

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Valoración económica de bienes y servicios ambientales

como una herramienta de conservación de bosques

Amazónicos

Monografía previa a la obtención del título de Licenciado

en Ciencias Biológicas

SANTIAGO GUILLERMO RIBADENEIRA FALCONÍ

Quito, 2015

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Monografía de Licenciatura en Ciencias Biológicas del Sr. Santiago Guillermo Ribadeneira Falconí ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Lcdo. Álvaro Pérez Castañeda
Director de la monografía

Quito, 31 de marzo de 2015

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	4
3. INTRODUCCIÓN.....	7
4. DESARROLLO TEÓRICO.....	13
4.1. ANTECEDENTES.....	14
4.2. MARCO LEGAL AMBIENTAL.....	15
4.3. ALCANCE TÉCNICO.....	17
4.4. METODOLOGÍA PARA INVENTARIOS FORESTALES.....	19
4.4.1. PARÁMETROS A ANALIZAR.....	22
4.4.2. ANÁLISIS DE DATOS.....	24
4.5. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA.....	32
4.5.1. VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET).....	32
4.5.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET).....	33
4.5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES.....	34
4.5.4. VALOR ECONÓMICO DEL BOSQUE NATIVO EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA.....	37
4.6. PRIMEROS RESULTADOS DE VALORACIONES ECONÓMICAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL ECUADOR.....	69

4.7. LA VALORACIÓN ECONÓMICA COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES AMAZÓNICOS	75
5. CONCLUSIONES	78
6. RECOMENDACIONES.....	83
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
8. FIGURAS.....	96
9. TABLAS	1

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Medición de radios para calcular la proyección horizontal de la copa de un árbol. Nótese que a partir del centro de la copa del árbol (C) se han medido ocho (8) radios equidistantes entre sí (FAO, 1980). 1
- Figura 2. Diagramas de perfil del área caracterizada. Son gráficos que representan en dos dimensiones el perfil del bosque caracterizado. El eje horizontal representa la extensión horizontal del área caracterizada y por ende la distribución espacial de los individuos inventariados o censados, mientras el eje vertical representa la altura de los individuos inventariados o censados (FAO, 1980)..... 2
- Figura 3. Tipología Del Valor Económico Total. De éstos, los valores de uso son más fáciles de cuantificar mediante metodologías ortodoxas; sin embargo, los valores de no uso requieren la aplicación de metodologías más complejas (Azqueta, 2002). 3
- Figura 4. Diagramas de dispersión de copas. Se observan conglomerados definidos, a pesar de ello a mayor altura las especies se dispersan y son pocos individuos; señal de un proceso selectivo de extracción de madera (Cardo ENTRIX, 2013)..... 4
- Figura 5. Curva Diamétrica. La figura presenta la forma típica, pero posee espacios donde no existen individuos presentes en la clase diamétrica, siendo el número de individuos inversamente proporcional al diámetro promedio, esta estructura diamétrica es un indicador de la perturbación a la que ha sido sometido el bosque. 5
- Figura 6. Abundancia relativa de las especies vegetales presentes en el área de la plataforma Villano A. Las especies más abundantes son: *Iriartea deltoidea* con 267 individuos (16,39%); *Guarea kunthiana* con 120 individuos (7,37%); *Inga spp.* con 112 individuos (6,88%), *Alchornea triplinervia* con 95 individuos (5,83%) y *Virola flexuosa* con 55 individuos (3,38%). 6

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Categorización de valores a considerar para el cálculo del VET	2
Tabla 2.	Carbono almacenado por hectárea en distintos usos de suelo	3
Tabla 3.	Resumen de algunos productos no forestales obtenibles de bosques primarios y secundarios.....	4
Tabla 4.	Estimados del Valor Farmacéutico de áreas “Hot Spot”	5
Tabla 5.	Clases de suelo según la USDA	6
Tabla 6.	Estimaciones de valor de existencia de bosques tropicales amazónicos.....	7
Tabla 7.	Posición Sociológica de las Especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A	8
Tabla 8.	Índice de Valor de Importancia de las especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A	11
Tabla 9.	Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa a ser desbrozada por la ampliación de la plataforma Villano A	12

LISTA DE ABREVIATURAS

DAP	Diámetro a la Altura del Pecho
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
IVI	Índice de Valor de Importancia
PMA	Planes de Manejo Ambientales
WTP	Disposición de pago

1. RESUMEN

La presente monografía aborda la valoración económica de bienes y servicios ambientales como una herramienta de conservación de bosques amazónicos. Para ello analiza tres aspectos principales: (i) el esquema metodológico necesario para calcular los valores económicos por concepto de bienes y servicios ambientales que se pierden en caso de desbrozar vegetación nativa en total cumplimiento con los lineamientos exigidos por la normativa ambiental ecuatoriana vigente, (ii) un estudio de caso, denominado *Reevaluación al Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental Para la Ampliación de la Plataforma Villano A y perforación de los pozos Villano 22, Villano 23H, Villano 24 y Villano 25H y Sidetrack del Pozo Villano 3ST2 - Bloque 10* en el cual se determinó el valor económico total de los bienes y servicios ambientales de un área a ser desbrozada como parte de la ejecución de un proyecto, y (iii) los motivos por los cuales dicha metodología podría utilizarse como una herramienta para la conservación de bosques amazónicos.

En términos generales, la determinación del Valor Económico Total (VET) contempla la sumatoria de todos aquellos valores (de uso directo, uso indirecto, opción, existencia y herencia) que se perderían a causa del potencial desbroce de cobertura vegetal nativa requerida por el desarrollo y ejecución de un proyecto hidrocarburífero. La metodología requiere de dos insumos principales: (i) el inventario o censo forestal del área de análisis y (ii) la determinación de los valores de mercado para cada uno de los bienes y servicios analizados. Ambos insumos son usados para establecer los montos económicos de cada uno de los bienes y servicios ambientales presentes y derivados del área estudiada, respectivamente. Por ejemplo, para el caso del proyecto de ampliación de la

plataforma Villano A ubicada en el bloque petrolero 10, se determinó un valor aproximado de USD \$2.600/ha, valor significativo si se tiene en cuenta la magnitud de algunos proyectos propuestos en la Amazonía ecuatoriana. La instauración de esta política de valorar económicamente los bienes y servicios ambientales ha ocasionado que varias empresas comiencen a replantear la ubicación de sus proyectos, prefiriendo las áreas intervenidas en lugar de las áreas boscosas prístinas, lo cual es la base que el autor pretende utilizar para determinar que la valoración de bienes y servicios ambientales puede ser usada como herramienta de conservación de bosques amazónicos.

Palabras clave: Economía Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Inventarios Forestales, Valoración Contingente y Valoración No-Contingente.

2. ABSTRACT

The present monograph addresses the economical valuation of environmental goods and services as a tool to conserve Amazonian forests. Three main aspects are being analyzed: (i) the methodological scheme (in concordance with the current environmental regulations) needed for calculating the economical values related with the environmental goods and services to be lost in case of cutting down the native vegetation, (ii) a case study in which the Total Economic Value (VET) of the environmental goods and services of a project to be developed was calculated, and (iii) the reasons why this methodology could be used as a tool to conserve Amazonian forests.

In general terms, the calculation of the VET includes the sum of all the values (direct use, indirect use, existence, and heritage) to be lost as a result of the project's development. The methodology needs two inputs: (i) the forest inventory, and (ii) determining the market values of all of the analyzed environmental goods and services. Both inputs are used for establishing the economic costs of the studied area. For example, in the Villano A platform expansion project, located in the Ecuadorian oil field 10, an approximated value of USD \$2.600/ha was calculated; a significant value if one considers the magnitude of some projects proposed in the Amazon Region. The establishment of this regulation has caused that several companies start reconsidering the location of their projects, preferring intervened areas instead of pristine forests; which is, actually, the base of the author for pretending to use the methodology of valuation environmental goods and services as a tool for conserving Amazonian forests.

Keywords: Contingent Valuation, Non-Contingent Valuation, Environmental Economics, Environmental Impact Study, and Forest Inventory.

3. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país cuya diversidad ecosistémica incluye desde glaciares volcánicos hasta bosques húmedos tropicales, razón por la cual ha recibido el calificativo de “país megadiverso”. Dentro de su territorio continental existen 25 de las 32 Zonas de Vida establecidas según la Clasificación de Zonas de Vida y Formaciones Vegetales de Holdridge, lo cual ocasiona que Ecuador sea el país con mayor número de especies de plantas por unidad de área (Barrantes *et al.*, 2000).

La diversidad del Ecuador es tal que Jørgensen y León-Yáñez (1999) determinaron que en el país existen más de 16.000 especies de plantas vasculares (3.251 de orquídeas) agrupadas en 273 familias y 1.200 especies de helechos. De igual manera Buitron (1999) estableció que un sólo 1 km² de bosque húmedo tropical puede albergar hasta 1250 especies de plantas pertenecientes a 136 familias diferentes.

En contraste, el aprovechamiento de esta amplia riqueza natural ha sido la base que ha sustentado y promovido el desarrollo social y económico del país a lo largo del tiempo. Por tal motivo es evidente la necesidad de encontrar un equilibrio entre conservar ese capital natural y promover el aprovechamiento sustentable del mismo. Para ello, el aprovechamiento del capital natural debe ser optimizado de modo que se logre maximizar el bienestar de los pueblos, pero minimizar la generación de impactos socioambientales negativos.

La optimización del capital natural requerirá, sustancialmente, de la disponibilidad de: (i) información confiable, actualizada y consistente, al alcance

de los actores relacionados directa o indirectamente con el manejo de los recursos naturales; (ii) un marco jurídico e institucional compatible con el desarrollo sustentable; y, (iii) la definición de un conjunto de políticas y de los respectivos instrumentos que no solo atiendan lo económico y social, sino que integren los aspectos ambientales.

Lamentablemente la ausencia de datos económicos trazables sobre los bienes y servicios ambientales provistos por los bosques ecuatorianos ha impedido el desarrollo de una política forestal estatal debidamente sustentada, lo cual de manera indirecta ha puesto en riesgo la existencia, integridad y el valor intrínseco de los bosques amazónicos, así como su diversidad biológica y cultural (Barrantes *et al.*, 2000). Ante ello, es necesario el desarrollo de procesos metodológicos que permitan determinar con exactitud su valor

El acto de valorar, de acuerdo al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, supone “señalar el precio de algo” o, en términos más generales “establecer el valor de una cosa, bien o producto”. De igual manera, valor de acuerdo con la misma fuente es el “grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite” (RAE, 2001).

Es importante además considerar el gran valor que posee la biósfera en todos los ámbitos, lo cual incluye el ámbito económico; principalmente relacionado a la amplia serie de servicios ambientales que brinda la biósfera, servicios que

permiten satisfacer necesidades humanas y por tanto permitan incrementar el bienestar de las personas.

Partiendo de ambas premisas, la valoración ambiental pretende establecer un costo monetario por concepto de la ganancia o pérdida del bienestar o utilidad que experimentan las personas a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dichas personas; por tal motivo, la valoración ambiental constituye una herramienta clave para la adecuada definición de las herramientas de gestión y políticas ambientales, las cuales, para su óptimo funcionamiento, requieren establecer una cuantía apropiada del impuesto pigouviano requerido para determinar los puntos de eficiencia social máxima a ser alcanzados mediante regulaciones basadas en análisis costo-beneficio socioambientales.

De este modo el impuesto pigouviano; el cual es un tipo de impuesto que busca corregir una externalidad negativa; es decir, busca lograr que el costo marginal privado (lo que le cuesta al productor producir) más el impuesto sean iguales al costo marginal social (lo que le cuesta a la sociedad, incluyendo al productor), para determinar la viabilidad de un proyecto mediante la enumeración y valoración monetaria de todos los costos y beneficios derivados, directa e indirectamente, de dicho proyecto.

Basado en lo antes mencionado, la valoración ambiental puede definirse formalmente como el conjunto de las técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costes derivados de una o varias de las siguientes acciones:

- a) Uso o explotación de un activo ambiental
- b) Ejecución de una acción de mejora ambiental
- c) Generación de un daño ambiental

El principal problema asociado con este tipo de enfoque reside en la ausencia de mercados reales para los bienes y servicios ambientales valorados, lo cual a su vez se traduce en la falta de datos económicos caso-específicos para realizar la valoración. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que la valoración de servicios y bienes ambientales fluctuará en función de las características propias del mercado del servicio o el bien evaluado, entendiéndose que a mayor cantidad de servicios ambientales que brinde un activo ambiental (y a media que dicho activo sea más escaso), mayor será el costo asociado a la valoración ambiental de dichos bienes y servicios (Humphrey, 1992).

Este problema se aborda a través de la utilización de métodos indirectos de mercado (métodos de valoración, contingente, no contingente, métodos hedónicos, costo de viaje, voluntad a pagar, etc.), para el caso de la ausencia de datos y de efectuar la valoración en función de una clasificación ecosistémica para el caso de la variación intrínseca (Ribadeneira y Neira, 2011).

Bajo esta premisa se entiende que, solamente cuando se haya establecido el verdadero valor económico de los bosques (tanto el valor económico del capital natural como los bienes y servicios ambientales derivados de él) se comenzará a

comprender la importancia de su conservación no sólo en el contexto ambiental sino también en el ámbito económico, ya que, por lo general, el valor económico del bosque, al igual que su importancia para la humanidad y las futuras generaciones, está subestimado (Azqueta, 2002).

En tal virtud, el presente documento representa un estudio de aplicación que incorpora criterios de diversas ciencias como la Biogeografía, Biología, Ecología y Botánica, pero los analiza desde la óptica de las ciencias económicas.

En primera instancia el documento establecerá una aproximación metodológica para determinar el valor económico de los bienes y servicios ambientales de los bosques amazónicos (en cumplimiento con los lineamientos y regulaciones ambientales vigentes). Posteriormente mostrará a manera de caso de estudio los resultados de una de las primeras valoraciones realizadas en el Ecuador y como dichos resultados tuvieron influencia sobre las decisiones de intervenir o no bosques bien conservados. Finalmente, se analizarán las posibilidades que tendría esta metodología para ser utilizada a manera de una herramienta de conservación de los bosques.

4. DESARROLLO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES

El presente documento está basado en las teorías planteadas por la corriente denominada Economía Ambiental. Lo que caracteriza a esta corriente es su mayor disposición a utilizar las herramientas convencionales del análisis económico (con su inevitable carga ideológica) para abordar el estudio de varios problemas ambientales actuales y su implicación con el bienestar de los pueblos (Azqueta, 2002). Esto no es una tarea fácil, de ahí la importancia de tener presente los límites del análisis y mantener dentro de contexto sus conclusiones.

A más del problema ideológico que esto representa, existe además un problema socioeconómico ¿Cuál es el valor económico del medio ambiente? Si esta pregunta se realiza a un grupo significativo de personas es seguro que las respuestas serán diversas, pero muy probablemente aquellos que hayan atribuido un valor económico más elevado al ambiente se mostrarán más reacios a que éste sea intervenido, mientras aquellos que le hayan atribuido un valor más austero se mostrarán más permisivos. Por lo general la respuesta está influenciada en base a la percepción de cada persona en relación a cuál es la utilidad, deleite, beneficios, bienes y/o servicios que obtiene o recibe del ambiente.

Sin embargo, en la práctica, muy pocas veces una persona tiene la oportunidad de que su criterio, peor aún su bienestar o deleite, sea tomado en cuenta a la hora de decidir si se ejecuta o no cualquier tipo de intervención antrópica sobre el ambiente. Este es un dilema que es abordado por distintas posturas éticas muy diferentes unas de otras. Según Azqueta (2002), existen

posturas tan variadas que van desde aquellas que afirman que el único sujeto de consideración moral es el ser humano, y por ende la biosfera no es sujeto de consideraciones morales (ética antropocéntrica), hasta aquellas que sostienen que las otras especies y los ecosistemas tienen los mismos derechos fundamentales que el hombre (ética biocéntrica o de la tierra).

Sin embargo, considerando que estas dos posturas extremas plantean serios inconvenientes filosóficos al análisis técnico-científico, el autor ha decidido centrar la elaboración del presente documento bajo una postura ética denominada ética antropocéntrica ampliada, la cual establece, en resumidas cuentas, que los seres vivos y la naturaleza en general poseen valores que derivan de su utilidad, consideración, apreciación y respeto y analiza como único sujeto de consideración moral al hombre (Leyton, 2008).

A pesar de que existen varios estudios de valoración económica de recursos naturales en países vecinos y con características similares al Ecuador (en cuanto a bosques amazónicos se refiere) como Colombia, Perú y Brasil, la disponibilidad de metodologías aplicadas específicamente a Ecuador es limitada; lo cual se veía agravado por el hecho de que hasta hace pocos años no se disponía de normativa ambiental específica concerniente al tema de valoración económica de bienes y servicios ambientales en el país.

4.2. MARCO LEGAL AMBIENTAL

Si bien varios cuerpos legales como la Constitución Política de la República del Ecuador, la Ley de Gestión Ambiental (LGA), la Ley Forestal, de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre y su Reglamento, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (LPCCA), el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), la Ley de Aguas y la Ley de Patrimonio Cultural, entre otros incluyen entre sus líneas disposiciones específicas relacionadas a la conservación y aprovechamiento regulado de los recursos forestales y su interrelación con el ambiente, no fue hasta la emisión del Acuerdo Ministerial No. 076 publicado en el registro Oficial No. 766 del 14 de agosto del 2012 y el posterior Acuerdo Ministerial No. 134 del 25 de Septiembre de 2012, modificadorio al Acuerdo Ministerial No. 076, que se comenzó a establecer una aproximación metodológica para valorar económicamente los bienes y servicios ambientales que se perderían a causa del desbroce de la vegetación nativa presente en el área de implantación de un proyecto propuesto.

Sin embargo, si bien en el primer anexo del mencionado Acuerdo Ministerial No. 134 se plantea una metodología sugerida para dicho fin, el mismo documento también evidencia la ausencia de información específica aplicable al Ecuador y por ende sugiere que la ejecución de un estudio ambiental debe implicar a demás la caracterización primario y levantamiento de información (línea base ambiental y socioeconómica) que permita contar con los insumos necesarios para la generación de información económica específica del área analiza; ante lo cual se requiere, en primera instancia, contar con información secundaria fiable, corregida y extrapolable a las características del área de estudio del proyecto para poder iniciar los cálculos económicos.

Posterior a ello, con fecha 24 de agosto de 2012, el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y el Ministerio de Recursos no Renovables del Ecuador (MRNNR) emitieron el Acuerdo Interministerial No. 001, mismo que comprende los lineamientos para la aplicación de la compensación económica por afectaciones socioambientales dentro del marco de la política pública de reparación integral promovida por el Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS).

