. En total existen 11 Parques Nacionales, 5 Reservas Biológicas, 1 Reserva Geobotánica, 9 Reservas Ecológicas, 4 Reservas Marinas, 6 Áreas Nacionales de Recreación, 4 Reservas de Producción de Fauna, 10 Refugios de Vida Silvestre y 1 Área Ecológica de Conservación Municipal (MAE, 2016).

La conservación de las áreas naturales depende de su mantenimiento y su buen uso; la palabra conservación proviene de la conformación de dos frases latinoamericanas como son: “mantener y juntos”, lo que se determinaría como “mantener juntos o conservar unidos” (Awen, 2010, pág. 11). En este sentido, Harold Rose, concretó la palabra conservación como la administración de los recursos humanos, ambientales y culturales en las mejores condiciones, con la finalidad de asegurar el beneficio social y económico para todos (Mac, 2015). Por otro lado Avedaño (2012) considera que la conservación es un acto de conciencia dentro del entorno en el que el individuo vive, conoce y experimenta con el ambiente (Avedaño, 2012).

Así es como el Ministerio del Ambiente de Ecuador crea un Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador, en el que se establece una orientación para planificar, implementar y monitorear los trabajos que se gestionen en áreas de protección, dirigido a proyectos, organizaciones y responsables de dichas áreas.

Además Ecuador en su Constitución Política del 98 crea el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas:

- Art. 86, num. 3: Garantizar el mantenimiento y conservación de las diversas zonas por medio de tratados y convenios con organizaciones internacionales.

En 2008 la Constitución de la República ecuatoriana determina:

- Art. 407: El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), es quien tendrá la facultad de explotar o no la zona protegida y de ser considerado su aprovechamiento

debe ser sometido a consulta popular (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Es importante destacar que el compromiso que el estado y la sociedad adquieren para el mantenimiento de las áreas de no explotación es imprescindible para el buen uso y sostenimiento; además por compromiso social por tener que cumplir con las exigencias que los organismos internacionales demanden, debido a los diversos recursos con los que aportan. La sociedad en general debe trabajar en función a buen uso y explotación de los recursos que brinda la naturaleza, con la finalidad de preservar un ecosistema en buenas condiciones para una vida de calidad.

Es por ello que Avedaño, menciona algunas medidas a considerar:

- Mantener una constante educación ambiental para alcanzar un cambio de proceder en cuanto a la preservación de los recursos naturales.
- Impartir leyes que regulen el desgaste del medio natural.
- Realizar análisis sobre la influencias de los proyectos productivos del país con el ambiente.
- Usar con mayor frecuencia la luz solar, para que se pueda racionar la energía eléctrica.
- Usar con conciencia el agua.
- Fomentar un saneamiento en torno al ambiente para conservar un buen ecosistema.
- Promover el buen mantenimiento a los espacios como parques, plazas, ambientes recreativos.
- Impulsar el turismo y agricultura conservacionista
- Brindar apoyo a las instituciones que propician actividades para la preservación del ambiente.
- Evitar el uso de materiales no biodegradables.

2.2.1. Clasificación de las áreas naturales protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), determina que las áreas naturales que se encuentran en conservación se clasifican según como estén conformadas por su ecosistema, amplitud y características naturales (Ministerio del Ambiente, 2007), entre las que se mencionan:

- Parques nacionales.

- Reservas ecológicas.
- Reservas biológicas.
- Refugios de vida silvestre.
- Reservas de producción de fauna.
- Áreas nacionales de recreación.
- Áreas de caza y pesca.

2.3. Funciones y servicios ecosistémicos

En general los servicios ecosistémicos son los procesos y los beneficios que las comunidades obtienen de los ecosistemas, es decir se refiere a los elementos de los ecosistemas que se obtienen directamente, que se disfrutan y crean condiciones beneficiarias para el hombre. Existen tres tipos de funciones y servicios ecosistémicos: los que se consumen directamente por ejemplos los recursos naturales como los alimentos, agua, energía, madera, medicina, etc. Los segundos se refieren a los que regulan las condiciones de hábitat de la vida en el planeta como los servicios de regulación de clima, absorción de impactos de eventos catastróficos naturales como las inundaciones, etc. Y por último pero no menos importante se tiene a los servicios que tienen que ver con la cultura y disfrute como los servicios de uso, recreación y belleza escénica y también los del legado cultural para las futuras generaciones (Balvanera, 2012).

A continuación en la Figura 5 se presentan en forma resumida las funciones cumplidas por el medio ambiente.

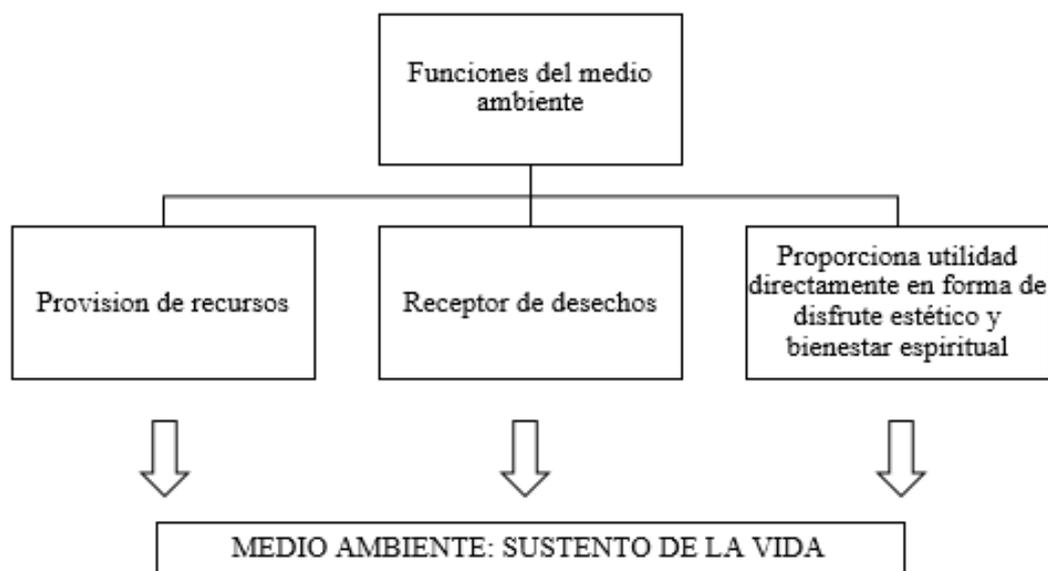


Figura 5. Funciones del medio ambiente

Fuente: (Arias Mendoza, 2010)

2.3.1. Bienes y servicios ambientales

Se consideran bienes ambientales a los recursos empleados por el hombre como insumos en el consumo final o en la producción y que son transformados o gastados, dentro de este grupo se encuentran: los frutos, semilla, la madera, plantas medicinales, la carne, pieles, medicinas, semillas, etc. Todos son usados tanto para la comercialización como para el consumo; en cambio, los servicios ambientales son todos los procesos o recursos del medio ambiente que favorecen al hombre como la descomposición de desechos. En otras palabras los bienes y servicios ambientales son las funciones de la biósfera que generan en los seres humanos bienestar.

Tabla 1

Bienes y servicios ambientales

Agua para uso domestico
Agua para uso de riego y agroindustria
Madera y forrajes
Plantas Medicinales
Leña y Carbón
Plantas y frutos comestibles
Bejucos y troncos
Material Biológico
Polinización
Fauna Silvestre
Captación de dióxido de carbono
Producción de oxígeno

Fuente: (Martínez, 2014)

Los bienes ambientales son elementos tangibles utilizados por el hombre como consumidor final, se gastan y se transforman tales como los frutos, semillas medicina, etc. Mientras que los servicios ambientales no se gastan y no se transforman pero que son muy útiles para el consumidor por ejemplo la producción de oxígeno, captura de carbono, belleza estética, entre otros (Arias Mendoza, 2010).

2.3.2. Bienes y servicios ambientales de los bosques tropicales

Morales, Vílchez & Chazdon (2012), consideran que los bosques tropicales proveen ciertos bienes y servicios importantes en las que destacan:

1. Se genera un gran importe de oxígeno, debido a la presencia de vegetación.
2. Almacena el cincuenta por ciento del dióxido de carbono del mundo, lo que contribuye en cuidado del ambiente, porque lo almacena en las plantas.
3. Debido a su facilidad de adsorber el calor, favorece en mantener en el planeta una la temperatura general.
4. Consideran que es este tipo de bosques se encuentran el 50% de las especies de animales que existen en el planta, porque ofrecen una excelentes condiciones de vida para ellos, convirtiéndose en una oportuna reserva animal.
5. Su capa de vegetación se presenta en varios niveles como:
 - Primer nivel, se desarrollan los musgos
 - Segundo nivel, es donde nacen las plantas con hojas anchas
 - Tercer nivel, se encuentras los arbustivos
 - Cuarto nivel, ya en este nivel se encuentran la mayoría de los árboles.
 - Quinto Nivel, los árboles con alturas de 20 a 30 m. de altura.

Los bosques tropicales en específico dentro de los servicios de suministro nos benefician de la gran diversidad de fauna y flora, y así numerosas especies son evaluadas frecuentemente para identificar potenciales medicinas como en el tratamiento de la diabetes, etc. Dentro de los servicios de regulación debido a la gran superficie que ocupan los grandes árboles en el planeta constituyen el 60% de los almacenes aéreos de carbono y con el 30% de los almacenes de carbono en el suelo. Además cuando se queman los árboles, es decir la biomasa se libera CO₂, contribuyendo al aumento del cambio climático; pero cuando se recuperan y se protegen los bosques éstos capturan carbono (Balvanera, 2012).

2.3.3. Los bosques como sumidero de carbono

Se nombra sumidero a toda actividad o mecanismo que de manera natural retire el carbono de la atmosfera (Figueroa & Muñoz, 2012). Según la IPCC en el reporte de cambio climático del 2007 todos los sumideros naturales de carbono como los bosques absorben la mitad de CO₂ producido por los seres humanos, y solo la vegetación terrestre absorbe el 40% de estas emisiones (Granda, 2005). Además Figueroa et al (2012) sostiene que el conocimiento del rol que juegan las áreas naturales como sumideros de carbono es la garantía del compromiso del hombre para conservarlas; en la dirección de esta idea Granda (2005) afirma que si se erradicaran totalmente actividades antrópicas dañinas como la deforestación y se aplicaran buenas prácticas agrícolas y forestales la capacidad de la vegetación terrestre de retirar emisiones de dióxido de carbono llegarían a cubrir el 25% de las reducciones demandadas de CO₂ en el año 2050.

De esta manera los bosques cumplen un papel muy crítico en la lucha contra el cambio climático, en ellos se cumplen actividades como:

- Almacenamiento de carbono en su biomasa
- Intercambio de carbono con la atmosfera por medio de la fotosíntesis (Morales & Vásquez, 2019).

Valorar económicamente los bienes y servicios ambientales brindan información valiosa a los tomadores de decisión para la implementación de nuevas políticas ambientales que ayuden a la conservación de áreas naturales (Svartzman, 2015). Para llevar a cabo estas valoraciones es necesario nombrar a una de las ramas de la economía, la economía ambiental.

2.4.Economía Ambiental

Muchas veces es ilógico relacionar a la economía con el medio ambiente por lo que muchos dirían que tienen poco sentido el estudio de la economía ambiental, pero es importante reconocer que la economía depende principalmente de los procesos que se desarrollan en el entorno natural y que sostienen la vida. Etimológicamente economía significa administración de los elementos de la casa, de esta manera se podría decir que la finalidad de la economía es ayudar a gestionar el patrimonio para obtener el mayor bienestar proveniente de nuestros recursos, de recursos tales como los recursos humanos y también los recursos naturales (Riera Micalo, 2005).

Según Labandeira et al. (2007) la economía ambiental trata temas relacionados con la función del medio ambiente como sustentador de procesos bióticos y abióticos, y de recuperación y regeneración de subproductos derivados de los procesos de producción y consumo de los seres humanos.

La economía ambiental forma parte del análisis económico, ésta rama de la economía ayuda a resolver la problemática del medio ambiente mediante la aplicación de sus instrumentos ofreciendo información importante con respecto a la degradación de las áreas naturales y los costes que suponen la pérdida de éstos recursos. Por otro lado, y lo que es de importancia para éste estudio, la economía ambiental ayuda a gestionar sosteniblemente los recursos naturales mediante la valoración económica de los mismos (Azqueta Oyarzun, 2007).

2.4.1. Valoración económica ambiental

La Valoración Económica Ambiental permite tener un indicador monetario que posibilite determinar el valor del medio natural, provocada por acción o actividad económica. Además el beneficio que le aporta a la sociedad esta valoración es alcanzar un mejor manejo y utilización de los recursos, logrando la conservación del medio ambiente y cumpliendo con un objetivo importante para garantizar el desarrollo sostenible (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004).

La economía ambiental considera que los activos ambientales están compuestos por un conjunto de valores distintos que pueden ser sumados para obtener el valor económico total de una determinada área protegida; de esta manera se pueden diferenciar dos categorías de valores económicos ambientales: los valores de uso y los valores de no uso.

Los valores de uso se dividen en:

- Valor de uso directo (VUD): se refiere a los recursos naturales que se comercializan en los mercados (plantas y animales de uso agropecuario, madera, plantas medicinales, observación de animales silvestres, minerales, etc), además el valor de uso directo se refleja en un precio en el mercado.
- Valor de uso indirecto (VIU): es un valor derivado de las funciones reguladoras de los ecosistemas o de aquellas que indirectamente sostienen y protegen la actividad económica.

- Valor de opción (VO): se refiere a la postergación del uso de un determinado activo ambiental para una época futura (Lomas et al., 2005).

Los valores de no uso se refieren a cuando el bien o servicio ambiental no tiene un precio ligado a un mercado real y su valor económico puede evaluarse a través de un mercado simulado. El valor de no uso de los activos ambientales depende de consideraciones éticas y se dividen en (Wilsoft, 2018):

- Valor de legado (VL): valor de heredar los beneficios del recurso a las generaciones futuras.
- Valor de existencia (VE): valor que los individuos atribuyen a las especies, diversas y raras, a los sistemas naturales únicos, o a otros bienes ambientales por el simple hecho de que existan.

Los valores directos, indirectos, de opción y de no uso de los bienes y servicios ambientales se sumarían entonces para formar el Valor Económico Total (VET), el cual se expresa de la siguiente manera (Wilsoft, 2018):

$$\text{VET} = \text{VU} + \text{VNO} = \text{VDU} + \text{VIU} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE} \quad (2)$$

2.4.2. Métodos de valoración económica

Existen varios métodos para determinar los valores de uso y de no uso, en la siguiente Figura 6 se observan los distintos métodos.

