



DEFENSORES
DE LA NATURALEZA

FUNDACIÓN DEFENSORES DE LA NATURALEZA

**CONSULTORÍA PARA LA SISTEMATIZACIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA
POSICIONAR EL VALOR ECONÓMICO DE LOS
SERVICIOS AMBIENTALES DE LA RESERVA DE
BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS**

INFORME FINAL

Producto 1

Elaborado por:

Ing. Óscar Estuardo Villagrán García M.Sc.
Consultorías Estratégicas, S.A.

Guatemala, febrero de 2017

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA PROTEGIDA.....	7
2.1	Características Generales de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.....	7
2.1.1	Clima.....	7
2.1.2	Ecosistemas	8
2.1.3	Recursos Hídricos.....	9
2.1.4	Geología y suelos	11
2.1.5	Vegetación	11
2.1.6	Aprovechamiento de la Flora	14
2.1.7	Uso actual de la Tierra	15
2.1.8	Captura de carbono.....	15
2.1.9	Fauna.....	17
2.1.10	Cacería	19
2.1.11	Ecoturismo	20
2.2	Características socioeconómicas de la Sierra de las Minas.....	21
2.3	Problemática en la Sierra de las Minas.....	21
2.4	División administrativa de la Sierra de las Minas:	23
2.5	Uso de Recursos Naturales	24
3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO DE LA CONSULTORÍA.....	27
3.1	Preparación.....	27
3.2	Recopilación de la información y Procesamiento	28
3.3	Análisis y validación de los resultados	28
3.4	Difusión.....	28
4	LA INFORMACIÓN ANALIZADA	29
5	LAS DIMENSIONES DEFINIDAS Y VALORADAS	34
5.1	AGUA (SUELO) Y BOSQUE VEGETACIÓN (SUELO)	34
5.2	CARBONO + BIODIVERSIDAD	36
5.3	TURISMO SOSTENIBLE.....	40
5.4	PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS FORESTALES.....	41
5.5	PLANTAS MEDICINALES Y COMESTIBLES.....	44
5.6	CACERÍA	44

5.7	CULTIVOS COMERCIALES CAFÉ, CARDAMOMO, CACAO, HULE, ORNAMENTALES, FRUTALES Y HORTALIZAS, APICULTURA Y CULTIVOS DE SUBSISTENCIA MAÍZ Y FRIJOL, HUERTOS.....	45
5.8	ENERGÍA RENOVABLE.....	46
6	LAS NECESIDADES FINANCIERAS DETECTADAS PARA LA RBSM Y LA VALORACIÓN ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL.....	52
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
CODEDE	Consejo Departamental de Desarrollo
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo
CONALFA	Comité Nacional de Alfabetización
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
COPREDEH	Comisión Presidencial de Derechos Humanos
DIPRONA	División de Protección de la Naturaleza
FDN	Fundación Defensores de la Naturaleza
FONTIERRA	Fondo de Tierra
GTZ-PLV	The Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit- Proyecto Las Verapaces
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINEDUC	Ministerio de Educación
MP	Ministerio Público
OG	Organizaciones Gubernamentales
OJ	Organismo Judicial
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PDH	Procuraduría de Derechos Humanos
PINFOR	Programa de Incentivos Forestales
PLAMAR	Plan de Acción de Modernización y Fomento de la Agricultura Bajo Riego
PNC	Policía Nacional Civil
RBSM	Reserva de Biosfera Sierra de las Minas
RIC	Registro de Información Catastral
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
SIPECIF	Sistema Nacional de Control y Prevención de Incendios Forestales
TNC	The Nature Conservancy
UNFCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
UE	Unión Europea
WWF	World Wildlife Fund

1 INTRODUCCIÓN

En Guatemala la importancia de la conservación de los recursos naturales se impulsa fuertemente desde el año 1989 con la creación del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, el cual busca fortalecer el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-, es decir en involucrar nuevas áreas con ecosistemas importantes y frágiles para la conservación de los recursos naturales. Por otro lado, se busca fortalecer el manejo y administración de las áreas protegidas a través de la asignación de recursos financieros y humanos.

El aspecto financiero juega un papel importante en el manejo de los recursos naturales y en el buen manejo de las áreas protegidas, es por ello que dentro del Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, se ha establecido una herramienta o software denominado Marfin 3.0., el cual consiste en establecer cuál es el presupuesto que se requiere por programa y establecer las brechas financieras entre los egresos e ingresos del presupuesto que se requiere en la administración de las áreas protegidas.

Para el caso específico de la Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas, se estableció que existe una brecha financiera de un monto de Q 29,108,808.60 para un periodo de 5 años, por lo que implementar medidas para recaudar los recursos necesarios para asegurar la viabilidad y ejecución de actividades propuestas dentro de los distintos planes de trabajo, es fundamental. Sin embargo, más del 90% de los fondos provienen de la cooperación internacional, la cual cada día es más incierta y más competitiva. A pesar que la ley de la Sierra de las Minas, establece que el Estado dará los recursos económicos para manejar la Reserva, después de 25 años no han invertido nada y tampoco han otorgado presupuesto. La única colaboración es de 7 – 8 guarda recursos asignados a Fundación Defensores de la Naturaleza -FDN-, por parte CONAP.

Los fondos nacionales disponibles para ambiente son pocos y los recursos que recibe el CONAP para áreas protegidas son insuficientes. Desde hace varios años Fundación Defensores de la Naturaleza ha trabajado a nivel político para que se asignen fondos al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-, sin éxito alguno después de varios años. Asimismo, de los fondos municipales que se ejecutan en los 18 municipios que comprenden las áreas de las cuatro Áreas Protegidas co-administradas por FDN, un porcentaje mínimo es dedicado a proyectos ambientales y en áreas protegidas.

Es imperativo entonces, que el financiamiento público se haga efectivo con la asignación de recursos hacía el resguardo de las áreas protegidas, como proveedores de servicios ambientales como agua, suelo, agua, biodiversidad y otros. Esto a través de financiamiento al SIGAP, fondos municipales invertidos en actividades de protección en las áreas protegidas que FDN administra y fondos público-privados accesibles por sociedad civil.

Es por ello que se realizó el presente trabajo para la sistematización y construcción de herramientas para posicionar el valor económico de los servicios ambientales de la

Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. El resultado alcanzado es producto de un ejercicio que incluyó, dentro de otros, las siguientes acciones:

- Investigación y recopilación de toda la información sobre economía de servicios ambientales que sea útil el caso de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas.
- Reuniones de trabajo y talleres de validación con los equipos de la RBSM que colaboran con la Fundación, en las cuales se tuvieron entrevistas y se recolectó información, la cual es parte fundamental de los resultados alcanzados.
- Preparación del Presente documento, que muestra los resultados de la Valoración económica, ambiental y social de la Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas.

El estudio preparado indica que el Valor económico, ambiental y social de la Reserva es cercano a los **US \$ 1,500,00,000 anuales**, cuyo detalle correspondiente está integrado en el presente informe.

Teniendo en cuenta el análisis realizado a lo largo del presente documento, entonces se hace muy importante la realización de un esquema de Incidencia Política para lograr la asignación de más recursos presupuestarios para la RBSM, ya que considerando el valor económico, ambiental y social de la Reserva se hace poco congruente que exista una brecha financiera tan grande para su sostenibilidad en el corto, mediano y largo plazo.

Es importante resaltar que las diferentes dimensiones analizadas no son las únicas que existen para efectos de la presente valoración, ya que deberá de trabajarse en realizar ejercicios similares que permitan conocer dimensiones tales como:

Fauna (Ecosistema)

Flora (Ecosistema)

Plantas medicinales

Cacería de subsistencia, deportiva

Ganadería, su transformación a ganadería sostenible

Aportes provenientes de la cosmovisión indígena y pertinencia cultural

Sin embargo, queda claro que los elementos más importantes de la RBSM lo constituyen el recurso hídrico y los bosques, por lo cual acciones orientadas desde la Fundación que dediquen recursos humanos específicos para la consecución de recursos financieros, basados en estos componentes, generarán una rentabilidad muy alta y pronta en la consecución de recursos.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA PROTEGIDA

De acuerdo al Plan Maestro de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas 2010-2014, esta es la segunda Reserva de Biósfera de Guatemala, siendo declarada como área protegida el 4 de octubre de 1990 a través del decreto ley 49-90 del Congreso de la República. Está ubicada en el nororiente de Guatemala, entre los valles del río Polochic y el río Motagua. Ocupa un área de 240,803 hectáreas de extensión. Forma parte de una cadena montañosa que ocupa parte de cinco departamentos de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal. En ella 14 municipios cuentan jurisdicción, entre los que tenemos: departamento de Baja Verapaz: Salamá, San Jerónimo y Purulhá; de El Progreso: Morazán, San Agustín Acasaguastlán y San Cristóbal Acasaguastlán; de Alta Verapaz: La Tinta y Panzós; de Zacapa: Usumatlán, Teculután, Río Hondo y Gualán; y de Izabal: Los Amates y El Estor. En un recorrido de este a oeste, se extiende aproximadamente en 130 kilómetros de longitud y varía entre 10 y 30 kilómetros de ancho, con elevaciones desde el nivel del mar, hasta los 3,015 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones topográficas hacen que en ella se encuentran 6 zonas de vida y se alberga más del 80 % de la biodiversidad de Guatemala.

La administración General está a cargo de la Junta Directiva de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas -RBSM- (Decreto 49-40), y se operativiza a través de la Secretaría Ejecutiva que de conformidad con la ley está a cargo de la Fundación Defensores de la Naturaleza. Dicha Fundación es la encargada de ejecutar las actividades técnico-administrativas establecidas por la Junta Directiva basados en los artículos 6 del Decreto 49-40, artículos 12 y 13 del Reglamento para la Organización y Funcionamiento de la Administración de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (Acuerdo Gubernativo 93-92). Las zonas en que dividen la RBSM son: a) Zona Núcleo (103,061 Hectáreas); b) Zona de Usos Múltiples (38,769 Hectáreas); Zona de Amortiguamiento (94,796 Hectáreas) y d) Zona de Recuperación (4,177 Hectáreas) , para un Total de 240,803 hectáreas.

2.1 Características Generales de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas

2.1.1 *Clima*

La precipitación se estima entre los 700 y 3,000 mm, anuales. La condensación de agua en la vegetación de los bosques nubosos alimenta a los ríos, también durante los meses de baja precipitación. La depresión oeste-este de la Sierra de las Minas, juega un papel muy importante en el patrón de precipitación del Valle del Motagua. Las cordilleras altas crean condiciones de sombra de lluvia, lo que repercute que en el valle medio del Motagua se reporte una precipitación anual de menos de 500 mm, siendo entonces el valle más árido y seco de Centro América.

La temperatura media varía entre 13 – 32 °C, en el gradiente altitudinal dentro de la Sierra de las Minas. La humedad relativa puede variar entre 80 a 95 % en diferentes épocas del año.

2.1.2 Ecosistemas

La Reserva de Biósfera Sierra de las minas junto con el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic han sido organizados en tres regiones fisiográficas. Las ecoregiones son unidades relativamente grandes de tierra que contienen distintos arreglos de comunidades naturales y especies, con límites que se aproximan a las extensiones que originalmente tenían las comunidades naturales previo a los cambios generados por el uso de la tierra. Producto de la variedad de formas terrestres y edáficas, y basado en procesos de diferenciación ecológica estos sistemas naturales, han sido categorizados en cuatro ecoregiones terrestres y cada una de ellas en diversos ecosistemas.

La combinación de ecosistemas en Sierra de las Minas es sumamente compleja e incluye una serie de formaciones vegetales. Según la nomenclatura de Holdridge, se pueden encontrar los siguientes ecosistemas:

Bosque nuboso: La mayor cantidad de bosque que se puede encontrar en Sierra de Las Minas corresponde a este tipo, el cual corresponde a los ecosistemas:

Bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB): Es un bosque con precipitación de más de 4,000 mm. Posee especies indicadoras como *Alfaroa costarricensis* (nogal), *Brunili sp.* (cedrillo), *Gunnera*, *Magnolia guatemalensis* (magnolia).

Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB): En este bosque la precipitación anual es de entre 1000-4000 mm y se encuentra generalmente entre los 1400-2700 msnm. Especies indicadoras, *Cletra spp.* (zapotillo), *Persea donneell smithii* (aguacatillo), *Pinus maximinoi* (pino), *Liquidambar styracifolia* (liquidámbar).

Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB): En Sierra de las Minas se encuentra a partir de los 1400 msnm hasta los 2200 msnm. Especies indicadoras, *Pinus oocarpa* (pino colorado), *Quercus spp.* (roble, encino), *Alnus jorulencis* (ilamo), *Encyclia selligera* (orquídea).

Bosque muy húmedo premontano subtropical (bmh-PM): Se encuentra desde los 700 msnm a los 1400 msnm. Especies indicadoras, *Orbignya cohune* (corozo), *Terminalia amazonia* (canxan), *Pinus caribea* (pino caribeño), *Manilkara zapota* (chico zapote).

Bosque seco premontano subtropical (bs-PM): Se encuentra entre los 600 y 1400 msnm, presenta una precipitación media entre 500-1000 mm. Especies indicadoras, *Encyclia diota* (orquídea), *Ceiba aescutifolia* (ceibillo), *Leucaena guatemalensis* (quiebrahancha).

Monte espinoso subtropical (me-s): Se encuentra en el valle del Motagua, es el ecosistema más seco de la región. Especies indicadoras, *Cactus spp.* (cactus, nopales y tunas), *Guayacum spp.* (guayacán), *Acacia farnesiana* (espinillo blanco), *Bucida machrostachys* (almendro).

1.1.1.1. Bosques montanos centroamericanos

Ecoregión perteneciente a los bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Los bosques de esta ecoregión se presentan en parches aislados, en una especie de mosaico, debido a la altitud en la que se encuentra, se consideran como bosques templados, en donde sobresalen por su presencia los robles y las coníferas, así como orquídeas y bromélias, siendo hábitat de especies animales únicas como el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) y el quetzal (*Pharomachrus moccino*).

1.1.1.2. Bosques húmedos del Atlántico centroamericanos

Se consideran bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales. Se le considera como un importante centro de biodiversidad. Debido a su localización en el istmo centroamericano, esta ecoregión contiene una mezcla de plantas y animales neárticos y neo tropicales. En él se encuentra la denominada ruta del Caribe, una de las mayores rutas para la migración de aves, tanto entre norte y Sudamérica como entre los bosques montanos y las tierras bajas.

1.1.1.3. Arbustal espinoso del Valle del Motagua

Esta ecoregión forma parte del grupo de ecosistemas que presentan un tipo de vegetación considerado propio de desiertos y matorrales xéricos. Esta ecoregión, es propia de Guatemala y se considera el área más seca de Centro América. La vegetación nativa es dominada por cactus espinosos, arbustos espinosos y árboles de acacia. La precipitación pluvial es de aproximadamente 500 mm anuales, mientras que las temperaturas, en algunas épocas del año alcanzan los 41° C. En esta ecoregión se encuentran cerca de 75 especies de aves.

1.1.1.4. Manglares del norte de Honduras

Esta ecoregión se ubica en la región fisiográfica de las Tierras de la llanura de inundación del norte. El clima de esta ecoregión es tropical, con lluvias anuales de 2000 a 3000 mm. Esta ecoregión es considerada un refugio natural para aves migratorias, mamíferos como ocelotes y osos hormigueros, monos aulladores. También es significativas la presencia de reptiles como la mazacuata (*Boa constrictor*), cocodrilos, tortugas e iguanas.

2.1.3 Recursos Hídricos

En la Sierra de las Minas nacen 63 ríos, agrupados en 52 subcuencas hidrográficas. Los ríos de la Sierra de las Minas son muy utilizados, por sistemas de riego, hidroeléctricas, industrias, poblaciones y fincas de los valles circundantes (Valle del Motagua, Valle del Polochic y Valle de San Jerónimo – Salamá). La mayor parte de los ríos se originan en los bosques nubosos de la parte alta RBSM.

En las cuencas de los ríos Pasabién y Chilascó funcionan dos hidroeléctricas, integradas al sistema nacional de generación de energía. Así mismo, existen

estudios para construir varias hidroeléctricas en distintas cuencas, con el objetivo de aprovechar la riqueza hídrica de la Sierra de las Minas.

El abastecimiento de agua a las poblaciones es de vital importancia, puesto que de las 14 municipalidades que conforman la Sierra de las Minas, 8 de ellas dependen del agua de la Sierra para ser distribuida para uso domiciliario. El agua de la Sierra de las Minas tiene un gran valor económico, principalmente en el Valle del Motagua, en donde existen 64 agroindustrias que la utilizan.

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa productora de agua, donde se registra lluvias anuales de más de 4,000 mm en su lado sur y hasta 7,000 en su lado norte, en ella nacen alrededor de 63 ríos, los cuales fluyen, 32 al norte, uno al oeste y 30 al sur, se agrupan en 86 subcuencas hidrográficas. Las dos cuencas principales corresponden a los ríos Polochic al norte y Motagua al sur. En conjunto representan una importante fuente de agua para uso doméstico a más de 400,000 habitantes, así como para uso industrial, agrícola, hidroeléctrico.

Los vínculos entre proveedores y usuarios de servicios hidrológicos de la cuenca, entendiendo estos como aquellos factores que mantienen regulado el flujo hídrico, es decir, son aquellos factores que disminuyen el impacto de caudales mínimos y máximos. Los usuarios demandan, sobre todo, acceso a agua y disminución del efecto de los eventos extremos de muy altos caudales. Los caudales mínimos, ocurren normalmente en la estación seca. Cabe mencionar que el flujo de estiaje ocurre gracias a que el ecosistema de bosque nuboso ubicado en la parte alta de la cuenca capta. En este sitio se evidencia suelos de profundidad mayor a 1 metro, lluvias con intensidades relativamente bajas (20 mm/h), y la región donde mayor precipitación ocurrió, 1100 mm.

Los usuarios también demandan como servicio hidrológico la disminución de los efectos negativos asociados a eventos de caudales extremos, muy altos, tales como inundaciones y erosión y sedimentación. Esto es posible solamente si es manejada adecuadamente la parte media de la cuenca (bosque de pino encino), ya que aquí es donde se dan las condiciones que mayor incidencia tienen sobre estos fenómenos, ya que se observaron las mayores intensidades de precipitación (más 50 mm/h) y precisamente donde se está gestando el avance de la frontera agrícola. En esta región es fundamental mantener una zona de ribera que contribuya significativamente a la regulación de flujos extremos.

En el año hidrológico 2009-2010, se pudo evidenciar una relación directa entre el fenómeno climático global denominado el niño y las condiciones de extremas de caudales muy bajos y la transición hacia caudales muy altos, ambos altamente dañinos e irregulares. De acuerdo a las tendencias de los últimos sesenta años de monitoreo se esperan que estos eventos sean cada vez más frecuentes y dañinos. En este contexto los servicios hidrológicos adquieren mucho mayor relevancia, incluso ser críticos para evitar eventos de hambrunas.

