



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CAPTURA DE CARBONO EN EL COMPARTIMIENTO LEÑOSO DEL BOSQUE SECO EN LA PROVINCIA DE LOJA CON PERSPECTIVAS DE MERCADO

NATHALIE ISABEL AGUIRRE PADILLA

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo de la Maestría en Economía y Administración Agrícola, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGISTER EN ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA

Riobamba – Ecuador

Agosto 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado: “CAPTURA DE CARBONO EN EL COMPARTIMIENTO LEÑOSO DEL BOSQUE SECO EN LA PROVINCIA DE LOJA CON PERSPECTIVAS DE MERCADO”, de responsabilidad de la Econ. Nathalie Isabel Aguirre Padilla, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Fredy Proaño Ortiz, Ph.D.

PRESIDENTE

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, Ph.D.

DIRECTOR

Ing. Arturo Nikolay Aguirre Mendoza, Ph.D.

MIEMBRO

Ing. Alex Estuardo Erazo Lara, M. Sc.

MIEMBRO

Riobamba, agosto 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Nathalie Isabel Aguirre Padilla, declaro ser la responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación Modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ec. Nathalie Isabel Aguirre Padilla

C.I. 1104704885

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Nathalie Isabel Aguirre Padilla, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de esta investigación de maestría.

Riobamba, agosto de 2017

Ec. Nathalie Isabel Aguirre Padilla

C.I. 1104704885

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mi Creador, quien me dio fortaleza poder realizar mis estudios y llevar a cabo el presente trabajo.

A mi amada familia, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida.

A mis padres por darme todo su apoyo, comprensión y amor en todo momento; quienes con su ejemplo de esfuerzo, trabajo y honradez han inculcado en mí estos valores.

A mi esposo por ayudarme en todo momento y acompañarme siempre a lograr mis metas.

A mi pequeña María Isabel por ser un ángel en mi vida que me inspira cada día a superarme como persona, madre y profesional.

A mi hermano por estar siempre ahí para mí.

A mis abuelitos que siempre han confiado en mí y me han demostrado todo su apoyo.

Nathalie Isabel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al Instituto de Posgrado y Educación Continua.

A todos los profesores del programa de maestría en Economía y Administración Agrícola, de manera especial al director de este trabajo y a los miembros del tribunal, por su apoyo y el tiempo invertido en la revisión de este trabajo.

Nathalie Isabel

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XIV
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.1.1 Situación problemática.....	2
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.3 Preguntas directrices de la investigación.....	5
1.2 Justificación de la investigación.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Hipótesis.....	7
CAPÍTULO I	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes del problema.....	8
2.2 Bases teóricas de la valoración.....	12
2.3 Marco conceptual.....	14
2.3.1 Valoración económica ambiental.....	14
2.3.2 Bienes y servicios ambientales.....	15
2.3.3 Captura de carbono.....	19
2.3.4 Bosques secos.....	20
2.3.5 Bosques secos en ecuador.....	21
2.3.6 Pago por servicios ambientales.....	23
2.3.7 Bonos de carbono.....	26
2.3.8 Mercados de carbono.....	27
2.3.9 Plan de negocio.....	30
2.3.10 Tipos de plan de negocio.....	31
2.3.11 Estructura del plan de negocios.....	32
2.3.12 Plan de negocio de servicios ambientales.....	33
2.3.13 Plan de negocio de venta de bonos de carbono.....	35
2.3.14 Experiencia en Latinoamérica sobre comercialización de servicios ambientales.....	37

2.3.15	<i>Experiencia en Ecuador</i>	47
CAPÍTULO III		
3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.1	Tipo y diseño de investigación.....	51
3.2	Métodos de investigación.....	51
3.3	Enfoque de la investigación.....	51
3.4	Alcance de la investigación.....	52
3.4.1	<i>Área de estudio</i>	52
3.5	Población del estudio.....	53
3.6	Unidad de análisis.....	53
3.7	Selección de la muestra.....	54
3.8	Tamaño de la muestra.....	54
3.9	Técnica de recolección de datos primarios y secundarios.....	54
3.10	Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.....	55
3.11	Instrumentos para procesar datos recopilados.....	55
3.11.1	<i>Obtención del carbono fijado en la biomasa forestal del bosque seco</i>	55
3.11.2	<i>Obtención de la ecuación alométrica</i>	56
3.11.3	<i>Obtención de la valoración económica del carbono acumulado</i>	57
3.11.4	<i>Elaboración del plan de negocio para el servicio ambiental captura de carbono</i>	57
CAPÍTULO IV		
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
4.1	Valoración ecológica de la captura de carbono.....	62
4.1.1	<i>Estructura y composición florística del bosque seco de la provincia de Loja</i>	62
4.1.2	<i>Estructura horizontal del bosque seco de la provincia de Loja</i>	63
4.1.3	<i>Estructura vertical del bosque seco de la provincia de Loja</i>	64
4.1.4	<i>Contenido de carbono de los bosques secos de la provincia de Loja</i>	65
4.1.5	<i>Captura de carbono de los componentes considerados</i>	67
4.1.6	<i>Ecuación alométrica para la estimación del carbono acumulado de otros bosques secos de Ecuador</i>	68
4.2	Valoración económica de la captura de carbono.....	71
4.2.1	<i>Transformación del carbono acumulado a dióxido de carbono capturado en los bosques secos de la provincia de Loja</i>	71
4.2.2	<i>Certificados o bonos de carbono que poseen los bosques secos de la provincia de Loja</i>	72
4.2.3	<i>Comercialización de los certificados en mercados voluntarios</i>	72
4.2.4	<i>Valor económico total de bosque seco por el servicio ambiental captura de</i>	

	<i>carbono</i>	73
4.3	Plan de negocios que reconozca la valoración comunitaria del servicio ambiental y mejore la calidad de vida de la población local.....	74
4.3.1	<i>Percepciones de la población local acerca de los bosques secos de la provincia</i>	74
4.3.2	<i>Percepción de las autoridades de instituciones y líderes cantonales sobre el bosque seco</i>	76
4.3.3	<i>Comprobación de hipótesis</i>	77
CAPÍTULO V		
5.	PROPUESTA	79
5.1	Plan de negocios para la comercialización de bonos de carbono del bosque seco de la provincia de Loja en mercados voluntarios.....	79
5.1.1	<i>Antecedentes y descripción del negocio</i>	79
5.1.2	<i>Promotores del proyecto</i>	80
5.1.3	<i>Misión y Visión</i>	80
5.1.4	<i>Objetivos Estratégicos</i>	81
5.1.5	<i>Descripción del servicio</i>	81
5.1.6	<i>Producto</i>	82
5.1.7	<i>Mercado, competencia y crecimiento</i>	82
5.1.8	<i>Funcionamiento de los mercados de carbono</i>	85
5.1.9	<i>Tipos de mercado</i>	91
5.1.10	<i>Oferta</i>	93
5.1.11	<i>Demanda</i>	94
5.1.12	<i>Competencia</i>	95
5.1.13	<i>Modelo de Negocio</i>	99
5.1.14	<i>Perspectivas de crecimiento del negocio</i>	101
5.1.15	<i>Análisis FODA</i>	105
5.1.16	<i>Aspectos técnicos operativos</i>	108
5.1.17	<i>Aspectos financieros</i>	110
5.1.18	<i>Conclusiones y recomendaciones del plan de negocio</i>	122
	CONCLUSIONES	124
	RECOMENDACIONES	126
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-2	Funciones y Servicios Ecosistémicos.....	17
Tabla 2-2	Modelo de estructura de planes de negocio.....	32
Tabla 1-3	Cálculo de población objetivo para las entrevistas de actores de bosque	59
Tabla 1-4	Contenido de carbono de cada una de las 62 especies registradas en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja.....	65
Tabla 2-4	Resumen de contenido de carbono por compartimiento leñoso considerado en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja (5 hectáreas).....	67
Tabla 3-4	Resultados de la estimación de biomasa en función de la altura total, diámetro y la densidad.....	70
Tabla 4-4	Carbono acumulado en el compartimiento leñoso considerado en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja.....	72
Tabla 5-4	Valor económico total del bosque seco de la provincia de Loja por captura de CO ₂	73
Tabla 1-5	Proyectos MDL Ecuador.....	103
Tabla 2-5	Inversión Inicial.....	111
Tabla 3-5	Gastos de administración.....	113
Tabla 4-5	Número de certificados por tonelada de CO ₂ equivalente por hectárea...	114
Tabla 5-5	Evolución de los precios de tCO ₂ e (dólares americanos).....	115
Tabla 6-5	Valor anual por venta de VERs.....	116
Tabla 7-5	Costos emisión certificados.....	117
Tabla 8-5	Pago tasas por servicios ambientales.....	117
Tabla 9-5	Flujo financiero del proyecto.....	119
Tabla 10-5	Indicadores financieros del proyecto.....	120
Tabla 11-5	Cálculo de la tasa de descuento del proyecto de venta de VER del bosque seco.....	120
Tabla 12-5	Cronograma de para el inicio del proyecto.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-2	Principios de implementación de los mecanismos de PSA.....	27
Figura 1-3	Localización de los bosques secos de la provincia de Loja, en el contexto del país y región.....	53
Figura 1-4	Curva área-especie obtenida para los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador.	62
Figura 2-4	Distribución por clases diamétricas de los individuos de las especies del bosque seco de la provincia de Loja.....	64
Figura 3-4	Relación de la variable dependiente con las variables independientes...	69
Figura 1-5	Porcentaje de proyectos con mecanismo de desarrollo limpio registrados por tipo (2013).	88
Figura 2-5	Descripción de los mercados de Carbono existentes.....	93
Figura 3-5	Oferta del mercado de carbono bosque seco de la provincia de Loja.....	94
Figura 4-5	Cadena de Valor del Mercado Voluntario de carbono.....	100
Figura 5-5	Proyectos MDL en América Latina.....	103
Figura 6-5	Proyectos MDL en Ecuador.....	104
Figura 7-5	Diagrama Simplificado de los Trámites de Proyectos en Mercado Voluntario.....	109

ANEXOS

Anexo A Mancomunidad Bosque Seco

Anexo B Anexos Financieros

RESUMEN

Se determinó el valor económico del servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja y formuló una propuesta de mercadeo de bonos de carbono. Para ello se analizó el valor ecológico del bosque mediante un inventario de las especies de árboles \geq a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), evaluando 150 parcelas. Se estimó el contenido de carbono del compartimiento leñoso del bosque y los certificados de carbono (VER) que se pueden negociar en mercados voluntarios. Se consideró potencialidades, oportunidades, debilidades y amenazas para elaborar la propuesta de mercadeo de bonos de carbono. Se reportan 62 especies leñosas, correspondientes a 51 géneros y 29 familias, las especies sobresalientes: *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium* y *Handroanthus chrysanthus*. El reservorio de carbono del compartimiento leñoso del bosque seco es de 118,44 tCO₂e/ha. Se obtuvo la valoración económica del servicio ecosistémico en USD 183 582 000, se estimó un flujo de ingresos para plantear un plan de negocio y comercializar los VERs en el mercado voluntario. Se generó una ecuación alométrica para estimaciones de biomasa de otros bosques secos. Se recomienda utilizar los resultados como referente para realizar estudios encaminados a asignar el valor económico del bosque considerando toda su flora y fauna.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS> <INGENIERÍA FORESTAL>, <ECONOMÍA AGRICOLA>, <VALORACIÓN ECOLÓGICA>, <BOSQUES SECOS>, <VALORACIÓN ECONÓMICA>, <SERVICIOS AMBIENTALES>, <CARBONO ACUMULADO>, <PLAN DE NEGOCIO>.

ABSTRACT

It was determined the economic value of the environmental service carbon capture of the forest in Loja province and it formulated a proposal of marketing of carbon credits. For this, it was analyzed the ecological value of the forest throughout an inventory of the species of trees ≥ 5 cm of diameter at the height of the chest (DHCH), evaluating 150 parcels. The carbon content of the woody compartment of the forest and the carbon certificates (VERs) that can be negotiated in voluntary markets were estimated. In order to elaborate the proposal for the marketing of carbon credits, there were considered the potentials, opportunities, weaknesses and threats. There are 62 woody species, corresponding to 51 genders and 29 families. The outstanding species are: *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium* and *Handroanthus chrysanthus*. The carbon reservoir of the woody compartment of the dry forest is 118,44 tCo₂ e /ha, the economic valuation of the ecosystem service was obtained at USD 183 582 000, an income stream was estimated to propose a business plan and to market the VERs in the voluntary market. An allometric equation was generated to estimate the biomass from other dry forests. It is recommended to use the results as a reference for studies aimed at assigning the economic value of the forest considering all its flora and fauna.

Keywords: <TECHNOLOGY AND AGRICULTURAL SCIENCES>, <FOREST ENGINEERING>, <AGRICULTURAL ECONOMY>, <ECOLOGICAL ASSESSMENT>, <DRY FORESTS>, <ECONOMIC VALUATION>, <ENVIRONMENTAL SERVICES>, <ACCUMULATED CARBON>, <BUSINESS PLAN>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento mundial que el incremento en la concentración de algunos gases en la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO₂), producto del crecimiento de la población mundial y sus actividades productivas, provocan una intensificación del efecto invernadero natural del planeta. Como fuentes principales de emisión del CO₂ se mencionan la combustión de combustibles fósiles, la producción de cemento en los países industrializados; la deforestación, incendios forestales y el cambio de uso de la tierra en los países tropicales. La importancia creciente que tiene la presencia del CO₂, por ser uno de los gases que más contribuye al efecto invernadero y que incide sobre el calentamiento global, sugiere que se reconozca el papel que juega la vegetación en la captación de este gas y se motiven las plantaciones y cuidado de los bosques (Corral *et al.*, 2006).

La mayor parte de la población local que vive en los alrededores de los bosques secos de la provincia de Loja, conoce y valora el bosque por la existencia y posibilidad de extraer madera y leña y desconoce y subvalora la presencia de productos forestales no maderables, la biodiversidad y servicios ambientales que estos prestan, aunque han sido parte de su vida cotidiana. A pesar de que las autoridades locales que conocen el verdadero valor ecológico del bosque, han propuesto proyectos para la conservación del bosque, varios proyectos han fracasado por el poco o nulo interés de la población de participar de estos.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) reconoce los derechos de la naturaleza en el Capítulo Séptimo, artículo 71, que incentiva a las personas naturales y jurídicas y, a los colectivos, para que protejan la naturaleza y, a promover el respeto a los elementos que forman un ecosistema; y en el artículo 74 que establece que los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación, su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado, las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que permitan el buen vivir.

De igual manera en el Código Orgánico de Descentralización y Ordenamiento Territorial, establece que, dentro de las competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados

Municipales artículo 55, literal h) preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.

En este contexto es importante conocer el valor económico real del servicio ambiental “captura de carbono” del bosque seco de la provincia de Loja y, cómo se podría negociar este servicio como país a nivel internacional.

El documento contiene: la introducción a la investigación, la revisión teórica de los aspectos relevantes relacionados a la presente investigación, la metodología utilizada para realizar la investigación y llegar al planteamiento del plan de negocio, los resultados de la investigación, la discusión de los resultados obtenidos, y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Situación problemática

En el Ecuador los bosques estacionalmente secos se encuentran en el centro y sur de la región occidental de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja. Originalmente cerca del 35 % (28 000 km²) del Ecuador occidental estaba cubierto por bosque seco, se estima que el 50 % habría desaparecido (Sierra *et al.*, 1999). Los bosques secos son formaciones vegetales donde más del 75 % de sus especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas; esto no implica, que se produzca un auténtico periodo de descanso, ya que muchas especies florecen en esa época (Aguirre y Kvist, 2005; Lamprecht, 1990).

Constituyen un tipo de vegetación muy frágil, que se desarrollan en condiciones climáticas extremas. El área registra una precipitación anual de 400-600 mm, en un periodo de tres a cuatro (3 a 4) meses, generalmente en febrero, marzo y abril; la temperatura media anual es de 24,9°C (Cañadas, 1983; Proyecto Bosque Seco, 2001). Según Cañadas (1983) el área de estudio pertenece a la formación ecológica de bosque seco tropical (bs-T); y según el Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental de Sierra *et al.*, (1999), corresponde a bosque deciduo de tierras bajas y bosque semideciduo piemontano.

En la provincia de Loja se encuentra la mayor superficie de este ecosistema, entre 0 a 1000 msnm, que incluyen las tierras bajas, estribaciones occidentales bajas de la cordillera de los andes. El 31 % (3400 km²) de la provincia de Loja (11000 km²) es bosque seco, ubicados sobre terrenos colinados y abruptos (Herbario Loja *et al.*, 2001; Herbario Loja *et al.*, 2003; Aguirre *et al.*, 2006; Aguirre, 2009).

Los bosques secos de la provincia de Loja están ubicados en el corazón del Centro de Endemismo Tumbesino; una de las regiones más importantes para la conservación en el mundo. La importancia biológica de estos ecosistemas está dada por la existencia de fauna única, esta región es considerada como un EBA (Endemic Bird Area). Los bosques secos tumbesinos están restringidos a un área geográfica pequeña cincuenta mil (50 000) km² entre Ecuador y Perú, son el hábitat de quinientas (500) especies de aves, ochenta y cuatro (84) especies con una distribución muy restringida, de las cuales quince (15) están amenazadas; también viven ciento cuarenta y dos (142) especies de mamíferos, catorce (14) endémicos (Best y Kresler, 2005; Willams, 2005; Paladines, 2003).

Los bosques secos están ubicados en zonas pobladas, en ocasiones en suelos aptos para cultivos y por tal razón han sido muy intervenidos y destruidos más que los bosques húmedos (Janzen, 1988). Estos bosques en Ecuador son poco conocidos, muy amenazados y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, suministrando productos forestales maderables y no maderables para subsistencia y a veces para la venta (Aguirre y Delgado, 2001; Sánchez *et al.*, 2006).

Los bosques secos son uno de los ecosistemas más frágiles y amenazados, debido a que por tradición éstos han sido sobreexplotados y degradados por la extracción de madera, conversión de uso, incendios forestales, sobrepastoreo descontrolado de ganado caprino y bovino, que afectan la capacidad de regeneración del bosque, la cacería y aplicación inadecuada de métodos de cosecha de miel (Paladines, 2003); todas estas actividades antrópicas han ocasionado cambios en la composición florística, estructura y dinámica del bosque y por ende en los bienes y servicios ambientales que proveen (Aguirre *et al.*, 2006).

En los bosques secos la tradición está orientada hacia la extracción de recursos forestales madereros, incluso se han sobreexplotado especies valiosas como el *Handroanthus chrysanthus*, *Geoffroea spinosa*, *Loxopterigyum huasango* lo que ha degradado los bosques, suelos, en general se desconoce el valor que implica la provisión de servicios ambientales, especialmente la captura de carbono, belleza escénica y protección de la biodiversidad (Aguirre y Kvits, 2005; Herbario Loja *et al.*, 2001; Aguirre y Delgado, 2005; Aguirre *et al.*, 2001).

Además, se suma la dedicación y costumbre de pastorear ganado caprino en los bosques secos, que es uno de los renglones importantes de la economía campesina, por ende es un factor crítico que determina el estado actual de conservación del ecosistema, ya que el manejo del ganado caprino es extensivo y, no se sustenta en aspectos técnicos, sino en la capacidad selectiva de alimentación de los caprinos, que en el pastoreo a campo abierto arrasan con toda la vegetación, disminuyendo de

esta manera la capacidad de recuperación natural de las especies vegetales del bosque y el incremento de los gases efecto invernadero, especialmente CO₂ y Metano (Aguirre & Kvits, 2005; Herbario Loja *et al.*, 2001; Herbario Loja *et al.* 2003; Aguirre & Delgado 2005).

Los ecosistemas proveen varios servicios ambientales, siendo uno de ellos, el servicio ambiental captura de carbono, que es poco conocido y valorado y, que según Gore (2009), entre el 20-23 % de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial o hasta el 25 % de dichas emisiones son capturadas por los bosques secos tropicales (INRENA, 2007). Pero este servicio es poco conocido y valorado, casi desconocido económicamente.

El mercado de carbono surge en el mundo como una vía complementaria, alternativa y económicamente viable al compromiso asumido por países, empresas e individuos, de disminuir las emisiones de gases que contribuyen a los gases de efecto invernadero (GEI). Este puede estar dentro del cumplimiento y la observancia de las prerrogativas del Protocolo de Kyoto o puede estar el mercado voluntario, el cual no es jurídicamente vinculante, pero se ha desarrollado como respuesta a aquellos que están interesados en convertirse en carbón neutral; es decir, se refiere a que diferentes instituciones implementan acciones de reducción de emisiones por diferentes motivos (marketing, valor agregado de un producto) mediante instrumentos creados fuera de cualquier sistema regulado, los llamados no Kyoto (García, 2011, p.17).

Entonces, conociendo la importancia biológica del bosque seco, el estado de amenaza que soportan, el escaso conocimiento sobre los servicios ambientales que proveen y la falta de un estudio sobre valoración ecológica y económica del carbono capturado por el bosque en sí ha sido la causa principal para no conservar el mismos, es por ello que existe la necesidad de realizar la valoración económica del servicio ambiental “captura de carbono” de los bosques secos de la provincia de Loja y proponer un plan de negocios en los mercados internacionales.

En este contexto es importante conocer el valor económico real del servicio ambiental “captura de carbono” del bosque seco de la provincia de Loja, y cómo se podría negociar este servicio como país a nivel internacional. En consecuencia el presente trabajo de investigación pretendió responder la siguiente pregunta: ¿Es posible que la valoración económica del servicio ambiental captura de carbón que provee el bosque seco de la provincia de Loja, permita su valoración y reconocimiento comunitario e institucional, mediante la propuesta de un plan de negocios?

1.1.2. *Formulación del problema*

¿La valoración económica del servicio ambiental captura de carbono que provee el bosque seco de la provincia de Loja, permite una valoración y reconocimiento comunitario e institucional, mediante la propuesta de un plan de negocios?

1.1.3. *Preguntas directrices o específicas de la investigación.*

- ¿Cuál es el contenido de carbono del compartimento leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja?
- ¿Cuál es el valor económico de la captura de carbono del compartimento leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja?
- ¿De qué forma se podría motivar a la población local al cuidado ambiental de los bosques secos de la provincia de Loja, de manera que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de la población local?

1.2. *Justificación de la investigación*

Los bosques secos de la provincia de Loja evidencian degradación debido a las actividades económicas preponderantes como: extracción selectiva de madera, conversión de uso para la agricultura y sobrepastoreo con ganado caprino y vacuno y a la escasa valoración en otros aspectos ambientales que son trascendentales para el sustento de la vida.

Los bosques secos de la provincia de Loja han sido objeto de estudio e investigaciones de entidades como la Universidad Nacional de Loja, Universidad Técnica Particular de Loja, Gobierno Provincial de Loja y Fundaciones como: Naturaleza y Cultura Internacional (NCI), Arcoiris y Jocotoco; cuya finalidad está dirigida al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población local, a través de la generación de alternativas económicas viables para elevar las condiciones de vida de las comunidades existentes. De ahí la importancia de generar información sobre la valoración económica de uno de los servicios ambientales que provee, que permita a instituciones públicas y privadas tomar decisiones que deriven en la ejecución de proyectos productivos en beneficio de las comunidades locales.

Esta investigación determinó la biomasa forestal del bosque seco y por ende una estimación de la captura de carbono en la zona de bosque seco de la provincia de Loja, proporcionando un panorama general sobre la obtención de dicho recurso y su proyección a futuro.

Esta información será de utilidad para la zona estudiada y el país, permitiendo su valoración ecológica y económica en el mercado internacional y de alguna manera contribuir a la economía de la zona, en segundo lugar, es importante porque una vez conocido el valor económico del bosque seco, por la captura de carbono, mediante la aplicación de mecanismos internacionales para que diversos países puedan comprar y vender servicios de absorción de CO₂, siendo potencialmente una fuente importante de financiamiento para proteger los bosques, y así sea posible realizar la planificación e implementar alternativas de desarrollo como la negociación de los bonos de carbono en mercados internacionales, que vayan de la mano con la conservación de los ecosistemas y la conciencia ambiental.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Ecuador constituyen, una parte marginal de las emisiones globales que se acumulan en la atmósfera y que originan, el fenómeno del calentamiento global. Sin embargo, el nivel relativo y las características endógenas de las emisiones nacionales reflejan deficiencias estructurales e insostenibles tendencias coyunturales en la eficiencia económica o la integridad ambiental de múltiples patrones locales de producción y consumo (Gallegos, 2012, p.23).

En Ecuador, el mercado de carbono está presente desde el año 2003; es decir, se desarrollan proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), el cual ha estado en constante crecimiento, por ejemplo el Estado ecuatoriano aspira recibir 4,6 millones de dólares anuales durante diez años por reducir más de cuatrocientos mil (400 000) toneladas de emisiones de carbono, gracias al proyecto a escala nacional de uso de focos ahorradores, de bajo consumo de electricidad, éste fue el primer proyecto MDL registrado por el estado ecuatoriano; sin embargo, es importante recalcar que en este momento están presentados alrededor de 80 proyectos MDL, en el Ministerio de Ambiente del Ecuador, donde se realizan transacciones de montos significativos por la iniciativa del Estado como del sector privado, es por ello que es evidente que este mercado está en constante crecimiento; en el cual el país podría aprovechar íntegramente en este mercado (Gallegos, 2012, p. 25) con proyectos novedosos como las estimaciones de carbono por parte de los bosques secos de la provincia de Loja, que servirán como modelos para otros sectores que posean bosque en el Ecuador.

El propósito de la presente investigación fue realizar la valoración ecológica y económica, del servicio ambiental captura de carbono de los bosques secos de Loja, a fin de disponer un flujo de ingresos que contribuya a la generación de propuestas orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población local involucrada y contribuir a la conservación de los bosques secos de la provincia de Loja.

Finalmente el proyecto se justifica también porque es un tema novedoso que permitirá determinar el valor económico del servicio ambiental captura de carbono, y la maestrante está en la capacidad de ejecutarlo y contribuir a la conservación de los bosques secos de la provincia de Loja.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar el valor económico del servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, cuyos resultados sirvan de base para la formulación de una propuesta de mercadeo de bonos de carbono.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estimar el contenido de carbono en el compartimento leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja, que permita valorar la importancia del servicio ambiental captura de carbono en este ecosistema.
- Realizar la valoración económica de la captura de carbono, que permita disponer de un flujo de ingresos que sirvan para plantear una propuesta de venta de bonos de carbono.
- Elaborar un plan de negocios de bonos de carbono, que apoye la conservación del bosque seco, que reconozca la valoración comunitaria del servicio ambiental y que apoye al mejoramiento de la calidad de vida de la población local.

1.4. Hipótesis

Hipótesis alternativa

La valoración económica del servicio ambiental captura de carbono que provee el bosque seco de la provincia de Loja, permite la valoración y reconocimiento comunitario e institucional, mediante la propuesta de un plan de negocios.

Hipótesis nula

La valoración económica del servicio ambiental captura de carbono que provee el bosque seco de la provincia de Loja, no permite la valoración y reconocimiento comunitario e institucional, mediante la propuesta de un plan de negocios.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Los bienes y servicios ambientales y los recursos naturales son vulnerables al sistema económico. No existe un mercado que refleje las preferencias de la sociedad ni su escasez relativa. De esta forma, el mercado falla al no considerar correctamente los costos y beneficios, así como los efectos de la actividad económica sobre ellos (Gorfinkiel, 1999, p. 43). A nivel mundial se han ejecutado estudios sobre captura de carbono e importancia que la población atribuye al pago de servicios ambientales; a consecuencia de estas valoraciones a los bienes y servicios ambientales se aportado al conocimiento de este valor económico y a la realidad socio ambiental de los pueblos.

En la investigación de Melo (2015) titulada: Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de *Gmelina arborea* Roxb., asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia, realizada en diferentes zonas de bosque seco tropical, que comprenden a los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, al igual que la llanura Caribe.

En dichas regiones geográficas se establecieron experimentos que permitieron la modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de *Gmelina arborea*, asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas. Se generaron parámetros morfológicos, funcionales, estructurales y dasométricos, desde el estado de plántula, en individuos juveniles, árboles adultos y rodales homogéneos que fueron sometidos a ambientes contrastantes de luz, disponibilidad de agua en el suelo y competencia expresada en el espaciamiento y arreglos de plantación.

Todo lo anterior permitió generar una secuencia lógica, jerárquica y sistémica de simulación del crecimiento utilizando modelos basados en procesos para la comprensión del comportamiento

de la especie en la generación de bienes y servicios ecosistémicos, lo que indica su potencialidad como especie promisoría en el desarrollo forestal de Colombia (p.5).

Los resultados de esta investigación ofrecen herramientas que pueden facilitar la toma de decisiones para el establecimiento de sistemas productivos que involucren poblaciones de árboles de la especie objeto de evaluación, bajo condiciones similares del escenario de trabajo de los experimentos, contribuyendo al conocimiento de la silvicultura para que sea utilizado en el desarrollo forestal y agroforestal del país.

En cuanto a estudios sobre la valoración de servicios ambientales y pago de los mismos (PSA), se encuentra el estudio realizado por Martínez (2008), titulado, ¿Mercados de servicios ambientales? Análisis de tres experiencias centroamericanas de pago por servicios ambientales, Universidad Autónoma de Barcelona, el mismo que se basa en información recabada en Puerto Barrios, en Guatemala, Jesús de Otoro en Honduras y San Pedro del Norte en Nicaragua.

Esta investigación fue parte del proyecto “Eco-mercados: estableciendo relaciones entre el marco institucional y el funcionamiento de los mercados ambientales del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental (ICTA) de la Universidad Autónoma de Barcelona, cuyo objetivo general fue: realizar un análisis comparativo de caso que permita entender el surgimiento de los esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), su funcionamiento, principales logros, problemas y limitaciones. Así como establecer si funcionan dentro de un mercado en el que se cumple con los principios económicos de eficiencia, eficacia y equidad. En total se levantaron cincuenta y cinco (55) entrevistas y doscientos noventa y ocho (298) encuestas.

Los tres casos funcionan de la misma forma. Un usuario paga al intermediario por los servicios ambientales y este intermediario paga a los proveedores para que continúen con prácticas amigables con el ambiente que permitan un flujo constante de dichos servicios. En los tres casos el esquema se instrumentaliza a través de un contrato firmado entre proveedores e intermediario. Un aspecto común de los casos de Honduras y Nicaragua es que promueven el desarrollo de prácticas agrícolas amigables con el ambiente, así como la reforestación y protección de bosques. En tanto que, en Guatemala, la experiencia sólo promueve la protección del bosque existente.

En ninguno de los tres casos se contaba con estudios de valoración económica de servicios ambientales para establecer el monto del PSA, el esquema de PSA surge como un proceso para la resolución de conflictos, siendo un mecanismo eficaz para la resolución de los problemas.

En el caso de Ecuador, se han realizado algunos estudios en el bosque seco del Ecuador, entre los principales se señalan:

Aguirre (2014) en su tesis de doctorado, titulada: “Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus Productos Forestales No Maderables: caso de estudio Macará”, investigó la composición florística y estructura de los bosques secos de la provincia de Loja. Se establecieron cien (100) parcelas de muestreo de 20 x 20 m, donde se registró todos los individuos leñosos mayores o iguales a 5 cm de DAP, el muestreo fue validado con la curva área-especie. Se calculó los índices de diversidad de Shannon, Equidad de Pielau y Simpson. Para el agrupamiento de las parcelas se usó el programa PC ordenation, se calculó el índice de diversidad cualitativo y cuantitativo de Sorensen. La estructura horizontal de los bosques se expresa con los elementos ecológicos: densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, índice valor de importancia y distribución diamétrica. La estructura vertical se analiza mediante la descripción de los estratos de la vegetación. Se registraron cincuenta y ocho (58) especies dentro de cincuenta y un (51) géneros y veinte y nueve (29) familias (p. 3).

Se identificaron tres grupos de bosques, cada uno caracterizado por especies típicas de los bosques secos, diferenciables en el campo por la densidad y fisionomía de la vegetación. Las especies ecológicamente importantes son: *Ceiba tichistandra*, *Simira ecuadorensis*, *Handroanthus chrysanthus*, *Eriotheca ruizii* y *Terminalia valverdeae*. Esta información es muy útil para planificar la valoración y manejo de los recursos del bosque.

Por otro lado, Montañó y Roa (2012) investigaron el “Estado actual de la conservación de los bosques secos pluviestacionales del suroccidente de la provincia de Loja”, con el objetivo de: determinar la composición florística, estructura, endemismo y estado de conservación de los diferentes tipos de cobertura vegetal en los cantones Zapotillo, Pindal, Puyango, Céllica, Macará, Sozoranga y Paltas de la provincia de Loja. Se instalaron treinta y tres (33) transectos de 50 m x 20 m (1000 m²) se midieron y marcaron los individuos \geq a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Para el registro de los individuos arbustivos se instalaron noventa y nueve (99) parcelas de 5 m x 5 m (25 m²). Se calculó los parámetros: densidad, densidad relativa, dominancia, dominancia relativa, frecuencia e índice de valor de importancia. Para la valoración del estado de conservación de los tipos de cobertura se utilizó la metodología del Centro Informático de Geomática Ambiental (CINFA, 2006). El endemismo se registró mediante comparación con el libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León *et al.*, 2011, p. 14). Se diferenciaron cuatro tipos de bosque: bosque denso deciduo, bosque semidenso deciduo, bosque semidenso semideciduo y bosque ralo semideciduo. Se registraron cuarenta y nueve (49) especies mayores o iguales a 5 cm de DAP y veinte y ocho (28) especies arbustivas.

Las familias más diversas son: Mimosaceae, Caesalpinaceae, Fabaceae, Bombacaceae y Boraginaceae. Las especies de mayor importancia ecológica son: *Acacia macracantha*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina*, *Ceiba trichistrandra*, *Caesalpinia glabrata* y *Handroanthus chrysanthus*. Se encontró regeneración natural de 21 especies arbóreas. El número de especies que se regeneran en los diferentes tipos de ecosistemas encontrados pueden considerarse como bueno, comparado con la intensidad de perturbación que soportan. Finalmente se concluye, que el estado de conservación del bosque seco denso deciduo, semidenso deciduo y semidenso semideciduo es bueno y del bosque ralo semideciduo es regular (p. 10).

Aguirre, Betancourt y López (2013), en el trabajo titulado: *Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local*, estudian la regeneración natural del bosque seco y los tipos de bosque en la provincia de Loja, con el objetivo de generar información sobre el comportamiento de las especies que más se aprovechan y, planificar su manejo. Para coleccionar los datos de la regeneración se establecieron cien (100) parcelas de 10 x 10 m. Para la evaluación se usó las categorías: plántulas: altura < de 1 m, brinzal: $D_{1,30\text{ m}} < 5\text{ cm}$ y altura < 1,5 m, latizal bajo: $D_{1,30\text{ m}} = 5$ y altura = 1,5 m, latizal alto: $D_{1,30\text{ m}} = 5$ a = 10 cm y altura = 1,5 m. Con los datos coleccionados se calculó el índice de valor de importancia de la regeneración. Se reporta la regeneración de veinte y un (21) especies leñosas que pertenecen a diez y nueve (19) géneros y trece (13) familias. En el tipo I se registraron nueve especies forestales, diez y nueve (19) en el tipo II y once (11) en el tipo III. Las especies que presentan mayor regeneración natural son: *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Handroanthus chrysanthus*, *Geoffroea spinosa* y *Cordia lutea*.

Por otro lado, en la investigación de Sabogal, Moreno y Ortega (2009), señalan que, en el marco de la mitigación al cambio climático, subyacen dos tipos de mecanismos destinados a disminuir las concentraciones de gases efecto invernadero: en primer lugar, la reducción de emisiones por las fuentes contaminantes; y en segundo lugar, el secuestro o captura de los gases de efecto invernadero (GEI) cuantificados en CO₂ equivalente en proyectos forestales. Los proyectos de mitigación se abordan en el presente artículo por la comparación de los procesos de certificación que deben cumplir los proyectos de captura de gases de efecto invernadero, para acceder a los Mercados Internacionales de Carbono, tanto del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) adoptado por el Protocolo de Kyoto, como de los Mercados Voluntarios de Carbono (MVC). Los resultados aporte al desarrollo sustentable "local y regional": social, económico y ambiental en disponibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales; se resaltan las críticas a los esquemas de mercado analizados y, la incidencia en la contribución

a la sustentabilidad regional y local. De acuerdo a lo anterior, los mercados voluntarios de carbono resultan ser más acordes con proyectos de pequeña y mediana escala, mientras que el mecanismo de desarrollo limpio favorece en mayor medida a proyectos de mediana y gran escala.

En el trabajo de Manzur y Alva (2013), se analiza el mercado de bonos de carbono como una oportunidad de desarrollo para Perú, en la cual estudian a partir del Protocolo de Kyoto, sus implicancias ambientales, el funcionamiento del mercado creado por las transacciones de dichos bienes, su naturaleza jurídica, el tratamiento tributario aplicable a la venta de los mismos y los problemas que este mercado encuentra en Perú. Así mismo sobre los problemas que afectan el desarrollo del mismo en el país, como es el tema de la informalidad, poca información, desarrollo sostenible, financiamiento y adicionalidad; encontrar soluciones a estos problemas ayudará a que más empresas puedan beneficiarse de este mercado. Concluyen que una forma de incentivar este mercado es a través de beneficios tributarios para este tipo de bienes ambientales.

Finalmente, Aguirre *et al.*, (2010) en el Plan de Negocios de BIOSUR, Loja, Ecuador, manifiesta que el mercado voluntario de bonos de carbono presenta oportunidades, debido a que este mercado está creciendo de manera rápida, cada día hay más proveedores en el mercado, pero un problema sería que no hay estandarización para varios de los servicios y productos ofrecidos, que se puede convertir en una oportunidad para lograr establecer procesos a nivel país. El mercado voluntario está influenciando el futuro del mercado de cumplimiento de derechos (MDL) a través de la experimentación al momento de llegar a acuerdos comerciales, para ello se debe tener cuidado en la selección de la empresa y/o país. Recomiendan que se incentive programas en donde se creen empresas con este tipo de visión ya que Ecuador tiene gran potencial de desarrollo y se pueden generar beneficios sociales, ambientales y económicos de alto impacto.

2.2. Bases teóricas de la valoración

Uno de los mayores problemas a los cuales se enfrenta la economía ambiental se relaciona con el hecho de que los bienes a los cuales se refiere no tienen un valor económico en el mercado. La relación real entre variables como la producción económica, los efectos ambientales y la calidad de vida a todos los niveles de la actividad económica y social no ha sido todavía aprehendida en su totalidad. El valor económico de los recursos naturales y los ecosistemas, su contribución al progreso, su importancia en relación con el capital físico y humano, el grado de

su agotamiento y deterioro y los efectos de ese deterioro en el bienestar humano son desconocidos en la mayoría de los casos.

La medida adecuada del valor económico de un bien o servicio es desde el punto de vista clásico el sistema de preferencias de los individuos. Determinar estas preferencias constituye la esencia de la valoración económica. El sistema de precios que se establece en un mercado competitivo es una estimación bastante precisa de este valor, el cual se traduce en la disponibilidad de pago por parte de los individuos.

En el caso de los bienes y servicios ambientales generalmente no existe un mercado que refleje esta disponibilidad de pago que, en definitiva, es la que representa las preferencias de los consumidores. Al no existir un mercado donde estos bienes puedan ser transados, no es posible obtener la curva de demanda. Ello ha motivado el desarrollo de distintas técnicas para estimar los beneficios de una mejora ambiental o para valorar el daño producto de un deterioro ambiental. El objetivo es medir monetariamente hasta donde la sociedad está dispuesta a sacrificar otros usos en pos de una mejor calidad ambiental (Aguirre, 2011, p. 24).