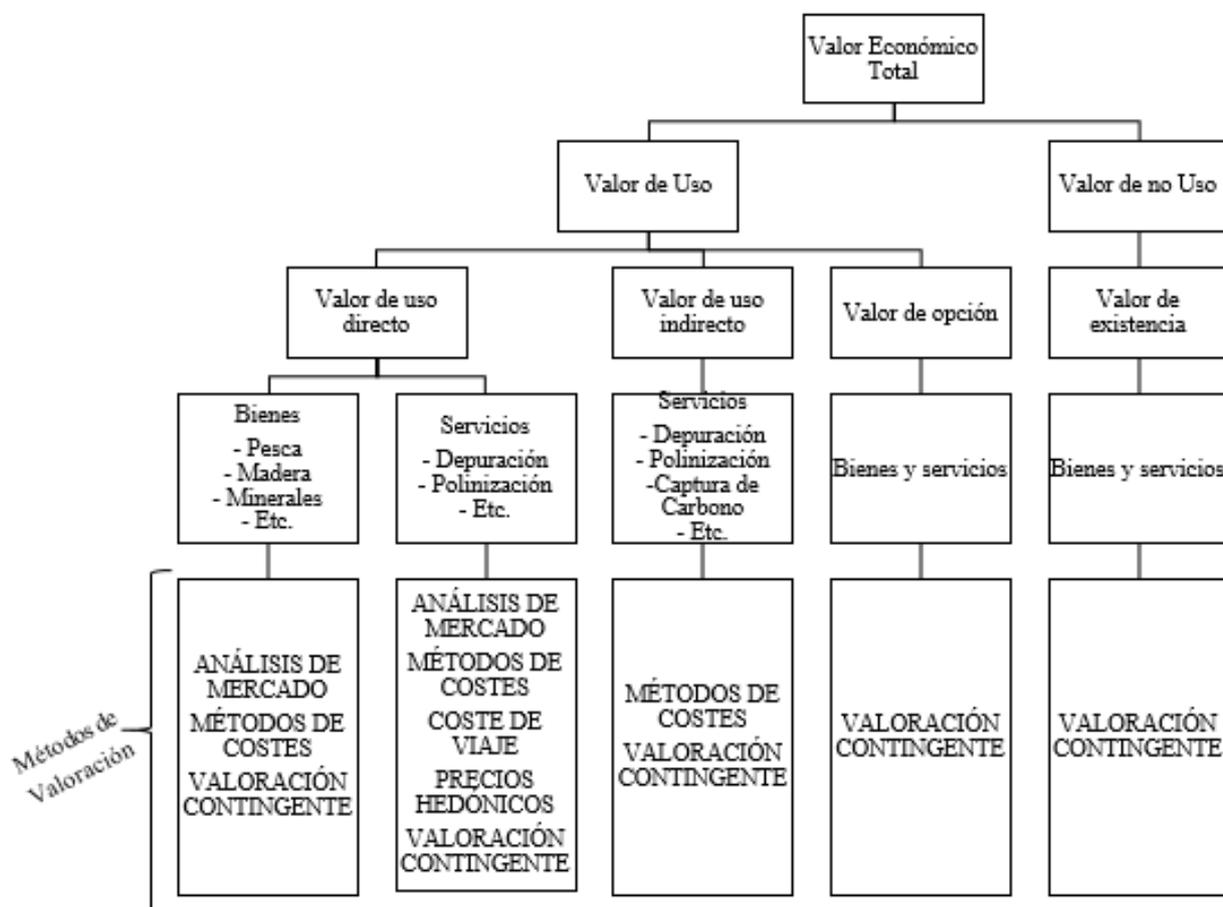


Figura 6. Métodos de Valoración Económica

Fuente: (Lomas, Martín, Loiut, Montoya, & Montés, 2015)

El denominador común de todas estas metodologías es que intentan asignar un valor a los bienes y a los servicios ambientales de la forma en que lo haría un mercado hipotético, que luego, en caso de así deseárselo, permiten realizar una estimación de la función de demanda del bien o servicio ambiental en cuestión (Cerdeña, 2012). De los métodos expuestos anteriormente en la Figura 3 los importantes en este presente estudio se describen en los siguientes apartados.

2.4.2.1. Método de Costo de viaje

El método de coste de viaje se usa como una aproximación para valorar los servicios recreativos que proporciona la naturaleza cuando una persona tiene que trasladarse a un determinado lugar para disfrutarlos. En este método se estudia cómo varía la demanda de un determinado activo ambiental (por ejemplo, el número de visitas a un determinado espacio) en función de los cambios en el coste de disfrutarlo. En este caso, el número de visitas de cada

individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario (Lomas et al., 2015).

Morales & Vásquez (2019) apuntan que éste método es uno de los antiguos y se aplica para valorar áreas naturales con información de los visitantes como los gastos de desplazamiento en el que se incurre para visitar el área natural.

Parra & Moreno (2015) sostienen que este método consiste en analizar la relación entre bienes y servicios privados y ambientales complementarios. El ejemplo típico de este tipo de relación complementaria es el consumo de los servicios ambientales que puede proveer un bosque y el consumo de otros bienes privados como el costo de viaje, el costo de entrada al lugar (en caso de que se cobrara), el tiempo de viaje, la estadía, entre otros. En estos casos, lo que se obtienen son estimaciones de los valores de uso asociados con ecosistemas y sitios destinados a actividades de recreación (Parra & Moreno, 2015).

Este método parte de la premisa de que el tiempo y el dinero empleados para realizar el viaje al sitio bajo estudio representa el precio de acceso al mismo. Por consiguiente, la disposición a pagar para visitar el sitio se puede estimar a partir del número de visitas que realiza la gente incurriendo en diversos costos de viaje (Parra & Moreno, 2015).

El método de costo de viaje se puede utilizar para estimar los costos y los beneficios resultantes de:

- Cambios en los costos de acceso a un sitio donde se desarrollan actividades recreativas.
- La eliminación de un determinado espacio natural que provee servicios de recreación.
- La creación de un nuevo sitio recreativo.
- Cambios en la calidad del ambiente de un sitio recreativo.

En vista de que el uso de la calidad ambiental para la recreación y la diversión no posee un mercado definido, que permita obtener información sobre los precios o cantidades demandadas, la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados, empleando la encuesta como instrumento principal para la recopilación de información.

2.4.2.2.Método de almacenamiento de carbono

Este método consiste en valorar económicamente las toneladas de carbono que capturan los bosques, esto se puede realizar gracias a los bonos ambientales que se pagan en el mercado de carbono.

2.4.3. Análisis costo – beneficio

El análisis costo beneficio es una metodología que sustenta a la valoración económica ambiental en la toma de decisiones de tal manera que ayuda a comparar el valor social con el medioambiental en el desarrollo de proyectos que tienen que ver con las áreas naturales protegidas. Así tenemos también como fuente de información importante un indicador significativo para el criterio de decisión como es la Razón Beneficio Costo, la cual resume en un valor, el número de veces que los beneficios envuelven los costos (INGETEC, 2012). Es decir mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad con la ecuación como se muestra a continuación:

$$RBC = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costo}} \quad (3)$$

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Delimitación de la zona de estudio

El Parque Perla está ubicado en la ciudad de Lago Agrio en la provincia de Sucumbíos. Tiene una extensión aproximada de 120 hectáreas, dentro de éste se encuentra la laguna Perla (ver Figura 7) (Mestanza Ramón, 2017). El parque Perla proporciona servicios de recreación, conservación y turismo; uno de los principales accesos es tomando la intersección desde las calles Venezuela y Av. Circunvalación en el centro de la ciudad.

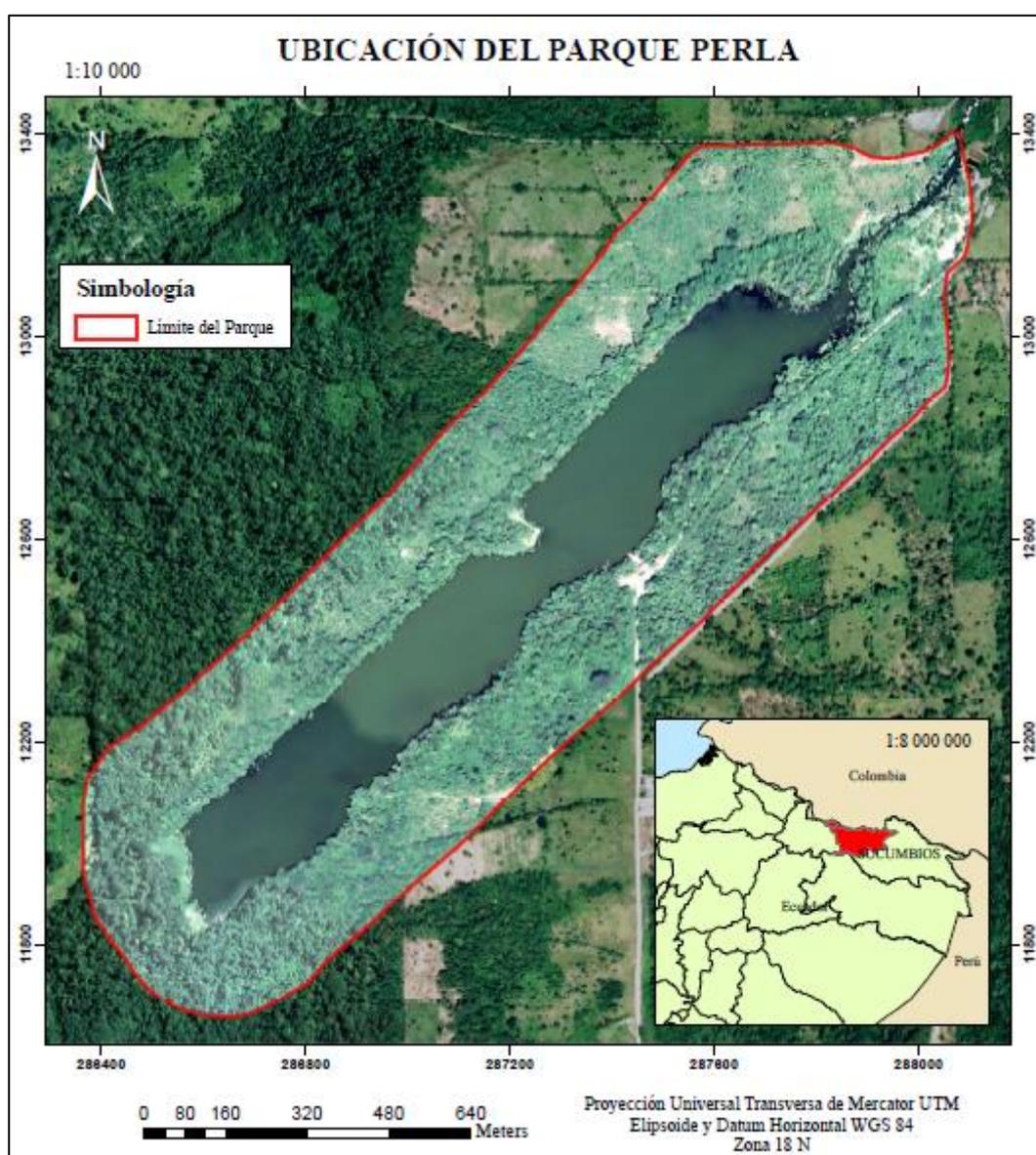


Figura 7. Zona de estudio

El parque Perla es uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad de Lago Agrio, fue uno de los ganadores del premio verde concedido por el Banco de Desarrollo del Ecuador en el año 2016. El bosque del parque cuenta con grandes rasgos representativos naturales del sector en medio de una zona altamente intervenida por el hombre. Debido a que los bosques que se encuentran alrededor de la ciudad de Lago Agrio están desapareciendo de forma muy rápida gracias a la expansión de la frontera urbana y agrícola y sobre todo a la operación petrolera el GAD Municipal de Lago Agrio tomó la decisión de establecer este espacio como área de conservación con el fin de recuperar el área de bosque que rodea la laguna combinando actividades de recreación y conservación (Mestanza Ramón, 2017). Es así que en el año 2009 en la ciudad de Lago Agrio, se inauguró el Parque Perla como el primer lugar dedicado a la conservación de flora y fauna del sector.

El parque Perla posee gran diversidad de flora y fauna, en el parque se registraron 30 especies de flora, con un total de 600 individuos por hectárea. Las familias más representativas de la zona las Meliaceae, Melastomataceae y Lauraceae.

En cuanto a la fauna se encontró que en el parque habitan 42 especies de mamíferos dentro de los cuales se encuentran monos, jaguares, guatusas, ardillas, puercos espines, tapires, murciélagos, perros de monte, entre otros (Mestanza Ramón, 2017).

Para determinar el valor económico de los servicios ambientales del parque Perla en la elaboración de este proyecto se llevó a cabo en dos etapas, en la primera etapa se realizó la metodología para la determinación de la valoración económica del servicio de almacenamiento de carbono del bosque del parque y en la segunda etapa se determinó la valoración económica del uso y recreación del Parque Ecológico Recreacional Ecológico Perla. Luego, la sumatoria de estos dos valores económicos determinará el valor económico ambiental del parque.

3.2.Determinación del valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla.

Para obtener el valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla se siguieron varios pasos, los cuales se pueden agrupar en dos partes, en la primera parte se trabajó con una imagen satelital del sensor Pleiades para obtener datos de los niveles digitales del índice de vegetación NDVI de la zona de estudio y en la segunda parte se trabajó en campo para la estimación de biomasa aérea de las distintas coberturas

vegetales existentes en el parque, para así obtener una ecuación de regresión que relacione el nivel digital (ND) del NDVI con las toneladas de biomasa aérea del parque, tal como lo realizaron Rodríguez Cortes (2015) y Guascal Sanguña (2018).

A continuación se describe la metodología para la Valoración Económica del Servicio de Almacenamiento de Carbono del Parque Ecológico Recreacional Ecológico Perla.

3.2.1. Imagen satelital

La imagen satelital se la adquirió de la Compañía Consultora AGROPRECISIÓN Cía. Ltda. la cual ofrece servicios de consultoría, satelitales y geoservicios y se encuentra ubicada en la ciudad de Quito.

Es importante recalcar que la imagen satelital adquirida es una imagen que ya ha sido corregida en ángulo de visión y efectos de tierra, además cuenta con ajustes radiométricos y geométricos, y se encuentra lista para ser empleada en un Sistema de Información Geográfica. Las características de la imagen satelital obtenida se describen a continuación:

Tabla 2

Características de la Imagen satelital

Identificación	Imagen satelital de la ciudad de Lago Agrio
Sensor	Pleiades
Fecha de la toma	17 de Octubre de 2018
Bandas	1. Azul 2. Verde 3. Roja 4. Infrarrojos
Tamaño de pixel	0.5 m

Fuente: (ASTRIUM, 2012)

3.2.2. Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Existen varios estudios que relacionan a los índices de vegetación como el NDVI con la biomasa, como los trabajos realizados por Rodríguez Cortes (2015), Guascal Sanguña (2018), Gasparri et al. (2007), García Martín (2006) entre otros, por tal motivo en ese estudio se aplicó este índice.