En la vertiente sur, del Motagua, se ha observado que el ecosistema de pino-encino juega un papel fundamental en la regulación hidrológica de caudales máximos (y sus efectos asociados tales como inundaciones, pérdida de infraestructura y erosión; obviamente que ocurren en estación lluviosa), ya que es

en este ecosistema donde se presentan las intensidades de lluvia más altas, los suelos presentan poca capacidad de almacenamiento de agua y la lluvia alcanza valores relativamente bajos (1400 mm en promedio anual). Esto es coherente con la baja tasa de formación de suelos y se evidencia una alta susceptibilidad a la erosión por las altas pendientes y porque es el sitio donde mayor avance de la frontera agrícola existe.

El bosque nuboso es fundamental para el abastecimiento hídrico en época seca. Esto se calculó basado en datos de balances hídricos y delimitación de áreas de recarga hídrica, las diferentes proporciones de productividad hídrica específica de las cuencas, son directamente proporcional a la cantidad de bosque nuboso que se presenta en las partes altas de cuenca.

En la vertiente norte, cuenca del río Polochic, se ha observado el papel fundamental que juega el ecosistema boscoso, tanto el bosque nuboso alto y bajo, así como el bosque húmedo tropical premontano, ya que cumple funciones de captación (con uno de los caudales específicos más altos de los observados 62 lps/ Km²). Sin embargo, al mismo tiempo presenta tasas de erosión potencial considerablemente altas (7 ton/ha/año), lo cual es un claro indicador que es uno de los sistemas con mayor susceptibilidad a aportar erosión.

2.1.4 Geología y suelos

La Sierra de las Minas está bordeada, tanto al norte como al sur, por dos grandes depresiones que corresponden a las fallas del Motagua y del Polochic. Está formada en su mayoría por rocas paleozóicas, que son las rocas más antiguas de Centro América. El levantamiento de una gruesa secuencia de basamento, con algunas rocas anfíbolitas y mármoles, formó esta cordillera. El límite norte de este cinturón es una falla geológica muy bien definida y con un considerable desplazamiento.

Los suelos de la Sierra de las Minas son los más antiguos de Centro América, compuestos principalmente de rocas paleozoicas. Son tierras que van de arcillo-limosas a limosas, de una profundidad entre 25 y 50 cm. La alta susceptibilidad a la erosión de estos suelos y las pendientes, entre 40 y 70% hacen que éstos se clasifiquen en alta y muy alta tendencia de erosión, por lo que no son recomendables para actividades de pastoreo, y son sólo recomendados para manejo forestal o ambiental, con pocas y pequeñas áreas consideradas adecuadas para la producción agrícola.

2.1.5 Vegetación

En la Sierra se encuentran diversas formaciones vegetales, las cuales representan la complejidad de ecosistemas dentro de la Reserva. Contiene más de 600 kilómetros de bosque nuboso, lo que representa la mayor extensión de hábitat aún existente en el país para el Quetzal. En el estudio sobre Migraciones del Quetzal, se concluye claramente la importancia de la Sierra de las Minas para la conservación de nuestra ave nacional, como eje de las migraciones estacionales que realiza la especie.

La reserva es un importante banco de semillas forestales, con al menos 15 especies de coníferas tropicales, por lo que constituye una invaluable fuente de germoplasma para proyectos agroforestales y de reforestación en Guatemala, con gran potencial para el aprovechamiento forestal.

De acuerdo con diversos estudios en la Sierra de las Minas, se ha determinado que existe una gran riqueza de flora y se identificaron especies que se encuentran amenazadas entre las que se pueden mencionar: *Magnolia guatemalensis*, *Abies guatemalensis*, *Acer skutchii*, *Juniperus comitana*, *Agave seemanniana*, *Quercus skinneri*, *Quercus polymorpha*, *Diphysa floribunda* y *Taxus globosa*.

La RBSM es el hogar de más de 2,000 especies de plantas. En la Reserva se han realizado estudios florísticos, edáficos y geológicos, en los cuales se ha evidenciado claramente que la singularidad de su flora. Esto se debe principalmente a los cambios en composición y estructura vegetal y de comunidades ecológicas que son explicados por la gran variabilidad de microclimas, dados por gradientes topográficos y gradientes climáticos regionales. Además, muy significativa, es la influencia de la geología y la infinidad de unidades litológicas (de material parental diferenciado) existentes. Todos estos factores han incidido en la formación de altos niveles de especiación y endemismo, así como de altos niveles de diversidad en composición florística en la RBSM. Los factores más importantes son los, el aislamiento geográfico por la presencia de barreras naturales, las dos fallas más importantes de Guatemala y Centroamérica continentales, Motagua y Polochic. Y, la conformación de diversidad de climas por fuertes gradientes altitudinales, múltiples exposiciones, distintas fisiografías, formación de corrientes de humedad y efecto de barlovento y sotavento etc. Asociado a lo anterior se origina la influencia de la flora de zonas de vida muy contrastantes, por un lado las del valle del Polochic y río dulce (bosque tropical de tierras bajas) y por el otro las del valle del Motagua (bosque seco y muy seco).

Además, a nivel general, la reconexión entre América del Norte y América del Sur origina migraciones recíprocas de taxa andinos hacia al Norte y de taxa cordilleranos hacia el Sur. La RBSM es el límite hacia el sur de taxa originados en la región templada y hacia el norte de taxa originarios en la región andina.

La Flora de Guatemala reporta alrededor de 7,115 especies de plantas de las cuales hasta el momento en la Sierra de las Minas se han logrado documentar en herbarios y estudios recientes 132 Familias de plantas con flores, 18 Familias de helechos, 3 Familias de Pinófitas, las cuales totalizan 913 especies. Este total representa el 13% de la Flora de Guatemala.

Hasta el momento, 29 son las familias de la Flora de Guatemala que están representadas en la Sierra de las Minas con un 50% o más de las especies reportadas para Guatemala. De estas 16 familias pertenecen al bosque muy húmedo montano (bajo y alto) y las restantes 13 al monte espinoso.

Estudios florísticos hechos en RBSM entre 1993-2003, muestran que el inventario de las especies vegetales asciende a más de 900 especies. Teniendo como referencia a la Flora de Guatemala, muestra que 15 son las especies endémicas

exclusivas para la Sierra de las Minas y 30 las especies endémicas de Guatemala presentes en dicho lugar, en total 45 especies. Comparando las especies endémicas reportadas en la Flora de Guatemala y las especies encontradas en los estudios florísticos entre 1993-2003, existen 29 especies endémicas reportadas por Standley y Steyermark que no han sido encontradas, lo cual hace que el endemismo ascienda a 74 especies. Además, existen especies las cuales Standley y Steyermark hacen referencia que únicamente son conocidas sus especímenes tipo, con estas especies se llega a un número de 105 especies. En un estudio particular se registraron 598 especies, de las cuales 17 son endémicas. Muchas de estas especies endémicas, principalmente las Cactáceas no estaban consideradas como endémicas en la lista Standley y Steyermark para la Sierra de las Minas.

Entre las especies endémicas que no han sido encontradas por los estudios actuales, existen 7 especies exclusivas de la Sierra de las Minas:

1. *Serjania lateritia* Radlk. (Sapindaceae)
2. *Piper punctulatum* Standl. & Steyermark. (Piperaceae)
3. *Galactia sparsiflora* Standl. & Steyermark. (Fabaceae)
4. *Commelina Standleyi* Steyermark in Standl. & Steyermark. (Commelinaceae)
5. *Pireeella falcifolia* Bartr. (Musgo)
6. *Macromitrium altituberculatum* Bartr. (Musgo)
7. *Abutilon tridens* Standl. & Steyermark. (Malvaceae)

22 especies reportadas para la Sierra de las Minas pero que no se han encontrado en los estudios florísticos actuales son las siguientes:

1. *Ilex quercetorum* I. M. Johnston (Aquifoliaceae)
2. *Anthurium subcordatum* Schott (Araceae)
3. *Oreopanax steyermarkii* A. C. Smith.
4. *Geonoma Seleri* Burret. (Areaceae)
5. *Chamaedorea digitata* Standl. & Steyermark. (Arecaceae)
6. *Chamaedorea lehmannii* Burret. (Areaceae)
7. *Eupatorium hypodictyon* Rob. (Asteraceae)
8. *Eupatorium montigenum* Standl. & Steyermark. (Asteraceae)
9. *Eupatorium ovillum* Standl. & Steyermark. (Asteraceae)
10. *Mahonia Johnstonii* Standl. & Steyermark. (Berberidaceae)
11. *Galactia discolor* Donn. Smith. (Fabaceae)
12. *Beaucarnea guatemalensis* Rose. (Liliaceae)
13. *Dorstenia Contrajerva* var. *tenuiloba* (Blake) Standl. & Steyermark. (Moraceae)
14. *Epidendrum Schweinfurthianum* Correll (Orchidaceae)
15. *Epidendrum sobralioides* Ames & Correll. (Orchidaceae)
16. *Goodyera major* Ames & Correll. (Orchidaceae)
17. *Piper brujoense* Trelease & Standley. (Piperaceae)
18. *Piper tecutlanum* Trelease & Standley. (Piperaceae)
19. *Peperomia condormiens* Trelease. in Yuncker. (Piperaceae)
20. *Peperomia tacticana* Trelease & Standley. (Piperaceae)
21. *Guamatela Tuerckheimii* Donn. Smith. (Rosaceae)
22. *Psychotria pachecoana* Standl. & Steyermark. (Rubiaceae)

La exposición a diversidad de factores biofísicos y de factores climáticos formadores de suelos, tales como corrientes de humedad y diversidad de patrones de precipitación, promueven una gran diversidad y riqueza florística. Destaca la existencia de valles intercolinares, como la parte alta de río naranjo (parte alta del río Matanzas) ubicado entre los cerros Pinalón y Guaxabjá, allí se puede observar uno de los bosques nublados con árboles emergentes más altos del mundo.

2.1.6 Aprovechamiento de la Flora

1.1.1.5. Forestal y leña

La leña sigue siendo un energético importante en las comunidades asentadas dentro y la zona de influencia de Sierra de las Minas. Entre las especies de árboles preferidas para leña y otros usos múltiples destacan el pino (*Pinus* spp.) encino o roble (*Quercus* spp.) y cuje (*Inga* sp.). Naziri et al. (2013) reporta que las fincas en el área de Purulha extraen un promedio de cerca de un metro cúbico de madera y leña del bosque por año (rango 0 a 5.1 m³/Ha). Debido a la creciente lejanía de las áreas de colecta de leña, durante los últimos años ha aumentado el interés por reforestar con árboles de uso múltiple.

Las actividades de aprovechamientos forestales comerciales en la Sierra de las Minas de manejo forestal con enfoque industrial no han sido sostenibles, debido a ausencia de la visión de largo plazo, estas prácticas continúan contribuyendo a la degradación de los bosques en la Reserva. El aprovechamiento forestal ilícito para la extracción de madera y leña es una de las amenazas de gran importancia en Sierra de las Minas. Las especies forestales más amenazadas son: *Pinus rudis*, *P. tecunumanii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus*.

1.1.1.6. Plantas medicinales y comestibles

De acuerdo al estudio realizado por Orellana (1997) en 7 comunidades, se reportó que se utilizan más de 305 plantas medicinales y 129 comestibles. Distribuidas en 81 familias de plantas medicinales, las familias más representativas son Asteraceae con 38 géneros y Solanaceae con 14 géneros, de estas el 52% son nativas y 22% exóticas. En cuanto a las plantas alimenticias (129 especies), se reportan 44 familias, de las cuales 45% son nativas, 37% son exóticas y 19% no determinadas, las familia con mayor representatividad las leguminosas con 11 géneros, las solanáceas con 8 géneros y las cucurbitáceas con 8 géneros. Entre las plantas silvestres comestibles se encuentran: el tunay, pacayas, apazote, palmitos, etc.

2.1.7 Uso actual de la Tierra

Para el caso de la Sierra de las Minas, se puede observar en el Cuadro a continuación que la mayor parte de la superficie territorial o extensión del área protegida se encuentra bajo cobertura forestal o vegetación es decir más de 170,000 ha. Cuentan con cobertura forestal la cual se distribuye dentro de la zona núcleo y zona de uso sostenido en su mayor parte; siendo la extensión más grande la de bosque latifoliado, es decir la de hoja ancha; la cual está formada por especies de madera dura y le sigue coníferas las que su mayoría se distribuyen en la parte suroeste de la Reserva.

Cuadro 1. Cobertura y uso actual de la tierra en Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas

USO ACTUAL DE LA RBSM	Superficie en Hectáreas	Porcentaje
Agricultura anual	65,138.20	48.42
Agricultura perenne	5,963.85	3.41
Arbustos	36,022.80	11.75
Areas pobladas	992.25	0.86
Areas reforestadas	2,673.00	5.7
Bosque de coníferas	18,099.20	0.05
Bosque enano	2,648.70	25.58
Bosque latifoliado	103,566.00	3.99
Bosque mixto	5,582.34	0.24
Tierras estériles, minas descubiertas	108.72	
TOTAL	240,795.06	100

Fuente: Plan Maestro de la Biosfera de la Sierra de las Minas 201-2014

2.1.8 Captura de carbono

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estima que Centroamérica produce menos del 0.5% del carbono del planeta, sin embargo, es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático mundial. Guatemala en los últimos años ha sufrido los impactos de fenómenos climáticos extremos como el exceso de precipitaciones pluviales y episodios de sequía, eventos que sumados a los efectos de la deforestación han ocasionado: la pérdida de ecosistemas, la reducción de la calidad y disponibilidad de recursos hídricos, la pérdida y daños ocasionados en los sistemas de producción agrícola, infraestructura básica y de servicios, y el aumento de enfermedades respiratorias e intestinales, entre otros (Comisión Presidencial de Derechos Humanos - COPREDEH-, 2008; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, 2009).

Este escenario refleja la importancia en el país, de la implementación inmediata de medidas para la conservación de los recursos forestales, de adaptación y mitigación al cambio climático, así como de prevención de riesgo y reducción de vulnerabilidad.

Durante la 11ª. COP de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), se discutió que, para los países en vías de desarrollo, una de las principales medidas de mitigación de cambio climático es la “no emisión” de carbono a través de la reducción de emisiones por deforestación y degradación –REDD-. En la actualidad para desarrollar estrategias REDD, los países en desarrollo necesitan conocer cuántas “emisiones evitadas” podrían proveer y a qué costo.

Información consolidada de este tipo necesita el avalúo de escenarios para la integración del desarrollo económico y el cambio de cobertura forestal. Actualmente, este tipo de estimaciones no se encuentran disponibles, aunque se han realizado algunos avances en países de Mesoamérica como México y Costa Rica.

En Guatemala la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas es actualmente la segunda área protegida más grande con aproximadamente 240,000 hectáreas. Se caracteriza por su alta diversidad biológica (más de dos tercios de las especies registradas en el país), así como por su importante potencial como productora de diversos servicios ambientales (de la reserva se originan 63 ríos y comprende uno de los bloques más grandes de bosque con más de 140,000 Ha de cobertura forestal.

De acuerdo a Mayen, E. (2013), se realizó una investigación siguiendo la metodología para la cuantificación de carbono bajo los lineamientos aprobados por los estándares internacionales VCS y CCBA. Esto con el principal propósito de contar con una línea base para desarrollar proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación –REDD- que contribuyan por la vía del uso de incentivos, a generar inversión en actividades productivas, a mejorar los ingresos y la calidad vida de la población, así como con la conservación de los recursos naturales.

Se desarrolló en 8 diferentes estratos de carbono en el área de la Reserva de Biósfera Sierra de la Minas Guatemala. Los objetivos fueron a) Cuantificar el contenido de carbono en los diferentes reservorios y usos de la tierra de acuerdo a estándares internacionales en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. b) Diseñar la metodología del inventario de carbono bajo los lineamientos aprobados por los estándares internacionales VCS y CCBA, aplicada a la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas c) Desarrollar un sistema de información para el levantamiento del inventario de carbono en la RBSM, d) Analizar el contenido de carbono en los diferentes reservorios y usos de la tierra en la RBSM, e) Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida de la investigación.

La Estratificación en la RBSM se basó principalmente en 2 aspectos: a) Zonas de vida según la clasificación de Holdridge. y b) Medios de vida de las poblaciones asentadas en la RBSM. Durante el trabajo de campo en la RBSM se realizaron un total de 125 parcelas permanentes de muestreo, 75 en el estrato de Bosque y 50 en estratos de No Bosque.

Una de las estrategias identificadas para reducir las amenazas sobre la Sierra de las Minas es el desarrollar un programa de servicios ambientales basados en la cuantificación de fijación de carbono en los diferentes usos de la tierra. Mayen (2013), cuantificó y evaluó el stock de carbono total en la Sierra de las Minas en sus diferentes usos del suelo, reportó en promedio 421.71 toneladas por hectárea. Indica que el stock observado en los diferentes ecosistemas y usos del suelo puede sufrir cambios en el tiempo debido a los cambios climáticos, presión en el uso de los recursos naturales para agricultura, ganadería o uso forestal, por lo que se requiere monitoreo permanente.

2.1.9 Fauna

En la Sierra de las Minas se pueden encontrar por lo menos 885 especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios (cerca del 70% de todas las especies de estos grupos registradas para Guatemala y Belice). En cuanto a insectos no se sabe la cantidad exacta de especies, pero según Schuster (2006) y Monzón & Haxaire (2006), Sierra de las Minas es un área muy importante para especies endémicas de varios grupos de insectos, por su variedad de ecosistemas y sus picos altos que forman islas de endemismo, sobre todo para pasálidos y otros escarabajos. Actualmente hay un trabajo extenso en conjunto con el Laboratorio de Entomología Sistemática de la Universidad del Valle de Guatemala, para trabajar con los insectos de la sierra.

En cuanto a las aves se han reportado más de 400 especies de aves, incluyendo algunas amenazadas como el Quetzal (*Pharomacrus moccino*), águila harpía (*Harpia harpyja*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*). Se determinó que existen poblaciones estables de Quetzal en el bosque nuboso de la Sierra de las Minas, que se reproducen en la zona y migran hacia otros bosques. En cuanto al pavo de Cacho, según Rivas y Cobar, (2005), también habita en los bosques nubosos de la Sierra. Se continuará con la investigación de estas dos especies.

Entre algunos mamíferos presentes en el área se puede mencionar el Mono Araña (*Ateles geoffroyi*), el Mono Aullador (*Aloutta pigra* y *A. palliata*), Huitzil (*Mazama americana*), Pecari de Collar (*Tayassu tajacu*) y Pecari de Labio Blanco (*Tayassu pecari*). Entre los felinos se destacan el Puma (*Felis concolor*), el Jaguar (*Panthera onca*), el Jaguarundi (*Felis yaguarundi*), el Ocelote (*Felis pardalis*) y el Margay (*Felis weidii*). Todos ellos con presión por la cacería de las comunidades que habitan cercanas a la zona núcleo. Según McCarthy & Pérez (2006), la Sierra de las Minas, por ser una cadena montañosa con el más grande bloque de bosque nuboso del país y tener cuatro picos de más de 3,000 msnm, contiene un alta diversidad de mamíferos, además de tener especies de bosques nubosos, de bosques tropicales al norte y de bosques secos al sur.