El presente trabajo de investigación se enfoca principalmente en dos teorías básicas, la primera basada en el concepto de desarrollo sustentable, adoptado por el Informe Brundtland (1987), el cual establece que el desarrollo sustentable satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. A partir de esto nace la necesidad de contar con un uso adecuado de los recursos naturales, y para esto es necesario una valoración económica ambiental de bienes y servicios ecosistémicos, lo cual permite dar un valor en moneda de lo que económicamente cuestan los bienes y servicios ambientales, con la valoración económica ambiental, se desea llegar a valores reales, que permitan a la comunidad valorar el ecosistema y usarlo sosteniblemente, lo que permite no degradar el ecosistema.

En Costa Rica, hace varios años se han realizado estudios sobre la valoración de servicios y bienes ambientales, según Moreno (2005), asegura que estos esfuerzos en recursos humanos y financieros para la realización de los estudios, ha creado un importante conocimiento sobre los costos sociales de la degradación y los beneficios del adecuado manejo de los recursos naturales (RENA's). En este proceso se han generado algunas herramientas e instrumentos que han permitido generar políticas tendientes a mejorar el uso y conservación de los RENA's. Además, estos estudios han contribuido en la concientización de la población acerca de que los RENA's son limitados y que su degradación puede traer consecuencias para la sostenibilidad de sus actividades.

En el año 2005 entró en vigencia el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kyoto. Según éste los países industrializados se comprometieron a reducir en promedio un 5 % su nivel de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con respecto al año 1990. A pesar de que se construyó una estructura para que se desarrolle el mercado de carbono entre estos países, se incluyó también un mecanismo para que países en vías de desarrollo puedan participar y ayudar de esta manera a la mitigación del cambio climático, obtener beneficios económicos y promover el desarrollo sustentable y transferencia tecnológica.

El mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) permite que países en vías de desarrollo puedan implementar proyectos de reducción de emisiones de GEI, obteniendo certificados que pueden ser vendidos a países industrializados para que cumplan con sus objetivos de reducción de emisiones. Sin embargo, el mercado de carbono no se constituye en el 2005, sino que es el resultado de un proceso de más de veinte (20) años, que ha sido guiado por investigaciones científicas, teórica económica y acuerdos internacionales.

Según Landázuri (2013), el Ecuador ha participado en el mercado de carbono desde el 2003, sin embargo, la participación del Ecuador ha sido mínima y posee un enorme potencial para mejorar. Como los beneficios (económicos, sociales y ambientales) que se pueden ganar y no se ganan, representan una pérdida (costo de oportunidad), es necesario que el Ecuador busque recuperarlos a través de la determinación de estrategias que faciliten el acceso del país a este mercado. En su estudio ha identificado que las estrategias para un efectivo acceso al mercado de carbono, tiene que enfocarse en solucionar asimetrías de información, costos de transacción y barreras de entrada (p.40).

Es en esta perspectiva el presente estudio busco apoyar y generar como resultado, un modelo que permite valorar el servicio ambiental captura de carbono y que sea aplicable a todo el bosque seco del país, y así buscar mercados para los bonos de carbono que tienen los bosques secos ecuatorianos, fomentando una cultura de conservación de la biodiversidad en el país.

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Valoración económica ambiental

La valoración económica de bienes y servicios ambientales, se encuentra relacionada directamente con el uso racional de los recursos, por ello es importante incorporar una

valoración monetaria que refleje la medida de su valor y que permita asignar el valor real a los recursos naturales.

Dentro de este aspecto de importancia de la valoración económica ambiental; Hernández, Casas, León, Caballero y Pérez (2013), señalan que:

La valoración económica ambiental constituye una herramienta que ofrece la ciencia económica en su incesante propósito de trazar un camino hacia el desarrollo sostenible, que permita dirigir los esfuerzos a la formulación de políticas de protección y conservación de los recursos naturales con mira a revelar su verdadero valor. Por esa razón, es necesario reformular el carácter netamente económico que el sistema de mercado ofrece a la valoración del ambiente, precisamente cuando la humanidad vive momentos en donde el ambiente no escapa al impacto de una profunda crisis económica mundial. Para dicho empeño, necesariamente las soluciones tienen que estar formuladas sobre un reordenamiento del sistema económico, capaz de reorientar su lógica productivista y consumista con el objetivo de garantizar el desempeño de las futuras generaciones (p. 28).

2.3.1.1. Funciones ecosistémicas

Según Rodas y Godínez (2014), “la interacción entre las especies de flora y fauna de los ecosistemas (producto de la dinámica propia de los mismos), el espacio o ambiente físico (o abiótico) y la energía solar, dan origen a una serie de funciones ecosistémicas, también llamadas funciones ecológicas o ambientales. El ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, la retención de sedimentos, son ejemplos de estas funciones, de esta interacción se pueden desprender variados bienes y servicios ambientales” (p. 7).

2.3.2. Bienes y servicios ambientales

Campos (2016) define a los servicios ecosistémicos como: “los servicios que brindan los ecosistemas y agroecosistemas a la comunidad local, nacional e internacional y que inciden directa e indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y por lo tanto en la calidad de vida de las personas” (p.12).

Según Campos (2016) en el artículo 263 del Libro III -Del régimen forestal- del Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULAS) del Ministerio del Ambiente, Tomo I (R.O. del 31-03-2003) se define a los servicios ambientales como:

Los beneficios que las poblaciones humanas obtienen directa o indirectamente de las funciones de la biodiversidad, ecosistemas, especies y genes), especialmente ecosistemas y bosques nativos y de plantaciones forestales y agroforestales. Los servicios ambientales se caracterizan porque no se gastan ni transforman en el proceso, pero generan utilidad al consumidor de tales servicios; y se diferencian de los bienes ambientales, por cuanto estos últimos son recursos tangibles que son utilizados por el ser humano como insumo de la producción o en el consumo final, y que se gastan o transforman en el proceso (p.96).

Pero generan indirectamente utilidad al consumidor, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema, la absorción de GEI por parte de las plantas; son las funciones ecosistémicas para el hombre y que generan beneficios económicos.

Los bienes ambientales son también llamados bienes ecosistémicos, son producto de la naturaleza, los seres humanos los aprovechan directamente, por ejemplo: agua, madera, frutos, forrajes, sustancias medicinales. Según, Rodas y Godínez (2012), pueden ser cuantificados y comercializados, son utilizados como insumo en la producción (materia prima) o como producto final, por lo tanto, es posible obtener un precio de mercado para la mayoría de ellos, lo que permite una estimación precisa de los ingresos generados por su aprovechamiento.

Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios de los bosques, otros tipos de vegetación y sistemas productivos que favorecen al hombre y al funcionamiento del planeta (Rodas y Godínez, 2012, p. 35). Estos son, por ejemplo: captación hídrica, protección del suelo, fijación de nutrientes, control de inundaciones, retención de sedimentos, fijación de carbono, belleza escénica, protección de cuencas, protección de la biodiversidad.

Sin embargo, la población no los reconoce, tiene escaso conocimiento sobre los servicios ambientales que presta la naturaleza, ya que son intangibles, por lo que no valoran el bosque como tal, provocando sobreexplotación de los recursos naturales, sumado al uso irracional de los bienes ambientales, situaciones que no contribuyen al desarrollo sustentable de los bosques del país. En la tabla 1-2 se puede observar algunas funciones y servicios ecosistémicos, con ejemplos que permiten comprender mejor la diferencia entre estos.

Tabla 1-2: Funciones y Servicios Ecosistémicos

No.	FUNCIONES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	COMPONENTES Y PROCESOS DE LOS ECOSISTEMAS	EJEMPLOS DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
	Función de regulación	Provee una regulación de los procesos de los ecosistemas	
1	Regulación de gases	Rol del ecosistema en ciclos biogeoquímicos (e.g. CO ₂ /O ₂ , balance de la capa de ozono, etc.).	Protección UVb por O ₃ . Mantenimiento de la calidad del aire Influencias sobre el clima. Mantenimiento de un clima favorable (ej. temperatura, precipitación, etc.). Balance de CO ₂ /O ₂ . Niveles de SOx.
2	Regulación del clima	Influencia sobre el clima de la cobertura del suelo y de los procesos moderados biológicamente.	Regulación de los gases de invernadero
3	Mitigación de disturbios	Influencia de la estructura del ecosistema en el amortiguamiento de disturbios ambientales	Protección a tormentas. Mitigación de inundaciones. Recuperación por sequía y otros aspectos en respuesta de la variabilidad ambiental del hábitat controlado principalmente por la estructura de la vegetación
4	Regulación del agua	Papel de la cobertura vegetal en la regulación de escorrentías y descargas de ríos.	Drenaje e irrigación natural. Medios de transporte.
5	Suministro de agua	Filtración, retención y almacenamiento de agua dulce.	Provee de agua para uso de consumo
6	Retención de suelos	Papel de las raíces de la vegetación y la biota del suelo en la retención del suelo.	Mantenimiento de las tierras cultivables. Prevención de daños por erosión/sedimentación.
7	Formación de suelos	Desgaste de la roca, acumulación de materia orgánica.	Mantenimiento de la productividad en tierras cultivables. Mantenimiento de la productividad natural del suelo. Mantenimiento de la salud del suelo y ecosistemas productivos
8	Regulación de nutrientes	Papel de la biota en el almacenamiento y ciclaje de nutrientes.	Fijación de N, P del ciclo de nutrientes y otros elementos.
9	Tratamiento de aguas residuales	Papel de la vegetación y la biota en la eliminación o descomposición de los nutrientes y compuestos	Control de la contaminación/desintoxicación. Filtro de partículas de polvo.
10	Polinización	Papel de la biota en el movimiento de los gametos florales.	Polinización de plantas nativas silvestres. Polinización de cultivos.

No.	FUNCIONES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	COMPONENTES Y PROCESOS DE LOS ECOSISTEMAS	EJEMPLOS DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
11	Control biológico	Control de la población a través de las relaciones dinámicas tróficas.	Control de plagas y enfermedades. Reducción de la herbivoría (daños a cultivos) por predadores topes.
	Función de hábitat	Provee de hábitat para las especies de plantas y animales silvestres	
12	Función de refugio	Espacio adecuado vital para plantas y animales silvestres.	Mantenimiento de la diversidad biológica y genética (y por lo tanto la base de muchas otras funciones). Mantenimiento de especies cosechadas comercialmente.
13	Función de criadero	Hábitat de reproducción adecuado.	Caza, deportes, acopio de peces, frutos, etc. Cultivos de subsistencia a corta escala y acuicultura.
	Función de producción	Provee de recursos naturales	
14	Alimentos	Conversión de luz solar dentro de plantas y animales comestibles.	Construyendo y manufacturando (ej. maderas, pieles, etc.).
15	Materiales brutos	Conversión de luz solar dentro de biomasa para construcciones humanas y otros usos.	Combustibles y energía (ej. combustible de madera, materia orgánica). Forrajes y fertilizantes (ej. krill, hojas, lechos)
16	Recursos genéticos	Evolución y materiales genéticos en plantas y animales silvestres.	Mejorar la resistencia de los cultivos contra patógeno y plagas. Modelos químicos y herramientas. Organismos de pruebas y ensayos.
17	Recursos medicinales	Variedad en sustancias (bio) químicas y otros usos medicinales en la biota natural.	Medicamentos y productos farmacéuticos.
18	Recursos ornamentales	Variedad de biota en los ecosistemas naturales con (potencial) uso ornamental.	Recursos para moda, artesanía, joyas, mascotas, culto, decoración, regalos (ej. pieles, plumas, marfil, orquídeas, mariposas, acuarios, peces, moluscos, etc).
	Función de Información	Provee de oportunidades para desarrollos cognitivos	
19	Información estética	Características atractivas del paisaje.	Disfrute de escenarios (camino escénicos, etc.).
20	Recreación	Variedad de paisajes con potencial uso recreativo	Viajes a los ecosistemas naturales por ecoturismo, paseos al aire libre, deportes, pesca deportiva, etc.

No.	FUNCIONES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	COMPONENTES Y PROCESOS DE LOS ECOSISTEMAS	EJEMPLOS DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
21	Información cultural y artística	Variedad de características naturales y valores artísticos.	Uso de la naturaleza como motivos en libros, películas, pinturas, canciones, símbolos nacionales, arquitectura, publicidad etc.
22	Información cultural e histórica	Variedad en características naturales con valor espiritual e histórico	Uso de la naturaleza para propósitos religiosos o históricos (ej. valor de herencia del ecosistema natural y sus características).
23	Ciencia y educación	Variedad en la naturaleza con valor científico y educativo.	Uso del sistema natural para excursiones escolares. Uso de la naturaleza para investigaciones científicas.

Fuente: Tomado de Rodas y Godínez (2012), en base a Barrantes y Castro (1999)

En Ecuador los servicios ecosistémicos reconocidos e incorporados en el marco conceptual de instituciones del estado; según Campos (2016) son:

- *Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):* Es decir la absorción de gases dañinos que provocan el calentamiento y deterioro de la calidad de la atmósfera. Incluye los procesos de fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de GEI.
- *Protección de los recursos hídricos:* Protección de fuentes y mantos de agua para las diferentes actividades de consumo y producción.
- *Protección de la biodiversidad, ecosistemas y formas de vida:* Función que cumple el bosque para la conservación de diversidad de especies de organismos que coadyuvan a mantener el equilibrio ecológico, por ejemplo, refugio de especies, producción de biodiversidad, polinización, control biológico.
- *Belleza escénica:* Posibilidad de disfrute, para fines turísticos y científicos, de las formaciones y expresiones de la naturaleza (p. 18).

2.3.3. Captura de carbono

Según Melo (2015), la captura de carbono se realiza únicamente durante el estado de desarrollo de los árboles, los cuales absorben CO₂ atmosférico, junto con otros elementos en el suelo y del aire, para convertirlos en biomasa expresada principalmente en forma de madera (biomasa), es por ello la importancia del estudio de la captura de carbono del compartimiento leñoso del bosque.

Las plantaciones forestales, por la gran cantidad de biomasa que producen por unidad de área, fijan anualmente una alta cantidad de CO₂ que permanece acumulado en los árboles por largos periodos de tiempo (Melo, 2015, p. 70).

Para cuantificar la cantidad de carbono eliminada hacia la atmósfera, la propuesta según Ravindranth & Oswald (2008) citado en Melo (2015), es realizar el establecimiento de plantaciones forestales, para lo cual es fundamental contar con herramientas adecuadas, como los modelos para la cuantificación de biomasa, los cuales permiten estimar con relativa precisión la biomasa de cada componente a nivel de árbol individual.

2.3.4. Bosques secos

Son formaciones vegetales caducifolias, donde aproximadamente el 75 % de sus especies pierden estacionalmente sus hojas (Espinosa *et al.*, 2012; Aguirre y Kvist, 2005). Estos bosques están compuestos por vegetación frágil, que se desarrolla en condiciones climáticas extremas, con precipitación anual de 400-600 mm (febrero a abril); temperatura media anual de 24,9°C (Cañadas, 1983; Webber, 2009).

Aguirre y Kvist (2005) citados Montaña y Roa (2012, p.3), mencionan que en el Ecuador los bosques secos se localizan en el centro y sur de la región occidental de los Andes. Empiezan en el sur de Esmeraldas, continúa en Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro, Loja; y según López (2002), en los valles secos de la región interandina, donde la precipitación se distribuye en dos a tres meses.

2.3.4.1. Localización de bosques secos a nivel mundial y nacional

Se ubican a ambos lados de la línea ecuatorial, en zonas donde la evapotranspiración potencial sobrepasa la precipitación. Lamprecht (1990) citado en Montaña y Roa (2012) estima que:

Aproximadamente 530 millones de hectáreas son bosques secos tropicales ubicadas especialmente en África al sur del Sahara, Kenia, Tanzania y Zimbabwe. En América central existen bosques secos desde México hasta Costa Rica; en América del sur, se localizan en Venezuela, Colombia y Brasil (hacia el océano Atlántico); y Ecuador, norte del Perú, Bolivia, Paraguay en el lado del Pacífico; también en los valles interandinos de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (p.5).

Según Sierra *et al.*, (1999), citado por Montaña y Roa (2012), las zonas cubiertas de bosques secos:

Se incluyen en las formaciones naturales de la costa del Ecuador, que abarca las subregiones centro y sur, en la subregión centro se encuentran en forma representativa desde el sur de la provincia de Manabí (Parque Nacional Machalilla) hasta la provincia del Guayas en Cerro Blanco y en la Reserva Ecológica Manglares-Churute. En la subregión sur que incluye las provincias de Loja y El Oro en la frontera con Perú, los bosques secos ecuatorianos son la continuación de los bosques del norte peruano (p.5).

El bosque seco del sur occidente de Ecuador es parte de la Región de Endemismo Tumbesina, caracterizada por el un elevado endemismo faunístico (NCI, 2005).

2.3.5. Bosques secos en Ecuador

Los bosques secos en el Ecuador, según Sierra *et al.*, (1999) citado por Montaña y Roa (2012, p.3) se distinguen como una franja costera de 25 030 km², que equivale al 10 % de la superficie total del país, con una remanencia de 28,4 %.

En la provincia de Loja se encuentra la mayor superficie de este ecosistema, distribuido entre 0 a 1100 msnm, incluyen las tierras bajas, estribaciones occidentales bajas de la cordillera de los Andes y los valles secos interandinos del sur. El 30 % (3 100 km²) de la provincia (11 000 km²) es bosque seco. La temperatura varían entre 20 a 26°C y la precipitación media anual es de 300 a 700 mm. Se diferencian dos periodos; uno seco entre mayo a noviembre y otro lluvioso de diciembre a abril. Generalmente los suelos sobre los cuales se desarrollan son arcillosos, que en época lluviosa forman lodazales y en temporada seca se manifiestan con grandes grietas (Herbario Loja *et al.*, 2001, 2003).

2.3.5.1. Clasificación de los Bosques Secos en el Ecuador

Sierra *et al.*, (1999) manifiestan que las formaciones vegetales con bosques secos en la región costera del Ecuador, son: sub-región norte, sector de tierras bajas: bosque semideciduo de tierras bajas, matorral seco de tierras bajas; en la sub-región centro: sector de tierras bajas son: bosque semideciduo de tierras bajas, bosque deciduo de tierras bajas, matorral seco litoral; en el sector de la cordillera costera son: bosque semideciduo piemontano; sub-región sur, sector de tierras bajas son: bosque deciduo de tierras bajas, matorral seco de tierras bajas; en el sector de las estribaciones de la cordillera occidental son: bosque semideciduo piemontano. En la región andina, sub-región norte-sur, en los valles interandinos son: matorral seco montano y espinar seco montano; y en el sector sur de la cordillera occidental: bosque semideciduo montano bajo.

En otro estudio realizado por Aguirre y Kvist (2005), señalan que, en los bosques secos del suroccidente del Ecuador, se pueden distinguir cinco tipos de vegetación seca, que son: matorral espinoso seco, bosque decíduo, bosque semidecíduo, bosques de estribaciones bajas y vegetación de valles secos interandinos del sur.

2.3.5.2. Biodiversidad de los Bosques Secos de la provincia de Loja

Los bosques secos de Loja (cantones Zapotillo, Macará, Céliica, Pindal, Puyango, Paltas y Sozoranga) se han estudiado con intensidad; existen 219 especies de árboles y arbustos, de las cuales 19 son endémicas. Estos estudios indican que los bosques secos de la provincia de Loja son los más continuos y están en buen estado de conservación que sus similares de Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y el norte peruano (Aguirre y Kvits, 2005; Aguirre, 2014).

Los bosques secos de la provincia de Loja son importantes debido a la existencia de fauna única, por lo que es considerada como un EBA (Endemic Bird Area). Willians, (2005) citado por Montaña y Roa (2012) menciona que estos bosques están restringidos a un área geográfica pequeña (50 000 km², entre Ecuador y Perú), son el hábitat de aproximadamente 500 especies de aves, 84 especies con una distribución limitada, de las cuales 15 están amenazadas; también viven 10 especies de mamíferos endémicos.

Estos ecosistemas son muy frágiles, son el sustento de la población rural ya que satisfacen las necesidades de madera, leña, forraje y productos forestales no maderables (López, 2001; Aguirre, 2013).

En el estudio titulado bosques secos en Ecuador y su diversidad de Aguirre, Kvist y Sánchez (2006), se describe las formaciones de bosques secos del Ecuador y se listan las especies de árboles y arbustos que crecen en estos bosques (a partir de 3 m de altura). Se reconocen siete formaciones principales de bosques secos: 1) Matorral seco espinoso, 2) bosque seco decíduo, 3) bosque seco semidecíduo, 4) bosque seco montano bajo, 5) bosque seco interandino del sur, 6) bosque seco interandino oriental y 7) bosque seco interandino del norte. Se registran 275 especies de árboles y arbustos; para cada especie se indica a qué formación de bosque seco corresponde y en cuáles provincias del Ecuador se encuentra. En la costa, los bosques del litoral (Guayas, Manabí) son parecidos a los bosques de tierras bajas del sur (Loja, El Oro) y las formaciones boscosas de la costa también son parecidas, en particular los bosques secos decíduos y los bosques secos semidecíduos. Igualmente, las formaciones boscosas de la sierra son parecidas;

especialmente los bosques montanos bajos y los bosques secos interandinos del sur y del norte. El bosque seco interandino oriental es distinto.

Las Leguminosae dominan los bosques secos totalizando 69 especies (= 25 % de las especies leñosas), le siguen Euphorbiaceae (12), Bignoniaceae (11), Cactaceae (11), Boraginaceae (10), Bombacaceae, Capparidaceae y Verbenaceae (8). Por otro lado, la mitad de las familias y el 90 % de los géneros están representados con una o dos especies leñosas en los bosques secos del Ecuador. Actualmente casi no quedan extensiones intactas del bosque seco semideciduo ni de las tres formaciones de bosque seco interandino (Aguirre, Kvist y Sánchez, 2006).

Según Aguirre, Kvist y Sánchez (2006), las 275 especies registradas en los bosques secos del Ecuador, se distribuyen en dos formaciones, así: en el bosque seco semideciduo (148) y el bosque seco deciduo (139). Las provincias con más especies son Loja (219), Guayas (169) y Manabí (143). Los resultados podrían reflejar que los autores han explorado Loja con mayor intensidad, pero los datos tienen sentido, considerando que los bosques secos de Loja están en mejor estado de conservación y tienen más formaciones de vegetación seca (5 de las 7 descritas)

2.3.6. Pago por Servicios Ambientales

El Pago por Servicios Ambientales se basa en la valoración económica de los bienes y servicios ambientales derivados de la diversidad biológica. Esta es una herramienta que permite pagar a los propietarios de tierras, por los servicios ambientales globales que producen (captura de carbono y conservación de la biodiversidad), en la medida que se cambia el uso de la tierra hacia modelos agrícolas sostenibles y se conservan los bosques nativos y el paisaje agroforestal y agropecuario.

Según Cargua (2017), el pago por servicios ambientales es:

Un mecanismo de retribución monetaria o compensación flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directo por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, por parte de los usuarios del servicio, el cual se destina a los proveedores (p. 31).

Según Rodas y Godínez (2012) los PSA en cuencas hidrográficas:

Normalmente se concentran en los servicios hídricos, la disponibilidad y/o calidad del agua. También se dice que los pagos por servicios ambientales o pagos por servicios de los ecosistemas, se basan en que los usuarios de los servicios hacen un pago a los

proveedores del mismo, para que estos conserven y/o rehabiliten los ecosistemas que brindan dichos servicios (p. 18).

Uno de los mecanismos para lograr el Pago por Servicios Ambientales es el mercado de bonos de carbono, que se describe a continuación.

2.3.6.1. Tipos de pagos de servicios ambientales

Según Smith de Groot, (2006) citado por Rodas y Godínez (2012), existen tres tipos de posibles proyectos de PSA:

- **Proyectos de PSA privados:** son proyectos autónomos entre entidades privadas que tienen las siguientes características: Pagos directos efectuados por los beneficiarios a los proveedores de los servicios para la protección o rehabilitación de los servicios prestados por las cuencas hidrográficas; costos compartidos entre las partes interesadas; compra de tierras y re-arrendamiento al ex propietario con el objeto de garantizar los servicios de cuencas hidrográficas derivados de la tierra en cuestión; y, compra de derechos de aprovechamiento de la tierra que están separados de los derechos de propiedad.
- **Proyectos de tope y trueque:** Establecer un tope (una cantidad máxima total) en términos de contaminación o extracción de agua; Asignar permisos de contaminación o extracción que dividen el total admisible entre los usuarios del agua; y, permitir el comercio de permisos entre quienes no necesitan permisos y aquellos que precisan de una asignación mayor a la autorizada.
- **Proyectos de PSA públicos:** Los PSA públicos son esquemas impulsados por el gobierno en los que participan organismos públicos e incluyen tasas de usuario, compra de terrenos y concesión de derechos de uso de los recursos naturales, así como mecanismos fiscales basados en impuestos y subvenciones (p.18).

Según Rodas y Godínez (2012), aseguran que cada transacción de PSA es única, dependiendo de su entorno y necesidades de los interesados directos. Empero, todas ellas tienen ciertas características en común. Es así que los PSA se caracterizan, ya que son:

- Un acto voluntario humano para conservar capital natural.
- Un compromiso de largo plazo con la sociedad y el ambiente.
- Puede contribuir a sustentar actividades económicas locales.
- Consolidar instituciones locales con legitimidad.
- Nuevas reglas de juego: sociedad-ambiente.

- Creación de mercados para eco-servicios.
- Desarrollar modelos ecológicos acoplados a la economía local.
- Puede contribuir a la reducción de la migración del campo a la ciudad.
- Aportar capital humano y financiero para la conservación.
- Valorar el ambiente, pago en dinero-especies (p. 19).

Según Rodas y Godínez (2012), algunos motivos que han favorecido el creciente interés en las iniciativas de PSA son:

- Las amenazas crecientes o la percepción de éstas, ha hecho que aumente una conciencia en los beneficiarios con respecto a los servicios que proveen las cuencas hidrológicas, incrementándose también la disposición de pago por estos servicios.
- La creación de incentivos económicos para los usuarios de las tierras ubicadas río arriba, para realizar esfuerzos de conservación y asegurar la provisión de los servicios ambientales dentro de las cuencas hidrológicas.
- La existencia de reglamentos inadecuados que por sí solos pretenden asegurar la provisión de los servicios ambientales dentro de las cuencas hidrológicas.
- El desarrollo de enfoques más costeables para lograr estándares reglamentarios;
- Contribuir a reducir la pobreza y las disparidades urbanas/rurales, como por ejemplo en dirección a las inequidades en la distribución de los costos y beneficios de dentro de los servicios ambientales de las cuencas hidrológicas.
- La participación voluntaria de los proveedores, depende generalmente de si los incentivos ofrecidos son suficientes como para cubrir los costos de oportunidad (p. 20).

Es así que para que existan condiciones para el PSA, según Rodas y Godínez (2012) se necesita:

La existencia de productores (oferentes) y consumidores (demandantes) de servicios ambientales, dispuestos y preparados para realizar una transacción por tales servicios, la relación contractual entre productores y consumidores de servicios ambientales. Además, la determinación de cantidad y calidad del servicio a ser transado, de un valor (tarifa o precio) por unidad del servicio en el tiempo y, sobretodo un sistema eficiente y equitativo de cobro y pago de los servicios ambientales, es decir, de asignación y distribución de los recursos económicos (p. 21).

Según Rodas y Godínez (2012), los interesados en la implementación de mecanismos de PSA, serían:

- a) Donantes.- Los donantes proveen los recursos financieros para la prestación de los servicios ambientales hídricos, y usualmente son:
- El gobierno (que provee financiamiento municipal y nacional)
 - El sector privado (que hace pagos voluntarios y obligatorios por los servicios ambientales);
 - Los particulares (que pagan tasas por uso de agua para fines domésticos y agrícolas);
 - Las instituciones de caridad (que hacen donaciones de su peculio).
- b) Beneficiarios.- Los beneficiarios son entidades privadas o públicas que requieren la provisión de servicios ambientales.
- c) Proveedores.- Los proveedores de los servicios ambientales relacionados con el agua:
- Propietarios privados (propietarios individuales con derechos de propiedad sobre la tierra) claros e indiscutibles.
 - Comunitarios/Ejidatarios (agricultores que viven en u obtienen sus medios de subsistencia de la propiedad comunal).
 - Reservas privadas (ya sea que se trate de un individuo o un grupo), las entidades privadas registradas como reservas y comprometidas con la conservación ambiental son el tercer proveedor más común de servicios ambientales.
 - Gobiernos u organizaciones no gubernamentales (ONG) con fines de conservación.
 - Ocupantes informales de tierras públicas (agricultores que viven en tierras públicas), áreas protegidas, que pueden tener derechos de larga data sobre la tierra.
- d) Intermediarios.- Los intermediarios (entidades gubernamentales, organismos internacionales u ONG) pueden poner en contacto a donantes, beneficiarios y proveedores de servicios ambientales hídricos y, ayudar en el desarrollo, la administración o el funcionamiento de un esquema de PSA. Las funciones de los intermediarios comprenden:
- Asesoría científica para los desarrolladores del proyecto, especialmente con respecto a la identificación de los servicios previstos aguas abajo.
 - Diseño de mecanismos de pago, estudios de factibilidad, planes de gestión y de monitoreo.
 - Facilitación de las negociaciones entre todos los interesados directos;
 - Creación de capacidades para la gestión de la tierra.
 - Recolección de datos hidrológicos.
 - Administración de contratos, asignación de fondos y pagos; y
 - Provisión de servicios de compra y venta en calidad de intermediario (pp. 21-22).

2.3.6.2. Principios que fundamentan la implementación de mecanismos de PSA

Los principios en los que se fundamenta el mecanismo de pago de servicios ambientales se ilustran en la figura 1-2.

2.3.7. Bonos de carbono

El Mercado de Bonos de Carbono, basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, busca que los países desarrollados puedan cumplir con sus metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero materializando inversiones en proyectos que reducen dichas emisiones, especialmente relacionados con energía, transporte, agricultura y silvicultura, y manejo de residuos (Vanegas, 2006, p. 56)

Este mecanismo de ventas de bonos de carbono consiste en que si una empresa o país logra reducir sus emisiones de CO₂ puede poner en venta dicha reducción a países desarrollados que estén en obligación de emitir menos gases, dando paso a generar beneficios para la sociedad. “Estos países también podrían cofinanciar los proyectos de captura o abatimiento de estos gases en otras naciones, acreditando tales disminuciones como propias. Es así que hoy en día se transan bonos de carbono” (Vanegas, 2006, p. 58)

Entonces los bonos de carbono, se utilizan como un mecanismo de descontaminación ambiental, que inicialmente, fue presentado en el Protocolo de Kyoto en 1997 con el fin de aportar soluciones que permitan reducir las emisiones contaminantes causantes del calentamiento global. Con estos bonos de carbono se busca que los países industrializados cumplan con una reducción en sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

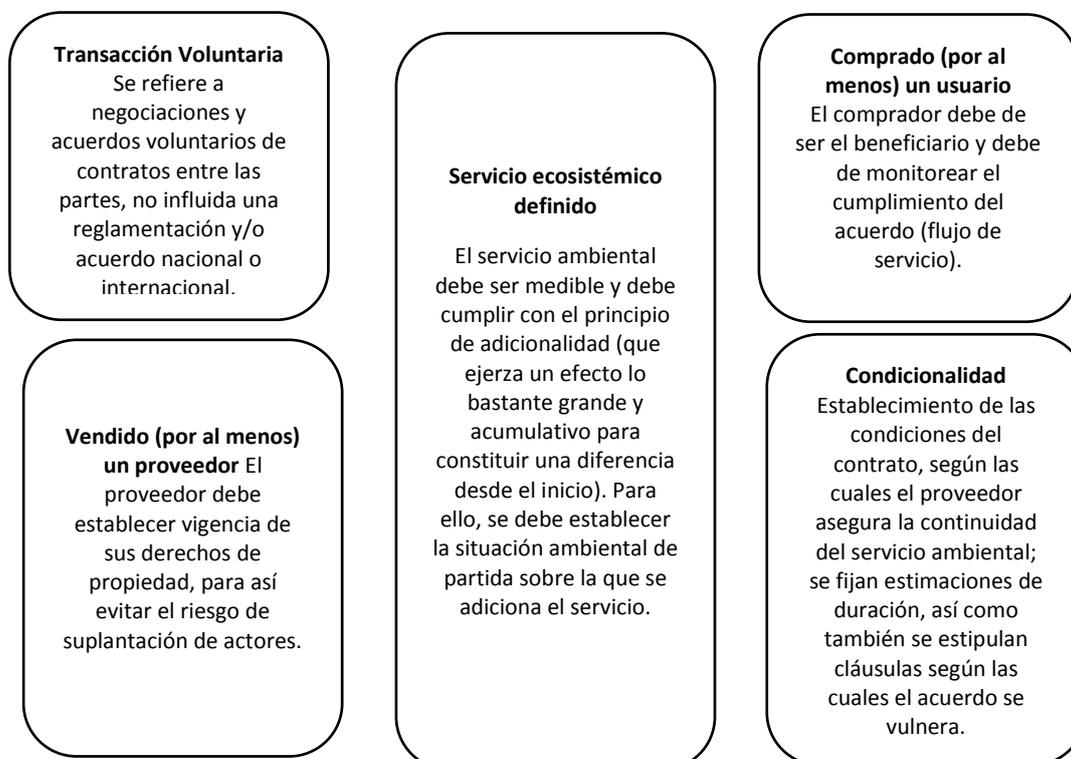


Figura 1-2: Principios de implementación de los mecanismos de PSA

Fuente: Rodas y Godínez (2012), tomado de Wunder (2006), Ruiz et al., (2007).

2.3.8. Mercados de carbono

Los mercados de carbono nacen como una vía complementaria, alternativa y económicamente viable al compromiso asumido por gobiernos, individuos y empresas para disminuir las emisiones de GEI, causa del cambio climático; en realidad, los mercados de carbono no describen un fenómeno nuevo, sino que al contrario, el mundo presencia transacciones de GEI desde los años 90', ya sea como complemento de políticas nacionales de control de emisiones, o como resultado de iniciativas privadas (Aguirre *et al.*, 2010, p. 17).

Los mercados de carbono se consideran un conjunto de operaciones a través de las cuales se negocian los derechos de emisión, reducción y captura de Gases de Efecto Invernadero, los cuales tiene el fin de ayudar a mitigar los efectos perjudiciales de los GEI, en el ambiente de una manera rentable.

Comercializado en toneladas métricas (tCO₂), en la actualidad el CO₂ se compra y vende en una serie de mercados distintos y separados el uno del otro. Cada mercado tiene sus propias reglas y acepta diferentes categorías de tCO₂ como productos válidos para el intercambio; así, las tCO₂ que acepta un mercado no necesariamente son aceptables en otros mercados, no existe un mercado de carbono unificado. Asimismo, este mercado no está definido por un solo tipo de producto, un solo tipo de contrato o un solo sistema de compradores y vendedores (Aguirre *et al.*, 2010, p. 21).

En la revista El Emprendedor (2014) se menciona que la creación del mercado de carbono se atribuye a:

La existencia del Protocolo de Kyoto, cuyo objetivo es la reducción de gases de efecto invernadero –GEI- mediante la determinación de límites de emisiones de gases por países e industrias. El objetivo del mercado es que los países e industrias que excedan sus límites de emisión puedan comprar las reducciones logradas por otros, sin sobrepasar el nivel global de emisiones deseado, a diferencia de castigar o prohibir la emisión (p. 2).

En la práctica, según Dannecker *et al.*, (2016), el mercado de carbono pone un precio al CO₂.

Si se quiere “contaminar”, se debe comprar ese equivalente a una empresa que haya reducido el mismo nivel de contaminación. Este sistema por lo tanto beneficiaría a las empresas que logran efectivamente reducir sus emisiones por debajo de sus límites permitidos, creando un incentivo monetario para cumplir esta meta. A nivel global las emisiones se reducirían, sin afectar de forma negativa la producción en los países industrializados (p.3).

Las reducciones de emisiones se miden en toneladas de CO₂ equivalentes, las cuales representan un “certificado de reducción” o “bono de carbono”. Así, estos bonos son comercializados a través de bolsas de valores o directamente entre comprador y vendedor. El precio de estos bonos depende de la oferta y demanda de los mismos, que está directamente relacionada con la coyuntura económica de los países emisores y las regulaciones vigentes (Justo, 2008, p. 19).

2.3.8.1. Tipos de mercados de carbono

Según Aguirre *et al.*, (2010), existen dos tipos de mercado para el carbono: mercados de cumplimiento y mercados voluntarios.

En los **mercados de cumplimiento** la autoridad regulatoria fija límites a la cantidad de tCO₂ que pueden ser emitidas durante cierto periodo; a la misma vez, entrega (o vende) permisos para la emisión de tCO₂ durante ese periodo. Al ser comprados o vendidos entre partes que buscan cumplir sus obligaciones, los permisos dan fluidez al intercambio de CO₂. Por ende, los mercados de mayor volumen y valor son los de cumplimiento.

El **mercado voluntario** de carbono es un mercado originado por operaciones de compra y venta de derechos de emisiones que no se encuentran comprendidos dentro de un régimen obligatorio de reducción de GEI. Este mercado surge como consecuencia de la toma de conciencia sobre la responsabilidad en el cambio climático por parte de ciudadanos particulares, organizaciones públicas y privadas que buscan participar activamente en el compromiso del cuidado del clima.

El mercado voluntario ha adquirido gran importancia para los proyectos agrícolas y forestales. Los créditos de Reducción Verificada de las Emisiones de Carbono (VER, siglas en inglés) son adquiridos principalmente por el sector privado. La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y las relaciones públicas están entre las motivaciones más habituales para la compra de créditos de carbono. Otras razones son consideraciones tales como la certificación, la reputación y los beneficios ambientales y sociales. Algunas empresas ofrecen a sus clientes neutralizar las emisiones de carbono (p. ej., British Airways ofrece vuelos neutros de carbono y Morgan Stanley provee la cantidad equivalente de créditos de carbono). El sector privado puede comprar los créditos de carbono directamente de los proyectos, de las empresas (p. ej., Ecoscurities) o de los fondos de carbono (p. ej., Fondo de Biocarbono del Banco Mundial) (p. 43).

Según FAO (2009) citado en Cargua (2017), afirma que:

El mercado regulado es utilizado por empresas y gobiernos que, por ley, tienen que rendir cuentas de sus emisiones de GEI. Está regulado por regímenes obligatorios de reducción de carbono, ya sean nacionales, regionales o internacionales. En el mercado voluntario, en cambio, el comercio de créditos se produce sobre una base facultativa. Las dimensiones de los dos mercados difieren notablemente. En 2008, se comerciaron en el mercado regulado 119 000 millones de dólares estadounidenses (USD) y en el voluntario, 704 millones USD (p.29).

2.3.9. Plan de Negocio

El plan de negocio es un documento escrito de manera clara, precisa y sencilla, que es resultado de un proceso de planeación. Este plan de negocio sirve para guiar un negocio, porque muestra desde los objetivos que se quiere lograr hasta las actividades cotidianas que se desarrollarán para alcanzarlos (Weinberger, 2009, p. 12).

El plan de negocio es una herramienta de comunicación escrita que tiene esencialmente dos funciones: una que se puede llamar administrativa o interna y financiera o externa. Es una síntesis en donde se expone claramente la idea de un negocio, objetivos, misión, visión, su funcionamiento, la inversión necesaria para poner en marcha la idea y finalmente se especifica las actividades que serán necesarias para la consecución del objetivo.