El índice NDVI (Índice Normalizado Diferencial de Vegetación) es el más conocido y empleado para para medir el comportamiento radiométrico de la vegetación que se relaciona con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permitiendo determinar el nivel de vigorosidad de la planta. Su cálculo implica el uso de una fórmula de dos bandas, el

infrarrojo cercano y el rojo (Díaz, 2015). Para su determinación se aplicó la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{\varphi_{NIR} - \varphi_{ROJO}}{\varphi_{NIR} + \varphi_{ROJO}} \quad (6)$$

En las imágenes generadas por el sensor pleiades el NIR es la banda 4 y el Rojo es la banda 3. Para la obtención del índice NDVI en la zona de estudio se aplicó la Ecuación 4 en el Software Arcgis con la herramienta Raster Calculator como se muestra en la Figura 8.

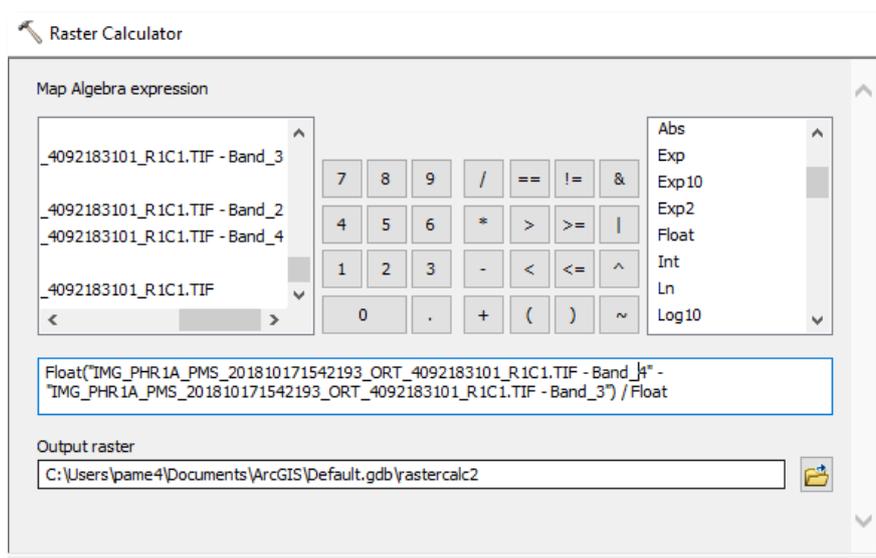


Figura 8. Herramienta Raster Calculator en Arcgis

3.2.3. Recopilación de la información para la estimación de la biomasa aérea

En este punto se acudió al GAD Municipal de Lago Agrio y a la administración del parque Perla para recopilar información acerca del parque. Se obtuvo información valiosa dentro de la cual se adquirió la información del estudio denominado “Actualización e identificación de flora y fauna del Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio” elaborado por Mestanza (2017).

3.2.4. Trabajo de campo

Para el trabajo de campo lo primero que se realizó fue la identificación de las coberturas vegetales existentes dentro de la zona, gracias al estudio realizado por Mestanza (2017) se supo que todo el parque era de bosque secundario pero en la visita de campo se constató que dentro del bosque secundario existían otras coberturas.

Además para la clasificación de los tipos de coberturas se utilizó la clasificación hecha por Rodríguez Cortes (2015) en el Parque Nacional Natural La Paya por medio del sistema de clasificación Corine Land Cover, esto se pudo realizar ya que este parque se encuentra dentro de la Provincia Amazonía Occidental, en el Sector Aguarico-Caquetá el cual se ubica en las tierras bajas de la cuenca amazónica noroccidental, su distribución está direccionada desde el borde norte del río Aguarico hacia Colombia (MAE, 2012). Por otro lado en Ecuador no existe una clasificación de cobertura vegetal más específica con la cual se podría trabajar, sobre todo en la región amazónica.

Para obtener los datos de biomasa aérea de cada una de las coberturas se siguió la metodología propuesta por Guascal Sanguña (2018) quien propone que se realicen parcelas de 100m x 100m. Así es como en cada cobertura identificada se ubicaron parcelas de 100m x 100m y luego se procedió a dividir dichas parcelas en cuatro partes, en cada subparcela de 50m x 50m se ubicó una coordenada central y se tomaron medidas de diámetro a la altura del pecho (DAP) de 5 árboles en cada subparcela de 50m x 50m, tal como se muestra en la siguiente Figura 9.

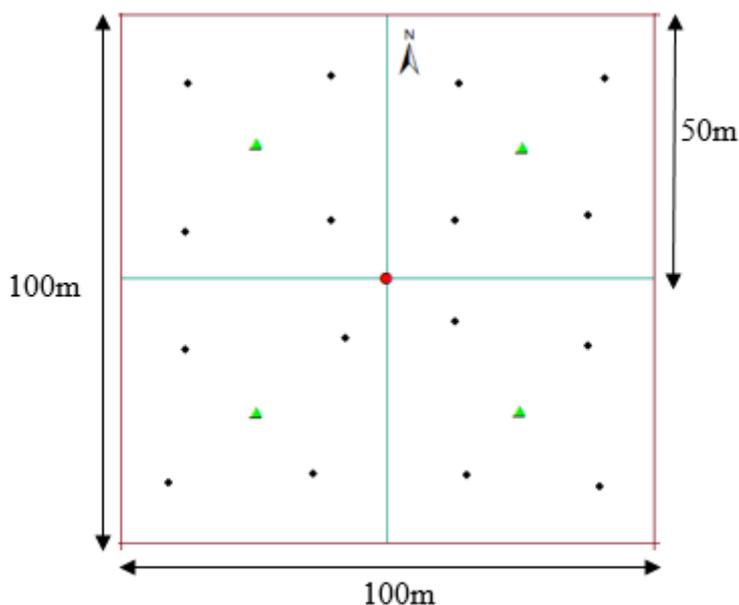


Figura 9. Esquema para la toma de datos de DAP
Fuente: (Guascal Sanguña, 2018)

De tal manera que en cada subparcela de 50m x 50m se obtuvieron datos de 5 árboles y por consiguiente en cada parcela 100m x 100m se obtuvieron datos de 20 árboles en total.

El diámetro a la altura del pecho se tomó a 1.3m del suelo (ver Figura 10)

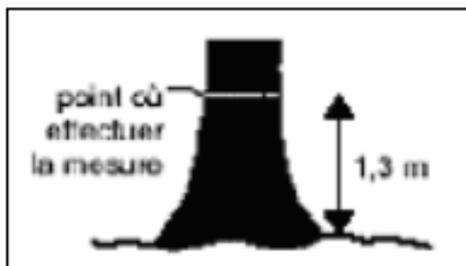


Figura 10. Punto para tomar medida de DAP
Fuente: (FAO, 2007)

3.2.5. Estimación de la biomasa aérea

Para la estimación de la biomasa aérea forestal varios son los autores que argumentan que se deberían modelar ecuaciones alométricas para cada localidad y si es posible para cada especie arbórea en específico, eso en la realidad es muy difícil, y sobre todo para los bosques tropicales, ya que Gentry (citado en Molina, 2016) sostiene que en tan solo una hectárea de bosque tropical pueden existir alrededor de 300 especies diferentes.

De tal manera que se pueden utilizar ecuaciones alométricas pantropicales utilizando mediciones de diámetro y densidad. En este estudio se utilizó la ecuación propuesta por Chave et al. (2005) (citado en Basantes, 2018):

$$BA = \rho * \exp(-1.499 + 2.148 \ln(DAP) + 0.207(\ln(DAP))^2 - 0.0281 (\ln(DAP))^3) \quad (5)$$

Donde DAP es el diámetro del árbol en centímetros medido a la altura del pecho y ρ se refiere a la densidad (g/cm^3) de la especie arbórea. Cabe recalcar que para la densidad se utilizó el valor promedio de $0.5646 (g/cm^3)$ debido a que el estudio realizado por Molina (2016) en el bosque tropical amazónico del Yasuní tomó este valor promedio de las mediciones de densidad hechas en campo.

Gracias al estudio realizado por Mestanza Ramón (2017) se supo que una hectárea de bosque en el parque Perla existen aproximadamente 600 individuos como se muestra en la Tabla 3.

De tal manera que para la estimación de la biomasa en cada parcela de estudio de 100m x 100m se obtuvo el promedio de biomasa por individuo y se multiplicó por el valor de 600 para obtener la biomasa total en cada hectárea estudiada.

Tabla 3
Especies arbóreas del Parque Perla

Familia	Especies	Nombre común	Ind/ha
MELIACEAE	Guarea kunthiana	Colorado	110
MELASTOMATACEAE	Miconia sp.	Miconia	50
LAURACEAE	Nectandra guararipo	Jigua	45
MIMOSACEAE	Inga spp	Guabo	40
SAPOTACEAE	Chrysophyllum argenteum	Caimitillo	40
CECROPIACEAE	Pourouma minor	Uva De Monte	35
FABACEAE	Acacia glomerosa	Guarango	25
ARECACEAE	Bactris spp	Palma	20
LECYTHIDACEAE	Grias sp.	Huevo De Burro	20
MORACEAE	Castilla tunu	Cauchillo	20
MYRISTICACEAE	Virola elongata	Sangre de Gallina	20
ANACARDIACEAE	Spondias mombin	Obo	15
ELAEocarpaceae	Sloania grandiflora	Achotillo	15
LAURACEAE	Ocotea spp.	Canelo	15
SAPOTACEAE	Pouteria multiflora	Caimito	15
CLUSIACEAE	Symphonia globulifera	Azufre	10
ARECACEAE	Iriartea deltoidea	Pambil	10
EUPHORBIACEAE	Croton lechleri	Sangre de Drago	10
FABACEAE	Faramea spp.	Cabo de Hacha	10
LAURACEAE	Nectandra membranacea	Aguacatillo	10
MORACEAE	Brosimum utile	Sandi	10
MYRTACEAE	Calyptanthus sp.	Limonsillo	10
VOCHYSIACEAE	Vochysia ferruginea	Tamburo	10
CARICACEAE	Jacaratia spinosa	Papayuelo	5
FABACEAE	Dussia lehmannii	Poroton	5
MYRISTICACEAE	Virola duckei	Coco	5
MYRISTICACEAE	Otoba spp.	Guapa Parota	5
TILIACEAE	Apeiba membranacea	Peine De Mono	5
VOCHYSIACEAE	Erisma uncinatum	Arenillo	5
VOCHYSIACEAE	Vochysia ferruginea	Tamburo	5
Número total de individuos			600

Fuente: (Mestanza Ramón, 2017)

3.2.5.1. Toma de muestras para la biomasa aérea

Utilizando la ecuación 6 para tamaño de muestra de población finita se obtuvieron los datos de muestreo para cada cobertura del parque, como se muestra en la Tabla 4.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (6)$$

Donde:

- N = tamaño de la población
- Z = nivel de confianza (1,96)
- p = probabilidad de éxito (0,5)
- q = probabilidad de fracaso (0,5)
- d = error (0,2)

Tabla 4

Tamaño de muestra para cada cobertura

Cobertura	Tamaño de muestra
Bosque secundario fragmentado	10
Bosque secundario inundable	8
Bosque secundario de zona pantanosa	2
Bosque secundario de tierra firme	15

Las parcelas a ser estudiadas se escogieron de manera aleatoria como se muestra en la Figura 11.

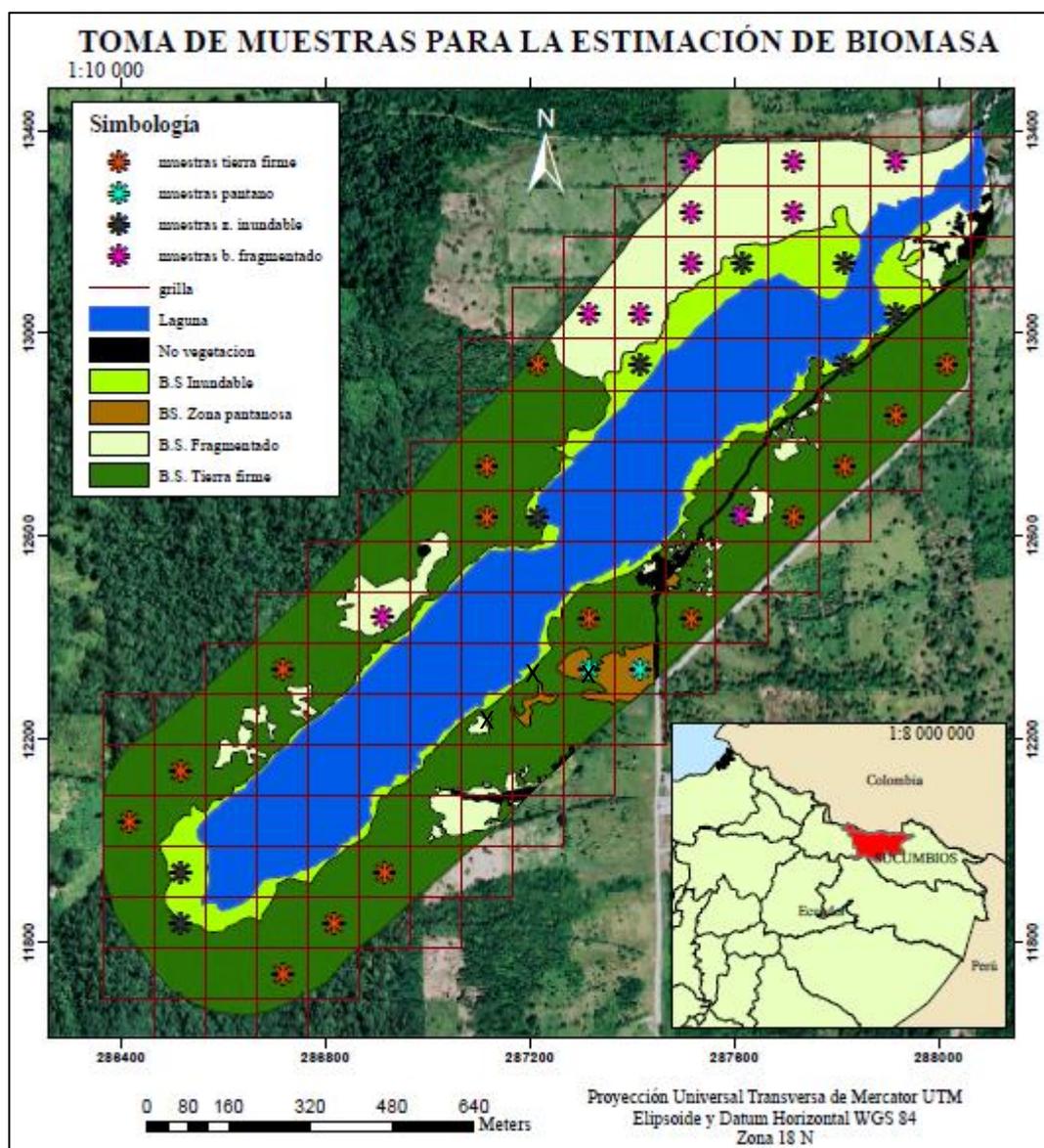


Figura 11. Toma de muestras

3.2.6. Ecuación de correlación

Para obtener la ecuación que relacione la biomasa de cada cobertura del parque con los niveles digitales del NDVI del parque se aplicó la metodología propuesta por Rodríguez Cortes (2015) en la que se genera una ecuación de regresión que expresa la variación de la biomasa arbórea con los niveles digitales del índice de NDVI, la ecuación (ver Ecuación 7) tiene como variable dependiente a las toneladas de biomasa por hectárea y como variable independiente a los ND del índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

$$y = ax^2 + bx + c \quad (7)$$

Para cada tipo de cobertura de tomaron muestras para determinar la biomasa que existía en cada cobertura vegetal.