Se ha registrado una gran diversidad de especies de fauna entre ellos mamíferos, aves y reptiles (cerca del 70% de todas las especies de estos grupos registradas para Guatemala y Belice). Dentro de estas especies estudios han reportado algunas de ellas endémicas y en grave peligro de extinción como el quetzal (*Pharomacrus moccino moccino*), águila arpía (*Harpia harpyja*), el halcón peregrino (*Falco peregrinis*) y el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*). Entre los

felinos que destacan están: el puma (*Puma concolor*), el jaguar (*Panthera onca*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), y margay (*Leopardus wiedii*) (Paiz, Marie Claire, 1996). Bocas del Polochic también es importante refugio para especies amenazadas como el manatí (*Trichechus manatus*) y monos aulladores negros guatemaltecos (*Alouatta pigra*). La mayoría de estos se encuentran en la parte alta de la cuenca y en la zona núcleo de la reserva y con una relación estrecha con los sistemas agroforestales en los cafetales de la zona alta de café con sombra en la parte alta de café, puesto que estudios de migración altitudinal del quetzal demuestran que a veces utilizan los cafetales de sombra para su migración de un sitio a otro.

Dentro de los análisis realizados por Estrada et al. (2016), se determinó que la Sierra de las Minas logra el resguardo de más del 13% del total de las especies endémicas del país, siendo el área protegida con más especies endémicas (más de 50), identificando su importancia dentro del SIGAP.

1.1.1.7. Especies bandera

Hay diversas especies bandera que se encuentran en el sistema Sierra de las Minas y Bocas del Polochic que representan la enorme diversidad biológica propia de Guatemala. Estas especies bandera se encuentran listadas en el Apéndice I o II de CITES.

El jaguar (*Panthera onca*), es una de las especies bandera más emblemáticas en Guatemala y raramente es vista en estado salvaje. Aunque originalmente el jaguar se encontraba distribuido en todo el país, la distribución actual se considera dispersa, con observaciones reportadas en la zona núcleo de Sierra de las Minas. El jaguar se encuentra listado en el Apéndice I de CITES, al igual que los otros cuatro grandes felinos registrados para Guatemala.

Monos aulladores o saraguates (*Alouatta pigra*), se encuentran listados en el apéndice II de CITES, debido a su restringida área de distribución localizada en los bosques del norte de Guatemala. Los monos son típicamente los elementos más conspicuos de la fauna de los bosques guatemaltecos y son considerados como un atractivo ecoturístico.

Otro de los grandes mamíferos considerados una especie bandera es el tapir de Baird (*Tapirus bairdii*), con adultos que pesan entre 400 a 600 libras. El tapir puede ser encontrado en la zona núcleo de Sierra de las Minas y en Bocas del Polochic. Esta especie se encuentra listada en el Apéndice I de CITES y es muy apetecida por los cazadores por la calidad de su carne.

El quetzal resplandeciente (*Pharomacrus moccino*) es una de las aves más bellas en el mundo, razón por la cual se ha convertido en uno de los emblemas nacionales de Guatemala. El quetzal se puede encontrar en los bosques nubosos y su distribución en Guatemala está restringida a dichos hábitats amenazados, específicamente los que se encuentran entre los 900 y los 1500 msnm. Esta especie se encuentra listada en el Apéndice I de CITES, y tiene un gran valor como atracción ecoturística.

El pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) es una especie monotípica que se considera críticamente amenazada, se le encuentra en los bosques nubosos de la Sierra de las Minas. Esta especie se considera como una apropiada especie bandera para la conservación de los bosques nubosos de Guatemala. Existe una limitada información disponible sobre esta especie, sin embargo se reportan observaciones y algunos patrones ecológicos de la misma, en la región de la Sierra de Las Minas.

El chipe de cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*) es una especie bandera migratoria propia de los bosques de pino encino centroamericanos. Se le encuentra en Guatemala en el periodo entre octubre y febrero. Esta especie anida en un área muy restringida en Texas, razón por la cual se le considera una especie migrante críticamente amenazada. La Fundación Defensores de la Naturaleza ha estudiado y protegido esta especie en Sierra de Las Minas y en otros sitios del país.

El manatí (*Trichechus manatus*) es un mamífero acuático que se encuentra en las costas del Atlántico, tanto en ambientes marinos como en agua dulce. En Guatemala, el manatí puede encontrarse en el Lago de Izabal y en Río Dulce. El Manatí se encuentra listado en el Apéndice I de CITES. La fundación Defensores de la Naturaleza tiene un programa de monitoreo para las poblaciones de manatí en la región Bocas del Polochic del Lago de Izabal y Río Dulce.

2.1.10 Cacería

En las comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM), la cacería de subsistencia es una actividad importante por ser fuente de proteína animal, un espacio de articulación social y recreación para sus habitantes (Jolón 1997, Morales y Morales 1998). Desde 1997 se han venido realizando esfuerzos de investigación, principalmente en la cuenca del Motagua, especialmente importantes Jolón (1997), Morales y Morales (1998), Ordóñez (2001), Ventura (2003) y Morales (2005).

Los estudios sobre cacería más completo realizados en la RBSM son los realizados por Jolón (1997) y Morales (2005), donde se analiza la estructura, riqueza, temporalidad y distribución espacial de esta actividad. Los grupos cazadores de la RBSM son principalmente personas jóvenes y de edad avanzada, que en combinación se vuelven muy eficientes debido a su energía y conocimiento tradicional. La mayoría de ellos se dedican a la agricultura y perciben de la caza, generalmente pocos ingresos económicos (Jolón 1997). Las personas aquí cazan principalmente para complementar la dieta familiar o para obtener sustancias de origen animal a las que se les atribuyen propiedades medicinales o mágicas. Otra motivación importante es el papel como actividad recreativa (Morales 2005).

Morales (2005) reporta la presencia de especies cinergenticas en la RBSM, de las cuales 31 especies pertenecientes a ocho familias de aves, de estas las más representativas fueron Columbidae (palomas), Ramphastidae (tucanes), Trogonidae (trogones y quetzales), Cracidae (pavas) y Psittacidae (loros y pericas), y 14 de mamíferos, las especies más abundantes corresponden a mamíferos

medianos como el pizote, mapache, armadillo, cotuza, micoleón, tepescuintle y tacuazín, así como venado de cola blanca. Morales (2005) también reporta que de las anteriores se cazan 20 especies (12 de mamíferos, siete de aves y un reptil). Varias de las especies se encuentran amenazadas y están listadas en la Lista Roja de la UICN y en CITES, por lo cual la RBSM se considera de gran importancia para ellas. Entre las más importantes se mencionan a los crácidos, que son un grupo de aves indicadores de perturbación ambiental (Morales 2005), prefiriendo bosques no perturbados (Estudillo-López 1997).

2.1.11 *Ecoturismo*

Las valuaciones de proyectos eco turísticos en el área de Sierra de las minas son aun limitados, como ejemplo, en la zona de Purulhá que es parte de la zona de influencia se la RBSM, el ecoturismo representa la principal fuente de ingreso de las fincas, variando entre el 60 y el 100%. Siendo la observación de aves una de las actividades principales. Excepcionalmente unas fincas ofrecen servicios adicionales como pesca, cabalgatas, áreas de picnic, viveros de orquídeas y visitas educativas para jóvenes estudiantes.

Las fincas que proveen servicios de turismo en el Corredor Biológico Bosque Nuboso se han beneficiado de los esfuerzos de promoción del Biotopo y han sido capaces de organizarse formando una asociación para emprender colectivamente actividades promocionales (todos los proveedores de servicios turísticos en el área son miembros de esta asociación). Al principio, este proceso fue facilitado por apoyos financieros otorgados por el gobierno holandés, y capacitación ofrecida por el gobierno japonés y ONGs locales (como Fundación Defensores de la Naturaleza) (Naziri et al. 2013).

Existe posibilidad de desarrollar turismo científico, especialmente en la Zona Núcleo de la Reserva. Se cuenta con instalaciones como, La Estación Científica La Cabaña, se encuentra ubicada en el bosque nuboso, en el área de Los Albores. Tiene capacidad de hospedaje para 25 personas, un área de trabajo y cuenta con los servicios básicos. Adicionalmente, se cuenta con siete refugios para facilitar las actividades de investigación, monitoreo y protección, sus construcciones son rústicas y pequeñas, de manera que no generan ningún impacto negativo en el entorno y solo pueden ser utilizados por grupos pequeños de personas. Estos refugios son: El Imposible, Luisiana, Vega Larga, Los Encuentros, Concepción, Olimpia y Esquipulas La Pinada.

Existen algunos avances importantes en el tema eco turístico: Instalaciones físicas de infraestructura de dos sitios de ecoturismo mejoradas, Chilascó y los Albores en coordinación con las comunidades, con base a los estudios de capacidad de carga ya elaborados. Se ha iniciado una campaña de mercadeo desarrollada para incrementar el número de turistas en las áreas importantes de trabajo en la RBSM con el apoyo de los grupos locales y alianzas con INGUAT. También ya se cuenta con dos rutas de turismo de bajo impacto en la RBSM y una en el corredor biológico del bosque nuboso, diseñadas e implementadas con base a los estudios de capacidad de carga.

2.2 Características socioeconómicas de la Sierra de las Minas

La Sierra de las Minas, está ocupada por diferentes grupos étnicos entre los que se encuentran: Indígenas de las etnias Q'eqch'í y Poqomch'í, los cuales se ubican en norte y noroeste de la Reserva, mientras que los ladinos en su mayoría se encuentran en lado sur. Se estima que dentro de la sierra de las Minas viven alrededor de 80,000 habitantes los que están conformados por más de 150 comunidades de los 14 municipios antes mencionados.

Las actividades económicas más importantes: La agricultura perenne (café, hule, cacao, pimienta gorda, cardamomo, frutales, cítricos), la agricultura anual (maíz, frijol, y hortalizas), manejo y extracción forestal, ganadería (de engorde y de leche), explotación minera (Mármol) y la generación de energía a través de hidroeléctricas.

Otra fuente de ingresos es la comercialización de productos con certificación orgánica, la que actualmente beneficia 16 comunidades organizadas dentro de la Reserva que producen café y cardamomo bajo esta modalidad. En cuanto a servicios públicos se cuenta con: carreteras de terracería, escuelas, centros de salud y mercados temporales.

2.3 Problemática en la Sierra de las Minas

Para identificar las amenazas prioritarias se tomó en cuenta los siguientes Criterios: área que afecta, ubicación dentro de la reserva, reversibilidad, costo de manejar la amenaza, impacto social o valor social de la amenaza, impacto ambiental sobre la biodiversidad y los recursos. Las amenazas identificadas son:

- *Invasiones*: El impacto del incremento poblacional puede ser determinante en la fragmentación y destrucción de la integridad del ecosistema. Las invasiones en la Sierra de las Minas ocurren principalmente el bosque nuboso y el bosque tropical cálido, siendo esta una amenaza considera Alta. Actualmente se tienen 4 grupos usurpadores dentro de la zona núcleo de la Sierra de las Minas.
- *Cacería*: La cacería en Sierra de las Minas es una actividad que se realiza todo el año e indiscriminadamente, casuista obedeciendo solamente a las cuestiones de suerte de toparse con algún animal. En estudios realizados por Jolón (1997) y Morales *et al.* (2005) se determinó que en 10 aldeas de la Sierra se cazan 24 especies de mamíferos, 18 especies de aves y 2 especie de reptil. Para algunas comunidades esta actividad cobra una importancia mayor, ya que es su principal fuente de proteína. Esta amenaza fue calificada como Alta para toda la Reserva, afectando principalmente al bosque nuboso y al bosque tropical cálido.
- *Avance de la frontera agrícola*: El cambio en el uso de suelo para habilitar nuevas áreas para cultivo es una amenaza calificada como Alta, afectando principalmente al bosque tropical cálido y al bosque de coníferas y mixto de la ladera sur. Entre los cultivos de subsistencia más comunes en la Sierra están el maíz, el frijol, chile, banano, caña, cítricos, calabazas y hierbas. La presión más directa proviene del uso de las técnicas de tumba y quema del bosque. El crecimiento poblacional acelerado, las condiciones de marginalidad, la falta de

seguridad en la tenencia de la tierra y la falta de oportunidades de desarrollo social y económico para las comunidades campesinas son determinantes en la utilización del sistema agrícola tradicional en condiciones inapropiadas para el uso agrícola.

- *Contaminación por desechos líquidos y sólidos:* La contaminación de las fuentes de agua (sistemas hídricos de la ladera sur y norte) son una amenaza calificada como alta para la Reserva. Esta contaminación se da por la aplicación inadecuada de agroquímicos en los cultivos los cuales muchas veces se ubican cerca de los ríos, los cuales se contaminan con el uso de pesticidas, herbicidas, etc. Así como por la precaria infraestructura en las comunidades aledañas a las fuentes de agua, las cuales en su mayoría cuentan con drenajes a flor de tierra que contaminan el agua.
- *Deforestación:* El aprovechamiento forestal ilícito para la extracción de madera y leña es una de las amenazas de gran importancia en Sierra de las Minas afectando principalmente al bosque tropical cálido y a los bosques de galería de los sistemas hídricos de la ladera norte y sur. Durante los últimos años en la Reserva ha existido una fuerte presión por modificar los límites actuales de la zona núcleo, con la finalidad de liberar recursos forestales para la industria maderera. Las especies forestales más amenazadas son: *Pinus rudis*, *P. tecunumanii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus*.
- *Uso inadecuado y desordenado del recurso hídrico:* Particularmente, entre las poblaciones de origen maya la tasa de crecimiento poblacional es alta (más de 4% anual), debido al escaso acceso a información y servicios de salud reproductiva, así como factores económicos, culturales y religiosos. El crecimiento acelerado y la migración de nuevas poblaciones acentúa la demanda de recursos naturales en la RBSM, esto se refleja en el recurso hídrico, donde muchos ríos durante el verano el caudal ha ido disminuyendo considerablemente debido al mal uso y el aumento de la demanda de este recurso, así como por la deforestación de las cuencas. El problema del uso inadecuado y desordenado del recurso hídrico requiere de atención y regulación principalmente para los elementos: bosque tropical cálido y el sistema hídrico de la ladera sur, donde se observa una calificación Alta.
- *Incendios forestales:* La ganadería extensiva, las prácticas agrícolas de alto impacto, así como los fenómenos climáticos regulares y extraordinarios hacen que los incendios forestales en el sur de la Reserva sean una amenaza permanente. Los efectos del fuego se manifiestan en la disminución paulatina de la cobertura forestal, eliminación de especies y en el aumento de la susceptibilidad a plagas y enfermedades del bosque, los cuales hasta el momento no se han cuantificado en términos monetarios.
- *Extracción ilegal de recursos no maderables:* Entre las especies más amenazadas por su extracción se encuentran: la vara de canasto, gallitos, ciprecillo, ramilla de pinabete, ocote y orquídeas, estas son extraídas por empresas comerciales y comunidades en diferentes épocas del año, cuando la demanda de estas se incrementa dentro del mercado nacional y extranjero. Estas extracciones afectan al bosque tropical cálido y bosque nuboso, esta amenaza obtuvo una calificación de Medio.
- *Actividades mineras:* En el elemento del bosque tropical cálido existe la amenaza de la actividad minera, debido a varias solicitudes de exploración y concesiones mineras que se han dado en la cuenca del Polochic. Esto representa una amenaza, ya que a pesar de que actualmente no se está

desarrollando esta actividad, existe interés de empresas nacionales e internacionales en explotar los recursos mineros de la RBSM.

- *Inadecuadas prácticas agrícolas:* La habilitación de nuevas áreas para el cultivo aunado a inadecuadas prácticas agrícolas agrava y aumenta las amenazas a la Reserva. Estas inadecuadas prácticas se refieren al cultivo de granos y hortalizas en áreas con suelos de vocación forestal con pendientes elevadas, el uso inadecuado de agroquímicos, las quemas no controladas, etc. Estas actividades afectan a los bosques de coníferas de la ladera norte y al sistema hídrico de la ladera norte.
- *Impacto negativo de actividades agroindustriales:* El crecimiento de las actividades agroindustriales se realiza a expensas de áreas boscosas en muchos casos sin ninguna planificación más que la necesidad de terrenos para sembrar o producir materia prima para las industrias. Es conocido que las actividades agroindustriales contribuyen al deterioro de la calidad del agua mediante la descarga de varios materiales: sedimentos, plaguicidas, abonos animales, fertilizantes, y otras fuentes de materia orgánica e inorgánica (Bol, 2008). Esto representa una amenaza para el bosque tropical cálido donde existen grandes agroindustrias como el cultivo de palma africana y caña de azúcar.
- *Asolvamiento:* Los asolvamientos son una amenaza para el sistema hídrico de la ladera norte, estos asolvamientos son provocados por la degradación de los suelos cercanos a las fuentes de agua debido a la deforestación o deslizamientos.
- *Pastoreo extensivo:* En Sierra de las Minas ocurre frecuentemente el pastoreo en las áreas boscosas principalmente en la zona de usos múltiples y zona de amortiguamiento, en el bosque de coníferas y mixto de la ladera sur. Esta actividad afecta la calidad de los bosques en cuanto a su composición.
- *Poca o nula valoración del recurso hídrico:* Actualmente existe muy poca o nula valoración del recurso hídrico entre los usuarios del agua que viven en Sierra de las Minas, como consecuencia de esta poca valoración se da el mal uso de este recurso. Esta escasa valoración se refleja en el hecho que actualmente las comunidades no pagan por este servicio a las municipalidades y que no existe ninguna retribución hacia la conservación de los bosques que producen este recurso.
- *Plagas forestales:* El uso continuo del fuego y las inadecuadas prácticas de aprovechamiento forestal (extracción selectiva, resinación, anillado, etc.) han debilitado la salud de la masa forestal, especialmente en las zonas de coníferas, manifestándose esto en el aumento de la incidencia del gorgojo del pino (*Dendroctonus* spp.). La plaga muestra un comportamiento cíclico y su impacto es alto en los aspectos económico y ecológico.

2.4 División administrativa de la Sierra de las Minas:

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas cuenta con 4 zonas de manejo siendo la Zona núcleo o intangible, la zona de usos múltiples (uso sostenido) y la zona de amortiguamiento y la zona de recuperación; estas se distribuyen a lo largo del área protegida y cada una cuenta con una función principal en la conservación y manejo de los recursos naturales. Para la administración de reserva se cuenta con 3 distritos o sedes regionales como: Distrito Polochic ubicado en la parte norte integra los municipios de la Santa Catalina La Tinta, Panzos y El Estor

Izabal; Distrito Matanzas ubicado en la parte noroeste que abarca municipios como Purulha, Salama y San Jerónimo de Baja Verapaz; Distrito Motagua abarca municipios como Morazan, San Cristobal Acasaguastlán, San Agustín Acasaguastlán del Progreso, Usumatlan, Teculután, Río Hondo, Gualan de Zacapa, y los Amates de Izabal.

2.5 Uso de Recursos Naturales

Uso local

La mayoría de la población de la Sierra de las Minas depende directamente de los recursos naturales disponibles. Se ha recabado información acerca de las percepciones y conocimientos de los pobladores locales sobre los recursos naturales. Entre los recursos naturales más utilizados se destacan los siguientes:

Productos y subproductos forestales: Madera para construcción de viviendas y muebles. Esto incluye madera en forma de horcones, vigas y tablas, que se cortan en aserraderos sencillos de fosa o a veces con motosierra. Para techos y paredes se utiliza gran variedad de palmas, cañas y lianas colectadas en el bosque.

En algunos sitios, las mujeres fabrican canastos usando lianas, palmas, hojas de pino y cañas como materia prima, la cual es colectada en forma sostenible por los demás miembros de la familia en el bosque latifoliado de la reserva (Flores, 1995).