Estos lineamientos consideran tres niveles de aplicabilidad: (1) Compensación por afectaciones potenciales; (2) Compensación aplicada a la gestión de impactos ambientales; y, (3) Compensación aplicada a la gestión de pasivos ambientales. En todos ellos, el valor económico de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa a ser removida por la futura ejecución de un proyecto propuesto o aquella que fue afectada durante la ejecución de un proyecto, es una de las variables del cálculo.

Finalmente, el Acuerdo Ministerial No. 006 publicado en el Registro Oficial No. 128 del 29 de abril de 2014 establece la necesidad de incluir como parte de la ejecución de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) la valoración económica de los bienes y servicios ambientales presentes en el área de implantación del proyecto a desarrollarse, para lo cual utiliza nuevamente el esquema metodológico planteado en el Acuerdo Ministerial No. 134.

4.3. ALCANCE TÉCNICO

Para establecer un esquema metodológico que permita determinar el valor económico total por concepto de los bienes y servicios ambientales que se perderían debido al desbroce de la vegetación nativa es importante delimitar en primera instancia el alcance del término “vegetación nativa”, para lo cual se utilizó la definición establecida en el Manual Operativo Unificado del Proyecto Socio Bosque de junio 2011, en el cual se establece que (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011):

“Se considera bosque nativo a toda formación vegetal compuesta por especies nativas, y resultante de un proceso natural de sucesión ecológica. Además, esa formación vegetal debe brindar al menos dos de los servicios ambientales detallados a continuación: (i) refugio de biodiversidad, (ii) regulación hidrológica, y (iii) almacenamiento de carbono. Se excluye de la definición de bosque nativo:

- *Plantaciones forestales destinadas a la comercialización de madera.*
- *Plantaciones con especies exóticas.*
- *Bosques secundarios que han iniciado su proceso de regeneración natural después de 1990 o, que evidencien extracción de madera”*

En base a lo antes mencionado, se puede circunscribir el alcance del término “vegetación nativa” a toda formación vegetal que corresponda a Bosque Maduro (Primario) o Bosque Secundario Poco Intervenido (Cardno ENTRIX, 2013).

Una vez definido el alcance del término “vegetación nativa”, el siguiente paso consiste en ejecutar un inventario forestal para contar con los insumos previos a usarse posteriormente en la valoración económica de bienes y servicios ambientales del área a ser desbrozada.

4.4. METODOLOGÍA PARA INVENTARIOS FORESTALES

El inventario forestal es una herramienta de planificación y manejo forestal. Dicha herramienta evalúa el estado actual del bosque, priorizando a aquellas especies arbóreas que poseen una importancia comercial forestal.

En términos de aprovechamiento forestal, el inventario permite asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento del recurso forestal permitiéndole al concesionario planificar las cosechas provenientes del área concesionada y su objetivo principal es determinar el volumen y calidad de madera disponible en el área analizada, permitiendo de esta manera tomar decisiones sobre los volúmenes de madera a ser comercializados en el mercado y los volúmenes a ser conservados para asegurar la disponibilidad de futuras cosechas; para lo cual se requiere el desarrollo de una estrategia integral de manejo del recurso (Meléndez *et al.*, 2005).

La importancia del inventario forestal en relación al cálculo de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de un bosque nativo radica en

que la caracterización primaria del bosque permite evidenciar de manera directa el estado de conservación del mismo, así como dimensionar la disponibilidad de especies vegetales de interés en términos maderables, no maderables, farmacéuticos, agrícolas, medicinales, consuntivos, etc., de ahí la importancia de que dicho inventario forestal caracterice al área de estudio de la manera más fidedigna y trazable posible.

El inventario forestal compila varios insumos importantes para efectuar la valoración económica, entre los cuales se destaca la identificación de si el bosque estudiado pertenece o no al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosques y Vegetación protectores o el Patrimonio Forestal del Estado. También es importante determinar si dicha área pertenece al programa Sociobosque, ya que en dicho caso la valoración económica de bienes y servicios ambientales debe incluir los costos asociados a los valores que los propietarios suscritos a dicho convenio dejarían de percibir si se reduce su capital natural. Adicionalmente, es importante considerar la clasificación de uso de suelo del área analizada, para lo cual se debe utilizar metodologías estandarizadas como por ejemplo los criterios de clasificación de suelos establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2014); sin embargo, el mayor aporte del inventario forestal se remite a la caracterización específica de las especies vegetales que componen el área de análisis.

Es muy importante el contar con una metodología de elaboración de inventarios forestales unificada, para lo cual a continuación se detallan los

principales aportes de los trabajos desarrollados por Urrego y Echeverri (2000), Ogawa *et al.* (1965) y Campbell *et al.* (1986).

En función de cantidad de hectáreas a ser desbrozadas (extensión de la huella del proyecto) existen dos opciones:

Opción 1 (INVENTARIO FORESTAL).- Consiste en inventariar a todos los individuos forestales con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm y a una altura de 1,3 m del suelo y cuyos resultados, al ser representativos del área de estudio, pueden ser extrapolados en función del área total a intervenir por el proyecto.

El Inventario Forestal se utiliza comúnmente para la elaboración de Planes de Manejo Ambientales (PMA) y consiste en la evaluación de una pequeña muestra bien distribuida y representativa del bosque para extrapolar sus resultados sobre la población total del bosque; generalmente se aplica en los proyectos cuyas áreas de intervención sean mayores a 10 ha y se debe aplicar una intensidad de muestreo mínima del 1% en relación al área total de intervención del proyecto (de acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental y forestal vigente). Para realizar el Inventario Forestal se debe utilizar la siguiente ecuación.

$$f = \frac{n}{N} 100$$

Dónde: $f = \text{Intensidad de muestreo}$
 $n = \text{Número de unidades de la muestra}$
 $N = \text{Número de unidades de toda la población}$

Opción 2 (CENSO FORESTAL).- Consiste en censar a todos los individuos forestales con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm y a una altura de 1,3 m del suelo presentes en el área a intervenir por el proyecto. De acuerdo a lo establecido en la legislación ambiental y forestal vigente, este escenario se aplica a los proyectos cuya área total de intervención (huella del proyecto) sea menor a 10 ha.

4.4.1. PARÁMETROS A ANALIZAR

4.4.1.1. ALTURA TOTAL Y COMERCIAL

Para cada individuo inventariado o censado se debe determinar, a manera de listado, la altura total (HT), altura comercial (HC) y usos (maderables, no maderables, medicinales, ornamentales, etc.) teniendo en cuenta el tipo de vegetación presente, sus características, la presencia de especies forestales más comunes e incluso la presencia de especies con aprovechamiento condicionado.

Posteriormente, con los datos obtenidos es factible determinar la estratificación del bosque, estructura horizontal, estructura total, cálculo del área basal, abundancia relativa, dominancia relativa, frecuencia, valor de importancia, diversidad biológica y cálculo de volumen de madera en pie del área analizada

4.4.1.2. DIAGNÓSTICO CUANTITATIVO

El diagnóstico cuantitativo evaluará a cada uno de los árboles identificados en el área de estudio. Las variables evaluadas de cada árbol se detallan a continuación:

- N°. Individuo
- Código del individuo inventariado
- Familia
- Nombre científico
- Uso (Maderable/No maderable)
- Aprovechamiento Condicionado (Si/No)
- Especie Medicinal
- Radios de copa
- Circunferencia a la altura del pecho (cm)
- Altura total
- Altura Comercial

4.4.1.2.1. MEDICIÓN DE LA PROYECCIÓN HORIZONTAL DE LA COPA

Una descripción completa de la forma del árbol incluye mediciones de la copa, las cuales sólo son posibles si la copa es enteramente visible. Para describir correctamente la proyección de la copa en un plano horizontal es

necesario medir cuatro radios en direcciones que formen ángulos iguales, independientemente de su medida (Figura 1).

4.4.2. ANÁLISIS DE DATOS

4.4.2.1. ÁREA BASAL (AB) EN m²

El área basal representa la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a la altura de 1,3 m y debe calcularse mediante la siguiente fórmula.

$$AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2$$

Dónde: $\pi = \text{Constante}$

$D = \text{Diámetro a la Altura del Pecho}$

4.4.2.2. ÁREA BASAL POR HECTÁREA

El área basal por hectárea se calculó con la siguiente fórmula para toda el área que fue censada:

$$AB/ha = \sum_i^n \frac{AB}{A}$$

Dónde: $AB/ha = \text{Área Basal por Hectárea}$

$AB = \text{Área Basal}$

$A = \text{Área}$

El área basal por hectárea varía según el tamaño de los árboles individuales y el área de muestreo.

4.4.2.3. ÁREA DE LA PROYECCIÓN HORIZONTAL DE LA COPA

Para el cálculo del área de la copa se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$S_{copa} = \pi \frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n}$$

Dónde: $r_i = \text{radio en dirección } i$

$n = \text{número de radios medidos}$

4.4.2.4. PORCENTAJE DE COBERTURA

Una vez obteniendo las áreas de las copas de los árboles presentes en el área de implantación del proyecto se deberá calcular el radio real de la circunferencia, para luego subirlas al software de gestión de sistemas de información geográfica (ArcGis). En este software se deberán unir todas las coberturas de las copas para calcular de este modo el área ocupada por todas las

copas de los árboles con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) ≥ 10 cm que fueron inventariados o censados dentro del área analizada, obteniéndose así el porcentaje de cobertura que ocupan los árboles con respecto al área de estudio (generalmente una parcela).

4.4.2.5. VOLUMEN DE MADERA EN PIE

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$V = AB \times HT \times f$$

Dónde: $V = \text{Volumen}$

$AB = \text{Área basal}$

$HT = \text{Altura total}$

$f = \text{Constante latifoliadas}$

El volumen por hectárea representa la cantidad de madera, en metros cúbicos por hectárea, presente en el área de estudio. Por otra parte, la estructura vertical permite evaluar la morfología, el estrato y el estado sucesional del bosque (para ello es necesario el desarrollo de diagramas de perfil, estratificación del perfil del bosque y pisos sociológicos) y finalmente, los diagramas de perfil permiten caracterizar la morfología de la vegetación se deberán realizar diagrama de perfil similar al de la Figura 2 (FAO, 1989).

4.4.2.5.1. ESTRATIFICACIÓN DEL PERFIL DEL BOSQUE

Para visualizar la presencia de estratos en las áreas de muestreo se deberán realizar diagramas de dispersión de copas, los cuales corresponden a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la HT para el eje de las ordenadas y la HC en el eje de las abscisas (Lamprecht, 1990).

4.4.2.5.2. PISOS SOCIOLOGICOS

Para establecer el estado sucesional en el que se encuentra la vegetación al momento de las mediciones se deberá ubicar el dosel en tres pisos tomando como referencia la altura total de cada uno de los individuos inventariados o censados (Krebs, 1989).

4.4.2.5.3. ESTRUCTURA HORIZONTAL

Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura se debe evaluar a través de índices que expresen la ocurrencia de las especies, al igual que su importancia ecológica dentro del ecosistema. Para ello se deben calcular las abundancias, dominancias y frecuencias para generar el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Krebs, 1989; Lamprecht, 1990).

4.4.2.6. ABUNDANCIA

Hace referencia al número de árboles por especie, se calculó la abundancia relativa y la frecuencia relativa.

4.4.2.7. ABUNDANCIA RELATIVA

Se refiere a la proporción de los individuos de cada especie, en el total de los individuos del ecosistema. Se calcula mediante la siguiente fórmula

$$Ab_{\%} = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Dónde: n_i = número de individuos de la *i*ésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

4.4.2.8. DOMINANCIA

Entendida como el espacio que ocupa cada especie, requiere que se calcule tanto la dominancia absoluta y la dominancia relativa.

4.4.2.8.1. DOMINANCIA RELATIVA

Se refiere a la proporción de una especie en relación al área total evaluada.

$$D_{\%} = \frac{AB_i}{AB_t}$$

Dónde: $D_{\%} = \text{Dominancia relativa}$

$AB_t = \text{Área basal total muestreada (m}^2\text{)}$

$AB_i = \text{Área basal de la } i\text{ésima especie en (m}^2\text{)}$

4.4.2.9. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa.

$$IVI = AnR + DmR$$

Dónde: $AnR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de árboles}}{\text{N}^{\circ} \text{ Total de las especies}} \times 100$

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

4.4.2.10. DISTRIBUCIONES DIAMÉTRICAS

El número de Intervalos se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$n_i = \sqrt[3]{N}$$

Dónde: $N = \text{Número de datos}$

$n = \text{Número de intervalos}$

4.4.2.11. DIVERSIDAD DE ESPECIES (ÍNDICES)

Se refiere al número de especies, como también al número de individuos de cada especie que existen en un determinado lugar; el más utilizado en el ámbito forestal es el índice de Simpson.

4.4.2.11.1. ÍNDICE DE SIMPSON

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$s = 1 / \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Dónde: $S = \text{Índice de Simpson}$

$n_i = \text{número de individuos de la } i\text{ésima especie}$

$N = \text{Número total de individuos}$

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, que provengan de la misma especie, si una especie dada i ($i=1,2,\dots, S$) es representada en la comunidad como P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a

la misma especie, se denomina probabilidad conjunta $[(P_i) (P_i),$ o $P_i^2]$. El índice varía inversamente con la heterogeneidad si los valores del índice decrecen la diversidad crece (Cerón, 2003 y Krebs, 1985).

El índice de Simpson se encuentra en un rango de 0-1, cuando el valor se acerca a 1 se interpreta como completa uniformidad en la comunidad; mientras el valor se acerca más a cero, la comunidad es más diversa.

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye (Pielou, 1969).

4.4.2.12. ESPECIES

Previo al cálculo de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa a ser desbrozada se deben estructurar tablas de resultados de Inventario o Censo Forestal requeridos para el cálculo. Aquellas especies que dendrológicamente no hayan podido ser identificadas *in situ* serán asignadas bajo la categoría “Especie” misma que hace referencia a una especie indeterminada o parcialmente determinada hasta el nivel de familia o género. Basado en el principio precautelatorio se asignará la categoría de “No maderable” a dichas especies de modo que se evite que éstas pudieran llegar a ser aprovechadas por error.

4.5. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA

El presente esquema metodológico propuesto incluyó los criterios metodológicos sugeridos en los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134 y valoraciones económicas de bienes y servicios ambientales establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 006.

En términos generales, la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque y vegetación nativa resulta de: (i) la caracterización del bosque que proviene del levantamiento específico del inventario o censo forestal del área de estudio y (ii) la estimación, en términos económicos, de los bienes y servicios que brinda dicha área de estudio. A continuación se analizará en detalle el segundo componente.

4.5.1. VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)

El valor económico total a su vez se compone distintos valores los cuales se describen a continuación (Figura 3):

4.5.1.1. VALORES DE USO

El Valor de Uso, es el más elemental de todos y hace referencia al carácter instrumental que en ocasiones adquieren los atributos de la naturaleza y que les

permite ser considerados como útiles. En el presente caso de estudio, existe un valor de uso para las personas que visitan el bosque o valor de uso para investigación. En esta categoría pueden distinguirse dentro de los bienes o recursos que poseen valores de uso a aquellos que tienen un *valor de uso directo*, *indirecto* y *de opción*. *Valor de uso directo* al generar directamente utilidad de los que tienen un *valor de uso indirecto*, por ser necesarios para la obtención de bienes de uso directo. También se aprecia el *valor de opción*, para el cual, existen personas que, aunque en la actualidad no estén utilizando bienes ambientales específicos, prefieren tener abierta la opción de hacerlo en algún momento futuro. Por tanto la desaparición del bien ambiental supone para ellos un decremento de su bienestar, mientras que su conservación lo eleva (Azqueta, 2002).

4.5.1.2. VALORES DE NO USO

Finalmente, los atributos ambientales pueden tener, para determinadas personas, un valor de no uso; es decir, un valor no ligado a la utilización, consuntiva o no consuntiva, presente o futura del bien. El principal de ellos, entre estos valores de no uso, es el denominado valor de existencia. Este valor viene dado por la posible afectación que puede ocasionarse al bienestar de las personas en caso de que un bienpreciado desaparezca. De igual manera se considera el valor de herencia como el legado a la humanidad que representan los bosques de la Amazonía (Azqueta, 2002).

4.5.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL (VET)

Usando como base los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134, el valor económico total (VET) se calculará a partir de la siguiente ecuación:

$$VET = VSamb + VBamb$$

Dónde: $VSamb = Valoración de Servicios Ambientales$

$VBamb = Valoración de Bienes Ambientales$

En términos generales, el Valor Económico Total (VET) contempla la sumatoria de todos aquellos valores (de uso directo, uso indirecto, opción, existencia y herencia) que se perderían a causa del potencial desbroce de cobertura vegetal nativa requerida por el desarrollo y ejecución de un proyecto (Tabla 1).

4.5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

La información generada como resultado del levantamiento del inventario forestal exigido en el Acuerdo Ministerial No. 076 constituye un insumo para la valoración ambiental, por ende, si bien la metodología expuesta en el presente documento es aplicable a cualquier caso de estudio, los valores económicos a ser obtenidos como resultado de la misma serán única y exclusivamente aplicables al área de estudio del inventario forestal usado para el cálculo.

Los bienes y servicios ambientales considerados por la presente metodología engloban a los bienes y servicios ambientales sugeridos por la guía metodológica del Acuerdo Ministerial No. 134, sin que por ello se haya usado al pie de la letra la misma terminología sugerida por el antes mencionado Acuerdo Ministerial.

Dentro de las áreas consideradas para hacer el cálculo del VET y que son mencionadas en el presente documento se tiene a las siguientes:

- El área total del proyecto corresponde a la superficie total que será intervenida, la cual se calcula a su vez mediante la suma de tres áreas, que son determinadas en base a los datos del inventario forestal, y son:
 - área maderable aprovechable (x): corresponde a la sumatoria de las áreas basales de las especies maderables.
 - área no maderable (y): corresponde a la sumatoria de las áreas basales de las especies no maderables.
 - área no aprovechable para fines forestales (z): corresponde al área ocupada por pastizales, caminos y zonas sin vegetación, especies vegetales con DAP menor a 10 cm. e incluso áreas con intervención antrópica, y por tanto, que no son susceptibles de ser incorporadas al cálculo.

- De lo mencionado anteriormente se concluye que la ecuación general del cálculo del área total del proyecto es la siguiente:

- área total del proyecto = $x + y + z$

- Por otra parte, para el cálculo de aquellos valores de uso y no uso en los que se requiere conocer las áreas basales de productos maderables y no maderables, se usa la siguiente ecuación:
 - área basal total = $x + y$; donde:
 - x : área maderable aprovechable
 - y : área no maderable

 - Por lo tanto, el área basal total corresponde a la sumatoria de las áreas basales de especies maderables y no maderables, consecuentemente el área basal total corresponde al área efectiva susceptible de ser valorada económicamente en función de los criterios descritos para clasificar a una unidad vegetal como vegetación nativa y por ende, susceptible del cálculo del VET bajo el esquema planteado por el Acuerdo Ministerial No. 134.