3.2.7. Biomasa aérea total

Ya con la ecuación de regresión generada se reemplazaron los valores de los niveles digitales del NDVI de las demás hectáreas del parque para obtener la biomasa por hectárea de la totalidad del parque.

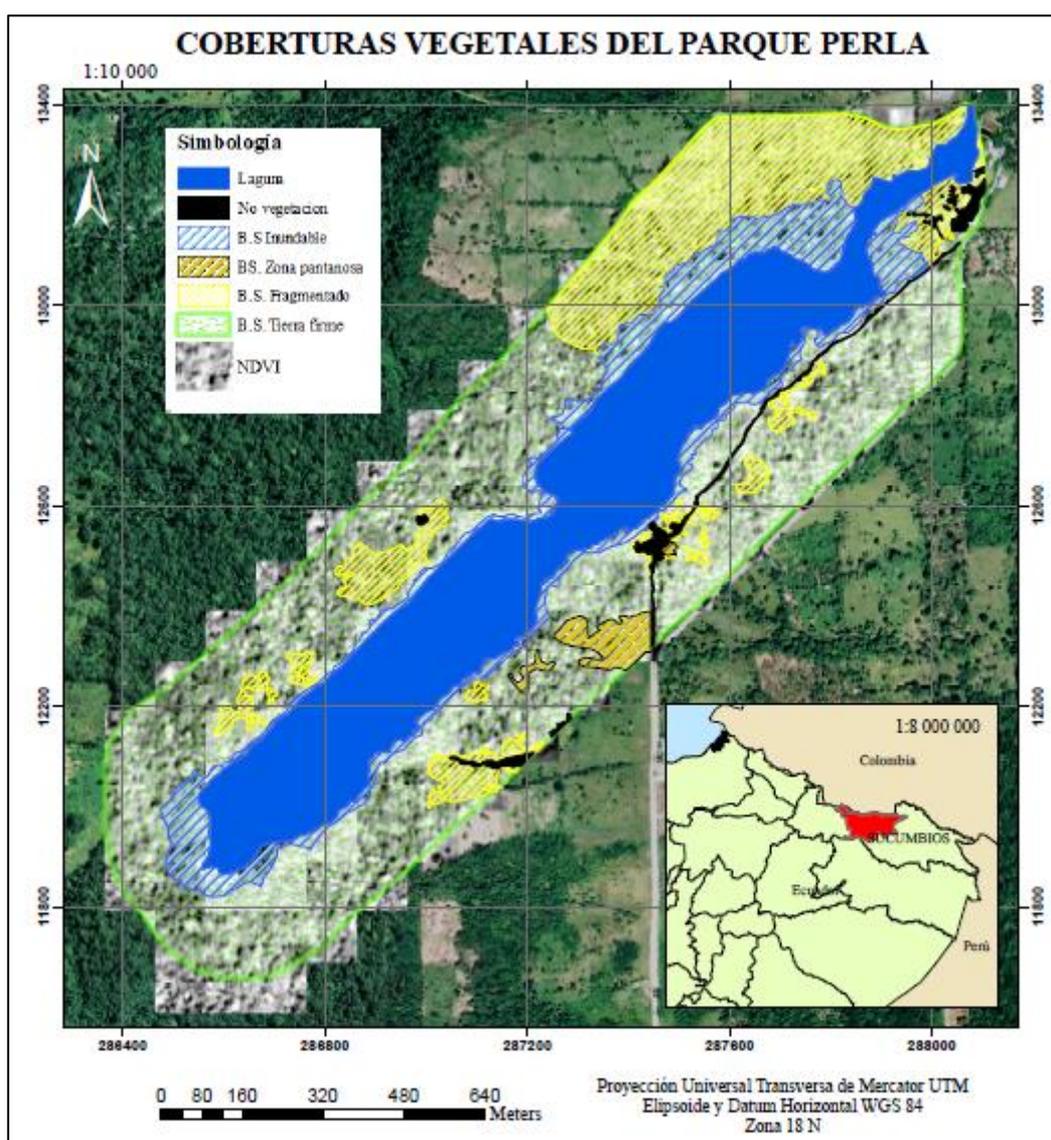


Figura 12. Índice NDVI en cada hectárea del Parque Perla

Como se observa en la Figura 12 no se tomó en cuenta la laguna ya que en el índice NDVI la cobertura de agua refleja valores negativos y obviamente no existen árboles en esta zona del parque.

Por lo tanto la suma total de todos los valores de toneladas de biomasa por hectárea obtenidos con la ecuación se suman y se obtiene el valor aproximado de biomasa que existe en todo el Parque Perla.

3.2.8. Conversión de Biomasa a Carbono

Varios estudios afirman que en cuanto al cálculo del contenido de carbono se debe usar un factor de 0,5 para transformar de biomasa a carbono, tal es el caso de Rognitz et al., (citado en Guascal Sanguña, 2018) quien sostiene que el contenido de carbono corresponde al 50% de biomasa. De tal manera que en este estudio se utilizó dicho factor para transformar de biomasa a carbono.

Luego, para obtener el dióxido de carbono (CO_2) el cual es utilizado para comparar emisiones de gases de efecto invernadero el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (citado en Guascal Sanguña, 2018) recomienda aplicar la ecuación descrita a continuación:

$$CO_2 \text{ Total} = C * 3,67 \quad (8)$$

Donde:

- C = Contenido de Carbono
- 3,67 = factor de transformación

3.2.9. Determinación del valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla

Este valor se pudo obtener gracias a las cantidad pagada de \$3,50 por el Banco Mundial en los certificados forestales a través de su fondo Community Development Carbon Fund a cada tonelada de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2) (De la Peña et al., 2010).

3.3. Determinación del valor económico del servicio ambiental de uso y recreación del parque Perla mediante el coste de viaje individual.

Los costes de viaje se aplican como aproximación para determinar el valor de los servicios de uso y recreación que brinda el entorno natural, por medio del gasto que una persona debe realizar para desplazarse a un determinado lugar y disfrutar de los servicios que este lugar ofrece. Existen tres maneras de aplicar el método de coste de viaje, dentro de los cuales se

encuentran el coste de viaje zonal, modelos de elección discreta y el coste de viaje individual. El primero se basa en establecer una media de coste dependiendo de la zona de origen de los visitantes, el segundo es un modelo más general, el cual estima los costes en espacios de características diferentes a las de la zona de estudio dependiendo del nivel de disfrute de los visitantes, y el último, el coste de viaje individual, el cual fue utilizado en este estudio, es una de las formas directas ya que se elaboran encuestas directamente a los visitantes con el fin de hallar el coste individual en el que el visitante incurre para llegar al área de estudio, además incluye características socioeconómicas del individuo (Lomas et al., 2015).

El modelo que se busca hallar con la aplicación del método de coste de viaje individual a través de la aplicación de las encuestas a los visitantes del parque Perla es el siguiente:

$$CV_{ij} = f(CS_i, V_{ij}, T_{ij}, Q_j, S_j, Y_i) \quad (9)$$

Donde:

- CV_{ij} = número de visitas por turista i al lugar recreativo j
- V_{ij} = costo de viaje del turista i para llegar al lugar recreativo j
- T_{ij} = costo de tiempo del turista i para llegar al lugar recreativo j
- Q_j = disfrute percibido del lugar recreativo j
- S_j = representa el conocimiento del turista de lugares que sean similares al lugar recreativo j
- Y_i = ingreso económico mensual del turista i

A continuación se describe la metodología para la Valoración Económica del Uso y Recreación del Parque Perla.

3.3.1. Diseño de la encuesta

La encuesta se llevó a cabo en los días del mes de Mayo de 2019, la primera semana se realizaron 15 encuestas piloto para verificar que las preguntas eran de fácil entendimiento para los encuestados. La encuesta elaborada constó de 20 preguntas y se presenta a continuación:



CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE
ENCUESTA SOBRE LA VALORACION ECONOMICA DEL PARQUE ECOLOGICO RECREACIONAL PERLA DE LA CIUDAD DE LAGO AGRIO

La siguiente encuesta tiene como objetivo conocer el Valor de Uso Recreacional del Parque PERLA. La información que usted proporcione será confidencial, anónima y tendrá fines académicas para el desarrollo de un Trabajo de Titulación.

SECCION 1. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DEL ENCUESTADO/A

1. ¿Sexo? (Señale con una x)

Hombre	0	
Mujer	1	

2. ¿Cuántos años cumplidos tiene? _____

3. ¿Cuál es el nivel de instrucción más alto que aprobó? (Señale con una x)

Ninguno	0	
Primaria	1	
Educación Básica	2	
Bachillerato	3	

Superior no universitario	4	
Universitario	5	
Post Grado	6	

4. ¿En qué rango se encuentra su ingreso mensual? (Señale con una x)

0 - 394 (\$USD)	0	
394 - 650 (\$USD)	1	

650 - 900 (\$USD)	2	
Más de 900 (\$USD)	3	

SECCION 2. EVALUACION DE LAS VISITAS AL PARQUE RECREACIONAL ECOLOGICO PERLA

5. ¿Cuántas visitas ha realizado al Parque Recreacional Ecológico PERLA? _____

6. ¿En su visita actual con cuantas personas viene usted? _____

7. ¿Para llegar al Parque Recreacional Ecológico PERLA, que transporte utilizó? (Señale con una x)

Transporte Público	0	
Taxi	1	
Automóvil (propio)	2	

Motocicleta	3	
Bicicleta	4	
Otro	_____	

+

8. ¿Cuál es su ciudad de residencia? _____

9. ¿Cuál es su ciudad de procedencia? _____

10. ¿Cuánto tiempo le tomó llegar al Parque Recreacional Ecológico PERLA? _____ □

11. ¿Cuánto tiempo permaneció dentro del Parque Recreacional Ecológico PERLA?

0 - 1 (horas)	0	
1 - 3 (horas)	1	
3 - 5 (horas)	2	

Más de 5 (horas)	3	
Otro (días)	_____	

12. ¿Cuánto dinero gastó en todo su viaje hasta llegar al Parque Recreacional Ecológico PERLA? _____



El Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio PERLA se mantiene con los fondos que el Municipio de Lago Agrio destina para su cuidado y funcionamiento, siendo que éste presupuesto no sea suficiente para su mantenimiento:

13. ¿Estaría dispuesto a pagar alguna cantidad extra de dinero para la conservación del Parque Recreacional Ecológico PERLA? (Señale con una x)

Si	0	
No	1	

(Si responde **No** pase a la pregunta 14)

- 13.1. ¿Estaría dispuesto a pagar \$ _____ extra? Sí _____ No _____
 13.2. ¿Cuánto dinero extra máximo estaría dispuesto a pagar? _____

14. ¿Conoce Usted otro lugar similar al Parque Recreacional Ecológico PERLA que le gustaría visitar?

Si ¿Cuál? _____	0	
No	1	

15. ¿Su visita al Parque Recreacional Ecológico PERLA fue su único propósito del viaje? (Señale con una x)

Si	0	
No	1	

SECCION 3. EVALUACION DEL PARQUE RECREACIONAL ECOLOGICO PERLA

16. Siendo 1 menos disfrute, y 10 mayor disfrute. ¿En qué porcentaje disfrutó Usted el Parque Recreacional Ecológico PERLA? (Señale con una x)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

17. ¿Dentro del Parque Recreacional Ecológico PERLA que actividad realizó Usted? Escoja una sola actividad, la que vino a realizar principalmente. (Señale con una x)

Caminatas	0	
Paseo en bote	1	
Admiración del paisaje	2	
Cannopy	3	
Visitar la piscina	4	

Paseo en bicicleta	5	
Visitar el mirador	6	
Juegos Infantiles	7	
Investigación científica	8	

Otro (especifique) _____

18. ¿Cómo calificaría los servicios en general del Parque Recreacional Ecológico PERLA? (Señale con una x)

Excelente	0	
Muy bueno	1	
Regular	2	

Malo	3	
Pésimo	4	

19. ¿Cuál de los servicios se debería mejorar? Escoja uno, el principal. (Señale con una x)

Senderos	0	
Paseos en bote	1	
Cannopy	2	
Mirador	3	

Baños	4	
Bar	5	
Piscina	6	
Atención al cliente	7	

20. ¿Volvería a visitar el Parque Recreacional Ecológico PERLA?

Si	0	
No	1	

La encuesta tuvo tres secciones, la primera sección consistió en preguntas que tenían que ver con las características socioeconómicas del encuestado, la segunda sección consistía en la descripción de las visitas al parque y en la tercera sección se respondían preguntas sobre la

evaluación de los servicios del parque, es por eso que era de vital importancia realizar las encuestas a los visitantes que ya salían del parque.

Para evitar el sesgo de datos se elaboró un mapa en el cual se dividió los diferentes lugares alrededor del parque en cinco regiones como se muestra en la Figura 13.

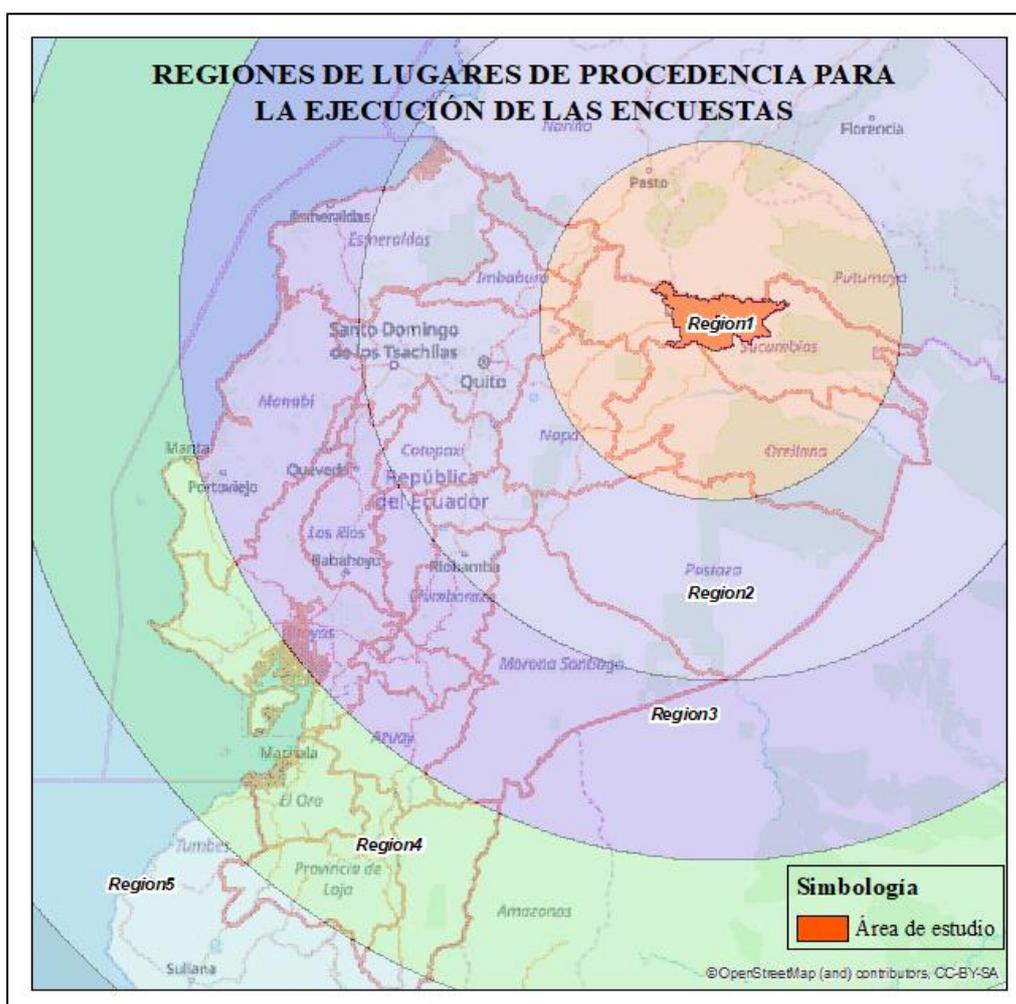


Figura 13. División de regiones para lugares de procedencia

La distancia designada entre región y región es de 150 km, siendo la distancia de la zona de estudio hacia la región 1 de 150 km, de la zona de estudio hacia la región 2 de 300 km, de la zona de estudio hacia la región 3 de 450 km, de la zona de estudio hacia la región 4 de 600 km y finalmente de la zona de estudio hacia la región 5 de 700 km.