Entre las especies de árboles preferidas para leña y otros usos múltiples destacan el pino (*Pinus spp.*) encino o roble (*Quercus spp.*) y cuje (*Inga sp.*). Debido a la creciente lejanía de las áreas de colecta de leña, durante los últimos años ha aumentado el interés por reforestar con árboles de uso múltiple.

Plantas medicinales y comestibles: De acuerdo al estudio realizado por Orellana (1997) en 7 comunidades, se determinó que se utilizan más de 305 plantas medicinales y 129 comestibles. Se reportan 81 familias de plantas medicinales, aunque las familias más representativas son Asteraceae con 38 géneros y Solanaceae con 14 géneros, de estas el 52% son nativas y 22% exóticas, pero el cultivo o domesticación de estas plantas exóticas, puede disminuir el impacto sobre las especies nativas. En cuanto a las plantas alimenticias (129 especies), se reportan 44 familias, de las cuales 45% son nativas, 37% son exóticas y 19% no determinadas, las familias con mayor representatividad las leguminosas con 11 géneros, las solanáceas con 8 géneros y las cucurbitáceas con 8 géneros. Entre las plantas silvestres comestibles se encuentran: el tunay, pacayas, apazote, pamitos, etc.

Cacería: Las motivaciones de los cazadores locales son diversas: para complementar su dieta, obtener sustancias medicinales, evitar daño a cultivos o recreación. Según Jolon (1997), la cacería es practicada en grupos mixtos de edad, bastante eficientes, la mayoría son agricultores y han reportado que cazan 42 especies de animales (24 especies de mamíferos, 17 de aves y 1 reptil). Como arte de caza se reportan rifles, escopetas y perros. Las especies de mamíferos cinegéticos más presionadas son: Tepezcuintle (*Agouti paca*), Pecarí de collar

(*Tayassu tajacu*), Pecari Labio Blanco (*Tayassu pecari*), Venado (*Odocoileus virginianus*), cabrito o huitizil (*Mazama americana*) y tacuazín (*Didelphis marsupialis* y *D. virginiana*). Las especies de aves más presionadas son pajuil (*Penelopina nigra*) y pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*).

Cultivos de subsistencia: Las comunidades de la RBSM siembran maíz y frijol como cultivos de subsistencia, aun cuando tienen otras fuentes de ingreso. La dieta familiar es complementada con cultivos menores como el chile, banano, caña, cítricos, calabazas y hierbas, así como animales de corral. Para el cultivo de granos básicos generalmente el sistema milpa, basado en la rotación de campos de cultivo. Los rendimientos de las cosechas de maíz son muy bajos. Esto se debe a la topografía quebrada, los suelos pobres y las plagas, así como la falta de conocimiento y aplicación de técnicas agrícolas apropiadas (Madrid, et al., 2000).

Ganadería: En el sur de la RBSM, se practica ganadería extensiva a pequeña y mediana escala. La ganadería extensiva afecta la regeneración del sotobosque, ya que el ganado no sólo se alimenta de árboles jóvenes, sino compacta el suelo de las inclinadas pendientes, contribuyendo a la erosión del suelo. Un impacto ambiental negativo se produce por la quema del pasto a finales de la época seca para promover su rápida regeneración. Esta práctica suele hacerse sin tomar previsiones adecuadas, por lo que a menudo el fuego ha provocado incendios forestales.

Agua: En los valles del Motagua y de San Jerónimo, al lado sur y occidental de la sierra, el agua es la base de la economía de la región, por sus usos para el riego, ganadería, industria, generación eléctrica y consumo doméstico.

Uso comercial

La Sierra de las Minas ha sido sujeta a aprovechamiento comercial de recursos naturales desde la época colonial. Destacan las actividades forestales, cultivos comerciales agrícolas y actividad minera; las cuales se realizan de la siguiente manera:

Aprovechamiento forestal: Las actividades de aprovechamientos forestales comerciales en la Sierra de las Minas se han caracterizado por la tendencia tradicional de manejo con la visión del corto plazo, lo que implica que las operaciones de Manejo forestal con enfoque industrial no han sido sostenibles, debido a ausencia de la visión de largo plazo que es característica principal de un manejo Forestal técnicamente aplicado, estas prácticas continúan contribuyendo a la degradación de los bosques en la Reserva. Los productores forestales argumentan que la baja rentabilidad de los proyectos de aprovechamientos forestales los induce a esos niveles de comportamiento. Para mitigar esta problemática se requiere del apoyo pleno del ente rector de áreas protegidas como lo es el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- para incorporar a las normativas de Manejo Forestal en la RBSM, la utilización de los beneficios de Incentivos forestales del programa PINFOR a los proyectos de Manejo Forestal de bosque natural con fines de producción forestal.

Los Incentivos Forestales para la producción forestal equivalen a un tipo de certificación forestal nacional. El Programa de PINFOR vigente, posee el componente de Incentivos a la Producción forestal comercial, mecanismo poco utilizado por los comunitarios, pequeños y grandes productores privados, se considera que su aplicabilidad contribuye a mejorar las actividades de manejo forestal desde los puntos de vista: social, ambiental, económico y sobre todo a la sostenibilidad del recurso forestal de Sierra de las Minas.

En la Sierra de las Minas, las actividades de fomento y conservación del bosque han creado un impacto positivo, al grado que las comunidades, propietarios privados, organizaciones sociales y municipalidades se han involucrado abiertamente al programa, apoyados por la gestión de Defensores de la Naturaleza con el respaldo de CONAP. Para el éxito en ésta gestión el Programa PINFOR administrado por INAB ha sido la base institucional, figura que ha contribuido a restaurar la confianza en las Instituciones, grupos comunitarios, propietarios privados se han integrado en torno al interés de proyectos forestales, generando ingresos, cultura forestal y la expectativa de la producción de bienes y servicios en el corto, mediano y largo plazo.

Desde el punto de vista ambiental, se considera de impacto el hecho que el proyecto forestal incentivado por el PINFOR ha contribuido grandemente a propiciar la recuperación de la cobertura forestal, mediante proyectos de reforestación, regeneración natural y manejo forestal de bosques naturales para Protección. Desde el inicio del programa se ha logrado el establecimiento de 2,257 hectáreas de reforestación a través de 21 proyectos comunitarios y con propietarios privados, 45,284 hectáreas contenidos en 175 proyectos han sido ingresadas al componente de Manejo de bosques naturales con fines de Protección.

Desde el punto de vista social se percibe la necesidad de impulsar actividades de capacitación comunitaria en manejo forestal, industria forestal comunitaria, comercialización y mercadeo de productos forestales elaborados por las comunidades, con el propósito de romper el ciclo tradicional del aprovechamiento selectivo y dar valor agregado a la producción forestal comunitaria en Sierra de las Minas.

Cultivos comerciales: Varias regiones de la Sierra de las Minas tienen condiciones ecológicas ideales para algunos cultivos comerciales. En la ladera norte se ha cultivado café desde hace más de un siglo, y el cardamomo se introdujo hace varias décadas, en los últimos años se ha visto un aumento importante de pequeños productores locales, tanto de origen maya como ladino. Sigüenza (1996), indica que plantaciones rústicas de cardamomo y café de sombra pueden ser compatibles con la conservación.

Industria minera: Al menos tres empresas mineras están dedicadas a la explotación de mármol en mediana escala. Durante los últimos años, se ha incrementado la demanda de nuevas operaciones de explotación minera principalmente en el sur de la Reserva, actividad que resulta de alto impacto para los ecosistemas frágiles del área protegida

3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO DE LA CONSULTORÍA

El presente documento desarrolla todos los elementos necesarios para la realización de la Consultoría para la Sistematización y Construcción de Herramientas para Posicionar el Valor Económico de Los Servicios Ambientales de La Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas

Para lograr este producto se procedió a la recopilación y sistematización de los estudios más relevantes presentados en los años recientes relacionados con la valoración de los servicios eco sistémicos de la Biósfera de la Sierra de las Minas. De esta revisión se definieron un conjunto de informes y productos para ser utilizados como base para la construcción de la herramienta final, que permitirá resaltar lo que se muestra en el informe posterior, en el cual se muestra la importancia ambiental, social y económica de Sierra de las Minas, como herramienta para el manejo del área protegida, la gestión de financiamiento y la incidencia política.

El proceso metodológico desarrollado se muestra a continuación detallando la secuencia trabajada. Combina el análisis cuantitativo de la información existente, complementado con varias reuniones de trabajo con el equipo de la Fundación Defensores de la Naturaleza, para una mejor comprensión y complementación del alcance del proceso realizado, así como para tener la certeza de que la información analizada y determinada como insumo primordial fue bien interpretada por el Consultor.

La aplicación metodológica considera cuatro etapas: 1) Preparación, 2) Recopilación de la información y Procesamiento, 3) Análisis y Validación, 4) Difusión, posibilitando de esta forma una aproximación gradual y sistemática a los contenidos técnicos de los productos comprometidos.

3.1 Preparación

Corresponde al proceso de conformación del proceso de trabajo que liderará la implementación descrita.

La revisión de la información secundaria se complementa con los aprendizajes derivados de la experiencia acumulada, además en esta etapa se toman dos decisiones técnicas importantes:

Optimizar la solicitud de información básica basada en las distintas dimensiones que caracterizan a la Reserva y la segunda los alcances de los análisis ya realizados, para sobre ellos construir la propuesta.

Se realizó entonces la valoración de la información en conjunto y se definió que si cumple con ser de carácter dinámico, orientado a constituirse en una herramienta de apoyo efectivo para la definición de los resultados que se están buscando.

3.2 Recopilación de la información y Procesamiento

Esta etapa comprendió la recopilación de la información existente vinculada con valoraciones económicas realizadas especialmente para la Fundación, para otras áreas protegidas y para los recursos naturales en su especificidad.

Incluyó también la realización de varias reuniones de trabajo con los equipos de la Fundación, en las cuales se presentaron los distintos elementos encontrados y al ser ellos informantes claves, se logró tener una mejor comprensión respecto a los alcances y brechas.

La secuencia de acciones y decisiones se inició con la definición de la cobertura y la revisión de la información disponible, concluyendo con la elaboración de base de datos para la construcción de la propuesta.

3.3 Análisis y validación de los resultados

Se realizó el procesamiento de la información complementado con el análisis de la realidad territorial de la Sierra de las Minas (entrevistas y fuentes secundarias). Estos resultados fueron revisados y ajustados en base a un trabajo coordinado con las contrapartes de la Fundación en sus distintos niveles jerárquicos y territoriales, asegurando la calidad y pertinencia de la información analizada y utilizada.

El análisis de la base de datos construida, entonces, permitió la estimación de un conjunto de indicadores que dan cuenta de la magnitud e incidencia de la valoración económica, social y ambiental de la Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas en cuanto a gasto en cambio climático. Lo valioso del trabajo realizado es mostrar en forma sintética y comparada los principales resultados derivados del estudio. Los indicadores corresponden a información y estadísticas que combinan una o más variables que pueden calcularse en distintos momentos, posibilitando el análisis sobre la prioridad política y presupuestaria que alcanza la temática.

3.4 Difusión

Corresponde entonces la presentación al Comité Directivo para su aprobación y así entonces lograr una difusión, la cual tendrá el mayor impacto en la medida que se tiene claridad sobre los públicos objetivos, además de disponer de técnicas o estrategias de difusión comprensibles. Esto incluye la presentación de resultados y análisis complejos en formatos diagramas, gráficos y cuadros que permita mostrar tendencias y hallazgos significativos fácilmente.

4 LA INFORMACIÓN ANALIZADA

A continuación, se presenta el detalle de toda la información analizada. Es importante para el trabajo realizado que se tenga presente este conjunto de documentos, bibliografía, estudios que fueron recopilados, estudiados, discutidos y finalmente considerados como base fundamental de los resultados finales. Estos documentos constituyen la base de datos del presente trabajo y son parte fundamental del proceso lo que permitió alcanzar los productos deseados.

A continuación, la enumeración y detalle de los mismos:

- Arévalo, L. (2001). Valoración del Recurso Hídrico cuenca Río Colorado, Río Hondo. Guatemala.
- Arévalo, L. (2003). Diagnóstico sobre Sistemas de Riego Departamento de Zacapa, Guatemala.
- Barrientos, E. (1991). Estudio de las Industrias Ubicadas Entre el Río Motagua y Sierra de las Minas. Guatemala.
- Barrientos, T. (1991). Arqueología en la Sierra de las Minas. Guatemala.
- Basterrechea, M., Castañón, D., Colom, E. Política de Hidroeléctricas 2015-2020, en el Área Protegida Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Fondo de Reformas Estructurales de la GTZ. Guatemala.
- Brown, M., De la Roca, I. (1996). Estudio Hidrológico y Económico del Agua. Guatemala.
- Buch, M. (2016). Análisis de Factibilidad Técnica y Financiera de Actividades REDD+ en el Área Protegida Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/FP-14012-GU. Guatemala.
- Campell, A. (1982). The Biogeography of the Cloud Forest Herpetofauna of Middle America, with Special Reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. The University of Kansas. Pp. 326.
- Castillo, F., Alpizar, F. (2005). Valoración Económica de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Rio Pasabien. Guatemala.
- CDC/CECON. (1993). Evaluación Ecológica Rápida. Guatemala.
- Celia, M. (2000). Censo de Especies de Género Quercus y su Distribución Geográfica en dos Cuencas de la RBSM. Guatemala.
- CONFORSA. (1994). Desarrollo Forestal Comunitario: Análisis de mercado de productos y subproductos forestales de la RBSM. Guatemala.
- Chávez, A. (2002). Análisis y Evaluación del Programa de Educación y Comunicación Ambiental en la Subcuenca del Lato, RBSM, Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Dal Bosco, G. (2006). Política de Manejo Forestal de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
- De la Roca, I. (2006). Análisis del Valor del Bosque Nuboso en la Protección de Cuencas. Guatemala.
- Del Cid, RM., Tot, CL. (2008). Caracterización Sub-Cuenca El Hato, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Proyecto CAFNET. Guatemala.
- Edwin J., Castellanos L. (2011). Elaboración del Primer Mapa Nacional Sobre el Carbono Capturado por Plantaciones y Bosques Naturales de Guatemala. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. Proyecto FODECYT No. 08-2008. Guatemala.

- Escudillo-López, J. (1997). Los Crácidos, la Familia de Aves Neotropicales más Amenazada de Extinción y su Posible Restablecimiento por la Reproducción en Cautiverio. En S.D. Strahl, S. Beaujon, D.M. Brooks, A.J. Begazo, G. Sedaghatkish, F. Olmos (eds.) *The cracidae: their biology and conservation* (pp. 117-123). Blaine, WA: Hancock House Publis.
- Estrada, C. (2017). *Resumen de Aspectos Físicos y Biológicos, La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas y Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic*. Guatemala.
- FDN (2001). *Plan Maestro Defensores de la Naturaleza, 2002-2007*
- FDN (2009) *Plan Maestro Defensores de la Naturaleza, 2010-2014*
- FDN. (1998). *Estudio de la Dinámica de la Frontera Agrícola en la RBSM*. Guatemala.
- FDN. (2004). *Sistematización Proyecto RECOSMO 2004, proyectos de incendios forestales*. Guatemala.
- FDN. (2005). *Carbon Sequestration and Renewable Energy as a Model for the Integration of Conservation and Development in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve*. Guatemala.
- FDN. (2005). *Línea de Base para el Monitoreo Biológico de la Sub-cuenca del Rio Colorado, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas*. Guatemala.
- FDN. (2007). *Demanda Actual y Futura del Agua de Riego, Cuenca del Río Hato, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso*. Guatemala.
- FDN. (2007). *Valoración de la Producción Agrícola Bajo Riego en la Cuenca del Rio San Jerónimo*. Guatemala.
- FDN. (2014). *Presentación Hidroeléctrica Rio Zarco*. Guatemala.
- FDN. (2015). *Fondo del Agua. Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Segunda Fase 2015-2020*.
- FDN. (2016). *Base de datos Proyectos Hidroeléctricos Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas*. Guatemala.
- FDN/CONAP/FONACON (2016). *Actualización del Plan Maestro, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, 2015-2020*.
- FDN/TNC/Sandia National Laboratories. (2003). *Carbon Sequestration and Renewable Energy as a Model for the Integration of Conservation and Development in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve*. Guatemala.
- FDN/WWF. (2012). *El Fondo del Agua. Sistema Motagua-Polochic de Guatemala. Un Mecanismo Novedoso de Pago por Servicios Ambientales con el Sector Privado*.
- Fundación Solar. (2003). *Estudios de Pre-factibilidad para Proyectos de Hidrogeneración Eléctrica en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Sub-cuenca Ríos Ribaco y Sub Cuenca Rio Zarco*. Guatemala.
- Gálvez, E. (1992). *Diagnóstico para la Integración Humana de la RBSM. Informe de datos secundarios*. Guatemala.
- Gálvez, E. (1994). *Desarrollo Forestal Comunitario. Diagnóstico socioeconómico de comunidades forestales en la RBSM*. Guatemala.
- Grupo de científicos interdisciplinario. (1989). *Estudio Técnico para Declaración de la RBSM*. Guatemala.
- Guerra, Alex., Alvarado, M. (2006). *De la Sierra de las Minas al valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestión integrada del agua. "Fondo del agua del Sistema Motagua Polochic"*. PROARCA/PRODOMA, Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental. Centro

Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica.

- Haack, R. (1995). Review of the 1992 – 1995 *Dendroctonus* Bark Beetle Outbreak in the Pine Forest of RBSM. Guatemala.
- Haggard, J., Meléndez, M., Sáenz, L., Vides, M., Tot, C., Sierra, E. (2015). *Agroforests: a Critical Resource of Sustaining Megadiversity in Guatemala*. NRI/ANACAFE/UVG/FDN. University of Greenwich- Guatemala.
- Hamrick, K., Goldstein, A., et al. (2016). *Raising Ambition. State of the Voluntary Carbon Markets 2016*. Varias Organizaciones. Ecosystem Marketplace.
- Hernández, FJ. (2016). *Diagnóstico Forestal Reserva de Biosfera Sierra De Las Minas*. Guatemala.
- Hernández, O. (2001). *Valoración Económica del Recurso Hídrico en la Subcuenca Río Jones*. Guatemala.
- Hernández, O., Cobos, C., Ortiz, A. (2002). *Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Lado Sur de la Reserva de las Biosfera Sierra de Las Minas*. Guatemala.
- Hocdé, H. (2009). *Estrategias de las Organizaciones de Productores de Café Frente a los Sellos Ambientales en la Zona de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas, Guatemala*. Proyecto CAFNET, Guatemala.
- INAB. (2000). *Manual para Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso*. INAB, Ed. Guatemala. 96 p.
- INAB. (2005). *PINFOR de protección*. Guatemala.
- Jolón, M. (1997). *Caracterización de la Actividad de Cacería en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y Diseño de un Plan de Monitoreo (Publicación interna)*. Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 80 pp.
- Jolón, M. (1997). *Estudio de cacería en la RBSM y RVSBP*. Guatemala.
- Leonardo, RS. (2005). *Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Organización Nacional para la conservación y el ambiente ONCA, FDN*. Guatemala.
- MacVean, C., Pérez, R., Cano, E. (1995). *Impacto de Poblaciones de Aves Sobre las Comunidades de Artrópodos en Plantaciones de Café, en las Zonas de Amortiguamiento*. Guatemala.
- Madrid, G., Rojas, O., Tot, C., Rivera, C. (2001). *Evaluación del Impacto de la Agricultura Sostenible Sobre la Conservación de la Biodiversidad en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas*. Guatemala.
- Margoluis, R., Gálvez, E. (1993). *Diagnóstico para la Integración Humana de la RBSM*. Guatemala.
- Martínez, M. (2007). *Valoración Económica del agua en San Jerónimo, Baja Verapaz y San Victoria Sololá*. Guatemala.
- Martínez, M., Dimas, L. (2007). *Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután*. Guatemala. *Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos*. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica.
- Mayen, E. (2013). *Evaluación de Carbono Aplicado a Reducción de Emisores por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) para el Mercado Internacional de Carbono en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Proyecto FODECYT NO. 034-2011*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. Pp 68.
- McBirney, A. (1963). *Geology of a part of Central Guatemala cordillera*. Univ. Cal. Pub. Geol. Sci. 28:177-242.