- En tal virtud, cabe hacer las siguientes aclaraciones:
 - Los componentes del VET evaluados en función del área total del proyecto son:
 - Productos agrícolas
 - Turismo y recreación
 - Belleza escénica

 - Los componentes del VET evaluados en función del área basal total son los siguientes:

- Productos farmacéuticos
 - Valores de existencia y herencia
 - Almacenamiento y secuestro de carbono
 - Conservación de cuencas hidrográficas
- Los componentes del VET evaluados en función de las áreas basales específicas son los siguientes:
- Extracción de productos maderables (en función del área basal de las especies maderables se calcula el volumen comercial)
 - Extracción de productos no maderables (en función del área basal de las especies no maderables)

Como caso de estudio para ejemplificar la metodología propuesta, a continuación se efectuará la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque nativo amazónico de tierra firme.

4.5.4. VALOR ECONÓMICO DEL BOSQUE NATIVO EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

A continuación se enumeran los diferentes valores de uso, opción, y no uso, atribuibles al bosque y vegetación nativa amazónica.

En los casos que aplicaban, los valores para el cálculo del *Valor Económico Total (VET)* se obtuvieron llevando los distintos valores económicos del bosque a su *Valor Presente Neto (VPN)* utilizando una *tasa de descuento* del 4,53% anual

(Tasa de interés actualizada a Enero del 2015, Banco Central del Ecuador) y un período de retorno de 50 años, ya que todos los valores obtenidos están basados en una explotación sustentable del bosque.

4.5.4.1. VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES

La Valoración de Servicios Ambientales (VSAMB) contempla la sumatoria de la pérdida por Almacenamiento y Secuestro de Carbono, Conservación de cuencas hidrográficas, Turismo-Recreación y Belleza escénica.

4.5.4.1.1. ALMACENAMIENTO Y SECUESTRO DE CARBONO

La preocupación mundial por los efectos que conllevan, tanto el calentamiento del planeta como el efecto invernadero y el cambio climático, inducidos por actividades antropogénicas, y ante la incertidumbre que existe respecto de la incidencia de estos fenómenos en la evolución de la vida en la Tierra y de los ecosistemas que la soportan, ha llevado a los Gobiernos a asumir responsabilidades en torno al hecho cierto de la extinción en masa de las especies. Al respecto se están planteando mecanismos para estabilizar las emisiones de los gases de efecto invernadero y reducir a valores controlables el ritmo del cambio climático. Uno de estos mecanismos hace referencia a los créditos de carbono.

Pearce (1994) manifiesta que para derivar un valor por el crédito de carbono se necesita conocer tanto la cantidad de carbono neto que se libera cuando el bosque es aprovechado (lo cual implica su desbroce), como el valor económico de una tonelada de carbono liberado a la atmósfera.

Existen una gran cantidad de estudios sobre las funciones de almacenamiento de carbono de los bosques muchos de los cuales sugieren valores potencialmente muy elevados. Es importante distinguir:

1. El carbono almacenado en un bosque en pie.
2. Carbono secuestrado por un bosque en crecimiento.

En el primer caso existe un valor económico por el carbono almacenado el cual se perdería en caso de que se deforeste el bosque o el mismo se quemara, dependiendo en parte del uso subsiguiente del suelo.

Si un bosque puede o no hacer efectivos estos valores de almacenamiento dependerá de qué le pueda ocurrir al mismo en ausencia de medidas para uso sustentable. Por ejemplo, los bosques que no se encuentran bajo amenaza de ser convertidos a otro uso difícilmente puedan lograr hacer efectivos los valores de almacenamiento con los que cuentan. En el caso de estudio, el bosque maduro Amazónico está bajo la presión de actividades antrópicas como la actividad petrolera, minera, cauchera, palmicultora, etc., las cuales indudablemente implicarán el desbroce de una cierta cantidad de hectáreas para desarrollar sus

actividades. Ante ello se entendería que el valor de stock que poseerían las áreas a ser afectadas se perdería.

El secuestro de carbono, hace referencia únicamente a la fijación futura en un bosque en crecimiento.

En cuanto al stock de carbono que poseen los distintos tipos de bosques tropicales quizás el trabajo más completo lo ha presentado Brown *et al.* (1995) y cuyo trabajo puede observarse con mayor detalle en la Tabla 2.

Una vez determinada la cantidad de carbono que se perdería en caso de cambio de uso de suelo, se debe determinar el valor económico del mismo, el cual se deriva de los estudios realizados sobre los costes de reducir las emisiones de carbono atmosférico en dicha cuantía. Estos valores oscilan entre USD \$10 y USD \$20 por tonelada de carbono (Fankhauser, 1995).

Se adoptará un valor conservador de USD \$10/TC, con lo cual, para cada hectárea de bosque primario deforestado se obtiene un valor de USD \$2.830/ha y USD \$2.370/ha para bosque secundario poco intervenido. Valores que se adoptarán para el presente cálculo.

Una vez establecidos los valores por concepto de captura de carbono en función del tipo de bosque es importante procurar establecer a qué tipo de bosque corresponde el área de estudio. Existen varios estudios, ampliamente

sustentados, que analizan el área basal total que presentan diferentes tipos de bosque.

Entre ellos se aprecia que, Finegan y Guillén (1992) encontraron que el área basal de los bosques Costarricenses era aproximadamente 17 m²/ha en bosques secundarios de 12 años de edad; 8,5 m²/ha en los de 15 años; 20,9 m²/ha en los de 20 años y 17,4 m²/ha en los de 25 años; es decir, en promedio entre 9 a 27 m²/ha; estos valores son extrapolables a los bosques amazónicos ecuatorianos de tierra firme según la Dirección Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2011).

Los mismos autores establecen que, para el caso de bosque maduro, los valores de área basal eran de 27 m²/ha a los 12 años de edad; 26,8 m²/ha a los 15 años; 27,4 m²/ha a los 20 años; y 25 m²/ha a los 25 años. Es importante mencionar que, para determinar la edad de los bosques analizados, los autores usaron áreas que formaban parte de estudios sucesionales previamente inventariados. Por su parte, Lamprecht (1990) establece que, para bosques de tierras bajas, los valores de área basal son, en promedio, 35 m²/ha; mientras Camacho *et al.* (1999) establece un área basal de 30,8 m²/ha; Guariguata *et al.* (1997) un área basal promedio de 28,83 m²/ha., y Vilchez *et al.* (2008), estableció que un bosque de 29 años de edad posee un área basal de 30,82 m²/ha; es decir en promedio áreas basales superiores a los 27 m²/ha. Para fines de cálculo se considerará como bosque secundario altamente intervenido a aquellas zonas que posean áreas basales menores a 9 m²/ha.

Es importante establecer que, para fines del cálculo, únicamente se considera como área de bosque primario o secundario poco intervenido que brinda servicios ambientales por concepto de captura y almacenamiento de carbono a la sumatoria del área basal de las especies maderables y no maderables con un DAP mayor a 10 cm (Ver acápite 4.3). Dicho cálculo se resume en la siguiente ecuación:

$$\text{Valor captura de Carbono} = (VSA_{Ap} \times \sum AB_{Ap}) + [0,6 \times (A_{no\ ap} \times VSA_{no\ ap})]$$

Dónde:

VSA_{Ap} Valor económico del servicio ambiental de los bosques aprovechables en USD/ha, dada en función de la tasa de almacenamiento de Carbono por tipo de bosque aprovechable (primario / secundario) en tC/ha.

$VSA_{no\ Ap}$ Valor económico del servicio ambiental de los bosques no aprovechables para fines forestales en USD/ha, dada en función de la tasa de almacenamiento de Carbono de bosque secundario altamente intervenido en tC/ha.

AB_{Ap} Sumatoria de Área Basal de productos maderables y no maderables en ha.

A_{no ap} Área de productos no aprovechables para fines forestales en ha.

4.5.4.1.2. CONSERVACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Existen numerosos estudios acerca del rol que tienen los bosques en la regulación de las cuencas hidrográficas. Estas funciones incluyen:

- Alargamiento de vida útil de infraestructuras viarias, residenciales, industriales, embalses, etc.
- Mantenimiento de la productividad del suelo agrícola y la defensa de la fertilidad del suelo y de los cultivos existentes ante la erosión provocada por el agua (lluvias torrenciales) y el viento; así como el mantenimiento de la productividad de las explotaciones piscícolas.
- Control de riadas, inundaciones y avenidas con su correspondiente efecto beneficioso sobre vidas humanas, infraestructuras y bienes muebles e inmuebles
- Suministro de agua de una determinada calidad, tanto de consuno humano como susceptible de otro tipo de aprovechamiento por la población.

En cambio, no existen muchos estudios acerca del valor económico de estas funciones, sin embargo esta tendencia ha cambiado en los últimos años. Pueden mencionarse como pioneros a Costanza *et al.* (1997), quienes establecen un valor económico de USD \$117,1/ha.año resultante de los servicios ambientales de

regulación de agua, suministro de agua, formación de suelo y control de la erosión que brindan los bosques tropicales maduros. Posteriormente, Torras (2000) sugiere un valor de USD \$238/ha.año para esta función. Sin embargo, este valor dependerá en gran medida del valor comercial de las tierras, construcciones e infraestructuras protegidas y los usos que se le dé al recurso.

$$\text{Valor cuencas hídricas} = A \times VSA_{CH}$$

Dónde:

VSA_{CH} Valor del servicio ambiental por concepto de conservación de cuencas hidrográficas en USD/ha.

A Área de análisis en ha.

4.5.4.1.3. TURISMO Y RECREACIÓN

Los bosques, tal como lo manifiesta Azqueta (2000), se está convirtiendo recientemente en un centro de atracción turística muy particular, lo que da pie al desarrollo de una industria basada en el ecoturismo y el turismo de naturaleza.

Los atributos del bosque, en efecto, posibilitan el desarrollo un conjunto de actividades relacionadas con el uso del tiempo libre en recreación (navegación, pesca deportiva, rafting, observación de aves, caminatas, etc.) o del disfrute de la belleza escénica que ofrece un entorno natural conservado. La mayoría de estudios relativos a establecer un valor por usos recreativos coinciden en que este

valor viene dado por el excedente del consumidor que obtiene cada persona que utiliza el antes mencionado recurso (Azqueta, 2000). En tal virtud, los métodos de valoración idóneos a utilizar para determinar este valor son el método de valoración contingente y el de coste de viaje. Los resultados obtenidos en estos estudios han sido variados. Adger *et al.* (1995), por ejemplo, para descubrir el valor recreativo de los bosques de México, obtuvo los siguientes valores: USD \$3,2 por visita para los turistas multipropósito (aquellos que llegan al país para visitar también otras cosas), y USD \$70 para quienes tenían como único objetivo la visita al bosque nativo. Baldares *et al.* (1990), a través de un estudio siguiendo el método de valoración contingente, llegan a la conclusión que los visitantes de las áreas protegidas de Costa Rica estarían dispuestos a pagar USD \$30 adicionales por visita. Este es un valor muy similar al obtenido, mediante el método de costo de viaje, por Mendelsohn y Tobías (1991), para los mismos parques de Costa Rica (USD \$35).

En el caso específico de Ecuador, el estudio de Barrantes *et al.* (2000) establece que es posible diferenciar el ecoturismo actual en el Ecuador en base a la demanda de turistas nacionales y extranjeros que buscan como motivo de viaje el ecoturismo, y que, de acuerdo con los registros disponibles (INEFAN, 1995), estos porcentajes corresponderían a 71,6% de turistas nacionales y 28,4% de extranjeros. Considerando el número promedio de visitantes del año 2006 al 2010 usando como ejemplo a las áreas protegidas más cercanas al sitio de ubicación del proyecto propuesto, como por ejemplo la Reserva de Producción Faunística del Cuyabeno (Ministerio de Turismo de la República del Ecuador, 2012), área insigne en el caso del ecoturismo ecuatoriano, asciende a 7723 visitantes, se

obtiene como resultado que 2193 visitantes son extranjeros y 5530 nacionales. Si eso se añade que Barrantes *et al.* (2000) establecen que el gasto total promedio de un turista extranjero es de USD \$33, mientras que para los nacionales el gasto promedio total es de USD 1,7 (DeShazo y Monestel, 1998 en Barrantes *et al.* 2000), entonces los ingresos estimados por turistas extranjeros ascienden a USD \$72.379,96 y los de nacionales a USD 9.400,44 dando un total de ingresos por concepto de visitas de USD \$81.780,39.

Dividiendo este valor por el área de bosques primarios, existentes en dicha reserva (123.002 ha), de la reserva se obtiene un valor de ingresos por ha al año de USD \$0,66/ha.año, lo que genera un VPN de USD \$137,26/ha a una tasa de descuento del 4,53% y un período de 50 años. El cual es consistente con valores previos calculados por este concepto en el Ecuador: USD \$126,46 (Enrix, 2006) y lo establecido por Constanza (1997) para servicios ambientales por usos de recreación del bosque tropical (USD \$114/ha.año). En tal virtud, y con la finalidad de obtener un valor económico extrapolable a futuros estudios se trabajará con el valor resultante del cálculo a 50 años, tomando en consideración el hecho de que, si el área de estudio se considera un área de interés turística se considerará el 100% de la valoración ambiental y de ser un área no turística, como criterio conservador, el 60% de la valoración ambiental. Siguiendo el ejemplo de la Reserva faunística Cuyabeno, el valor utilizable sería de USD \$2,75/ha.

$$\text{Valor turismo y recreación} = BN_{at} \times A$$

Dónde:

BN_{at} *Beneficio Neto de actividades turísticas en la zona en USD/ha.*

A *Área de análisis en ha.*

4.5.4.1.4. BELLEZA ESCÉNICA

Si bien el cálculo de la belleza escénica pudiere confundirse como insumo para el cálculo de los valores por concepto del servicio relacionado al turismo y recreación, es importante distinguir que la belleza escénica representa un valor de no uso, mientras el turismo y la recreación constituyen valores de uso.

Tal como establecen los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134, publicados en el registro oficial No. 766 del 14 de Agosto del 2012 y 25 de Septiembre de 2012, respectivamente; el servicio ambiental de belleza escénica no es del todo cuantificable; por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio.

Ante la imposibilidad de ofrecer o mercadear una cantidad física de este servicio, no es posible tener un precio de mercado específico; por ello se requiere de métodos de valoración contingente para su estimación.

El más común es la disposición de pago (WTP) por el disfrute de la belleza escénica que posea un determinado ecosistema. La disposición de pago variará de acuerdo con la diversidad de ecosistema y las características propias que

posee cada uno en términos de belleza escénica. Una vez que se cuenta con un valor económico por el disfrute de la belleza escénica de un ecosistema determinado, es necesario cuantificar el número de turistas que disfrutaron de ese servicio y su voluntad de aporte económico para su conservación.

Partiendo del mismo número promedio de turistas utilizado para el cálculo de los valores por servicios de turismo y recreación (7.723 visitantes/año), y usando el índice de valoración contingente citado en Baldares *et al.* (1990) (USD \$30 por visitante por concepto de conservación de la belleza escénica) se obtiene un valor económico total por disfrute del ecosistema de USD \$231.702/año.

Al dividir este valor por el área de bosques primarios, existentes en la reserva usada como ejemplo para el cálculo (123.002 ha), se obtiene un valor de ingresos por ha al año de USD \$1,88/ha.año.

$$\text{Valor belleza escénica} = BN_{be} \times A$$

Dónde:

BN_{be} Beneficio Neto por belleza escénica de la zona en USD/ha.

A Área de análisis en ha.

4.5.4.2. VALORACIÓN DE BIENES AMBIENTALES

La Valoración de Bienes Ambientales (VBamb) contempla la sumatoria de la pérdida por extracción de productos maderables y no maderables, productos medicinales y agrícolas derivados de la biodiversidad, y valores de existencia y herencia.

4.5.4.2.1. EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS MADERABLES Y NO MADERABLES

Considerando que, las especies maderables y no maderables son de interés económico, y poseen diferentes precios en el mercado, es menester conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región, las especies que serán aprovechadas y su valor comercial para poder establecer un valor económico que englobe todos los valores de uso provenientes de dichos recursos maderables y no maderables.

La madera tiene diferentes usos y en los procesos de producción genera un valor agregado adicional, por lo que se contabilizan como aporte del bosque. Según Barrantes *et al.* (2000) la industria forestal utilizó 2,83 millones de m³, lo que generó USD \$287,48 millones. De este total, USD \$119,52 millones corresponden a transacciones en trozas y USD \$167,96 millones como valor agregado en los productos terminados. En base a dicha información se obtiene un *valor por concepto de extracción maderable* de USD \$42,23/m³.

Sin embargo, acogiéndose a la disposición general primera del Acuerdo Ministerial No. 076, se considerará un valor de USD 3/m³ por concepto del derecho de aprovechamiento de madera en pie en el cálculo de los valores económicos por concepto de productos maderables.

El *valor del bien ambiental* que constituyen los productos maderables resulta del producto del *valor por concepto de extracción maderable* por la *Sumatoria de Área Basal de productos maderables y no maderables*. Es importante considerar que se deberá descontar al cálculo la *sumatoria del área basal de las especies maderables de aprovechamiento condicionado*, las cuales por obvias razones no pueden incluirse en el cálculo de los productos maderables aprovechables. Por su parte, el volumen comercial aprovechable y en veda se estimará a través del inventario forestal del área analizada.

$$\text{Valor productos maderables} = VSA_{Ext\ mad} \times \sum (VC_{Ap} - VC_{cond})$$

Dónde:

$VSA_{Ext\ mad}$ Valor económico de la explotación del bien ambiental que constituyen los productos maderables en USD/m³.

VC_{Ap} Volumen comercial de productos maderables en m³.

VC_{Cond} Volumen comercial de productos maderables de aprovechamiento condicionado en m³.

Por otra parte, además de madera, es posible extraer una amplia gama de productos comerciables de un bosque en pie. A más de los productos comerciables, los bosques proveen una asombrosa cantidad de productos para la subsistencia como: refugio, vestimenta, alimento, bebidas, aceites, carbón, utensilios de cocina, cerámicas, armas, cebos, materia prima para artesanías, hamacas, cestas, redes para pesca, escobas, elementos ornamentales, cosméticos, juguetes, medicinas y elementos para rituales mágicos, plaguicidas, herbicidas naturales, etc. En la Tabla 3 se resumen los diferentes bienes no maderables susceptibles de ser valorizados económicamente.

