



LÍNEA DE BASE DE LA BIODIVERSIDAD EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS

Proyecto de Biodiversidad de USAID Guatemala

14 DE FEBRERO 2019

Esta publicación fue producida para ser revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Fue preparada por Chemonics International Inc.

LÍNEA DE BASE DE LA BIODIVERSIDAD EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS

Contenido

ABREVIATURAS / ACRÓNIMOS.....	3
RESUMEN EJECUTIVO.....	4
RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE INVESTIGACIONES Y MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EN SIERRA DE LAS MINAS	5
1. Actores que desarrollan investigaciones y/o monitoreo de la biodiversidad en la RBSM.....	5
2. Comité Técnico Revisor (Revisa y avala la información)	6
3. Sistematización de la información	6
4. Resultados de la recopilación.....	7
SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA RBSM (ELEMENTOS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA LINEA BASE).....	8
1. Metodología y criterios de clasificación.....	8
2. Descripción de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Cuencas Ecosistemas y especies relacionadas.	10
2.1 Reserva de Biosfera Sierra de las Minas:	10
2.2 Cuencas prioritarias:	12
1.3 Descripción, historial y aspectos relevantes de los Ecosistemas	14
1.4 Descripción, historial y otros aspectos relevantes de las Especies relacionadas:	19
3. Amenazas y otros indicadores identificados para los Ecosistemas.....	22
4. Monitoreo de los Objetos de conservación	25
4.1 Monitoreo hasta 2017:	25
4.2 Monitoreo a partir de 2018:	30
5. Propuesta de Indicadores y elementos de línea base.....	35
5.1 Ecosistemas:	37
5.2 Recurso Hídrico:	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
Conclusiones.....	54
Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFIA	57
ANEXOS	58

ABREVIATURAS / ACRÓNIMOS

CECON Centro de Estudios Conservacionistas

DIGI Dirección General de Investigación

FDN Fundación Defensores de la Naturaleza

FAUSAC Facultad de Agronomía, USAC

I&M Investigación y Monitoreo

PBG Proyecto Biodiversidad para Guatemala

PDF Portable Document Format

PM Plan Maestro

PNUD Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

RBM Reserva de Biosfera Maya

RBSM Reserva de Biosfera Sierra de las Minas

RVSBP Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic

URL Universidad Rafael Landívar

USAC Universidad de San Carlos de Guatemala

USAID U.S. Agency for International Development

UVG Universidad del Valle de Guatemala

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento solicitado por el Proyecto Biodiversidad para Guatemala USAID integra dos productos principales. En primer lugar, se presenta el trabajo de recopilación y sistematización de información sobre investigaciones y monitoreo de la biodiversidad, generada por los investigadores, Universidades, Centros de Investigación y Organizaciones Gubernamentales y no gubernamentales en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, RBSM. Los documentos recopilados disponibles en formato PDF es de 141 con información general de la RBSM, las cuencas prioritarias, ecosistemas (objetos de conservación), especies relacionadas y otros elementos que sirven de indicadores para el establecimiento de la línea base y monitoreo de los objetos de conservación prioritarios. La Información recopilada sobre estado de la biodiversidad, amenazas y programas de monitoreo de especies y ecosistemas de la RBSM, se organizó y sistematizó en la plataforma Mendeley (www.mendeley.com) la cual puede clasificar la búsqueda de información de acuerdo a los identificadores principales (autor, nombre, año, tipo de documento) y a los complementarios (cuenca, Ecosistemas y biodiversidad).

El segundo producto es la síntesis de la información recopilada, el historial y situación actual de cada Ecosistemas (Objetos de Conservación) y las especies relacionadas o indicadoras., lo cual servirá de insumo para el levantamiento de la línea base y capacidades institucionales para el monitoreo ecosistemas y especies clave. Inicialmente se organizó bajo el enfoque de cuenca, siendo las cuencas prioritarias: Matanzas, San Jerónimo, El Hato y Las Cañas. Una vez clasificada por cuenca, se analizó de acuerdo con los ecosistemas prioritarios (objetos de conservación): Bosque nuboso, Bosque de coníferas y mixto, Bosque tropical cálido y Recurso hídrico de la RBSM

Se presenta también la información y elementos que sirven para determinar los indicadores para el establecimiento de la línea base y monitoreo de los objetos de conservación: Ecosistemas (Bosque Nuboso, Bosque Mixto Pino-Encino, Bosque Tropical Cálido y Recurso Hídrico); y de las especies clave: Quetzal (*Pharomacrus mocinno*), pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*), Chipe cachete dorado (*Dendroica chrysoparia*). Es importante destacar que el monitoreo de la diversidad biológica de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas debe permitir evaluar los cambios en la diversidad a través del tiempo, para contar con las herramientas que ayuden a comprender las relaciones y los procesos ecológicos que se desarrollan en el área y los avances y resultados finales de la intervención del Proyecto Biodiversidad para Guatemala de USAID – Chemonics.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones relacionadas con las investigaciones y el monitoreo de los objetos de conservación e indicadores.