- Medinilla, O. (2001). Estudio del Potencial de Rodales Semilleros de las comunidades Loa Ángeles y San Francisco II, RBSM. Guatemala.
- Méndez, JC. (2000). Valoración Económica de los Impactos del Huracán Mitch y sus Consecuencias en la Población. Guatemala.
- Morales, A., Leonardo, R. (2004). Programa Piloto de Conservación y Manejo de Especies Cinegéticas en Dos comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM). Guatemala.
- Morales, C. y Morales J. (1998). Registro de Actividad de Cacería en Temporada de Extracción de Resina de Chicle en Uuxactún, Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala (Proyecto ONCA-FCG-2769). Guatemala. 40 pp.
- Morales, J. (2005). Programa Piloto de Conservación y Manejo de Especies Cinegéticas en Tres Comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. (Proyecto ONCA-FODECYT 12-03). Guatemala. 128 pp.
- Morales-de la Cruz, M., Núñez, O., Alvarado, S. (2006). Análisis Teórico de una Propuesta de Pago por Servicios Ambientales en Guatemala. Guatemala.
- Najera, A. (2004). Diversidad y Estructura de la Avifauna en el Bosque Nuboso Primario de Albores, Sierra de las Minas. Guatemala.
- Naziri, D., Hagggar, J., Aguilar, K. Delgado, E. (2013). Papel de las Reservas Naturales Privadas y de las Actividades de Ecoturismo Asociadas en la Conservación de la Biodiversidad en Guatemala. Informe interno, University of Greenwich/ANACAFÉ/FDN. Pp. 21.
- Noponen, M., Attarzadeh, N., Soto, G., Hagggar, J. (2011). CAFNET Huella carbono, CATIE. Guatemala.
- Núñez, O. (1994). Desarrollo Forestal Comunitario: Diagnóstico técnico de comunidades forestales en la RBSM. Guatemala.
- Núñez, O. (2010). Estimación de la Recarga Hídrica Potencial en Tres Subcuencas Ubicadas en el Sistema Motagua-Polochic, Ríos: Hato, Pancajoc y Zarco. (Proyecto FDN-FODECYT 77-2007). Guatemala. 118 pp.
- Núñez, O., Paíz, G. (1997). Crecimiento y Rendimiento de Árboles y Especies Forestales de la RBSM. Guatemala.
- Olson, D. M. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: a new map of life on earth. BioScience Vol 51, No. 11. Noviembre 2001.; y de Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth, en [www. worldwildlife.org/ ecoregions/ index](http://www.worldwildlife.org/ecoregions/index).
- Ordóñez, N. (2001). Herramientas para el Sistema de Monitoreo de Especies Cinegéticas de la RBSM y RVSBP. Guatemala.
- Ordóñez, N. (2001). Informe de la Implementación del Sistema de Monitoreo de Especies Cinegéticas para la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. (Publicación interna). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 20 pp.
- Orellana, R. (1997). Revalorización del Conocimiento Local Sobre el Uso de Plantas Medicinales y Alimenticias de la RBSM. Guatemala.
- Paíz, MC. (1996). Migraciones Estacionales del Quetzal (*Pharomacrus mocinno mocinno*) en la Sierra de las Minas y su Implicación Para la Conservación de la Especie. Guatemala.
- Pérez, E. (2004). Estandarización de Metodología Para el Estudio del Chipe Mejillas Foradas en el Neotropico. Guatemala.

- Pérez, E., Vásquez, C., Avendaño, C., Lou Vega, S., Morales, J., Santos, G. (2003). Línea Base para Monitoreo Biológico de la Sub Cuenca del Río Colorado, Río Hondo Sierra de las Minas. Guatemala.
- PNUD/PNUMA. (2011). Informe de Fase de Exploración y Diseño de Evaluación Sub-global para el Corredor Seco de Guatemala. Iniciativa Pobreza y Medio Ambiente. Guatemala.
- Quilo, A. (2009). Estimación del carbono almacenado en la biomasa arriba del suelo y en el suelo en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas año 2008. Centro de Estudios Ambientales- Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 29 p.
- Quilo, A., Del Cid, R. (2008-2010). Conectando y Sosteniendo los Servicios Ambientales y de Mercado para el Café Agroforestal. Guatemala.
- Reyes, V. (2004). Valoración Económica del Agua para Uso Industrial en la Cuenca del Rio Pasabien. Guatemala.
- Rivas, J., Cóbar, AJ. (2005). Distribución y abundancia del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
- Saavedra, O. (2015). Determinación y Evaluación del Impacto de las Quemadas Prescritas Sobre Sistemas Vegetales Pino-encino en las Cuencas de Pasabien y Rio Hondo, Zacapa, Proyecto FODECYT No. 072-2012. Guatemala.
- Sáenz, L., Pons, D., Sierra, E., Pacay, E., Delgado, K., Haggard, J. (2015). Biodiversidad Agroforestal: Un recurso crítico para la megadiversidad de Guatemala. Diversidad de flora y fauna en diferentes usos de la tierra en dos zonas cafetaleras de Guatemala. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad, UVG, FDN, ANACAFÉ, Guatemala. Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, UK.
- San Emeterio, L. (2001). Estudio de la Flora y de la Vegetación de las Cuencas Juan de Paz y Las Cañas, Sierra de las Minas Guatemala.
- Santizo, C. (1994). Proceso de Planificación Participativa en la Comunidad de Vista Hermosa, RBSM. Guatemala.
- Sapper, K. (1894). Grundzuge de Phisikalischen Geographie von Guatemala. Peterman's Mitteil. 113:1-59
- Schuchert, C. (1935). The historical geology of the Antillean-Caribbean Región. Wiley and Sons, New York. Pp 811.
- Sigüenza, R. (1996). Impacto de las Poblaciones de Aves en las Plantaciones de Café, en las Zonas de Amortiguamiento e Influencia en la RBSM. Guatemala.
- Termer, F. (1936). Zur Geographie der Republik Guatemala. Geog. Gesell. Mit. Hamburg, Bd. 44:89-275.
- TNC. (2005). Case Study of Watershed Valuation in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.
- TNC. (2012). Case study of Watershed Valuation in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.
- Tot, C. (2000). Caracterización de los Recursos Naturales Suelo, Agua y Flora en la Subcuenca del Río Tinajas. Guatemala.
- Tot, L., Castro, F. (2012). Periodic Review for Biosphere Reserves UNESCO MAB. Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Punto Focal MAB-Guatemala. FDN/CONAP. Guatemala.
- Vargas, JM. (2000). Análisis de la Composición Florística de las Diferentes

Comunidades de Helechos Arborescentes de las Cuencas del Río Naranjo, de la Sierra de las Minas. Guatemala.

- Veliz, M. E., Cobar, A. J., Ramírez, F. J., & García, M. J. (2003). La Diversidad Florística del Monte Espinoso de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, DIGI, Proyecto DIGUSAC 2.55 58 p.
- Ventura, I. (2003). Línea Base del Estudio Piloto de Fauna Cinegética en la Aldea Morán, Río Hondo, Zacapa. Informe final EPS, Escuela de Biología, Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC, Guatemala.
- Villagrán, O. (2017). Contenido de carbono por zona de la Reserva de la Biosfera. Hoja de Excel. Guatemala.
- Vora, R. (1994). Recommendations on Management of RBSM: Land use planning, general management, priorities, program needs, technical recommendations, Sister Forest Program.
- West, R. (1964). The Natural Regions of Middle America. Pp 363—383 en Wauchope and West, eds. Handbook of Middle American Indians. Univ. of Texas Press, Austin, Texas.

5 LAS DIMENSIONES DEFINIDAS Y VALORADAS

Luego de hacer la revisión profunda de toda la información analizada se procedió a realizar un conjunto de reuniones con el equipo de trabajo de la Fundación, definiendo las siguientes variables a ser valoradas:

5.1 AGUA (SUELO) Y BOSQUE VEGETACIÓN (SUELO)

La Reserva Biósfera Sierra de las Minas, abarca las cuencas hidrográficas de 63 ríos permanentes, haciéndola el mayor productor de agua en Guatemala. En esta región, las relaciones socioeconómicas se ven influenciadas por el abastecimiento del agua, particularmente el valle semi-árido del Motagua. Esta región se caracteriza por bosque seco y en menor proporción monte espinosos, por el efecto provocado de la sombra de lluvia de la Sierra.

Los bosques forman parte importante en varios de los procesos de captación de agua, dentro del ciclo hidrológico, así como también son parte importante en la protección de los suelos. Algunas investigaciones han observado un ascenso en el manto acuífero del suelo debido a una reducción en la evapotranspiración después de la eliminación del follaje. Esto debido principalmente a que los procesos de interceptación y evapotranspiración que los árboles llevan a cabo, se ven eliminados del área al mismo tiempo que se elimina la cobertura boscosa.

Sin embargo, el aumento en el manto acuífero asociado a la destrucción o eliminación de una cubierta forestal contribuye al flujo torrencial disminuyendo el potencial de almacenamiento de agua en el suelo. La lluvia que cae sobre un suelo saturado corre libremente hacia los canales en el perfil del suelo. En los terrenos de ladera empinada la fuerza del agua da problemas de erosión, y contribuye al azolve de ríos y lagos, así como una posible eutroficación.

La Sierra de las Minas, es una cadena montañosa productora de agua, con lluvias anuales de más de 4,000 mm en el Motagua y más de 7,000 mm en el Polochic,

contrastando con el Valle del Motagua con 400 mm; de la Zona Núcleo nacen 63 ríos permanentes, el agua es utilizada por sus habitantes (uso doméstico), 03 sistemas de riegos semi industriales, 125 sistemas de mini riegos, 68 industrias, 04 hidroeléctricas, 45 sistemas Pelton, 01 sistema acuícola y domiciliar para 10 cabeceras municipales.

Debido a esta dinámica de la oferta y demanda de agua en la zona, donde se está disminuyendo la oferta y la demanda (cantidad y calidad) cada día es mayor debido al crecimiento poblacional e industrial, esto ha generado una gran preocupación por parte de la población en general, por los empresarios y autoridades locales, todo con el objetivo de iniciar acciones de conservación del recurso y apoyar las existentes.

La investigación se considera como la continuación de estudios anteriores, este se desarrolló en la parte alta de la subcuenca del río Hato, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso; utilizando la metodología de cuencas pares, en donde se seleccionaron dos microcuencas con El Carmen con cobertura forestal (93% bosque) y Las Delicias sin cobertura forestal (61% bosque), la extensión de cada una es 3.25 km² y 3.38 km² respectivamente; en ambas se realizó un análisis morfo métrico de cuenca; además se caracterizó el bosque nuboso para definir el monitoreo del aporte del bosque nuboso a través del goteo que ocurre por la intercepción de la precipitación horizontal que capta el dosel del bosque.

En el documento identificado como “Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Lado Sur de La Reserva de Las Biósfera Sierra de Las Minas, Guatemala” Basado en el trabajo de: Hernández, O., Cobos, C., Ortiz, A., - auspiciado por FIPA/AID, cuya versión final se desarrolló en Guatemala en septiembre de 2002-, se muestran especialmente los resultados siguientes para la valoración del agua en el componente suelo:

- Los montos estimados para las tarifas del servicio ambiental de regulación hídrica, de acuerdo a los escenarios proyectados, son:
 - Para la cobertura actual del bosque US \$ 0.04 / m³ agua, que corresponde a un valor por hectárea de bosque US \$ 201.64/año. Este precio incluye el costo de oportunidad del suelo dedicado a bosque (venta de madera + ganadería), más el costo de protección del mismo; además internaliza el valor de la prevención de daños a la infraestructura vial.
 - Para el escenario de reforestación US \$ 0.02 / m³ agua, que corresponde a un valor por hectárea con bosque 155.87/año. Este precio incluye el valor del establecimiento y mantenimiento de la plantación, así como la compra de 56% del terreno a reforestar.
 - Respecto a la producción hídrica promedio (m³ agua /ha), el volumen de agua es mayor en las áreas que se propone reforestar, que en las de bosque actual (8,576 m³/ha comparados con 5,812 m³/ha respectivamente), esto se debe a que las segundas están ubicadas en la zona de recarga hídrica.
 - Los beneficios obtenidos por la reducción del caudal durante la época de invierno, corresponden a US \$ 6,900,801.00, lo cual corresponde a

un valor anual por hectárea con bosque de US 8.47 a valores constantes durante 20 años.

- La información generada indica que la formulación de políticas ambientales para Sierra de las Minas y zonas protegidas con características similares deben orientarse a incentivar la restauración hidrológica de las cuencas a través de programas que incluyan la protección de la zona boscosa existente y la reforestación de las áreas ubicadas en la zona de recarga hídrica. La información generada por ambos escenarios, permite estimar una tarifa promedio del metro cúbico de agua durante verano de US \$ 0.03, lo cual corresponde a un valor por hectárea de US \$ 188.30/año. Es decir, el valor estimado del valor del bosque por el servicio de regulación hídrica se estima en US \$ 15,938,834.88.

La investigación realizada permite concluir entonces que el valor económico, social y ambiental de las variables AGUA (Suelo) es de US \$ 6,900,801.00 al año y para BOSQUE VEGETACIÓN (Suelo) **US \$ 15,938,834.88 al año.**

5.2 CARBONO + BIODIVERSIDAD

La pérdida de los recursos naturales a nivel mundial es alarmante, acompañado del cambio climático a nivel global. En Guatemala la pérdida de la biodiversidad está relacionada directamente con el desarrollo de las actividades económicas, principalmente en las extractivas y las que se desarrollan en los hogares; en las primeras mencionamos las industrias en la agricultura, ganadería, pesca, forestal, caza y minería, combustibles, petróleo, cuyas actividades afectan a grandes extensiones de los ecosistemas naturales.

La contribución de Guatemala a las emisiones de Generación de Efecto de Invernadero (GEI) a nivel mundial es menor al 1% anual, dentro de lo que se tiene que el 86 % de las emisiones en el periodo 2006-2010 son 16.8 millones de potencial de calentamiento global (PCG) en tres actividades económicas: industrias manufactureras (43.5%), suministro de electricidad, gas u agua (35%) el transporte, almacenamiento y comunicaciones (8.4%). En cuanto a las actividades que se usa principalmente fuente energética la leña, el carbón, el bagazo y el diésel generaron 16.1 millones de PCG, representando el 80% del total de emisiones producidas por este tipo de economía; solo la leña representa el 22% del total nacional con 4.6 millones de PCG.

Guatemala posee a nivel nacional gran diversidad, por lo que dentro del CONAP, se encuentra el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SIGAP), dentro del cual existe gran potencial para promover y poder tener acceso a mercados voluntarios de carbono y mecanismos de reducción de emisiones por deforestación y degradación –REDD-.

La Reserva de Biósfera Sierra de la Minas sufre una intensa presión sobre sus recursos naturales, influenciados por asentamientos humanos (no legales), extracción de madera, incendios forestales, avance de la frontera agrícola y extracción de recursos naturales. Una de las estrategias identificadas por

Defensores de la Naturaleza para detener el avance de la frontera agrícola en el RBSM es desarrollar un programa de servicios ambientales, basado en la fijación de carbono en los diferentes ecosistemas a través de la deforestación evitada, con lo que se permitirá contar con recursos financieros para poder hacer inversión en las medidas de manejo del área a largo plazo.

De acuerdo al proyecto de investigación "Evaluación de Carbono Aplicado a Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) para el Mercado Internacional de Carbono en La Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas", Mayen, E. (2013), los resultados se obtuvieron de acuerdo a una investigación que se desarrolló siguiendo la metodología para la cuantificación de carbono bajo los lineamientos aprobados por los estándares internacionales VCS y CCBA. Esto con el principal propósito de contar con una línea base para desarrollar proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación –REDD- que contribuyan por la vía del uso de incentivos, a generar inversión en actividades productivas, a mejorar los ingresos y la calidad vida de la población, así como con la conservación de los recursos naturales.

Se desarrolló en 8 diferentes estratos de carbono en el área de la Reserva de Biosfera Sierra de la Minas Guatemala. Los objetivos fueron a) Cuantificar el contenido de carbono en los diferentes reservorios y usos de la tierra de acuerdo a estándares internacionales en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM). b) Diseñar la metodología del inventario de carbono bajo los lineamientos aprobados por los estándares internacionales VCS y CCBA, aplicada a la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas c) Desarrollar un sistema de información para el levantamiento del inventario de carbono en la RBSM, d) Analizar el contenido de carbono en los diferentes reservorios y usos de la tierra en la RBSM, e) Divulgar a las autoridades, actores sociales e instituciones en el campo de su competencia la información obtenida de la investigación.

La Estratificación en la RBSM se basó principalmente en 2 aspectos: a) Zonas de vida según la clasificación de Holdridge. y b) Medios de vida de las poblaciones asentadas en la RBSM. Durante el trabajo de campo en la RBSM se realizaron un total de 125 parcelas permanentes de muestreo, 75 en el estrato de Bosque y 50 en estratos de No Bosque.