Cabe recalcar que para la elección de estas distancias no se tomó en cuenta alguna medida en específico si no solo se lo realizó con el fin de que ayude en el ajuste de la ecuación que se quiere modelar. Así pues, al momento de modelar la ecuación el programa estadístico

identificara dependiendo de la distancia a que región pertenece cada encuestado. Además este proceso ayudo a no ejecutar encuestas a visitantes de lugares muy alejados de la zona de estudio y así evitar sesgo en los datos.

3.3.2. Tamaño de la muestra

Para definir el número de personas que iban a ser encuestados se recopiló información de los visitantes del Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio, de acuerdo a los datos entregados por la Administración del Parque Perla el número de visitantes en el año 2018 fue 29022 individuos para lo cual se empleó la ecuación de poblaciones finitas para determinar la muestra.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (10)$$

Donde:

- N = tamaño de la población (29022)
- Z = nivel de confianza (1,96)
- p = probabilidad de éxito (0,5)
- q = probabilidad de fracaso (0,5)
- d = error (0,05)

3.3.3. Variables incluidas en el modelo del MCV individual

Basado en el modelo matemático general del método del costo de viaje individual (ver Ecuación 9) se desarrolló el modelo de regresión lineal obtenido con los datos de las preguntas realizadas en las encuestas:

$$\begin{aligned} \text{costo}_{\text{viaje}} = & \beta_0 + \beta_1(\text{nvisitas}) + \beta_2(\text{edad}) + \beta_3(\text{educación}) + \beta_4(\text{ingreso}) + \beta_5(\text{cpersonas}) \\ & + \beta_6(\text{tiempoviaje}) + \beta_7(\text{distancia}) + \beta_8(\text{región}) + \beta_9(\text{permanencia}) \\ & + \beta_{10}(\text{lugarsim}) + \beta_{11}(\text{proposito}) + \beta_{12}(\text{disfrute}) + \beta_{13}(\text{volveria}) \end{aligned} \quad (10)$$

Las variables tomadas para la obtención del modelo de la demanda individual fueron:

- Costo de viaje = costo en el que el individuo incurre para llegar al parque.
- Número de visitas = número de visitas que ha realizado el encuestado al parque.
- Distancia = kilómetros que recorre el individuo para llegar al parque.
- Tiempo de viaje = número de horas que le toma llegar al individuo al parque.

- Ingreso = nivel de ingreso mensual del individuo.
- Edad = edad del encuestado.
- Disfrute = nivel de disfrute del parque, número del 1 al 10.
- Propósito = variable binaria (sí o no) que define si el propósito del encuestado era visitar el parque.
- Cantidad de personas = número de personas que acompañan al encuestado.
- Conocimiento de un lugar similar = variable binaria (sí o no) que define si conoce o no un lugar similar al parque.
- Permanencia = tiempo de disfrute dentro del parque

Es importante tener en cuenta que la variable de costo de viaje se obtuvo a partir de la sumatoria de Costo de transporte, Costo de tiempo y el gasto.

El costo de transporte se obtuvo mediante el cálculo de los kilómetros recorridos y el costo de combustible (Armijos Espinosa et al., 2016). Los kilómetros recorridos se obtuvieron a partir del lugar de residencia del visitante y el costo de combustible dependiendo si el transporte utilizado era público o propio; si el transporte era vehículo propio, motocicleta o taxi se utilizó el valor vigente para gasolina extra para el año 2019 en el Ecuador de \$1,85 y si el transporte era público se utilizó el valor vigente para diésel de \$1,03. La multiplicación de estos datos nos proporcionó el gasto incurrido en transporte para llegar al parque Perla (ver Ecuación 12).

Costo de transporte

$$= (\text{kilómetros recorridos} \times 2) \times \left(\text{costo de combustible} \frac{\text{gal}}{\$} \right) \quad (12)$$

$$\times (\text{consumo de galones de combustible por kilómetro})$$

Los datos de kilómetros recorridos depende de lugar de donde procedía el visitante, además se sabe que un automóvil consume aproximadamente 8 litros de combustible por cada 100 kilómetros (Armijos Espinosa et al., 2016).

Para el costo de tiempo se utilizaron datos del ingreso económico mensual/hora, tiempo de viaje en horas y la permanencia dentro del parque en horas; el tiempo de viaje y permanencia dentro del parque fueron datos que se preguntaron en la encuesta.

La variable gasto se refiere a lo que el visitante invirtió en el día de la visita al parque como comida, entretenimiento dentro del parque, entradas, etc.

La suma de estas tres variables nos dio como resultado el valor de costo de viaje en el que el visitante incurrió para llegar al Parque Perla.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Identificación de coberturas vegetales existentes del parque Perla

En el parque perla se determinaron 5 tipos de coberturas como se muestra en la Figura 14 el siguiente mapa:

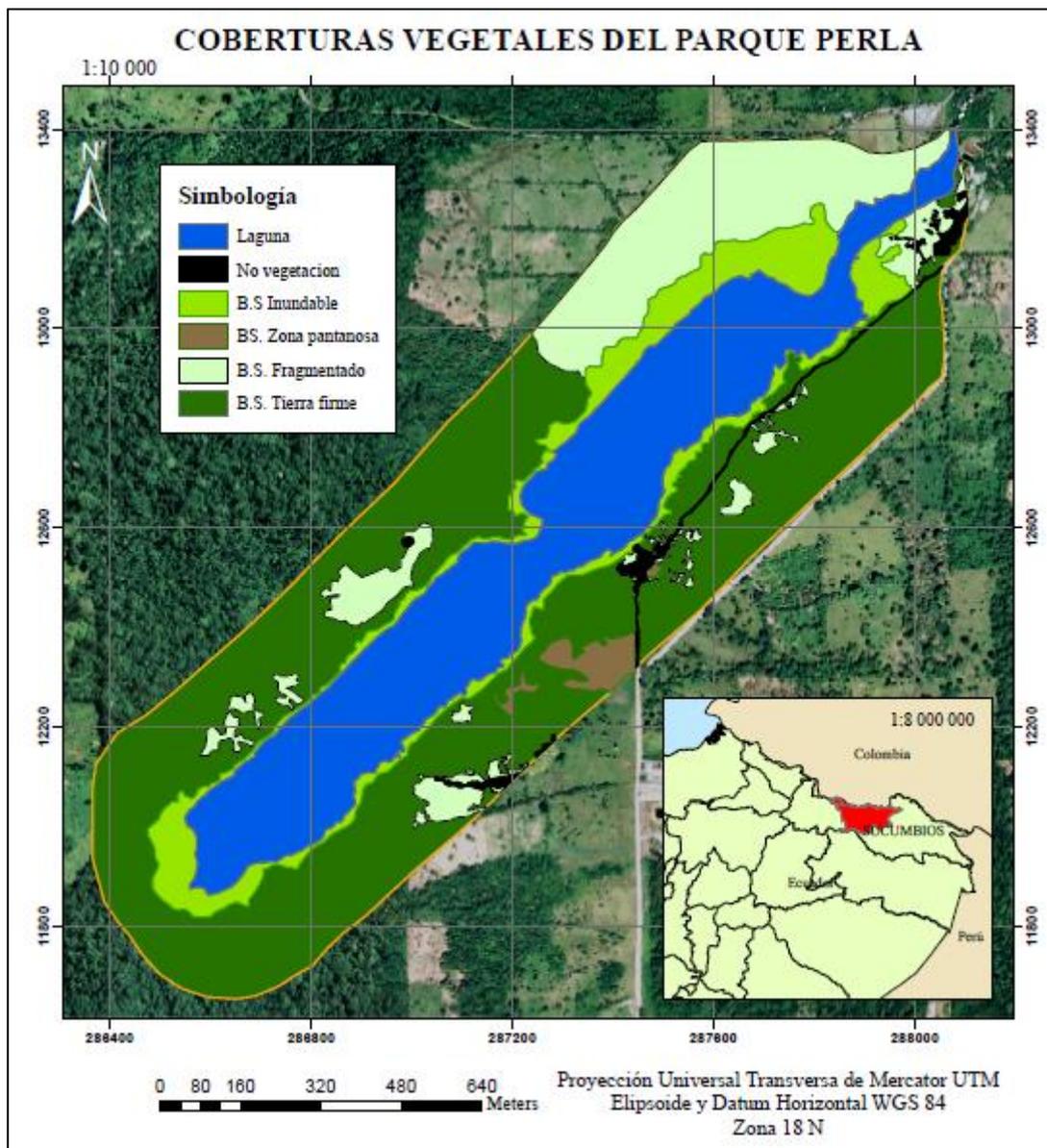


Figura 14. Coberturas vegetales del Parque Perla

El bosque secundario de tierra firme se refiere a estratos que presentan vegetación continua y que no presentan inundaciones periódicas. El bosque secundario fragmentado

inundable son estratos que se encuentran en lugares adyacentes a los cuerpos de agua y que tienen intervenciones realizadas por el hombre como construcciones.

El bosque secundario de zona pantanosa se refiere a zonas vegetales que permanecen inundadas la mayor parte del año. El bosque secundario fragmentado se refiere a territorio de bosque natural con evidencia de intervención humana o áreas completamente transformadas en el interior del bosque (Rincón Carrera, 2009).

4.2. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Aplicando el procedimiento descrito en el numeral 3.2.2 se obtuvo el siguiente resultado (ver Figura 15).

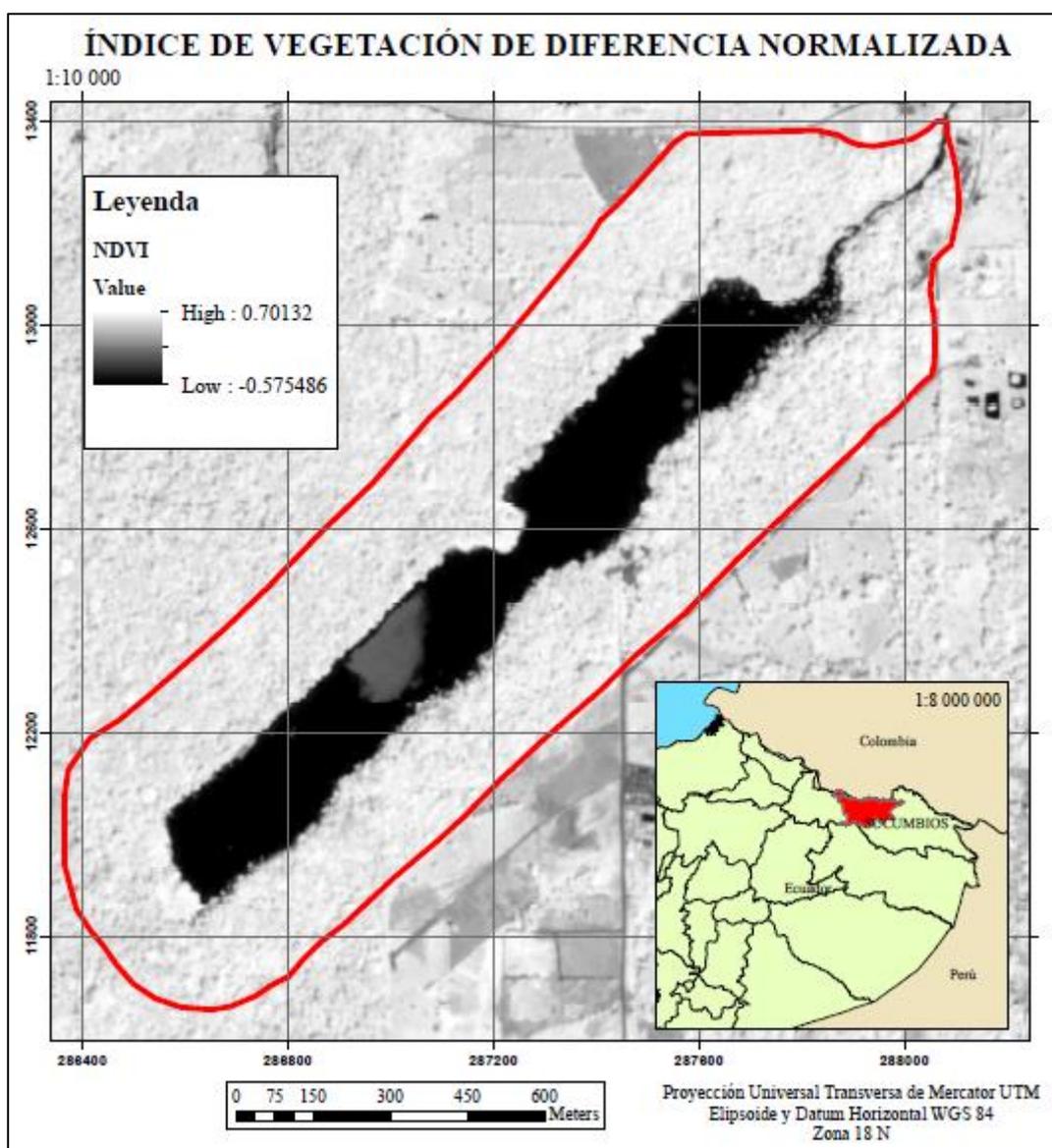


Figura 15. Índice de vegetación de diferencia normalizada

Los valores entre -1 a 0 muestran coberturas referidas a agua, construcciones y suelo desnudo, mientras que valores entre 0 a 1 muestra la vegetación.