Recopilación y sistematización de Investigaciones y monitoreo de la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera en Sierra de las Minas

Se realizó la recopilación y sistematización de información sobre investigaciones y monitoreo de la biodiversidad, generada por los investigadores, Universidades, Centros de Investigación y Organizaciones Gubernamentales y no gubernamentales en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

El proceso metodológico utilizado incluye los siguientes pasos:

1. Se identificaron los actores clave que realizan que tienen presencia en la RBSM y han realizado investigaciones y programas de Monitoreo.
2. Conformación de un Comité Revisor
3. Sistematización de la Información

El detalle de cada paso se presenta a continuación:

1. Actores que desarrollan investigaciones y/o monitoreo de la biodiversidad en la RBSM.

Dentro de los actores que han realizado investigación y monitoreo (I&M) se encuentran principalmente los investigadores individuales o institucionales que las llevan a cabo como tesis de pregrado y posgrado de la diferentes Universidades del país y algunas extranjeras, estudios institucionales como parte del desarrollo e implementación de Estrategias y Planes Nacionales y Maestros (PM RBSM) y otros que han sido apoyados por organismos nacionales e internacionales de investigación. Los actores identificados se presentan en Tabla 1:

Tabla 1. Actores con presencia en I&M en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas

Sector (Académico, Gubernamental y No Gubernamental)	Unidad de Investigación o Académica	Tipo de actividad
Universidad de San Carlos de Guatemala	Dirección General de Investigación DIGI	Investigación
	Instituto de Investigaciones Agronómicas IIA	Investigación
	Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas IIQB	Investigación
	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	Investigación
	Facultad de Agronomía	Investigación
	Centro de Estudios Conservacionistas	Investigación
Universidades Privadas	Universidad del Valle de Guatemala Facultad de Ciencias y Humanidades	Investigación

	Universidad Rafael Landívar	Investigación
Gobierno	Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP. Dirección de Desarrollo Forestal y Vida Silvestre	Autoridad Rectora: Autorización de Investigaciones
	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, SENACYT	Financiamiento de Investigaciones
No Gubernamental	Fundación Defensores de la Naturaleza	Investigación y Monitoreo
	Fideicomiso para la Conservación de Guatemala, FCG	Investigación

2. Comité Técnico Revisor (Revisa y avala la información)

Para una revisión inicial y validación de la información recopilada se conformó un Comité integrado por las siguientes personas e Instituciones (**ver Tabla 2**):

Tabla 2. Comité Técnico Revisor de la Información recopilada

Institución	Representante
Fundación Defensores de la Naturaleza	Raquel Leonardo
Consejo Nacional de Áreas Protegidas	Abel Sandoval,
Centro de Estudios Conservacionistas	Mercedes Barrios
Proyecto USAID – Chemonics	Hilda Rivera

3. Sistematización de la información

La Información recopilada sobre estado de la biodiversidad, amenazas y programas de monitoreo de especies y ecosistemas de la RBSM, se organizó y sistematizó en la en una plataforma Mendeley (www.mendeley.com), cuya guía de uso se adjunta en versión PDF (<https://biblioteca.ucm.es/data/cont/docs/397-2013-12-12-guiadeusodemendeley2.pdf>) La base de datos bibliográficos permite búsquedas en base a los identificadores siguientes:

Generales:

- Nombre de la Investigación
- Autor
- Año
- Tipo de Publicación

Complementarios, incluye un breve resumen y las palabras clave:

- Documento: Investigación o Monitoreo.
- Cuenca: Matanzas, San Jerónimo, El Hato y Las Cañas.
- Ecosistemas: Bosque Nuboso, Bosque de coníferas y mixto, Bosque tropical cálido y Recurso hídrico.
- Biodiversidad: Quetzal, Pavo de cacho, Chipe cachetes dorados, Macroinvertebrados acuáticos

El formato de visualización de la plataforma se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Formato de visualización de la Plataforma Mendeley (www.mendeley.com).

The screenshot displays the Mendeley desktop application interface. On the left, a list of research entries is shown in a table format. The table has columns for Authors, Title, Year, Published In, and Address. The first entry is highlighted in blue. On the right side, a detailed view of the selected entry is shown, including the title, authors, year, and abstract. The title of the selected entry is "Diagnóstico del uso hídrico de la cuenca del río Motagua en los municipios de San Agustín Acasaguastlán, San Cristóbal Acasaguastlán y el Jicaro, D...". The authors listed are M. Aguirre. The year is 2003. The abstract is partially visible.

★	📄	Authors	Title	Year	Published In	Address
☆	📄	Aguirre, Maritza	Diagnóstico del uso hídrico de la cuenca del río Motagua en los municipios de San Agustín Acasaguastlán, San Cristóbal...	2003		ene...
☆	📄	Alvarado, Susana	Valorización económica del servicio ambiental de regulación hídrica para el uso domiciliar y riego en la cuenca del Río L...	2003		ene...
☆	📄	Andrea, Chavez	ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN EN UN PROGRAMA DE CAPACITACION DE EDUCACIÓN AMB...	2003		ene...
☆	📄	Anne Dix, Mayra Maldonado, Margaret Dix, Odete de Boc...	EL IMPACTO DE LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC SOBRE LA INTEGRIDAD BIOLÓGICA DEL LAGO DE IZABAL	1999		ene...
☆	📄	Antonio Juarez, Manuel Izas, Michelle Bustamante	Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo.	2011		ene...
☆	📄	Antonio, Lic; Alejandro, Diego; Sánchez, Juárez; Ma...	Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo	2011		ene...
☆	📄	Avalos, Oscar	Análisis Estudios Valoración Económica Ambiental	2007		ene...
☆	📄	Avalos, Oscar	Informe del Aporte del Bosque Nuboso en las Microcuencas: El Carmen y Las Delicias, San Agustín Acas...	2007		ene...
☆	📄	Avalos, Oscar Rosito, Juan Carlos	Evaluación hidrológica de las subcuencas Pasabién y Pueblo Viejo	2007		ene...
☆	📄	Barrientos, Chritian	Evaluación del impacto de especies no nativas en los lagos Atitlán, Izabal y Peten Itzá; y caracterización del hábitat ...	2012	Digital Times	ene...
☆	📄	Buch, Mario	Análisis de factibilidad técnica y financiera de actividades REDD+ en el Área Protegida Reserva de Biosfera Sierra d...	2016	Менит	ene...
☆	📄	Buch, Mario	Evaluación del riesgo a deslizamientos en la subcuenca Matanzas, río Polochic, Guatemala	2001		ene...
☆	📄	Buch, Mario Samuel	Análisis de factibilidad técnica y financiera de actividades REDD+ en el Área Protegida Reserva de Biosfera Sierra d...	2016	Менит	ene...
☆	📄	Bustamante, Michelle	RELACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FRUTOS DE LAS PLANTAS NUTRICIAS DEL QUETZAL (Pharomachus mocin...	2012	Digital Times	ene...
☆	📄	Bustamante, Michelle Castillo; Barrios, Manuel Izás; Juárez...	Fenología de las plantas nutricias del quetzal (Pharomachus mocinno mocinno de La Llave) y su efecto...	2010	Informe Final De Investigación. ...	ene...
☆	📄	C. Cerdán, E. Martín, G. Lamond, T. Pagella	UNA GUÍA PARA USAR LA BASE DE CONOCIMIENTOS DE CAFE EN GUATEMALA	2008		ene...