Vale la pena aclarar que la valoración de productos no maderables deberá tener en cuenta la existencia y magnitud de poblaciones que puedan hacer uso de estos recursos, ya que si se establece que no existiera ningún tipo de uso de estos recursos los mismos carecerían de valor de uso y se convertirían en valores de opción. En cada caso de estudio es importante determinar si dentro del área de influencia del proyecto existen comunidades que poseen un conocimiento ancestral de los usos de los diferentes bienes ambientales del sector.

Los distintos trabajos de la literatura especializada utilizan el valor obtenido en los mercados locales para los productos comercializados o dedicados al autoconsumo, como criterio de valoración. A modo de ejemplo a continuación se muestran algunos de los principales resultados obtenidos.

- Grimes *et al.* (1994), en un estudio realizado sobre tres parcelas experimentales en el río Napo obtiene un valor presente neto ponderado de USD \$2.306/ha para los productos no maderables.
 - En la valoración sólo se consideraron 12 productos no maderables para los cuales existía un mercado local. Estos productos son cosechados de 43 especies de árboles y de una liana. Incluyen 7 frutos, 4 cortezas medicinales y una resina usada para la cerámica. El estudio no presenta los valores totales de los productos no maderables del bosque, ya que se concentró en aquellos con DAP superior a 10 cm y estimándose un nivel de cosecha del 75% anual, porque se asumió que el 25% puede ser consumido por animales o ser incluido dentro de los procesos ecológicos. Además no se valoraron hierbas medicinales, flores, vida silvestre, turismo y todo el rango de servicios ambientales que da un bosque intacto. La rentabilidad de los productos no maderables resultó significativamente mayor que los rendimientos de otras formas de uso de la tierra, en la misma zona.

- Adger *et al.* (1995) atribuyen un valor de USD \$330/ha año a los materiales de construcción, frutos, medicinas y leña, obtenidos del bosque tropical en México.

- Con respecto a los frutos y el látex, Peters *et al.* (1989) también en el Amazonas ofrecen un valor presente neto (con una tasa de descuento del

5%) de USD \$6.330/ha, lo cual se ha considerado demasiado elevado por la literatura especializada.

- Con respecto a las plantas medicinales, Mendelsohn y Balick (1992) sugieren un valor presente neto de USD \$3.327/ha de acuerdo a su valor en mercados locales de Belice.
- Finalmente, de acuerdo a Schwartzman (1989) la extracción de caucho y nueces en la Amazonía brasileña generaría un valor bruto de USD \$4,8/ha por año, lo que generaría un VPN de USD \$92/ha a una tasa de descuento de 5% y un período de 50 años.

Vale la pena recordar que los rendimientos mostrados son compatibles con la conservación del ecosistema, por lo que pueden ser prolongados prácticamente a perpetuidad (y de hecho así suele quedar recogido en los cálculos anteriores).

El estudio realizado por Grimes *et al.* (1994) es el más extrapolable ya que fue desarrollado en el Ecuador. El valor obtenido en dicho estudio representa un valor de opción que poseen los recursos no maderables del bosque. Ante la ausencia de estudios más específicos sobre el área, para establecer el costo por unidad de área de los productos no maderables se empleará directamente el valor obtenido por Grimes *et al.* (1994) de USD \$2.306/ha; sin embargo, bajo un criterio conservador, se utilizará únicamente el área basal de los productos no maderables para el cálculo, asumiendo que el área restante podría tratarse de áreas desbrozadas, vías, grava, etc., resumido en las siguiente ecuación:

$$\text{Valor productos no maderables} = 0,6 (A_{Nm} \times B_{Ext\ pnm})$$

Dónde:

$B_{Ext\ pnm}$ Valor económico de la explotación del bien ambiental que constituyen los productos no maderables en USD/m³.

A_{Nm} Área de productos no maderables en ha.

4.5.4.2.2. PRODUCTOS MEDICINALES Y AGRÍCOLAS DERIVADOS DE LA BIODIVERSIDAD

El valor económico que pudiere generarse a causa de productos medicinales y agrícolas obtenidos de las especies vegetales de un bosque nativo está directamente ligado a la diversidad genética de un ecosistema dado; de modo que, a mayor diversidad genética presente en un bosque, mayor será el valor económico por productos medicinales y agrícolas derivados de dicho bosque. En tal virtud, se establecerá en este acápite el valor que posee la conservación de la diversidad biológica para el desarrollo de actividades de investigación de las industrias farmacéuticas y la de insumos agrícolas (pesticidas, fertilizantes, especies más resistentes). El cálculo de este componente resulta de la sumatoria del valor económico de los *productos medicinales derivados de la biodiversidad* y el valor económico de los *productos agrícolas derivados de la biodiversidad*.

Tal como establece en los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134, algunas plantas silvestres pueden ser utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades. Adicionalmente, es posible cuantificar el volumen utilizado para estos productos considerando que existe un precio en el mercado que el consumidor está dispuesto a pagar por dicho producto.

Para determinar el valor de opción que posee un bosque en cuanto a posibilidades de desarrollo para la industria farmacéutica se refiere, la mayoría de la literatura específica tiende a seguir la metodología planteada por Pearce y Puroshothaman (1992), que consiste en multiplicar el *número de especies existentes en el ecosistema* por la *probabilidad de generación de un producto útil*

para la industria farmacéutica, producto que a su vez se multiplica por las regalías que dicho producto genera para su poseedor debido a su *precio de mercado*. Dividido este resultado por la *superficie del ecosistema* se obtiene el *valor económico debido a productos medicinales por hectárea*. Es importante aclarar que dicho valor es totalmente artificial cuando se refiere a una hectárea individual, más no al ecosistema como un todo.

La diversidad biológica desde el punto de vista médico-genético puede generar un valor de opción de USD \$7/ha al año de acuerdo al trabajo de Ruitenbek (1992). Por su parte Adger *et al.* (1995) adoptan como valor más probable una cifra muy similar a la anterior de USD \$6,4/ha, aunque dentro de un abanico muy amplio (USD \$1 a \$90/ha). Sin embargo estos estudios tienen sus limitaciones, ya que no toman en cuenta las especies marginales que se podrían encontrar en las áreas estudiadas. En tal virtud, y como una medida de disminuir una posible subvaloración de los bienes ambientales contemplados en este acápite, la utilización de métodos de valoración directa (determinan la disposición a pagar de las personas para acceder al disfrute o beneficios derivados del bien objeto de la valoración o por impedir su deterioro) como la valoración contingente permite establecer de mejor manera el valor económico que representan directamente para las farmacéuticas la diversidad biológica de un bosque nativo.

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados obtenidos por distintos investigadores teniendo en cuenta la Disposición al Pago (WTP por sus siglas en inglés, "Willingness To Pay") de las compañías farmacéuticas en diferentes regiones del mundo. Los estudios originales de Simpson *et al.* (1994) sugieren

valores muy bajos por hectárea de bosque. Los estudios de Rausser y Small y los estudios posteriores de Simpson *et al.* (1996) indican valores significativamente más elevados, valores en los cuales se ajustaron cálculos no considerados en los estudios previos.

En vista que el valor económico resultante de los productos medicinales derivado de la biodiversidad está relacionado a la diversidad genética, los valores económicos de las áreas cuyos ecosistemas se consideran más biodiversos presenta valores más elevados; se entiende que el bosque maduro, cuyos valores de abundancia, riqueza e índices de valor de importancia de las especies vegetales que lo componen, son altos, presenta un valor económico resultante de los productos medicinales derivado de la biodiversidad elevado.

Como una medida conservadora para la cuantificación del valor farmacéutico se utilizó el trabajo de Rausser y Small, (1998), el cual establece un *valor económico por productos medicinales derivados de la biodiversidad* de USD \$1.043,00/ha.

Como medida conservadora, y considerando que no toda la totalidad del área analizada podría albergar especies susceptibles de presentar un compuesto de interés farmacéutico, se considerará la totalidad del área basal de las especies catalogadas como medicinales, más el 60% del área aprovechable como potencialmente acogedora de especies susceptibles de presentar un compuesto de interés farmacéutico, más el 10% del área no aprovechable forestalmente como potencialmente acogedora de especies susceptibles de presentar un

compuesto de interés farmacéutico. El cálculo se resume en la siguiente ecuación:

$$\text{Valor productos farmacéuticos} = VSA_{farm} [(AB_{med}) + 0,6 (AB_{ap}) + 0,1 (A_{no ap})]$$

Dónde:

VSA_{farm} Valor del servicio ambiental por concepto de productos de interés farmacéutico en USD/ha.

AB_{med} Área Basal de productos de interés farmacéutico conocidos en ha.

AB_{ap} Área Basal de productos aprovechables en ha.

$A_{no ap}$ Área de productos no aprovechables para fines forestales en ha.

Por otra parte, desde el punto de vista de la contribución biológica al mantenimiento de la productividad de la agricultura el método seguido es el de computar las pérdidas evitadas, debido a pestes y enfermedades, gracias al mantenimiento de bancos genéticos (Azqueta, 2000).

En el contexto de la agricultura, Evenson (1990) llegó a la conclusión de que el almacenamiento de un banco genético para el arroz incrementó el rendimiento anual de los cultivos en un 5% durante el período 1959-1984. El estudio permitió establecer que el uso de los valores económicos relacionados a la producción agrícola de cultivos comerciales (arroz, café, cacao, banano, etc.) podía servir

como un referente para la determinación del valor económico de los bienes ambientales que representan los productos agrícolas.

En cuanto al beneficio por investigación para insumos agrícolas y haciendo referencia al estudio de Evenson (1990) se elaboró un paralelismo con la producción bananera ecuatoriana, para establecer la *Productividad media de banano* como una medida para representar el costo por productos derivados de la biodiversidad. Dicho paralelismo establece que el *Rendimiento por hectárea (Tm/ha)* para el período 2005-2010 fue de 31,90 Tm/ha (Ministerio de Relaciones Exteriores Comercio e Integración, 2011); adicionalmente, las ventas *por exportaciones* de dicho banano alcanzaron en promedio los USD \$1.546,63 millones de dólares, lo que representa un costo por tonelada métrica de USD \$227,31/Tm, lo que a su vez representa una *Productividad media de banano* de USD \$7.259,64 /ha. Aplicando a estos ingresos adicionales una tasa de descuento del 4,53% y considerando un plazo de 50 años se obtiene un VPN de USD \$2.703,37 /ha, valor que se adoptará para el cálculo del Valor Económico Total.

Adicionalmente, se incorporó los criterios de clasificación de suelos establecidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Utilizando como insumo el mapa de clasificación de suelos específico del área de análisis del proyecto se multiplicó el valor por concepto del servicio ambiental agrícola por el porcentaje de área apta para la agricultura que arrojó el análisis de la información de uso de suelo. Las ocho categorías se dividieron en rangos porcentuales equitativos; posteriormente, en función de la clase de suelo

identificada en el área de estudio, se multiplicó el valor promedio de ponderación de la categoría por el área de análisis. Finalmente, la sumatoria de las áreas catalogadas como de uso agrícola fue multiplicada por el valor de servicios ambientales agrícolas antes descrito. Los valores promedio de ponderación de las categorías USGS se muestran en la Tabla 5.

$$\text{Valor productos agrícolas} = \% \text{ Ponderación USDA} \times VSA_{ag} \times A$$

Dónde:

VSA_{ag} Valor del servicio ambiental por concepto de productos agrícolas en USD/ha.

$\% \text{ USDA}$ Ponderación en función del potencial agrícola bajo clasificación de suelos USDA en porcentaje.

A Área de análisis en ha.

4.5.4.2.3. VALORES DE EXISTENCIA Y HERENCIA (INCLUIDO BIODIVERSIDAD)

En los acápites anteriores se consideró que el bosque en su estado natural o con unos niveles de intervención muy pequeños, genera una serie de valores de uso. La mayoría de las funciones reseñadas con anterioridad, sin embargo, hacen que el bosque tenga también un valor de opción, valor que hace referencia al bienestar que supone la preservación del mismo para su disfrute futuro. Finalmente, algunas de las funciones apuntadas, así como el papel del bosque en la identidad cultural de determinados pueblos, explican que adquiere una serie de

valores de no uso, valores de herencia y de existencia ligados al altruismo con respecto a los semejantes y a las generaciones futuras, así como un valor superior, vinculado al componente de identidad cultural proporcionada por el bosque húmedo tropical.

Los valores de existencia, por lo general, hacen referencia a la disposición a pagar, normalmente por ciudadanos de países desarrollados, por la conservación de ecosistemas en general y no tanto por ecosistemas específicos, lo que en principio facilita la comparación de resultados, así como la transferencia de resultados de unos estudios a otros (Azqueta, 1990). Sin embargo, los valores de herencia son difícilmente calculables debido a la subjetividad de su cálculo y la imposibilidad de estimación debido a la importancia intrínseca de un bien ambiental simplemente por el hecho de existir. En tal virtud, y con la finalidad de limitar un posible sesgo causado por interpretaciones subjetivas de los autores, se consideró la mayor cantidad de fuentes estimadas para valores de existencia.

Los estimados relativos al valor de existencia asociados a la preservación de los bosques tropicales presentan valores bastante dispares en la literatura. Pearce (1991) se basa en estudios de valoración contingente en países ricos, en los cuales se identificó la disposición a pagar (WTP por sus siglas en inglés) para la preservación de especies en sitios naturales realizados durante la década de 1980. En esta reseña se aprecian valores que oscilan entre USD \$1 a \$22 por adulto por año. Este autor considera, en tanto, un valor de USD \$8,00 por adulto como un valor conservador a pagar por la población de los países ricos como garantía de conservación de la Amazonía, siendo esa población alrededor de 400

millones y considerando un área de la Amazonía de 362 millones de hectáreas; bajo esas premisas, la estimación de Pearce sería equivalente a USD \$8,9/ha año.

Por otra parte, Ruitenbeek (1992) estima al valor implícito de una hectárea protegida mediante los acuerdos realizados en el sistema de cambio de deudas por proyectos ambientales (“debt for nature swap”) en Costa Rica, Ecuador, Nigeria y Filipinas. Los valores encontrados variaban de USD \$0,2 a \$20/ha año.

Andersen *et al.* (2001) asumen un valor *ad hoc* de USD \$1,00/ha año (a una tasa de descuento de 6%) al considerar que todas las estimaciones de la literatura se referían a áreas delimitadas y no a toda la extensión de los bosques existentes, tal como adoptó Fernside (1997) al atribuir un valor de USD \$20,0/ha año.

Los estudios que verificaron directamente la disposición a pagar por la preservación de áreas de bosques tropicales fueron los de Kramer y Mercer (1997) y Horton *et al.* (2002). Los primeros aplican una investigación de valoración contingente en los Estados Unidos la cual se llevó a cabo, en el período de abril a junio de 1992, la disposición a pagar por una contribución para un fondo hipotético de las Naciones Unidas para Protección de los Bosques Tropicales que conservaría 5% de esos bosques (aproximadamente 45 millones de hectáreas) sobre el 5% ya conservados. Los resultados de esa investigación determinaron un WTP medio por familia de USD \$24 a \$31 a ser realizado en un pago único. No obstante, este es un valor asociado a apenas el 5% del área total de bosques

tropicales. Considerando los actuales 5% ya conservados, tal como informa la investigación, las personas entrevistadas estarían valorando la conservación del 10% del stock de bosques tropicales.

Recientemente Horton *et al.* (2002) realizaron un estudio similar de valoración contingente sólo que específico para manutención de unidades de conservación en la Amazonía, en una muestra de residentes del Reino Unido e Italia en el período de julio-agosto de 1999. Para esto, presentaron un escenario de conservación del 5% de la Amazonía (aproximadamente 20 millones de hectáreas) y otro del 20% (aproximadamente 80 millones de hectáreas) y para ambos identifica la disposición a pagar. Al contrario de Kramer y Mercer (1997), este estudio identifica un valor anual en la forma de un impuesto adicional en su país y no un valor fijo único para un fondo internacional.

El valor medio estimado, combinando las muestras de los dos países, fue de USD \$50 para el 5% del área de la Amazonía y USD \$67 para el 20%, cuando se preguntó primero acerca del 5% y después el 20%. Invertiendo el orden de los porcentajes al consultar, primero 20% y después 5%, las estimaciones medias de WTP fueron USD \$36 y \$50, respectivamente; para lo cual las estimaciones originales en libras esterlinas fueron convertidas en dólares americanos usando la tasa de cambio (1990) de 1,57 euros por dólar.

Es importante evidenciar que los valores anuales estimados por Horton *et al.* (2002) de USD \$36 a \$67 por año son para una área conservada entre 20 a 80 millones de hectáreas, en cuanto los pagos únicos de USD \$24 a \$31 del estudio

de Kramer y Mercer (1997) son para un área aproximada de 45 millones de hectáreas. De esa forma, los valores por hectárea de las estimaciones anuales de Horton *et al.* (2002) serían mucho mayores que los valores por hectárea de Kramer y Mercer (1997), independientemente de la tasa de descuento utilizada.

El estudio de Horton *et al.* (2001) determinó las razones que tenían los entrevistados para realizar el pago anual por temas de conservación. Los resultados indicaron que casi el 60% indicaban que el futuro de la Amazonía era un problema global, 50% apuntaron a la preocupación por los cambios climáticos, 33% estuvieron preocupados por la protección de las generaciones futuras y solamente 17% por razones de conservación de la biodiversidad.

Luego los autores sugieren que este valor estimado engloba tanto al uso indirecto como de existencia. En cuanto al valor de bioprospección, los autores aclaran que este no está englobado porque solamente el 1% admite que sería beneficiado directamente con la preservación y solamente el 2,5% alega a la preservación de la biodiversidad genética como causa para realizar el pago.

El estudio de Kramer y Mercer (1997) no permite esta verificación de conjugación de fuentes de valor, aunque en la época de su investigación en el año de 1991 la percepción científica y pública de la dimensión del problema del calentamiento global fuese menor.

Además de la posible conjugación de valores de uso indirecto y no uso, note que en ambos estudios apenas una parcela de área de bosque es valorada y, por tanto, el valor medido no puede ser extrapolado a la deforestación de una hectárea. Estos estudios valoran un stock mínimo de bosque y, de esta manera, es preciso aislar el valor de no uso y proyectarlo sobre una hectárea desforestada sobre el área total existente. Más aún, las estimaciones son relativas apenas de las poblaciones de los países investigados, mientras que el valor de no uso podría estar presente en las preferencias de toda la población mundial.

Dado que el estudio de Horton *et al.* (2002) está dirigido específicamente a la Amazonía, se optó por adoptar sus estimaciones en el presente estudio. De manera conservadora, se adoptará el límite inferior de USD \$36,0 para el escenario con el 5% de conservación y USD \$50,0 para el de 20% de conservación.

Para ajustar estas estimaciones los propósitos buscados en este estudio se deberá (i) estimar los equivalentes para el resto de la población mundial; (ii) aislar el valor de no uso y proyectarlo al stock total de bosques; y (iii) agregarlo para la población mundial.