Los resultados principales se muestran en los siguientes cuadros que sirvieron para la identificación de las valoraciones finales:

Cuadro 2. Cálculo de C en Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas

Cálculos C en RBSM promedio 421.71 toneladas de carbono por ha						
ZONAS DE VIDA	CARACTERÍSTICAS	ESPECIES PREDOMINANTES	MEDIOS DE VIDA/USO	HECTÁREASHa	CARBONO PRESENTE (t-C/ha)	Venta Créditos de Carbono \$ (asumiendo \$4/t-C/Ha)
Bosque húmedo subtropical (templado)	Extensión de 12,320 kilómetros cuadrados, correspondiente a un 11.32% de la superficie de Guatemala, está en el rango de 1,100 a 1,349 mm, en cuanto a altura está dentro	Pinus oocarpa, Curatellan americana, Quercus spp., Byrsonima crassifolia, encinos o robles, pinos, copales, nances,	Agroindustria de exportación y ganadería	102,672.00	-	4
			Agroindustria, industria maderera, minería y café	26,853,134.00	249.93	4
Bosque muy húmedo Subtropical (cálido)	Extensión de 40,700 kilómetros cuadrados, correspondiente a un 37.41% del territorio de Guatemala, El patrón de lluvias está en el rango de 2,136 a 4,327 mm., las temperaturas van de los 21 a 25 oC., con una elevación de 80 a 1600 msnm	Orbignya cohune, Terminalia amazonia, Brosimum alicastrum, Lonchocarpus, Virola, Cecropia, Ceiba pentandra, Vochysia hondurensis y Pinus caribea, en	Agroindustria de exportación y ganadería	27,447.648	315.73	4
			Agroindustria, industria maderera, minería y café	43,760.041	279.61	4
			Cardamomo y café	91,926.688	277.73	4
			Granos básicos y venta de mano de obra	2,522.127	314.00	4
Bosque muy húmedo Subtropical (frio)	2,584 kilómetros cuadrados, representa el 2.37% del territorio de Guatemala, las lluvias están en el rango de 2,045 a 2,514 mm, con una temperatura de 16 a 23 oC., el rango altitudinal esta de los 1,100 a 1,800 msnm	Liquidambar styraciflua, Persea donnell smithii, Pinus pseudostrobus, Persea schiediana, Rapanea feruginea, Clethra spp., Myrica spp., Croton draco, Eurya seemanii. Los cultivos predominantes son maíz, frijol, caña de azúcar, cardamomo, café, pimienta, pacaya, cítricos y aguacate				4
Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical	908 kilómetros cuadrados, representando el 0.83% del territorio de Guatemala, la precipitación sobrepasa los 4,100 30 mm anuales, con una temperatura de 19 oC, el rango	Podocarpus oleifolius, Alfaroa costarincensis, Engelhardtia, spp., Billia hippocastrium, Magnolia guatemalensis, Brunellia spp.	Agroindustria, industria maderera, minería y café	31,252.114	812.83	4
			Cardamomo y café	9,422.792	604.01	4
			Granos básicos y venta de mano de obra	6,970.612	511.83	4
Bosque seco Subtropical	3,964 kilómetros cuadrados, representando en Guatemala un 3.64%. Las precipitaciones son de 500 a 1000 mm, con una temperatura de 19 a 24 °C., y una elevación de los 0 a 1,200 msnm	Cochlospermum vitifolium, Swietenia humilis, Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana, Phyllocarpus septentrionalis, Ceiba aescutifolia, Albizziacaribaea, Rhizophora mangle, Avicennia nitida y Leucaena guatemalensis, en terrenos planos se puede cultivar azúcar, frijol, ajonjolí y maní, así como melón, sandía, tomate, yuca y chile	Agroindustria, industria maderera, minería y café	75.19	-	4
				26,955,806.00		4
No Bosque Maíz NBM					125.7	4
No Bosque Café NBCF					166.67	4
No Bosque Cardamomo NBCM					69.39	4
No Bosque Palma NBPM					1031.36	4
No Bosque de Pastos NBP					46.69	4

Cuadro 3. Contenido de C por Estratos RBSM

Estratos de Carbono	Área del Estrato (Ha)	Carbono Ton/ha	Carbono Ton/Estrato
BHS/AEG	102,672	ND	
BHS/AMC	26,853.13	249.93	6,711,403.78
BMHS/AEG	27,447.65	315.73	8,666,045.90
BMHS/AMC	43,760.04	279.61	12,235,745.06
BMHS/CC	91,926.69	277.73	25,530,799.06
BMHS/GMO	2,522.13	314.00	791,947.88
BPM/AMC	31,252.11	812.83	25,402,655.82
BPM/CC	9,422.79	604.01	5,691,460.60
BPM/GMO	6,970.61	511.83	3,567,768.34
BSS-AMC	75,187	ND	
TOTAL	240,333.02*		88,597,826.44

Cuadro 4. Beneficios Netos Acumulados RBSM

AÑOS	Ingresos Acumulados	Costos acumulados *	Beneficios Netos acumulados
1	\$ 2,370,789	\$ 114,190	\$ 2,256,599
2	\$ 4,182,126	\$ 162,079	\$ 4,020,047
3	\$ 5,998,050	\$ 217,000	\$ 5,781,050
4	\$ 7,809,387	\$ 278,953	\$ 7,530,434
5	\$ 9,625,311	\$ 347,938	\$ 9,277,373
6	\$11,436,649	\$ 423,955	\$11,012,694
7	\$13,252,572	\$ 507,004	\$12,745,568
8	\$15,068,495	\$ 597,085	\$14,471,410
9	\$16,879,833	\$ 700,864	\$16,178,969
10	\$18,695,756	\$ 805,009	\$17,890,747
11	\$20,507,094	\$ 982,853	\$19,524,241
12	\$22,323,017	\$ 1,101,062	\$21,221,955
13	\$24,134,355	\$ 1,226,303	\$22,908,052
14	\$25,950,278	\$ 1,358,576	\$24,591,702
15	\$27,761,616	\$ 1,497,881	\$26,263,735
16	\$29,577,539	\$ 1,644,218	\$27,933,321
17	\$31,393,463	\$ 1,797,587	\$29,595,876
18	\$33,204,800	\$ 1,957,988	\$31,246,812
19	\$35,020,724	\$ 2,125,421	\$ 32,895,303
20	\$36,832,061	\$ 2,299,886	\$ 34,532,175

La investigación realizada permite concluir entonces que el valor económico, social y ambiental de las variables CARBÓN + BIODIVERSIDAD es de **US \$ 1,726,608.75 al año.**

5.3 TURISMO SOSTENIBLE

La evaluación de proyectos eco turísticos en el área de Sierra de las Minas es aún incipiente como ejemplo, en la zona de Purulhá que es parte de la zona de influencia se la RBSM, el ecoturismo representa la principal fuente de ingreso de las fincas, variando entre el 60 y el 100%. Siendo la observación de aves una de las actividades principales. Excepcionalmente unas fincas ofrecen servicios adicionales como pesca, cabalgatas, áreas de picnic, viveros de orquídeas y visitas educativas para jóvenes estudiantes.

Las fincas que proveen servicios de turismo en el Corredor Biológico Bosque Nuboso se han beneficiado de los esfuerzos de promoción del Biotopo y han sido capaces de organizarse formando una asociación para emprender colectivamente actividades promocionales (todos los proveedores de servicios turísticos en el área son miembros de esta asociación). Al principio, este proceso fue facilitado por apoyos financieros otorgados por el gobierno holandés, y capacitación ofrecida por el gobierno japonés y ONGs locales (como Fundación Defensores de la Naturaleza) (Naziri et al. 2013).

Existe posibilidad de desarrollar turismo científico, especialmente en la Zona Núcleo de la Reserva. Se cuenta con instalaciones como, La Estación Científica La Cabaña, se encuentra ubicada en el bosque nuboso, en el área de Los Albores. Tiene capacidad de hospedaje para 25 personas, un área de trabajo y cuenta con los servicios básicos. Adicionalmente, se cuenta con siete refugios para facilitar las actividades de investigación, monitoreo y protección, sus construcciones son rústicas y pequeñas, de manera que no generan ningún impacto negativo en el entorno y solo pueden ser utilizados por grupos pequeños de personas. Estos refugios son: El Imposible, Luisiana, Vega Larga, Los Encuentros, Concepción, Olimpia y Esquipulas La Pinada.

Existen algunos avances importantes en el tema eco turístico: Instalaciones físicas de infraestructura de ecoturismo mejoradas, Chilascó y los Albores en coordinación con las comunidades, con base a los estudios de capacidad de carga ya elaborados. Se ha iniciado una campaña de mercadeo desarrollada para incrementar el número de turistas en las áreas importantes de trabajo en la RBSM con el apoyo de los grupos locales y alianzas con INGUAT. También ya se cuenta con dos rutas de turismo de bajo impacto en la RBSM y una en el corredor biológico del bosque nuboso, diseñadas e implementadas con base a los estudios de capacidad de carga.

Se realizó entonces un análisis de las capacidades potenciales de las diferentes instalaciones existentes de la Fundación en la Reserva, lo que permitió construir el cuadro con la información que se muestra a continuación:

Cuadro 5. Capacidades Potenciales Turismo Sostenible RBSM

Turismo Sostenible				
Ubicación	Visitantes		Tarifa Diaria	Ingresos anuales
	actuales al año	potenciales al año	en US \$ por persona	en US \$
La Cabaña	300.00	600.00	50	30,000.00
Chilasco	3,000.00	6,000.00	15	90,000.00
Circuito Boca Sierra		6,000.00	30	180,000.00
San Lorenzo	200.00	600.00	25	15,000.00
VALORACION TOTAL				315,000.00

La investigación realizada permite concluir entonces que el valor económico, social y ambiental de la variable TURISMO SOSTENIBLE es de **US \$ 315,000.00 al año**.

5.4 PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS FORESTALES

La Fundación Defensores de la Naturaleza, ejerce la secretaria ejecutiva de la Junta Directiva de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, donde desde el año 1990 juntamente con el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, han implementado acciones encaminadas a promover la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. Es considerada como un área protegida estratégica para la región nororiental de Guatemala debido a su ubicación estratégica y que contribuye a la producción de bienes y servicios ambientales para más de 700,000 habitantes de 14 municipios de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Progreso, Zacapa e Izabal.

La mayor parte de los bienes y servicios eco sistémicos, se originan de los recursos forestales o de los bosques existentes, ya que es considerada un área de importancia de recarga hídrica, además de ser un sumidero natural de carbono por su cobertura forestal, es refugio de muchas especies de flora y fauna, es considerado un banco de germoplasma de semillas forestales de coníferas y latifoliadas, debido a las condiciones ecológicas y especies presentes. La cobertura forestal de la Reserva representa una extensión de 151,775.34 hectáreas, siendo la Zona Núcleo la que mayor cobertura posee y la mejor conservada representa el 61.74% de la cobertura forestal de la reserva, mientras que en la Zona de Amortiguamiento la cobertura se ha reducido considerablemente, durante el periodo 1991-2012 la pérdida bruta de cobertura forestal fue de 26,829 hectáreas, que representa el 28% de pérdida. Es en esta Zona en donde se deben enfocar las estrategias de recuperación de la masa forestal.

Se puede evidenciar que la Sierra de las Minas, cuenta con 17 especies coníferas, destacan por su abundancia: pino colorado, *Pinus oocarpa*; pino de la Sierra o *Pinus tecunumanii*; pino candelillo, *Pinus pseudostrobus*; pino triste, *Pinus pseudostrobus*; pino michoacana; *Pinus michoacana*; Pino blanco, *Pinus montezumae*, pino ayacahuite, *Pinus ayacahuite*; *Pinus rudis*, pino del Petén, *Pinus caribaea*, ciprés común; *Cupressus lusitánica*, ciprés sabino, *Juniperos*

comitana, ciprés de montaña; *Podocarpus oleifolius*, cipresillo; *Podocarpus guatemalensis*; falso pinabete, *Taxus globosa* y *Taxus globosa* forestales de coníferas entre las más dominantes están *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa*, *Pinus maximinoii*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus michoacana*, *Pinus rudis*, las cuales se ubican en el ecosistema bosque de coníferas y bosque mixto pino – encino que en la reserva se ubican en una extensión de 10,705.47 hectáreas, por otro lado se tiene especies latifoliadas o de hoja ancha dentro de las maderas duras están: Cedro, *Cedrella odorata*, Caoba *Swietenia humilis*, Santa María, *Callophylum brasiliense*, Canxan *Terminalia amazonica*, Hormigo, *Platimicium dimporphandum*, la mayor parte ubicadas en la parte norte de la Sierra de las Minas. Para ello es importante promover el manejo forestal sostenible y hacer un uso adecuado del bosque.

Entre las asociaciones de vegetales más importantes podemos considerar los bosques del ecosistema Pino- encino, desde el punto de vista de productividad económica y factibilidad de manejo sostenible de 11,673.27 hectáreas en zonas administrativas de la reserva (Zona de amortiguamiento y Zona de Uso sostenible), con permisibilidad para realizarlo. Esos ecosistemas cuentan con especies dominantes y co dominantes que contribuyen a mantener los procesos ecológicos y biodiversos, es importante mencionar que según el mapa temático se establece que el tipo de bosque latifoliado con una extensión de 129,562.15 hectáreas, el cual es el más importante dentro de la región, por ocupar el 94.49% de la superficie de la Zona Núcleo, por lo que deben de implementarse y fortalecerse las acciones de manejo y conservación. Cabe mencionar que ésta asociación vegetal contiene el 100% del bosque nuboso de la reserva.

El documento Diagnóstico Forestal Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas Hernández, F. (2016) refleja el potencial forestal de la Sierra de las Minas, no sólo por la diversidad biológica de especies forestales (17 coníferas y más de 30 latifoliadas presentes), sino que también porque representa un movimiento económico de Q102,936,747.93. El mercado de madera es atractivo, pero deberá promoverse el manejo forestal sostenible y para ello el CONAP y Defensores de la Naturaleza, deberán de promover la certificación forestal especialmente en los bosques del lado norte donde hay especies de latifoliadas Laurel, Tem, Santa María, Hormigo, Palo Blanco, Cedro, Caoba, Ciricote, Jocote Fraile, Tamarindo, Chichipate, que tienen un buen mercado a nivel internacional.

El programa de incentivos forestales del INAB por medio del PINFOR y PINPEP ha contribuido en gran manera a la recuperación de la cobertura forestal entre las cuencas donde más se han promovido éstos. Tenemos que en el lado Norte de la reserva, la subcuenca del Rio Pataxte se han incentivado en el componente de Manejo de Bosque Natural con fines de Protección 8 proyectos, con 6,097.20 hectáreas de bosque en la Zona Núcleo de la reserva, los incentivos otorgados suman Q6,046,004.69; mientras que en el lado Sur las subcuencas de los Ríos Comaja y Rio Hato, -siempre en el componente de Protección de Bosques Naturales-, se desarrollaron un total de 32 proyectos, con 8,502.7 hectáreas de bosque natural, y el incentivo por valor de Q9,324,612.32. Esto ha aportado un beneficio económico y social a las comunidades, a los pequeños propietarios y ha permitido mejorar la conservación de áreas en la zona de amortiguamiento, Zona de Uso sostenible y Principalmente la Zona Núcleo.

En la reserva se ejecutaron 428 proyectos de incentivos forestales con los programas PINFOR y PINPEP en 39,085.86 hectáreas, en las modalidades de manejo de Bosque Natural con fines de Protección, Reforestación y sistemas agroforestales, generando recursos financieros por valor Q88,760,897.16. En la parte social, han sido beneficiados económicamente comunitarios, cooperativas, municipalidades asociaciones, fundaciones, pequeños, medianos, y grandes propietarios en los últimos años.

En la reserva los ecosistemas forestales son objeto de amenaza continua por parte de las poblaciones humanas, se aprecia ya los efectos del sobre poblamiento, así como la falta del recurso tierra para sus actividades básicas. El avance de mono cultivos se ha extendido, reduciendo la disponibilidad de tierras, recursos disponibles para el desarrollo humano. Las comunidades utilizan los recursos a su alcance, creando con su accionar amenazas a los recursos forestales. De estas acciones se identifica que dentro de las principales amenazas que se tienen en la Reserva, de acuerdo a la base de datos de Defensores, los incendios forestales se cuentan dentro de las principales amenazas, también las talas ilegales, el ocoteo de árboles para la producción de ocote, los incendios intencionados para facilitar el avance de la frontera agrícola, -ya sea para cultivos de temporales o pastos-. Por otro lado, el cambio climático hace sentir sus efectos en la baja producción de semillas, largos períodos de sequía que inciden en la proliferación de plagas y enfermedades forestales.

Existe una amenaza en la reserva que es proveniente de procesos naturales, siendo los deslaves ocurridos en zonas escarpadas, -aun en zonas inaccesibles ubicadas en la Zona Núcleo de la reserva-, por proceso de maduración del sustrato rocoso en el que se desarrollan los suelos, viéndose con frecuencia evidencias de estos derrumbes desde una perspectiva aérea. Ante las amenazas descritas, se hace necesario desarrollar una estrategia para mitigarlas, ya que se pone en riesgo la integralidad de la zona, siendo importante implementar medidas de mitigación a los recursos forestales o los tipos de bosques. Se ha calculado que se encuentran en riesgo 52,689.27 hectáreas de bosque productivo de los ecosistemas bosque pino-encino, bosque mixto y bosque latifoliado localizado en las Zonas de Amortiguamiento, y uso Sostenido, y 93,710.19 hectáreas de bosque en Zona Núcleo, con las asociaciones de Bosque latifoliado, bosque conífero, bosque seco y plantaciones forestales, que fueron establecidas antes de la declaratoria de la Reserva.

La investigación realizada permite concluir entonces que el valor económico, social y ambiental de la variable PRODUCTOS Y SUB PRODUCTOS FORESTALES es de forma directa US \$ 13,724,899.73 para el periodo analizado, lo que da en promedio un valor de **US \$ 2,744,979.94 al año**, los cuales están directamente relacionados con los programas de incentivos que han sido manejados en los últimos años en le Reserva.

5.5 PLANTAS MEDICINALES Y COMESTIBLES

De acuerdo al estudio realizado por Orellana (1997) en 7 comunidades, se reportó que se utilizan más de 305 plantas medicinales y 129 comestibles. Distribuidas en 81 familias de plantas medicinales, las familias más representativas son Asteraceae con 38 géneros y Solanaceae con 14 géneros, de estas el 52% son nativas y 22% exóticas. En cuanto a las plantas alimenticias (129 especies), se reportan 44 familias, de las cuales 45% son nativas, 37% son exóticas y 19% no determinadas, la familia con mayor representatividad las leguminosas con 11 géneros, las solanáceas con 8 géneros y las cucurbitáceas con 8 géneros. Entre las plantas silvestres comestibles se encuentran: el tunay, pacayas, apazote, palmitos, etc.

La oportunidad de desarrollar acciones que potencien las plantas medicinales y comestibles en la Reserva es realmente amplia, por lo que deberá de considerarse dentro de las acciones de futuro, **no existe por el momento una valoración económica** que permita cuantificar esta dimensión.

5.6 CACERÍA

En las comunidades de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM), la cacería de subsistencia es una actividad importante por ser fuente de proteína animal, un espacio de articulación social y recreación para sus habitantes (Jolón 1997, Morales y Morales 1998). Desde 1997 se han venido realizando esfuerzos de investigación, principalmente en la cuenca del Motagua, especialmente importantes Jolón (1997), Morales y Morales (1998), Ordóñez (2001), Ventura (2003) y Morales (2005).

Los estudios sobre cacería más completos realizados en la RBSM son los realizados por Jolón (1997) y Morales (2005), donde se analiza la estructura, riqueza, temporalidad y distribución espacial de esta actividad. Los grupos cazadores de la RBSM son principalmente personas jóvenes y de edad avanzada, que en combinación se vuelven muy eficientes debido a su energía y conocimiento tradicional. La mayoría de ellos se dedican a la agricultura y perciben de la caza, generalmente pocos ingresos económicos (Jolón 1997). Las personas aquí cazan principalmente para complementar la dieta familiar o para obtener sustancias de origen animal a las que se les atribuyen propiedades medicinales o mágicas. Otra motivación importante es el papel como actividad recreativa (Morales 2005).