Fuente: Pantalla de la Plataforma Mendeley.

4. Resultados de la recopilación

Se recopiló información de diversas fuentes obteniendo más de 200 referencias priorizando los documentos disponibles en versión digital (PDF). El total de la información recopilada fue depurada y 125 se encuentran disponibles en PDF.

Del total de los documentos, 31 identifican las cuencas prioritarias para este estudio, describiendo principalmente los estudios hidrológicos y algunos de flora y fauna. En relación con los ecosistemas y objetos de conservación se identifican 106 documentos con información general y específica de los mismos. El resto de los documentos están relacionados a Políticas, Estrategia y Planes, entre otros. En la Tabla 3 se presenta el número de documentos por cuencas, ecosistemas y especies relacionadas.

Tabla 3. Número de documentos recopilados por cuencas, ecosistemas y especies relacionadas

Objetos de Conservación	Numero de documentos
Cuencas	31
Ecosistemas y especies indicadoras	83
Otros temas	11

El listado general de documentos digitales ingresados en la plataforma Mendeley se presenta en el **Anexo 1**. Cabe mencionar que en la plataforma (En línea) se puede buscar la información de acuerdo con los identificadores y palabras clave mencionadas anteriormente.

Síntesis de la información de la biodiversidad en la RBSM (elementos para el levantamiento de la línea base)

En esta sección se describe, de acuerdo con la información recopilada, la metodología, el historial y situación actual de cada Ecosistemas (Objetos de Conservación) y las especies relacionadas o indicadoras, la cual se servirá de insumo para el levantamiento de la línea base y capacidades institucionales para el monitoreo ecosistemas y especies clave.

1. Metodología y criterios de clasificación

Revisión documental de escritorio y creación de la base de datos Mendeley

Se categorizaron los documentos recibidos por parte de los actores identificados y entrevistados y los encontrados en búsquedas individuales en la siguiente escala de importancia:

Visitas y entrevistas con expertos en biodiversidad y monitoreo

Se realizó una visita a las instalaciones de FDN, CECON y CONAP y una reunión con autoridades de las Direcciones de a) Desarrollo de Forestal y Vida Silvestre y b) Fortalecimiento del SIGAP.

Durante el mes de diciembre se realizaron reuniones y entrevistas telefónicas con:

- El equipo de Chemonics y consultores externos.

- Raquel Leonardo, Cristina Chaluleu y Cesar Tot (Entrevista en Cobán, A.V.) de FDN.
- Mercedes Barrios (Entrevista telefónica) y de CECON.
- Estuardo Secaira (Entrevista telefónica).

Base de datos documental en Mendeley

Se realizó una compilación de las publicaciones científicas disponibles y se integraron en un archivo de librería en la plataforma Mendeley, para administrar la literatura citada en el presente documento y los datos seleccionados para establecimiento de la línea base. Esto se describe en el capítulo anterior.

Revisión y análisis de las investigaciones y estudios de monitoreo:

Se realizó una revisión detallada de los datos de cada documento para que el mismo pueda ser utilizado por PBG USAID-Chemonics para la toma de decisiones relacionada a la biodiversidad y los objetos de conservación de la RBSM. Se etiquetó cada documento según los identificadores establecidos en conjunto con el equipo de Chemonics. Adicionalmente se agregaron etiquetas relacionadas con los objetos de conservación para facilitar la búsqueda de información.

Criterios de clasificación y sistematización

Se organizó inicialmente bajo el enfoque de cuenca, siendo las cuencas prioritarias: Matanzas, San Jerónimo, El Hato y Las Cañas. Una vez clasificada por cuenca, se analizó de acuerdo a los ecosistemas prioritarios (objetos de conservación): Bosque nuboso, Bosque de coníferas y mixto, Bosque tropical cálido y Recurso hídrico de la RBSM. En la **Tabla 4** se presentan los Ecosistemas (objetos de conservación) presentes en las diferentes cuencas prioritarias.

Tabla 4. Presencia de Objetos de Conservación en las Cuencas prioritarias.

Objetos de Conservación	Cuencas			
	Matanzas	San Jerónimo	El Hato	Las Cañas
Bosque Nuboso	√	√	√	
Coníferas y Mixto	√	√	√	
Bosque Tropical Cálido	√		√	√
Recurso Hídrico	√	√	√	√

Para cada objeto de conservación se proponen las especies clave relacionadas, preidentificadas y seleccionados por el proyecto: Quetzal, Pavo de cacho, Chipe cachetes dorados y vertebrados

medianos y mayores por foto-trampeo, estas especies indicadoras del estado actual se presentan en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Especies indicadoras por Ecosistema.