El valor de existencia está correlacionado con el stock en la medida en que las personas quieran garantizar un stock mínimo que garantice la existencia y, por ende, la disposición a pagar (WTP) para un stock mayor sería reducida proporcionalmente hasta alcanzar valores casi nulos en un nivel sustentable de stock. Quiere decir, que el total de la disposición a pagar de la población sería

casi igual para el stock total como para un stock parcial sustentable. En términos prácticos, el estudio de Horton *et al.* (2002) estableció que, al variar el alcance en 300% (de 5% para 20% de área conservada), se observó una variación del valor de apenas 34% a 38%. También se aprecia que el valor por hectárea se reduce drásticamente cuando a medida que aumenta el área a ser conservada. Se asume que esta caída se da por cuanto este 15% más de conservación no captura el valor de existencia y si solamente engloba la disposición a pagar (WTP) por precaución ante los cambios climáticos.

Esto equivale a decir que el valor total de existencia para el 100% del área actual existente sería igual al valor total del 5% del área total existente. Siendo así, la diferencia de pago entre el 20% y el 5% de conservación, equivalente a USD \$14,0 anual por familia, estaría solamente relacionado con el valor asignado a mitigación del cambio climático de aproximadamente 60 millones de hectáreas. Esto equivale a una disposición a pagar (WTP) anual por familia de USD \$0,23 por millón de hectáreas. Para el 5% de conservación, equivalente a 20 millones de hectáreas, el valor anual de existencia sería de USD \$4,6 anual por familia. Deduciendo este valor de disposición a pagar total para los 5% de conservación, igual a USD \$36,0, se tiene que el valor de no uso anual por familia es de USD \$31,4.

Entonces el valor medio por hectárea desforestada hoy viene dado por el valor total para este 5% de área protegida dividido por el área total. Luego multiplicando este resultado por la población dispuesta a pagar, se obtiene una estimación del valor de existencia anual total a ser pagado por la preservación de

todos los bosques Amazónicos. Más aún, un valor de existencia asociado a los bosques tropicales no sería exclusivo de los países muestreados. Poblaciones de otros países también darían valores de existencia a los bosques. Como solamente se dispone de estimaciones que se refieren a población de los países muestreados, se tiene que ajustarlas para otras regiones con niveles de ingreso per cápita y estructuras de preferencia distintas. La forma más simple de realizar este ajuste es ponderar el valor de medida de una región por los motivos de ingresos entre las regiones compensada por la elasticidad marginal de la renta (Seroa da Motta et al. 2000), con la siguiente expresión:

$$WTP_0 = WTP_D \times \left(\frac{PPPY_D}{PPPY_0} \right) \times e$$

Dónde:

WTP_0 Disposición a pagar en la región donde originalmente fue calculada

WTP_D Disposición a pagar para la región que se desea ajustar

e Elasticidad marginal de la renta

$PPPY_D$ y $PPPY_0$ Ingresos medios *per cápita* de cada región, medidos con paridad de poder de compra.

Para el presente análisis, se asume un valor conservador de $e = 1$ y, teniendo en vista la disponibilidad de datos, se ajustará el valor WTP para tres grupos de países de acuerdo con los niveles de renta clasificados conforme a los criterios adoptados por el Banco Mundial en sus Reportes para el Desarrollo

Económico, a saber: renta alta, renta media y renta baja. Aplicando la expresión anterior, que utiliza valores de renta media ajustada por la paridad de poder de compra de cada moneda, ponderando el valor de no uso, de USD \$31,4 por familia, para cada grupo de país. Seguido a esto se agregan los valores ponderados por el número de hogares de cada grupo de países. Los resultados, para los países de renta alta el valor por hectárea al año es de USD \$31,0, mientras que para los países de renta media y baja serían respectivamente, de USD \$4,4 y \$0,3. El valor mundial resulta, entonces, de USD \$35,7 por hectárea al año. Nótese que debido a las disparidades en la renta la participación de los países ricos corresponde a casi el 90% del valor agregado total (Tabla 6).

Continuando con la metodología adoptada en los acápite anteriores se adopta el valor correspondiente a una tasa de descuento del 5% para 50 años, por cuanto el valor resultante es de USD \$651,74 /ha.; por su parte considerando una tasa de descuento de 4,53% el valor de existencia resultante es de USD \$590,48 /ha.

Es importante mencionar que los valores de existencia y herencia contemplan el aporte de la biodiversidad existe en dichos bosques; es de entender que mientras mejor sea el estado de conservación en el que se encuentra una unidad vegetal, más elevado será el valor de biodiversidad asociado a ella y por ende el coste derivado del bien ambiental que representa.

Por otra parte, como valor de herencia se ha tomado directamente el valor de USD \$5.400/ha.año sugerido en el Anexo 1.- Metodología para Valorar

Económicamente los Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Bosques y Vegetación Nativa en los Casos a Ser Removida referida en los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134, publicados en el registro oficial No. 766 del 14 de Agosto del 2012 y 25 de Septiembre de 2012, respectivamente, a aplicar para unidades vegetales únicas. En tal virtud dicho valor de herencia se aplicará únicamente para el caso del bosque primario.

El *valor de no uso total* para el caso del bosque primario es el resultante de la sumatoria de los *valores de existencia y herencia*; es decir USD \$5.990,48; mientras para el caso del bosque secundario únicamente el *valor de existencia* fijado como USD \$590,48 /ha.

4.6. PRIMEROS RESULTADOS DE VALORACIONES ECONÓMICAS DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL ECUADOR

La antes mencionada metodología ha logrado ser aplicada con éxito en la ejecución de más de 40 Estudios de Impacto Ambiental (EIA) ecuatorianos desde su desarrollo en Octubre de 2012.

A simple vista los resultados son interesantes. El valor económico total resultante del cálculo es en promedio 70% más elevado que el valor de “tasa por pie de monte” que el Ministerio del Ambiente solía cobrar como parte del proceso de licenciamiento ambiental. Esta tasa se deriva de los lineamientos establecidos en la disposición general primera del Acuerdo Ministerial No. 076 del Ministerio

del Ambiente, mismo que establece que previo a la emisión de una Licencia Ambiental el promotor del proyecto deberá cancelar un valor de USD \$3 x metro cúbico de madera presente en el área a ser desbrozada como parte de la ejecución de un proyecto.

Adicionalmente, valores de no uso (como por ejemplo el valor de existencia y herencia) son en promedio más elevados que valores de uso (como por ejemplo el servicio ambiental de turismo y recreación), lo cual sugiere que el valor intrínseco del bosque (el valor económico que tiene por el simple hecho de existir) es mayor a algunos de los servicios ambientales que provee; lo cual a su vez es un argumento válido a considerar en relación a la creciente tendencia económica ideológica que establece que conservar áreas naturales es más rentable que aprovecharlas (Azqueta, 2000).

Indudablemente, existe una relación directa entre el estado de conservación del bosque y su valor económico, puesto que un bosque en mejor estado de conservación provee mayor cantidad de bienes y servicios ambientales que un bosque intervenido (independientemente de sus características físicas como diversidad, abundancia, etc.). Sin embargo, se debe tener en cuenta que, al igual que en el mercado de bienes raíces, en el cual cuando existe un factor que, de manera directa o indirecta, ha provocado que un bien inmueble se deprecie, indudablemente ese bien inmueble provocará a su vez que los bienes inmuebles cercanos se deprecien, lo mismo sucederá en el capital natural. A manera de ejemplo, si un bosque maduro (primario) es intervenido antrópicamente, independientemente de la extensión de la intervención, la dinámica natural del

bosque se verá afectada, lo cual provocará una disminución del stock de bienes y servicios ambientales a ser provistos, lo cual a su vez se traducirá en una inminente depreciación del capital natural (Barrantes *et al.* 2000).

Algunos ejemplos interesantes de valoraciones económicas de bienes y servicios ambientales en el Ecuador incluyen a la Reevaluación al Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental Para la Ampliación de la Plataforma Villano A y perforación de los pozos Villano 22, Villano 23H, Villano 24 y Villano 25H y Sidetrack del Pozo Villano 3ST2 - Bloque 10 operado por Agip Oil Ecuador y ubicado en el cantón Arajuno, dentro de la comunidad Pandanuque, Parroquia Curaray, Provincia Pastaza. Dicho proyecto contemplaba la adecuación de nuevas áreas para la ubicación de equipos e instalaciones de producción en el campo petrolero Villano, áreas que sumadas alcanzaban las 3,51 ha, de las cuales 3,25 ha correspondían a bosque nativo y ha sido abordado en esta monografía a manera de caso de estudio.

El proyecto se ubica en el Bosque Pluvial pre montano de acuerdo a Cañadas (1983); y a la formación vegetal Bosque siempreverde pie montano, según Palacios *et al.* (1999). El rango altitudinal promedio es de aproximadamente 370 a 430 msnm.

En cuanto a su estado de conservación, la cobertura vegetal del área de estudio se encuentra representada por especies nativas y un pequeño porcentaje de especies introducidas en los alrededores de las instalaciones de la plataforma Villano A, dentro de la cual se llevó a cabo el censo forestal (debido a que el área

a intervenir era menor a 10 ha) para la ejecución del antes mencionado estudio, la formación vegetal corresponde a zonas colinadas de hasta 45 grados de inclinación (Figura 4).

Los resultados del censo forestal de las de 3,25 ha a ser intervenidas como parte del proyecto determinaron que el área basal que ocupan los árboles con $DAP \geq 10$ cm era de 82,73 m²; es decir un área basal por hectárea de 23,59 m²/ha. A pesar de que se trataba de un bosque en buen estado de conservación, el diagrama de dispersión de copas del bosque permitió evidenciar un cierto grado de intervención, dándonos a entender que existe un bosque intervenido cuyo recurso florístico ha sido extraído selectivamente; aspecto que también fue corroborado mediante la diagramación de las curvas diamétricas (Figura 5).

El estudio determinó un total de 20 especies (1077 individuos) de importancia económica presentes en el área analizada, de las cuales las más abundantes fueron: *Iriartea deltoidea* con 267 individuos (16,39%); *Guarea kunthiana* con 120 individuos (7,37%); *Inga spp.* con 112 individuos (6,88%), *Alchornea triplinervia* con 95 individuos (5,83%) y *Virola flexuosa* con 55 individuos (3,38%) y en cuanto a dominancia, la especie *Guarea kunthiana* es la que ocupa mayor extensión con 10,00%; luego le sigue *Iriartea deltoidea* con 9,38%; *Inga spp.* con 6,65% y *Alchornea triplinervia* con 4,56%. Las especies con mayor importancia son *Iriartea deltoidea*, *Guarea kunthiana*, *Inga spp.*, *Alchornea triplinervia*, *Virola flexuosa*, *Sterculia colombiana*, *Chrysochlamys bracteolata*, *Duguetia spixiana*, *Micropholis venulosa*, *Acacia sp.* (Figura 6).

El volumen total de madera del área analizada fue de 1.323,42 m³ y el volumen comercial de 890,51 m³; esto quiere decir que el volumen promedio por hectárea fue de 377,29 m³/ha, mientras que el volumen comercial aprovechable por hectárea fue de 123,98 m³/ha.

También se identificaron especies indicadoras de ambientes disturbados como *Chimarrhis hookeri*, *Cordia alliodora*, *Garcinia macrophylla*, *Grias neuberthii*, *Ochroma pyramidale*, *Pachira aquatica* aff., *Pourouma minor*, *Sapium laurifolium* aff., *Solanum grandifolium*, *Urera caracasana*, *Vismia baccifera*. Adicionalmente se pudo identificar la presencia de especies indicadoras de suelos con nutrientes tales como *Parkia multijuga*, *Inga edulis*, *Machaerium millei*, *Pterocarpus rohrii*, *Schizolobium parahyba*, pero no se identificaron especies endémicas.

Dentro del área se identificó a *Attalea butyracea* e *Iriarteia deltoidea* con la categoría LC - Least Concern –Global (preocupación menor). IUCN Red List Categories and Criteria: Versión 3.1. 2001., ubicados en el Libro rojo de Colombia y *Theobroma subincanum* con la categoría NT-Near Threatened – National (casi amenazado). IUCN Red List Categories and Criteria: Versión 3.1. 2001. De igual manera se identificaron especies de interés económico como: *Acacia* sp., *Apeiba membranacea*, *Cabralea canjerana*, *Capirona decorticans*, *Caryodendron orinocense*, *Cecropia sciadophylla*, *Celtis schippii*, *Ceiba lupuna* aff., *Ceiba pentandra*, *Chimarrhis glabriflora*, *Chimarrhis hookeri*, *Clarisia racemosa*, *Cordia alliodora*, *Ficus* spp., *Grias neuberthii*, *Guarea kunthiana*, *Jacaranda copaia*, *Machaerium millei*, *Maclura tinctoria*, *Matisia cordata*, *Micropholis venulosa*, *Minquartia guianensis*, *Mouriri oligantha*, *Osteophloeum platyspermum*,

Pleurothyrium spp., *Ochroma pyramidale*, *Otoba parvifolia*, *Parkia multijuga*, *Pourouma cecropiifolia*, *Pourouma minor*, *Pouteria multiflora*, *Pseudolmedia laevigata*, *Rollinia mucosa*, *Sloanea grandiflora*, *Spondias mombin*, *Theobroma bicolor*, *Trema micrantha*, *Trichilia pleeana*, *Triplaris dugandii*, *Schizolobium parahyba*, *Solanum grandifolium*, *Virola flexuosa*, *Vismia baccifera*.

En base a los datos antes presentados y considerando los criterios establecidos por Lamprecht (1990), Finegan y Guillén (1992), Guariguata *et al.* (1997), Camacho *et al.* (1999), y Vilchez *et al.* (2008) se puede determinar que el área analizada puede ser clasificada como Bosque Secundario poco Intervenido puesto que presentaba una densidad de área basal de 25,46 m²/ha. Por ende, dicha área era susceptible de ser valorada económicamente en cuanto a bienes y servicios ambientales puesto que cumplía con los criterios descritos para ser considerada Bosque Nativo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011).

Finalmente, el cálculo del VET resultante del área de ampliación de la plataforma Villano A la VET (3,51 ha) aplicando la metodología establecida fue de OCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SIETE CON 26/100 DÓLARES (USD \$ 8.457,26); de los cuales CUATRO MIL QUINIENTOS SETENTA CON 47/100 DÓLARES (USD \$ 4570,47) correspondían al valor económico de los bienes ambientales (equivalentes al 54% del monto total) y TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y SEIS CON 79/100 DÓLARES (USD \$ 3.886,79) correspondían al valor económico de los servicios ambientales (equivalentes al 46% del monto total). Es decir que al momento de valorar económicamente un área boscosa (capital natural), los servicios ambientales son casi tan valiosos

como los bienes ambientales. Esto da clara muestra de la importancia de que los servicios ambientales sean incorporados en los cálculos de valoración económica ambiental.

4.7. LA VALORACIÓN ECONÓMICA COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES AMAZÓNICOS

Al analizar los datos resultantes del proceso de valoración económica de la ampliación de la plataforma Villano A, se aprecia que el costo promedio establecido para los bienes y servicios ambientales del área del proyecto es de aproximadamente USD \$2.600/ha. Se debe tener en cuenta además que dicho proyecto (ampliación de 3,5 ha en una plataforma ya existente) es un proyecto que puede considerarse pequeño en relación a la apertura de una vía de 20 km, establecimiento de un campamento o desbroce y construcción de facilidades petroleras más significativas.

La lectura inicial de Agip Oil Ecuador fue la misma que el lector tiene este momento en su cabeza, si un proyecto considerado como pequeño puede arrojar un valor económico tan elevado (sin contar el costo de ejecución del propio proyecto y las demás tasas ambientales) ¿Cuál sería el valor económico de ejecutar un proyecto de mayor envergadura como una Facilidad de Procesamiento Central, un Campamento de Avanzada o una vía de acceso?; peor imaginar el valor económico de los bienes y servicios ambientales de un proyecto multiregional como el proyecto de Optimización de Generación Eléctrica (OGE) en el que se pretendían intervenir 2.248,23 ha.

La instauración de la valoración económica de bienes y servicios ambientales dentro del marco legal regulatorio ecuatoriano ha ocasionado que aquellas empresas que son más cuidadosas con la administración de sus recursos empiecen a replantear la ubicación de sus proyectos, prefiriendo las áreas intervenidas en lugar de las áreas boscosas conservadas o utilizar tecnologías alternativas como perforación direccional o mantenimiento de pozos ya existentes en lugar del establecimiento de nuevas plataformas petroleras.

Incluso, en un escenario más extremo, ciertos proyectos ya no han sido ejecutados debido a que los análisis costo-beneficio realizados en las etapas de pre-factibilidad mostraron que los montos requeridos para el proceso de regulación ambiental (incluyendo las tasas relacionadas a los bienes y servicios ambientales) excedían los márgenes de utilidad de aquellos proyectos en los cuales no se tenía la certeza de la producción que se obtendría como parte de los pozos petroleros a instalar (sobre todo en aquellos proyectos de mayor extensión y ubicados en áreas de bosque conservado).

Otro de los justificativos del uso del VET como herramienta de conservación radica en su simplicidad de cálculo y bajo costo de aplicación. El cálculo del VET es simple y conciso; básicamente se remite a multiplicar precio por cantidad y adicionalmente, una vez definidos los valores económicos de los bienes y servicios ambientales, no requiere de mayor esfuerzo adicional para su cálculo. De igual manera el costo de su aplicación es mínimo puesto que se nutre, principalmente, de los datos que se obtienen de la caracterización de la propia

línea base socioambiental del proyecto (requisito de ejecución de todo proyecto). Adicionalmente, una vez determinado un valor por concepto de bienes y servicios ambientales para un área específica, este valor tiene la capacidad de ser extrapolable a otra área de similares características; esto podría ser aprovechado por los departamentos de ambiente de las diferentes empresas como un mecanismo de preselección y/o validación de área para instauración de futuros proyectos.

5. CONCLUSIONES

Considerando que, en base a que la normativa ambiental regulatoria ecuatoriana actual establece que: *“para la ejecución de una obra o proyecto, que requiera la licencia ambiental; y, en el que se pretenda remover la cobertura vegetal, el proponente deberá presentar como un capítulo dentro del Estudio de Impacto Ambiental el respectivo Inventario Forestal”* (Acuerdo Ministerial No. 076) y que además el Acuerdo Ministerial No. 134 agrega que se requerirá incluir *“los costos de valoración por cobertura vegetal nativa a ser removida, en la ejecución de obras o proyectos públicos y estratégicos realizados por persona naturales o jurídicas públicas y privadas, que requieran de licencia ambiental”* es prioritario el desarrollo de una metodología integral y concertada que aborde esta temática de una manera clara y trazable.