Morales (2005) reporta la presencia de especies cinegéticas en la RBSM, de las cuales 31 especies pertenecientes a ocho familias de aves, de estas las más representativas fueron Columbidae (palomas), Ramphastidae (tucanes), Trogonidae (trogones y quetzales), Cracidae (pavas) y Psittaciidae (loros y pericas), y 14 de mamíferos. Las especies más abundantes corresponden a mamíferos medianos como el pizote, mapache, armadillo, cotuza, micoleón, tepescuintle y tacuazín, así como venado de cola blanca. También reporta que de las anteriores se cazan 20 especies (12 de mamíferos, siete de aves y un reptil). Varias de las especies se encuentran amenazadas y están listadas en la Lista Roja de la UICN y en CITES, por lo cual la RBSM se considera de gran importancia para ellas. Entre las más importantes se mencionan a los crácidos, que son un grupo de aves

indicadores de perturbación ambiental (Morales 2005), prefiriendo bosques no perturbados (Estudillo-López 1997).

No existe por el momento una valoración económica que permita cuantificar esta dimensión.

5.7 CULTIVOS COMERCIALES CAFÉ, CARDAMOMO, CACAO, HULE, ORNAMENTALES, FRUTALES Y HORTALIZAS, APICULTURA Y CULTIVOS DE SUBSISTENCIA MAÍZ Y FRIJOL, HUERTOS

La Sierra de las Minas, está ocupada por diferentes grupos étnicos entre los que se encuentran: Indígenas de las etnias Q'eqchí y Poqomchí, los cuales se ubican en norte y noroeste de la Reserva, mientras que los ladinos en su mayoría se encuentran en lado sur. Se estima que dentro de la Sierra de las Minas viven alrededor de 80,000 habitantes, los que están conformados por más de 150 comunidades de los 14 municipios antes mencionados.

Las actividades económicas más importantes lo constituyen además de los ya descritos con anterioridad, la agricultura perenne (café, hule, cacao, pimienta gorda, cardamomo, frutales, cítricos) y la agricultura anual (maíz, frijol, y hortalizas).

Un detalle más completo de lo mayoría de productos comerciales y de subsistencia se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro 6. Capacidades Potenciales Turismo Sostenible RBSM

CULTIVO
Maíz Criollo
Maíz Dulce
Tomate
Pepino
Potrero
Cítricos
Vivero forestal
Frutales
Ornamentales
Pony
Sandía
Suchini
Vivero Frutal
Yuca
Plátano
Izote
Camote
Caña
Chile
Espárrago

Las producciones asociadas se realizan en el periodo de lluvia y de noviembre a mayo, se presenta déficit hídrico en la zona, infiriéndose que el desarrollar una agricultura competitiva en calidad y productividad durante esta época, la necesidad de riego es indiscutible. Por tal razón, durante el verano en la zona no existen

cultivos que no dispongan riego, pues la producción sin riego en la mayoría de los casos es nula, consecuentemente, la respuesta a riego de los cultivos de ciclo corto es prácticamente la producción total obtenida. Se entiende entonces que parte importante de la demanda total de agua es aportada por las lluvias y muy pocos cultivos se encuentran bajo sistemas de riego, por lo que los componentes económicos de la producción de la Reserva muestran valores poco importantes. El Estudio de Valoración de la Producción Agrícola en la Cuenca Del Rio San Jerónimo, realizado por la Fundación (2007), indican que para una de las cuencas que integran la reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas es la del San Jerónimo. Posee alrededor de 22,804 has y según un estudio de uso actual de la tierra del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA 2005) es ocupado por diversos tipos de bosques en un 92 % y el resto con café, pastos y cultivos varios en general; especialmente los descritos en el cuadro anterior. La topografía es bastante accidentada pues apenas 1,520 has (7%) cuentan con pendientes menores del 5 % y alrededor de 13,300 has (58%) con inclinaciones mayores al 30 %, por lo que según la clasificación del Instituto Nacional de Bosques (INAB), la cuenca cuenta con un 70 % de su área con vocación forestal. De acuerdo al estudio de capacidad de uso de la tierra del INAB, la cuenca posee 5,249 has (23%) para agricultura sin limitaciones y alrededor de 1,660 has (7%) para agricultura con mejoras, estimándose por consiguiente alrededor de 6,910 has (30%) con potencial de riego. Se estima una población total en la cuenca de 8850 personas.

Los resultados del estudio muestran que en la agricultura bajo riego de la cuenca, se estima una Inversión total en cultivos de Q. 21,327,019.00, un Ingreso bruto de Q. 30,489,636.00 y un beneficio neto total de Q. 9,162,617.00 por un ciclo de producción de cultivos. Indica también que el área de maíz criollo consume el 39 % del caudal total, el maíz dulce requiere del 22 %, los potreros el 18 % y el leather leaf demanda alrededor del 6 %. El 79 % del caudal disponible se destina a cultivos poco rentables de maíz y pastos. El balance hídrico de San Jerónimo Baja Verapaz indica déficit hídrico de noviembre a mayo (7 meses), lo que no permite desarrollar agricultura competitiva sin riego durante esa época del año.

Considerando que esta muestra representa el 10% del total del área de la Reserva y que además, el del área total, lo destinado para todo tipo de cultivo corresponde al 25% del total del área de la Reserva, se puede estimar que el valor neto anual del total de cultivos es de **US \$ 3,054,205.67**, cuyo mayor componente lo constituyen los cultivos comerciales especialmente café, cardamomo y melón.

5.8 ENERGÍA RENOVABLE

En el documento Política de Hidroeléctricas 2015-2020, en el Área Protegida Reserva de La Biósfera Sierra De Las Minas Basterrechea, M., Castañón, D., Colom, E. (2016), se señala que La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas – RBSM- y su área de influencia, ha experimentado la planificación, construcción y operación de proyectos hidroeléctricos, lo cual ha dejado un conjunto de lecciones sobre las consecuencias ecológicas y sociales de los mismos. Se considera que existen algunos ejemplos positivos en la Reserva y su área de influencia sobre formas en que las iniciativas de conservación pueden proteger mejor los servicios de los ecosistemas de agua dulce. Es probable que la energía limpia

aprovechando el agua continúe siendo relevante en la RBSM y por consiguiente es necesario aprender de los desafíos del pasado y compartir innovaciones para la conservación y la gestión participativa de los recursos hídricos.

El énfasis en energía generada por el agua y en un área como la RBSM, en lugar de considerar los otros usos del agua y para el resto del país, se debe al potencial hidroeléctrico de la Reserva y a la problemática actual para su aprovechamiento.

En las cuencas de la RBSM están operando 5 hidroeléctricas, 3 se encuentran en proceso de rehabilitación y modernización, y más de 15 en estudios de factibilidad y en proceso de revisión de los instrumentos ambientales de parte del MARN, que en total de ejecutarse aportarían alrededor de 200 MW. Sin embargo, solo se están generando 30 MW por lo que el potencial de producción de hidroelectricidad de la RBSM no se está aún explotando en su totalidad. Los planes de expansión que se visualizan en las cuencas de la RBSM prevén proyectos hidroeléctricos pequeños y medianos con embalses de regulación diaria, así como multiusos.

El cuadro que se muestra a continuación presenta el inventario de Proyectos hidroeléctrico en la Reserva:

Cuadro 7. Inventario de Proyectos Hidroeléctricos RBSM

Hidroelectricas en Sierra de las Minas					
Fase	Nombre	Municipio	cuenca/ ubicación	Zona de manejo	potencial MW
Operación	Pasabien	Rio Hondo	Pasabien	Usos Multiples /Amortiguamiento	12
	San Isidro	San Jeronimo	San Jeronimo	Usos Multiples /Amortiguamiento	8
	Matanzas	San Jeronimo	San Jeronimo	Area de influencia	7
	Sacja	Purulha	Moxante	Usos Multiples /Amortiguamiento	2.5
	Jolomijix	Panzos	Jolomijix	Amortiguamiento	0.275
	Muni San jeronimo	San Jeronimo	San Jeronimo	Influencia	0.105
	Panaluya	Rio Hondo	rio colorado	Influencia	4
	COMAJA	Morazan	Comaja	Amortiguamiento/ influencia	2
					35.88

Estudio de EIA ingresado	Lobo	Gualan	Lobo	Usos Múltiples/Amortiguamiento	20
	Entre Aguas	La Tinta	Samilha	Usos Múltiples/Amortiguamiento	7.7
	Las Nubes	San Agustín	Iato	Uso Amortiguamiento	1
	Ribaco	Purulha	Ribaco	Usos Múltiples/Amortiguamiento	10
	Río Hondo Fase II	Río Hondo	Río Hondo	Usos Múltiples/Amortiguamiento	20
					58.7
Fase de Diseño y Estudio de EIA	Lourdes	La Tinta	Samilha	Usos Múltiples/Amortiguamiento	16
	Zarco	Panzos	Zarco	Usos Múltiples/Amortiguamiento	14
	Turbina	Panzos	Pueblo Viejo	Amortiguamiento	2.5
	Candelaria	Panzos	Tinajas	Usos Múltiples/Amortiguamiento	12
	Pancajoc	Purulha	Mululha-Pancajoc	Usos Múltiples/Amortiguamiento	18
	HidroTeculután	Teculután	Teculután	Usos Múltiples/Amortiguamiento	20
	Waxabaja/ribaco	Purulha	Ribaco	usos Múltiples	20
	Samilha Toila	Tinta	Samilha	Usos múltiples	12
	El Segundo	Purulha	Ribaco	Usos Múltiples /Amortiguamiento	16
					130.5
				TOTAL ACTUAL Y FUTURO	225.08

FUENTE: Elaboración Propia, con Información del Estudio de Potencial hidroeléctrico de la RBSM

Para efectos de la valoración de estas oportunidades, se presenta a continuación un modelo financiero para un Proyecto de 0.5 MW de acuerdo a los estándares definidos por una Institución Financiera Internacional, que valora los Proyectos bajo la figura de un Project Finance y con estándares mundiales. El flujo que se muestra a continuación presenta el modelo de flujo de efectivo con supuestos de 30% de recursos propios, 70% de recursos de financiamiento.

Cuadro 8. Modelo Financiero para un Proyecto Hidroeléctrico de 0.5 MW en RBSM

FLUJO DE CAJA US\$

CONCEPTOS	A Ñ O S															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INGRESOS																
SALDO INICIAL CAJA		-	299,971	473,684	656,866	849,518	1,051,639	1,263,230	1,484,289	1,714,818	1,954,817	2,204,284	2,399,249	2,601,316	2,810,485	3,023,787
Ventas de Energia		539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329
Aporte Accionistas	727,517															
Financiamiento	1,641,345															
Ingresos Brutos	2,368,862	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329	539,329
EGRESOS																
Inversion Inicial	2,368,862															
Gastos Operativos	-	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716	52,716
Seguro		9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276	9,276
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	2,368,862	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992	61,992
UTILIDAD Operativa EBITDA	-	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336	477,336
(-) Intereses		123,101	123,101	113,632	104,162	94,693	85,224	75,754	66,285	56,816	47,346	37,877	28,408	18,939	-	-
(-) Depreciaciones	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753
UTILIDAD FINANCIERA	(49,753)	304,482	304,482	313,951	323,421	332,890	342,359	351,829	361,298	370,767	380,237	389,706	399,175	408,644	467,867	427,583
ISR (Exento 10 años. Dec 53-2003)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,972	66,339	68,706	83,512	73,441
IVA (neteo)		54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265	54,265
(+) Depreciaciones	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753	49,753
Amortizacion Capital	-	-	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	126,257	-
UTILIDAD NETA	-	299,971	173,713	183,183	192,652	202,121	211,590	221,060	230,529	239,998	249,468	194,965	202,067	209,169	213,302	349,630
SALDO FINAL CAJA	-	299,971	473,684	656,866	849,518	1,051,639	1,263,230	1,484,289	1,714,818	1,954,817	2,204,284	2,399,249	2,601,316	2,810,485	3,023,787	3,373,418
SALDO PRESTAMO	1,641,345	1,641,345	1,515,088	1,388,830	1,262,573	1,136,316	1,010,058	883,801	757,544	631,287	505,029	378,772	252,515	126,257	0	0
Servicio de Deuda 6 meses			124,679	119,944	115,210	110,475	105,740	101,006	96,271	91,537	86,802	82,067	77,333	72,598		
DSCR		2.41	3.95	5.70	7.69	9.95	12.51	15.42	18.73	22.52	26.86					
Valor de Rescate	\$427,583															
SeriePagos C/Valor Rescate VPn	(2,368,862)	304,482	604,453	787,635	980,287	1,182,408	1,393,999	1,615,058	1,845,587	2,085,586	2,335,053	2,593,990	2,798,425	3,009,961	3,278,353	3,451,370

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior es una elaboración propia con estándares internacionales de Instituciones Financieras que financian Proyectos Hidroeléctricos. Con estos elementos presentes, en el cuadro que se muestra a continuación se muestra entonces el valor económico anual del componente hidroeléctrico de la Reserva de la Biosfera de las Sierra de las Minas:

Cuadro 9. Valor Económico Anual Componente Hidroeléctrico RBSM

Valoración para los Proyectos Hidroeléctricos de Defensores		
VALOR DEL FLUJO PARA MW		
0.5		\$ 3,234,277.13
VALOR DEL FLUJO ANUAL PARA MW		
225.08		\$1,455,942,190.89

FUENTE: Elaboración Propia

La investigación realizada permite concluir entonces que el valor económico, social y ambiental de la variable ENERGÍA RENOVABLE es de un valor medio anual de **US \$ 1,455,942,190.89**.

6 LAS NECESIDADES FINANCIERAS DETECTADAS PARA LA RBSM Y LA VALORACIÓN ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL

La Fundación realizó un estudio identificado como Plan de Sostenibilidad Financiera Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas 2010-2014, El cual se preparó en el año 2010.

Ese documento considera que un plan de sostenibilidad financiera, es una herramienta importante que permite establecer la disponibilidad de recursos financieros a mediano y largo plazo para el manejo y la administración de áreas protegidas, aspecto que además determina las acciones de recaudación a mediano y largo plazo. Los planes por lo general se desarrollan a largo plazo y lo que pretende es que se busque la sostenibilidad de las acciones encaminadas a fortalecer las establecidas dentro del Plan Maestro de las áreas protegidas.

Se indica que para desarrollar el plan de sostenibilidad financiera se utilizó el software de planificación Marfin 3.0, herramienta utilizada y desarrollada en Guatemala para la planificación financiera en áreas protegidas. Esta herramienta requiere de información que provenga de los Planes Maestros tales como presupuesto por

programa, actividades y resultados esperados en cada uno de los programas. El software requiere que se alimente con la información básica y acciones que se contemplen dentro de los 5 años en el manejo del área.

El presupuesto que se identificó para el manejo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas para un quinquenio es de Q 58,211,978.60., considera que de acuerdo a la historia de la Fundación los ingresos que se estiman para ese mismo periodo de tiempo es cercano a Q 29,103,170; lo cual establece una brecha financiera de Q 29,108,808.60.

Con esta información, es importante contar con una estrategia financiera que permita movilizar recursos, es por ello que se debe tener presente el Valor Económico, Ambiental y Social de la RBSM, el cual se ha integrado en cada uno de sus componentes en el desarrollo del presente trabajo.

Del estudio presentado y desarrollado a lo largo de este documento se tiene que el Valor de la RBSM es el siguiente:

Cuadro 10.

Valoración Anual Económica, Ambiental y Social de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas	
CONCEPTO	US \$ AÑO
Agua (suelo)	6,900,801.00
Bosque, vegetación (suelo)	15,938,834.88
Carbono + biodiversidad	1,726,608.75
Turismo Sostenible	315,000.00
<i>Productos y subproductos forestales</i>	<i>2,744,979.94</i>
<i>Cultivos comerciales café, cardamomo, cacao, hule, ornamentales, frutales y hortalizas, apicultura y Cultivos de subsistencia maíz y frijol, huertos</i>	<i>3,054,205.67</i>
<i>Energía renovable</i>	<i>1,455,942,190.89</i>
TOTAL	1,486,622,621.13

FUENTE: Elaboración Propia

Teniendo presente el análisis realizado a lo largo del presente documento, se hace muy importante entonces la realización de un esquema de Incidencia política para lograr la asignación de más recursos presupuestarios para la RBSM, ya que teniendo presente el valor económico, ambiental y social de la Reserva se hace proco congruente que exista una brecha financiera para su sostenibilidad en el corto, mediano y largo plazo.

Es importante resaltar que las diferentes dimensiones analizadas no son las únicas que existen para efectos de la presente valoración, ya que deberá de trabajarse en realizar ejercicios parecidos que permitan conocer dimensiones como:

Fauna (Ecosistema)

Flora (Ecosistema)

Plantas medicinales

Cacería de subsistencia, deportiva

Ganadería, su transformación a ganadería sostenible

Aportes provenientes de la cosmovisión indígena y pertinencia cultural

Sin embargo, queda claro que los elementos más importantes de la RBSM lo constituyen el recurso hídrico y los bosques, por lo cual acciones orientadas desde la Fundación que dediquen recursos humanos específicos para la consecución de recursos financieros basados en estos componentes, generarán una rentabilidad muy alta y pronta en la consecución de recursos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo, M. 2006. Anfibios y reptiles de Guatemala: una breve síntesis con bibliografía. Pags. 487-524. (En: Cano, E (Ed.). (2006). Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1 Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.
2. Arévalo, L. (2001). Valoración del Recurso Hídrico cuenca Río Colorado, Río Hondo. Guatemala.
3. Arévalo, L. (2003). Diagnóstico sobre Sistemas de Riego Departamento de Zacapa, Guatemala.
4. Barrientos, E. (1991). Estudio de las Industrias Ubicadas Entre el Río Motagua y Sierra de las Minas. Guatemala.
5. Barrientos, T. (1991). Arqueología en la Sierra de las Minas. Guatemala.
6. Basterrechea, M., Castañón, D., Colom, E. Política de Hidroeléctricas 2015-2020, en el Área Protegida Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Fondo de Reformas Estructurales de la GTZ. Guatemala.
7. Bol Mendoza, H. (2008). Línea base de monitoreo de impacto de la agroindustria en la Región de Influencia del Proyecto Jade: Informe de interpretación y análisis de parámetros fisicoquímicos y bioensayos ecotoxicológicos de muestras de agua y sedimentos. Guatemala.
8. Brown, M. et al. (1996). Evaluación del rol del bosque Nuboso en la protección de cuencas, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala . Rare Center For Tropical.
9. Brown, M., De la Roca, I. (1996). Estudio Hidrológico y Económico del Agua. Guatemala.
10. Buch, M. (2016). Análisis de Factibilidad Técnica y Financiera de Actividades REDD+ en el Área Protegida Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/FP-14012-GU. Guatemala.
11. Campell, A. (1982). The Biogeography of the Cloud Forest Herpetofauna of Middle America, with Special Reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. The University of Kansas. Pp. 326.
12. Cano, E. (2006). Biodiversidad de Guatemala. Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.
13. Castillo, F., Alpizar, F. (2005). Valoración Económica de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Pasabien. Guatemala.
14. CDC/CECON. (1993). Evaluación Ecológica Rápida. Guatemala.
15. Celia, M. (2000). Censo de Especies de Género Quercus y su Distribución Geográfica en dos Cuencas de la RBSM. Guatemala.
16. Centro de Datos para la Conservación (CDC). (1993). Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 57 pp.
17. Chávez, A. (2002). Análisis y Evaluación del Programa de Educación y Comunicación Ambiental en la Subcuenca del Lato, RBSM, Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
18. CINPE/ WWF/ Defensores de la Naturaleza. (2001). Estudio Sobre la Valorización y Pago de Servicios Ambientales del Agua, Subcuenca Pasabién, Zacapa, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. CINPE/WWF/ Defensores de la Naturaleza. Guatemala.