Especies Indicadoras	Objetos de Conservación			
	Bosque Nuboso	Coníferas y Mixto	Bosque Tropical Cálido	Recurso Hídrico
Quetzal	√	√		*
Pavo de cacho	√	√	√	*
Chipe cachetes dorados	√	√	√	*
Vertebrados mayores y menores (Fototrampeo)	√	√	√	*

* Para el caso del recurso hídrico, se toman otros organismos como indicadores.

Con la clasificación anterior se presenta el análisis y síntesis de la información para establecer el historial y estado actual de los Ecosistemas y especies clave relacionadas que servirán para la propuesta de línea de base.

2. Descripción de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Cuencas Ecosistemas y especies relacionadas.

2.1 Reserva de Biosfera Sierra de las Minas:

La Reserva de Biosfera de las Minas fue creada en el año 1990 según Decreto Ley 49-90 del Congreso de la República. Ocupa un área aproximada de 242,642 hectáreas de extensión (5,252 caballerías) y un Perímetro: 277 kilómetros. Se encuentra en los Departamentos de Baja Verapaz (Salamá, San Jerónimo y Purulhá, El Progreso (Morazán, San Agustín Acasaguastlán y San Cristóbal Acasaguastlán), Alta Verapaz (La Tinta y Panzós), Zacapa (Usumatlán, Teculután, Río Hondo y Gualán) e Izabal (Los Amates y El Estor), (Defensores 2010).

Bajo la administración de la Fundación Defensores de la Naturaleza desde 1990, esta reserva de biosfera es hogar de al menos 885 especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. La RBSM alberga una gran riqueza de flora incluyendo especies que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, 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* (Medinilla, 1999; Vargas, 2000;

Según la investigación sobre Diversidad y endemismo de vertebrados terrestres en Sierra de Las Minas (C. G. Estrada 2017), para todos los taxa, las zonas de mayor riqueza de especies, o hotspots, se encuentran al noreste de la región de Sierra de las Minas, en las zonas de elevaciones intermedias de los departamentos de Alta Verapaz e Izabal, áreas que corresponde a los bosques tropicales. En contraste, la zona más diversa para especies endémicas se concentra en la parte noroeste de la Sierra, en las partes más altas, áreas dominadas principalmente por bosques nubosos.

2.2 Cuencas prioritarias:

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa productora de agua, la principal en la región nororiente de Guatemala, 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 84 ríos o riachuelos, los cuales, 52 fluyen al norte, 1 al oeste y 32 al sur, y se agrupan en 3 macrocuencas hidrográficas. En conjunto representan una importante fuente de agua para uso doméstico a más de 400,000 habitantes, para uso industrial, agrícola e hidroeléctrico entre otros (Defensores 2017).

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 (inundaciones, pérdida de infraestructura y erosión), ya que es en este ecosistema donde se presentan las intensidades de lluvia más altas (Rosito Monzón 2010). En este ecosistema, los suelos presentan poca capacidad de almacenamiento de agua y la lluvia alcanza valores relativamente bajos (1400 mm en promedio anual). Lo que provoca gran aumento de los caudales en eventos de alta precipitación.

De todas las cuencas que drenan en la RBSM el equipo del PBG identificó y priorizó las siguientes cuencas con su respectiva ubicación:

- **Cuenca de Matanzas (Norte):** Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.
- **Cuenca San Jerónimo (Oeste):** Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.
- **El Hato (Sur):** Municipio de San Agustín Acasaguastlán, Zacapa
- **Las Cañas (Noreste):** Finca la Palmilla, Municipio de los Amates, Izabal.

El detalle de los datos climatológicos e hídricos de las cuencas prioritarias y otras cuencas investigadas se presentan en (Rosito Monzón 2010): Sistematización de información ecohidrológica de la Reserva de la biosfera Sierra de las Minas.

Figura 3. Identificación de las cuencas prioritarias (Matanzas, San Jerónimo, El Hato y Las Cañas).