La metodología propuesta en la presente monografía se alinea con el marco legal vigente puesto que es trazable (prioriza el uso de datos primarios levantados como parte de la línea base socioambiental del proyecto al momento de la ejecución de un Estudio de Impacto Ambiental), sencilla (en términos generales todo el cálculo se remite a multiplicar precio por cantidad) y técnicamente sustentable (los datos capitalizados en la metodología poseen el sustento técnico y rigurosidad científica de varios investigadores de renombre mundial); por tal motivo cumple con los criterios técnicos para ser aplicada a nivel nacional; de hecho está siendo ampliamente utilizada principalmente en el desarrollo de proyectos petroleros.

El hecho de que la metodología del VET tenga un fuerte sustento legal, también la convierte indirectamente en una poderosa estrategia de negociación a

la hora de argumentar a favor de la conservación de áreas naturales, puesto que no solamente se ancla a los principios precautelatorios establecidos tanto en la Constitución de la República del Ecuador, sino que también se alinea con la Política Pública de Reparación Integral promovida por el régimen actual. Esto permite que su aplicación arroje datos que no solamente pueden ser verificados y comparados en el ámbito técnico, sino que además pueden ser utilizados como sustento legal de cualquier litigio ambiental nacional e internacional, debido principalmente a su rigurosidad técnica y uso de información trazable.

Por otra parte, si bien los montos resultantes del cálculo son caso-específicos (y por ende variarán de proyecto a proyecto en función de la extensión de los mismos y del grado de intervención del área donde se ubiquen), en términos generales permiten evidenciar que los servicios ambientales provenientes del bosque son, por lo general, subestimados (recuérdese que en el estudio de caso presentada representaban el 46% del costo total; es decir casi tanto como los bienes ambientales). Lo cual implica que, si se dieran a conocer los bienes y servicios ambientales completos que se derivan de un recurso, los análisis costo-beneficio que se realizan en las etapas de pre-factibilidad podrían inclinar la balanza a la hora de conservar el capital natural o al menos optimizar su aprovechamiento.

Adicionalmente, si bien los montos resultantes del uso del VET son caso específicos, tienen la posibilidad de ser extrapolados a áreas naturales de características similares a aquellas de las que se originaron los datos; lo cual la convierte en una poderosa herramienta de análisis incluso ante la ausencia de

datos específicos de un área que se pretenda analizar (siempre y cuando existan datos de áreas equiparables). Esto quiere decir que, a medida que la aplicación del VET se familiarice entre los investigadores y se comience a generar mayor cantidad de datos en distintas áreas naturales del país, menores serán los vacíos de información existentes puesto que se podrían llenar dichos vacíos mediante la interpolación de datos entre dos o más áreas de las cuales se disponga información.

Adicionalmente, el VET también podría ser aprovechado por las Autoridades Estatales de Regulación y Aplicación (como el Ministerio del Ambiente, ARCOM, ARCH, Secretaría del Ambiente, etc.) para el futuro desarrollo de tasas e impuestos ambientales relacionados al deterioro ambiental; es decir un impuesto relacionado a la intervención de áreas naturales en diferentes estados de conservación. Tal como sucede en varios países europeos, la ejecución de cualquier tipo de proyecto, incluye el cobro de un impuesto relacionado a la intervención de áreas naturales, y cuyo monto guarda una relación directa con el estado de conservación del área natural en la que se ubicará el proyecto. Esto ha ocasionado que los promotores de proyectos analicen más cuidadosamente las alternativas de sitios de implantación de sus proyectos para encontrar un equilibrio entre los costos de instaurar el proyectos versus los márgenes de utilidad; lo cual constituye en primer paso para lograr que el VET pase de ser una herramienta de consultoría ambiental a una política pública de control y regulación ambiental.

Finalmente, la metodología presentada, y sobre todo su aplicación, representan un aliado para la conservación ya que sus resultados son un poderoso argumento técnico y trazable de que el capital natural está siendo subestimado económicamente y esto podría ser utilizado para lograr un equilibrio entre el desarrollo industrial del país y la conservación del capital natural, tal cual la ética antropocéntrica ampliada profesa, si se lograra incluir a la valoración económica de bienes y servicios ambientales como parte del desarrollo de todos los proyectos productivos del país.

Todos los argumentos antes presentados corroboran la factibilidad de que la valoración económica de bienes y servicios ambientales sea utilizada como potencial herramienta de conservación de bosques amazónicos. Las posibilidades son infinitas de acuerdo a la creatividad de sus usuarios puesto que dicha herramienta podría favorecer la conservación de áreas naturales ya sea directamente en el plano técnico (formando parte de los análisis de alternativas o a manera de criterio a considerar en las fases de pre-factibilidad de los proyectos), el plano legal (como requisito previo al proceso de licenciamiento ambiental) o incluso el plano administrativo (como herramienta de selección de sitios idóneos para implantación de proyectos que optimicen los costos de operación de un proyecto, reduciendo la afectación al capital natural). Por donde quiera que se lo mire, la valoración económica de bienes y servicios ambientales es una poderosa herramienta que merece la pena ser investigada con mayor detalle, puesto que todos sus beneficios y potenciales usos aún no han sido completamente estudiados.

6. RECOMENDACIONES

Sería factible que, tanto las instituciones públicas, como las privadas, se familiaricen con la metodología de valoración económica de bienes y servicios ambientales, para lo cual una primera y valiosa instancia podría ser la inclusión de la asignatura de Economía Ambiental dentro del listado de asignaturas de las carreras universitarias relacionadas a las ciencias biológicas y ambientales. Esto favorecería a futuro un mejor entendido de la importancia del capital natural y permitiría a los alumnos de dichas carreras contar con sólidos argumentos legales y económicos que puedan respaldar sus esfuerzos de conservación de áreas naturales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adger, W.N., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total economic value of forest in México. **Ambio**, 24 (5): 286-296.
- Alemán, M., Ribadeneira, S., Mendizabal, A y Sarasti, S. 2014. A tool for managing the impacts of the Wíncheles Estuary oil spill (Esmeraldas, Ecuador). **Proceedings of the 2014 10th International Pipeline Conference IPC2014**. Calgary, Alberta, Canadá. September 29-October 3.
- Andersen, L., Granger, O., Reis, E., Weinhold, D. y Wunder, S. 2001. The dynamics of deforestation and economic growth in the Amazon. **Mimeo**.
- Azqueta, D. **Introducción a la Economía Ambiental**. 1990. España. McGraw-Hill. Primera Edición.
- Azqueta, D. 2000. Valoración económica de las funciones del bosque tropical primario en la Reserva Faunística de Cuyabeno: **Documento metodológico Vol 1**. Universidad de Alcalá.
- Baldares, C., Laarman, M. y Alarman, J. 1990. User Fees at Protected Areas in Costa Rica. En Vincent, J., Crawford, E. y Hoehn J. **Valuing Environmental Benefits in Developing Countries** (eds.). Ann Arbor, Michigan State University.

Barrantes, G., Chaves, H. y Vinuesa, M. 2000. El Bosque en el Ecuador. Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. **Corporación de Manejo Forestal Sustentable, COMAFORS.**

Brown, K., Pearce, D., Perrings, C. y Swanson, T. 1995. Economics and the Conservation of Global Diversity. **Global Environmental Facility Working Paper, No. 2.** Washington.

Buitrón, X. 1999. Uso y comercio de plantas medicinales, situación actual y aspectos importantes para su conservación. Cambridge. Reino Unido. **TRAFFIC International.**

Camacho, M., Finegan, B., y Orozco, L. 1999. Dinámica de la estructura y del crecimiento de bosques húmedos tropicales del noroeste de Costa Rica: Primera década de investigación. En **Taller La dinámica de los bosques en Costa Rica y sus implicaciones en el manejo forestal.** ITCR. Cartago, Costa Rica, pp. 8.

Campbell, D., Daly, D., Prance, G. y Maciel, U. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. **Brittonia** 38: 369–393.

Cañadas, L. 1983. **El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador.** MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador.

Cardno ENTRIX. 2013. Reevaluación al Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental Para la Ampliación de la Plataforma Villano A y perforación de los pozos Villano 22, Villano 23H, Villano 24 y Villano 25H y Sidetrack del Pozo Villano 3ST2 - Bloque 10. **Capítulo Censo Forestal y Valoración Económica por Pérdida de Cobertura Vegetal**. Quito, Ecuador.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Naeem, S., Limburg, K., Paruelo, J., O'Neill, R., Raskin, R., Sutton. P., y van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. Vol. 387.

Entrix Inc. 2006. Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto de Producción y Desarrollo del Bloque 31, Campos Apaika y Nenke. Ecuador. **Capítulo de análisis de alternativas**. Quito, Ecuador.

Evenson, R. Genetic Resources: Assessing Economic Values. En Vincent, J., Crawford, E. y Hoehn, J. 1990. Valuing Environmental Benefits in Developing Economies: **Proceedings of a Seminar Series**, llevado a cabo desde Febrero-Mayo 1990, Michigan State University: Ann Arbor, pp. 169-189.

Fankhauser, S. 1995. **Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse**. Primera Edición. Earthscan. Oxfordshire, Reino Unido.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
1980. Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento con Referencia Especial a los Trópicos. **Vol. 1 estimación del volumen.** Roma, Italia.
- Finegan, B. y Guillén, L. 1992. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sarapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. En **el Congreso Forestal Nacional** [II, 25-27 noviembre, 1992, San José, Costa Rica]. Pp. 142-144.
- Grimes, A., Loomis, S., Jahnige, P., Burnham, M., Onthank, K., Alarcón, R., Palacios, W., Cerón, C., Nelly, D., Balick, M., Bennet, B. y Mendelsohn, R. 1994. Valuing the Rain Forest: The Economic Value of Nontimber Forest Products in Ecuador. **Ambio**. Vol. 23 (7). Pp. 405-410.
- Guariguata, M., Chazdon, R., Denslow, J., Dupuy, J. y Anderson, L. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. **Plant Ecology**. Vol. 132. Pp. 107-120.
- Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I. y Peres, C. 2002. Evaluating Non-users Willingness to Pay for the Implementation of a Proposed National Parks Program in Amazonia: a UK/Italian Contingent Valuation Study. **Environmental Conservation**. Vol. 30. Pp. 02-01.

- Humphrey, T. 1992. Marshallian Cross Diagrams and their Uses before Alfred Marshall: The Origins of Supply and Demand Geometry. **Economic Review of the Federal Reserve Bank of Richmond**. Vol. 78(2). Pp. 3–23.
- Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN). 1995. **Política forestal y de áreas naturales y vida silvestre del Ecuador**. Lineamientos, Estrategias y Acciones. Quito, Ecuador.
- Jørgensen, P. y León-Yáñez, S. 1999. **Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador**. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 75: i–viii, 1–1182.
- Kramer, R., Mercer, D. 1997. Valuing a global environmental good: US residents' willingness to pay to protect tropical rain forests. **Land Economics**. Vol. 73, n. 2. Pp. 196-210.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. **GTZ**. Trad. A Carrillo. Eschborn, República Federal de Alemania. Pp. 335.
- Leyton, F. 2008. Ética Medio Ambiental: una revisión de la Ética Antropocéntrica. **Revista de Bioética y Derecho**. Vol 13. Pp. 34.

- Meléndez, N., Gatica, B., y Motta, E. 2005. Guía práctica de inventarios forestales al 100% para concesiones maderables. **Proyecto: “Manejo Sostenible de los Recursos Forestales en la Provincia de Tahuamanu, Madre de Dios, Perú”**. CESVI – Cooperazione e Sviluppo. Perú.
- Mendelsohn, R. y Balick, M. 1992. Assessing the Economic Value of Traditional Medicine from Tropical Forests. **Conservation Biology**. Vol. 6. Pp. 405-417.
- Mendelsohn, R. y Tobías, D. 1991. Valuing Ecotourism in a Tropical Rain Forest Reserve. **Ambio**. Vol. 20 (2). Pp. 91-93.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). 2011. **Manual Operativo Unificado Proyecto Socio Bosque**. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Relaciones Exteriores Comercio e Integración. 2011. **Análisis sectorial de banano según el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones**. Reporte nacional. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Turismo de la República del Ecuador. 2012. **Boletín de estadísticas turísticas 2006-2010**. Quito, Ecuador.

- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K y Kira, T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II Plant biomass. **Nature and Life. Southeast Asia**. Vol. 4. Pp. 49-80.
- Palacios, W., Cerón, C., Valencia, R. y Sierra, R. 1999. Las formaciones naturales de la Amazonía del Ecuador. Pp. 109-119. En Sierra R. (Ed.). **Propuesta Preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental**. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Pearce, D. 2001. **The Economic Value of Forest Ecosystems**, University College London, Londres, Reino Unido.
- Pearce, D. y Moran, E. 1994. **El valor económico de la Biodiversidad**. Earthscan. Londres, Reino Unido.
- Pearce, D. y Puroshotaman, S. Protecting Biological Diversity: 1992. The Economic Value of Pharmaceutical Plants. **Global Environmental Change Working Paper 92-276, CSERGE**, University College, Londres, Reino Unido.
- Peters, C., Gentry, A. y Menedelsohn, R. 1989. Valuation of an Amazonian Rainforest. **Nature**. Vol. 339. Pp. 655-656.

Rausser, G. y Small, A. 2000. Valuing Research Leads: Bioprospecting and the Conservation of Genetic Resources. **Journal of Political Economy**. Vol. 108.

Real Academia Española. 2001. **Diccionario de la lengua española**. Vigésimo segunda edición. Madrid, España.

Ribadeneira, S. y Neira, F. 2011. Cálculo del ISEW para Ecuador (2005-2009): Un medidor de sostenibilidad para el desarrollo del país. **Anuario de la Universidad Internacional SEK**. Vol. 12. Pp. 87-96.

Ruitenbeck, J. 1992. The Rainforest Supply Price: A tool for Evaluating Rainforest Conservation Expenditures. **Ecological Economics**. Vol. 6. Pp. 57-78.

Schwartzmann, R. 1989. Extractive Reserves: The Rubber Tapper's Strategy for Sustainable Use of the Amazonian Rainforest. En Browder, J. **Fragile Lands of Latin America: Strategies for Sustainable Development**. Boulder Wetview Press. Colorado, Estados Unidos.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity The Value of Forest Ecosystems. 2001. **CBD Technical Series**. Vol. 4. Pp. 67. Montreal, Canadá.

- Seroa da Motta, R. 2002. Estimativa do Custo Econômico do Desmatamento na Amazônia. **Texto para Discusión 88X, IPEA**. Río de Janeiro, Brasil.
- Simpson, D. y Craft, A. 1996. The Social Value of Biodiversity in New Pharmaceutical Product Research. **Resources for the Future, Discussion Paper**. Pp. 96-33, Washington DC, Estados Unidos.
- Simpson, D., Sedjo, R. y Reid, J. 1996. Valuing Biodiversity: an Application to Genetic Prospecting. **Resources for the Future, Discussion Paper**. Pp. 94-20, Washington DC, Estados Unidos.
- Torras, M. 2000. The Total Economic Value of Amazonian Deforestation, 1978-1993. **Ecological Economics**. Vol. 33. Pp. 283-297.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2014. Natural Resources Conservation Service. **National Soil Survey Handbook**. Sección 430-VI.
- Urrego, D y Echeverri, S. 2000. Estructura y composición de las coberturas vegetales, en Urrego, D y González, C. **Estudios ecológicos en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Porce II**. Silvicultura, ecofisiología y palinología. Empresas Públicas de Medellín y Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Vilchez, B., Chazdon, R. y Milla, V. 2008. Dinámica de la regeneración en cuatro bosques secundarios tropicales de la región Huetar Norte, Costa Rica: Su valor para la conservación o uso comercial. **Recursos Naturales y Ambiente**. Vol. 55. Pp. 118-128.

8. FIGURAS

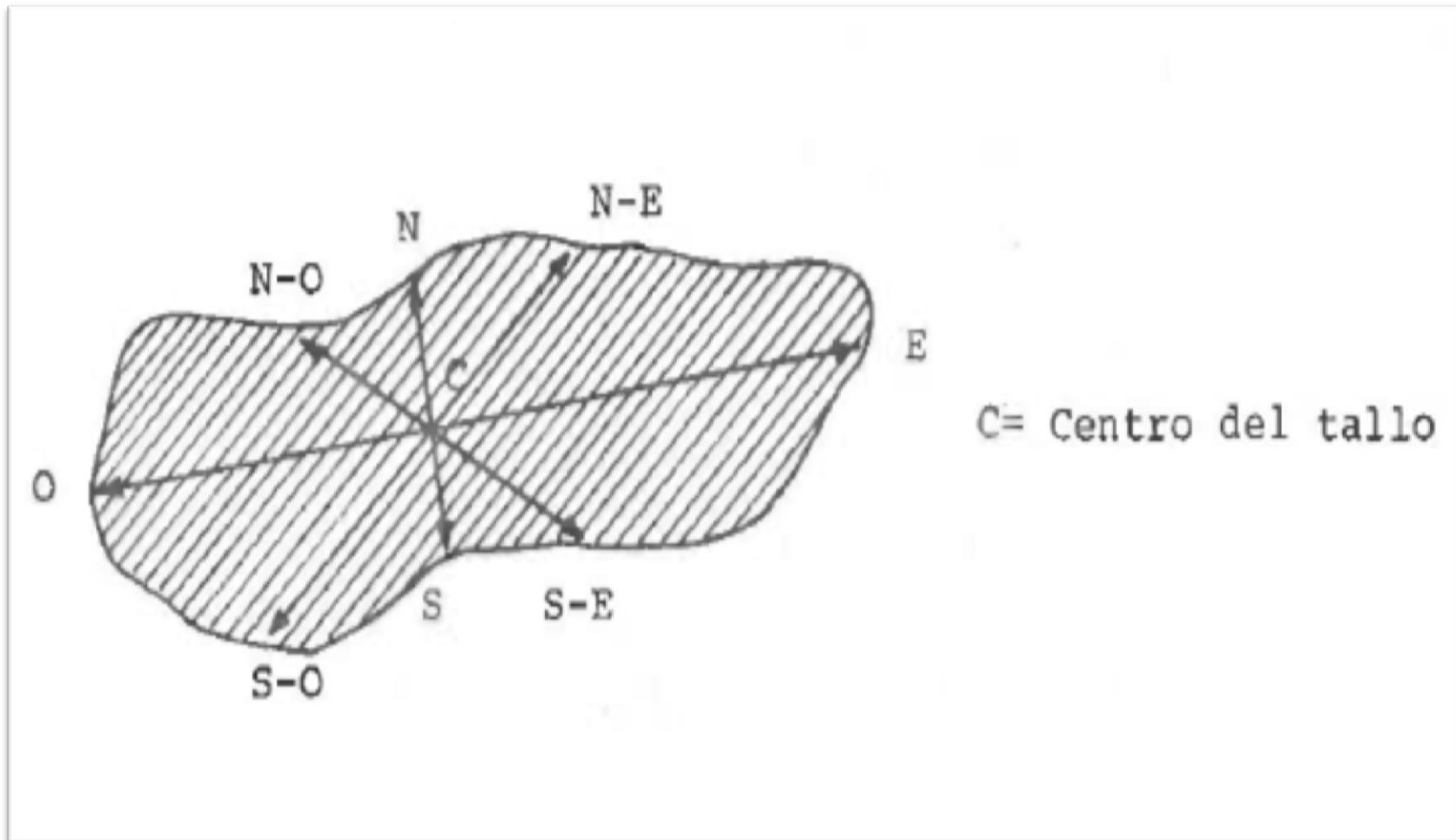


Figura 1. Medición de radios para calcular la proyección horizontal de la copa de un árbol. Nótese que a partir del centro de la copa del árbol (C) se han medido ocho (8) radios equidistantes entre sí (FAO, 1980).