Según Weinberger (2009), desde el punto de vista interno, el plan de negocio sirve para:

- Conocer a detalle el entorno en el cual se desarrollarán las actividades de la empresa.
- Precisar las oportunidades y amenazas del entorno, así como las fortalezas y debilidades de la empresa.
- Estar atentos a los cambios que pudieran representar una amenaza para la empresa y así anticiparse a cualquier contingencia que disminuiría la probabilidad de éxito de la empresa.
- Dar a conocer cómo se organizarán los recursos de la empresa en función a los objetivos y la visión del empresario.
- Atraer a las personas que se requieran para el equipo empresarial y el equipo ejecutivo (p.16).

Un plan de negocios, debe contener la viabilidad técnica, social económica y ambiental de un negocio que se desee implementar, sea para una empresa que ya esté en funcionamiento o para la creación de una nueva empresa, de manera que deje claro al o los interesados como se desarrollará la idea de negocio.

2.3.10. Tipos de Plan de Negocio

Según Espinoza (2014), “los planes de negocios sirven, para presentar oportunidades de negocio, brindar información a potenciales inversionistas y, como guía para la puesta en marcha y desarrollo de las actividades de una empresa” (p.18). En algunos casos, es posible desarrollar un plan de negocios de pocas páginas, con la finalidad de profundizar en su análisis, siempre y cuando logre despertar la curiosidad e interés de un inversionista.

Según Weinberger (2010) citado por Espinoza (2014), existen varios tipos de planes de negocios que responden a las necesidades particulares de cada empresario y tipo de empresa.

- **Plan de negocios para empresa en marcha:** las empresas en marcha van aumentando sus unidades de negocios con la finalidad de crecer y ser más rentables. Sin embargo, un crecimiento no planificado ni controlado podría causar el fracaso del negocio, por eso, todo crecimiento debe ser planificado. El plan de negocio debe evaluar la nueva unidad de negocio de manera independiente y además deberá distribuir los costos fijos de toda la empresa, entre todas las unidades de negocio, incluida la nueva. El plan de negocio para una empresa en marcha deberá mostrar las fortalezas y debilidades de la empresa y también podrá demostrar la capacidad gerencial del grupo empresarial, cosa que una nueva empresa no está en capacidad de hacer.
- **Plan de negocios para nuevas empresas:** para las nuevas empresas, el desarrollo del plan de negocios se convierte en una herramienta de diseño, y parte de una idea inicial a la cual se le va dando forma y estructura para su puesta en marcha. En ella se debe detallar tanto la descripción de la idea en sí misma, como los objetivos a ser alcanzados, las estrategias a ser aplicadas y los planes de acción respectivos para lograr las metas propuestas. Este plan, en el futuro, se convertirá en insumo para retroalimentar el negocio, ayudando a estimar, corregir y/o instituir las posibles
- **Plan de negocios para inversionistas:** debe estar redactado para atraer el interés de los inversionistas. Por ellos, es importante que el documento incorpore toda la información necesaria sobre la idea o la empresa en marcha y sobretodo, datos relevantes que determinen la factibilidad financiera del negocio y el retorno de la inversión, que el inversionista puede obtener al aportar a la idea propuesta. Debe ser claro, sencillo y contener la información relevante para una evaluación financiera confiable. Por lo general un plan de negocios para potenciales inversionistas, no supera las 30 páginas.

- **Plan de negocios para administradores:** el plan de negocios para administradores debe contener el nivel de detalle necesario para guiar las operaciones de la empresa. Este plan suele contener mayor nivel de detalle, pues muestra los objetivos, las estrategias, las políticas, los procesos, los programas y presupuestos de todas las áreas funcionales de la empresa. Mientras que el plan de negocios para los inversionistas no supera las 30 páginas, el plan de negocios operativo suele tener una extensión de 50 a 100 páginas, dependiendo de la complejidad del negocio (pp.18-20).

En cualquier tipo de plan de negocio es necesario que se contenga toda la documentación e información que los interesados demanden para la toma de sus decisiones.

2.3.11. Estructura del plan de negocios

Desde mediados de los años noventa se ha escrito sobre la importancia de los planes de negocios para el desarrollo de nuevas experiencias empresariales exitosas. Es considerable el número de libros que muestran la estructura de un plan de negocio, pero no existe una única estructura que pueda servir a los distintos destinatarios o usuarios de este documento (Weinberger, 2009).

Cada emprendedor e inversionista requiere un plan de negocios único y por ello, el empresario debe ser capaz de definir cuál es la mejor estructura, en función a la solicitud de cada demandante. En la tabla 2-2 se muestra el modelo de planes de negocio.

Tabla 2-2: Modelos de estructura de planes de negocios

PLAN DE NEGOCIOS PARA EMPRESA EN MARCHA (GERENTE)	PLAN DE NEGOCIOS PARA UNA NUEVA EMPRESA (INVERSIONISTA O GERENTE)
Resumen ejecutivo	Resumen ejecutivo
Descripción de la empresa: <ul style="list-style-type: none"> • Historia de la empresa • Análisis de la industria • Productos y servicios ofrecidos • Estados Financieros • Equipo gerencial 	Formulación de idea de negocio Análisis de la oportunidad Presentación del modelo de negocio
	Análisis del entorno
Descripción de la competencia, de la posición competitiva y del mercado objetivo.	Análisis de la industria, del mercado y estimación de demanda
Planeamiento estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Análisis FODA • Estrategias de crecimiento y expansión 	Planeamiento estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Análisis FODA • Misión • Visión

PLAN DE NEGOCIOS PARA EMPRESA EN MARCHA (GERENTE)	PLAN DE NEGOCIOS PARA UNA NUEVA EMPRESA (INVERSIONISTA O GERENTE)
<ul style="list-style-type: none"> • Alianzas estratégicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos estratégicos • Estrategia genérica • Fuentes de ventajas competitivas • Alianzas estratégicas
Estrategias de marketing y ventas	Plan de marketing
Análisis de la infraestructura	Plan de operaciones
Rediseño de estructura y cambios en la gestión de la empresa	Diseño de la estructura y plan de recursos humanos
Modelo financiero	Proyección de los estados financieros
Evaluación financiera	Evaluación financiera
Conclusiones y recomendaciones	Conclusiones y recomendaciones
Anexos	Anexos

Fuente y elaboración: Weinberger, 2009, en Espinoza (2014).

2.3.12. Plan de Negocio de Servicios Ambientales

Según Millad (2004), el plan de negocios de una empresa de conservación logra varios propósitos para audiencias distintas, ya que dentro de las actividades se encuentran:

- Comunica lo que los gerentes piensan que la empresa pueda lograr, describe las estrategias que seguirán para lograrlo y proyecta las consecuencias financieras de sus planes
- Demuestra a los dueños y otros públicos interesados que los dirigentes están conscientes de las oportunidades y amenazas para el futuro de la empresa y están haciendo los planes correspondientes
- Identifica las necesidades financieras, con el fin de atraer financiamiento de inversionistas y bancos.
- Describe como la empresa creará beneficios de conservación

Quienes necesitan conocer:

- Gerentes, para que puedan entender las metas para el negocio y su propio trabajo
- Inversionistas, para determinar si es interesante invertir en ella
- Donantes, si el negocio o la asistencia técnica a él, ha sido financiado por concesiones.
- Socios comunitarios, para proporcionar información y ganar su apoyo; el plan debería proporcionarles una comprensión de los objetivos y actividades del negocio.
- Empleados, para su motivación y manifestar lo que se espera de ellos (p.32).

2.3.12.1. Componentes de un plan de negocios de conservación

Según Millad (2004), el formato y longitud exactos puede variar; los tres conceptos orientadores para un plan de negocios son la claridad, justificación y totalidad. El plan de negocios de una empresa de conservación debería contener lo siguiente:

- Visión General (tres páginas)
- Portada, con nombre del negocio y el período cubierto por el plan (no debería ser menos de un año y preferiblemente dos o tres)
- Página de contenido, con el número de las páginas
- Resumen ejecutivo: un resumen de los puntos claves del plan
- Historia (una página)
- Descripción de productos, servicios, localización (mapa recomendado) y públicos interesados
- Declaración de la misión: una declaración de dos o tres oraciones describiendo la meta general del negocio
- Valor de conservación, incluyendo beneficios sociales, económicos y culturales del negocio
- Mercadeo y Ventas (cuatro páginas)
- Descripción específica del tipo de negocio, producto(s) o servicio(s), por qué se están eligiendo y cómo apoyarán la conservación
- Análisis de los mercados para esos productos o servicios y selección de los mercados meta
- Capacidad del negocio de cumplir con la oportunidad de mercado
- Análisis de la competencia y como se diferenciará el negocio
- Metas específicas de ventas que el negocio fijará
- Estrategias para alcanzar estas metas
- Estructura Organizativa y Operaciones (tres páginas)
- Descripción de cómo es/será estructurado y dirigido el negocio
- Personal clave: dueños, gerentes, asesores, miembros del consejo directivo
- Recursos humanos requeridos
- Apoyo financiero y técnico que obtendrá (si se aplica)
- Estructura Organizativa y Operaciones (tres páginas)
- Descripción de cómo es/será estructurado y dirigido el negocio
- Personal clave: dueños, gerentes, asesores, miembros del consejo directivo
- Recursos humanos requeridos
- Apoyo financiero y técnico que obtendrá (si se aplica)

- Plan Financiero (cuatro páginas: informes financieros detallados se colocan en un apéndice)
- Revisar comportamiento financiero pasado (no aplicable a negocios nuevos)
- Resumen de las proyecciones financieras basadas en las metas
- Fuentes de financiamiento
- Análisis de riesgos y respuestas a cosas que podrían fallar

Sin embargo, más importante que el formato o longitud exacta, es la lógica del plan de negocios. Debería indicar la oportunidad del mercado y, considerando todas las posibilidades y restricciones, determinar metas realistas y rentables, describir como se lograrán y calcularan las consecuencias financieras. La prueba de fuego para un plan de negocios es si los inversionistas se convencen con esa lógica o no (Millad, 2004, p. 23).

2.3.13. Plan de Negocio de venta de Bonos de Carbono

En las últimas décadas, el problema del cambio climático se instaló con marcado acento en los debates de instituciones internacionales, gobiernos, agencias de cooperación, investigadores y medios de comunicación y para algunos analistas se trata del principal problema que deberá enfrentar la humanidad en los próximos años. La manera en que se ha dado énfasis al tema climático oculta el significado y la importancia de la crisis ambiental y civilizatoria, cuestión que se explica por cuanto abre el camino para que surja la propuesta de economía verde.

La noción de economía verde se ha pensado para redirigir las inversiones económicas al llamado “capital natural” y de esa manera enfrentar la crisis financiera, con el discurso de enfrentar el cambio climático; con ese propósito, se dan a las empresas estímulos fiscales para que inviertan en energías llamadas limpias o verdes (agrocombustibles) y para ampliar los mercados de carbono (Ribeiro, 2011, p. 56).

Según López *et al.*, (2016), la financiarización de la naturaleza viene por la mercantilización, la privatización y comercialización de los recursos comunes. Estrictamente hablando, la mercantilización es la comercialización de algo que generalmente no es visto como un producto. Si bien un teléfono es un producto comercial, tradicionalmente el agua no ha sido considerada como una mercancía. La mercantilización convierte un valor inherente en un valor de mercado, lo que permite ser comprado y vendido. La privatización transfiere el control y la gestión de estos recursos mercantilizados de propiedad pública a la propiedad privada. Los productos pueden tener un precio y un mercado puede ser creado para ellos (p.28).

Es así que, en este punto, la financiarización actúa sobre la mercancía como un activo y aplica diversos instrumentos financieros, por ejemplo, un contrato de uso futuro de agua u opciones de créditos de carbono.

El comercio de los bonos de carbono es una expresión de la financiarización el ambiente, ya que se da valor al derecho de contaminar un bien común que es el aire. El precio fijado por el mercado (ley de la oferta y la demanda) no es sobre la producción de un bien o un servicio, sino sobre la externalidad que causa el proceso de producción (López *et al.*, 2016, p. 18).

Un prerequisite para los mercados de carbono es la transformación del carbono en una mercancía que tenga equivalencia en todos los mercados, en cualquier sitio en que esté cuando sea comercializado. Para que el mercado funcione, una tonelada de carbono emitida o reducida en Indonesia, por ejemplo, debe ser tratada igual que una tonelada de carbono emitida o reducida en Estados Unidos. Sin tal equivalencia, el comercio no es posible.

Los arquitectos del mercado han hecho posible esto a través de una cascada de equivalencias que genera beneficios, pero son totalmente inaceptables: por ejemplo, el recorte de cien millones de toneladas de CO₂ obtenidos por mejoras en la eficiencia del servicio es lo “mismo” que una reducción igual que viene de la inversión en tecnologías basadas en combustibles no-fósiles, a pesar de que ambas acciones juegan un rol muy diferente en la forma en la que ayudan a cambiar de dirección en el uso de combustibles fósiles, o que el carbono reducido a través del uso de una tecnología (quema en mecheros de gas flaring) es lo mismo que el carbono reducido a través de otra (energía eólica), o que el carbono reducido por la conservación de los bosques es lo mismo que el carbón reducido por mantener el petróleo en el subsuelo (López *et al.*, 2016, p. 15).

Según López *et al.*, (2016), los bonos de carbono es uno de los mecanismos utilizados por la economía ambiental, basados en el Teorema de Coase, en donde las externalidades de aquellos agentes económicos que contaminan el ambiente pueden llegar a un óptimo social mediante la negociación, si los costos de transacción son menores de lo que se persigue con el intercambio.

Por esta razón que, para la elaboración de los planes de negocio de un servicio ambiental, es prioritario en primera instancia valorar ecológica y económicamente el servicio ambiental a negociar, con la finalidad de asignar un valor por la que la población esté dispuesta a pagar.

2.3.14. Experiencia en Latinoamérica sobre comercialización de servicios ambientales

En el estudio Bonos de carbono: Financiarización del ambiente en México, elaborado por López *et al.*, (2016), de acuerdo con la información emitida por la plataforma sobre financiamiento climático para América Latina y el Caribe, el MDL involucraba a abril de 2012 más de 8 100 proyectos en diferentes etapas, de los cuales 3 962 ya son proyectos registrados. De estos últimos (que requerirán en conjunto inversiones por más de 140 mil millones de dólares), aproximadamente el 38 % ha dado lugar a la expedición de CERs (Certified Emission Reductions). Para el periodo 2013-2020 se espera que se expidan 7 047 millones de CERs, alrededor de 881 millones en promedio en cada uno de los ocho años (p. 33).

Vale resaltar que pocos países concentran la mayor parte de los proyectos MDL en el mundo: China, India, Brasil y México, en conjunto, explican alrededor del 75 % del total.

La región de América Latina y El Caribe a abril de 2012, tenía registrados 584 proyectos MDL (15 % del total), frente a 1 832 de China (47 %) y 786 (20 %) de India. Sin embargo, en términos relativos, la participación de América Latina en el MDL es superior a otras regiones del mundo como Europa y Asia Central, África y Medio Oriente, las cuales explican el 1 %, 3 % y 1 % del total de proyectos, respectivamente (López *et al.*, 2016, p. 34).

Se concluye que a pesar de la relativamente baja participación latinoamericana en el total mundial, el MDL ha catalizado y apalancado considerables inversiones en emisiones en la región, en especial en ciertos sectores y países: en total, 584 proyectos registrados requerirán inversiones por más de diez mil millones de dólares, principalmente en los sectores de energías renovables, captura de metano y reducción de gases industriales particularmente en Brasil y México.

Al igual que a nivel mundial, en América Latina y el Caribe los proyectos MDL también están concentrados en unos pocos países: Brasil explica el 33 % (201 proyectos registrados) y México, el 23 % (136 proyectos registrados). Le siguen Chile con el 10 % (54 proyectos), Colombia con el 7 % (39 proyectos), Argentina y Perú con 5 % cada uno (28 y 27 proyectos registrados respectivamente), Honduras con el 3 % (21 proyectos), Ecuador con el 3 % (17) y Guatemala con 2 % (11 proyectos) (López *et al.*, 2016, p. 17).

Alrededor del mundo el protocolo de Kyoto (1997) fomentó que algunos países adoptaran mecanismos de financiarización, en torno a la contaminación del ambiente, es así que se empezó a valorar la captura de carbono y vender los bonos o créditos de carbono, varias experiencias dan crédito este hecho, las mismas que se describen a continuación:

En Costa Rica

Costa Rica es pionero global en la conservación de bosques tropicales y en explorar formas innovadoras para cambiar su enfoque de desarrollo y buscar un crecimiento verde sostenible. Costa Rica forma parte del Protocolo de Kyoto desde su firma en abril de 1998 y su posterior ratificación en agosto de 2002.

Según el IICA (2010), Costa Rica fue el primer país a nivel mundial en comprobar los mecanismos de flexibilidad del tipo de Mecanismos de Desarrollo Limpio, ya desde el año 1992 con el gobierno de Estados Unidos. En el 1997, Costa Rica vendió sus primeros CTO (Certified Tradable Offsets), que fueron instrumentos financieros precursores de los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) usados en los proyectos MDL actuales.

La venta de CTO se dio al gobierno de Noruega, por primera vez, un país que realizaba reducciones de emisiones de GEI vendía el resultado a otro país.

Como uno de los fundadores de la Coalición de Bosques Tropicales, Costa Rica introdujo en el año 2005 la idea de compensar a los países en desarrollo a través del apoyo financiero (bonos de carbono) para reducir las tasas nacionales de deforestación. Es uno de los países que adoptó el concepto de REDD+ y puso en la agenda de las negociaciones internacionales sobre el clima.

Según el Banco Mundial (2013), Costa Rica es el primer país del mundo que tuvo acceso a pagos por resultados a gran escala para conservar sus bosques, regenerar tierras degradadas y ampliar sistemas agroforestales para actividades productivas sostenibles, al negociar entre el Gobierno de Costa Rica y el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques.

La reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques refuerza el programa de Pago por Servicios Ambientales, el cual en este país es manejado desde 1997 por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) del Ministerio de Ambiente y Energía, contribuirá a la estrategia nacional de convertir a Costa Rica en un país carbono neutral en el

2021. Ser carbono neutral depende de una mejor gestión de las tierras forestales y agrícolas, de donde se espera provengan aproximadamente el 80 % de su reducción de emisiones.

El programa propuesto de reducción de emisiones por deforestación y degradación es el primero en implementar el mecanismo internacional REDD+ con un alcance casi nacional y es uno de los más amplios a la fecha. Un aspecto novedoso es que el 10 % del área que cubre el programa en el país pertenece a territorios de pueblos indígenas.

Es así como Costa Rica continúa construyendo sobre los éxitos de más de una década del Programa de Pagos por Servicios Ambientales, que compensa a los propietarios de tierras por plantar y proteger árboles en su territorio y por mejorar la conservación de la biodiversidad.

En Brasil

Según una recopilación de estudios realizados por Código R (2007), sobre los bonos de carbono y las experiencias en Latinoamérica, se analiza que Brasil es de lejos el país más importante potencial exportador de créditos de carbono de la región con el 20 % del total de créditos de carbono. Luego siguen Colombia, Panamá, Costa Rica y Perú con similares montos de exportación entre ellos.

Brasil, en contraposición al resto de América Latina, incrementó las transacciones de créditos de carbono dentro del mercado voluntario respecto al año pasado. De las 5,4 Mt de CO₂e obtenidas en 2010, aumentó el volumen de transacciones a 5,7 Mt de CO₂e en el 2011. Además, continúa siendo el mayor proveedor de créditos voluntarios de carbono en América Latina, gracias al emergente mercado secundario. Un ejemplo de este tipo de mercado secundario se encuentra en la Bolsa Verde de Rio de Janeiro, que tiene como objetivo crear y operar un mercado de activos ambientales como medio para promover la economía verde a nivel nacional, así como la creación de un programa de comercio de créditos a nivel regional.

A nivel general, el precio de los créditos de carbono dentro del mercado voluntario en LATAM se vio incrementado a más del doble respecto al año anterior. Del precio de USD 5 por tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) del 2010, pasó a USD 11/tCO₂e en el 2011, debido en gran parte a una serie de proyectos forestales que llegaron al mercado en el último momento. Pero de la misma forma que se incrementaron los precios, la crisis financiera europea y los cuellos de botella en las regulaciones provocaron que el volumen de transacciones en toda Latinoamérica disminuyera en más de un 58 % respecto al año anterior. Como resultado, este incremento del precio por transacción ayudó a que el valor final obtenido en el mercado

latinoamericano solo se redujese en un 11 % con respecto a 2010 a pesar de la disminución del volumen de transacciones.

Peters-Stanley y Hamilton (2012), en su estudio Estado del Mercado Voluntario de Carbono 2012, concluyen que a nivel mundial, el valor de las transacciones alcanzó un nuevo máximo anual respecto a años anteriores obteniendo un resultado de 576 millones de dólares. Esta cifra solo fue superada en el año 2008 cuando se alcanzó el máximo histórico de 776 millones de dólares.

En cuanto al mercado, los compradores corporativos siguen siendo los autores del mayor número de transacciones, aportando 368 millones de dólares - o casi el 65 % - del valor total del mercado, siendo las empresas europeas las que presentan mayor demanda de compensación voluntaria. Muchos compradores corporativos utilizan las compensaciones de carbono para cumplir con los objetivos de sostenibilidad y para hacer más “verdes” sus cadenas de suministro. Mientras que existen otros que utilizan para estar más vinculados con los consumidores y empleados (Peters-Stanley y Hamilton, 2012).

Dentro de las conclusiones de las encuestas realizadas a proveedores, se remarca el retraso al que están sometidos los créditos orientados a salvar la selva tropical en peligro de extinción (también llamados créditos REDD - Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) en espera de que los gobiernos ofrezcan mayor claridad sobre cómo los proyectos de REDD serán reconocidos dentro de un programa nacional. Otra conclusión importante está enfocada al incremento de los costes y la dificultad de conseguir proyectos de carbono forestales en la cartera de proyectos, ya que requieren una gran cantidad de trabajo de campo. Aun así, en Belice se ubicó el segundo proyecto del mundo en recibir créditos emitidos REDD certificados por VCS.

Según Casas (2016) citado por el Cronista (2016 p. 2) las empresas brasileñas también actúan como potenciales compradores:

Es así que el mercado de los bonos de carbono en la Argentina es muy incipiente, tanto como los proyectos de energía eólica. Sin embargo, Natura Cosméticos, de origen brasileño, acaba de anunciar la adquisición voluntaria de 70 000 bonos de carbono -en general las empresas que lo hacen están obligadas- al Parque Eólico Rawson de la compañía Genneia.

Se trata de la mayor operación de compraventa de bonos de carbono entre empresas privadas en el país. La operación fue cerrada en más de USD 4 millones y permite a Natura certificar una reducción de 70 000 toneladas de carbono y compensar las emisiones

generadas en la Argentina entre 2013 y 2016. Demandó un trabajo de tres años con minuciosos procesos de certificaciones internacionales.

Es la primera operación en la Argentina donde una empresa voluntariamente invierte en la reducción de emisiones de carbono. Entre 2007 a 2013, Natura redujo en un tercio toda la emisión de carbono y para 2020 espera reducir un 33 % más.

Pero la empresa tomó la decisión de neutralizar las emisiones que no pueden ser evitadas apoyando proyectos de compensación. En Brasil, ya llevan comprados tres millones de bonos en 23 proyectos energéticos y forestales, especialmente en la región Panamazónica. Por ejemplo, apoyó el proyecto de la comunidad Rondônia, el primer programa indígena de bonos de carbono a nivel mundial.

El Parque Eólico de Rawson es el más grande del país: produce 300 GWh que brindan energía a 100 000 hogares. La propietaria, realizó procesos de certificación que le permitieron comenzar a vender bonos de carbono. Sin embargo, siempre se hacía con empresas obligadas a adquirirlos, especialmente compañías europeas. El caso de Natura es el primero que se realiza de forma "voluntaria" (p. 2).

En Chile

Greenhill (2013), en el estudio de mercado de carbono en Chile, concluye que Chile puede y debe vender sus reducciones o capturas de GEI desde todos los sectores de su economía. El país participa en el mercado del carbono y aunque actualmente está liderando las ventas en Latinoamérica, la posición chilena en el mercado podría mejorar con las políticas públicas e incentivos adecuados. Lo anterior especialmente en el sector de las PYMES que participan en el MDL ya que se encuentran en desventaja debido a los altos costos económicos y burocráticos que significa participar en el mercado regulado de los bonos de carbono. Las grandes empresas, especialmente transnacionales, ya están aprovechando el comercio de los bonos de carbono (en mercado regulado y en voluntario).

Chile está bien posicionado en el mundo, por ejemplo, en 2007 fue el sexto oferente de CER a nivel mundial (representando el 1,6 % del total de CER) y aunque hasta abril de 2013 seguía siendo sexto, solo representa un 1,1 % a nivel mundial. Este éxito es debido a una estrategia país que sumó voluntades de los sectores públicos y privados.

A pesar de lo anterior, Chile ha estado estancado en el mercado regulado, por lo tanto es necesario que el Gobierno no solo se preocupe por exportar dentro del mercado regulado, sino

que incremente la información y de apoyo técnico, financiero y administrativo para proyectos que deseen participar en el mercado voluntario de emisiones. El mercado voluntario es menos conocido que el regulado, por lo tanto la información disponible es prácticamente inexistente para las empresas que desean participar de este. Es recomendable que los sitios gubernamentales expliquen de manera simple y completa los procedimientos a realizar para que los diferentes tipos de proyectos puedan ser parte del mercado de carbono. Si bien la información del mercado regulado es más accesible, en sitios web como el de ProChile, es muy genérica y no detalla el cómo formar parte del mercado.

Es así que el mercado de los bonos de carbono, puede significar para Chile una fuente de recursos que permitirán promover la introducción de nuevas tecnologías y mayor eficiencia energética. Esto podría significar una disminución en la brecha tecnológica que separa a Chile de los países desarrollados. Se puede desarrollar un sistema de permisos transables de los GEI con metas específicas por sector productivo para así aumentar la reducción de emisiones a nivel nacional y tener mayor capacidad de venta de estas reducciones. Este sistema será más efectivo si los privados y el gobierno colaboran y cooperan en la reducción de emisiones de GEI.

En Colombia

Según Fontecha (2015), en su estudio ¿Funciona o no el negocio del carbono en Colombia?:

Colombia tiene 9 iniciativas de este tipo en el Chocó Biogeográfico, zona que va desde la región del Darién al este de Panamá, a lo largo de la costa pacífica de Colombia y Ecuador, hasta la esquina noroccidental de Perú. De estas 9 iniciativas, una está verificada y las otras ocho validadas. Colombia tiene el único proyecto de venta de bonos de carbono en el mundo que ha sido verificado en territorio colectivo y es el de Acandí (Chocó).

En primer lugar, se encuentran los bonos de carbono de Acandí, el Pacífico colombiano es importante en términos de conservación para el planeta de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Aproximadamente 9000 especies de plantas, 200 especies de mamíferos, 600 especies de aves y 120 de anfibios habitan este territorio biodiverso.

El reto es complicado si se tiene en cuenta que los 8 proyectos en fase de verificación tienen 692.000 hectáreas que deben ser administradas; además, la responsabilidad de que el proyecto continúe recae en cerca de 17 000 familias participantes. Esto sin considerar actividades legales e ilegales en la zona como: minería, tala de árboles, cultivos ilícitos de

coca. Según el informe anual del Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos de Naciones Unidas, la producción de este tipo de cultivos en Colombia ha crecido 39 % entre 2014 y 2015. En zonas como Tumaco, donde existe actualmente un proyecto de este tipo, hay 16 990 hectáreas de hoja de coca, que representan el 17 % de la producción nacional (pp. 4-5).

Sin embargo, Fontecha (2016), asegura que:

A pesar de este panorama, las comunidades que se preparan para verificar los proyectos REDD+ están fortaleciendo algunas cadenas productivas que permitan cambiar el corte de árboles por nuevas opciones como la pesca y programas silvopastoriles. A estas actividades se suman también los cultivos de açaí, cacao, arroz y plátano, todos éstos forman parte de las nuevas apuestas por la conservación.

Los otros proyectos REDD+ del país tienen retos cruciales para demostrar a los verificadores internacionales que es posible conservar y generar desarrollo al mismo tiempo. Así, esta zona podría demostrar que, con respecto al Pacífico, cuya tasa de deforestación es de aproximadamente 13 855 hectáreas anuales, según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la tasa de Cajambre se ha mantenido e incluso reducido.

Mientras la venta de créditos de carbono es una esperanza, una promesa, taladores de madera de la zona ganan aproximadamente entre 2 y 3 millones de pesos mensuales, aproximadamente 1300 dólares americanos. Como lo reconoce Góez, en estas condiciones cambiar la mentalidad de las personas es muy difícil, debido a las ganancias producto de los cultivos ilícitos, tala ilegal y minería ilegal, que tienen unos costos de oportunidad más altos con respecto a las actividades de conservación del bosque. Las zonas donde se encuentran los bosques serán uno de los puntos más complejos en el marco del pos conflicto. Una de las causas del conflicto armado en Colombia fue la propiedad de la tierra.

A pesar de las dificultades, Colombia, después de Brasil, está liderando el tema de REDD+ en Suramérica. De hecho, el país ha logrado que los recursos de la cooperación internacional lleguen a la nación, gracias al cumplimiento de las metas de reducción de deforestación en zonas como la Amazonía. Al menos 100 millones de dólares están entrando al país por el pago por servicios ambientales (pp.8-10).

De igual manera existen otros programas en Colombia, es el caso de: Incorporación de la biodiversidad en el sector cafetero en Colombia (IBSCC), El Programa de compensación de emisiones de GEI, tiene como objetivo, identificar oportunidades para la conservación y la incorporación de biodiversidad en los paisajes cafeteros en tres zonas de los departamentos de Nariño, Quindío y Valle del Cauca. Para lograr este propósito, el programa promueve la conservación de la biodiversidad, en los paisajes cafeteros del centro-occidente de Colombia, generando incentivos económicos a través de la aplicación de esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA), que comprometan a los caficultores con el cultivo de café sostenible, ambiental y socialmente.

El proyecto está certificado por Icontec y se desarrolla con el apoyo del Global Environmental Facility del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y del Fondo Mundial para la protección del Medio Ambiente y, busca la certificación y verificación de 27 000 hectáreas de café con prácticas amigables con el ambiente, el establecimiento de 450 hectáreas en corredores de conservación biológica y la capacitación a 11 500 cafeteros y tomadores de decisiones a nivel local.

Otro ejemplo explicado por Ordoñez (2014), son los Bonos de Carbono PROCUENCA, certificados por Icontec, resultantes del Proyecto Forestal de la Cuenca del Río Chinchiná – Procuencia– de propiedad de la Asociación de Productores Agroforestales –Agroforestal-. Procuencia es una iniciativa de la Alcaldía de Manizales, promovido y financiado por el Infimanizales y administrado por Aguas de Manizales S.A. E.S.P. Fue formulado en el año 2001 y soporta sus actividades mediante un documento de proyecto en el que se contempla la cofinanciación de actividades forestales y captura de CO₂ como una alternativa promisorio, a través de MDL/obligatorio- y compensaciones ambientales/voluntarias. El proyecto Forestal promovido y financiado por Infimanizales, cuya gerencia está en cabeza de Aguas de Manizales, ha sido certificado por Icontec mediante el “Protocolo de certificación de programas de compensación” con el certificado CF-CER001, con fecha 18 de mayo de 2011 y por 3 años renovables. Esta certificación es la primera en Colombia para proyectos forestales que expide el Icontec, mediante ella, Procuencia puede ofrecer bonos de carbono originados en áreas reforestadas (427,42 hectáreas) (Ordoñez, 2014, p. 13).

En Panamá

Panamá no es un caso aislado, ya que en 2016 contaba con 21 proyectos certificados para bonos de carbono, estos proyectos no utilizan combustibles fósiles y reducen las emisiones de gases contaminantes en la generación de energía.

Entre los proyectos que pueden vender CER están el Saneamiento de la Bahía de Panamá, el parque eólico ubicado en Penonomé, Coclé; y el relleno sanitario del vertedero de Cerro Patacón, que se proyecta genere energía eléctrica utilizando el metano acumulado. El resto de los proyectos son pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas y el parque eólico en Santa Fe, provincia de Veraguas. Combinados estos proyectos tienen la capacidad para reducir 4,2 millones de toneladas de CO₂ al año.

Aunque los promotores de estos proyectos no están obligados a informar a las autoridades ambientales panameñas sobre los CER que han colocado, se estima que ocho ya han vendido estos valores en el mercado internacional.

Además del mercado regulado por la ONU, también hay un mercado voluntario donde existen alrededor de 25 consultoras internacionales que tramitan los certificados de emisiones, pero con menor regulación en comparación con la norma de la ONU, añadió la directora nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente.

Adicional a las plantas de energía renovable, los planes de reforestación también pueden emitir CER. Este fue el caso de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) que en agosto de 2014 anunció que había completado la emisión de las unidades de Reducciones de Emisiones Verificadas (VER's, por sus siglas en inglés) de carbono a través del Proyecto de Establecimiento de Cobertura Vegetal Protectora en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Se estima que las 2 mil 458 hectáreas que se reforestaron en la cuenca de la vía interoceánica removerán unas 378 mil 566 toneladas de CO₂, equivalente durante un período de 30 años (Hernández, 2016).

En México

De acuerdo con información obtenida del Inventario de Emisiones de GEI del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) de México en 2015, el país ha incrementado sus emisiones de GEI en 1990 de 561 035,2 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) a 639 663,8 tCO₂e en el año 2000 y para el 2010 la cantidad se ubicaba en 748 252,2 tCO₂e. No obstante, este aumento, México tiene uno de los niveles más bajos de emisiones de CO₂ per cápita de la OCDE, pero la intensidad de carbono y de energía de su economía ha ido en aumento durante la última década (OCDE, 2013). En el año 2008 México ocupaba dentro de los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) ya el lugar número trece

más alto en emisiones de GEI, excluido uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (OCDE, 2013) contribuyendo con el 1,5 % a nivel mundial (Basurto, 2015, p. 14).

Según López (2012) para México el mercado de bonos de carbono se ha expandido y desde 2008 ocupa el cuarto lugar mundial, con una participación del 3 %. Dos ejemplos de inversionistas de bonos de carbono en México, son: el estado de California en Estados Unidos donde se crearon en forma independiente al MDL, los bonos de carbono “Climate Reserve Tonnes” (CRTs), y se firmaron acuerdos con varios estados de la frontera mexicana para desarrollar métodos y protocolos de certificación. California mantiene en México 32 proyectos con un volumen estimado de 6 713 353 tCO₂e y hay una cartera de proyectos estimada en 67 439 665 tCO₂e. Alemania, mediante el MDL, planea comprar a la agroindustria tequilera 1,4 millones de bonos de carbono (Vázquez, 2011). El 26 de noviembre de 2013 se constituyó en conjunto con la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), la Plataforma Mexicana de Carbono, MexiCO₂, que constituye un proyecto que junta la experiencia y la coordinación de importantes instituciones nacionales e internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Servicios de Integración Financiera (SIF-ICAP) subsidiaria de la BMV, la Embajada del Reino Unido, así como la Secretaría de Recursos Naturales (Semarnat) y entidades como el INECC y la Comisión Nacional Forestal (Conafor). La plataforma independiente, subsidiaria de la BMV, facilitando la autosuficiencia en su operación; cuenta con un Comité Técnico, conformado por las instituciones que la crearon, el cual fijará las características de los proyectos que serán apoyados bajo este mecanismo.

El objetivo de esta plataforma es apoyar el logro de las metas nacionales de reducción de GEI del 30 % para 2030, y del 50 % para 2050, estipuladas en la Ley General de Cambio Climático, publicada en junio de 2012 (López et al., 2016).

Según López *et al.*, (2016), MexiCO₂ ofrecerá al mercado las reducciones de GEI (bonos de carbono) de proyectos desarrollados en México, y que son certificadas por metodologías o protocolos con reconocimiento internacional, como el MDL de la CMNUCC, el Verified Carbon Standard (VCS), el Gold Standard (GS), el Plan Vivo, y Climate Action Reserve (CAR) de California, entre otros.

Por otro lado, según López et al., (2016) el servicio que ofrecerá la Plataforma:

Permitirá que las empresas mexicanas sujetas al pago de los impuestos al carbono aprobados como parte de la Ley de Ingresos de la Federación 2014, puedan compensar este impuesto con la compra de bonos de carbono. Actualmente MexiCO₂ cuenta con once

proyectos que comercializa 980 720 bonos de carbono. De estos proyectos que se pueden encontrar en la plataforma nueve corresponden a energías renovables, uno de manejo y disposición de residuos y uno de captura de metano (p.25).

Como se ha podido constatar el mercado de bonos de carbono en México es uno de los principales MDL para justificar los proyectos que se ejecutan en energías renovables. No obstante, a partir del análisis realizado en este trabajo se pudo comprobar que, este mecanismo solo ha impulsado la financiarización del ambiente a nivel global, ya que los principales intermediarios han sido instituciones financieras como el BID, CAF, BSCH, BBVA, lo cuales participan comprando los bonos de carbono que se emiten a partir de diversos proyectos de disminución de GEI en los países como México, y a su vez los venden a otros compradores principalmente europeos.

Otra estrategia es la “monetización de créditos de carbono”, es decir comprar por adelantado los derechos que generarán proyectos de energías renovables, que según Lopez et al., (2016) el promotor del proyecto recibe por anticipado, fondos que le ayudan a financiar la inversión, una lógica especulativa idéntica a un mercado de futuros donde se negocia cualquier commodity. Es decir, según Lopez *et al.*, (2016), la preeminencia de los beneficios financieros, ya que:

Los países mayormente contaminadores con emisiones GEI las compensan con la compra de bonos de carbono en países como México, donde resulta más barato y redundante en utilidades generadas en la inversión de los proyectos instalados. Además, la energía limpia que se genera beneficia, principalmente, a otras grandes empresas como: Cemex, Bimbo, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Femsa. Bajo la exclusión y despojo de las comunidades en donde se instalan estos proyectos (p.24).

En general América Latina, aunque no tiene una amplia participación en este negocio, presenta una gran potencialidad. Es así que según Código R. (2016) “el 42 % de las iniciativas a costear con los títulos ecológicos pertenece a Brasil, nación secundada por México, con 17 %” (p.16).

2.3.15 Experiencia en Ecuador

Se ha analizado el mercado de carbono en Latinoamérica y el mundo, la importancia del análisis del mercado de carbono dentro del territorio ecuatoriano, radica en la creciente conciencia ambiental y la innovadora propuesta para dejar de contaminar a cambio de una retribución económica, el cual ha tenido importante acogida a nivel global.

Actualmente existen varios proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), la institución encargada de aprobar o rechazar es el Ministerio de Ambiente del Ecuador (CD4CDM, 2017).

Según Gallegos (2012), en Ecuador, el mercado de carbono está presente desde el año 2003; con proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), el cual ha estado en constante crecimiento hasta la actualidad, por ejemplo el Estado ecuatoriano aspira recibir 4,6 millones de dólares anuales durante diez años por reducir más de 400 000 toneladas de emisiones de carbono, con el proyecto a escala nacional de uso de focos ahorradores, de bajo consumo de electricidad, éste es el primer proyecto MDL registrado por el estado ecuatoriano; sin embargo, es importante recalcar que en este momento están presentados alrededor de 80 proyectos MDL, donde se realizan transacciones de montos significativos por la iniciativa del Estado como del sector privado, es por ello que es evidente que este mercado está en constante crecimiento; en el cual el país podría aprovechar íntegramente en este mercado con proyectos hidroeléctricos.