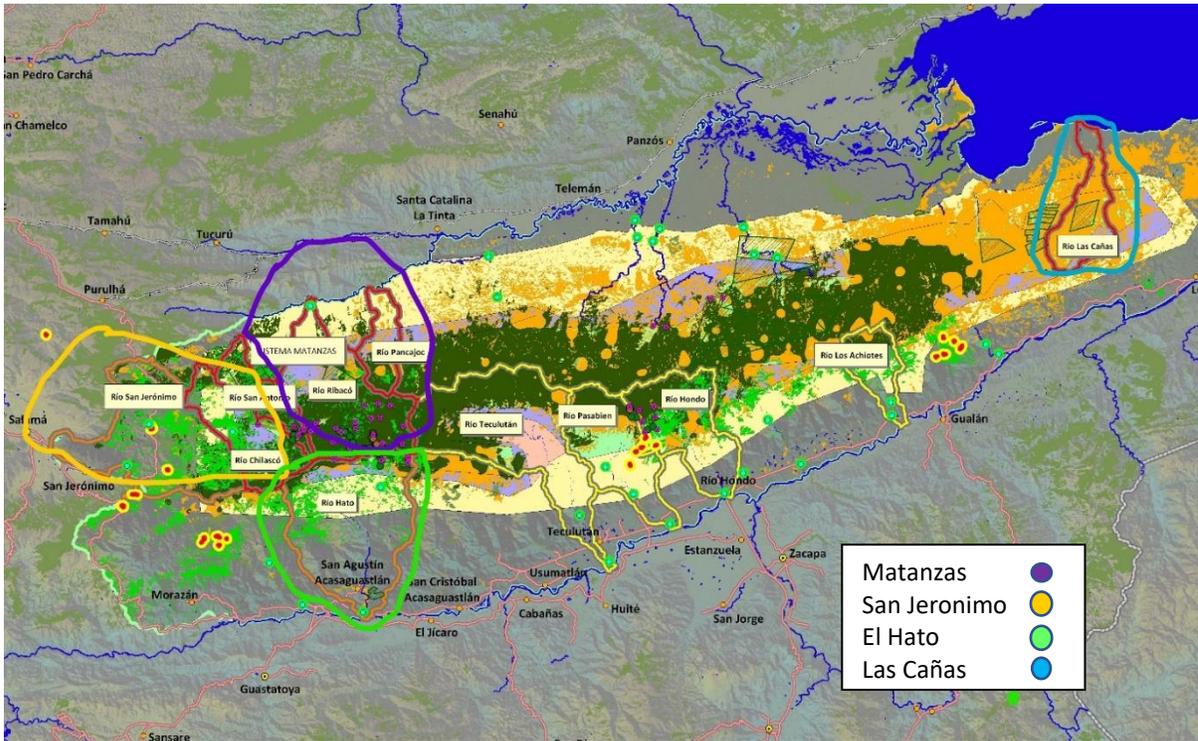
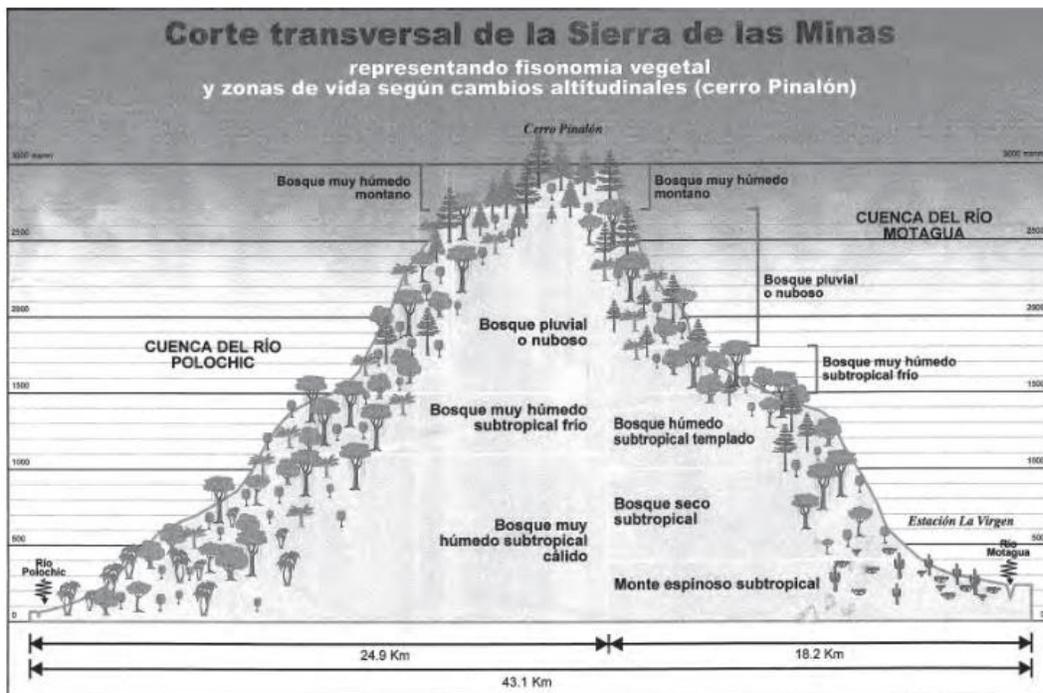


Figura 4. Corte transversal de la Sierra de las Minas



Fuente: FDN, PM (IV), 2010.

1.3 Descripción, historial y aspectos relevantes de los Ecosistemas

Bosque Nuboso

Abarca más de 600 kilómetros y constituye la mayor cantidad de bosque primario existente en la reserva, localizado en las partes más altas de la Sierra, lo que representa la mayor extensión de hábitat aún existente en el país para el Quetzal. En el estudio sobre Migraciones del Quetzal (Paiz 1996), se concluye claramente la importancia de la Sierra de las Minas para la conservación de esta ave, como eje de las migraciones estacionales que realiza la especie. Además, se definen 3 comunidades vegetales, entre ellas se puede mencionar la comunidad de bosques de coníferas, conformada por tres estratos: dosel (30-35 m de altura), estrato subdominado (10-20 m) y sotobosque (5-10 m). Esta comunidad está caracterizada por especies arbóreas como *Pinus pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *Cupressus lusitánica*, *Abies guatemalensis*, *Taxus globosa*, *Quercus sapotaefolia*, *Q. acatenanguensis*, *Ilex anodonta*, *Drimys granadensis*, *Rhamnus capraeifolia*, *Styrax conterminus* y *Cornus disciflora*. El estrato arbustivo se caracteriza por presentar especies como *Miconia mexicana*, *Parathesis vulgata*, *Myrica cerífera* y *Cleyera theaecoides*. La vegetación herbácea y epífitas más representativa de esta comunidad es: *Fuchsia* sp., *Begonia* sp., *Viola* sp., *Solanum* sp., *Bomarea* sp., *Smilax* sp., *Passiflora* sp., *Rubus* sp., *Cavendishia* sp., *Pernettya* sp., *Peperomia* sp., y varias especies de orquídeas y bromelias (PM – FDN, 2014). Este elemento incluye los bosques enanos y bosques de coníferas de alturas del Cerro El Piñalón (Defensores 2017).