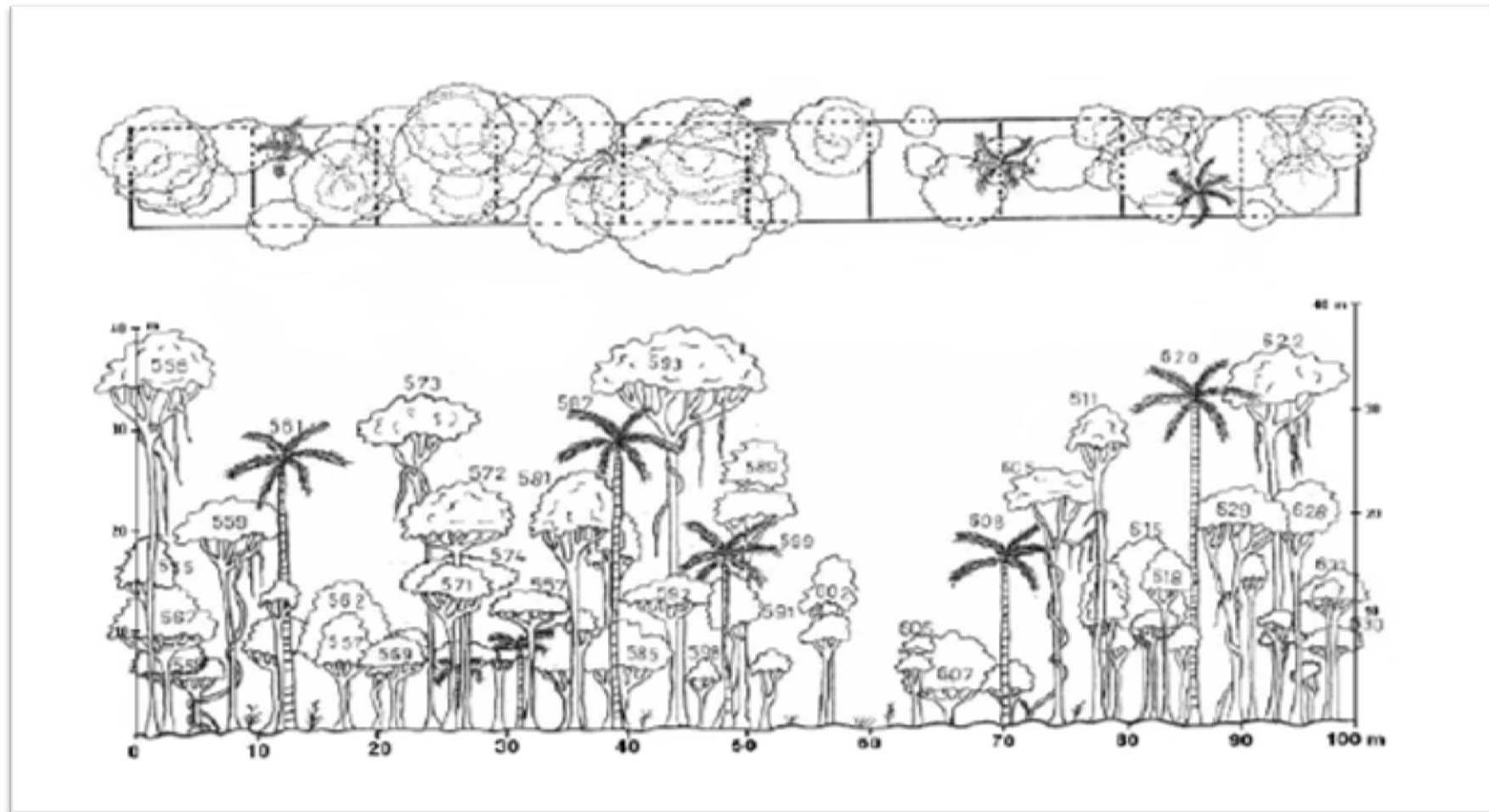


Figura 2. Diagramas de perfil del área caracterizada. Son gráficos que representan en dos dimensiones el perfil del bosque caracterizado. El eje horizontal representa la extensión horizontal del área caracterizada y por ende la distribución espacial de los individuos inventariados o censados, mientras el eje vertical representa la altura de los individuos inventariados o censados (FAO, 1980).

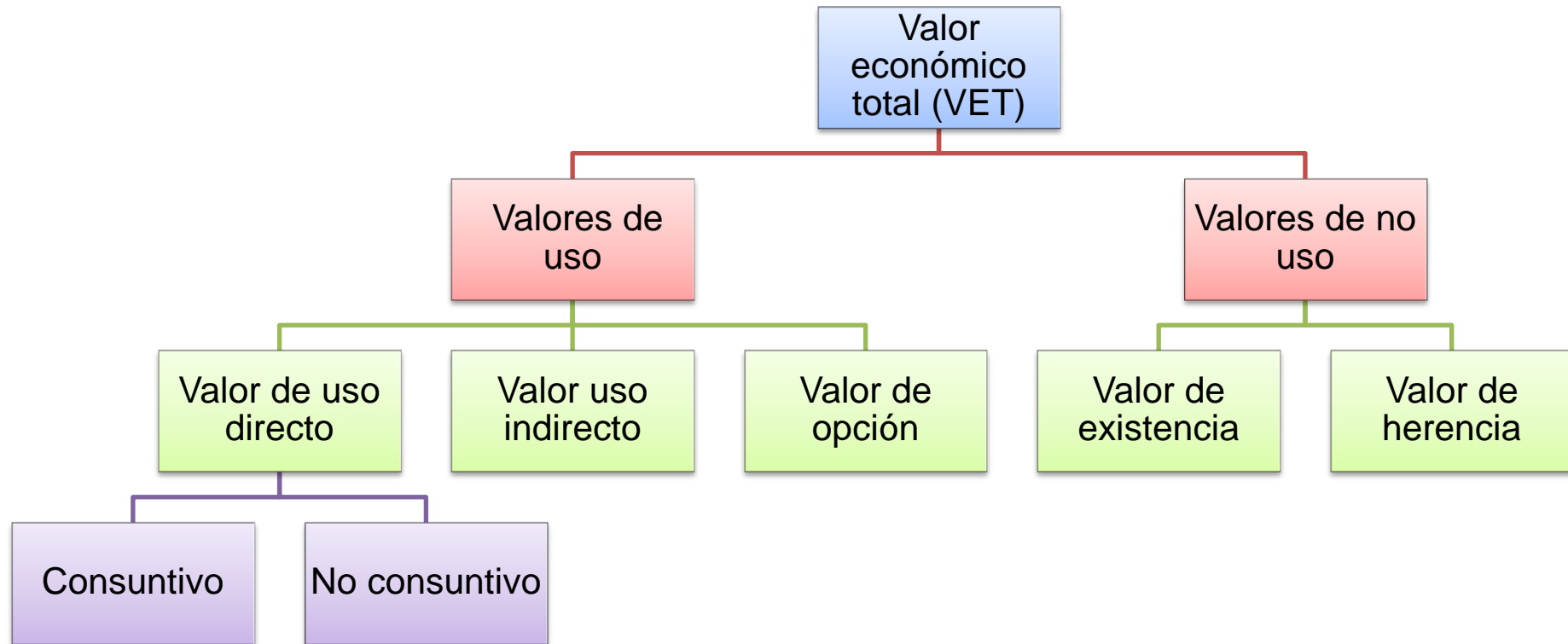


Figura 3. Tipología Del Valor Económico Total. De éstos, los valores de uso son más fáciles de cuantificar mediante metodologías ortodoxas; sin embargo, los valores de no uso requieren la aplicación de metodologías más complejas (Azqueta, 2002).

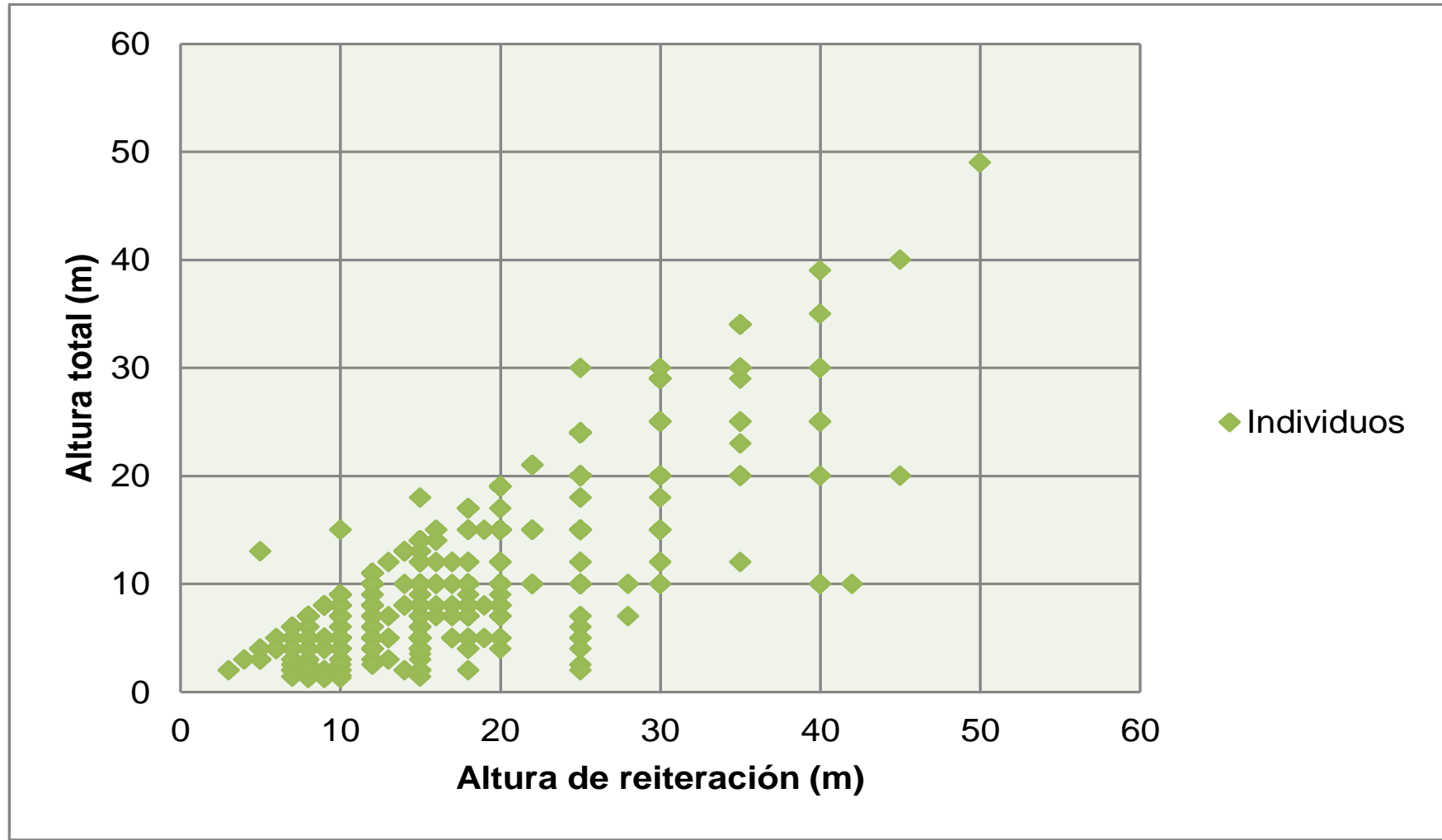


Figura 4. Diagramas de dispersión de copas. Se observan conglomerados definidos, a pesar de ello a mayor altura las especies se dispersan y son pocos individuos; señal de un proceso selectivo de extracción de madera (Cardno ENTRIX, 2013).

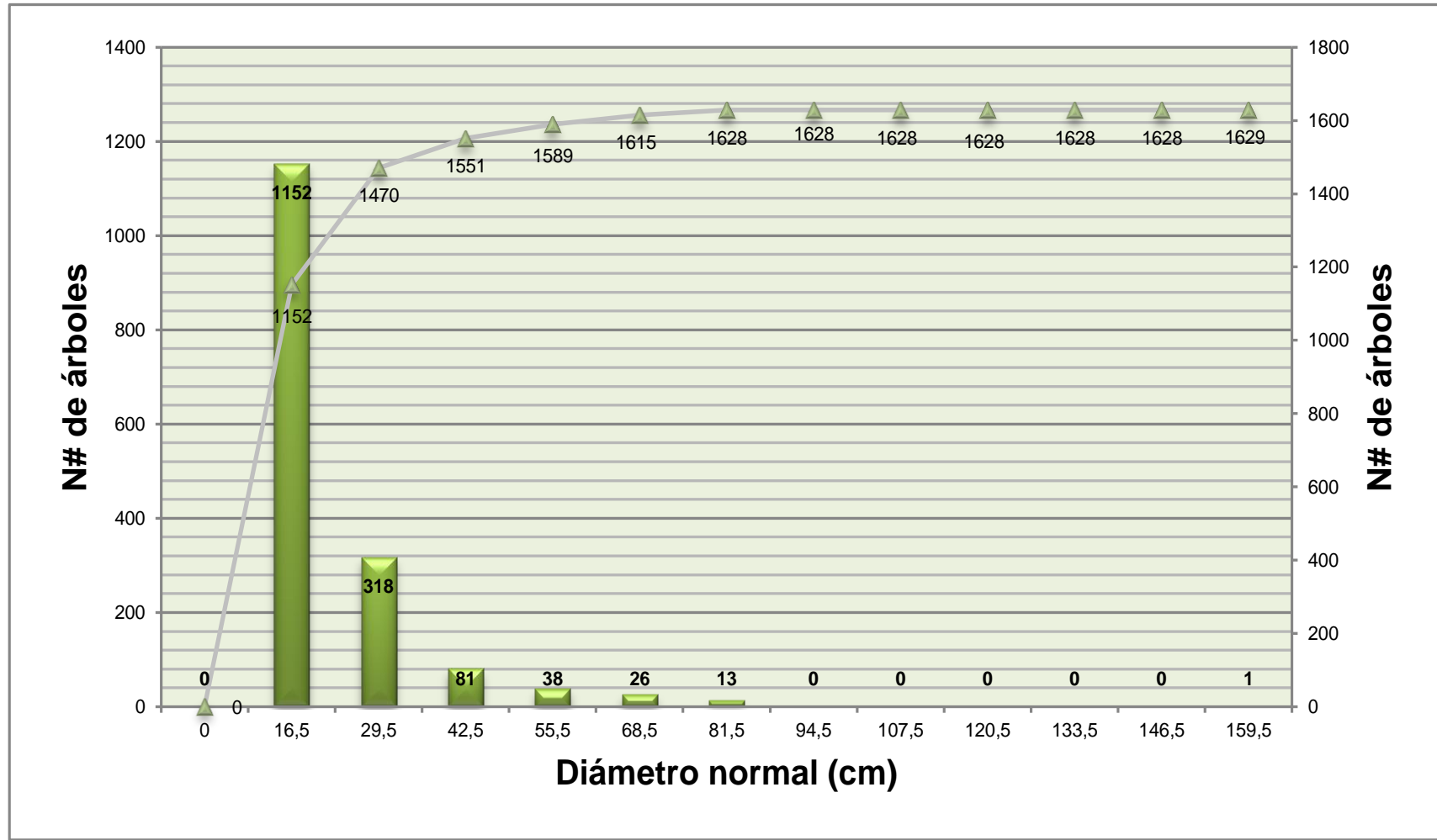


Figura 5. Curva Diamétrica. La figura presenta la forma típica, pero posee espacios donde no existen individuos presentes en la clase diamétrica, siendo el número de individuos inversamente proporcional al diámetro promedio, esta estructura diamétrica es un indicador de la perturbación a la que ha sido sometido el bosque.