Cuando se empezaron a realizar negociaciones de este tipo, fomentando la preocupación por el ambiente y el cambio climático; los proyectos que se han presentado adquieren fuerza y se proporcionan escenarios interesantes y atractivos para dar cabida a nuevos proyectos con el fin de reducir las emisiones de CO₂ al ambiente. En la actualidad existe una demanda considerable de proyectos, muchos de ellos innovadores buscan ser aprobados y puestos en ejecución. Se pretende obtener una importante retribución económica; ayudando así al fortalecimiento de este mercado y proponiendo acciones importantes para un futuro cercano.

Según Gallegos (2012), el Ecuador es altamente vulnerable al cambio climático. Su capacidad de adaptación a los efectos del mismo es limitada, entre otros aspectos, por la pobreza y ubicación geográfica. Fenómenos locales y regionales como El Niño, cuyo incremento de intensidad y frecuencia minan recurrentemente la situación socioeconómica del país, al sembrar en la sociedad ecuatoriana (cierto grado de) conciencia sobre la necesidad de emprender medidas inmediatas y mediatas para confrontar potenciales impactos directos e indirectos del calentamiento global.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Ecuador constituyen, en términos absolutos, una parte marginal de las emisiones globales que se acumulan en la atmósfera y que originan, tal como coincide en la mayoría de la comunidad científica mundial, el fenómeno del calentamiento global. Sin embargo, el nivel relativo y las características endógenas de las emisiones nacionales reflejan deficiencias estructurales e insostenibles tendencias coyunturales

en la eficiencia económica o la integridad ambiental de múltiples patrones locales de producción y consumo.

En el análisis que realiza Gallegos (2012) se destaca que el 43 % de la cartera de proyectos presentados al Ministerio de Ambiente corresponden al ámbito hidroeléctrico, seguido de proyectos enfocados en el tratamiento de desechos con el 12 %; la actividad de la forestación representa el 11 %; seguido de proyectos de eficiencia energética y recuperación de gas representan el 10 %. Finalmente se pueda destacar que el ámbito de la agricultura presenta el 3 % del total de proyectos.

El gobierno ecuatoriano ha implementado algunos programas que buscan proteger el ambiente entre ellos: Socio Bosque en Ecuador, por un lado, promueve un proceso de descentralización del manejo de los bosques y de clarificación de la tenencia de los mismos. Dentro de los objetivos del programa se encuentran (Ministerio del Ambiente):

- Incentivar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas en zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación, incendios forestales y otras afectaciones humanas.
- Incentivar la conservación y protección de la cobertura vegetal nativa y de ecosistemas forestales, arbustivos e híbridos, primarios y/o frágiles Incentivar la producción y comercio sostenible de la biodiversidad y de los productos forestales no maderables.
- Incentivar el manejo forestal enfocado a los cuatro eslabones principales de la cadena de valor de la madera (obtención, producción, procesamiento y comercialización).
- Facilitar la adjudicación de tierras del patrimonio Forestal del Estado, bosques y vegetación protectores para garantizar su conservación y/o uso sostenible.
- Facilitar y promover el reconocimiento y valoración de los servicios ambientales.

Es de vital importancia enfocar proyectos en las actividades que se encuentran poco explotadas en el Ecuador; es decir, las de menor porcentaje. En el caso del transporte cuenta con el 1 % del total de proyectos a nivel nacional, siendo esta actividad importante en la actualidad, ya que las principales ciudades del país presentan problemas relacionados al transporte y tráfico vehicular.

Se puede concluir que las expectativas del mercado MDL primario, en el cual negocia el Ecuador, es alto ya que es un mercado al cual no afecta de manera significativa la crisis mundial. La demanda de proyectos seguirá proviniendo de los países en desarrollo, que se encuentren comprometidos con el ambiente, y que mantengan políticas ambientales de

compensación obligatoria; aunque, un mercado en desarrollo también sería el mercado voluntario, en el cual se podría incursionar.

Fortaleciendo en MDL primario y cotizando de mejor manera los certificados de reducción de emisiones CER. Los proyectos que vengan a futuro van a ser los beneficiados, ya que en la actualidad como país conviene el mercado europeo, si se supone que no existe esa diferenciación de un mercado específico para el mundo en desarrollo. Es el que mejores precios presenta y por ende el que mayores beneficios económicos traería a cada uno de los proyectos. El comportamiento de los mercados, el tipo y la actividad de los proyectos son los que definen sus beneficios en el mediano o largo plazo respectivamente.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada es de tipo descriptiva-correlativa, no contempló un diseño experimental, ya que se esperaba poder encontrar la relación que existe entre las variables de estudio, es decir, entre la valoración económica del servicio ambiental captura de carbono del compartimento leñoso del bosque seco de la provincia de Loja y el valor que los habitantes y autoridades de esta zona le asignan al bosque.

3.2. Métodos de investigación

Método inductivo, ya que a partir de los resultados obtenidos se pudo inducir a resultados generalizados para todos los bosques secos del país.

Método deductivo, ya que en base a investigaciones anteriores y actuales se dedujo la importancia de los bosques secos en la captura del CO₂ a nivel país y provincia de Loja y, a la valoración comunitaria que puede alcanzar los bosques producto del reconocimiento comunitario e institucional de este servicio ambiental.

Método sintético, permitió sintetizar la información recolectada y formular las principales conclusiones y recomendaciones.

Método analítico, se analizó la información recolectada y se realizaron cálculos para disponer de información que permita la toma de decisiones para los conservadores y tomadores de decisiones como el MAE y GAD locales.

Método sistemático, la investigación se desarrolló en orden, lo que permitió ir alcanzando los datos y resultados para responder a los objetivos que se plantearon.

3.3. Enfoque de la investigación

Esta investigación fue de tipo cualitativa, recogió los conceptos necesarios para realizar la investigación y el planteamiento de un plan de negocios que permitió una valoración

económica-ambiental por parte de la comunidad involucrada; y, también es de tipo cuantitativa ya que se utilizaron datos recolectados de diámetro y altura para calcular la biomasa y por ende la captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja; además, de determinar una ecuación alométrica que permitirá la estimación de carbono acumulado en otros bosque secos similares en Ecuador.

Posterior a esto se utilizaron herramientas como manuales y guías metodológicas, fuentes de consulta secundaria, para el cálculo del valor económico del servicio ambiental captura de carbono.

Se utilizó la técnica de observación al área de estudio, entrevistas a autoridades y líderes comunitarios y encuestas a la población de la zona, para determinar las percepciones y perspectiva de valor frente al bosque seco de la provincia de Loja.

3.4. Alcance de la investigación

3.4.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el bosque seco de la provincia de Loja, localizado entre 190 a 1 000 msnm, en territorios de los cantones Zapotillo, Macará, Puyango, Paltas, Pindal, Célida y Sozoranga, que comprende parte de la Reserva de Biosfera Bosque Seco, reconocida desde el año junio 2014. La provincia de Loja tiene 11 000 km², de estos 3 100 km² son de bosque seco, localizado en el extremo sur del Ecuador en el límite con el Perú (Figura 1-3) (Aguirre *et al.*, 2013, p. 28).

El área tiene una precipitación anual promedio de 500 mm y temperatura promedio anual de 24°C (Espinoza *et al.*, 2012; Webber, 2009, p. 26). La población rural que vive entre y alrededor del bosque está dedicada a actividades de agricultura de autoconsumo, crianza de ganado caprino, aprovechamiento de especies maderables comerciales y uso de productos forestales no maderables, especialmente para subsistencia.

Los bosques secos de la provincia de Loja, están en buen estado de conservación con una puntuación de 57,6 %, que refiere que éstos bosques secos se aprecian mejor conservados que los del norte peruano y que sus homólogos de Manabí, Santa Elena, Guayas y El Oro, considerando su composición, estructura y regeneración natural de las especies típicas de bosque seco (Aguirre *et al.*, 2013).

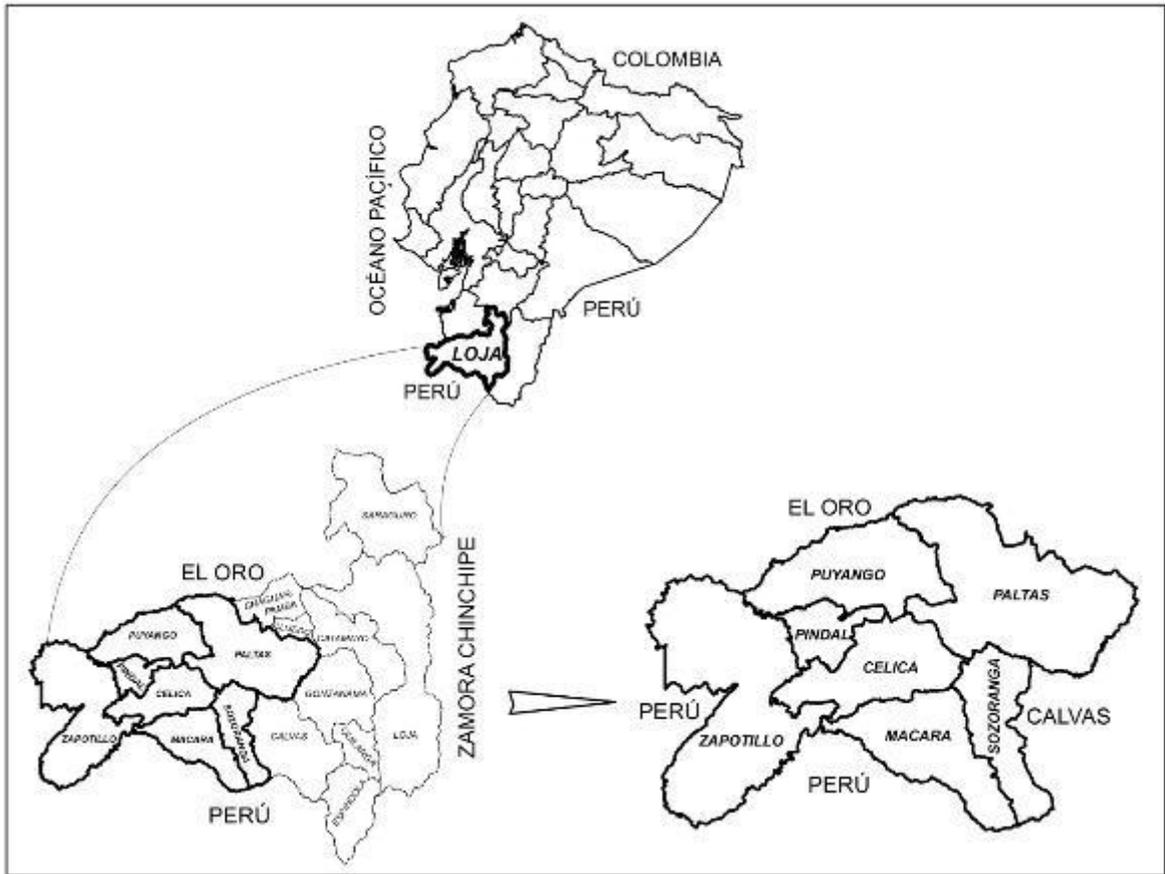


Figura 1-3: Localización de los bosques secos de la provincia de Loja, en el contexto del país y región.

Fuente: Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus Productos Forestales No Maderables: caso de estudio Macará, estudió la composición florística y estructura de los bosques secos de la provincia de Loja. Aguirre (2014).

3.5. Población del estudio

La población en estudio fue el compartimento leñoso de la formación vegetal de bosque seco de la provincia de Loja - Ecuador, distribuidos en siete cantones.

3.6. Unidad de análisis

El bosque seco de la provincia de Loja, que cubre 3 100 km² de la provincia, éstos son la unidad en análisis, en toda esta extensión se ubicaron al azar parcelas de 20 x 20 m (400 m²) dentro del bosque seco, considerando cinco sectores representativos: La Ceiba, Algodonal, Laipuna, La Ceiba Grande y Mangahurco, siguiendo la metodología planteada por Aguirre y Aguirre (1999) y Aguirre (2010).

3.7. Selección de la muestra

En la extensión de terreno cubierta por bosque seco, se utilizó un **muestreo sin reemplazo**, en la que el elemento no se puede incluir en la muestra más de una vez.

Se utilizó el tipo de **muestreo probabilístico**, ya que es el que permitió observar el comportamiento real de las variables, ya que admitió que cada elemento de la población tenga la oportunidad de ser seleccionado como muestra y no discrimina a ningún elemento.

Dentro del cual se aplicó un **muestreo aleatorio por conglomerados**, utilizando parcelas de 20 x 20 m, dentro de las cuales se encuentran varias unidades de estudio no un solo elemento, entonces para determinar el tamaño de la muestra no se consideró número de elementos, sino parcelas.

3.8. Tamaño de la muestra

Se muestrearon parcelas de 20 x 20 m (400 m²), distribuidas aleatoriamente en cinco sectores: La Ceiba, Algodonal, Laipuna, La Ceiba Grande y Mangahurco. El establecimiento de las parcelas siguió la metodología planteada por Aguirre y Aguirre (1999) y Aguirre (2010). Para determinar si el muestreo era suficiente para tener representado el bosque seco en estudio, se utilizó la curva área-especie utilizando el programa BioDiversity

3.9. Técnica de recolección de datos primarios y secundarios

Recolección de datos primarios:

Para la recolección de datos mediante el inventario florístico-forestal, se utilizó la técnica de observación directa y fotografías.

Se registraron todos los individuos con más de 3 m de altura y mayores o iguales a 5 cm de $D_{1,30}$ m, a los cuales se midió el diámetro a 1,30 m ($D_{1,30}$ m) con una cinta diamétrica y la altura total con un hipsómetro sunnto. Además, se identificó taxonómicamente a que especie pertenece cada uno de los individuos medidos, siguiendo la nomenclatura propuesta por el APG III.

Para la recolección de datos de la población de la zona, sobre percepciones, se utilizó la técnica de la encuesta (68 encuestas, la metodología se especifica dentro del plan de negocios), mientras que para las autoridades de instituciones y líderes de la zona se realizaron entrevistas personales (8 entrevistas). Además, se obtuvo un FODA con la participación de líderes

comunitarios y responsables de los GAD's cantonales que poseen bosque seco y responsable de la Mancomunidad de Bosque Seco.

Recolección de datos secundarios:

Para recopilar información bibliográfica necesaria para la base teórica del trabajo, se visitó la Biblioteca de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, Biblioteca Benjamín Carrión de la Universidad Técnica Particular de Loja. También se utilizó bases de datos e investigaciones que se encuentran en la web, bibliotecas virtuales, revistas indexadas y sitios académicos.

3.10. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.

Para la recolección de datos primarios se utilizaron: hojas de campo estándares donde se anoten los datos de diámetro y altura de los árboles del bosque seco; programas informáticos como ArcGIS, para la elaboración de mapas de la zona de estudio, cuestionario de entrevista para la población de la zona, guías de entrevistas para recolección de datos de las autoridades, instituciones y líderes de la zona y cámara fotográfica para documentar los trabajos de campo. Para los cálculos de biomasa, captura de carbono, valoración económica se usó Excel.

Para los datos secundarios, se utilizó una computadora, internet, guías de entrevistas y entrevistas con los autores de las guías metodológicas y de investigaciones anteriores.

3.11. Instrumentos para procesar datos recopilados

Para el procesamiento de los datos recolectados para la investigación, se utilizaron guías metodológicas estándares y usadas en investigaciones similares.

3.11.1 Obtención del carbono fijado en la biomasa forestal del bosque seco

En primera instancia se calculó el volumen de la masa forestal de todos los individuos censados, usando la fórmula planteada por Aguirre (2012); Aguirre y Aguirre (2004).

$$V = G * H * f$$

Dónde: V= volumen; G = área basal; H = altura total y f = factor de forma

Luego el valor del volumen de madera se transforma a biomasa de cada individuo, para lo cual se considera la dureza de la madera de cada especie, para esto se usó la densidad o peso específico (pe) de cada especie vegetal y, se emplea la fórmula:

$$\text{Biomasa} = \text{Volumen} \times \text{pe} \text{ (Aguirre y Aguirre, 2004 p. 32).}$$

Para el cálculo total de la biomasa del árbol, se considera la biomasa radicular y foliar, para el caso de la raíz se estima el 30 % de la biomasa total del árbol, corresponde a la biomasa de la raíz; y para la copa el 20 %, así:

$$\text{Biomasa de raíz} = \text{Biomasa del árbol} * 0,3 \text{ (MacDicken, 1994, p. 39).}$$

$$\text{Biomasa de copa} = \text{Biomasa del árbol} * 0,2 \text{ (MacDicken, 1994, p. 39).}$$

Entonces: Biomasa total del árbol = Biomasa del árbol + biomasa de raíz + biomasa de copa.

Cálculo del contenido de carbono del bosque

El contenido de carbono de cada árbol, se calculó usando la expresión universal:

$$\text{Carbono acumulado} = \text{Biomasa total} * 0,5$$

(Asumiendo que todo organismo contiene el 50 % de carbono) (Aguirre y Aguirre, 2004, p. 35).

3.11.2. Obtención de la ecuación alométrica

Con los datos de las variables dasométricas, biomasa y carbono acumulado, se obtuvo una ecuación alométrica que podría servir para el cálculo del carbono acumulado de otros bosques secos del Ecuador con características similares (Chave *et al.*, 2005).

Una ecuación alométrica de biomasa es una herramienta estadística que permite conocer de forma simple, la cantidad de biomasa de un árbol, por medio de la medición de otras variables las ecuaciones son generadas a partir de análisis de regresión, donde se estudian las relaciones entre la biomasa de los árboles y sus datos dimensionales (altura, diámetro, densidad de la madera). Dependiendo del número de variables independientes (datos dimensionales), la ecuación puede ser una regresión lineal simple con una única variable (diámetro) o una regresión lineal múltiple con más de dos variables (diámetro, altura total) (Rügnitz *et al.*, 2009, p. 23).

Para el cálculo de la ecuación alométrica, se utilizaron la altura total, diámetro (DAP), densidad básica de la madera y la biomasa aérea, usando los datos de 4746 observaciones y, mediante la herramienta de análisis estadístico STATA, aplicando la siguiente regresión lineal múltiple:

$$BA = \alpha + \beta_1 D + \beta_2 HT + \beta_3 p + e$$

Dónde:

BA = Biomasa aérea

D = Diámetro a la altura del pecho

HT = Altura total

P = Densidad básica de la madera

$\alpha, \beta_{1,2,3}$ = Coeficientes de la ecuación

3.11.3. Obtención de la valoración económica del carbono acumulado

Con los datos de la productividad del bosque seco que es: biomasa total del árbol por 0,5, se obtiene el carbono acumulado; y, para conocer el CO₂ acumulado en el bosque se transforma el carbono acumulado a CO₂ equivalente, para ello se multiplica por 3,6 que es el peso atómico del carbono.

Luego se obtuvo la cantidad de Certificados o Bonos de Carbono (CERs / VERs), que tiene una hectárea de bosque seco, para lo cual se considera que una t de CO₂ equivalente representa un certificado o bono (1 t = un Certificado). Se tomó el precio referencial actual que es de USD 5/Certificado y considerando la superficie de bosque seco que existe en la provincia de Loja.

La valoración económica del bosque seco de la provincia de Loja se obtuvo usando la expresión:

ValorSAMCO₂ = Cantidad de Certificados o Bonos de Carbono x precio referencial de CO₂/ha
(Aguirre, 2016, p. 23)

3.11.4. Elaboración del plan de negocio para el servicio ambiental captura de carbono

La elaboración del plan de negocio se realizó en base a los resultados de esta investigación, se prestó especial atención al Plan de Negocios BioSur de Aguirre *et al.*, (2010), el cual contempla análisis importantes a realizarse como parte del plan de negocios, como es el cálculo de oferta y demanda:

Oferta

Los productos de la oferta de mercados de carbono son principalmente, los certificados de carbono generados por los bosques secos de la provincia de Loja, la cual está caracterizada por su biodiversidad muy particular.

El total del área para la ejecución del proyecto, es el bosque seco de la provincia de Loja que suma 3 100 km², considerando las reservas de carbono que se obtengan en este estudio de los bosques secos, tomando en cuenta solo el compartimento leñoso (fuste, raíz y copa).

Posteriormente se realizó los cálculos financieros del proyecto, se considera un escenario moderado, en el que se estima el aprovechamiento del 30 % del potencial de los bosques secos valorados en la provincia de Loja.

Demanda

La presente propuesta se basa en la comercialización de certificados de carbono a empresas y países con altos niveles de contaminación, conscientes de la problemática ambiental y que se manejan en el mercado voluntario de certificados de carbono.

Los demandantes constituyen países y empresas privadas que quieren aportar al ambiente, las cuáles no sólo comprarán certificados de carbono, sino que aportarán a la conservación de la biodiversidad de la región.

Principalmente la adicionalidad del proyecto reside en que las empresas y países a más de comprar VERs, serán actores principales de la contribución al desarrollo socioeconómico de las comunidades pertenecientes a los bosques secos, debido a que se ha contemplado que un porcentaje de los ingresos generados sean distribuidos a las comunidades.

Los certificados, estarán dirigidos al mercado voluntario de certificados de carbono, se ha identificado dos segmentos potenciales, que se detallan a continuación:

- Empresas nacionales e internacionales tanto del sector público como privado que en sus procesos de producción mantengan altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero, ejemplo: General Motors, con su programa Carbono Neutro impulsado en Ecuador por Chevrolet.
- Países industrializados con altos niveles de contaminación como Alemania, Noruega, Holanda y Estados Unidos.

Para la elaboración del plan de negocios se realizó un taller en el GAD Municipal de Macara con la participación de líderes comunitarios, presidentes de Juntas Parroquiales, GAD de los cantones de bosque seco Zapotillo, Macara, Céllica, Puyango, Sozoranga, Paltas y Pindal, la Mancomunidad de Bosque Seco. En primera instancia se socializó los resultados de la valoración; y, se obtuvo la percepción ambiental del valor ambiental que la población local da a este servicio luego del estudio.

En las reuniones con personal de los GADs municipales en los cantones visitados, se pudo aplicar la entrevista que planteado, siendo un total de 8 entrevistas. Mientras que, para la aplicación de las encuestas, se realizó en base a la población de los 7 cantones de la provincia de Loja que poseen bosque seco, tomando como referencia la población mayor a 18 años, en base al Censo de Población y Vivienda (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010), y las

proyecciones referenciales de población a nivel cantonal-parroquial 2010-2020 (SENPLADES, 2013).

Tabla 1-3: Cálculo de población objetivo para las entrevistas de actores del bosque seco

Cantón	Población total por cantones		% Población de 18 años y más	Población objetivo
	2010	2017		
Pindal	8 983	10 093	58,87	5 942
Macará	19 877	20 242	61,62	12 473
Zapotillo	12 820	13 918	60,95	8 483
Paltas	24 960	24 017	60,31	14 485
Alamor	16 240	16 092	61,74	9 935
Sozoranga	7 840	7 362	60,55	4 458
Celica	15 091	15 904	59,84	9 517
Total población objetivo				65 292

Fuente: Censo de Población y Vivienda – INEC, 2010; SENPLADES, 2013.

Una vez determinada la población objetivo, se procede con el cálculo de la muestra, en base a la fórmula utilizada cuando se conoce la población objetivo (Aguilar, 2005):

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n = muestra

N = población

Z = nivel de confianza (%)

e = error máximo permitido (%)

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (p. 1).

Para la investigación, se consideró un margen de error del 10 %, un nivel de confianza de 90 % valores que se encuentran dentro de los parámetros de estudios sociales; además considerando que el objetivo principal de la investigación no es la aplicación de encuestas en base al cálculo de una muestra, sino lo que se busca es contar con la percepción de parte de la población que habita en los cantones antes mencionados:

$$n = \frac{65.292 * (1,645)^2 * 0,50 * 0,50}{(0,10)^2 * (65.292 - 1) + (1,645)^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = \frac{44,171}{654} = 68$$

El total de población a encuestar será de 68 personas, datos que servirán como un referente para obtener las perspectivas de la población para sustentar la presente investigación.

Además, se realizó un FODA con énfasis en la captura de carbono y las posibilidades y voluntad política de plantear el plan de negocios que permita lograr el reconocimiento institucional y comunitario que los bosques secos son algo más que la madera como primer recurso de aprovechamiento.

También como una segunda instancia se realizó consultas nacionales e internacionales sobre las posibilidades reales de participar en mercados voluntarios regionales de venta de carbono, en iniciativas como REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación); además de averiguaciones del status legal ecuatoriano que sustente la implementación de un plan para aprovechar y vender el servicio ambiental captura de carbono.

Con estos insumos se elaboró la propuesta del plan de negocios que sustenta la valoración del servicio ambiental, su reconocimiento y valoración ambiental y posibilidades que representa para mejorar el nivel de vida de la población que vive en esta zona deprimida del Ecuador y, que posee una de las mejores muestras representativas de bosque seco del Ecuador.

Para la presente investigación el plan de negocios, se estructura de acuerdo al requerimiento del tipo de actividad que se va a realizar, y describiendo únicamente lo más importante para los interesados, en este caso la población local del sitio y los gobiernos autónomos descentralizados donde existe bosque seco, por lo que se ha considerado la siguiente estructura:

1. Antecedentes y descripción del negocio
2. Promotores del proyecto
3. Misión y visión
4. Objetivos estratégicos
5. Descripción del servicio
6. Productos
7. Mercado, competencia y crecimiento
8. Mercado de bonos de carbono
9. Funcionamiento de los mercados de carbono
10. Tipos de mercado
11. Oferta
12. Demanda
13. Competencia
14. Modelo de negocio
15. Perspectivas de crecimiento del negocio

16. Análisis FODA
17. Aspectos técnicos operativos
18. Ubicación de la empresa
19. Procesos del servicio
20. Aspectos financieros
21. Inversión inicial
22. Plan financiero
23. Costos de operación
24. Ventas
25. Proyecciones financieras
26. Indicadores financieros
27. Impactos social, ambiental y económico
28. Cronograma de puesta en marcha
29. Conclusiones y recomendaciones
30. Conclusiones
31. Recomendaciones
32. Bibliografía
33. Anexos financieros

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valoración ecológica de la captura de carbono

4.1.1. Estructura y composición florística del bosque seco de la provincia de Loja

Se identificaron 62 especies leñosas (\geq a 5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$), 43 son árboles y 19 arbustos, pertenecientes a 51 géneros y 29 familias, registro que se enmarca dentro del rango promedio de la riqueza y diversidad de los bosques secos del Ecuador y mundo.

La curva área - especie y de distancias (Figura 1-4) indican que el muestreo con 100 parcelas distribuidas en el área fue suficiente para representar la composición florística del bosque estudiado, sin embargo, los cálculos se realizaron con las 150 parcelas inventariadas.

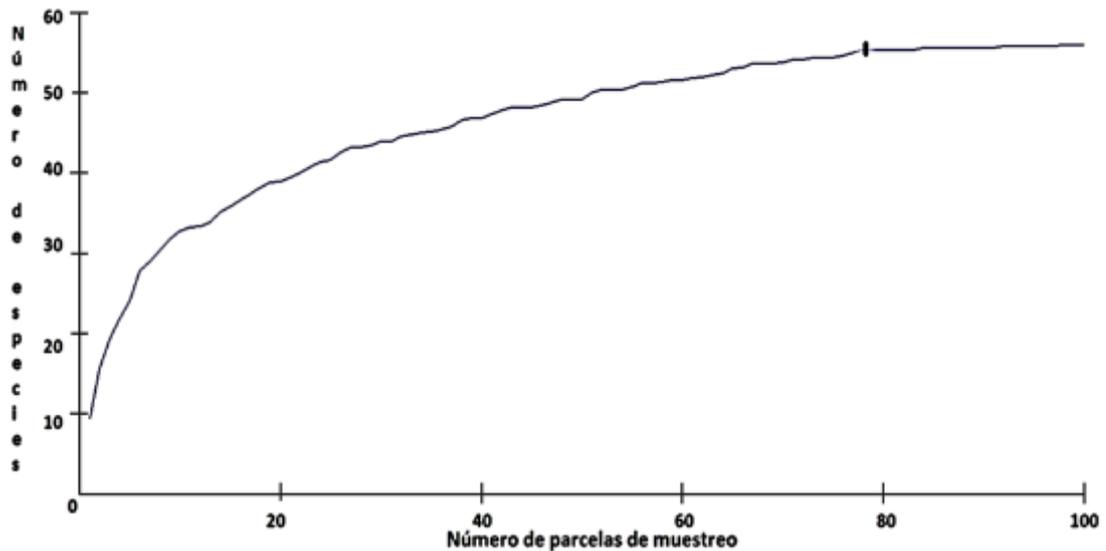


Figura 1-4: Curva área-especie obtenida para los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador.

Registro que se enmarca dentro del rango promedio de la riqueza y diversidad de los bosques secos que según Fredericksen (2011) es de 30 a 90 especies. Este estudio registra datos similares a otros bosques secos ecuatorianos (Mendoza y Jiménez, 2008; Josse, 1997; Aguirre-Mendoza et al., 2001; Phillips y Miller, 2002), pero con menos especies que lo reportado por Espinosa et al., (2012) ya que ellos incluyen especies del bosque piemontano seco de Loja. En otro ámbito los resultados son concordantes con registros de otros bosques secos neotropicales como los mexicanos (Zamora-Crescencio et al., 2011; Sánchez et al., 2007; Balvanera y Aguirre, 2006), venezolanos (Leython y Ruiz-Zapata, 2006; Dezzeo et al., 2008), colombianos (Carrillo-Fajardo et al., 2007; Mendoza, 1999; Ruiz-Linares y Fandiño-Orozco, 2009), en relación a los valores de riqueza de especies; y, muy similares a los peruanos en cuanto a las especies presentes (Linares-Palomino et al., 2011; Linares-Palomino y Ponce-Álvarez, 2009).

4.1.2. Estructura horizontal del bosque seco de la provincia de Loja

Los bosques secos de la provincia de Loja son semidensos (500 a 699 individuos/ha), con árboles grandes de: *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Handroanthus chrysanthus* y *Terminalia valverdeae*, que en temporada lluviosa el bosque semeja a una selva tropical. Estos bosques soportan la explotación selectiva de especies maderables como: *Handroanthus chrysanthus*, *Loxopterygium huasango*, *Terminalia valverdeae* y *Geoffroea spinosa*, conversión de áreas para cultivos de temporal y pastoreo de ganado caprino, que son los factores que provocan la alteración de la estructura del bosque.

La estructura por clases diamétricas del bosque seco está caracterizada por la concentración de individuos en las seis primeras clases, lo cual está asociado a prácticas de tala por demanda. A pesar, de ser un bosque natural, la distribución por clases diamétricas (Figura 2-4) no se corresponde exactamente con la “J” invertida que se espera en bosques naturales. La ausencia de individuos en clases diamétricas superiores pudiera indicar el aprovechamiento de especies de interés comercial, como: *Handroanthus chrysanthus*, *Terminalia valverdeae*, *Cordia macrantha* y *Loxopterygium huasango*. La existencia de árboles en las clases diamétricas XII hasta la XXV los valores corresponden únicamente a individuos adultos de *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina* y *Cochlospermum vitifolium*, que no tienen valor comercial; y, que la presencia de estos elementos arbóreos definen la fisonomía del bosque seco.

Este patrón es reportado también por el Herbario Loja *et al.*, (2001, 2003), Aguirre-Mendoza y Delgado-Cueva (2005) y Aguirre-Mendoza *et al.*, (2006) para los bosques de los cantones Zapotillo, Macará y Céllica.

Se observa que la distribución por clases diamétricas no corresponde con la “J” invertida, descrita por Lamprecht (1990) y Gunter *et al.*, (2011); este comportamiento ha sido reconocido por Leal-

Pinedo y Linares-Palomino (2005) para bosques secos peruanos y ecuatorianos de Santa Elena y Manabí (Mendoza y Jiménez, 2008; Josse, 1997) donde ha existido actividad antrópica. La ausencia de individuos en clases diamétricas superiores pudiera indicar el aprovechamiento de especies maderables como: *Handroanthus chrysanthus*, *Terminalia valverdeae*, *Cordia macrantha* y *Loxopterygium huasango*; además su presencia define la fisonomía del bosque seco.

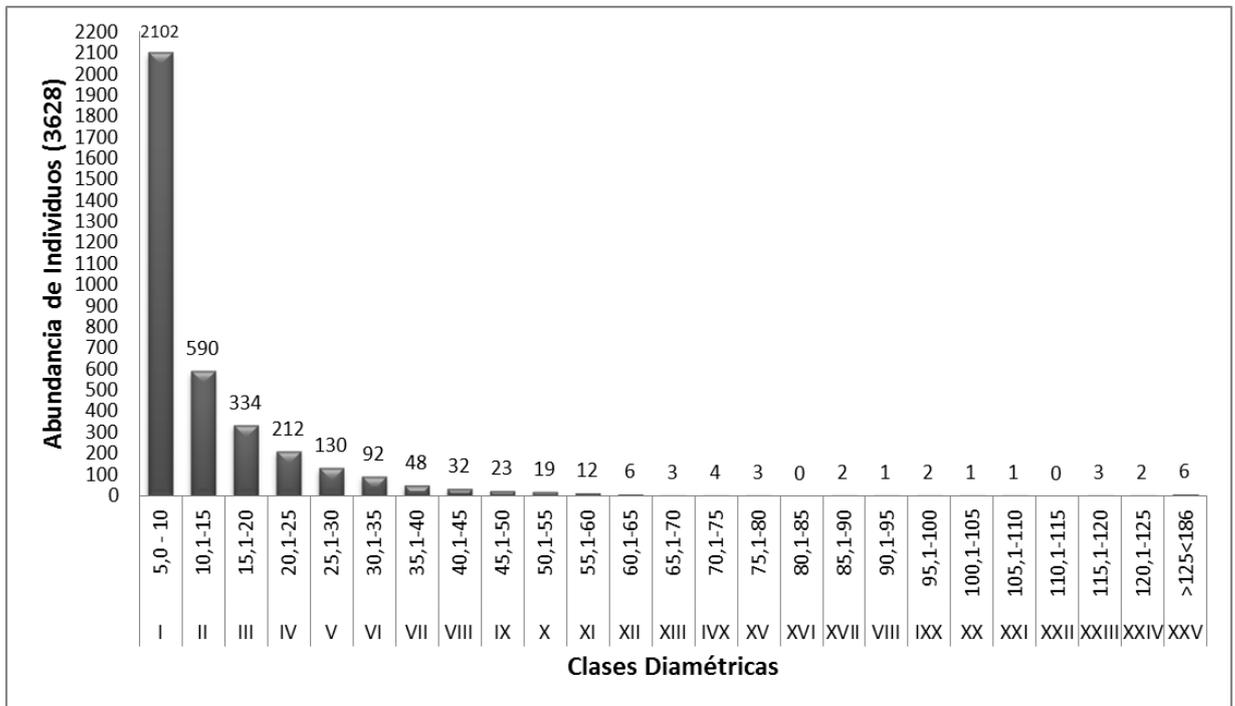


Figura 2-4: Distribución por clases diamétricas de los individuos de las especies del bosque seco de la provincia de Loja.

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

4.1.3. Estructura vertical del bosque seco de la provincia de Loja

Estos bosques alcanzan hasta 18 m de altura, con tres estratos bien definidos, lo que corrobora lo manifestado por Murphy y Lugo (1986), que indican que los bosques secos tropicales son de menor estatura, complejidad florística y estructural que los bosques húmedos tropicales. De igual manera para bosques colombianos Carrillo-Fajardo *et al.*, (2007), indican que en los bosques secos dominan especies de porte arbustivo, con individuos de diámetros entre 10-20 cm y alturas de 8 a 13 m.

Se diferencian tres estratos El estrato dominante con individuos de entre 14 a 18 m, sobresalen individuos de *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia macrantha*, *Cochlospermum vitifolium*. El estrato codominante constituido por árboles de entre 8-14 m con las especies principales: *Geoffroea spinosa*, *Bursera graveolens*, *Guazuma ulmifolia*, *Terminalia valverdeae* y *Prosopis juliflora*. En el estrato dominado se encuentran

árboles de entre 3 a 8 m, sobresalen: *Simira ecuadorensis*, *Prockia crucis*, *Pithecellobium excelsum*, *Ipomoea pauciflora* y *Achatocarpus pubescens*. En el sotobosque crecen: *Opuntia quitensis*, *Cereus diffusus*, *Jatropha curcas*, *Baccharis trinervis*, *Barnadesia aculeata*, *Lantana canescens*, *Ipomoea carnea*, *Croton* sp., *Phyllanthus* sp., y abundancia de gramíneas en temporada de lluvias.

Dicha estructura vertical ha sido reportada en varios estudios por el Herbario Loja *et al.*, (2001), Mendoza y Jiménez (2008), Aguirre-Mendoza y Kvist (2009) para bosques secos del Ecuador.

Mientras que para bosques de la zona Tumbesina del lado peruano Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005) señalan que los bosques tienen una altura del dosel entre 10-15 m y las especies sobresalientes son: *Handroanthus bilbergii*, *Terminalia valverdeae* y *Caesalpinia glabrata*. Rosal-Sánchez *et al.*, (2011) reportan para bosques de Piura que la altura del dosel es de 14,1 m, y los árboles emergentes son: *Ceiba trichistandra*, *Loxopterygium huasango* y *Cochlospermum vitifolium*. Mientras que Carrillo-Fajardo *et al.*, (2007), revelan que en los bosques secos colombianos estructuralmente dominan especies de porte arbustivo con alturas inferiores a 6,5 m (82,1 %), los elementos emergentes, miden entre 8-13 m y corresponden a *Croton* sp. y *Guazuma ulmifolia*.

4.1.4. Contenido de carbono de los bosques secos de la provincia de Loja

Realizado los cálculos de volumen y biomasa del fuste, considerando la densidad de madera de cada especie vegetal leñosa, se obtiene que en las 5 hectáreas muestreadas existen 109,66 toneladas, que significa 32,90 t de carbono acumulado por hectárea (Tabla 1-4).

Tabla 1-4: Contenido de carbono de cada una de las 62 especies registradas en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja.