Los bosques nubosos se encuentran estratificados, con un dosel de entre 20-30 m de altura, el estrato subdominado de 10-20 m y el sotobosque de 5-15 m. Esta comunidad vegetal se caracteriza por presentar especies arbóreas como: *Quercus sapotaefolia*, *Persea vesticula*, *P. sessilis*, *Phoebe bourgeauviana*, *Cornus disciflora*, *Dendropanax oliganthus*, *Parathesis vulgata*, *Hedyosmum mexicanum*, *Cyathea fulva*, *Chusquea pittieri*, *Drymis granadensis*, *Rapanea myricoides*, *Saurauia waldheimia*, *Symplocos matudae*, *Podocarpus oleifolius*, *Cleyera theacoides*, *Buddleia euryphila*, *Rhamnus discolor* y *Disterigma humboldtii*. En el estrato arbustivo se encuentran especies como: *Chamaedorea* sp., *Eugenia* sp., *Fuchsia* sp., *Psidium* sp. y *Cyathea* sp. La vegetación herbácea y epífita más representativa de esta comunidad es: *Poligonatum* sp., *Maianthemum* sp., *Rubus* sp., *Smilax* sp., *Clusia* sp., *Peperomia* sp., *Tillandsia* spp., *Isochilus linearis*, *Maxilaria* sp., *Pleurothallis* sp., *Epidendrum* sp., *Piper* sp., *Heliocereus* sp. y *Pernettya* sp (CDC, 1993 en (C. Estrada 2017)).

El bosque nuboso es fundamental para el abastecimiento hídrico en época seca (Rosito 2010) y mantiene flujos hídricos mayores y más estables durante el año (Brown y de la Roca 1996). Con base en los datos de balances hídricos y delimitación de áreas de recarga hídrica se ha determinado que las diferentes proporciones de productividad hídrica específica de las cuencas son directamente proporcionales a la cantidad de bosque nuboso que se presenta en las partes altas de cuenca.

El bosque nuboso es uno de los ecosistemas de mayor vulnerabilidad al cambio climático. Casi todos los componentes de este ecosistema (ciclo hidrológico hasta la composición de especies de plantas y animales), son afectados por su inmersión recurrente en neblinas o nubosidad (Foster, 2001). Por tanto, es altamente probable que ocurran altas tasas de extinción de este tipo de bosque. Además, se verá afectado por otros cambios, en particular en los patrones de la formación de nubes.

Como resultado final, en los bosques nublados se prevé la pérdida de biodiversidad, modificaciones en la altitud de las especies y recomposición de la comunidad, así como posiblemente altas tasas de mortalidad y poca capacidad de recuperación de muchas especies. La literatura, a menudo, sugiere que todos los factores descritos se combinan para hacer del bosque nublado un sitio probable para la observación de los efectos del cambio climático en el futuro próximo (Foster, 2001; IPCC, 2009) en (Defensores 2017).

Bosque de Coníferas y Mixto:

Este Ecosistema y ecoregión (WWF) toma el nombre de Bosques de Pino-Roble o Pino- Encino2 (*Pinus* spp. – *Quercus* spp.) debido a que es la asociación vegetal predominante de la RBSM, ocupando el rango altitudinal de 600 a 2,300 metros sobre el nivel del mar (msnm). Algunas variantes en la estructura y composición vegetal en la Ecorregión ocurren cuando el bosque de pino-encino se mezcla con otras especies latifoliadas como las de género *Ostrya* sp., *Liquidambar styraciflua* y *Alnus* spp., entre otras. Los bosques montanos (adyacentes a ésta), se encuentran a mayores elevaciones y constituyen una Ecorregión diferente.

En un estudio en 1993 (CDC), se determinaron 3 comunidades vegetales, entre ellas se puede mencionar la comunidad de bosques de coníferas, conformada por tres estratos: dosel (30-35 m de altura), estrato subdominado (10-20 m) y sotobosque (5-10 m). Esta comunidad está caracterizada por especies arbóreas como *Pinus pseudostrobus*, *P. ayacahuite*, *Cupressus lusitánica*, *Abies guatemalensis*, *Taxus globosa*, *Quercus sapotaefolia*, *Q. acatenanguensis*, *Ilex anodonta*, *Drimys granadensis*, *Rhamnus capraeifolia*, *Styrax conterminus* y *Cornus disciflora*. El estrato arbustivo se caracteriza por presentar especies como *Miconia mexicana*, *Parathesis vulgata*, *Myrica cerífera* y *Cleyera theaecoides*. La vegetación herbácea y epífitas más representativa de esta comunidad es: *Fuchsia* sp., *Begonia* sp., *Viola* sp., *Solanum* sp., *Bomarea* sp., *Smilax* sp., *Passiflora* sp., *Rubus* sp., *Cavendishia* sp., *Pernettya* sp., *Peperomia* sp., y varias especies de orquídeas y bromelias.

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 (inundaciones, pérdida de infraestructura y erosión), ya que es en este ecosistema donde se presentan las intensidades de lluvia más altas (Rosito Monzón 2010). En este ecosistema, los suelos presentan poca capacidad de almacenamiento de agua y la lluvia alcanza valores

relativamente bajos (1400 mm en promedio anual). Lo que provoca gran aumento de los caudales en eventos de alta precipitación.

Estudios hidrológicos en los años de 2009 y 2010, evidencian 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 con 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 pueden ser críticos para evitar eventos de hambrunas (Rosito 2010) y desabastecimiento general del agua que conlleva pérdidas tanto económicas como humanas.

El bosque nuboso en especial, es fundamental para el abastecimiento hídrico en época seca (Rosito 2010). Con base en los datos de balances hídricos y delimitación de áreas de recarga hídrica se ha determinado que las diferentes proporciones de productividad hídrica específica de las cuencas son directamente proporcionales a la cantidad de bosque nuboso que se presenta en las partes altas de cuenca. Según Estrada 2017 los valores de precipitación demuestran una marcada variabilidad en los bosques nubosos, en valores absolutos entre 325 mm/a y 941 mm/a; con valores relativos entre 7.2% y 158% de la lluvia; para los climas o estaciones muy lluviosas los valores relativos son bastante bajos (entre 7.2% y 18% del equivalente de la lluvia).