19. Cóbar, A. (2007). Informe final, Guatemala, Temporada 2006-2007- "Winter ecology, relative abundance and population monitoring of Golden-cheeked Warblers throughout the known and potential winter range". Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 11 pp.
20. CONFORSA. (1994). Desarrollo Forestal Comunitario: Análisis de mercado de productos y subproductos forestales de la RBSM. Guatemala.
21. Conrado Juárez, LE Y JM Aguilar Cúmes. (1993). Vegetación arbórea. En L. Villar Anleu (Ed.): Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas: pp 25-35. Centro de Datos para la Conservación (CDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
22. Dal Bosco, G. (2006). Política de Manejo Forestal de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
23. De la Cruz, JR. (1976). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala.
24. De la Roca, I. (2006). Análisis del Valor del Bosque Nuboso en la Protección de Cuencas. Guatemala.
25. Del Cid, RM., Tot, CL. (2008). Caracterización Sub-Cuenca El Hato, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Proyecto CAFNET. Guatemala.
26. Dix, M. y M. Dix. (1993). Orquídeas. En L. Villar Anleu (Ed.): Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas: pp 25-35. Centro de Datos para la Conservación (CDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
27. Edwin J., Castellanos L. (2011). Elaboración del Primer Mapa Nacional Sobre el Carbono Capturado por Plantaciones y Bosques Naturales de Guatemala. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. Proyecto FODECYT No. 08-2008. Guatemala.
28. Escudillo-López, J. (1997). Los Crácidos, la Familia de Aves Neotropicales más Amenazada de Extinción y su Posible Restablecimiento por la Reproducción en Cautiverio. En S.D. Strahl, S. Beaujon, D.M. Brooks, A.J. Begazo, G. Sedaghatkish, F. Olmos (eds.) The cracidae: their biology and conservation (pp. 117-123). Blaine, WA: Hancock House Publis.
29. Estrada Salazar, C. (1999). Distribución Altitudinal de las Comunidades Forestales en la Parte Media de la Subcuenca del Río Raxón Tzunun (1,200-2,200msnm), Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Panzós, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle de Guatemala. 99 pp.
30. Estrada, C. (2017). Resumen de Aspectos Físicos y Biológicos, La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas y Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. Guatemala.
31. FDN. (2001). Plan Maestro Defensores de la Naturaleza, 2002-2007
32. FDN. (2009). Plan Maestro Defensores de la Naturaleza, 2010-2014
33. FDN. (1998). Estudio de la Dinámica de la Frontera Agrícola en la RBSM. Guatemala.
34. FDN. (2004). Sistematización Proyecto RECOSMO 2004, proyectos de incendios forestales. Guatemala.
35. FDN. (2005). Carbon Sequestration and Renewable Energy as a Model for the Integration of Conservation and Development in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.

36. FDN. (2005). Línea de Base para el Monitoreo Biológico de la Sub-cuenca del Río Colorado, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
37. FDN. (2007). Demanda Actual y Futura del Agua de Riego, Cuenca del Río Hato, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso. Guatemala.
38. FDN. (2007). Valoración de la Producción Agrícola Bajo Riego en la Cuenca del Río San Jerónimo. Guatemala.
39. FDN. (2014). Presentación Hidroeléctrica Río Zarco. Guatemala.
40. FDN. (2015). Fondo del Agua. Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Segunda Fase 2015-2020.
41. FDN. (2016). Base de datos Proyectos Hidroeléctricos Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
42. FDN/CONAP/FONACON (2016). Actualización del Plan Maestro, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, 2015-2020.
43. FDN/TNC/Sandia National Laboratories. (2003). Carbon Sequestration and Renewable Energy as a Model for the Integration of Conservation and Development in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.
44. FDN/WWF. (2012). El Fondo del Agua. Sistema Motagua-Polochic de Guatemala. Un Mecanismo Novedoso de Pago por Servicios Ambientales con el Sector Privado.
45. Flores, Y. (1996). Potencial de la Cestería en Chilascó: una alternativa para la oferta turística de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Facultad de Ciencias y Humanidades Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
46. Fundación Defensores de la Naturaleza y Fondo Mundial para la Vida Silvestre. sf. Estudio Técnico para dar a Sierra de las Minas la categoría de Reserva de Biósfera. Guatemala.
47. Fundación Defensores de la Naturaleza. (2003). III Plan Maestro de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas 2003-2008. Defensores de la Naturaleza. Guatemala.
48. Fundación Defensores de la Naturaleza. sf. Estudio Técnico para dar a Sierra de las Minas la categoría de Reserva de Biosfera. Guatemala.
49. Fundación Solar. (2003). Estudios de Pre-factibilidad para Proyectos de Hidrogeneración Eléctrica en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Sub-cuenca Ríos Ribaco y Sub Cuenca Río Zarco. Guatemala.
50. Gálvez, E. (1992). Diagnóstico para la Integración Humana de la RBSM. Informe de datos secundarios. Guatemala.
51. Gálvez, E. (1994). Desarrollo Forestal Comunitario. Diagnóstico socioeconómico de comunidades forestales en la RBSM. Guatemala.
52. González, B. (2008). Informe final, Guatemala, Temporada 2007-2008- "Winter ecology, relative abundance and population monitoring of Golden-cheeked Warblers throughout the known and potential winter range". Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 14 pp.
53. González, O. (1999). Estudio Cualitativo de la composición forestal remanente, entre 400 a 1200 msnm. Subcuenca del río Raxón Tzunún, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, Panzos A.V. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Ingeniería Forestal. Guatemala.
54. Grupo de científicos interdisciplinario. (1989). Estudio Técnico para Declaración de la RBSM. Guatemala.
55. Guerra, Alex., Alvarado, M. (2006). De la Sierra de las Minas al valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestión integrada del agua. "Fondo del agua

- del Sistema Motagua Polochic”. PROARCA/PRODOMA, Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica.
56. Haack, R. (1995). Review of the 1992 – 1995 Dendroctonus Bark Beetle Outbreak in the Pine Forest of RBSM. Guatemala.
 57. Haggart, J., Meléndez, M., Sáenz, L., Vides, M., Tot, C., Sierra, E. (2015). Agroforests: a Critical Resource of Sustaining Megadiversity in Guatemala. NRI/ANACAFE/UVG/FDN. University of Greenwich- Guatemala.
 58. Hamrick, K., Goldstein, A., et al. (2016). Raising Ambition. State of the Voluntary Carbon Markets 2016. Varias Organizaciones. Ecosystem Marketplace.
 59. Hernández, FJ. (2016). Diagnóstico Forestal Reserva de Biosfera Sierra De Las Minas. Guatemala.
 60. Hernández, O. (2001). Valoración Económica del Recurso Hídrico en la Subcuenca Río Jones. Guatemala.
 61. Hernández, O., Cobos, C., Ortiz, A. (2002). Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Lado Sur de la Reserva de las Biosfera Sierra de Las Minas. Guatemala.
 62. Hocdé, H. (2009). Estrategias de las Organizaciones de Productores de Café Frente a los Sellos Ambientales en la Zona de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas, Guatemala. Proyecto CAFNET, Guatemala.
 63. Holdridge, L.R. 1983. Mapa de Zonas de Vida a nivel de Reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala.
 64. INAB. (2000). Manual para Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso. INAB, Ed. Guatemala. 96 p.
 65. INAB. (2005). PINFOR de protección. Guatemala.
 66. IV Plan Maestro RBSM 86
 67. IV Plan Maestro RBSM 87
 68. IV Plan Maestro RBSM 88
 69. IV Plan Maestro RBSM 89
 70. Jolón, M. (1997). Caracterización de la Actividad de Cacería en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y Diseño de un Plan de Monitoreo (Publicación interna). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 80 pp.
 71. Jolon, M. (1997). Estudio de cacería en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y Refugio Vida Silvestre Bocas del Polochic. Defensores de la Naturaleza. Guatemala.
 72. Kinh, H., E. Cano & A. Morales. (2006). Los peces de las aguas interiores de Guatemala. Pags. 457-486. (En: Cano, E (Ed.). 2006. Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1 Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.)
 73. Leonardo, RS. (2005). Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Organización Nacional para la conservación y el ambiente ONCA, FDN. Guatemala.
 74. MacVean, C., Pérez, R., Cano, E. (1995). Impacto de Poblaciones de Aves Sobre las Comunidades de Artrópodos en Plantaciones de Café, en las Zonas de Amortiguamiento. Guatemala.
 75. Madrid, G., Rojas, O., Tot, C., Rivera, C. (2001). Evaluación del Impacto de la Agricultura Sostenible sobre la Conservación de la Biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Defensores de la Naturaleza / Biodiversity Support Program-WWF. Guatemala.

76. Marcos, C. (2000). Censo de especies de Género Quercus y su distribución geográfica de dos cuencas de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Ingeniería Forestal. Guatemala.
77. Margoluis, R., Gálvez, E. (1993). Diagnóstico para la Integración Humana de la RBSM. Guatemala.
78. Marroquín, D. et.al. 1991. Reconocimiento de gabinete de la RBSM y su área de Influencia. CDC, CECON-Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
79. Martínez, M. (2007). Valoración Económica del agua en San Jerónimo, Baja Verapaz y San Victoria Sololá. Guatemala.
80. Martínez, M., Dimas, L. (2007). Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután. Guatemala. Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica.
81. Mayen, E. (2013). Evaluación de Carbono Aplicado a Reducción de Emisores por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) para el Mercado Internacional de Carbono en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Proyecto FODECYT NO. 034-2011. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. Pp 68.
82. McBirney, A. (1963). Geology of a part of Central Guatemala cordillera. Univ. Cal. Pub. Geol. Sci. 28:177-242.
83. McCarthy, T. & S. Pérez. 2006. Land and freshwater mammals of Guatemala: Faunal documentation and diversity. Pags. 625-674. (En: Cano, E (Ed.). 2006. Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1 Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.)
84. Medinilla, O. (1999). Estudio florístico de los bosques con dominancia de especies del género Pinus en la microcuenca del río Colorado. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
85. Medinilla, O. (2001). Estudio del Potencial de Rodales Semilleros de las comunidades Loa Ángeles y San Francisco II, RBSM. Guatemala.
86. Méndez, C. (1993). Mariposas diurnas. En L. Villar Anleu (Ed.): Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas: pp 25-35. Centro de Datos para la Conservación (CDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
87. Méndez, JC. (2000). Valoración Económica de los Impactos del Huracán Mitch y sus Consecuencias en la Población. Guatemala.
88. Monzón Sierra, J. y J. Haxaire. 2006. La familia Sphingidae (Lepidoptera) en Guatemala. Pags. 423-430. (En: Cano, E (Ed.). 2006. Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1 Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.)
89. Morales, A., Leonardo, R. (2004). Programa Piloto de Conservación y Manejo de Especies Cinegéticas en Dos comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (RBSM). Guatemala.
90. Morales, C. y Morales J. (1998). Registro de Actividad de Cacería en Temporada de Extracción de Resina de Chicle en Uaxactún, Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala (Proyecto ONCA-FCG-2769). Guatemala. 40 pp.
91. Morales, J., A. Cobar, F. Ramírez, A. Morales, J. Moreira, R. Leonardo, M. González. (2005). Programa Piloto de Conservación y Manejo de Especies

- Cinegéticas en Tres Comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. (Proyecto ONCA-FODECYT 12-03). Guatemala. 128 pp.
92. Morales-de la Cruz, M., Núñez, O., Alvarado, S. (2006). Análisis Teórico de una Propuesta de Pago por Servicios Ambientales en Guatemala. Guatemala.
 93. Najera, A. (2004). Diversidad y Estructura de la Avifauna en el Bosque Nuboso Primario de Albores, Sierra de las Minas. Guatemala.
 94. Naziri, D., Haggar, J., Aguilar, K. Delgado, E. (2013). Papel de las Reservas Naturales Privadas y de las Actividades de Ecoturismo Asociadas en la Conservación de la Biodiversidad en Guatemala. Informe interno, University of Greenwich/ANACAFÉ/FDN. Pp. 21.
 95. Noponen, M., Attarzadeh, N., Soto, G., Haggar, J. (2011). CAFNET Huella carbono, CATIE. Guatemala.
 96. Núñez, O. (1994). Desarrollo Forestal Comunitario: Diagnóstico técnico de comunidades forestales en la RBSM. Guatemala.
 97. Núñez, O. (2010). Estimación de la Recarga Hídrica Potencial en Tres Subcuencas Ubicadas en el Sistema Motagua-Polochic, Ríos: Hato, Pancajoc y Zarco. (Proyecto FDN-FODECYT 77-2007). Guatemala. 118 pp.
 98. Núñez, O., Paíz, G. (1997). Crecimiento y Rendimiento de Árboles y Especies Forestales de la RBSM. Guatemala.
 99. Olson, D. M. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: a new map of life on earth. *BioScience* Vol 51, No. 11. Noviembre 2001.; y de Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth, en [www. worldwildlife.org/ ecoregions/ index](http://www.worldwildlife.org/ecoregions/index).
 100. Ordóñez, N. (2001). Informe de la Implementación del Sistema de Monitoreo de Especies Cinegéticas para la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic. (Publicación interna). Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza. 20 pp.
 101. Orellana, R. (1997). Revalorización del Conocimiento Local sobre el Uso de Plantas medicinales y Alimenticias de la Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Minas. Defensores de la Naturaleza /Plan Internacional/ Fundación Berhorsth. Guatemala.
 102. Paíz, M. (1996). Migraciones estacionales del quetzal (*Pharomacrus mocinno* mocinno de la Llave) en la Región de la Sierra de las Minas, Guatemala y sus implicaciones para la conservación de la especie. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
 103. Pérez, E. (2004). Estandarización de Metodología Para el Estudio del Chipe Mejillas Foradas en el Neotropico. Guatemala.
 104. Pérez, E., Vásquez, C., Avendaño, C., Lou Vega, S., Morales, J., Santos, G. (2003). Línea Base para Monitoreo Biológico de la Sub Cuenca del Río Colorado, Río Hondo Sierra de las Minas. Guatemala.
 105. Pérez, S y N. Santos. Mamíferos. En L. Villar Anleu (Ed.): Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas: pp 25-35. Centro de Datos para la Conservación (CDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
 106. PNUD/PNUMA. (2011). Informe de Fase de Exploración y Diseño de Evaluación Sub-global para el Corredor Seco de Guatemala. Iniciativa Pobreza y Medio Ambiente. Guatemala.
 107. Quilo, A. (2009). Estimación del carbono almacenado en la biomasa arriba del suelo y en el suelo en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas año 2008.

- Centro de Estudios Ambientales- Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 29 p.
108. Quilo, A., Del Cid, R. (2008-2010). Conectando y Sosteniendo los Servicios Ambientales y de Mercado para el Café Agroforestal. Guatemala.
 109. Reyes, V. (2004). Valoración Económica del Agua para Uso Industrial en la Cuenca del Río Pasabien. Guatemala.
 110. Rivas, J. y Cobar, A. (2005). Distribución y abundancia del pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Guatemala.
 111. Rosito, J.C. (1999). Estudio Florístico de la comunidad del ciprecillo (*Taxus globosa*) en los cerros Pinalón, Guaxabajá y Mululjá, en la RBSM. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala.
 112. Saavedra, O. (2015). Determinación y Evaluación del Impacto de las Quemas Prescritas Sobres Sistemas Vegetales Pino-encino en las Cuencas de Pasabien y Río Hondo, Zacapa, Proyecto FODECYT No. 072-2012. Guatemala.
 113. Sáenz, L., Pons, D., Sierra, E., Pacay, E., Delgado, K., Haggar, J. (2015). Biodiversidad Agroforestal: Un recurso crítico para la megadiversidad de Guatemala. Diversidad de flora y fauna en diferentes usos de la tierra en dos zonas cafetaleras de Guatemala. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad, UVG, FDN, ANACAFÉ, Guatemala. Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, UK.
 114. San Emeterio, L. 2001. Estudio de flora y de la vegetación de las cuencas Juan de Paz y Las Cañas. Sierra de las Minas. Guatemala.
 115. Santizo, C. (1994). Proceso de Planificación Participativa en la Comunidad de Vista Hermosa, RBSM. Guatemala.
 116. Sapper, K. (1894). Grundzuge de Phisikalischen Geographie von Guatemala. Peterman's Mitteil. 113:1-59
 117. Schuchert, C. (1935). The historical geology of the Antillean-Caribbean Región. Wiley and Sons, New York. Pp 811.
 118. Schuster, J. 2006. Pasalidae (Coleoptera) de Mesoamerica: diversidad y biogeografía. Pags. 379-392. (En: Cano, E (Ed.). 2006. Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1 Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 6764 pp.
 119. Sigüenza, R. (1996). Impacto de las Poblaciones de Aves en las Plantaciones de Café, en las Zonas de Amortiguamiento e Influencia en la RBSM. Smithsonian Institut /Defensores de la Naturaleza. Guatemala.
 120. Suchini Farfán, A.E.; A.C. Rosales; G. Cazali; E. Poll; M. Sánchez; A. Marroquín; A. Castillo. 2001. Estudio del endemismo florístico en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad San Carlos de Guatemala. CONCYT/FONACYT. Guatemala.
 121. Termer, F. (1936). Zur Geographie der Republik Guatemala. Geog. Gesell. Mit. Hamburg, Bd. 44:89-275.
 122. TNC. (2005). Case Study of Watershed Valuation in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.
 123. TNC. (2012). Case study of Watershed Valuation in the Sierra de Las Minas Biosphere Reserve. Guatemala.
 124. Tot, C. (2000). Caracterización de los Recursos Naturales Suelo, Agua y Flora en la Subcuenca del Río Tinajas. Guatemala.

125. Tot, L., Castro, F. (2012). Periodic Review for Biosphere Reserves UNESCO MAB. Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Punto Focal MAB-Guatemala. FDN/CONAP. Guatemala.
126. Valle, L. 1997. Distribución Altitudinal de la Comunidad de Quiropteros en San Lorenzo, Zacapa, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 93pp.
127. Vargas, J.M. (2000). Análisis de la composición florística de las diferentes comunidades de helechos arborescentes de las cuencas del río Naranjo, de la Sierra de las Minas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.
128. Veliz, M. E., Cobar, A. J., Ramírez, F. J., & García, M. J. (2003). La Diversidad Florística del Monte Espinoso de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, DIGI, Proyecto DIGUSAC 2.55 58 p.
129. Ventura, I. (2003). Línea Base del Estudio Piloto de Fauna Cinegética en la Aldea Morán, Rio Hondo, Zacapa. Informe final EPS, Escuela de Biología, Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC, Guatemala.
130. Villagrán, O. (2017). Contenido de carbono por zona de la Reserva de la Biosfera. Hoja de Excel. Guatemala.
131. Villar Anleu, L.(ed). 1993. Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Centro de Datos para la Conservación (CDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
132. Vora, R. (1994). Recommendations on Management of RBSM: Land use planning, general managment, priorities, program needs, technical recommendations, Sister Forest Program.
133. West, R. (1964). The Natural Regions of Middle America. Pp 363—383 en Wauchope and West, eds. Handbook of Middle American Indians. Univ. of Texas Press, Austin, Texas.