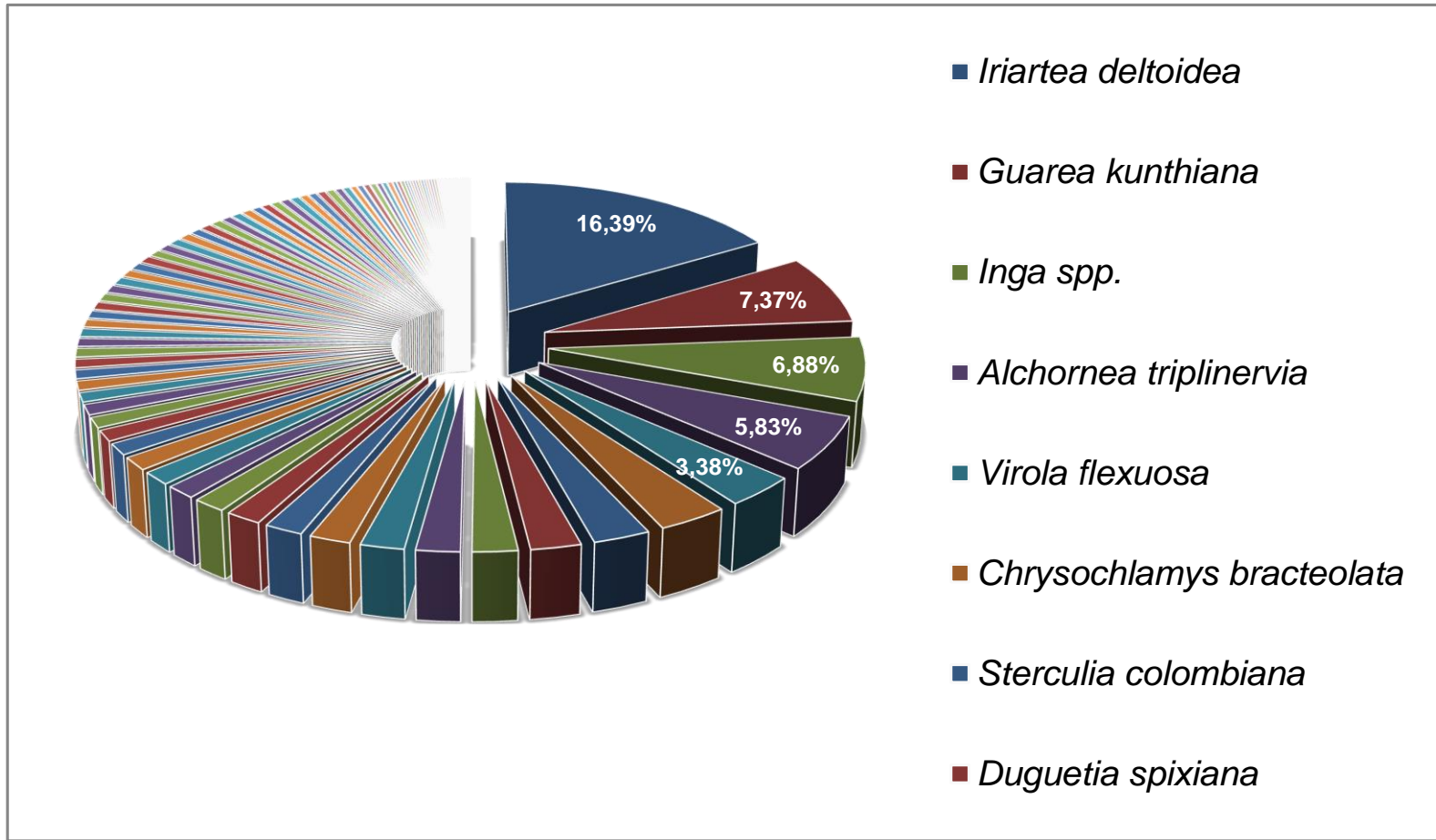


Figura 6. Abundancia relativa de las especies vegetales presentes en el área de la plataforma Villano A. Las especies más abundantes son: *Iriartea deltoidea* con 267 individuos (16,39%); *Guarea kunthiana* con 120 individuos (7,37%); *Inga spp.* con 112 individuos (6,88%), *Alchornea triplinervia* con 95 individuos (5,83%) y *Virola flexuosa* con 55 individuos (3,38%).

9. TABLAS

Tabla 1. Categorización de valores a considerar para el cálculo del VET

TIPO DE VALORACIÓN	COMPONENTE	CATEGORÍA
	Extracción de productos maderables y no maderables	Valor de uso
Valoración de Bienes Ambientales	Productos medicinales y agrícolas derivados de la biodiversidad	Valor de uso
	Valores de existencia y herencia	Valor de no uso
	Almacenamiento y Secuestro de Carbono	Valor de uso
Valoración de Servicios Ambientales	Conservación de cuencas hidrográficas	Valor de uso
	Turismo y Recreación	Valor de uso
	Belleza escénica	Valor de no uso

Tabla 2. Carbono almacenado por hectárea en distintos usos de suelo

TIPO DE BOSQUE	BIOMASA [tC/ha]	SUELO [tC/ha]	TOTAL
Bosque primario cerrado	167	116	283
Bosque secundario cerrado	85-135	67-102	152-237
Bosque abierto	68	47	115
Pastos	5	41-75	46-80

Fuente: Brown *et al.* (1995). Se mantuvo la terminología original del artículo para describir los tipos de bosque analizados en dicho estudio; sin embargo dichas formaciones vegetales son sinónimos de bosque primario, bosque secundario poco intervenido, bosque secundario intervenido y pastos, respectivamente.

Tabla 3. Resumen de algunos productos no forestales obtenibles de bosques primarios y secundarios

PRODUCTOS DE SUBSISTENCIA	PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA
Leña, carbón vegetal, materiales de construcción, forraje, fruta, nueces, miel, medicinas, Tinturas, Utensilios de cocina, Armas, Redes, Cebos, etc.	Caucho, Aceites esenciales y comestibles, Gomas, Látex, Resinas, Taninos, Ceras, Condimentos, Tinturas, etc.

Fuente: ENTRIX Inc. (2006).

Tabla 4. Estimados del Valor Farmacéutico de áreas “Hot Spot”

ÁREA	ESTUDIOS		
	Simpson <i>et al.</i> (1994) WTP of pharmaceutical companies (USD/ha)	Simpson y Craft (1996) ‘Social value’ of genetic material (USD/ha).	Rausser y Small (1998) WTP of pharmaceutical companies (USD/ha)
Western Ecuador	20,6	2.888	9.177
Southwestern Sri Lanka	16,8	2.357	7.463
New Caledonia	12,4	1.739	5.473
Madagascar	6,9	961	2.961
Western Ghats of India	4,8	668	2.026
Philippines	4,7	652	1.973
Atlantic Coast Brazil	4,4	619	1.867
Uplands of western Amazonia	2,6	363	1.043
Tanzania	2,1	290	811
Cape Floristic Province, S. Africa	1,7	233	632
Peninsular Malaysia	1,5	206	539
Southwestern Australia	1,2	171	435
Ivory Coast	1,1	160	394
Northern Borneo	1,0	138	332
Eastern Himalayas	1,0	137	332
Colombian Choco	0,8	106	231
Central Chile	0,7	104	231
California Floristic Province	0,2	29	0

Fuente: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2001).

Tabla 5. Clases de suelo según la USDA

GRUPOS DE CAPACIDAD	CLASE	RANGO MÍNIMO (%)	RANGO MÁXIMO (%)	PROMEDIO POND. (%)
Tierras apropiadas para cultivos y otros usos. Con pocas limitaciones que restringen su uso	I	87,5	100	93,75
Tierras apropiadas para cultivos y otros usos. Tierras que tienen algunas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación de suelos	II	75	87,5	81,25
Tierras apropiadas para cultivos y otros usos. Tierras que tienen severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación de suelos	III	62,5	75	68,75
Tierras con limitaciones en su uso, generalmente no apropiadas para cultivo. Tierras con severas limitaciones que restringen su uso para algunas explotaciones especiales	IV	50	62,5	56,25
Tierras con limitaciones en su uso, generalmente no apropiadas para cultivo. Tierras que no presentan erosión o muy pequeña, pero que tienen otras limitaciones no prácticas de removerse, que limiten el uso continuo y prolongado de pastos.	V	37,5	50	43,75
Tierras con limitaciones en su uso, generalmente no apropiadas para cultivo. Tierras con severas limitaciones que restringen su uso para algunas explotaciones especiales.	VI	25	37,5	31,25
Tierras con limitaciones en su uso, generalmente no apropiadas para cultivo. Tierras marginales para el uso agropecuario, aptas para uso forestal (protección).	VII	12,5	25	18,75
Tierras con limitaciones en su uso, generalmente no apropiadas para cultivo. Zonas de pantanos, inundados la mayor parte del año. Conservación y vida silvestre.	VIII	0	12,5	6,25

Tabla 6. Estimaciones de valor de existencia de bosques tropicales amazónicos

REGIONES	TOTAL MUNDIAL (USD)	PAÍSES DE RENTA ALTA (USD)	PAÍSES DE RENTA MEDIA (USD)	PAÍSES DE RENTA BAJA (USD)
Valor anual [US\$/ha/Año]	35,70	31,00	4,40	0,30
Valor por ha (tasa de descuento 2%)	1.121,82	974,13	138,26	9,43
Valor por ha (tasa de descuento 5%)	651,74	565,93	80,33	5,48
Valor por ha (tasa de descuento 10%)	353,96	307,36	43,63	2,97

Fuente: Seroa da Motta (2002).

Tabla 7. Posición Sociológica de las Especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A

ESTRATO	NO. ARB	NO. SP	ESPECIES
I (3m-18m)	1025	94	<p><i>Acacia</i> sp., <i>Alchornea triplinervia</i>, <i>Aniba</i> sp.1, <i>Aniba</i> spp., <i>Apeiba aspera</i>, <i>Apeiba membranacea</i>, <i>Aspidosperma spruceanum</i>, <i>Attalea butyracea</i>, <i>Bactris gasipaes</i>, <i>Batocarpus orinocensis</i>, <i>Bauhinia</i> spp., <i>Brosimum rubescens</i> aff., <i>Buchenavia macrophylla</i> aff., <i>Cabralea canjerana</i>, <i>Capirona decorticans</i>, <i>Caryodendron orinocense</i>, <i>Castilla</i> spp., <i>Cecropia herthae</i>, <i>Cecropia sciadophylla</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Celtis schippii</i>, <i>Ceroxylon</i> sp., <i>Chimarrhis glabriflora</i>, <i>Chimarrhis hookeri</i>, <i>Chrysochlamys bracteolata</i>, <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>, <i>Clarisia racemosa</i>, <i>Cordia alliodora</i>, <i>Croton lechleri</i>, <i>Duguetia spixiana</i>, <i>Eschweilera coriacea</i>, sp. 1, <i>Ficus</i> spp., <i>Grias neuberthii</i>, <i>Guarea kunthiana</i>, <i>Guatteria glaberrima</i>, <i>Gustavia</i> spp., <i>Hasseltia floribunda</i>, <i>Heliocarpus</i> spp., <i>Inga edulis</i>, <i>Inga</i> spp., <i>Iriartea deltoidea</i>, <i>Jacaratia spinosa</i>, <i>Leonia crassa</i>, <i>Licania</i> spp., <i>Machaerium millei</i>, <i>Maclura tinctoria</i>, <i>Macrobium</i> spp., <i>Maquira</i> spp., <i>Marila spiciformis</i> aff., <i>Matisia cordata</i>, <i>Miconia</i> spp., <i>Micropholis venulosa</i>, <i>Miquartia guianensis</i>, <i>Mouriri oligantha</i> aff., <i>Myrciaria floribunda</i>, <i>Nectandra purpurea</i>, <i>Nectandra</i> sp.1, <i>Nectandra</i> spp., <i>Ochroma pyramidale</i>, <i>Ocotea cernua</i>, <i>Ocotea</i> spp., <i>Osteophloeum platyspermum</i>, <i>Otoba parvifolia</i>, <i>Pachira aquatica</i> aff., <i>Parkia multijuga</i>, <i>Perebea guianensis</i>, <i>Perebea xanthochyma</i>, <i>Pleurothyrium cuneifolium</i>, <i>Pleurothyrium</i> spp., <i>Pourouma cecropiifolia</i>, <i>Pourouma minor</i>, <i>Pouteria baehiana</i>, <i>Pouteria multiflora</i>, <i>Pouteria</i> spp., <i>Protium nodulosum</i>, <i>Pseudolmedia laevigata</i>, <i>Psidium</i> spp., <i>Rollinia</i> spp., <i>Sapium laurifolium</i> aff., <i>Schefflera</i> spp., <i>Sloanea grandiflora</i>, <i>Solanum grandifolium</i>, <i>Sorocea</i> spp., <i>Spondias mombin</i>, <i>Sterculia colombiana</i>, <i>Theobroma bicolor</i>, <i>Theobroma subincanum</i>, <i>Trema micrantha</i>, <i>Trichilia pleeana</i>, <i>Triplaris dugandii</i>, <i>Urera caracasana</i>, <i>Virola flexuosa</i>, <i>Vismia baccifera</i></p>

Tabla 7. Posición Sociológica de las Especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A (continuación...)

ESTRATO	NO. ARB	NO. SP	ESPECIES
II (19m-34m)	547	74	<p><i>Acacia</i> sp., <i>Alchornea triplinervia</i>, <i>Apeiba membranacea</i>, <i>Aspidosperma spruceanum</i>, <i>Batocarpus orinocensis</i>, <i>Bellschmiedia</i> spp., <i>Buchenavia macrophylla</i> aff., <i>Cabralea canjerana</i>, <i>Caryodendron orinocense</i>, <i>Cecropia herthae</i>, <i>Cecropia sciadophylla</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Celtis schippii</i>, <i>Chimarrhis glabriflora</i>, <i>Chimarrhis hookeri</i>, <i>Chrysochlamys bracteolata</i>, <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i>, <i>Clarisia racemosa</i>, <i>Cordia alliodora</i>, <i>Dacryodes olivifera</i>, <i>Duguetia spixiana</i>, <i>Eschweilera coriacea</i>, <i>Especie 1</i>, <i>Ficus</i> spp., <i>Garcinia macrophylla</i>, <i>Guarea kunthiana</i>, <i>Guatteria glaberrima</i>, <i>Hasseltia floribunda</i>, <i>Heliocarpus</i> spp., <i>Inga edulis</i>, <i>Inga</i> spp., <i>Iriartea deltoidea</i>, <i>Jacaratia spinosa</i>, <i>Leonia crassa</i>, <i>Licania</i> spp., <i>Marila spiciformis</i> aff., <i>Matisia cordata</i>, <i>Miconia</i> spp., <i>Micropholis venulosa</i>, <i>Miquartia guianensis</i>, <i>Mouriri oligantha</i> aff., <i>Myrciaria floribunda</i>, <i>Nectandra cissiflora</i>, <i>Nectandra purpurea</i>, <i>Nectandra</i> spp., <i>Ochroma pyramidale</i>, <i>Ocotea</i> spp., <i>Osteophloeum platyspermum</i>, <i>Otoba parvifolia</i>, <i>Pachira aquatica</i> aff., <i>Parkia multijuga</i>, <i>Perebea guianensis</i>, <i>Perebea xanthochyma</i>, <i>Pleurothyrium</i> spp., <i>Pourouma cecropiifolia</i>, <i>Pourouma minor</i>, <i>Pouteria baehniiana</i>, <i>Pouteria bilocularis</i>, <i>Pouteria multiflora</i>, <i>Protium nodulosum</i>, <i>Pseudolmedia laevigata</i>, <i>Pterocarpus rohrii</i>, <i>Sapium laurifolium</i> aff., <i>Schefflera</i> spp., <i>Schizolobium parahyba</i>, <i>Sloanea grandiflora</i>, <i>Sorocea</i> spp., <i>Spondias mombin</i>, <i>Sterculia colombiana</i>, <i>Trichilia pleeana</i>, <i>Triplaris dugandii</i>, <i>Virola flexuosa</i>, <i>Virola pavonis</i>, <i>Vochysia</i> spp.</p>

Tabla 7. Posición Sociológica de las Especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A (continuación)

ESTRATO	NO. ARB	NO. SP	ESPECIES
III (35m-50m)	57	25	<i>Acacia</i> sp., <i>Buchenavia macrophylla</i> aff., <i>Caryodendron orinocense</i> , <i>Ceiba lupuna</i> aff., <i>Chimarrhis hookeri</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Duguetia spixiana</i> , <i>Guarea kunthiana</i> , <i>Guatteria glaberrima</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Jacaranda copaia</i> , <i>Maclura tinctoria</i> , <i>Micropholis venulosa</i> , <i>Ochroma pyramidale</i> , <i>Pachira aquatica</i> aff., <i>Parkia multijuga</i> , <i>Perebea xanthochyma</i> , <i>Pourouma cecropiifolia</i> , <i>Rollinia mucosa</i> , <i>Sapium laurifolium</i> aff., <i>Schefflera</i> spp., <i>Sloanea grandiflora</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Sterculia colombiana</i> , <i>Virola flexuosa</i>

Fuente: Cardno ENTRIX (2013).

Tabla 8. Índice de Valor de Importancia de las especies presentes en el área de ampliación de la plataforma Villano A

Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
<i>Iriartea deltoidea</i>	16,39	9,37	267	25,77
<i>Guarea kunthiana</i>	7,37	10,00	120	17,37
<i>Inga spp.</i>	6,88	6,65	112	13,52
<i>Alchornea triplinervia</i>	5,83	4,56	95	10,39
<i>Virola flexuosa</i>	3,38	3,38	55	6,75
<i>Sterculia colombiana</i>	2,64	3,22	43	5,86
<i>Chrysochlamys bracteolata</i>	3,25	2,39	53	5,64
<i>Duguetia spixiana</i>	2,33	2,12	38	4,45
<i>Micropholis venulosa</i>	2,03	2,39	33	4,41
<i>Acacia sp.</i>	1,17	3,21	19	4,37
<i>Chimarrhis hookeri</i>	1,90	1,80	31	3,70
<i>Marila spiciformis aff.</i>	2,09	1,61	34	3,70
<i>Sapium laurifolium aff.</i>	1,53	2,08	25	3,61
<i>Ocotea spp.</i>	2,03	1,27	33	3,29
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1,23	2,03	20	3,26
<i>Parkia multijuga</i>	0,49	2,72	8	3,22
<i>Otoba parvifolia</i>	1,78	1,29	29	3,07
<i>Buchenavia macrophylla aff.</i>	0,98	1,74	16	2,72
<i>Cecropia sciadophylla</i>	1,41	1,30	23	2,72
<i>Cordia alliodora</i>	1,41	1,26	23	2,67

Fuente: Cardno ENTRIX (2013).

Tabla 9. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de la vegetación nativa a ser desbrozada por la ampliación de la plataforma Villano A

TIPO DE VALORACIÓN	COMPONENTE	REFERENCIA	COSTO UNITARIO (USD)	VOLUMEN O ÁREA DE CÁLCULO (m ³ , ha)		VALOR (USD)
Valoración de Bienes Ambientales	Productos maderables y no maderables	Disposición 1ra, AM No. 076	\$ 3,00	1323,42	m ³	\$ 3.970,26
	Productos medicinales	Rausser y Small (1998)	\$ 1.043,00	0,0000	ha	\$ 0,00
	Productos agrícolas	Evenson(1990); USDA (2013)	\$ 2.703,37	0,0036	ha	\$ 9,73
	Valor de existencia y herencia	Seroa da Motta (2002)	\$ 590,48	3,50	ha	\$ 590,48
Valoración de Servicios Ambientales	Almacenamiento y Secuestro de Carbono	Brown <i>et al.</i> (1995)	\$ 2,37	829,50	ha	\$ 1.965,92
	Regulación hídrica	Ruitenbeek (1992)	\$ 234,00	3,50	ha	\$ 819,00
	Turismo y Recreación	Barrantes <i>et al.</i> (2000)	\$ 151,90	3,50	ha	\$ 531,65
	Belleza escénica	Baldares <i>et al.</i> (1990)	\$ 162,92	3,50	ha	\$ 570,22
TOTAL						\$ 8.427,26

Fuente: Cardno ENTRIX (2013).

PARA GRADOS ACADÉMICOS DE LICENCIADOS (TERCER NIVEL)**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR****DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, Santiago Guillermo Ribadeneira Falconí, con C.I. 0201780467, autor del trabajo de graduación intitulado “Valoración económica de bienes y servicios ambientales como una herramienta de conservación de bosques Amazónicos”, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en la Facultad de **Ciencias Exactas y Naturales**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 31 de marzo de 2015

Sr. Santiago Ribadeneira F.

C.I. 0201780467