Además, es importante señalar que en las estaciones secas los valores relativos de la precipitación horizontal son muy elevados y pueden hasta superar los de la lluvia; la precipitación horizontal a su vez depende de la superficie total de hojas, la distribución espacial de las hojas y las propiedades de sus superficies (Stadmtüller 1987). En el caso de los bosques nublados, especialmente en zonas tropicales, la deforestación puede causar una pérdida sustancial del agua en la cuenca (Zadroga 1981).

El proyecto sobre ecología invernal y abundancia relativa del Chipe Cachete Dorado (Cobar 2007) y (González 2008), permitió corroborar la importancia de conservar la asociación de especies vegetales como bosque mixto de pino-encino, por su valor económico y por su papel como hábitat de invierno de *Dendroica chrysoparia* y otras especies de aves migratorias y residentes asociadas.

Bosque Tropical:

Este ecosistema está conformado por vegetación de influencia neotropical marcada, se localiza entre los 1500 msnm y por debajo de los 300 msnm. Se ubica en la cuenca del río Polochic. Los bosques tropicales es otra de las comunidades vegetales identificadas en Sierra de las Minas, presenta tres estratos, siendo éstos, el estrato del dosel que tiene una altura de entre 25-35 m,

el estrato subdominado de 20-25 m y un sotobosque de 10-20 m. Esta comunidad vegetal se caracteriza por presentar especies arbóreas como: *Castilla elástica*, *Pouteria* sp., *Cedrela odorata*, *Croton glandulosa*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Pithecolobium vulcanorum*, *Genipa caruto*, *Dendropanax oliganthus*, *Prunus guatemalensis*, *Clethra suaveolens*, *Homalium racemosum*, *Inga micheliana*, *Lunania mexicana*, *Brunellia mexicana*, *Eugenia organoides* y *Ilex* sp. En el estrato arbustivo se puede encontrar *Chamaedorea* sp., *Mollinedia guatemalensis*, *Raupala* sp., *Dalbergia tucurensis*, *Asophila salvinii*, *Pleuranthodenron mexicana* y *Ocotea standleyi*. Entre la vegetación herbácea y epífita se encuentra *Begonia* sp, *Zebrina* sp., *Chamaedorea* sp., *Tillandsia* sp., helechos, musgos, cactus, y aráceas (CDC, 1993).

Se le considera como un importante centro de biodiversidad Algunas de las especies de árboles típicas del estrato superior son *Brosimum alicastrum* (Ramon), *Calophyllum brasiliense* (Santa María), *Cedrela odorata* (Cedro), *Clarisia racemosa* (Matapalo), *Manilkara chicle* (Chicle), *Sapindus saponaria* (Jaboncillo), *Tapirira mexicana* (Caobilla), *Orbignya cohune* (corozo), *Terminalia amazonia* (canxan).

Por debajo de 1300 msnm es común palmito mexicano (*Sabal mexicana*), mientras que bajo los 200 msnm, corozo (*Attalea cohune*) es la especie dominante. Conspicuamente presentes están cedro (*Cedrela odorata*) y guamúchil (*Pithecellobium vulcanicum*). Aves de comunidad son hocofaisán (*Crax rubra*), loro coriniblanco (*Pionus senilis*), tecolotito común o aurorita (*Glaucidium brasilianum*), colibrí colirrayado (*Eupherusa eximia*), trogon collarero (*Trogon collaris*), momoto cejiturquesa (*Eumomota superciliosa*), breñero cejudo (*Anabacerthia variegaticeps*), trepatroncos oliváceo (*Sittasomus griseicapillus*), trepatroncos piquicuña (*Glyphorhynchus spirurus*), trepatroncos manchado (*Xiphorhynchus erythropygius*), mirlo acuático americano (*Cinclus mexicanus*), saltapared selvático pechiblanco (*Henicorhina leucosticta*), saltapared cejirrufo (*Troglodytes rufociliatus*), zorzal gorjiblanco (*Turdus assimilis*), zorzalito coroninegro (*Catharus mexicanus*), tordo cantor (*Dives dives*), clorofonia coroniazul (*Chlorophonia occipitalis*) y zacatanero de Botteri (*Peucea botterii*), (PM-FDN, 2017).

Recurso Hídrico

La RBSM es catalogada como un área productora de agua debido a que de ella nacen más 85 ríos, de los cuales fluyen de forma permanente un total de 63 ríos, 31 del lado norte y 32 del lado sur, contribuyentes a los caudales de los ríos Polochic y Motagua, respectivamente, desembocando ambos al Golfo de Honduras y específicamente al arrecife mesoamericano ubicado en Belice, Honduras y Guatemala. Esta Reserva productora de agua, mantiene los procesos ecológicos en las subcuencas, además de proveer de agua a la población y mejorar la economía local y regional por medio de la producción de energía, turismo, y el riego para la agroindustria de la región (Planes Maestros, FDN).

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa productora de agua, la principal en la región nororiente de Guatemala, 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 84 ríos o riachuelos, los cuales, 52 fluyen al norte, 1 al oeste y 32 al sur, y se agrupan en 3 macrocuencas hidrográficas. En conjunto representan una importante fuente de agua para uso doméstico a más de 400,000 habitantes, para uso industrial, agrícola e hidroeléctrico entre otros (Nuñez, 2010, Estrada 2017.)