4.2.1. Biomasa aérea de las coberturas vegetales parque Perla

En la siguiente Tabla 5 se muestran los datos obtenidos de una de las parcelas estudiadas para el tipo de cobertura de Bosque Secundario fragmentado en el parque Perla.

Tabla 5
Biomasa en la cobertura de B.S fragmentada

Identificación de Parcela	DAP (cm)	Biomasa (kg)
54a	39,79	1402,42
54a1	21,33	280,13
54a2	26,42	490,24
54a3	15,92	129,44
54a4	31,83	793,73
54b	24,19	389,68
54b1	23,87	376,43
54b2	21,65	291,24
54b3	31,51	773,48
54b4	21,33	280,13
54c	14,96	109,87
54c1	22,28	314,25
54c2	10,19	39,59
54c3	12,73	71,62
54c4	27,69	553,97
54d	16,55	143,60
54d1	11,46	54,13
54d2	20,05	238,28
54d3	18,78	200,47
54d4	21,33	280,13
Promedio kg/ha		360,64
Promedio Ton/ha		0,36
Total Ton/ha		216,35

En la siguiente Tabla 6 se presentan los resultados de las toneladas de biomasa obtenidas por cada tipo de cobertura vegetal del parque Perla así como también el NDVI obtenido en cada hectárea de las diferentes coberturas identificadas.

Tabla 6
Datos de Biomasa por tipo de cobertura del Parque Perla

Cobertura	Biomasa (Ton/ha)	NDVI
Bosque secundario de tierra firme	377,72	0,5821
Bosque secundario fragmentado inundable	342,16	0,5419
Bosque secundario de zona pantanosa	267,19	0,5325
Bosque secundario fragmentado	216,35	0,5023

4.2.2. Ecuación de regresión

La ecuación de regresión generada se presenta a continuación con los datos obtenidos en el numeral 4.2.1, se obtuvo una ecuación polinómica ya que es la que mejor coeficiente ajustado mostraba $R^2 = 0,9068$, la ecuación se muestra a continuación:

$$y = -12819x^2 + 16006x - 4593 \quad (13)$$

A continuación se muestra la gráfica generada para la obtención de la ecuación de regresión para la biomasa del Parque Perla (ver Figura 16).

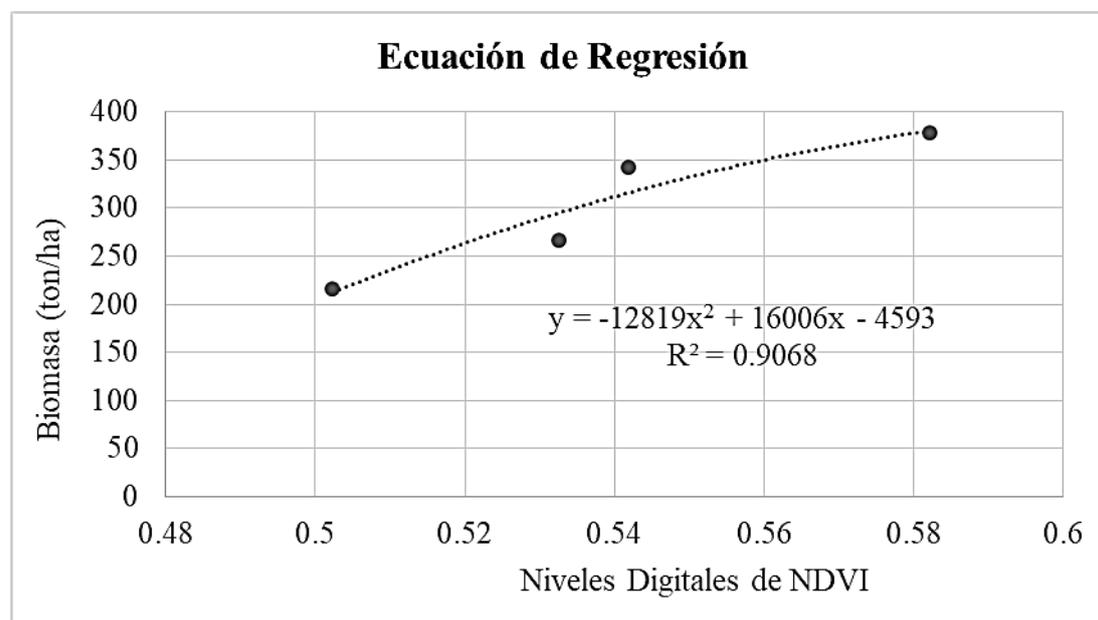


Figura 16. Gráfica de la ecuación de regresión para la biomasa

4.2.3. Biomasa aérea total del parque Perla

Con la Ecuación 13 obtenida en el numeral 4.2.2 se obtiene el valor en toneladas de la biomasa para cada NDVI identificado en las diferentes hectáreas del parque Perla, los resultados se muestran en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7
Datos de Biomasa del Parque Perla

# Parcela	NDVI	Biomasa (Ton/ha)
1	0,5573	345,72
2	0,5436	319,90
3	0,5555	342,56
4	0,5388	309,54
5	0,5552	342,14
6	0,5734	370,10
7	0,5502	332,90
8	0,5347	300,48
9	0,5212	266,96
10	0,5469	326,56
11	0,5633	355,65
12	0,5530	338,21
13	0,5679	362,61
14	0,5301	289,55
15	0,5569	345,13
16	0,5144	248,48
17	0,5290	286,89
18	0,5565	344,37
19	0,5038	217,04
20	0,5769	374,54
21	0,5553	342,34
22	0,5602	350,58
23	0,5400	312,29
24	0,5403	312,94
25	0,5371	305,83
26	0,5269	281,82
27	0,5738	370,64
28	0,5471	326,87
29	0,5563	343,99
30	0,5637	356,20
31	0,5286	286,02
32	0,5346	300,08
33	0,5525	337,15
34	0,5412	314,79
35	0,5411	314,64
36	0,5454	323,57
37	0,5409	314,21
38	0,5606	351,27
39	0,5468	326,41
40	0,5417	315,81

Continua 

41	0,5718	368,06
42	0,5326	295,44
43	0,5478	328,39
44	0,5445	321,75
45	0,5377	307,28
46	0,5468	326,26
47	0,5478	328,29
48	0,5640	356,75
49	0,5315	293,04
50	0,5418	315,97
51	0,5440	320,66
52	0,5499	332,42
53	0,5271	282,09
54	0,5023	212,55
55	0,5470	326,75
56	0,5319	293,89
57	0,5558	343,22
58	0,5582	347,32
59	0,5441	320,76
60	0,5485	329,69
61	0,5410	314,36
62	0,5475	327,80
63	0,5642	356,96
64	0,5477	328,18
65	0,5528	337,74
66	0,5585	347,80
67	0,5537	339,43
68	0,5607	351,48
69	0,5699	365,38
70	0,5446	321,91
71	0,5360	303,26
72	0,5609	351,83
73	0,5643	357,16
74	0,5635	355,95
75	0,5637	356,30
76	0,5408	313,92
77	0,4988	201,25
78	0,5822	380,60
79	0,5552	342,14
80	0,5398	311,86
81	0,5284	285,46
82	0,5470	326,69
83	0,5716	367,66

Continua



84	0,5719	368,14
85	0,5697	365,17
86	0,5748	371,91
87	0,5620	353,50
88	0,5398	311,85
89	0,5459	324,56
90	0,5711	367,06
91	0,5530	338,13
92	0,5957	392,87
93	0,5701	365,70
94	0,5792	377,26
95	0,5811	379,41
96	0,5682	363,03
97	0,5437	320,02
98	0,5541	340,21
99	0,5379	307,65
100	0,5523	336,96
101	0,5663	360,26
Total de Biomasa (ton)		33.246,18

4.2.4. Cálculo del Carbono almacenado por el bosque del parque Perla

Con los pasos descritos en el numeral 3.3.8 mediante la aplicación de la ecuación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático para transformar datos de carbono a dióxido de carbono se obtuvo el siguiente resultado

Tabla 8

Toneladas de Carbono en el bosque del Parque Perla

Total de Biomasa (Ton)	33.246,18
Carbono (Ton)	16.623,09
Dióxido de Carbono CO₂ (Ton)	61.006,74

4.2.5. Valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla

Con los pasos descritos en el numeral 3.2.9 para la valoración económica del servicio de almacenamiento de carbono mediante los certificados forestales otorgados por el Banco Mundial se obtuvo el siguiente resultado

$$1 \text{ ton CO}_2 = \$ 3,50$$

61.006,74 ton CO₂ = \$ 213.523,57

4.3. Aplicación de la encuesta

La encuesta diseñada recoge datos como las características socioeconómicas del encuestado, su lugar de procedencia el número de visitas y otros datos que ayudaron a calcular el valor de costo de viaje del individuo. A continuación se presenta un ejemplo de una encuesta aplicada a un visitante de sexo femenino.



CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE
ENCUESTA SOBRE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PARQUE ECOLÓGICO RECREACIONAL PERLA DE LA CIUDAD DE LAGO AGRIO

La siguiente encuesta tiene como objetivo conocer el Valor de Uso Recreacional del Parque PERLA. La información que usted proporcione será confidencial, anónima y tendrá fines académicos para el desarrollo de un Trabajo de Titulación.

SECCIÓN 1. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL ENCUESTADO/A

1. ¿Sexo? (Señale con una x)

Hombre	0	
Mujer	1	X

2. ¿Cuántos años cumplidos tiene?

29

3. ¿Cuál es el nivel de instrucción más alto que aprobó? (Señale con una x)

Ninguno	0	
Primaria	1	
Educación Básica	2	
Bachillerato	3	X

Superior no universitario	4	
Universitario	5	
Post Grado	6	

4. ¿En qué rango se encuentra su ingreso mensual? (Señale con una x)

0 - 394 (\$USD)	0	X
394 - 650 (\$USD)	1	

650 - 900 (\$USD)	2	
Más de 900 (\$USD)	3	

SECCIÓN 2. EVALUACIÓN DEL PARQUE RECREACIONAL ECOLÓGICO PERLA

5. ¿Cuántas visitas ha realizado al Parque Recreacional Ecológico PERLA? 3

6. ¿En su visita actual con cuántas personas viene usted? 2

17. ¿Dentro del Parque Recreacional Ecológico PERLA que actividad realizó Usted? Escoja una sola actividad, la que vino a realizar principalmente. (Señale con una x)

Caminatas	0	
Paseo en bote	1	X
Admiración del paisaje	2	
Cannopy	3	
Visitar la piscina	4	

Paseo en bicicleta	5	
Visitar el mirador	6	
Juegos Infantiles	7	
Investigación científica	8	

Otro (especifique) _____

18. ¿Cómo calificaría los servicios en general del Parque Recreacional Ecológico PERLA? (Señale con una x)

Excelente	0	
Muy bueno	1	
Regular	2	X

Malo	3	
Pésimo	4	

19. ¿Cuál de los servicios se debería mejorar? Escoja uno, el principal. (Señale con una x)

Senderos	0	X
Paseos en bote	1	
Cannopy	2	
Mirador	3	

Baños	4	
Bar	5	
Piscina	6	
Atención al cliente	7	

20. ¿Volvería a visitar el Parque Recreacional Ecológico PERLA?

Si	0	X
No	1	

4.3.1. Tamaño de la muestra

Mediante la aplicación de la ecuación 10 se obtuvo que el tamaño de muestra sería de $n = 378$, es decir que se realizaron encuestas a 378 visitantes del Parque Perla de manera aleatoria.

4.3.2. Resultado de la aplicación de las encuestas

La información que las encuestas proporcionaron muestran que del total de los visitantes al parque el 51,9% corresponde al sexo femenino y el 48,10% corresponde al sexo masculino (ver Figura 17).

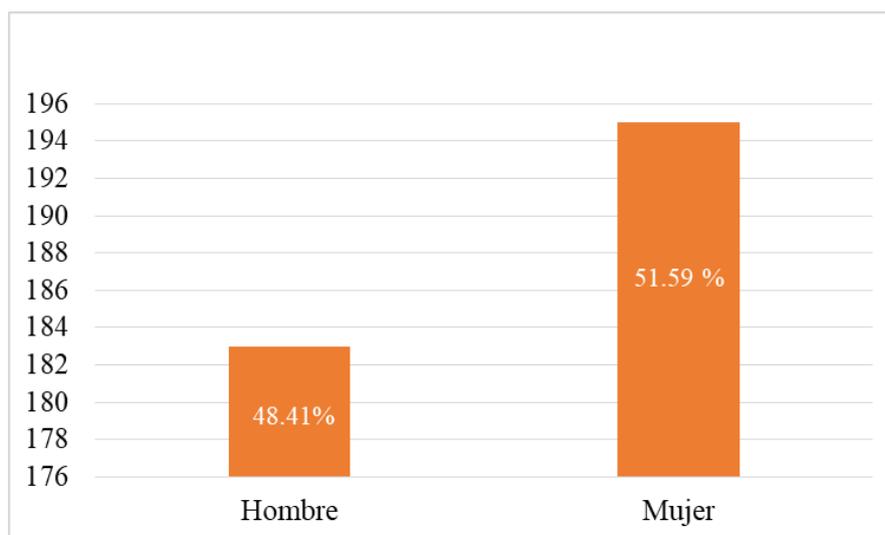


Figura 17. Sexo de los visitantes del Parque Perla

La edad promedio de los encuestados es de 36 años, la edad máxima de 72 años y la edad mínima 18 años. Las encuestas se realizaron solo a personas mayores de edad. En el nivel de educación la mayoría de personas que visitan el parque Perla han cursado solo el Bachillerato y del total de la muestra solo 2 personas no tenían ningún nivel de educación (ver Figura 18).

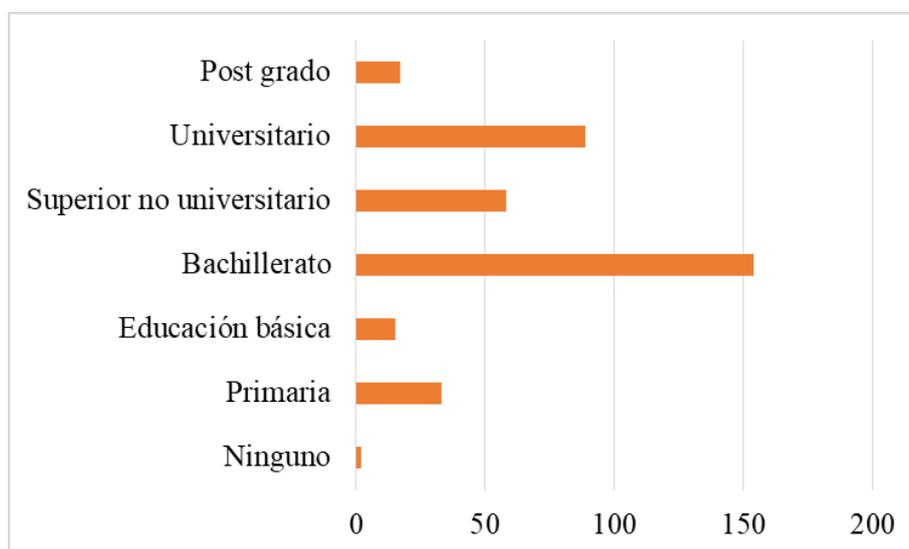


Figura 18. Nivel de educación de los visitantes del Parque Perla

En la siguiente Figura 19 se presentan los datos de nivel de educación dividido por sexo, en niveles altos de educación como universitario y post grado el género masculino es el más sobresaliente. Sin embargo solo dos personas del género masculino no tenían ningún nivel de educación aprobado.