Especie	Densidad de madera g/cm ³	Densidad de madera kg/m ³	Volumen (m3)	Biomasa (kg)	Contenido Carbono (kg)
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	0,73	730	0,57	418	208,8
<i>Achatocarpus pubescens</i> C. H. Wright	0,59	590	0,23	134	66,9
<i>Aegiphila</i> sp.	0,68	680	0,29	199	99,5
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	0,74	740	0,11	84	42,2
<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barnaby & J.W. Grimes	0,65	650	0,81	525	262,4
<i>Allophylus</i> sp.	0,55	550	0,03	15	7,6
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	0,67	670	0,08	55	27,6
<i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl.	0,56	560	0,01	8	3,9
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	0,32	320	4,39	1 404	702,1
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth.	0,95	950	3,15	2 989	1 494,4

Espece	Densidad de madera g/cm ³	Densidad de madera kg/m ³	Volumen (m ³)	Biomasa (kg)	Contenido Carbono (kg)
<i>Calliandra taxifolia</i> (Kunth.) Benth.	0,82	820	1,14	935	467,4
<i>Capparicordis crotonoides</i> (Kunth) H.H. Iltis & X. Cornejo	0,69	690	0,01	5	2,5
<i>Cavanillesia platanifolia</i> (Bonpl.) Kunth	0,6	600	0,05	29	14,4
<i>Cedrela odorata</i> L.	0,6	600	0,18	105	52,5
<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	0,32	320	163,56	52 339	26 169,4
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	0,77	770	0,09	66	33,1
<i>Celtis loxensis</i> C. C. Berg.	0,77	770	1,43	1 097	548,7
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	0,95	950	2,02	1 919	959,7
<i>Citharexylum gentryi</i> Moldenke	0,7	700	0,73	514	257,0
<i>Citharexylum quitense</i> Spreng.	0,6	600	0,47	279	139,6
<i>Citharexylum</i> sp.	0,6	600	0,58	347	173,5
<i>Coccoloba ruiziana</i> Lindau	0,6	600	0,01	6	3,0
<i>Coccoloba</i> sp.	0,6	600	0,07	41	20,7
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0,3	300	15,35	4 606	2 303,2
<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	0,65	650	0,28	185	92,6
<i>Cordia lutea</i> Lam.	0,5	500	0,14	70	35,1
<i>Cordia macrantha</i> Chodat	0,55	550	11,21	6 164	3 082,0
<i>Croton</i> sp.	0,4	400	0,00	1	0,6
<i>Cynophalla mollis</i> (Kunth) J. Presl	0,66	660	0,39	258	129,1
<i>Cynophylla sclerophylla</i> (H.H. Iltis & X. Cornejo)	0,64	640	0,01	5	2,7
<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	0,45	450	53,09	23 893	11 946,4
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	0,3	300	12,89	3 866	1 933,0
<i>Erythroxylum glaucum</i> O. E. Schulz	0,7	700	3,47	2 428	1 214,0
<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila	0,3	300	0,78	233	116,4
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	0,85	850	8,88	7 548	3 774,2
<i>Gliricidia brenningii</i> (Harms) Lavin.	0,55	550	0,01	7	3,4
<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose	0,9	900	2,79	2 511	1 255,6
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	0,9	900	57,09	51 381	25 690,3
<i>Ipomoea calodendron</i> O'Donnell	0,3	300	8,77	2 632	1 315,8
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	0,6	600	0,85	508	254,0
<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.	0,95	950	1,79	1 705	852,3
<i>Machaerium millei</i> Standl.	0,8	800	3,47	2 776	1 387,9
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	0,75	750	0,36	270	135,2
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	0,6	600	0,02	14	7,2
<i>Piptadenia flava</i> (Spreng. ex DC.) Benth.	0,75	750	0,36	272	136,2
<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacquín	0,8	800	9,65	7 718	3 859,1
<i>Pisonia aculeata</i> L.	0,45	450	3,48	1 566	783,1
<i>Pisonia floribunda</i> Hook. F.	0,42	420	0,02	10	5,1
<i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart.	0,78	780	0,28	217	108,4

Especie	Densidad de madera g/cm ³	Densidad de madera kg/m ³	Volumen (m ³)	Biomasa (kg)	Contenido de Carbono (kg)
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex. L.	0,58	580	1,89	1 099	549,4
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC	0,65	650	0,05	33	16,3
<i>Randia aurantiaca</i> Standl.	0,6	600	0,01	6	3,2
<i>Salacia</i> sp.	0,76	760	2,17	1.651	825,7
<i>Sapindus saponaria</i> L.	0,8	800	0,02	19	9,7
<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barnaby	0,5	500	0,26	129	64,4
<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerf.	0,65	650	11,55	7 505	3 752,6
<i>Sorocea sprucei</i> (Baill.) J. F. Macbr.	0,6	600	0,01	7	3,7
<i>Terminalia valverdeae</i> A. H. Gentry	0,82	820	29,02	23 796	11 898,0
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey . Ex . C.A. Mey	0,55	550	0,03	17	8,4
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	0,35	350	0,00	1	0,5
<i>Zanthoxylum</i> sp.	0,61	610	0,01	8	4,1
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i> Benth.	0,85	850	0,81	692	345,8
Total fustes (kilogramos) en cinco hectáreas			421,29	219 323	109 661
Total fustes (toneladas) en cinco hectáreas					109,66

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

4.1.5. Captura de carbono de los componentes considerados

Para obtener el carbono total que acumula el compartimiento leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja, se consideró el fuste, raíz y copa de cada uno de los árboles inventariados en las cinco hectáreas de muestreo. En la tabla 2-4 se resume el aporte de cada elemento considerado.

Tabla 2-4: Resumen de reservorio de carbono por compartimento leñoso considerado en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja (5 hectáreas)

Reservorio de carbono de cada componente considerado	Toneladas (t)
Fustes	109,660
Raíces	32,90
Copas	21,93
Total del muestreo (5 hectáreas)	164,49
Carbono acumulado por hectárea	32,90

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

La captura de carbono del componente leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja, es de 32,90 tC/ha, considerada casi similar a la acumulación de carbono de referencia reportada por

las Estadísticas del Ministerio del Ambiente (2015), en donde el promedio para bosques seco pluviestacional es de 37 tC/ha. Comparando con otros ecosistemas de Ecuador es menor, así: para bosque seco andino es de 47,9 tC/ha., para los bosque siempreverde de Ceja Andina es de 105,10 tC/ha, para bosque siempre verde de piedemonte es de 122,80 tC/ha., y para bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía el promedio de carbono almacenado es de 160,40 tC/ha; la menor cantidad de carbono acumulado en los bosques secos está dada y es entendida por la dinámica de la vegetación seca, influenciada por las condiciones climáticas imperantes en la zona de bosque seco.

Comparando con el estudio realizado por Ruiz y Tinoco (2013) que cuantificaron las reservas de tres áreas de conservación del programa socio bosque con ecosistemas de bosque seco de Zapotillo, en la provincia de Loja, los resultados demuestran similitud a los obtenidos en esta investigación; reportan un promedio de carbono del componente arbóreo de 36,15 tC/ha, siendo el total almacenado de 96,37 tC/ha, incluido necromasa y suelo.

Los estudios a nivel mundial para este tipo de ecosistemas son escasos, sin embargo, en estudios realizados por la FAO, indican que el almacenamiento de carbono en bosque secos es de 60 tCO₂/ha, en bosques primarios, mientras que en bosques secundarios es de 25 tCO₂/ha (Knninen, 2000), datos que difieren a los de la presente investigación.

En el estudio realizado por Siu & Ordeñana (2001), titulado: “Estimación del contenido y almacenamiento de carbono en el bosque seco secundario del refugio de vida silvestre Chococente, en Nicaragua”, se calcula la cantidad de carbono en tres diferentes edades del bosque, reportan valores de 21 tC/ha para bosque de 50 años considerando solo árboles, de la regeneración natural es de 3 tC/ha y el sotobosque 0,27 tC/ha, lo cuales son medianamente similares con los resultados obtenidos en la investigación del bosque seco de Loja.

Al comparar con un estudio realizado en la costa de Perú por Málaga, Giudice, Vargas y Rojas (2014), que reportan una captura de 17,9 tC/ha en los bosques secos peruanos, se demuestra que son inferiores a los bosques secos de Loja.

4.1.6. Ecuación alométrica para la estimación del carbono acumulado de otros bosques secos de Ecuador.

Existen varios métodos para medir y estimar los reservorios y flujos de carbono en los compartimientos de un bosque. Para la medición de existencias de carbono en biomasa se presentan dos tipos de métodos:

Método directo: consiste en la extracción de muestras y submuestras de los componentes

muestreados (árboles, ramas, hojas, fuste, lianas, necromasa aérea) para luego determinar su masa seca en el laboratorio (biomasa, carbono en suelo, necromasa seca). Con estos datos se puede conocer el contenido de carbono a nivel de individuo, parcela y ecosistema. Además, para el caso de la biomasa aérea, es factible desarrollar ecuaciones alométricas que reflejen estos reservorios, a través de diferentes correlaciones entre los datos de masa seca y los obtenidos en campo durante el inventario forestal (diámetro del fuste, altura, densidad de la madera) (Honorio y Baker, 2010; Minian 2009).

Y el método indirecto que consiste en utilizar valores, ecuaciones o modelos elaborados en otros sitios, que permitan relacionar algunas dimensiones básicas obtenidas en campo (de fácil medición) con características de interés (biomasa, carbono del suelo), de forma que no sea necesario medir estas últimas directamente. Por ejemplo, se puede utilizar una ecuación que permita calcular la biomasa total de un árbol mediante la medición de su diámetro (Calderón *et al.*, 2014).

Se calculó la ecuación alométrica utilizando las mediciones y resultados de la investigación (altura total, DAP, densidad básica de la madera y la biomasa aérea), usando la regresión lineal múltiple:

$$BA = \alpha + \beta_1 D + \beta_2 HT + \beta_3 p + e$$

Dónde:

BA = Biomasa aérea

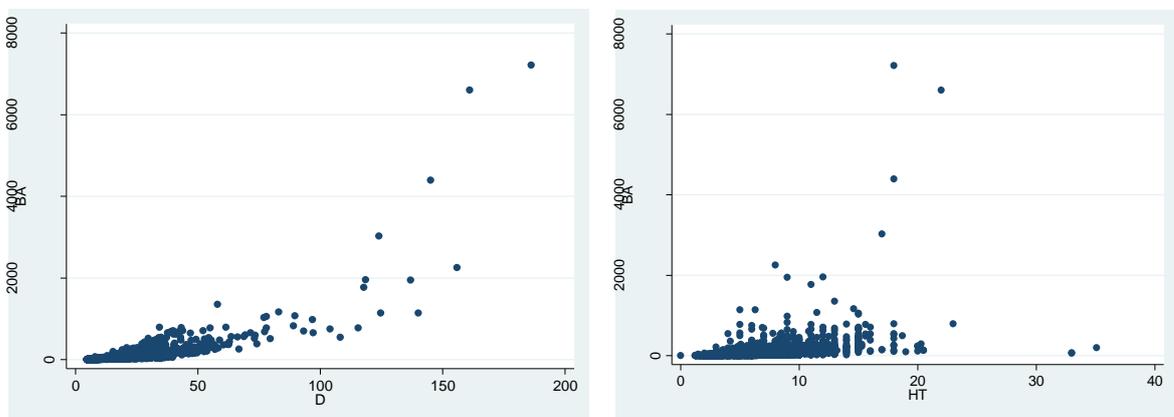
D= Diámetro normal

HT= Altura total

p= Densidad básica de la madera

$\alpha, \beta_{1,2,3}$ = Coeficientes de la ecuación

En la figura 3-4 se puede observar la dispersión y relación de la variable dependiente (biomasa) con cada una de las variables independientes (diámetro, altura, densidad y volumen).



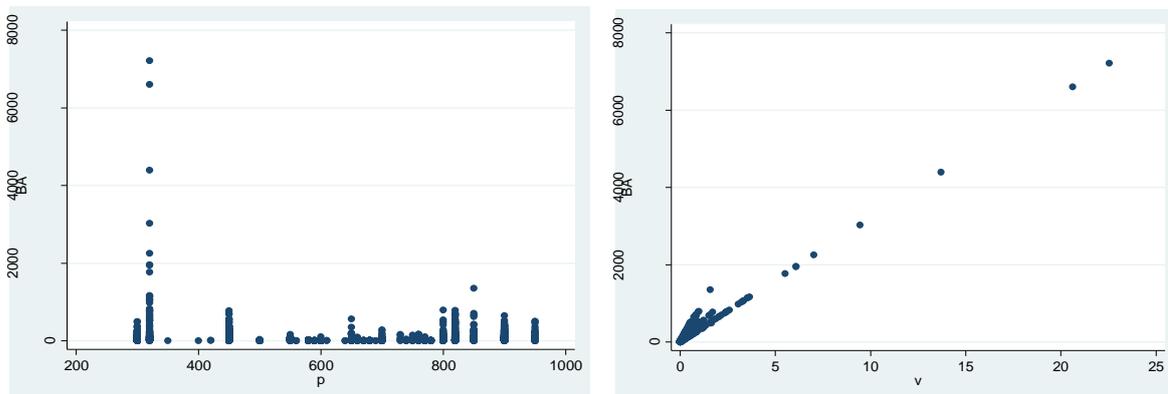


Figura 3-4: Relación de la variable dependiente con las variables independientes

Realizado por: Nathalie Isabel Aguirre Padilla. STATA.

De acuerdo a la base de datos que se posee para la presente investigación (muestra de 4746 observaciones), se procedió mediante la herramienta de análisis estadístico a calcular la biomasa aérea, teniendo los siguientes resultados (ver tabla 3-4).

$$BA = -185,46 + 11,86D + 5,21HT + 0,08p + e$$

Tabla 3-4: Resultados de la estimación de biomasa en función de la altura total, diámetro y la densidad.

Source	SS	df	MS			
Model	101404764	3	33801588	Number of obs =	4746	
Residual	80403424.4	4742	16955.5935	F(3, 4742) =	1993.54	
Total	181808188	4745	38315.7404	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.5578	
				Adj R-squared =	0.5575	
				Root MSE =	130.21	

biomasaarea	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
dimetro	11.86112	.1815096	65.35	0.000	11.50528	12.21697
altura	5.211221	.71105	7.33	0.000	3.817233	6.605209
densidad	.0803493	.0115128	6.98	0.000	.0577788	.1029198
_cons	-185.4606	8.818966	-21.03	0.000	-202.7499	-168.1714

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla, STATA.

Al realizar las pruebas estadísticas, al modelo se puede observar: que el coeficiente de correlación (R y R²) es alto (55,7 %), es decir, la variable dependiente (biomasa), si se encuentra determinada por las variables independientes.

En cuanto a los estadísticos de la prueba t de student son significativos, por lo que todas las variables son significativas. Los valores p todos son menores a 0,05, por lo que se concluye que es un buen modelo para realizar la estimación de la biomasa de árboles del bosque seco de la provincia de Loja.

La interpretación sería, al aumentar en un centímetro el diámetro del árbol, la biomasa aumenta en 11,86 kg. En el caso que la altura del árbol aumente en un metro, la biomasa aumentará en 5,21 kg. y finalmente si la densidad del árbol aumenta un m³, la biomasa aumentará en 0,80 kg.

Todas las variables independientes tienen relación directa y positiva, con la variable dependiente, únicamente el intercepto tiene un valor negativo, entonces al no existir datos de altura, diámetro y densidad no se podría calcular la biomasa de un árbol. Esta estimación se podrá utilizar para el cálculo de la biomasa de los árboles de los bosques secos de la provincia de Loja, y al tener características similares los bosques secos del Ecuador, serviría como una estandarización para calcular la biomasa de los árboles en ecosistemas similares.

La ecuación alométrica obtenida en la presente investigación es un referente para el cálculo de la biomasa de bosques secos en el Ecuador, que se puede comparar con la obtenida y planteada por Cahave *et al.*, (2005) que es: $B = \rho_i * \exp(-1.499 + 2.148 * \ln(DAP) + 0,207 (\ln(DAP))^2 - 0.0281(\ln(DAP))^3)$

Es así que se deja planteada una ecuación más para el cálculo de biomasa de los árboles de bosque seco. De esta manera no se tendrán que realizar procesos invasivos en los individuos que conforman el bosque, ni serán necesarios tomar muestras destructivas de los árboles.

4.2. Valoración económica de la captura de carbono

4.2.1. Transformación del carbono acumulado a dióxido de carbono capturado en los bosques secos de la provincia de Loja

Para conocer el dióxido de carbono acumulado en los bosques secos de la provincia de Loja, se debe transformar el carbono que esta acumulado en el comportamiento leñoso a CO₂ equivalente, para ello se multiplica por 3,6 que es el peso atómico del carbono, los valores se pueden ver en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Carbono acumulado en el compartimento leñoso considerado en el estudio de los bosques secos de la provincia de Loja, que son 5 hectáreas.

Carbono acumulado (t/ha)	32,90 x 3,6
Toneladas de CO ₂ equivalente (CO ₂ e/ha)	118,44
Total del bosque seco provincia de Loja	310 000 hectáreas
Total toneladas CO _{2e} en todo el bosque	36 716 400

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

El total de toneladas de CO₂ equivalente por hectárea que poseen los bosques secos de la provincia de Loja (CO₂ e/ha) y que se considerará para la negociación es de 118,44 tCO_{2e}/ha, valor que se enmarca dentro de los rangos normales según el MAE (2015) para este tipo de bosques.

4.2.2. Certificados o bonos de carbono que poseen los bosques secos de la provincia de Loja

Para calcular los certificados o bono de carbono que posee el bosque, se considera que 1 t de CO₂ equivalente representa un certificado o bono, ósea una tonelada de CO₂ equivalente es igual a un certificado (CER/VER), por lo cual el bosque seco tendría 118,44 certificados (CER) por hectárea.

Considerando que el bosque seco de la provincia de Loja posee una extensión de 310 000 hectáreas, el total de certificados que se podrá negociar son: 36 716 400 certificados, cantidad considerable, si se valora que cada uno tendría un valor de USD 5, que significaría ingresos suficientes para financiar la conservación de los bosques secos de Loja, tal como lo señala Aguirre (2011) en una perspectiva de buscar fuentes de financiamiento no tradicionales para costear las acciones de protección y manejo de ecosistemas en Ecuador

4.2.3. Comercialización de los certificados en mercados voluntarios

Lo que se negocia o vende en los mercados voluntarios son los certificados (VERs), la venta de VERs en mercados voluntarios está incrementándose ya que cada vez más países industrializados que emiten grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera se han comprometido en compensar este hecho con la compra de certificados de carbono que mitiguen el daño ambiental que están causando.

Por esta razón el Ecuador al ser un país megadiverso puede incursionar en estos mercados como lo han hecho países latinoamericanos como Colombia, Brasil, y recientemente Chile (Cumbre París, 2015). Al ofrecer VERs a países y a empresas que emiten gran cantidad de CO₂,

provenientes de Europa y de Estados Unidos, constituyéndose esta actividad en una posibilidad para emprender nuevos proyectos donde la propia naturaleza financie su conservación.

Aunque los precios de los VERs han fluctuado durante la última década, con tendencia a la baja, en año 2008 el precio era de USD 22,02, en el año 2010 llega a USD 14,32 y para el año 2013 a USD 4,45 que ha sido en precio más bajo que se ha presentado, para el año 2017 el precio promedio se ha mantenido en USD 5/VERs emitido, aseveración mantenida por SENDECO2 (2017).

Considerando el precio referencial actual que es de USD 5/Certificado (SENDECO₂, 2017), entonces, como el bosque seco de la provincia de Loja posee 118,44 certificados x USD 5, se tendría que cada hectárea de bosque tendría un valor de USD 592,20/ha. Se negocian para cinco o más años por una sola vez y con una sola empresa u organismo que paga este valor para mantener el stock por el tiempo contratado.

Para este trabajo de investigación se ha considerado el precio del 2017 (USD 5/CER), que permite una estimación financiera moderada del valor económico total por captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja; constituyéndose en una opción para mejorar la percepción y valoración del bosque seco por parte de la comunidad e instituciones, en virtud de la provisión del servicio ambiental captura de carbono, en la perspectiva de aprovechar y conseguir recursos económicos que permitan mejorar la calidad de vida de los dueños y de la población que dependen de ellos. El valor es alto, pero concuerda con estimaciones reportados por Aguirre (2010).

4.2.4. Valor económico total de bosque seco por el servicio ambiental captura de carbono

En la tabla 5-4 se presenta el valor económico total que puede tener el bosque seco de la provincia de Loja por el servicio ambiental captura de carbono.

Tabla 5-4: Valor económico total del bosque seco de la provincia de Loja por captura de CO₂

Bosque	Total USD
Una hectárea	592,20
Superficie de los bosques secos de la provincia de Loja, hectáreas	310 000
Valor total de los bosques secos de la provincia de Loja por captura de CO ₂	183 582 000

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

El valor económico total del bosque seco de la provincia de Loja por proveer el servicio ambiental captura de carbono es de USD 183 582 000 (dólares americanos).

4.3. Plan de negocios que reconozca la valoración comunitaria del servicio ambiental y mejore la calidad de vida de la población local

4.3.1. Percepciones de la población local acerca de los bosques secos de la provincia de Loja

La encuesta tuvo por objeto conocer la valoración que los habitantes de la provincia de Loja asignan a los servicios ambientales que presta el bosque seco de la provincia de Loja, y si al conocer el valor económico real del servicio ambiental captura de carbono su perspectiva de valoración cambia hacia el ecosistema. Las percepciones de la población local son:

El 90 % de personas encuestadas fueron del sexo masculino, en edades comprendidas entre 26-70 años, con formación primaria y secundaria. El 100 % de la población en el sector del bosque seco de la provincia de Loja, se dedican a la crianza de caprinos, producción agrícola, comercio y actividades artesanales, su nivel de ingresos fluctúa entre 601 a 900 mensuales.

Valoración del bosque seco por parte de la población local

El 90 % de encuestados no conoce el concepto de servicios ambientales del bosque, su conocimiento está orientado hacia la producción de madera y, su utilidad y valor esta dado en este sentido. El escaso conocimiento dificultaría en un inicio la incursión en el proyecto para conservación del bosque seco, que presta el servicio ambiental captura de carbono, por ende, la comunidad local no reconoce al bosque seco de la provincia de Loja como proveedor de este servicio ambiental.

En la actualidad el bosque seco de Loja ha adquirido importancia y reconocimiento por parte de la población local, debido a la presencia de *Handroanthus chrysanthus* (guayacán), especie que florece entre enero a febrero, convirtiéndose en atractivo turístico, que llama la atención de miles de personas que se movilizan hacia Mangahurco, Cazaderos, Paletillas (localidades del sector), generando ingresos económicos para la población local, que ha permitido el mejoramiento de la calidad de vida sustancial de las personas.

Al preguntar sobre la importancia que asignan a la conservación del bosque seco de la provincia de Loja, el 75 % de encuestados respondió que es de importancia la conservación, pero sin dejar de lado la parte de subsistencia de sus hogares, ya que el 80 % de población local usa el bosque para pastorear el ganado caprino, una de las principales fuentes de ingreso.

Al preguntar sobre si estarían dispuestos a colaborar económicamente por la conservación del bosque seco, el 85 % de los encuestados respondió que no, ya que el bosque les pertenece y no pueden pagar algo adicional por algo que es suyo, esta es una percepción importante y entendible, sobre la cual se debe trabajar para lograr compromisos de conservación en acción.

Mientras que un 15 % de personas encuestadas que reconocen la importancia del bosque, indican estar dispuestos a pagar un valor por su conservación, con la condición que sea un valor cómodo que no afecte su economía familiar. Es así, que las personas que contestaron que podrían pagar un valor para la conservación del bosque, sería en un rango de USD 0,50 a USD 2 al año.

Al preguntar si conocen que los árboles del bosque captura carbono, lo que en mercados internacionales se podría vender bonos o certificados de carbono por un valor económico, el 100 % de los encuestados desconocen de este tema y función del bosque.

Socialización de los resultados de la valoración económica del bosque seco a la población.

Se socializó los resultados obtenidos para asignar un valor ecológico y económico que tiene el bosque seco de la provincia de Loja; y, se volvió a preguntar sobre cómo calificaría la importancia de la conservación del bosque, se obtuvo que el 100 % de las respuestas indican que es muy importante ejecutar medidas para la conservación del bosque.

Y el 100 % de la población estuvo de acuerdo con que se deben iniciar actividades que permitan mejorar el estado de conservación del bosque. Ya que esto permitiría mejorar su calidad de vida, al recibir un porcentaje de la venta de certificados de carbono que provee sus bosques por la captura de carbono.

Se planteó tres actividades que podrían realizar como habitantes del bosque seco, el 80 % de los encuestados respondió, que ellos aportarían con el uso sostenible del bosque, ya que sus ingresos económicos están ligados al bosque, por lo que no podrían dejar de tocar al bosque en su totalidad, sin aprovechar los productos que se encuentran en él, especialmente productos diferentes de la madera, pero aseguraron estar dispuestos a mejorar la forma de aprovechamiento de los recursos (bienes ambientales) del bosque. Mientras que el 20 % afirmó que podrían dedicar su actividad económica al servicio turístico, aprovechando la belleza escénica del bosque seco, sin embargo, para este tipo de actividad también se necesitaría el apoyo económico (adecuaciones de lugar) y técnico (capacitaciones) de las autoridades locales.

Al consultar sobre si conocen de alguna institución gubernamental o no gubernamental que trabaje en la conservación del bosque seco de la provincia de Loja, el 80 % de los encuestados reconocen la acción de Naturaleza y Cultura Internacional, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Turismo, La Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA) y Municipios de los cantones. El 100 % de los encuestados coincide que el MAE solo se dedica hacer control y prohibición, lo cual no es bien visto por la población. El 90 % conocen que la fundación Naturaleza y Cultura Internacional ha comprado cientos de hectárea de bosque seco en Zapotillo y Macará para

proteger, lo cual no es del agrado de la población, ya que si bien es cierto se protege el bosque, no obstante, ellos quedan sin una fuente de ingresos, al dejar de explotar el bosque.

El 100 % de la población encuestada poseen propiedades, en cuyos territorios existe extensiones de bosque seco que está en buen estado de conservación, información que es de importancia, ya que, si se desea establecer un plan de negocios que reconozca la valoración comunitaria del servicio ambiental captura de carbono, es necesario contar con el interés y participación de la población y que esté dispuesta a conservar o a hacer uso racional de los recursos del bosque.

4.3.2. Percepción de las autoridades de instituciones y líderes cantonales sobre el bosque seco

Con el objetivo de conocer la valoración que autoridades e instituciones de la provincia de Loja, le asignan a los servicios ambientales que presta el bosque seco; y, si al conocer el valor económico real del servicio ambiental captura de carbono su perspectiva de valoración cambia.

Se realizó acercamiento a las autoridades locales de los GADs cantonales de Zapotillo, Macará, Pindal, Alamor, Paltas y Sozoranga; Mancomunidad de Bosque Seco, especialmente se contactó y trabajo con las direcciones ambientales de los GADs mencionados.

Al consultar sobre si conocen los servicios ambientales que el bosque seco de la provincia de Loja provee, el 95 % respondió que sí, y que además reconocen los beneficios y limitaciones de los mismos.

De igual manera el 100 % de los entrevistados indican que la conservación del bosque seco es de importancia, ya que es un ecosistema único y valioso, ya que en el viven numerosas especies de plantas y animales, muchas endémicas, que permiten que se cumplan las funciones ecosistémicas y así mismo funcionan como pulmones de la tierra.

Se socializó con cada uno de ellos los resultados de los cálculos y valores de captura de carbono del bosque seco por hectárea, así como la valoración económica del bosque, luego se volvió a consultar sobre la importancia de conservación del bosque, en donde su respuesta fue similar a la anterior, adicionando que a pesar de que conocen la importancia del bosque seco, no pueden obligar a las personas que habitan en la zona a conservar en su totalidad el bosque, ya que la población que vive en estos sectores no cuenta con recursos económicos suficientes para suplir sus necesidades, y el bosque es fuente de ingresos para sus hogares.

El 100 % de los entrevistados manifiestan que han propuesto varias iniciativas para el cuidado del bosque, en muchos casos no han tenido respuesta favorable de los habitantes, ya que el desconocimiento de la población es grande, lo que dificulta la labor de ellos como autoridad,

sumado al sentido político que representan para la comunidad, es difícil lograr la colaboración de todos los habitantes.

Luego se socializó que la investigación espera generar un plan de negocios para la comercialización de los certificados de carbono y, que estos ingresos podrían ser una fuente que financie la conservación, lo que sería manejado por los gobiernos locales, la Mancomunidad del bosque seco y, otra parte para obras en las comunidades que se integrarían al cuidado del bosque. El 100 % están gustosos de colaborar y participar en la propuesta, manifestando que con dichos recursos se podría realizar con la propia población actividades de conservación del bosque. Y al tener un ingreso del bosque ayudando a su conservación y dejar de destruir el bosque por la explotación, la población estaría dispuesta a dejar de lado las actividades cotidianas y emprender en el cuidado y conservación del bosque, sumado a actividades sustentables como el aprovechamiento de los bienes o productos no maderables que ofrece el bosque.

4.3.3 Comprobación de hipótesis

En base a las percepciones de la población local acerca de los bosques secos de la provincia de Loja, se deduce que existe desconocimiento y subvaloración de los servicios ambientales que provee el bosque, por esta razón para impulsar el plan de negocios será necesario capacitar a la población sobre las medidas para la protección y conservación del bosque; para disponer de un ecosistema saludable que continúe con la provisión del servicio captura de carbono, que podría ser comercializado en mercados voluntarios de carbono y generar ingresos para ellos.

Al contrario, las autoridades de los GADs, instituciones gubernamentales y líderes cantonales conocen los servicios ambientales del bosque seco, pero no se han propuesto proyectos que permita aprovechar esta potencialidad e incentivar a los habitantes de la zona a aprovechar y cuidar el bosque seco.

Considerando las percepciones de la población, líderes, directivos de los GADs, con los elementos del FODA y análisis de mercado de carbono voluntario y obligatorio a nivel internacional, se planteó el plan de negocios; modelo de negocio que recibió aportes de los directivos de las direcciones de gestión ambiental de los GADs de los siete cantones, de la Mancomunidad Bosque Seco, lo cual permitió plantear el plan de negocio bajo un escenario real considerando las fortalezas y oportunidades presentes en el sector. El plan de negocio responde a una realidad y pretende reconocer y valorar un aspecto hasta ahora poco conocido, estos conceptos también son manifestados en la iniciativa propuesta por BIOSUR (Aguirre, 2010)

Los resultados del estudio permitieron conocer el valor ecológico y económico total del bosque,

en relación al servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, y entender que es una opción para mejorar la percepción y valoración del bosque por parte de la comunidad e instituciones involucradas, lo cual permitirá el impulso de la comercialización de bonos de carbono (VER/CER) enmarcadas en un plan de negocios, esto generará recursos económicos para mejorar la calidad de vida de la población local propietaria de los bosques, garantizando de esta manera su conservación, con lo cual se comprueba la hipótesis alternativa.

CAPITULO V

5. PROPUESTA

5.1. Plan de negocios para la comercialización de bonos de carbono del bosque seco de la provincia de Loja en mercados voluntarios

5.1.1 *Antecedentes y descripción del negocio*

Luego de 1992 que se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Global, que prevé reuniones periódicas para monitorear la evolución de la situación climática del planeta. En 1997, en la reunión de Kyoto se firmó el Protocolo que establece limitaciones a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por parte de los países industrializados, que a la vez que imponer esos límites permite a los países negociar entre sí sus excedentes de cuotas de emisión en función de los límites que cada uno tenga otorgado.

La presente propuesta se enmarca dentro del MDL que es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto¹ establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados y a las empresas suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el primer periodo comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.

Cada vez se evidencia exigencias de mercado que obligan a las empresas que están generando gases de efecto invernadero a mitigar sus impactos de contaminación mediante la adquisición de certificados de carbono. Para lo cual se ha creado un mercado voluntario creciente interesado en comprar certificados de emisión de carbono (VERs).

Bajo este contexto se obtuvo la valoración económica- ambiental del servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, con la finalidad de obtener el valor económico de este ecosistema y conocer la importancia que tiene para la reducción de emisiones

¹ El protocolo de Kyoto se suscribió en la ciudad de Kyoto Japón el 11 de diciembre de 1997

de CO₂ y, buscar opciones de negociación de los bonos de carbono y generar ingresos económicos para la población que habita en ésta área, y se convierta en una alternativa para protección del bosque seco.

Una vez obtenido el valor económico del compartimiento leñoso del bosque seco de la provincia de Loja, se determina que el bosque tienen potencialidades en la captura CO₂, lo cual facilita elaborar este modelo de negocio que permita a la población local, con apoyo de los gobiernos locales incursionar en el mercado de carbono, con la finalidad de generar ingresos económico por cuidar el bosque; para lo cual se deberá incorporar, ciencia y finanzas en una sola organización, para identificar oportunidades financieras nacionales e internacionales.

El plan de negocio podría ser el vínculo entre políticas públicas y acciones de negocios en el área de regulaciones de emisiones de GEI, este plan de negocio permitirá detallar las funciones de los involucrados, de manera que la población junto con la Mancomunidad del Bosque Seco puedan organizarse y recibir asesoramiento durante el proceso de negociaciones entre empresas y/o países.

5.1.2 Promotores del proyecto

El proyecto estará a cargo de la población local de la zona de bosque seco, que le han apostado al desarrollo del ambiente como herramienta de negocios, que permitirá generar ingresos y desarrollo sustentable, a los actores locales (GADs, Mancomunidad Bosque Seco, población local) que forman parte de las alianzas estratégicas que se propone.

Esta empresa estará conformada por la Mancomunidad de Bosque Seco y la población local con la ayuda de los técnicos especialistas en desarrollo ambiental, identificando áreas fundamentales para el manejo de ésta: área administrativa, financiera, promoción y vinculación.

5.1.3 Misión y Visión

Misión:

Acompañar a los actores locales en el proceso de negociación de bonos de carbono existente en los bosques secos, en base a las toneladas de dióxido de carbono retenidas por año, buscando una rentabilidad competitiva e impulsando el desarrollo de la comunidad.

Visión:

Al 2022 ser la empresa comercializadora de certificados de carbono (VERs) líder en el mercado nacional, apoyados en la experticia y conocimientos del capital natural y humano de la provincia de Loja.

5.1.4 *Objetivos Estratégicos*

- a. Diseñar mecanismos legales, técnicos y financieros para la conservación ambiental.
- b. Evaluar la oferta y demanda de carbono del bosque seco de la provincia de Loja y del país.
- c. Realizar el análisis de las principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del proyecto planteado.
- d. Acompañar en el desarrollo de proyectos de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en los Mercados Voluntarios (MV), en la perspectiva de aprovechar los recursos del bosque seco de la provincia de Loja.
- e. Realizar el análisis financiero de la comercialización de VERs del bosque seco de la provincia de Loja.

5.1.5 *Descripción del servicio*

Con este proyecto se espera aprovechar la potencialidad de una de las regiones más biodiversas del Ecuador, específicamente en lo relacionado a la provisión de servicios ecosistémicos (retención de emisiones de carbono) mediante la protección de bosques.

Cada vez se evidencia exigencias de mercado que obligan a las empresas que están generando gases de efecto invernadero a mitigar sus impactos de contaminación mediante la adquisición de certificados de carbono. Para lo cual existe un mercado voluntario creciente interesado en comprar certificados de emisión de carbono (VERs).

Bajo este contexto, se espera aprovechar el mercado emergente de gases de efecto invernadero GEI y carbono neutral. Incorporando políticas, ciencia, y finanzas en una sola organización, siendo capaz de identificar con precisión oportunidades financieras en el ámbito nacional e internacional.

El proyecto incluye la identificación de oportunidades y estratégicas de negocios resultantes de cambios actuales de políticas ambientales en la región, cuantificación de absorción de carbono, análisis de políticas de comercialización de emisiones y servicios de desarrollo de proyectos, estructuras integradas de proyectos, evaluación de inversiones y estructuración financiera usando commodities ambientales.

5.1.6 Producto

La prestación de servicios de acompañamiento en el desarrollo del proyecto de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en los Mercados Voluntarios (MV), desde su conceptualización hasta la emisión de las certificaciones.

Las actividades que se prestarán para cumplir el objetivo planteado son:

- Detectar la oportunidad y elaborar el proyecto para el mercado voluntario.
- Gestionar ante la Oficina Ecuatoriana de MDL (Ministerio del Ambiente), su proyecto ya elaborado, como un proceso de validación del proceso, pese a que se negocie en mercados voluntarios.
- Gestionar ante los potenciales clientes el tipo de metodología para validar el proceso, al no estar bajo los mecanismos formales del MDL.
- Investigar y pactar en el mercado de bonos para encontrar una contraparte según su necesidad.
- Detectar fuentes de financiamiento para las primeras etapas del proyecto.

5.1.7 Mercado, competencia y crecimiento

5.1.7.1 Mercado de bonos de carbono

El nombre de “bonos de carbono” se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones. Así, se puede decir que existen “varios tipos” de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados y que se desarrollan en los mercados de carbono:

- Reducción de Emisiones Verificadas (VERs), Mercado voluntario, que son la base de este plan de negocios.
- Montos Asignados Anualmente (AAUs)
- Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs)
- Unidades de Remoción de Emisiones (RMUs)
- Certificados de Reducción de Emisiones (CER / VER)

Los países que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Certificados de Reducción de Emisiones por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello,

el proyecto debe cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Montos Asignados Anualmente (AAU)

Corresponde al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kyoto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa.

Unidades de Reducción de Emisiones (ERU)

Corresponde a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

Unidades de Remoción de Emisiones (RMU)

Corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente pueden ser obtenidas por países que se han comprometido dentro del protocolo de Kyoto y pueden obtenerse en proyectos de Implementación Conjunta. Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones.

Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos, hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son:

Compras Spot:

El precio del bono y la cantidad de bonos se acuerdan en la fecha del acuerdo de compra-venta, pero la entrega y el pago del bono se realizan en una fecha futura cercana. Se puede considerar como si la compra-venta ocurriera en el momento, aunque pasen unos días entre el pago y la entrega. Esto se hace para asegurar un precio conveniente para ambas partes y para reducir el riesgo de que el bono no se venda en el futuro.

Contratos de entrega futura:

Se acuerda la compra-venta de una cantidad específica de bonos al precio de mercado actual, pero el pago y la entrega se realizarán en fechas futuras, de acuerdo a un cierto calendario de entregas.

Opciones:

Las partes compran o venden la opción (el derecho a decidir) sobre si la venta se realizará o no en una fecha y a un precio pactados. De esta manera, el comprador tiene el derecho a comprar la cantidad de bonos ofrecida por el vendedor, pero no tiene la obligación de comprarlos una vez llegada la fecha acordada.

Las condiciones de precio, cantidad y fecha de entrega de los bonos se acuerdan el día de elaboración del contrato, y también se acuerda una fecha límite para que el comprador mantenga su derecho de compra. En este caso, el vendedor está a la expectativa y depende de la decisión del comprador, pero si la compra-venta se realiza, el comprador le pagará una cantidad adicional denominada premium. Todas las operaciones de compra-venta en el comercio de bonos de carbono están regidas por un contrato entre el comprador y el vendedor.

No hay un valor “oficial” sobre el precio de una tonelada de CO₂ reducida o no emitida. Aunque algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas (por ejemplo, hasta 2005, el Banco Mundial emplea un precio de USD 5 dólares por tonelada de CO₂ equivalente no emitida), el precio de la tonelada está sujeto a oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado.

Existen diferentes esquemas para el comercio de los bonos y diferentes sitios del mundo donde se pueden comprar y vender, pueden existir precios diferentes por cada tonelada de CO₂. Se mencionan un ejemplo:

Chicago Climate Exchange²: en operación desde diciembre del 2003; el precio ha fluctuado desde USD 0,90 hasta USD 2,10 dólares por tonelada de CO₂ (datos a mayo de 2017).

European Climate Exchange Carbon: en operación desde abril del 2005; el precio ha fluctuado entre USD 6,40 y USD 19,70 euros por tonelada de CO₂ (datos a mayo de 2017).

En el informe emitido por el Banco Mundial (2016) titulado: “Estado y tendencias del precio los certificados del carbono”, se observa los siguientes valores: en Finlandia el precio es USD 60 tCO₂, mientras que en Francia el precio es de USD 24 tCO₂, en Nueva Zelanda es de USD 13 la tCO₂, en Noruega es de USD 49 tCO₂, en Korea es de USD 15 tCO₂ en Slovenia de USD 19 tCO₂ y en Sudáfrica es de USD 8 tCO₂. El precio más alto está determinado en Suiza con USD 86 tCO₂.

² Tomado de la página web de la empresa CO2-EcoConsulting

5.1.8 Funcionamiento de los mercados de carbono

Los mercados de carbono nacen como una vía complementaria, alternativa y económicamente viable al compromiso asumido por gobiernos, individuos y empresas para disminuir las emisiones de GEI, causa del cambio climático³; en realidad, los mercados de carbono no describen un fenómeno nuevo, sino que al contrario, el mundo presencia transacciones de GEI desde los años 90', ya sea como complemento de políticas nacionales de control de emisiones o como resultado de iniciativas privadas.