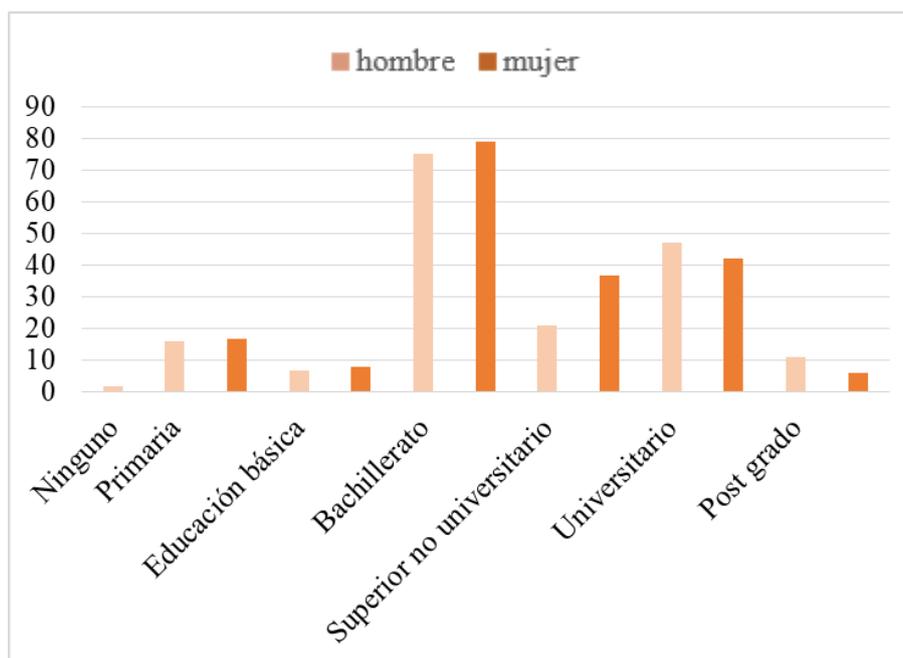


Figura 19. Educación de los visitantes por sexo del Parque Perla

En el nivel de ingreso mensual (ver Figura 20) económico del 33% de los visitantes se encuentra en el rango de \$ 0 a \$ 394 esto se podría deber a que la mayoría de ellos ha cursado solo hasta el bachillerato lo cual no les permite tener un ingreso económico un poco más elevado. El porcentaje que le sigue es 23%, este indica ingresos mensuales de más de \$ 900, y podría indicar el ingreso mensual de los 106 visitantes que tienen un nivel de educación universitario y postgrado.

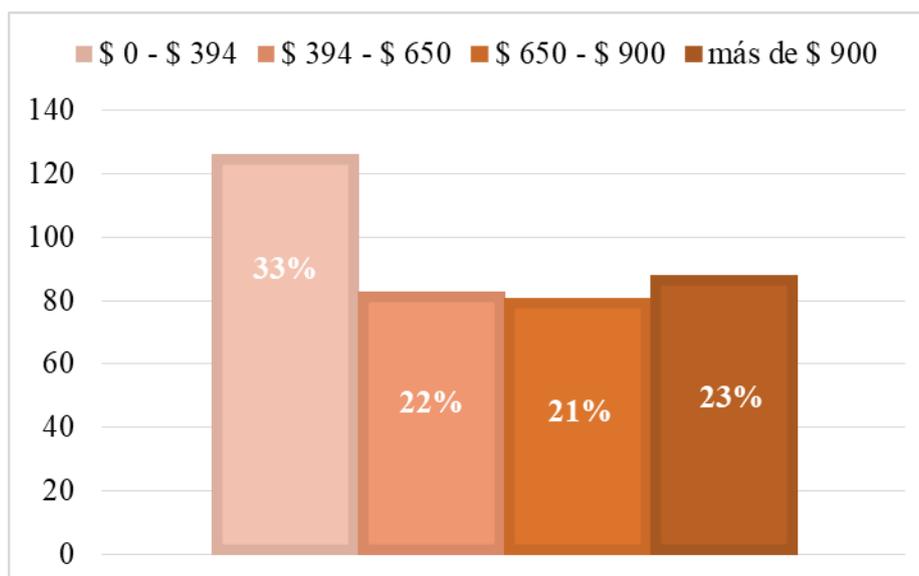


Figura 20. Ingreso mensual de los visitantes del Parque Perla

En la siguiente Figura 21 se presentan los resultados del promedio de visitas contrastado con el ingreso mensual de los visitantes del parque, se puede observar que las personas que tienen un mayor ingreso económico son los que registran más visitas.

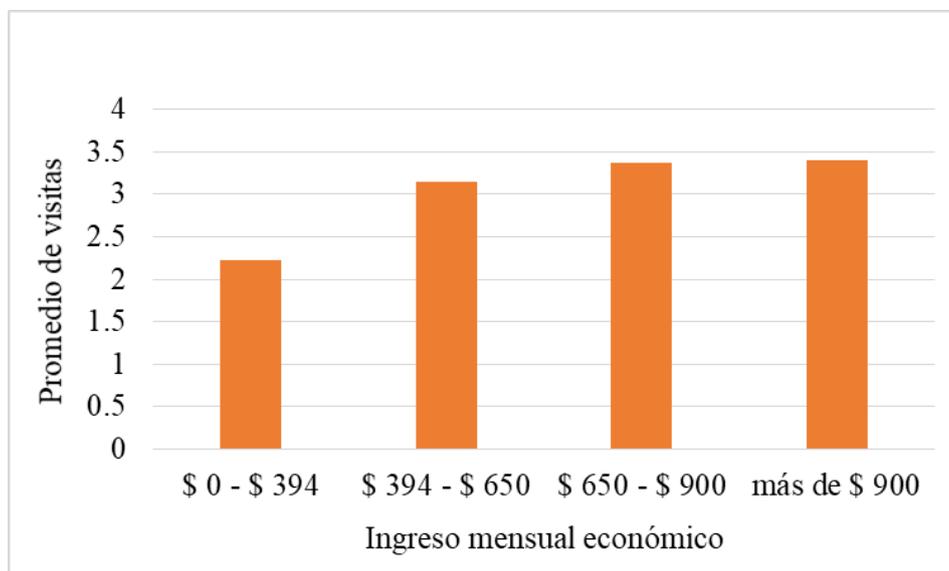


Figura 21. Visitas por ingreso mensual del Parque Perla

En la siguiente Figura 22 se presenta el Costo de viaje vs. el ingreso mensual de los visitantes, como es de esperarse las personas que tienen un mayor ingreso mensual son las que gastan más en el costo de viaje hacia el parque Perla.

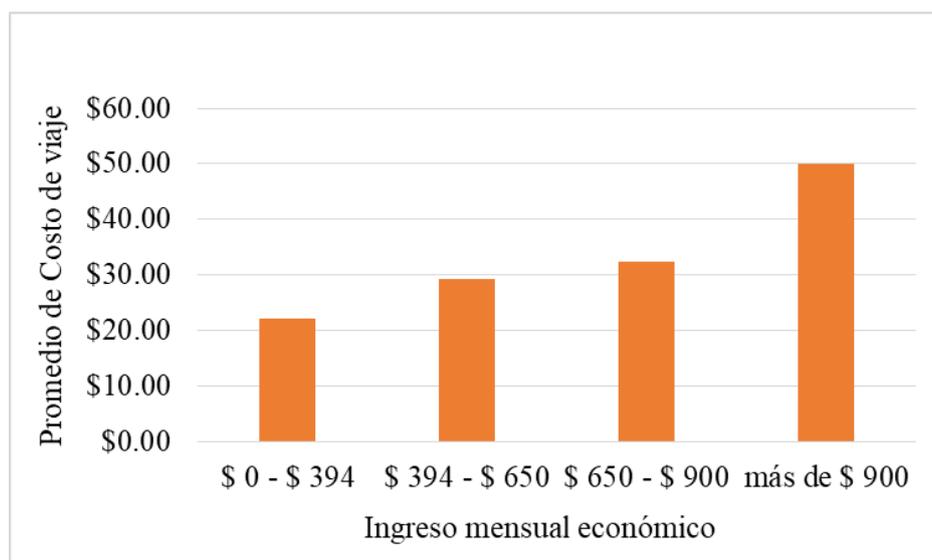


Figura 22. Costo de viaje por ingreso de los visitantes del Parque Perla

En la siguiente Figura 23 se presentan el número de visitas vs. el costo de viaje, como se puede observar las personas que han realizado pocas visitas al parque es porque el costo de

viaje es elevado y las personas que han realizado más visitas al parque es porque su costo de viaje es medio - bajo.

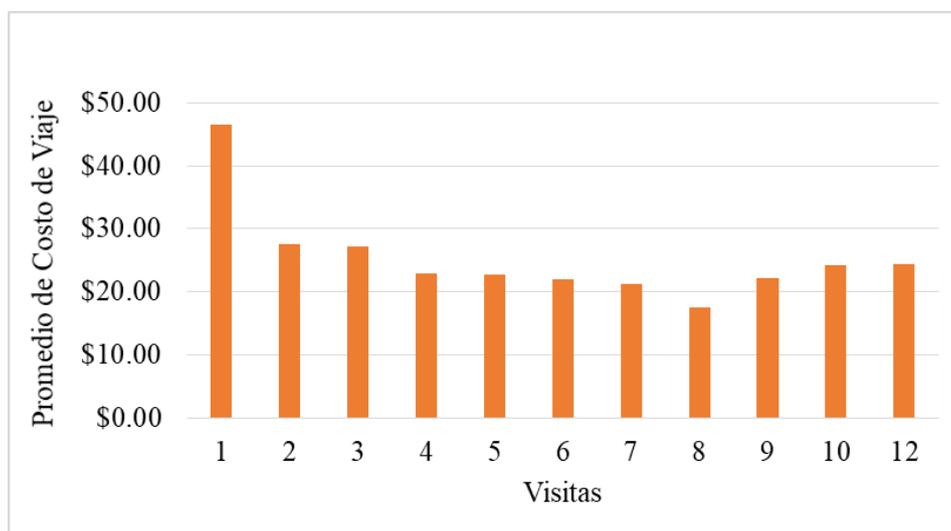


Figura 23. Costo de viaje por número de visitas al Parque Perla

4.3.3. Estimación del valor económico del servicio ambiental recreativo del Parque Perla

Los datos obtenidos de las encuestas se los proceso en el software estadístico STATA y de acuerdo a las variables descritas en el numeral 3.3.3 en la ecuación 10 el resultado se presenta a continuación:

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	378
Model	212000.291	13	16307.7147	F(13, 364)	=	546.08
Residual	10870.2297	364	29.8632685	Prob > F	=	0.0000
Total	222870.521	377	591.16849	R-squared	=	0.9512
				Adj R-squared	=	0.9495
				Root MSE	=	5.4647

costo_viaje	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
edad	.0177292	.0257427	0.69	0.491	-.0328939 .0683524
educacion	-.1714235	.2729611	-0.63	0.530	-.7082021 .3653552
ingreso	5.552947	.3165492	17.54	0.000	4.930453 6.175442
nvisitas	-.1512359	.1804201	-0.84	0.402	-.5060325 .2035606
cpersonas	1.043453	.0723443	14.42	0.000	.9011875 1.185718
tiempoviaje	.0675465	.0068721	9.83	0.000	.0540326 .0810605
distancia	.1034124	.0103944	9.95	0.000	.0829716 .1238531
region	-8.021432	1.884051	-4.26	0.000	-11.72642 -4.31644
permanencia	4.113523	.4286286	9.60	0.000	3.270624 4.956423
lugarsim	.1553831	.5863553	0.26	0.791	-.9976861 1.308452
proposito	-.3040667	.4532277	-0.67	0.503	-1.19534 .5872069
disfrute	-.0945928	.1671953	-0.57	0.572	-.4233828 .2341971
volveria	-4.421456	1.357671	-3.26	0.001	-7.09132 -1.751592
_cons	4.605044	2.691871	1.71	0.088	-.6885278 9.898616

Figura 24. Resultados en STATA

El modelo tiene un coeficiente ajustado de 0,9495, el cual indica que el 94% del modelo explica el comportamiento de las variables.

La variable visitas tiene signo negativo ya que es inversamente proporcional a la variable costo de viaje, esto quiere decir que las personas que más visitan el parque son las que gastan menos, es decir las personas que proceden de lugares cercanos.

La variable distancia y tiempo de viaje tienen signo positivo lo cual nos indica que a mayor distancia y mayor tiempo de viaje el costo de viaje va a ser mayor.

En la columna de probabilidad de t, las variables más significativas en el modelo son las que más se acercan a cero y las variables que no son tan significativas son las que más se acercan a 1.