Sin embargo, el verdadero impulso vino a partir de la ratificación del Protocolo de Kyoto y de la implementación, rápida y exitosa del EU Emission Trading Scheme (ETS). Así, con la entrada en vigencia del PK y el inicio del EU-ETS en el año 2005, el dióxido de carbono dejó de ser simplemente un gas y pasó a ser nueva commodity y un producto susceptible de intercambio comercial, algo impensable hace pocos años.

Comercializado en toneladas métricas (tCO₂), en la actualidad el CO₂ se compra y se vende en una serie de mercados que son distintos y separados el uno del otro.

Cada mercado tiene sus propias reglas y acepta diferentes categorías de tCO₂ como productos válidos para el intercambio; así, las tCO₂ que acepta un mercado no necesariamente son aceptables en otros mercados y hasta no existe un mercado de carbono unificado. Asimismo, este mercado no está definido por un solo tipo de producto, un solo tipo de contrato o un solo sistema de compradores y vendedores.

En el marco de la disminución de emisiones por parte de los países desarrollados, el 12 de diciembre de 2015 se llevó a cabo un acuerdo histórico por el cambio climático en donde 195 naciones se comprometieron a ratificar su compromiso ambiental. Siendo el objetivo principal del acuerdo universal, mantener el aumento de la temperatura en este siglo muy por debajo de los 2°C e impulsar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura incluso más, por debajo de 1,5°C sobre los niveles preindustriales (ONU, 2015).

Al determinar el precio del carbono se garantiza que queden reflejados en el mercado los verdaderos costos de los combustibles fósiles y los beneficios de una energía limpia; que la eficiencia energética obtiene todo su rendimiento; y que la protección forestal goza de un valor económico claro. La fijación del precio del carbono promueve hoy las inversiones en sistemas rentables para la reducción de emisiones, al tiempo que se libera el potencial de la innovación en tecnologías del mañana con bajas emisiones de carbono. Y al establecerse el precio del

³ Definición de "Factor CO₂", agencia especializada en mercados de carbono. Página web abril 2017.

carbono se respaldan un crecimiento limpio y sostenible y la creación de empleo en el contexto de una transición económica resiliente y favorable al clima, al tiempo que se generan ingresos públicos que se pueden utilizar, entre otras cosas, para ampliar la reforma fiscal o apoyar medidas en favor del clima (Banco Mundial, 2016).

Lo positivo es que la fijación del precio del carbono está ganando aceptación en el mundo: 66 jurisdicciones (aproximadamente 1 600 millones de personas) aplican ya programas de comercio de derechos de emisión o impuestos sobre el carbono. Se sabe que 90 países utilizan alguna forma de determinación del precio del carbono como medio para alcanzar las contribuciones determinadas a nivel nacional (nationally determined contributions, NDC) que comunicaron antes de la Conferencia sobre el Cambio Climático de diciembre de 2015 en París (Banco Mundial, 2016).

Y aun así, los esfuerzos que se realizan actualmente no son suficientes. Sólo el 12 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero están cubiertas por precios explícitos del carbono. Queda mucho por hacer mientras los países aplican sus contribuciones determinadas a nivel nacional y aumentan sus aspiraciones. (Banco Mundial, 2016). El Acuerdo entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

En Ecuador el Gobierno Nacional ha creado instituciones que permitan regular el mercado de carbono, es así que se crea el Concejo Nacional del Clima CNC, conjuntamente con el Ministerio del Ambiente (MAE), el MAE es la Autoridad para el MDL (AN-MDL) en mayo de 2003, la principal facultad es la emisión de las Cartas de Aprobación de los proyectos MDL a nivel nacional. Otras funciones del AN-MDL, son:

- Representación Nacional e Internacional.
- Adopción de procedimientos nacionales para la gestión de propuestas de proyectos dentro del Mecanismo para un Desarrollo Limpio, conforme a Reglas y Modalidades del MDL establecida en la decisión 17 COP7 del protocolo de Kyoto y los Acuerdos de Marrakech.
- Atender requerimientos de proponentes.
- Establecer vínculos nacionales e internacionales necesarios para las negociaciones

A partir del año 2009 la Subsecretaría del Cambio Climático, parte del MAE, lidera y coordina políticas, estrategias y normatividad de Cambio Climático; generación y gestión de información actualizada, posicionar al país en los mecanismos globales contra el cambio climático (MDL), vigilar el cumplimiento de la normativa nacional e internacional, cumplir las funciones de AN-

MDL, y coordinar investigación para planes y proyectos de cambio climático. Institución que adquirió las funciones relacionadas con la capacitación y aprobación nacional de los proyectos.

Complementariamente en el año 2010 se crea el Comité Interinstitucional del Cambio Climático (CICC), quien es el encargado de coordinar y facilitar la ejecución integral de políticas relacionadas con el Cambio Climático. Promover y solicitar información, insumos técnicos y legales para combatir el cambio climático (Landázuri, 2013).

Ecuador no posee un mercado de carbono a nivel nacional, sino que tiene la posibilidad de participar en un mercado global a través de la oferta de proyectos que reduzcan o eviten la emisión de GEI usando la metodología MDL. Por lo tanto, el Ecuador participa como ofertante y no como demandante. Y es aquí donde juegan un papel importante las instituciones antes mencionadas y el marco normativo que las regula, como son la Constitución del Ecuador aprobada en 2008 a través de los artículos 14, 395, 413 y 414 relee un fuerte compromiso por parte del Estado Ecuatoriano en la preservación, conservación y recuperación del ambiente y los recursos naturales, en promover el cambio en la matriz energética del país hacia tecnologías limpias, combatir el cambio climático, la deforestación y la contaminación atmosférica.

De igual manera el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 en el objetivo 7 establece: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global, dentro del cual establece las siguientes políticas:

- “7.2 Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios.
- 7.10 Implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria” (p.233).

Unas de las acciones que ha realizado el gobierno es un programa de mejoramiento del octanaje de la gasolina, medida que contribuyó directamente a la reducción de emisiones de CO₂ y al mejoramiento de la calidad del aire urbano. Además, a partir del 2006, mediante la implementación de veintiún proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (ver figura 1-5), se han logrado reducir 1 217 157 toneladas de CO₂ equivalente emitidas a la atmósfera (MAE, 2013).

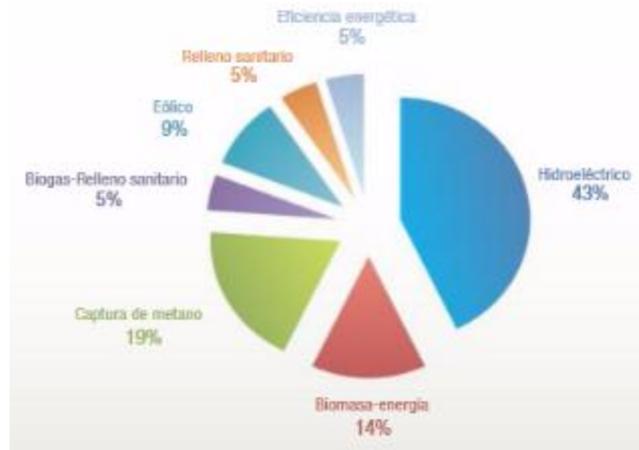


Figura 1-5: Porcentaje de proyectos MDL registrados en Ecuador

Fuente: Ministerio de Ambiente Ecuador, 2013.

Con ello las políticas estipuladas en el PNBV demuestran no solo un compromiso con la mitigación del cambio climático, sino también con el desarrollo del mercado de carbono, ya que se fomentan instancias y situaciones que favorecen al mismo.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) constituye otro componente importante que marca las directrices para combatir el cambio climático y desarrollar mercados de carbono en el país. La Política Ambiental Nacional (PAN) es la pauta de la nueva concepción de gestión ambiental, misma que articula todas las políticas relacionadas con el buen vivir pero que incumban el manejo sostenible del ambiente. Está constituida por políticas y estrategias, de las cuales existe una relación con el cambio climático que incide en el mercado del carbono.

Es así que de manera coherente la Constitución del Ecuador, el PNBV, la ENCC, la PNA incentivan la reducción de gases de efecto invernadero, lo que a su vez se articula con el resto de políticas para que las reducciones se realicen a través de mecanismos como el mercado de carbono, promocionando así su desarrollo.

En el ámbito internacional el país es parte del Protocolo de Kyoto, con lo que demuestra su compromiso para disminuir las emisiones de CO₂.

La oferta de proyectos por reducción de emisiones en el Ecuador tiene que seguir los rigurosos estándares internacionales del ciclo MDL, es aquí donde las instituciones y normativa nacional tienen un papel fundamental, ya que son los encargados de ayudar y encaminar para que tanto agentes públicos como privados tengan las facilidades en este proceso.

El proceso para que el proyecto pueda emitir sus CERs o VERs y participar efectivamente del mercado tiene que pasar dos filtros: el nacional y el internacional.

El filtro nacional se encuentra conformado por la primera fase de validación del proyecto, en esta etapa los proponentes deben realizar el PDD, registrarlo en el MAE y comenzar el trámite para aprobación del proyecto. En el proceso, el Ministerio del Ambiente en su rol de autoridad nacional designada, evalúa los proyectos para determinar si ellos ayudarán al país a la contribución de sus objetivos de desarrollo sostenible, mediante la emisión de los documentos oficiales como: carta de consideración temprana, carta de respaldo, carta de aprobación nacional.

Según el portal DirEc Ventanilla Única del MAE, los requisitos son:

- Solicitud de aprobación carta de consideración temprana (Formato descargado de la página de la UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change).
- Formulario F-CDM-PC (Tiene que presentar una evidencia de haber sido entregado a la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático).
- Solicitud de petición de la carta de respaldo
- Idea del proyecto
- Solicitud de aprobación carta de consideración temprana
- Solicitud de la carta de aprobación
- Licencia ambiental
- Documento del proyecto de mecanismo de desarrollo limpio (Formato emitido por la Dirección Nacional de Mitigación del Cambio Climático).
- Acuerdo específico para la evaluación del proyecto (Formato emitido por la Dirección Nacional de Mitigación del Cambio Climático).
- Comprobante de depósito

Procedimiento:

- Presentar una solicitud para obtener la carta de consideración temprana dirigida al/la ministro/a del ambiente adjuntar formulario F-CDM-PC, con evidencia de haber sido entregado a la convención marco de naciones unidas sobre cambio climático y con copia a la autoridad nacional del mecanismo de desarrollo limpio.
- Recibir mediante quipux la carta de negación o de consideración temprana y podrá continuar con la siguiente etapa, si necesita una carta de respaldo para el proyecto presentará la solicitud de petición de la carta de respaldo.

- Solicitud para obtener una carta de aprobación del proyecto del mecanismo para un desarrollo limpio, la misma que debe ser dirigida al subsecretario de cambio climático adjuntar requisitos.
- Recibir un oficio en el caso de tener observaciones para atender recomendaciones adjuntando el check list de los requerimientos solicitados.
- Enviar un oficio de observaciones atendidas al subsecretario.
- Recibir oficio en físico de aprobación de la primera fase y la notificación para que cancele el pago de la tasa.
- Realizar el pago de la tasa.
- Presentar oficio en físico de cancelación de la tasa adjuntar pago de tasa.
- Presentar Documento del proyecto de mecanismo de desarrollo limpio y Acuerdo específico para la evaluación del proyecto.
- Firmar acuerdo específico.
- Recibir inspección por parte de la autoridad nacional del mecanismo para un desarrollo limpio.
- Recibir Carta de Aprobación Nacional.

El filtro internacional son los trámites llevados a cabo por los proponentes en Junta Ejecutiva del MDL (JE), la aprobación internacional se caracteriza por la extensa burocracia internacional que se ve reflejada en los tiempos para su aprobación. Una vez que el MAE aprueba los proyectos, los mismos tienen que pasar un año en procesos de monitoreo y validación en donde la junta certifica el cumplimiento de lo estipulado en el proyecto. Además, de la revisión por parte de la JE, el proponente tiene que contratar una validadora que inspeccione el proyecto, el costo de la validación fluctúa entre USD 20 000 a USD 40 000 (Landázuri, 2013, p.32).

Para la validación de los VERs existen varios verificadores, para el presente proyecto se trabajará con el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), incluido en la base de Verified Carbon Standard (VCS), que dentro de su ámbito se encuentra la energía renovable y no renovable, demanda de energía, transporte, manipulación y eliminación de residuos, agricultura, bosques, uso de la tierra, el mismo que se encuentra activo desde noviembre del 2009; su sede es Bogotá, Colombia; esta elección se debe también a la cercanía con el país. Sin embargo otra opción con la se podría trabajar sería Carbon Check (India) Private Ltd. Ubicado en Nueva Delhi, que de igual manera cuenta con el mismo ámbito sectorial que la verificadora colombiana.

Una vez que los proyectos superan los filtros, pueden emitir sus VERs, los que se venden a través de la firma de un contrato (ERPA). Dependiendo de la capacidad de negociación y de la situación del mercado, los proponentes fijan un precio con los compradores, del que dependerán los beneficios económicos totales que se obtengan por el proyecto, así como el plazo del contrato.

5.1.9 Tipos de mercado

Existen dos principales tipos de mercado para el carbono: mercados de cumplimiento, como el EU-ETS y mercados voluntarios (ver figura 5-4).

En los *mercados de cumplimiento* la autoridad regulatoria fija límites a la cantidad de tCO₂ que pueden ser emitidas durante cierto periodo; a la misma vez, entrega (o vende) permisos para la emisión de tCO₂ durante ese periodo. Al ser comprados o vendidos entre partes que buscan cumplir sus obligaciones, los permisos dan fluidez al intercambio de CO₂. Por ende, los mercados de mayor volumen y valor son los de cumplimiento.

Además de los permisos debidamente emitidos por una autoridad, con el fin de cumplir sus límites de emisión, las empresas en un mercado de cumplimiento también pueden adquirir y utilizar certificados de reducción; los tipos de certificados que se consideran válidos, y la cantidad de los mismos que pueden ser utilizados en vez de permisos, son parámetros establecidos por la entidad reguladora. En última instancia, el funcionamiento de los mercados de cumplimiento depende de la voluntad política de las entidades reguladoras en mantener el esquema a través de límites de emisión obligatorios⁴.

Actualmente el EU-ETS es el esquema multi-nacional de comercio de emisiones de GEI más grande del mundo, con un control sobre el 70 % de las transacciones. Se trata de un esquema de cumplimiento basado en restringir y comercializar (cap-and-trade) que fue diseñado para regular las emisiones de CO₂ provenientes de un significativo grupo de sectores industriales en la UE, en función de las obligaciones adquiridas por los países europeos mediante el protocolo.

Para su primer periodo de cumplimiento (2005-2007: Fase I), la UE estableció, a través de PNA presentados por cada país, cupos sobre la cantidad total de dióxido de carbono (CO₂) que pueden emitir anualmente a la atmósfera aproximadamente 12 000 instalaciones en sectores industriales de alto consumo energético. Al mismo tiempo, se pusieron en marcha los mecanismos legales y mercantiles necesarios para que dichas empresas puedan vender sus derechos de emisión de CO₂ sobrantes a aquellas empresas que necesiten de ellos.

⁴ Nov 2008, Bangkok, Stian Reklef – sr@pointcarbon.com

De esta manera, a través de la creación de una bolsa europea de derechos de emisión de CO₂, y guiados por el precio de este nuevo valor, se busca premiar la inversión en procesos eficientes y menos contaminantes y, encarecer aquellas prácticas que basen sus modelos en procesos contaminantes.

En el mercado voluntario (MV) tanto individuos como organizaciones deciden libremente compensar las emisiones de GEI asociadas a sus actividades. Estos mercados, que se mueven paralelamente a los mercados obligatorios todavía representan un segmento muy pequeño y poco transparente del intercambio mundial de carbono⁵.

La demanda voluntaria de activos de carbono proviene de un creciente número de empresas, autoridades públicas y ONGs que están dispuestas a controlar sus emisiones, ya sea con el fin de sumar un valor añadido a su imagen, o meramente por querer contribuir a la lucha contra el calentamiento global; finalmente, otros operadores adhieren al MV en preparación a la entrada en vigencia futura de un esquema de cumplimiento que limite sus emisiones, en cuyo caso se habla de compradores “pre-cumplimiento” (pre-compliance buyers).

Cuando no califican como CER, los créditos intercambiados en el mercado voluntario son conocidos bajo el nombre de Reducciones de Emisiones Verificadas (Verified Emission Reductions, VER). Una tonelada (tonelada métrica) de emisiones reducidas genera un crédito VER.

No hay aún un estándar global para las VER que se generan a partir del mercado voluntario; su validación está a cargo de un variado conjunto de compañías verificadoras que operan en base a diferentes estándares. Por ende, los distintos tipos de VER tienen un espectro de comercialización limitado, ya que no se consideran productos fungibles entre sí.

En los mercados voluntarios el valor de los certificados de reducción es generalmente inferior respecto a mercados de cumplimiento y, depende de las exigencias del comprador con respecto a la calidad del proyecto del cual provienen las reducciones (a más bajo precio, menor las exigencias).

Por otro lado, los mercados voluntarios sirven para rescatar aquellos proyectos en los que no se puede aplicar una metodología aprobada, o que tiene problemas en su registro o tamaño no suficiente para cubrir sus costos de transacción. Cabe mencionar que un proyecto voluntario siempre puede registrarse posteriormente como un proyecto MDL, por lo cual el valor de sus reducciones aumentaría ya que estas podrían ser comercializadas como CER.

⁵ “Carbon 2008: post-2012 is now”. Roine, K., E. Tvinnereim and H. HasselKnipe. Fuente: www.pointcarbon.com

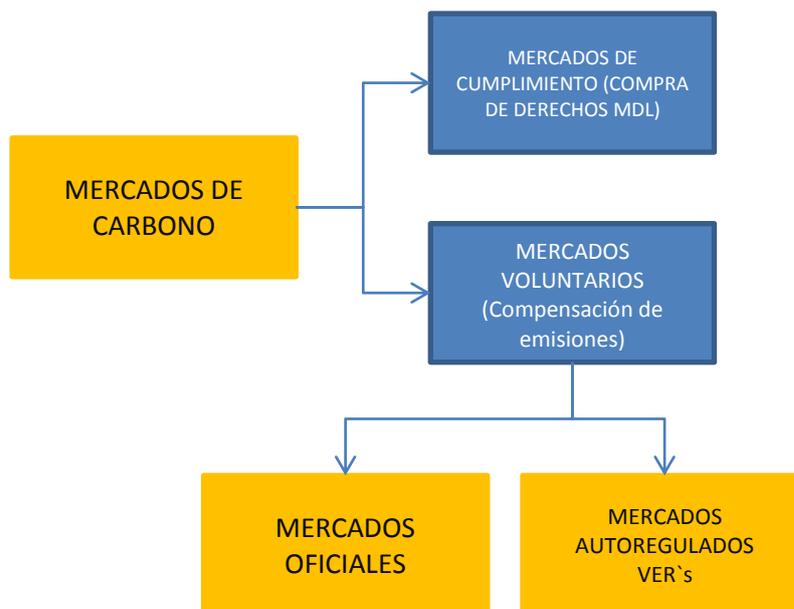


Figura 2-5: Tipos de mercados de carbono existentes y los cuales se puede acceder.
Fuente: Thomson Reuters Eikon, 2017.

5.1.10 Oferta

El mercado de la oferta del presente proyecto serán principalmente los certificados de carbono generados por los bosques secos de la provincia de Loja, los cuales están caracterizados por su biodiversidad (ver figura 3-5).

El total del área para la ejecución del proyecto, es el bosque seco de la provincia de Loja que suma 3 100 km², considerando las reservas de carbono existentes solo en el compartimento leñoso (fuste, raíz y copa) del bosque.

Para realizar los cálculos financieros del proyecto, se toma en cuenta un escenario moderado, en el que se considera el aprovechamiento del 16 % del potencial de los bosques secos valorados en Loja, con el factor de conversión del 32,9 por cada hectárea (reservorio de carbono), y como es una primera etapa del proyecto se trabajará con un nivel de incertidumbre del 50 % que permita desarrollar la propuesta y la socialización del proyecto con toda la población de los siete cantones de la provincia de Loja que poseen bosque seco.

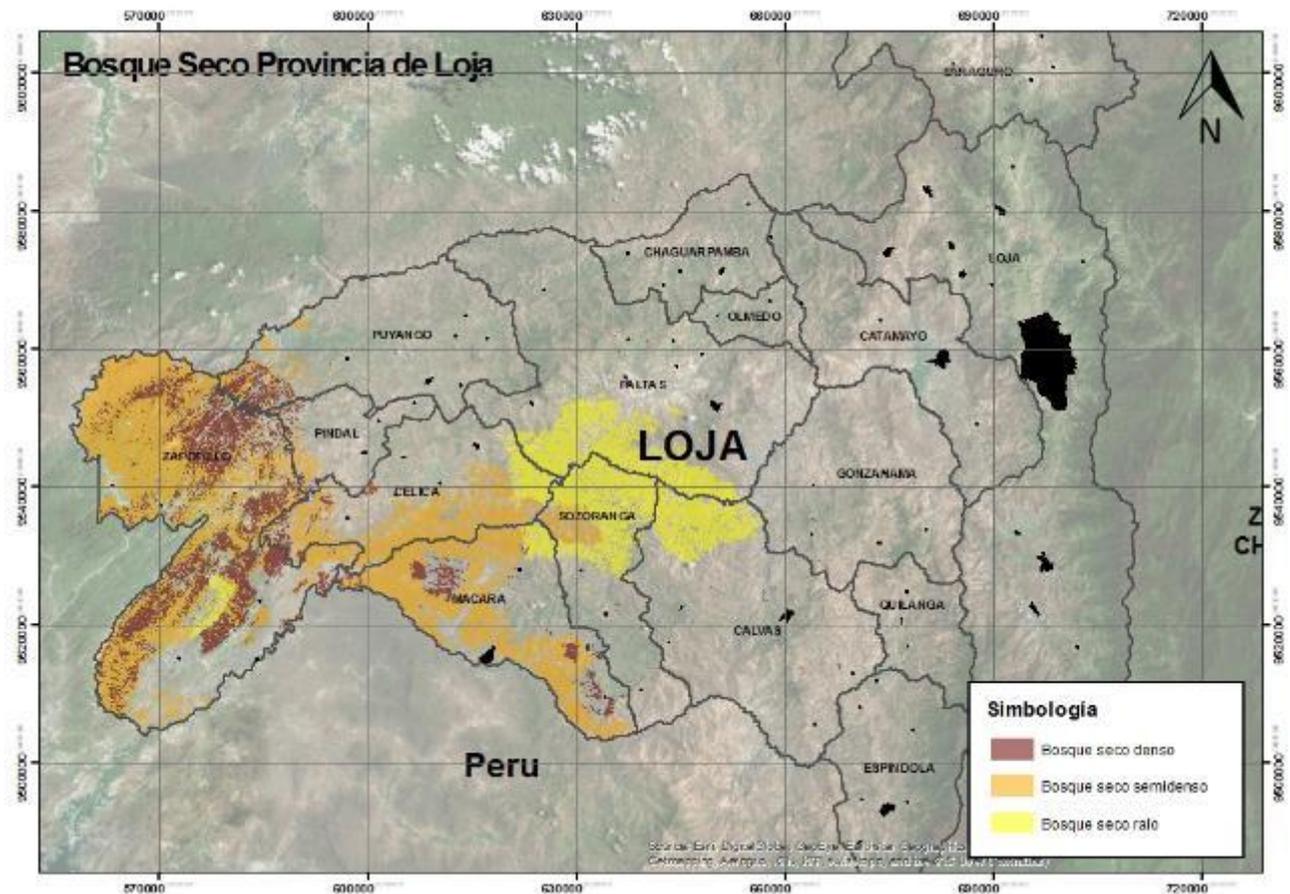


Figura 3-5: Oferta del mercado de carbono bosque seco de la provincia de Loja

Fuente: GAD provincial de Loja

5.1.11 Demanda

La presente propuesta se basa en la comercialización de certificados de carbono a empresas y países con altos niveles de contaminación, conscientes de la problemática ambiental y que se puedan manejar en el mercado voluntario de certificados de carbono.

Los demandantes constituyen no solo países sino también empresas privadas que quieren aportar al cuidado del ambiente las cuáles no sólo compran certificados de carbono, sino que podrán contar con la oportunidad de tener acceso a la biodiversidad de la región, a la vez que con una parte de los ingresos realizar actividades de conservación y preservación de los recursos de la zona.

Principalmente la adicionalidad del proyecto reside en que las empresas y países a más de comprar VERs, son actores principales del desarrollo socioeconómico de las comunidades pertenecientes a los bosques, debido a que se ha contemplado que un porcentaje de los ingresos generados sean distribuidos a las comunidades y al GAD.

Los certificados provenientes del proyecto, estarán dirigidos al mercado voluntario de certificados de carbono, se ha identificado dos segmentos potenciales, que se detallan a continuación:

- Empresas nacionales e internacionales tanto del sector público como privado que en sus procesos de producción mantengan altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero.
- Países industrializados con altos niveles de contaminación como Estados Unidos.

5.1.12 Competencia

Los principales competidores constituyen brokers y empresas internacionales que están comercializando certificados de carbono. En este contexto el presente proyecto, pretende ser una iniciativa que fomente la creación de vínculos directos entre productores y compradores, e incluso establecer alianzas estratégicas con brokers internacionales con el objetivo de captar mayor mercado. Sumando el valor agregado de que será un proyecto que beneficiará directamente a la población local y mancomunidad. Es necesario indicar que en Ecuador no existen empresas que brinden los servicios que se espera ofrecer con la presente propuesta.

Se presenta las principales empresas y/o brókeres que se encuentran operando a nivel internacional y que pueden servir como enlace para futuras negociaciones.

AgCert (www.agcert.com)

- Subsidiaria de la empresa AES produce y vende reducciones de GEI de proyectos forestales e industriales.
- Los proyectos presentados son todos MDL y la información de estos es enlazada con la página web de la UNFCCC.
- Presenta información detallada del Mercado Voluntario y Regulado del Carbono.

Atmosfair (www.atmosfair.de)

- Esta empresa está dirigida a la compensación de las emisiones producidas por viajes aéreos
- Los proyectos son 100 % Gold Standard localizados principalmente en países subdesarrollados.
- Presenta información detallada solo de los proyectos que se han implementado en el MDL.
- Presenta información completa del estado de los proyectos de su portafolio (validación, verificación y operación) y las definiciones de cada una de las fases.
- Presenta una explicación detallada para la proposición de proyectos.

Climate Care (www.climatecare.org)

- Completo portal de información de proyectos de reducción de emisiones de GEI.
- Presenta una calculadora on-line para cuantificar la Huella de Carbono
- Presenta una interesante tabla de los estándares que acepta Climate Care con una descripción de cada uno.
- Financia proyectos bajo los criterios de que presenten una alta calidad de reducción de emisiones y de 10 000 ton CO₂e.

Native Energy (www.nativeenergy.com)

- Se hace alusión al aporte para el desarrollo sustentable de algunas comunidades el adquirir bonos a través de este operador.
- Especialidad en proyectos agrícolas, captura de metano, biogás y energías renovables como la eólica y la solar
- Información acerca del cambio climático global, además de links a páginas web especializadas en el tema.
- Puede estimarse la huella de carbono para cada persona. El precio de cada tonelada es de alrededor de USD 12.
- Da la posibilidad de comprar porcentaje iguales de proyectos (50 % eólico – 50 % captura metano)
- Ofrecen créditos verificados bajo los siguientes estándares: CDM Gold Standard, Voluntary Carbon Standard, VER, Environmental Resources Trust, and the Climate and Community Biodiversity Standard.
- Ofrecen Green-e certificados CER.

Sustainable Travel (www.sustainabletravelinternational.org)

- Dedicada al desarrollo del turismo sostenible. Se plantea como misión promover el desarrollo sostenible y turismo responsable sobre el ambiente y las culturas locales.
- Certificados provenientes de energías renovables
- Solo compran bonos emitidos bajo el MDL Global Estándar, certificados por Green-e, y deben cumplir las normas establecidas por Climate, Community & Biodiversity Alliance.
- Posee un resumen con las generalidades del cambio climático global, además de describir el aporte del turismo a este problema.

Ecosecurities (www.ecosecurities.com)

- Usan los siguientes estándares: VCS, MDL Gold Estándar, Gold Estándar, Gold Estándar para VERs, VER+ y CCAR
- Posee proyectos de fuentes de energía renovables, agricultura, la gestión de los residuos urbanos, eficiencia industrial y la silvicultura.
- Es una compañía que estructura y guía los proyectos de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero desde su principio a fin, trabajando con los desarrolladores de proyectos y compradores de créditos de reducción de emisiones.
- En Febrero de 2006, EcoSecurities fue nombrado como el “Mejor Desarrollador de Proyectos MDL e IC” por Point Carbon (Thomson Reuters Eikon, 2017).
- Tipos de proyectos: Energía eólica, Energía geotérmica, Energía solar, Hidroelectricidad generada por centrales de pasada, Generación de electricidad de biomasa, Eficiencia energética, Captura y utilización de desechos agrícolas y animales para reducir el metano, Captura de gas de rellenos sanitarios a energía, Forestal.

Tree Banking (<http://treebankinginc.com>)

- Posee una calculadora para calcular la huella de carbono de personas
- Proveedor de servicios relacionados con la huella de carbono

CO2 Balance (www.co2balance.uk.com)

- Empresa dedicada a la compensación de bonos de carbono
- Ofrecen un certificado de validez científica. Sus procesos son validados por una universidad.
- Para asegurar transparencia todos los créditos de compensación de carbono se registran en Carbon Zero Register
- Proyectos de seguimiento de sus bonos a través de GPS
- También utilizan la norma ISO 14064-2:2006

Prima Klima Weltweit (www.prima-klima-weltweit.de)

- Buena información del cambio climático y de la forestación como solución.
- Documentos adjuntos del IPCC

- Presenta un cuestionario para los proyectos de VERs donde enfatizan el componente social y ambiental
- Dan importancia a la verificación de terceras partes pero no presentan requerimientos específicos
- Proveen de certificación y logo
- No presenta los estándares que originan los VERs ofrecidos. Tienen su propio estándar denominado "Kriterienkatalog"

Balance Carbon (www.balancecarbon.com)

- Compañía Australiana que provee de un certificado de compensaciones
- Compensa actividades individuales o de compañía de las emisiones producidas por el transporte aéreo y autos, con un precio de USD20 la tonelada
- Solo compran VERs generados por el Programa “Climate Friendly or the New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme”
- No presenta información de ningún proyecto
- No presenta información de los estándares

Green Carbon (www.greencarbon.co.nz)

Bróker de Nueva Zelanda

- Proveen de un logo de certificación
- No presenta información de los proyectos
- Declara la utilización de proyectos del CCX y describe sus criterios

Carbon Friendly (www.carbonfriendly.com)

- Principalmente proyectos de secuestro de carbono
- Ofrece proyectos LULUCF
- Considera solo proyectos VCS, CCBS y CCX
- Los proyectos son verificados por TÜV Rheinland
- Proveen de un certificado de compensación

Word Land Trust (www.worldlandtrust.org)

- Compañía de conservación de zonas degradadas y de especies en peligro de extinción o vulnerables.
- Ofrece la cuantificación de emisiones mediante una calculadora de carbono on-line, y una compensación por proyectos de forestación y recuperación de zonas degradadas.

- Presenta balance de carbono de los proyectos y criterios.
- Cada offset tiene un valor de 15 libras
- Presenta un estándar propio el que explican cada una de sus especificaciones. Presenta requerimientos de adicionalidad, documento de diseño de proyecto, línea de base, monitoreo, permanencias y fugas.
- Presenta información completa de los proyectos pero no los documentos de verificación.

Enviro Friendly (www.enviro-friendly.com)

- Solo apoyan proyectos provenientes de Australia
- Cada tonelada es vendida a AUD\$ 19,85
- Venden toneladas on-line sin informar el proyecto de procedencia
- Venden créditos certificados por el Gobierno
- Utiliza el estándar NSW Greenhouse Abatement Écheme

ClearSky Climate Solutions (www.clearskyclimatesolutions.com)

- Diseñan y desarrollan proyectos de reducción de GEI
- Funcionan tanto como Retail como Broker
- Ofrecen el servicio de cálculo de la Huella de Carbono
- Declara que los VERs están certificados por estándares de calidad, sin embargo presenta solo proyectos CCX
- En la ficha del proyecto presenta los estándares

El listado anterior, se constituye en la competencia a nivel internacional, pero también podrían ser aliados estratégicos por cuánto ninguno tiene presencia en el Ecuador. Esta debe ser concebida como una oportunidad de negocio, por cuánto para lograr estándares internacionales, se debe iniciar con empresas que ya estén en el mercado.

5.1.13 Modelo de Negocio

El modelo de negocio que se plantea, es ser una empresa articuladora entre el mercado voluntario de la comercialización de VERs y los productores de estos certificados que en este caso lo componen los dueños de bosques que son las comunidades y personas naturales que habitan el bosque seco (Mancomunidad del Bosque Seco) y que desean desarrollar este negocio.

Los gobiernos autónomos locales son aliados estratégicos debido a que al ser un sector estratégico por la nueva ley de empresas públicas se debe tener como socio a un gobierno local.

La cadena de valor en donde se refleja el modelo de negocio planteado, se presenta en la figura 4-5.

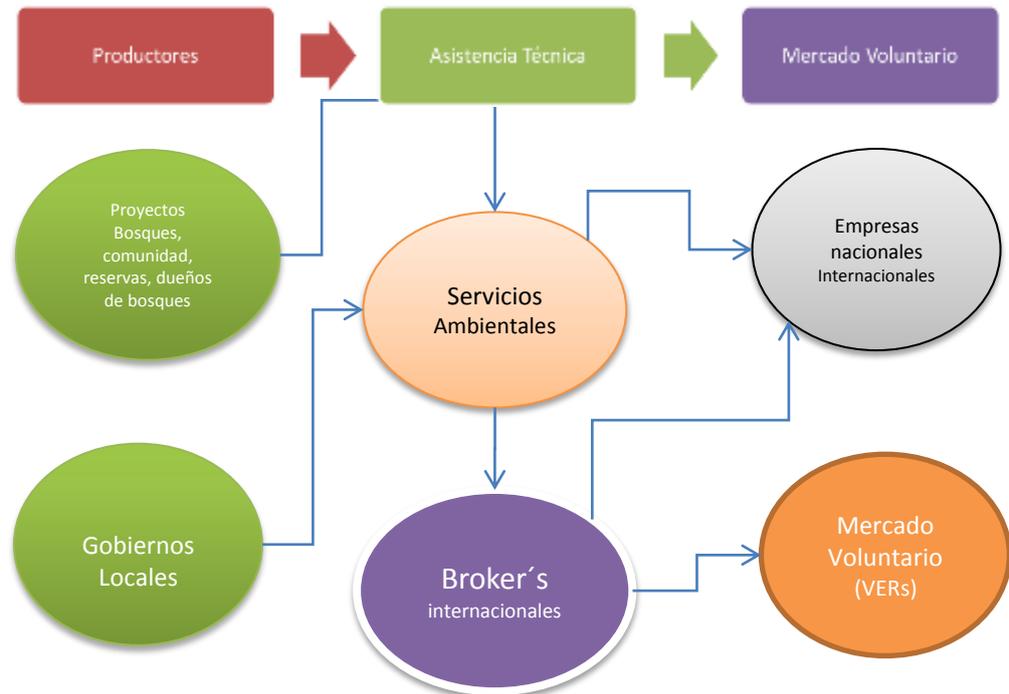


Figura 4-5: Cadena de Valor del Mercado Voluntario de carbono

Fuente: Entrevistas Biosur – Mercado

Los certificados provenientes del bosque seco, estarán dirigidos a mercados voluntarios de certificados de carbono: empresas internacionales, estados, con compromisos de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y con alta responsabilidad ambiental.

La propuesta espera ser una estrategia de negocio resultante de cambios actuales de políticas ambientales en la región, cuantificación de absorción de carbono, análisis de políticas de comercialización de emisiones y servicios de desarrollo de proyectos, estructuras integradas de proyectos, evaluación de inversiones y estructuración financiera usando commodities ambientales.

Las principales características del modelo de negocios y porque se eligió desarrollarse en el mercado voluntario de carbono son:

- Mayor potencial para implementar proyectos pequeños con altos beneficios para la comunidad local en países de bajos ingresos.
- Procedimientos menos burocráticos por lo tanto menores costos de transacción (certificación).
- Mayor flexibilidad lo que permite la inclusión de proyectos de diferente tipología.

- Financiación extra para proyectos de cooperación.
- Tecnologías limpias para los más pobres y mejora de servicios energéticos

Estas características del mercado voluntario frente a los de conformidad le permiten ser más eficaz y sostenible.

5.1.14 Perspectivas de crecimiento del negocio

En los últimos 10 años, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) cubiertas en los mercados internacionales de carbono se ha multiplicado por tres. En el 2016, alrededor de 40 jurisdicciones nacionales y más de 20 ciudades, estados y regiones, entre las que se incluyen siete de las 10 economías más grandes del mundo, han impuesto un precio a las emisiones de carbono. En concreto, siete gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂e) o alrededor de un 13 % de las emisiones globales de GEI pagan actualmente un precio del carbono, según el informe *State and Trend of Carbon Pricing 2016 (Estado y tendencias de los precios del carbono 2016)*, del Banco Mundial, Ecofys y Vivid Economics.

Este año (2017) están en marcha dos nuevas iniciativas de fijación de precios para el carbono: Por un lado, el estado de la Columbia Británica (Canadá) ha establecido un precio a las emisiones de las plantas de gas natural licuado junto con su impuesto al carbono, mientras que Australia ha puesto en funcionamiento un mecanismo de salvaguardia para un Fondo de Reducción de Emisiones que exige a los grandes emisores que excedan su límite que compensen el exceso de emisiones.

En lo que a tendencias se refiere, según los analistas del documento, «2017 podría ser testigo del mayor aumento de la proporción de emisiones globales cubierto por los mercados de carbono en un solo año. Si China implementa su sistema nacional de comercio de emisiones (Emission Trading Scheme, ETS) tal y como ha anunciado, las estimaciones iniciales no oficiales muestran que las iniciativas de fijación de precios del carbono podrían pasar de cubrir un 13 % a entre un 20 y un 25 % de las emisiones de GEI». Si esto se cumple, el ETS chino se convertiría en el principal mercado de comercio de emisiones a escala global, por delante de la Unión Europea.

Asimismo, otros proyectos programados para comienzo de 2017 son la entrada en funcionamiento de un ETS en Ontario; un impuesto al carbono en Alberta, que se aplicará junto con su actual régimen de comercio de derechos de emisión e impuestos sobre el carbono en Chile y Sudáfrica. Además, Francia está planeando introducir un precio mínimo para el carbono en el 2017.

Rango de los precios de la tonelada de CO₂e

Según el Banco Mundial (2016), el rango de precios de la tonelada de CO₂e es amplio entre las iniciativas existentes. En este sentido, varía de menos de USD1/tCO₂e hasta USD 131/tCO₂e, con alrededor de tres cuartas partes de las emisiones cubiertas en los mercados globales por debajo de USD10/tCO₂e.

El valor total del volumen de derechos de emisión movido en 2016 y de los impuestos al carbono está por debajo de 50 000 millones de dólares, lo que supone que se mantiene en niveles de 2015. «Esta estabilidad se debe a aumentos en las diversas tasas de impuestos sobre el carbono compensadas por los menores precios del carbono en la mayoría de los ETS», aclaran los expertos.

Además, del aumento del número de iniciativas de fijación de precios del carbono, el número de empresas que han aportado informaron a Carbon Disclosure Project (CDP) en 2016 sobre sus proyectos en marcha de implementación de precios internos del carbono y sus planes futuros también ha aumentado. En 2016, el número de empresas que utilizaron un precio interno del carbono se ha triplicado en comparación con datos de 2014 (Banco Mundial, 2016).

El precio interno del carbono es diverso, con valores que oscilan entre USD 0,3/tCO₂e y USD 893/tCO₂e. Aproximadamente, un 80 % de los valores por tonelada de CO₂e de las empresas que aportaron su información a CDP está entre USD 5/tCO₂e y USD 50/tCO₂e (Banco Mundial, 2016).

Brasil ha tomado la delantera entre los países latinoamericanos, con la creación del Mercado Brasileño de Carbono, iniciativa conjunta entre la Bolsa de Mercaderías y Futuros y el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio, que tienen como propósito fundamental desarrollar un sistema eficiente de reducción de emisiones certificadas.

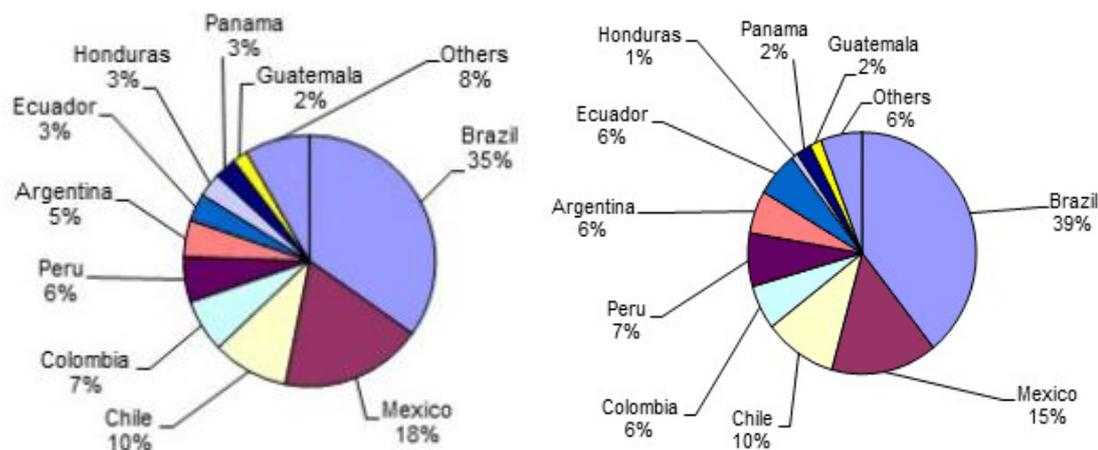
A partir de esas políticas públicas de incentivo, Brasil se ha convertido en uno de los mayores exportadores mundiales de créditos de carbono y el primero de América Latina, contabilizando cerca de 20 % de los 55 millones de tCO₂e que ha reducido la región.

Latinoamérica en general requiere cambios estructurales para aprovechar la dinámica del mercado, bien sea en el de cumplimiento o fuera de este. Una encuesta del Banco Mundial identificó como las barreras más importantes para la implementación de MDL, la falta de esquemas locales de promoción, falta de financiamiento para las actividades y proyectos, y el riesgo país.

A pesar de esas limitaciones se ha aprovechado hasta ahora el potencial del negocio, generando casi la mitad de los proyectos negociados en MDL en el mundo. Esto se debe, principalmente, a

lo que la CEPAL ha denominado el “stock de recursos para energías renovables” con el que se cuenta, sobre todo las centrales hidroeléctricas, que suman 53 % de todos los proyectos negociados.

En cuanto a Mecanismos de Desarrollo Limpio, en Ecuador según la página web CD4CDM, se cuenta con las estadísticas ilustradas en la figura 5-5.



Volumen de RCE para el CP2 hasta el año 2020 en América Latina por países

Figura 5-5: Proyectos MDL en América Latina, donde se observa la participación de Ecuador.

Fuente: CD4CDM, 2017.

Como se observa en la figura 5-5, Brasil y México son los países con más participación en proyectos MDL en América Latina, para el año 2020 se espera que la participación de Ecuador aumente. Convirtiéndose en un escenario positivo que se podría aprovechar para la comercialización de VERs, por el servicio de captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja. En la tabla 1-5 se puede ver el listado de los principales proyectos MDL del Ecuador.

Tabla 1-5: Proyectos MDL Ecuador con perspectivas de seguir creciendo

Provincias de Ecuador	Energía de biomasa	Energía Eléctrica a bajo costo	Hidroeléctrico	Gas de relleno sanitario	Evitar el metano	Solar	Transporte	Viento	Total
Azuay			2	1					3
Bolívar			1						1
Cañar			1						1
Carchi			1						1
Chimborazo									0
Cotopaxi			2						2

Provincias de Ecuador	Energía de biomasa	Energía Eléctrica a bajo costo	Hidroeléctrico	Gas de relleno sanitario	Evitar el metano	Solar	Transporte	Viento	Total
El Oro			1						1
Esmeraldas					1				1
Galápagos								2	2
Guayas	2				2				4
Imbabura	1		1						2
Loja								1	1
Los Ríos			1						1
Morona			3						3
Napo			4						4
Pichincha			4	2	4	1	1		12
Sucumbius									0
Tungurahua			1						1
Zamora-Chinchiipe			1						1
Many		1							1
Total	3	1	23	3	7	1	1	3	42

Fuente: CD4CDM (2017).

Sistematizado por: Nathalie Aguirre Padilla

Como se observa en la tabla 1-5 y en la figura 6-5 la mayor parte de proyectos MDL con los que Ecuador cuenta son en el ámbito hidroeléctrico, seguidas de medidas para evitar la contaminación por metano, energía a partir de biomasa y energía eólica.

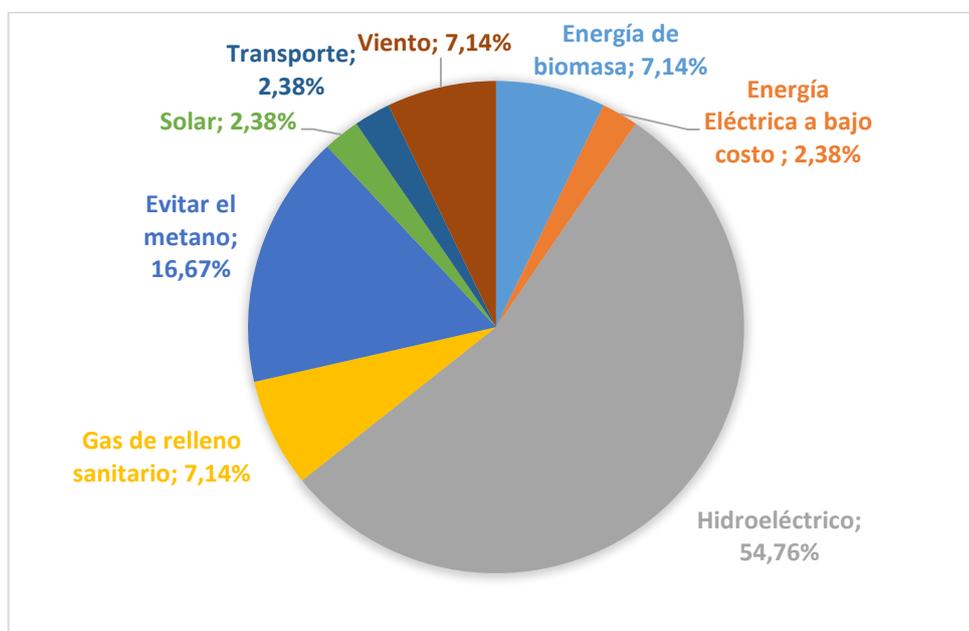


Figura 6-5: Proyectos MDL que se ejecutan en el Ecuador

Fuente: CD4CDM, 2017

Realizado por: Nathalie Isabel Aguirre Padilla

5.1.15 Análisis FODA

Analizados los mercados potenciales y productos (certificados), es necesario contrastar los mismos con la realidad del país, con el fin de determinar si es viable la inserción del Ecuador en los mercados de carbono. Con base al diagnóstico participativo, a las encuestas y entrevistas realizadas en la zona de estudio, y reuniones de socialización se obtuvo el F.O.D.A, donde se determinó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas como premisas o condiciones necesarias para la gestión sostenible de los bosques secos de la provincia de Loja.

Las principales fortalezas para el proyecto son:

- El Ecuador cuenta con un patrimonio natural rico en recursos naturales, flora y fauna. El 55 % de la superficie del país está cubierta de bosques y es uno de los 17 países megadiversos del mundo. Estas características facilitan la aplicación del mecanismo REDD+ y para calificar como ofertantes de certificados de carbono (PNC ONU-REDD Ecuador).
- En el ámbito legal, la Constitución, el Plan Nacional del Buen Vivir, promueven la lucha contra el cambio climático y la conservación del patrimonio natural del país.
- Ecuador se ratificó la CMNUCC en 1997 y el PK en 1998.
- Existe una autoridad nacional para el MDL, por lo que cumple con los requerimientos internacionales para participar como país anfitrión de proyectos MDL (MAE).
- Desde el 2008 el Ecuador ha participado activamente en las negociaciones internacionales REDD+, lo cual es un considerable avance para una rápida y correcta incorporación del mecanismo (Landázuri, 2013, p. 45).
- Riqueza de especies silvestres del bosque seco: 62 especies (34 familias).
- Riqueza de especies medicinales, alimenticias y forrajeras.
- Se cuenta con la valoración ecológica y económica del bosque seco de la provincia de Loja.
- Hombres y mujeres poseen un conocimiento local de las especies: biología, propiedades y uso.
- Población local está consciente de la problemática ambiental del bosque seco.
- Hectáreas de bosques secos conservadas por la presencia de *Handroanthus chrysanthus* (guayacán), sitio turístico que genera ingresos para la población, por lo cual la población local las conserva.
- Población local tiene el interés de emprender e incursionar en los mercados de carbono y por ende cuidar el bosque
- Presencia de líderes comunitarios.

Dentro de las debilidades que enfrentan las comunidades para el manejo sostenible de los bosques secos se tiene:

- Pobladores de las comunidades desconocen de las potencialidades del bosque, especialmente en aspectos de prestación de servicios ambientales
- Desconocimiento de los mercados de carbono, que son, como funcionan
- Falta de difusión y promoción de los beneficios de participar en proyecto MDL. Además de desconocer la posibilidad de participar en el mercado de carbono, muchas empresas y municipios desconocen los potenciales beneficios económicos.
- Problemas socio culturales (gestionar basura, mentalidad de desarrollo sostenible, miedo al cambio y a incentivos diferentes) (Neira *et al.*, 2006, p. 52).
- Barreras de entrada, altos costos de inversión y costos de transacción hasta desarrollar el proyecto.
- Falta de información confiable en fuentes oficiales, lo que no permite el conocimiento de experiencias previas.
- Desconocimiento del proceso para ofertar certificados de carbono, mediante la preservación del bosque seco.
- Escasa capacidad organizativa para emprender proyectos productivos.
- Escasa visión para comercializar Productos Forestales No Maderables del bosque y por ende certificados de carbono.

Las principales oportunidades para las comunidades que pueden ser potenciadas son:

- Las riquezas de especies en combinación con el bosque seco representan un potencial para el turismo comunitario, y al conservar el bosque seco permitirá ser una potencial fuente de ingresos para la comunidad.
- Existencia de mercados alternativos (Mercados Voluntarios y REDD+) y la posibilidad de apertura de nuevos mercados que consideren MDL (Australia y Canadá)
- Capital humano disponible en el mercado nacional, ya que se cuenta con personal técnico capaz de validar proyectos MDL, oriundo de la provincia de Loja, lo que permitiría una mejor gestión para la aprobación del proyecto.
- Al vender los certificados de carbono se tiene un excedente, que puede ser utilizado para programas de elaboración de artesanías y souvenirs con productos no maderables del bosque. Además, las manualidades permiten la elaboración de exhibiciones permanentes de especies y productos derivados.
- La ratificación de la segunda fase de aplicación del tratado del PK, reduce la incertidumbre acerca del futuro del mercado de carbono. El mismo compromete a los países a continuar

con las metas de reducción de carbono, lo cual a su vez alienta la demanda de certificados de reducción de emisiones (Landázuri, 2013, p. 47).

- Europa y Australia han ratificado la segunda fase. Este hecho también alienta la demanda de certificados de emisiones ya que Europa es el mayor demandante de los mismos (Landázuri, 2013, p. 38).
- Producción de especies vegetales nativas del bosque seco en viveros, para ser utilizadas en reforestación.
- Existe mercado nacional e internacional para producción de algarrobina, miel, plantas medicinales y artesanías, que mediante la implementación de las medidas de mitigación se podrá aprovechar de manera sustentable y conservar el bosque en buenas condiciones, y poder negociar los certificados de carbono al finalizar el periodo del contrato por algunos años más.
- Apoyo técnico y logístico de la Mancomunidad Bosque Seco para el desarrollo del proyecto de emisión de certificados de carbono.
- Apoyo del Ministerio del Ambiente, para poder aprobar el proyecto de Certificados de carbono del bosque seco de la provincia de Loja.
- La existencia de la empresa FactorCO₂ que ofrece servicios técnicos de consultoría y de mercado, tanto para gobiernos y organizaciones internacionales que cuenta con sede en la ciudad de Guayaquil, que puede ser el bróker para la negociación de los VERs en mercados internacionales.

Las amenazas que se pueden presentar para el proyecto de certificados de carbono:

- Falta de capital para iniciar el proyecto.
- Falta (escaso) financiamiento para proyectos MDL. Las entidades financieras nacionales no han cumplido su rol de asignar eficientemente los recursos; por lo que organizaciones internacionales como CAF, han tenido que cumplir con este propósito (Landázuri, 2013).
- La inestabilidad jurídica y alto riesgo para inversiones a largo plazo juegan un papel negativo para el desarrollo de proyectos MDL. Los proyectos requieren de varios años para recuperar la inversión, además de estabilidad política para firmar contratos por varios años por proyectos aún no ejecutados. Lo cual conduce a que Ecuador no sea un país atractivo para las inversiones, especialmente si se tiene en cuenta la competencia directa, como el Perú, quien ofrece mejores condiciones (Cavallucci, 2009).
- Altas tasas de interés financiero.

- Crisis que afecta a Europa, especialmente a países como España, puede ser un factor determinante en la demanda por certificados de carbono del mismo (State and Trends of the Carbon Market, 2016).
- Riesgos para la inversión económica.
- Factores climáticos de sequía podrían afectar a la población y se vean obligados a dañar el bosque para poder generar los recursos económicos necesarios para su sustento.
- Disminución del precio de negociación de los certificados de carbono.
- Aumento del riesgo país, lo que provocaría desinterés de empresas u países potenciales compradores de los certificados de carbono.
- El largo y costoso proceso para la emisión de los certificados de reducción de emisiones, representa una fuerte barrera de entrada para todos los formuladores de proyectos, ya que no todas las empresas pueden afrontar todos los costos ni esperar tanto tiempo (Landázuri, 2013).
- Los precios actuales son los más bajos registrados desde el 2008, por lo que se corre el riesgo de que bajen aún más y la negociación se paralice (FactorC02, 2017).
- Trámite burocrático en el filtro internacional por el que debe pasar el proyecto para ser aprobado y calificarnos como ofertantes de certificados de carbono.

5.1.16 Aspectos técnicos operativos

5.1.16.1 Ubicación de la empresa

Macrolocalización

El proyecto, se ubicará en Latinoamérica, en la región 7 del Ecuador, provincia de Loja, cantones Zapotillo, Macará, Pindal, Puyango, Paltas, Pindal y Sozoranga.

Microlocalización

Tendrá su sede en la ciudad de Macará, el ámbito de acción será de tipo local, regional, nacional e internacional.

5.1.16.2 Procesos del servicio

Para el desarrollo de proyectos en mercados voluntarios se necesita realizar el siguiente proceso:

- Identificación del proyecto; desarrollo del PIN (Project idea note)
- Desarrollo del PDD.
- Registro del proyecto.
- Monitoreo del Proyecto.
- Verificación/Certificación de la actividad del proyecto.

- Emisión y venta de los VER`s.

Las cuatro primeras etapas son desarrolladas previa la implementación del proyecto, aunque en algunos casos el proyecto puede comenzar a implementarse mientras se realiza el trámite de aprobación.

Las dos primeras etapas se realizan en el ámbito de la administración del país anfitrión; la tercera, entre las partes y eventualmente la entidad financiera actuante. Las restantes, son efectuadas por la Junta Ejecutiva del MDL de Naciones Unidas. El proceso del trámite se puede ver en la figura 7-5.

Una vez que se establezca la cantidad de VERs a comercializar y se establezca el contacto con el país o la empresa con la que se realizará el contrato se espera que sea para 5 o 10 años. Adicional a esto se pagará una comisión al bróker que realice el contacto y permita colocar los VERs en el mercado voluntario.



Figura 7– 5: Diagrama Simplificado de los Trámites de Proyectos en Mercado Voluntario

Fuente: Eco Securities; Olga Cavallucci.

Es necesario resaltar que del total de ingresos que se espera recibir se distribuirá entre los propietarios de los bosques, la Mancomunidad Bosque Seco, que es una institución de derecho público que gestiona, potencia y optimiza recursos financieros, materiales, humanos y tecnológicos, para obtener mayor efectividad en la gestión integral del agua, calidad ambiental, vialidad y turismo comunitario (Anexo A), además un porcentaje será destinado para el bróker,

y finalmente para los GAD's municipales que de igual manera dentro de sus competencias exclusivas que se establecen en el art. 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, literal h) "Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón y construir los espacios públicos para estos fines" (COOTAD, 2015, p. 41).

Como parte del modelo de gestión de la presente propuesta, la Mancomunidad Bosque Seco de la provincia de Loja, será adecuado que la Mancomunidad sea la responsable directa del proyecto, debido a su organización y función actual, de manera que los fondos que ingresen por la venta de VERs serán administrados mediante un Fideicomiso, con un directorio formado por: un representante de la Mancomunidad (presidente), un delegado de los GAD's, un delegado de los propietarios de los bosques y un delegado del Ministerio del Ambiente.

De igual manera para que los propietarios de los bosques, los GAD's, reciban los fondos provenientes de la venta de VERs deberán presentar sus proyectos o propuestas enmarcados en temas que tengan incidencia positiva en el cambio climático (educación ambiental, prevención de incendios, reducción de la huella de carbono, mejorar de las prácticas ambientales, protección de las cuencas hídricas, entre otros). Para esto se deberán definir los parámetros para la entrega de los fondos, de manera que exista apoyo, asesoría y seguimiento por parte de la Mancomunidad a estas propuestas de los beneficiarios. Esto para garantizar que parte de los fondos sean adecuadamente invertidos en proyectos que permitan la conservación del bosque seco.

5.1.17 Aspectos financieros

5.1.17.1 Inversión Inicial

Para comercializar los certificados de carbono, es necesario valorar y cuantificar la oferta de carbono en el compartimiento leñoso y la cantidad de carbono que está acumulado por hectárea en el bosque seco de la provincia de Loja, lo cual se obtuvo en los objetivos 1 y 2 de la investigación, con estos datos se calcula los ingresos del presente proyecto. Toda esta información es la base para elaborar el plan de negocios para comercializar los certificados de carbono.

El enfoque estratégico de los bonos de carbono es importante no solo por la amplia oferta del bosque seco de la provincia de Loja, sino por ser un recurso llamativo y valioso a nivel

nacional, que se podría valorar y ofertar como una oportunidad de mitigación del daño ambiental producto de la industrialización a las empresas nacionales e internacionales preocupadas por el ambiente.

Es también importante referirse a la demanda global que está creciendo rápido en el mercado voluntario y regulado, cuya tendencia es hacia un mercado global regulado y obligatorio para todos los sectores industriales de la economía.

El carbono tiene alto valor agregado por su precio en el mercado internacional. Y al ser el Ecuador un país con alta diversidad biológica se puede aprovechar esta oportunidad de valoración de su ecosistema. La mayoría de los proyectos de conservación que ya están en ejecución reciben financiamiento a través del mecanismo de carbono que le agrega al proyecto un valor en el mercado global y hace posible comercializar fuera del contexto regional.

En la tabla 2-5 se detalla la inversión inicial necesaria para realizar el proyecto:

Tabla 2-5: Inversión Inicial para impulsar la implementación del proyecto.

INVERSIONES			
ACTIVOS FIJOS	Cantidad	Valor Unitario USD	Total USD
Vehículos y Equipo			33 000
Vehículo	1	30 000	30 000
Equipos de Georeferenciación	1	3 000	3 000
Muebles y Enseres			1 280
Escritorios	2	400	800
Sillones	2	80	160
Archivador	1	120	120
Sillas	4	50	200
Equipos de computación			2 000
Computadoras	2	900	1 800
Impresora	1	230	100
Línea telefónica	1	80	100
Herramientas	1	200	200
Materiales de oficina	12	100	1 200
Total Activos Fijos			37 680
ACTIVOS INTANGIBLES	Cantidad	Valor unitario USD	Total USD
Permisos locales			1 900
Permiso de operación	1	280	280
Patentes municipales	1	120	120
Constitución	1	1 500	1 500

INVERSIONES			
<i>Viajes de Benchmarking para consolidar la iniciativa.</i>			74 600
- Quito (coordinación MAE)	4	400	1 600
- Bolivia, experiencia Parque Noel Kempff	1	4 000	4 000
- Colombia Instituto de Verificación de certificados	4	2 000	8000
Diseño e implementación sistema de monitoreo	1	30 000	30 000
Consultoría para la estructuración y gestión de la base de datos	1	6 000	6 000
Feria internacional para promover el mercado del carbono en el bosque seco de la provincia de Loja	1	20 000	20 000
Talleres y discusión de la iniciativa (mesas de dialogo)	Global	5 000	5 000
Publicidad y propaganda			1 620
Diseño de página Web	1	500	500
Tarjetas de presentación	1	120	120
Imagen Corporativa	1	1 000	1 000
Adecuaciones generales	1	1 200	1 200
<i>ACTIVOS INTANGIBLES</i>	Cantidad	Valor unitario USD	Total USD
Capacitaciones			5 000
Nuevos mercado	1	2 500	2 500
Gerencia y comercialización	1	2 500	2 500
<i>Total Activos Intangibles</i>			84 320
<i>CAPITAL DE TRABAJO</i>	Cantidad	Valor Unitario	Total USD
Gastos administrativos			318 193
Sueldos y Salarios			113 336
Gerente	1	4 213	50 558
Técnico Senior	1	2 421	29 051
Técnico Junior	1	1 824	21 882
Asistente administrativo	1	987	11 845
Personal Administrativo Manejo de Bosques			204 857
Gerente de Campo	1	4 421	29 051
Técnicos Comunitarios	5	1 465	87 903
Técnicos de campo	5	1 465	87 903
	Tiempo (meses)		
Costos Indirectos			3 300
Servicios Básicos	12	120	1 440
Mantenimiento	12	25	300
Suministros de Oficina	12	30	360
Cuotas y suscripciones	12	100	1 200
			23 423
Arriendo	12	800	9 600
Seguros			7 823

INVERSIONES			
Viajes y representaciones	12	500	6 000
Total Capital de Trabajo USD			344 916
TOTAL INVERSIONES USD			466 916

Fuente: Aguirre (2010) Plan de Negocios BIOSUR.

5.1.17.2 Plan Financiero

En este punto se analiza todos los aspectos referentes a costos, gasto de ventas y proyecciones.

Se considera las inversiones necesarias para el arranque del proyecto, que en sus rubros más importantes está el determinar la oferta real de los certificados de carbono por tonelada evitada.

Durante todo el capítulo financiero se utilizará escenarios moderados, por cuánto al constituirse en un proyecto de grandes dimensiones económicas, sociales y ambientales se debe realizar con información real y considerando un mercado que en el Ecuador no está definido aún, debido a que se encuentra en proceso de consolidación.

Costos de Operación

En lo referente a los costos de operación, se toma en cuenta los costos de administración del proyecto, también los costos de manejo de bosques, se incluye una oficina de campo, es decir un equipo permanente destinado al cuidado y manejo de las áreas y comunidades de la zona de influencia de los bosques. En la tabla 3-5 se detalla los gastos de administración y el equipo de trabajo necesarios para iniciar.

Tabla 3-5: Gastos de administración para el proyecto de venta de bonos de carbono en Loja.

Gastos administrativos	Tiempo (meses)	Valor unitario USD	Total USD
Sueldos y Salarios			113 336
Gerente	12	4 213	50 558
Técnico Senior	12	2 421	29 051
Técnico Junior	12	1 824	21 882
Asistente administrativo	12	987	11 845
Personal para el manejo de bosques			204 857
Gerente de Campo	12	2 421	29 051
Técnicos Comunitarios	5	1 465	87 903
Técnicos de campo	5	1 465	87 903
Costos Indirectos			3 300
Servicios Básicos	12	120	1 440
Mantenimiento	12	25	300

Gastos administrativos	Tiempo (meses)	Valor unitario USD	Total USD
Suministros de Oficina	12	30	360
Cuotas y suscripciones	12	100	1 200
Otros gastos	Cantidad	Valor unitario USD	Total USD
			23 423
Arriendo de instalaciones	12	800	9 600
Seguros			7 823
Viajes y representaciones	12	500	6 000
Total gastos anuales			344 916

Fuente: Aguirre (2010) Plan de Negocios BIOSUR.

El proyecto contempla establecer una estación en campo, ubicada dentro de la zona de influencia del proyecto a desarrollar, esta oficina estará compuesta de un gerente de campo y 10 técnicos especializados en desarrollo comunitario y protección ambiental, con el fin de dar sostenibilidad al proyecto; y, puedan guiar a la población sobre el cuidado del bosque y no pierda el valor actual.

En total los costos de operación anual del proyecto suman USD 344 916 que cubrirían los costos y gastos fijos anuales, para efectos de las proyecciones se tomó en cuenta, que, es necesario contar con un gerente y técnico senior que impulsan el proyecto, una vez que se coloque los certificados en el mercado; sumado a que para el final del periodo estimado que se espera los certificados sean emitidos para un periodo de 10 años, se deberá contar con el gerente y técnico senior que serán los que mediante la gestión puedan lograr nuevamente la negociación de los certificados.

Ventas de los VERS del bosque seco

Para realizar el cálculo de las ventas, se investigó a través de la web, con el fin de disponer de precios de mercado en la bolsa internacional de certificados de carbono, así como también el valor de los porcentajes por acompañamiento en la obtención de los certificados.

En la tabla 4-5 se detalla el proceso para el cálculo de captura de carbono a través de bosques secos de la provincia de Loja, para ello se usa los resultados del segundo objetivo:

Tabla 4-5: Número de certificados por tonelada de CO₂ equivalente por hectárea

Total hectáreas	310 000
ETAPA 1 (16 % del total de bosque seco) hectáreas	50 000
Carbono acumulado por hectárea	32,90
Toneladas de CO₂ equivalente (CO₂e/ha)	118,44

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

Con el fin de realizar proyecciones financieras moderadas, se decide proyectar únicamente el proyecto basado en el área donde los “Guayacanes” *Handroanthus chrysanthus*, son abundantes y están mejor conservados, sumando un total de 50 000 hectáreas de bosques a los cuales la población local los valora y está consciente de que su cuidado representa ingresos económicos para ellos, a esta proyección se denomina Etapa I.

Precio por certificado de carbono

El precio de los certificados de carbono en el mercado voluntario se fluctúa entre USD 4,7 y USD 5,22, dependen únicamente de las negociaciones entre los productores y las empresas interesadas en borrar su huella de carbono.

Con el fin de establecer un precio más real, se toma como referencia el precio internacional de los certificados de carbono, recopilados por SENDECO2 (2017) “proporciona un entorno fácil y seguro de negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono y Créditos de Carbono entre instalaciones” (p.1).

En la tabla 5-5 se muestran la evolución del precio por tCO₂e en el mercado internacional durante el periodo 2008 al 2017.

Tabla 5-5: Evolución de los precios de tCO₂e (dólares americanos)

CERTIFICADOS	AÑOS									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EUA	22,02	13,06	14,32	12,89	7,33	4,45	5,96	7,68	5,35	4,99
CER	17,47	11,94	12,6	9,96	2,97	0,39	0,18	0,35	0,35	0,27

Fuente: SENDECO2 - Factor CO₂, 2017.

En la página web de SENDECO2, se publica de forma diaria la cotización de los bonos de carbono. Para el presente proyecto se ha considerado un valor por tonelada capturada de USD 5,00 por la tendencia que se muestra en el cuadro anterior, con el fin de mantener un escenario moderado.

Ventas proyectadas

Tomando en cuenta la información detallada en los puntos anteriores se proyecta las ventas referenciando el precio por tonelada y el número de hectáreas.

Adicionalmente y como una primera fase del proyecto se tomará en cuenta el aprovechamiento del 16 % de las 310 000 hectáreas, quedando con los siguientes resultados (ver tabla 6-5).

Tabla 6-5: Valor anual por venta de VERs de los bosques secos de la provincia de Loja

Número total de hectáreas de bosque seco	310 000
ETAPA 1 (16% del total de bosque seco)	50 000
Carbono acumulado por hectárea	36,9
Toneladas de CO ₂ equivalente (CO ₂ e/ha)	118,44
Porcentaje de incertidumbre	40%
Toneladas de CO₂ equivalente (CO₂ e/ha) a negociar	71,06
Certificados emitidos	3 553.200
Precio de los certificados en el mercado	\$5,00
VENTA (contrato para 10 años)	\$17 766 000,00
Valor de venta anual	\$1 776 600,00
Valor bruto por hectárea (anual)	\$35,53
Valor descontado por hectárea (anual)	\$17,77

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

Para el cálculo de los ingresos se estima que del total de toneladas de CO₂ equivalentes, se tiene una incertidumbre del 40 %, lo que reduce a 71,06 CO₂e/ha, esto debido a que el bosque se encuentra en el lugar de referencia, sin embargo, existen externalidades que pueden afectar a la concepción del proyecto, y es por ello mejor tener un grado de incertidumbre para poder manejar valores adecuados y reales de los posibles ingresos.

Considerando que según Código R (2010), “un CER /VER equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, puede ser vendido en el mercado de carbono” (p. 1). Los ingresos por ventas de VERs en el mercado voluntario de certificados de carbono para un período de 10 años es de USD 17 766 000, que anualmente se constituyen en un ingreso de USD 1 776 600.

El valor anual bruto que recibirá el propietario por cada hectárea de bosque seco conservada será de USD 35,53; mientras que restando los costos incurridos para el funcionamiento del proyecto y costos de financiamiento, el valor anual por hectárea sería de USD 17,77, el valor parece bajo, pero con este tipo de actividad, el bosque continua en pie y puede ser usado para: turismo, pastoreo de ganado caprino, aprovechamiento de productos forestales no maderables, acciones que serán sostenibles y no degradan el bosque seco.

Costo de Ventas

Se detalla todos los costos que se debe incurrir para obtener la certificación de las toneladas evitadas (tabla 7-5). Esto se puede hacer por medio de verificadoras internacionales como son el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), o con la empresa Factor CO₂, la cual cuenta con una oficina en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 7-5: Costos emisión certificados que se debe incurrir para el proyecto.

Costo emisión certificados de carbono	Unidad	Cantidad	Costo-Proceso	Costo Unitario USD
Costo de calificación	proceso	1	15 %	0,75
Proceso de validación, registro, verificación y transacción.	título	1	35 %	1,75
Total			50 %	2,50

Fuente: Aguirre, 2010, CO₂ Eco consulting, Ecosecuirities

El costo por la emisión por tonelada capturada es de 2,50 dólares, es decir 50 % del precio total de ventas en el mercado voluntario.

Se debe considerar además el pago a los propietarios de los bosques, que en estos casos serán la comunidad y personas naturales dueñas de los bosques, deberán recibir un pago por los servicios ambientales que proveen sus bosques y no aprovechan su costo de oportunidad comercial. También se tomará en cuenta un pago para la Mancomunidad de Bosques Secos integrada por los 7 GADs de la zona, bajo la figura tasa por servicios ambientales, lo cual se detalla en la tabla 8-5.

Tabla 8-5: Porcentaje del pago tasas por servicios ambientales en los bosques secos de Loja

Pago de tasas por servicios ambientales			
Descripción	Unidad	Tasa %	Pago Anual USD
Regalías dueños de bosques	Global	50	888.300,00
Mancomunidad Bosques Seco	Global	5	88.830,00
GAD's Municipales	Global	5	88.830,00
Broker	Global	10	177.660,00

Fuente: Socialización con la comunidad, 2017.

Estos porcentajes se asignarán de acuerdo a las siguientes condiciones:

- *Regalías a propietarios de los bosques (50 %):* se ha asignado el mayor porcentaje debido a que son los dueños del bosque, por lo mismo se considera una retribución económica que los incentive a participar activamente y contribuir a la conservación del bosque.
- *GAD's Municipales (5 %):* para que con estos fondos puedan realizar proyectos que se encuentren dentro de sus Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, enfocados en la protección de cuencas hídricas, disminución de la huella de carbono, entre otros.
- *Mancomunidad Bosque Seco (5 %):* para que realice la asesoría, seguimiento y garantizar que los recursos sean invertidos adecuadamente. Además, el flujo positivo que se espera obtener, se pueden plantear concursos de proyectos que incentiven a la población a conservar el ambiente, con el fin de que exista una institucionalización entre el gobierno, mancomunidad y habitantes del sector.

- *Bróker*: será un porcentaje fijo por la colocación de VERs en el mercado voluntario. Se ha establecido en un 10 % del total de ingresos, sin embargo, se podría negociar dentro del contrato.
- *Gastos administrativos*: se prevé el 30 % para cubrir con los gastos administrativos, gastos financieros de la propuesta, tanto el pago del capital como del interés.

Proyecciones Financieras

Las proyecciones financieras tienen un horizonte de 10 años, considerando el precio por venta de cada certificado a precios moderados, la cantidad de certificados se proyectaron con el aprovechamiento del 16 % del total de 310 000 ha de bosque seco existente en la provincia de Loja.

Es necesario aclarar que, para la implementación del proyecto de emisión de certificados de carbono, no se cuenta con el capital necesario para financiar el proyecto, por lo que se recurrirá al endeudamiento a una tasa de 7,37 % que es la tasa de interés activa fijada por el Banco Central, con un plazo de 5 años, con cuotas anuales, lo cual se puede observar en la tabla 9-5 (Anexo B).

Es importante indicar que el proyecto al ser manejado por la Mancomunidad Bosque Seco de la provincia de Loja, está garantizado, ya que es una institución de derecho público, que cumple con las obligaciones que toda institución pública, en este caso los resultados positivos del flujo irán directamente a la Mancomunidad para ejecutar los proyectos mencionados en el apartado anterior. No se realizará distribución de utilidades, ni pago de impuesto a la renta, ya que no se consideran como tal, sino como fondos económicos para proyectos que lleva la Mancomunidad.

Tabla 9-5: Flujo Financiero del proyecto de comercialización de VERs de los bosques secos de la provincia de Loja (Valores en USD).

DESCRIPCIÓN	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VENTAS											
Ingreso por venta de VERs		1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00
TOTAL DE VENTAS		1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00	1.776.600,00
COSTOS											
Costos administrativos		344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47	344.916,47
Costo por emisión de VERs		12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00	12.500,00
Depreciación		6.044,37	6.044,37	6.044,37	4.933,20	4.933,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20
Amortización de intangibles		16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pago dueños bosques 50 %		888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00	888.300,00
Pago broker internacional 10 %		177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00	177.660,00
Tasa Mancomunidad 5 %		88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00
GAD´s Municipales 5 %		88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00	88.830,00
Pago interés préstamo		30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41	30.676,41
Total de costos		1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25	1.654.621,25
Inversion inicial	466 916,47										
Utilidad operativa		121.978,75	121.978,75	132.970,85	140.186,95	146.737,55	175.430,33	175.430,33	175.430,33	175.430,33	175.430,33
Amortización del capital		72.637,11	77.939,62	83.629,21	89.734,14	96.284,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación		6.044,37	6.044,37	6.044,37	4.933,20	4.933,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20
Amortización de intangibles		16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo neto de efectivo	-466 916,47	72.250,01	66.947,50	72.250,01	72.250,01	72.250,01	175.563,53	175.563,53	175.563,53	175.563,53	175.563,53

Fuente: Estudios financieros

Del flujo resultante se ve que existen flujos positivos a lo largo de los 10 periodos, valores con los que se deberá implementar acciones para el cuidado del bosques seco de la provincia de Loja y del ambiente en general; medidas de mitigación que permitirá que la población local no explote los árboles y se dedique al cuidado y a la siembra de más especies forestales que permitan el aumento del valor económico a los bosques, y así asegurar que a la terminación del contrato se pueda generar otro por un periodo similar.

Indicadores Financieros

Los indicadores financieros con los resultados del flujo de efectivo se presentan en la tabla 10-5

Tabla 10-5: Indicadores financieros del proyecto

VAN	\$ 40.395,08
TIR	18 %
PRR	5 años 8 meses

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

Al aplicar los cálculos correspondientes los resultados son:

- El VAN, es positivo por lo que el proyecto es viable y ejecutable.

Para el cálculo del VAN y su Tasa Mínima Aceptable, se aplicaron los supuestos que se presentan en la tabla 11-5. En base a la socialización del proyecto que se realizó a la población objetivo en donde esperaban obtener por el aporte del 10 % de la inversión total un mínimo de 15 % de Costo de Oportunidad, mientras que el 90 % se espera financiar con préstamo, tomando el 7,37 % de tasa de referencia (Banco Central, 2017), se ha establecido un Costo de Oportunidad del 7,37%. En la presente investigación tomo el promedio del Riesgo País, de los últimos 5 años (Banco Central, 2017), por un valor de 7,56 %. Entonces la TMAR es igual a 15,69 %

Tabla 11-5: Cálculo de la tasa de descuento del proyecto de venta de VER del bosque seco

Descripción	Valor USD	Porcentaje %	Costo de oportunidad %	Total
Emprendedores	48 154,12	10	15	1,50 %
Financiamiento	433 387,11	90	7,37	6,63 %
Total Inversión	481 541,23	100		8,13 %
Riesgo País				7,56 %*
TMAR				15,69 %

* Promedio de la serie histórica 2007-2017 - Banco Central del Ecuador.

- La TIR, es del 18 %, que es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR que es del 15,7 %. Y la inversión se recupera en cinco años 8 meses aproximadamente.

5.1.17.3 Impactos social, ambiental y económico

Los impactos sociales, ambientales y económicos que generará el proyecto son:

- Mejorar la calidad de vida de la población local.
- Incremento de la consciencia y cultura ambiental de la población local.
- Contribuir al cuidado ambiental del planeta con soluciones locales, a través de programas sustentables.
- Institucionalización el apoyo, gestión y seguimiento entre los actores del proyecto.
- Disminuir la huella de carbono generada en la provincia de Loja y por ende en el país.
- Disminuir la degradación de los bosques y de las especies nativas del bosque seco.
- Contribuir con la generación de nuevos tipos de ingresos a las cuentas del estado, permitiendo de esta manera una mayor inversión social.

5.1.17.4 Cronograma para la implementación del proyecto

El cronograma de arranque del proyecto (tabla 12-5) estará sujeto a modificaciones de acuerdo a las negociaciones que se establezcan entre el bróker y las personas encargadas del proyecto, luego se aprobados los VERs por el Ministerio del Ambiente, y todos los trámites legales que se realicen. Pero el plazo máximo para la colocación de los certificados de carbono en el mercado voluntario se ha determinado con un horizonte máximo de un año.

Tabla 12-5: Cronograma para el primer año de implementación del proyecto de comercialización de VER del bosque seco de la provincia de Loja.