4.3.4. Cálculo del excedente de consumidor

Con la ecuación (Ver ecuación 13) obtenida del procesamiento de datos de las encuestas se procedió a calcular el excedente de consumidor para obtener el valor de costo de viaje individual.

$$y = -40,67 \ln(x) + 237,3 \quad (13)$$

Además se obtuvo la gráfica del excedente de consumidor la cual se muestra a continuación:

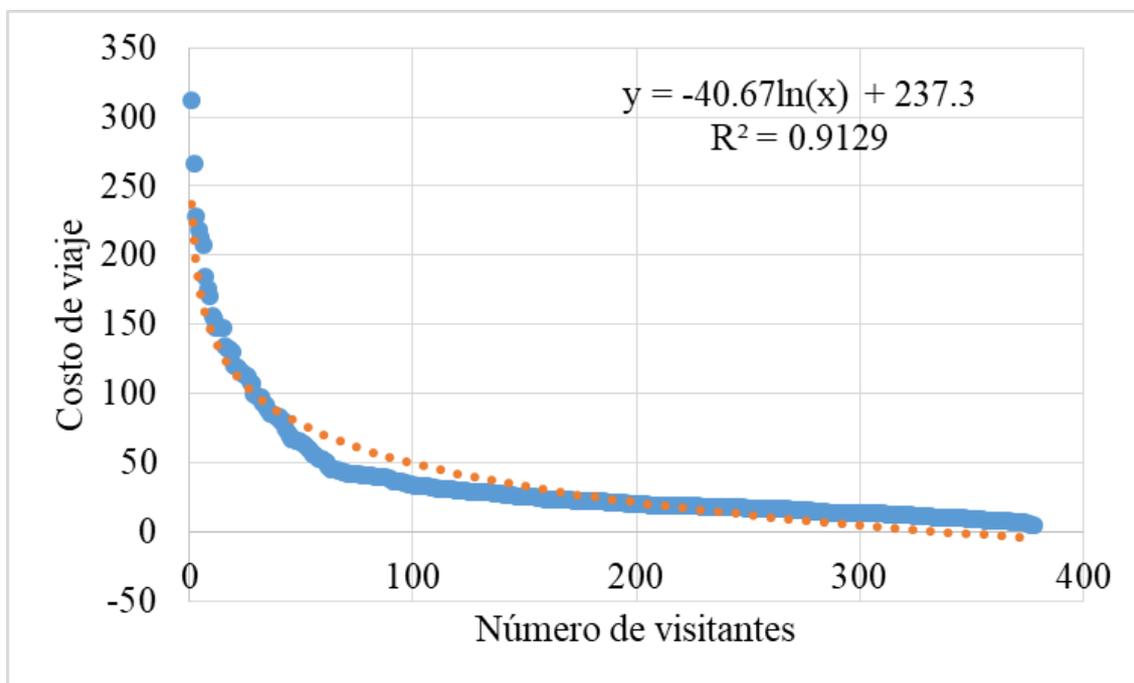


Figura 25. Excedente de consumidor

El valor del excedente de consumidor es obtenido mediante el área bajo la curva, por lo tanto se aplicó la integral para hallar dicho valor, como se muestra a continuación:

$$EC = \int_1^{378} (-40,67 \ln(x))$$

$$EC = \$ 13.556,02$$

4.3.5. Valor económico del servicio ambiental de uso y recreación del parque Perla

El valor obtenido del excedente de consumidor de \$ 13.556,02 pero fue encontrado solo para la muestra de 378 visitantes, de tal manera que se debe calcular dicho valor para todos los visitantes (29022), así tenemos:

$$378 \text{ visitantes} = \$ 13.556,02$$

$$29022 \text{ visitantes} = \$ 1\,040\,801,09$$

4.3.6. Valor económico de los servicios ambientales del Parque Perla

A continuación se presentan los valores económicos encontrados para cada uno de los servicios ambientales del parque Perla

Tabla 9

Valoración de los servicios ambientales del Parque Perla

Servicio Ambiental	Valor económico
Uso y Recreación	\$ 1 040.801,09
Almacenamiento de carbono	\$ 213.523,57
Total	\$ 1 254.324,66

Es importante aclarar que este valor monetario no debe ser tomado como algo textual es decir no es una cantidad de dinero que alguien va a pagar por el parque sino más bien debe entenderse como el beneficio que genera el parque a los ciudadanos de Lago Agrio.

4.3.7. Análisis Beneficio Costo

Para determinar el indicador RBC se obtuvo información de todos los gastos del Parque Perla en el año 2018 como son sueldos, telecomunicaciones, energía, guardianía, reparaciones, transporte, etc. Siendo este valor \$ 556.745,52, cabe recalcar que esta información fue facilitada gracias al departamento de Contabilidad del GAD Municipal de Lago Agrio

$$RBC = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costo}} = \frac{\$ 1\,254.324,26}{\$556.745,52} = 2,25$$

De acuerdo a la ecuación descrita, la Razón Costo Beneficio es de 2,25, lo cual indica, que los beneficios cubren 2,25 veces los costos monetarios del mantenimiento y cuidado del Parque Ecológico Recreacional de Lago Agrio “Perla”.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El valor económico del servicio de uso y recreación del parque Perla por medio de la aplicación del método de costo de viaje fue de \$ 1 040.801,09.

El valor económico del servicio ambiental de almacenamiento de carbono del parque Perla mediante la utilización de índices de vegetación es de \$ 213.523,57.

El valor económico ambiental total de los servicios ambientales de uso y recreación y de almacenamiento de carbono del parque Perla dio como resultado del valor de \$ 1 254.324,66.

La encuesta diseñada para la valoración económica del servicio de uso y recreación en el método de costo de viaje constó de 20 preguntas y se realizaron a un total de 378 visitantes del parque Perla de manera aleatoria en el mes de Mayo.

Las encuestas mostraron datos como que el 51,9% de los visitantes corresponde al sexo femenino y el 48,10% corresponde al sexo masculino. La edad promedio de los encuestados es de 36 años y la mayoría de personas que visitan el parque Perla han cursado solo el Bachillerato; pero en niveles altos de educación como universitario y post grado el género masculino es el más sobresaliente. Además las personas que tienen un mayor ingreso económico son los que registran más visitas y son las que invierten más en el costo de viaje hacia el parque Perla. Finalmente en el procesamiento de datos el modelo tiene un coeficiente R cuadrado ajustado de 0,9495 , el cual indica que el 94% del modelo explica el comportamiento de las variables incluidas en la encuesta.

Los tipos de cobertura vegetal identificados en el parque Perla son: Bosque secundario de tierra firme, Bosque secundario inundable, Bosque secundario de zona pantanosa, Bosque secundario fragmentado.

Los valores del Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI) identificados en cada tipo cobertura fueron para bosque secundario de tierra firme 0,5821, para el bosque secundario fragmentado inundable 0,5419 , para la cobertura de bosque secundario de zona pantanosa 0,5325 y para bosque secundario fragmentado de 0,5023.

El número de toneladas de dióxido de carbono obtenidas mediante la estimación de la biomasa arbórea del parque Perla fueron 61.006,74 ton.

El análisis beneficio costo indica que los beneficios por la protección del parque Perla cubren 2,25 veces los costos de cuidado y mantenimiento del parque. Mostrando que por mucho el beneficio que las áreas naturales generan a la sociedad en general son de mayor importancia que los costos que incurren las autoridades en declarar áreas protegidas.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda realizar las encuestas de forma unipersonal y solo al jefe de familia, es decir a la persona encargada del grupo que visita el parque ya que es la persona que conoce los gastos que se han realizado en el viaje hacia el área de recreación.

Es importante realizar con anterioridad encuestas piloto en la zona que se va a realizar la investigación para cerciorarse de que las preguntas están bien redactadas y sean de fácil entendimiento para las personas que van a ser encuestadas.

Para la aplicación de las ecuaciones alométricas se recomienda aplicarlas en árboles que tengan diámetros dentro del rango de 5cm a 156 cm de diámetro normal (DAP), ya que la ecuación fue modelada solo para arboles con medidas dentro de dicho rango.

La metodología aplicada a la estimación de biomasa se recomienda realizarla en zonas donde existan inventarios forestales ya que se pueden incluir más variables que ayuden a la estimación. Además que es muy importante mantener un inventario de las especies arbóreas existentes dentro de las zonas protegidas para realizar varios estudios que impulsen el cuidado de las mismas.

Finalmente se recomienda a las autoridades competentes encargadas del cuidado del Parque Perla ejecutar proyectos que aseguren la preservación de la Laguna Perla para mantener la fauna que existe dentro de ella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armijos Espinosa, R. I., & Segarra Ortega, Y. E. (2016). Aplicación de los Métodos de Costo de Viaje y Valoración Contingente para determinar la Disposición a Pagar para la Conservación del Recurso Hídrico del Parque Nacional Cajas de la Ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Arias Mendoza, J. J. (2010). *Bienes y servicios ambientales*.
- ASTRIUM. (2012). Pléiades Imagery User Guide. 2.0.
- Avendaño, W. (Julio-Diciembre de 2012). La educación ambiental como herramienta de la responsabilidad social. *Luna Azul*, 2(35), 94-115.
- Awen, O. (2010). *Conservación de Recursos Naturales*. México D.F.: Pax México.
- Azqueta Oyarzun, D. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*, 2a edc. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 133-147.
- Barrera, C., & Bahamondes, R. (3 de Mayo de 2012). Turismo Sostenible: Inportancia en el cuidado del medio ambiente. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo - RIAT*, 8(1), 12.
- Basantes, K. (2018). *Análisis Dasométrico Aplicando Tecnología Escáner Láser Terrestre y Técnicas Convencionales para la Estimación de Biomasa Aérea en el Bosque La Armenia*. Sangolquí, Ecuador.
- Ceccon, E. (2014). *Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Bogotá: Ediciones Díaz Santos.
- Cerda, A. (2012). *Valoración Económica del Ambiente*. Talca: Universidad de Talca.
- Chambi Condori, P. P. (2001). Valoración Económica de Secuestro de Carbono mediante simulación aplicado a la zona boscosa del Río Inambari y Madre de Dios. Perú: Instituto de Investigación y Capacitación para el Fomento de Oportunidades Económicas con Base en la Conservación de Recursos Naturales.

- Constitución de la República del Ecuador. (1 de Agosto de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de <http://www.lexis.com.ec/wp-content/uploads/2017/09/li-constitucion-de-la-republica-del-ecuador.pdf>
- Cristeche, E., & Penna, J. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales . *Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales*, 5-53.
- Curatola, G. (2009). *Patrones de distribución especial de Triplaris americana en Tambopata*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- De la Peña, A., Rojas, C. A., & De la Peña, M. (2010). Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono en Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América*, 133 - 150.
- Díaz, J. (2015). Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. *Trabajo de fin de máster*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Echeverría, A., Pachacama , R., Villaverde, Y., & Proaño, N. (2017). Cálculo de biomasa aérea y carbono capturado de la reserva Yanacocha a través de imágenes satelitales. *Geoespacial*, 33-44.
- Espinosa, J., Rodríguez Espinosa, F., & Cartuche, L. (2016). Valoración Económica del uso recreativo y ecosistémico del Parque Nacional Podcarpus (PNP), por medio del método de costo de viaje. *Geoespacial*, 1-13. Obtenido de Revista Geoespacial: <http://geoespacial.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/01/Geoespacial13.2.pdf>
- FAO. (2007). *Medición de la altura y el diámetro de los árboles*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S06.htm>
- Figuroa, M., & Muñoz, S. (2012). *Sumideros naturales de CO2 en el entorno urbano y territorial*. España: Universidad de Sevilla.
- García Martín, A., Pérez Cabello, F., & De la Riva Fernández, J. (2006). Evaluación de los Recursos de Biomasa Residual Forestal Mediante Imágenes del Satélite Landsat de SIG. *GeoFocus (Artículos)*, 6, 205-230.

- Gasparri, N. I., Parmuchi, M. G., Bono, J., Karszenbaum, H., & Montenegro, C. L. (2007). *Utilidad de imágenes Landsat 7 ETM+ de diferentes fechas para la estimación de biomasa aérea en bosques subtropicales secos de Argentina*. Mar de la Plata, Argentina: Congreso de la Asociación Española de Teledetección.
- Granda, P. (2005). Acción Ecológica. *Sumideros de carbono en los Andes ecuatorianos*.
- Guascal Sanguña, E. L. (2018). Análisis de la estimación de biomasa forestal mediante imágenes radar y vehículos aéreos no tripulados -UAV del Parque Metropolitano La Armenia. Sangolquí, Ecuador.
- Guijarro, R., Cantero, B., & Muñoz, M. (2014). *Aydantes Técnicos Medio Ambiente de la Junta de Andalucía*. Sevilla: MAD.
- INGETEC. (2012). *Proyecto Nueva Esperanza*. Obtenido de Valoración Económica de los Impactos Ambientales.
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. J. (2006). *Economía Ambiental*. Madrid. España: Prantice Hall Iberia.
- Leguia, D. (2013). *Estimación de los Costos de Oportunidad*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Linares, P. (2004). *Los bosques tropicales Estacionalmente secos*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Lomas, P., Martín, B., Loiut, C., Montoya, D., & Montés, C. (2015). *Guía Práctica para la Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas*. Obtenido de Departamento Interuniversitario de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid.
- Mac, E. (2015). *La sobrevivencia de Chile: La conservación de sus recursos naturales renovables*. Santiago : Cedoc-Ciren.
- MAE. (2012). *Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador.

- MAE. (2013). *MAE promueve conservación y recuperación de bosques tropicales*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/mae-promueve-conservacion-y-recuperacion-de-bosques-tropicales/>
- MAE. (2016). *Ecuador suscribe Acuerdo de París sobre cambio climático*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec>
- MAE. (2016). Ministerio del Ambiente. *Áreas Protegidas del Ecuador*.
- Maestre, F. (2010). *Ecología funcional de ecosistema emergentes*. Madrid: Universidad Rey Jaun Carlos .
- Martínez, A. (2014). Bienes y Servicios Ambientales. *Medio Ambiente*, 10.
- Mestanza Ramón, C. (2017). *Estudios de Actualización e Identificación de Flora y Fauna Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio Perla*. Lago Agrio, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2007). *"Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007-2016"*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Mogrovejo, P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador*. Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Molina, X. (2016). *Geografía del Carbono en alta resolución en Bosque Tropical Amazónico del Ecuador mediante sensores aerotransportados*. Madrid.
- Morales, M. P., & Vásquez, M. P. (2019). *Valoración Económica de la captura de carbono en las especies Podocarpus sprucei y Oreocallis grandiflora en el Bosque Protector Aguarongo*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Morales, M., Vílchez , B., & Chazdon , R. (2012). *Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredos Biológico de Osa; Costa Rica*. Cartago: Instituto de tecnología Costa Rica .
- Orellana Díaz, O. (2012). *Estimación del carbono almacenado en la zona núcleo del Parque Nacional Montaña de Celaque Honduras, utilizando la teledetección y sistemas de información geográfica*. Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

- Ortiz Paniagua, C. F., Infante Jiménez, Z., & García García, J. O. (2013). *Producción de aguacate vs preservación ambiental, costo de oportunidad en la región productora de aguacate*. Michoacan: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico*, 7, 59-193.
- Parra, C., & Moreno, R. (2015). *Métodos de valoración económica costo de viaje*. Obtenido de Economía Ambiental : https://www.academia.edu/16198116/metodo_de_valoracion_economica_costo_viaje
- Riera Micalo, P. (2005). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Editorial Paraninfo.
- Rincón Carrera, E. (2009). *Bosque fragmentado con vegetación secundaria*. Obtenido de Sistema de información Ambiental Territorial de la Amazonía colombiana: <http://siatac.co/web/guest/productos/coberturasdelatierra/>
- Rodríguez Cortes, Á. N. (2015). *Estimación de Biomasa Arborea por Medio de Índices de Vegetación para El Parque Nacional Natural La Paya*. Bogota DC., Colombia.
- Svartzman, R. (2015). *Foro sobre cambio climático*. Obtenido de ¿Qué estudia la economía ambiental y cuál es su diferencia con la economía ecológica?: <https://www.ambienteycomercio.org/>
- Tobarrá González, M. Á. (2016). *Aplicación del Método del Cote de Viaje Individual para la Valoración Recreacional del Parque Regional El Valle y Carrasco*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena: www.repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5686/tfm-men-apl.pdf?sequence=1
- Valdés, T. (2010). *Ecología y medio ambiente*. Madrid: Pearson Educación .
- Wilsoft. (2018). *Métodos de valoración de los servicios ambientales desde la economía ambiental*. Obtenido de Wilsoft: <http://www.wilsoft-la.com/metodos-de-valoracion-de-los-servicios-ambientales-desde-la-economia-ambiental/>
- Zenon, T. (2010). *Ecología y medio ambiente*. Madrid: Pearson Educación S.A.