ACTIVIDAD	MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Conformación equipo de trabajo	■	■											
Desarrollo de la propuesta		■	■										
Conformación Comité Gestor			■										
Taller: Políticas nacionales mercado de carbón			■										
Estudio de Mercado – REDD y Mercado Voluntario				■	■	■							
Estructuración base de datos. (i) Tenedores VER, (ii) compradores, (iii) certificadores, etc.							■	■	■				
Feria internacional para promover el mercado del carbono (rondas de negocios)										■	■		
Consolidación de la propuesta (institucionalidad e infraestructura)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Taller de socialización.

1.1.18 Conclusiones y recomendaciones del plan de negocio

Conclusiones

- Los bosques secos de la provincia de Loja poseen potencialidad para la comercialización de certificados o bonos de carbono, ya que están en buen estado de conservación, así lo demuestra su componente leñoso, en el cual están almacenados 32,9 t de carbono por hectárea.
- La población que vive y depende de los bosques secos de la provincia de Loja, en un inicio desconocen de la potencialidad de estos ecosistemas en la provisión de servicios ambientales, visión que se ha mejorado con la ejecución de este estudio y, podría ser la base para el éxito de la implementación del proyecto de comercialización de los VERs.
- Financieramente el proyecto cumple las expectativas de viabilidad financiera con un VAN positivo de USD \$ 40 395,08; la tasa interna de retorno es del 18 % y se recupera la inversión en 5 años 8 meses, con lo cumple con las expectativas de superar una tasa de descuento del 15,69 % en donde se considera el costo de oportunidad sumando al riesgo país; con lo que se demuestra que el proyecto es viable, pese a que se trabajó en un escenario moderado.
- La TIR es superior a la tasa de 10 % que pide la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) para emitir los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs/VERs) que puedan ser comercializados en el mercado internacional de carbono (Rodríguez, 2013, p. 12). Lo cual es atractivo para la población local lo que incentiva a trabajar para la conservación del bosque seco.
- Estos resultados son similares a los reportados en el estudio realizado por Rodríguez (2013) titulado “Estimación de márgenes de rentabilidad para el financiamiento de proyectos de captura de carbono: caso bosques secos de Lambayeque” en donde la estimación realizada da como resultado un TIR de 24 %.
- Respecto de la rentabilidad obtenida del proyecto, se observa que el precio mínimo con el cual éste es rentable es de USD 5/VERs, sin embargo, es oportuno rescatar que para los cálculos financieros se consideró el 16 % de la extensión total del bosque seco (50 000 ha), y con un nivel de incertidumbre de 40 % sobre los VERs (en total 118,44 VERs/ha, pero se tomó únicamente 71,06 VERs/ha), considerando alguna externalidad o imprevisto que pueda afectar al bosque seco. El flujo de efectivo se elaboró para un horizonte de 10 años,

es decir, en el escenario de que los VERs sean negociados para 10 años, luego de éstos puedan volver a ser negociados con la misma empresa o país o con otro que oferte mejores condiciones de negociación (Rodríguez, 2013, p. 25).

- El mercado voluntario presenta muchas oportunidades, debido a que este mercado está creciendo de una manera muy rápida, cada día hay más proveedores en el mercado. Sumado al compromiso adquirido por Chile y Brasil en París, 2015.
- El mercado voluntario está influenciando el futuro del MDL a través de la experimentación al momento de llegar a acuerdos comerciales.
- Que el proyecto como modelo de negocio a seguir se convierte en una alternativa real y viable de desarrollo sustentable, por cuánto si se considera los resultados de este proyecto y se aprovecha el potencial de recursos del Ecuador, se convertiría en un proyecto de gran interés y oportunidad para el país.
- Para que se cumpla todo lo mencionado anteriormente las principales condiciones serían que los precios evolucionen al alza y que la comunidad mantenga los bosques en las condiciones de salud actuales.
- Uno de los principales riesgos de pérdida está asociado a la volatilidad de los precios de los bonos, la cual depende de cómo reaccione el mercado ante diferentes acontecimientos globales. Y por este motivo es necesario que al momento de la elaboración del contrato establecer adecuadamente las cláusulas del mismo en donde se especifique el valor por el cual están siendo negociados los VERs el plazo, y las condiciones específicas del contrato, esto también es indicado por Aguirre (2010).

Recomendaciones

- Que se trabaje con énfasis en la consecución de recursos para completar las fases de pre-inversión a fin de tener mayor valor agregado al momento de negociar los proyectos a nivel internacional, como se muestra en el plan de acción en el punto 6 de este documento.
- Buscar el apoyo gubernamental para este proyecto, por cuánto se observa que tiene gran potencial de desarrollo no solo para la región sino para el Ecuador y, debido a que se pueden generar beneficios sociales, ambientales y económicos de alto impacto, para la población de esta provincia que es marginal económicamente y posiblemente de otras provincias que poseen este tipo de bosque seco.

CONCLUSIONES

El bosque seco de la provincia de Loja es un ecosistema con una gran diversidad de flora, se identificaron 62 especies leñosas: 43 son árboles y 19 arbustos, pertenecientes a 51 géneros y 29 familias, registró que se enmarca dentro del rango promedio de la riqueza y diversidad de los bosques secos del Ecuador.

Los bosques secos de la provincia de Loja se caracterizan por ser semidensos (500 a 699 individuos/ha), donde sobresalen árboles de gran dominancia de: *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Handroanthus chrysanthus* y *Terminalia valverdeae*, que en temporada lluviosa el bosque semeja a una selva tropical.

En los bosques secos de la provincia de Loja se diferencian tres estratos, siendo las especies ecológicamente importantes: *Ceiba trichistandra*, *Simira ecuadorensis*, *Handroanthus chrysanthus*, *Eriotheca ruizii*, *Terminalia valverdeae*, *Bursera graveolens*, *Cochlospermum vitifolium* y *Cordia macrantha*, esto indica que el bosque conserva aún su composición, pero no la estructura; estos elementos florísticos tipifican el clímax para esta formación boscosa.

Realizado los cálculos de volumen y biomasa de los fustes de los árboles y considerando la densidad de madera de cada especie vegetal leñosa, se obtiene que en las 5 hectáreas de muestreo existen 164,49 t de carbono acumuladas; lo que significaría que en el compartimento leñoso de los bosques secos de la provincia de Loja existen 32,90 toneladas de CO₂ por hectárea.

Con 4746 individuos, se obtuvo la ecuación alométrica que permitirá la estimación de biomasa de los árboles de bosques secos de la provincia de Loja así como de Ecuador, utilizando las variables: altura tota, diámetro a la altura del pecho y densidad de madera de los árboles, siendo todas las variables significativas y con relación directa a la variable dependiente (biomasa).

El valor económico total por el servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, se calculó considerando las toneladas de CO₂ equivalentes (118,44), la superficie de bosque seco (310 000 ha) y el precio referencial de cada certificado emitido en USD 5, obteniéndose un valor económico de USD 183 582 000.

La valoración económica del servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, es una opción para mejorar la percepción y valoración del bosque seco por parte de la comunidad e instituciones involucradas, que permitirá el impulso de la

comercialización de bonos de carbono (VER/CER) propuestos en el plan de negocios, que generaran recursos económicos para mejorar la calidad de vida de la población local que dependen de ellos y procurar la conservación del bosque; con lo cual se comprueba la hipótesis alternativa.

El plan de negocio planteado para la comercialización de los VERs del bosque seco de la provincia de Loja, prevé resultados alentadores, así tiene un VAN positivo y un TIR de 18 %, lo cual es una opción para la población local que incentivará a trabajar para la conservación del bosque seco, ya que la población local se verá beneficiada por los ingresos económicos generados y por ende logrará el mejoramiento de su calidad de vida y los bosques se conservarán por el hecho de proveer el servicio ambiental captura de carbono; al igual que los GADs locales mediante proyectos de conservación del bosque seco.

RECOMENDACIONES

Debido a que el bosque seco es un ecosistema muy susceptible a los incendios forestales, es importante que se prevengan este tipo de accidentes, mediante campañas de prevención y capacitación para el manejo y control de incendios, para lo cual se necesita la participación activa de la población local, bajo el liderazgo del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Es necesario diseñar y ejecutar programas de capacitación y concientización ambiental para la población de la zona, para que trabaje en el uso sustentable de los recursos del bosque seco, con miras a la conservación que permita asignar el valor real a la zona, no únicamente por la emisión de VERs, sino también por el cuidado en no causar daños ambientales, como: la deforestación, conversión de uso, incendios forestales, actividades que ponen en peligro la fauna y flora existente en el lugar. Pudiendo explotar otro tipo de actividad como es el turismo comunitario.

Los datos de este estudio pueden servir y deben usarse como referente para realizar estudios específicos encaminados a asignar el valor económico total del bosque seco, considerando toda su flora y fauna que posee, no únicamente de la provincia de Loja, sino de todo el país.

Utilizar la ecuación alométrica planteada en otros estudios similares, para verificar su eficacia.

Fortalecer la presencia del Ministerio del Ambiente en la zona, no sólo como institución reguladora sino como entidad capacitadora y concientizadora. La principal acción del Ministerio debe tender a cambiar actitudes, para evitar la sobreexplotación de los recursos forestales y no forestales y detener la ampliación de la frontera agrícola.

Fomentar que los funcionarios de las Unidades Ambientales (UMAs) de los GADs de la zona, den prioridad a los proyectos de conservación de las áreas boscosas por la importancia que tienen en la provisión de servicios ambientales.

La Mancomunidad del Bosque Seco de la provincia de Loja, debería usar la información de esta investigación para la planificación de su trabajo que incluyan el fomento de una cultura conservacionista de la población y, como base para calificar en el mercado voluntario de VERs, y así obtener ingresos económicos para la población del sector.

Impulsar que los GADs de los siete cantones que poseen bosque seco en la provincia de Loja se interesen en la información que se generó en esta investigación y lo usen en sus planificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones. REDALY.ORG. Volumen 11. Número 1. p. 6.
2. Aguirre, Z. y Aguirre, N. (1999). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja No. 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
3. Aguirre, Z., Cueva, E., Merino, B., Quizhpe, W. y Valverde A. (2001). Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. Pp. 15-35. En M.A. Vásquez, M. Larrea, L. Suárez & P. Ojeda (Eds.). Biodiversidad en los Bosques Secos del Sur-Occidente de la Provincia de Loja. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco, Quito. Ecuador.
4. Aguirre N. y Z. Aguirre. (2004). Guía para monitorear la biomasa y dinámica de carbono en ecosistemas forestales en el Ecuador. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
5. Aguirre, Z. y Kvist, P. (2005). Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Lyonia. Volumen 8 (2): 41-67.
6. Aguirre, Z. y Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En: Vásquez, M.A., Freile, J.F. y Suárez, L. (Eds.). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Pp. 9-24. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco. Quito, Ecuador.
7. Aguirre, Z., Kvist, L. y Linares, R. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*. 13(2): 324 – 350.
8. Aguirre, Z. y Kvist, L. (2009). Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa* 16(2): 87 – 99.
9. Aguirre, Z. (2010). Guía para estudios de composición florística, estructura y diversidad de la vegetación natural. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolivia.

10. Aguirre, Z. (2011). Economía ambiental: valoración económica del ambiente y de los recursos naturales. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
11. Aguirre, Z. (2013). Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus productos forestales no maderables: caso de estudio Macará. Tesis Doctoral. Universidad Pinar del Río. Cuba.
12. Aguirre, Z.; Betancourt, Y.; Geadá, G. (2013). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ*. 3(1): 54-65.
13. Aguirre Z. (2014). Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus Productos Forestales No Maderables: caso de estudio Macará Tesis Doctoral. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
14. Aguirre N. (2010). Plan de Negocios para la comercialización de CER en la región sur del Ecuador. BIOSUR. Loja, Ecuador.
15. Balvanera P. y E. Aguirre. (2006). Tree Diversity, Environmental Heterogeneity, and Productivity in a Mexican Tropical Dry Forest. *Biotropica* 38(4): 479–491.
16. Banco Mundial (2016). Panel de Fijación del Precio del Carbono: Definición de una visión transformadora para 2020 y años venideros. Cumbre Paris. 15 de mayo de 2017, de Banco Mundial sitio web: <http://www.bancomundial.org/es/news/speech/2016/04/21/carbon-pricing-panel---setting-a-transformational-vision-for-2020-and-beyond>.
17. Banco Mundial (2015). Financiamiento climático: Panorama general. 15 de mayo de 2017, de Banco Mundial sitio web: <http://www.bancomundial.org/es/topic/climatefinance/overview>
18. Banco Mundial (2016). State and Trends of Carbon Pricing. Washington DC 15 de mayo de 2017, de Banco Mundial sitio web: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25160/9781464810015.pdf?sequence=7>
19. Basurto, D. (2015) “Avances en materia de cambio climático” *Revista Derecho Ambiental y Ecología*. Núm. 64, Año 11, diciembre-enero, pp. 23-26.
20. Calderón, M., Cueseta, F., Yepes, A. y Quispe, B. (2014). Monitoreo de bancos de carbono. En: Osinaga, O., Báez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carrila, J., Aguirre, N. y Malizia, J.

- (2014). Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Protocolo 2-Versión 1. CONDESAN / IER-UNIT / COSUDE. Quito, Ecuador.
21. Campos, E. (2016). Valoración Económica del Servicio de Producción Hídrica de la Microcuenca del Rio Blanco. Proyecto de titulación de la Maestría en Economía y Administración Agrícola. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
 22. Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Editores Asociados. Quito, Ecuador. 210 p.
 23. Carrillo, M., O. Rivera, R. Sánchez, M. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro Tasajero, San José de Cúcuta (norte de Santander), Colombia. *Revista Actualidad Biológica* 29 (86): 55-73.
 24. Casas, X. (2016). Grupo brasileño cierra la mayor compra de bonos de carbono emitidos en Argentina. 14 de febrero de 2016, de Cronista sitio web: <http://www.cronista.com/negocios/Grupo-brasileno-cierra-la-mayor-compra-de-bonos-de-carbono-emitidos-en-Argentina-20160518-0047.html>
 25. Cavallucci de Dalmases, O. (2009) ¿Cómo está aprovechando el Ecuador las oportunidades del MDL dentro del marco del EU ETS? Tesis de Maestría en Relaciones Internacionales. 28 de enero de 2017, de Universidad Andina Simón Bolívar sitio web: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/985/1/T696-MRI-CavallucciC%C3%B3mo%20est%C3%A1%20aprovechando%20el%20Ecuador.pdf>
 26. Cerón, C.E., Palacios, W., Valencia, R. y Sierra, R. (1999). Las formaciones naturales de la Costa del Ecuador. Pp. 55-78 En: R. Sierra (Ed.), *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito.
 27. Centro Informático de Geomática Ambiental, Herbario LOJA, Carrera de Ingeniería Forestal. (2006). Informe de evaluación del estado de conservación de los bosques y áreas de vegetación protectora de Loja y Zamora Chinchipe. Fondo Ambiental Nacional. Loja, Ecuador.
 28. Charchalac, S. (2012). Experiencias en Compensación por Servicios Ambientales en América Latina (PSA o REDD+) Descripción de casos relevantes. 27 de enero de 2017, de Forest Trends sitio web: http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3263.pdf

29. Ecuador, Constitución del Ecuador (2008), artículo 14, 395, 314 y 414.
30. Argentina, Código R. (2010). Qué son los bonos de carbono: Los Bonos de Carbono, atractivos para la Argentina y otros países de la región. Portal de las Responsabilidades y Desarrollo Sustentable. El 15 de marzo de 2017, de Código R sitio web: <http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm#top>
31. Dannecker, C., Giraldo, V. y Plata, A. (2016). El Mercado de Carbono en Colombia: elementos de diseño para lograr su eficiencia. 14 de febrero de 2017, de south pole group Sitio web: http://blog.thesouthpolegroup.com/wp-content/uploads/2016/08/160818_WhitePaper_CarbonCredit_ES_Letter_LR.pdf
32. Dezzeo N., S. Flores, S. Zambrano-Martínez, L. Rodgers y E. Ochoa. (2008). Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los llanos orientales del Orinoco, Venezuela. *Interciencia*. Volumen 33(10):733-740.
33. Dinamarca. CD4CDM Overview of the CDM pipeline (2017) CDM Project Distribution Within Host Countries by Region and Type. 15 de mayo de 2017 de CD4CDM sitio web: <http://www.cdmpipeline.org/cdm-projects-region.htm#4>
34. Ecuador. Banco Central del Ecuador (2017). Indicadores económicos, series históricas y estadísticas macroeconómicas. El 21 de mayo de 2017, del sitio web: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/788-banco-central-del-ecuador>
35. Ecuador. El Emprendedor. (2014). Los retos del mercado de bonos de carbono. 13 de febrero de 2017, de El Emprendedor Sitio web: <http://www.emprendedor.ec/bonos-de-carbono/>
36. Ecuador. Herbario Loja, UNISIG, CINFA. (2001). Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
37. Ecuador. Herbario Loja, CINFA, SNV. (2003). Zonificación ecológica de los seis cantones de influencia del Proyecto Bosque Seco. Fase II. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
38. Ecuador. Mancomunidad Bosque Seco (2017). Información General. Loja. El 12 de junio de 2017, del sitio web: <http://www.mancomunidadbosqueseco.gob.ec/>

39. Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2015) Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Sistema Único de Información Ambiental.
40. Ecuador. Ministerio del Ambiente (2016). Estructura Organizacional de la subsecretaría de Cambio climático de Ecuador. 15 de mayo de 2017, de Sistema Único de Información Ambiental sitio web: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/804>
41. Espinosa, C.I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L. y Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21 (1-2): 167-179.
42. Espinoza, J. (2014). Plan de Negocios para un almacén de vidrios, aluminios y policarbonato en Quevedo. Facultad de Empresas y Negocios. Universidad Técnica Equinoccial.
43. Estados Unidos. Thomson Reuters Eikon, (2017). Description of the Carbon markets. 25 de abril de 2018, del sitio web: <https://financial.thomsonreuters.com/en/products/tools-applications/trading-investment-tools/eikon-trading-software/energy-trading/point-carbon.html>
44. Factor CO₂, (2017) Página web, boletines semanales, Valores de cotización de los certificados de carbono. 15 de mayo de 2017, de FactorCO₂ sitio web: Recuperado de: <http://www.factorco2.com/es/>
45. Fredericksen, T. (2011). Review silviculture in seasonally dry tropical forest. Chapter 16 in Gunter *et al.* 2011 (Eds). *Silviculture in the tropics*.
46. Fontecha, M. (2016). ¿Funciona o no el negocio del carbono en Colombia? 12 de marzo de 2017, de: <https://es.mongabay.com/2016/08/negocio-del-carbono-colombia/>. Mongabay. Colombia.
47. Gallegos, M. (2012). Análisis mercado de carbono en el Ecuador. Observatorio de la Economía Latinoamericana, Número 168. 25 de febrero de 2017, de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2012/>
48. Greenhill, V. (2013). Estudio del mercado del carbono en Chile. Universidad de Chile- Instituto de Estudios Internacionales. 22 de febrero de 2017, de: <file:///C:/Users/naguirre/Downloads/estudio%20de%20caso%20completo.pdf>

49. Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A. y Marcello, T. (2009). Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets. Mercado de ecosistemas & Nueva financiación del carbono. 18 de febrero de 2017, de: www.ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf. Nueva York.
50. Hernández, A. (2016). La ONU certificó a Panamá 21 proyectos de reducción de emisiones. 28 de marzo de 2017, de: http://www.prensa.com/economia/Panama-cazabonos_0_4582791701.html. Panamá: La prensa.
51. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura –IICA, (2010), Un nodo de cooperación técnica sobre: Los servicios ambientales en Costa Rica. 24 de marzo de 2017, de: <http://repiica.iica.int/docs/B1685e/B1685e.pdf>. Oficina del IICA en Costa Rica, División de Cooperación Técnica Horizontal.
52. Josse, C. (1997). Dinámica de un bosque seco semideciduo y secundario en el oeste del Ecuador. P. 241-253. En Valencia R., y H. Balslev (Eds.). Estudios sobre diversidad y ecología de plantas. Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
53. Justo, J. (2008). El mercado de carbono. Proyecto de Desarrollo de capacidades para el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Fondo Nacional del Ambiente-Perú - CD4CDM. Perú. 13 de febrero de 2017, de CD4CDM sitio web: http://www.cd4cdm.org/Latin%20America/Peru/Southern%20Region%20Workshop/MercadoCarbono_Justo.pdf
54. Knninen, M. (2000). Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. en Agroforestería para la producción animal en América Latina- II. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
55. Landázuri, E. (2013), El mercado de carbono en el Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Economía.
56. Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Alemania.
57. Leal, J. y R. Linares. (2005). Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. Revista Caldasia 27(2):195-211.

58. Leython, S. y Ruiz T. (2006). Caracterización florística y estructural de un bosque estacional en el sector La Trilla, Parque Nacional Henri Pittier, estado Aragua, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*. 29(2):303-314.
59. León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Uloa, C. y Navarrete, H. (Eds.). (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Segunda Edición. Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
60. Linares-Palomino, R. (2004). Los Bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa* 11(1):103-138.
61. Linares, R. y Ponce, S. (2005). *Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera*. Tumbes, Perú. *Forest Ecology and Management*. 209: 261-272.
62. Linares, R. (2005). *Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru*. *Revista Peruana de Biología* 12(2): 317 – 326.
63. Linares-Palomino, R. y Ponce-Álvarez S. (2009). *Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Perú*. *Tropical Ecology* 50(2): 305-314.
64. Linares, R., Kvist, L., Aguirre Z. y Gonzales, C. (2010). *Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests*. *Biodiversity and Conservation* 19 (1):165-185.
65. Linares, R., Oliveira, A.T., Pennington, R.T. (2011). Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism and Biogeography of Woody Plants. En: Dirzo, R., Mooney, H., Ceballos, G., Young, H. (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*, pp. 3-21. Island Press. Washington, DC 20009, USA.
66. López, F. (2002). Ecuador-Perú, conservación para la Paz. Editorial UTPL. Loja, Ecuador. P 73-76.
67. López, V., Romero, J., Toache, G. y García, S (2016). Bonos de carbono: financiarización del medioambiente en México *Estudios Sociales*, vol. 25, núm. 47, enero-junio, 2016, pp. 191-215 Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, México: Redalyc.org.

68. Ludeña, C. Miguel, C. y Schuschny, A. (2015), Cambio climático y mercados de carbono: repercusiones para los países en desarrollo, Revista CEPAL 116, agosto 2015. 11 de mayo de 2017, de CEPAL sitio web: <http://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/cambios%20climatico%20y%20mercado%20de%20carbono.pdf>
69. Málaga, N., Giudice, R., Vargas, C. y Rojas, E. (2014). Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. Ministerio del Ambiente, Perú. http://www.bosques.gob.pe/archivo/libro_carbono.pdf
70. Melo, O. (2015). Modelación del crecimiento, acumulación de biomasa y captura de carbono en árboles de Gmelina arbórea Roxb., asociados a sistemas agroforestales y plantaciones homogéneas en Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. 14 de septiembre de 2016, del Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia, sitio web: <http://www.bdigital.unal.edu.co/50068/1/5937625.2015.pdf>
71. Mendoza, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21(1): 70-94.
72. Mendoza, J. y Jiménez, E. (2008). Estructura de la Vegetación, Diversidad y Regeneración Natural de Árboles en Bosque Seco en la Comuna Limoncito- Provincia de Santa Elena. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
73. Millad, E. (2004). Planificación de Negocios para empresas ambientales, Un Manual para Personal Técnico. Conservation Internacional, Washington, DC.
74. Montañó L. y Roa J.C. (2012). Estado actual de la conservación de los bosques secos pluviestacionales del suroccidente de la provincia de Loja. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
75. Murphy, P. y Lugo, A.E. (1995). Dry forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock, S.H., Mooney, H.A. y Medina, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Pp. 9-34. Cambridge University Press, Cambridge.
76. Neria, V. (2006). El MDL en Ecuador: Retos y oportunidades Un diagnóstico rápido de los avances y perspectivas de la participación de Ecuador en el mercado de carbono. Quito: Jurg Grutter. 18 de mayo de 2017, de: <http://es.scribd.com/doc/97106982/Diagnostico-MDL-Ecuador>.

77. Ordoñez, J. (2014). Certificados de carbono: Ingresos tempranos para los reforestadores. Mecanismo de Mitigación Voluntaria de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero - MVC Colombia. Fundación Natura. 16 de febrero de 2016, de: http://www.mvccolombia.co/images/89-forestal_certificados.pdf.
78. Peters-Stanley y Hamilton (2012). Dimensión en Desarrollo, Estado del Mercado Voluntario de Carbono 2012. Ecosystem Marketplace and Bloomberg New Energy Finance.
79. Phillips, O. y Miller, J. (2002). Global pattern plant diversity: Alwin H. Gentry, forest transect data set. Missouri Botanical Garden Press. San Louis Missouri. USA.
80. Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017) Objetivo 7, políticas 7.3 y 7.8. Ecuador.
81. Portal de las Responsabilidades y el Desarrollo Sustentable- Código R. (2017), Qué son los bonos de carbono, experiencias latinoamericanas. Buenos Aires, Argentina. 14 de febrero de 2016, de CódigoR sitio web: <http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm#brasil>
82. Rodas, V. y Godínez, B. (2012). Manual para la implementación de mecanismos de Pago por Servicios Ambientales (PSA). San Marcos-Guatemala: Ambiens Infinitus.
83. Rodríguez, M. (2013). Estimación de márgenes de rentabilidad para el financiamiento de proyectos de captura de carbono; caso bosques secos de Labayeque. Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo-Perú. Flumen 6 (i): 127-134.
84. Rasal-Sánchez M., J. Troncos-Castro, C. Lizano-Durán, O. Parihuamán-Granda, D. Quevedo-Calle, C. Rojas-Idrovo y G. Delgado-Paredes. (2011). Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, Región Piura, Perú. Ecología Aplicada 10(2):61-74.
85. Ruiz-Linares J. y M. Fandiño-Orozco. (2009). Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. Revista Academia Colombiana de Ciencias. XXXIII (126): 5-15.
86. Ruiz, M.; C. García, C.; Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. En Revista Ecosistemas 16 (3).
87. Ruiz I. y Tinoco H. (2013). *Cuantificación de las reservas de carbono en bosque seco dentro de tres áreas de conservación del programa socio bosque en el cantón Zapotillo, provincia de Loja*. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

88. Rüginitz, M., Chacón, M. y Porro, R. (2009). Guías para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Pp. 92. MINAG. WAC, IA, Perú.
89. Sánchez-Mejía, Z., Serrano-Grijalva L., Peñuelas-Rubio O., Pérez-Ruiz E., Sequeiros-Ruvalcaba E. y García-Calleja M. (2007). Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 3 (1): 74-83.
90. Seeberg-Elverfeldt, (2010). Mercados de carbono: Qué tipos existen y cómo funcionan. En las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
91. SENDECO₂. (2017). Precios de cotización de certificados de carbono. 15 de mayo de 2017 de SENDECO₂ sitio web: <http://www.sendeco2.com/es/>
92. Sierra, R., Cerón, C., Palacios, W. y Valencia, R. (Eds). (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
93. Siu, M. & Ordeñana, W. (2001). Estimación del contenido y almacenamiento de carbono en el bosque seco secundario del refugio de vida silvestre Chococente. Universidad Nacional Agraria, Managua.
94. Verified Carbon Standar (2017). Validation y Verification Organism. 15 de mayo de 2017, de: <http://database.v-c-s.org/verification-validation/what-vvb>
95. Via, J. (2014). Bonos de carbono. Responsable en el diseño de políticas regionales en materia de educación de la región Ucayali, Perú. El 14 de mayo de 2017, del sitio web: <https://es.slideshare.net/joseelmoviamalpartida/bonos-de-carbono-2>
96. Webber, L. (2009). Diagnóstico y plan de monitoreo de la calidad del agua en las Áreas de interés hídrico de los cantones Celica, Pindal, Puyango y Macará. Naturaleza y Cultura Internacional. Loja, Ecuador.
97. Weinberger, K. (2009). Plan de Negocios: la herramienta para evaluar la viabilidad de un negocio. USAID del pueblo de los Estados Unidos de América. MYPE Competitiva. Perú: Nathan Associates Inc.

98. Wunder, S., (2006). Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales. Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR).
99. Zamora-Crescencio, P., Domínguez-Carrasco, M., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L., Ortega-Haas, J., Hernández-Mundo, S., Puc-Garrido, E. y Puch-Chávez, R. (2011). Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana. México.

ANEXOS

Anexo A. Mancomunidad Bosque Seco

Historia

Con el apoyo institucional del Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo-SNV, desde el año 2004 se inicia un proceso de análisis de la viabilidad y motivación para que las municipalidades del sur occidente de la provincia de Loja se puedan asociar bajo la figura de mancomunidad, es así que se mantiene una reunión con los diferentes alcaldes y concejales para socializar este nuevo modelo de gestión territorial llamado mancomunidad que desde el ámbito legal se amparaba en lo establecido en la ley de Descentralización y Participación Social y su reglamento de 1997 y 2001 respectivamente, así como en la Constitución Política de República del Ecuador Art. 229, las leyes de régimen provincial, municipal y parroquial.

Se conforma el primer directorio encabezado por el Alcalde del cantón Pindal de ese entonces e integrado por los alcaldes de los demás cantones. Ellos lograron mayor motivación y los primeros acuerdos y compromisos en conjunto. Desde la Secretaría Técnica de la mancomunidad conformada por el asesor de SNV y las y los técnicos de las direcciones ambientales de las municipalidades se realiza un documento estratégico en el que se analiza a profundidad la viabilidad política, económica, técnica, legal, logística, social, etc., así como los requisitos para constituirse legalmente con personería jurídica amparado en el decreto ejecutivo 3054. Por las varias ocupaciones de los alcaldes y técnicos municipales el proceso se vuelve lento y los objetivos propuestos se postergan.

Luego en la ciudad de Macará el 10 de agosto del 2006 se cambia de directiva la misma que la preside el Sr. Alcalde de Macará, quien continua impulsando y motivando el fortalecimiento de la mancomunidad, suscribe un convenio con el proyecto Binacional Catamayo Chira para el fortalecimiento de la mancomunidad con el cual se logra adquirir mobiliario y equipos de oficina, se elabora un proyecto para gestión de recursos sobre manejo y de microcuencas, se firma un comodato con el Consejo Provincial para ocupar una oficina en el edificio del Patronato Provincial. Posteriormente el 27 de agosto de 2007 se suscribe el primer acuerdo de mancomunidad, se logra hacer la notarización de los documentos para el trámite de la personería jurídica en el Ministerio de Gobierno Policía y Municipalidades. Sin embargo, este procedimiento se suspende por cuanto con la promulgación de la nueva constitución tendrá nueva figura legal a la cual se debería acoger la mancomunidad.

En el año 2009 se cambia de directiva, asumiendo la presidencia el Sr. Alcalde de la Municipalidad de Puyango, se pone en funcionamiento la oficina de la mancomunidad con una

secretaría permanente, participa en eventos a nivel nacional e internacional sobre mancomunidades, luego de una importante gestión logra el financiamiento de un proyecto con el Ex Programa de Desarrollo Rural-PRODER adscrito al MIES con un monto 297.834 dólares que será ejecutado en los próximos tres años.

Del 2010 a febrero de 2013 se ejecuta el proyecto en 10 microcuencas prioritarias en temas de construcción o mejoramiento de viveros municipales, producción de plantas, plantaciones, protección de fuentes de agua, construcción de abrevaderos, también se realizan estudios como la caracterización biofísica de fuentes de agua. Un componente importante también trabajado en las microcuencas, es la implementación de 10 emprendimientos productivos, en temas agrícolas, pecuarios, industriales, entre otras, ello como estrategia de inclusión social para un desarrollo económico de las personas en estado de pobreza.

Con la promulgación de la Constitución de la República del Ecuador en el año 2008, viabiliza y legitima la conformación de mancomunidades como determina el Art. 243, luego se promulga el Código Orgánico de Organización Autonomía y Descentralización, que en los Artículos 285 al 293 claramente establece los procedimientos para su conformación. Con esa base jurídica y amparada en el Art. 225, inciso 4to, de la Constitución de la Republica y por acto legislativo de los concejos municipales se resuelve crear la mancomunidad, posteriormente el 30 de mayo de 2011 es reformado el acuerdo intermunicipal de constitución de la mancomunidad y luego de una serie de gestiones es promulgada en el Registro Oficial No. 560 del 20 de octubre de 2011.

Confomado por los GAD's Municipales de Zapotillo, Macará, Celica, Puyango, Paltas, Pindal y recientemente se ha recibido la solicitud del GAD Municipal de Sozoranga.

Misión

Somos una mancomunidad de municipalidades del sur occidente de la provincia de Loja “Bosque Seco” que compartimos y trabajamos por objetivos e intereses comunes, que gestiona, potencia y optimiza recursos financieros, materiales, humanos y tecnológicos, para obtener mayor efectividad en la gestión integral del agua, calidad ambiental, sistemas productivos sostenibles, vialidad y turismo comunitario.

Visión

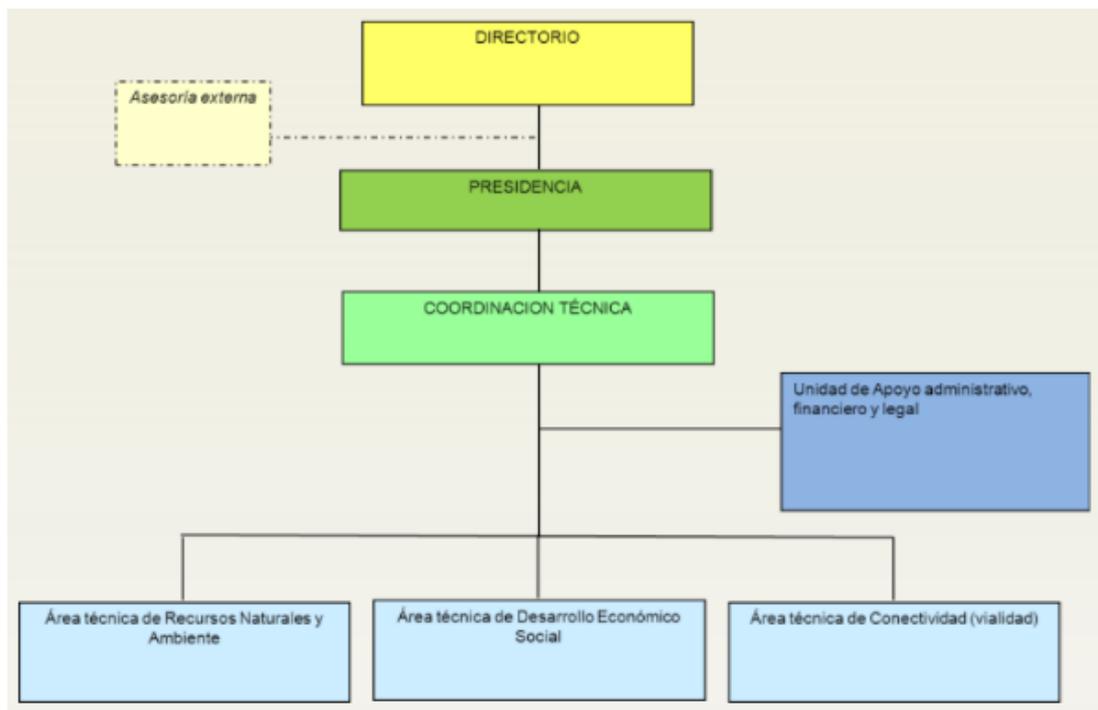
La zona mancomunada del sur occidente de la provincia de Loja en el año 2020 asegura agua en cantidad y calidad, sistemas productivos sostenibles, buena calidad ambiental, servicios básicos y una red vial interna buena y permanente, que fomente el desarrollo turístico y el bienestar socio económico para el buen vivir de su población.

Valores y Principios

Estos elementos se consideran relevantes en un proceso mancomunado, ya que son los que ponen los límites por donde deben actuar los actores para cumplir con los fines y objetivos planteados por la mancomunidad. Los valores y principios que regirán en la mancomunidad Bosque Seco son:

- **Equidad.-** Ejercicio igualitario de competencias y obligaciones.
- **Solidaridad.-** Colaboración recíproca sin afectar deberes propios.
- **Transparencia.-** Gestión y administración con rendición de cuentas y acciones claras.
- **Honestidad.-** Que implica hacer las cosas a conciencia y con el respaldo de la objetividad e imparcialidad.
- **Respeto.-** Para construir sobre la diferencia de criterios y posiciones sin el imperio de los unos sobre los otros.
- **Democracia.-** Con ejercicio pleno de sus derechos y obligaciones.
- **Unidad.-** De ideas y acciones para mayor fortaleza y efectividad.
- **Libertad.-** De pensamiento y acción.
- **Responsabilidad.-** Actuación eficiente en el manejo de lo encomendado, compromiso para de rendir cuentas por cada una de las actuaciones públicas.
- **Perseverancia.-** No doblegarse ante circunstancias adversas.

Estructura orgánica



Fuente: Mancomunidad Bosque Seco, 2017

Ejes de Intervención

Recursos Naturales (agua, calidad, gestión sostenida de recursos naturales), Desarrollo Económico Solidario (turismo comunitario, emprendimientos agropecuarios e industriales sostenibles), Gestión concertada de la red vial interna, Fortalecimiento y desarrollo institucional y Empresa pública de Aseo Integral “Bosque Seco”.

Base Legal que rige la Mancomunidad

- Constitución del Ecuador
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)
- Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP)
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCPP)
- Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP)
- Convenio de Constitución de la Mancomunidad de Municipalidades del Suroccidente de la provincia de Loja “Bosque Seco”.
- Reglamento Interno de la Mancomunidad Bosque Seco

Anexo B. Anexos Financieros del proyecto

En el presente acápite se detallan todos los cuadros financieros, del proyecto con el fin de que sean analizados detenidamente.

Gastos administrativos anuales

Gastos administrativos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Sueldos y Salarios	\$113.336									
Gerente	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558	\$50.558
Técnico Senior	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051
Técnico Junior	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882	\$21.882
Asistente administrativo	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845	\$11.845
Personal Administrativo Manejo de Bosques	\$204.857									
Gerente de Campo	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051	\$29.051
Técnicos Comunitarios	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903
Técnicos de campo	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903	\$87.903
Costos Indirectos	\$3.300									
Servicios Básicos	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440	\$1.440
Mantenimiento	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300
Suministros de Oficina	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360	\$360
Cuotas y suscripciones	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200	\$1.200
Otros gastos	\$23.423									
Arriendo de instalaciones	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600	\$9.600
Seguros	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823	\$7.823
Viajes y representaciones	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000	\$6.000
Total gastos anuales	\$344.916									

Depreciaciones

Depreciaciones	Valor	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vehículos	\$30.000	20,00	4.800,00	4.800,00	4.800,00	4.800,00	4.800,00					
Equipos de Computación	\$5.000	33,33	1.111,17	1.111,17	1.111,17							
Muebles y enseres	\$1.480	10,00	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20
TOTAL			6.044,37	6.044,37	6.044,37	4.933,20	4.933,20	133,20	133,20	133,20	133,20	133,20

Amortización de Intangibles

	VALOR	%	1	2	3	4	5
Amortización Inversión diferida	84.320,00	20,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00	16.864,00

Tabla de amortización

Préstamo USD	420.224,82
Tasa de interés	7,37%
Plazo en años	5

Años	0	1	2	3	4	5
Saldo USD	\$420.224,82	\$ 347.587,71	\$ 269.648,09	\$186.018,88	\$ 96.284,74	-
Cuota USD		\$ 103.313,52	\$ 103.313,52	\$103.313,52	\$ 103.313,52	\$ 103.313,52
Interés USD		\$ 30.676,41	\$ 25.373,90	\$19.684,31	\$13.579,38	\$ 7.028,79
Amortización USD		\$ 72.637,11	\$ 77.939,62	\$ 83.629,21	\$ 89.734,14	\$ 96.284,74