La investigación sistemática y formal en recursos hídricos en la RBSM se inició desde el año 1994 con la realización del estudio “A Valuation Analysis of the Role of Cloud Forest in Watershed Protection” (Brown y de la Roca 1994). A partir de dicho estudio la importancia sobre la investigación y el monitoreo fue y es prioritaria para Defensores de la Naturaleza, basados en que la sociedad actúa bastante más en función de su acceso al agua y no necesariamente en función de conservación de la Biodiversidad (FDN 2015).

De acuerdo con el estudio del Análisis del Valor del Bosque Nuboso en la Protección de Cuencas en la Sierra de las Minas (Brown et al., 1996), se determinó que en las cuencas del río Jones y río Hato, más del 80% del agua es utilizado en irrigación en la estación seca. En esas mismas cuencas, los pastos con régimen de riego reportan una productividad de hasta 28 veces más en comparación con los pastos no regados. Con relación a la agricultura, la productividad se incrementa en por lo menos 6 veces. A manera de ejemplo sobre la importancia del agua para riego en la cuenca del río Jones, existen 54 tomas de agua que derivan del río y que se utilizan en unidades de riego como la de Jumuzna.

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 domiciliar. El agua de las Sierra de las Minas tiene un gran valor económico, principalmente en el Valle del Motagua, en donde existen 64 agroindustrias que la utilizan.

Para la región se realizó una priorización de las zonas de recarga hídrica (según INAB son áreas que, además, representan mucha importancia por la cantidad de agua que entra al sistema y por la cantidad y calidad de agua que se infiltra y/o escurre para recargar drenajes superficiales y subterráneos), lo cual implica una compensación de los valores de recarga con los valores de extensión con las densidades forestales. Esto resulta en seis categorías. Para la Sierra de las Minas, estas zonas son por lo general las laderas y partes más escarpadas de la cordillera las que representan las mayores áreas de recarga (Mapa 11). La mayor parte de la zona núcleo de la reserva presenta valores intermedios, y en pequeñas zonas específicas se identifican las más altas prioridades. Los picos más altos de la vertiente sur son de especial importancia por su importantísimo valor para la recarga de las zonas secas y altamente pobladas tierras abajo más al sur. Otra región muy importante es al noroeste, la cual ha sido identificada también como una importante zona de conectividad forestal (Estrada, 2017).

En el año 2015, para determinar la calidad de agua en la Sierra de las Minas, se llevó a cabo una evaluación de macroinvertebrados presentes en las 14 subcuencas más importantes del lado norte y sur de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, durante la época seca y lluviosa de este año. Los ríos estudiados fueron San Jerónimo, Ribacó, Samilhá, Tinajas, Pueblo Viejo y Zarco en la parte norte de la Sierra. Por otro lado, los ríos Lato, Comaja, Teculután, Pasabien, Hondo, Jones, Achiotes y Lobo corresponden a la parte sur de la Sierra. El estudio de línea base en al menos 14 ríos de importancia en la Sierra de las Minas se identificó un total 4,763 individuos en las muestras correspondientes de las 30 estaciones correspondientes a 55 familias y 21 órdenes en 4 phyla diferentes (FDN 2015). Dichas familias indican que la mayoría de los ríos de la región se encuentran en muy buenas condiciones ecológicas mostrando una alta diversidad y una buena integridad ecológica.

1.4 Descripción, historial y otros aspectos relevantes de las Especies relacionadas:

Las aves en Sierra de las Minas están quizá mejor documentadas que cualquier otro grupo de animales. Al menos 490 especies han sido reportadas en la región (Cardona, 1995; Cobar, 2007; FDN, 2003, 2005 y 2010; Valle, 1997 y 2000; Villar-Anleu, 1992 y 1993) y pueden adicionarse hasta 162 especies más que presentan distribución potencial en la región, lo que representaría 88.6% de las especies conocidas para Guatemala. Se observó que las tierras bajas húmedas del Caribe presentan la mayor diversidad, seguidas de la porción de montaña, y en las tierras bajas de bosques secos en el sur. Destacan de la lista de aves de la selva tropical los últimos registros conocidos de águila arpía (*Harpia harpya*) para el país y otras grandes águilas tropicales: el águila solitaria (*Harpohaliaetus solitarius*), el águila crestada (*Spizaetus ornatus*) y el águila blanquinegra (*Spizaetus melanoleucus*) (Villar-Anleu, 1993).

También destacan los registros del raro motmot pico de quilla (*Electron carinatum*) y la presencia de pato real (*Cairina moschata*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) (Cardona, 1995). En las zonas más altas de montaña se encuentran poblaciones de quetzal (*Pharomachrus mocinno*) (Paiz, 1996), de pava (*Penelopina nigra*), y de pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) (Rivas y Cobar, 2008). En comparación con otros sitios en el sur de México (Selva Zoque, 387 especies.) (Arriaga et al., 2000) y de Centroamérica (Sierra de Talamanca, 263 especies) (Mora, 2006), la Sierra de las Minas presentan una avifauna muy rica a lo largo de todo el rango desde de las tierras bajas a las altas. Las especies de importancia para la conservación se distribuyen de manera desigual entre los hábitats y las regiones, siendo más endémicas en las montañas, más diversa en las zonas bajas tropicales), la región contiene faunas de ambas calidades, lo que la hace muy relevante desde el punto de vista de prioridad de conservación de aves.

Quetzal (*Pharomacrus mocinno*)

El Quetzal resplandeciente es una especie de ave de la familia de los trogones. Su área de distribución geográfica incluye América Central y el sur de México, donde habita los bosques nubosos no perturbados. Anida en los bosques nubosos de Oaxaca y Chiapas, en México; así como en los de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Se trata de un ave con un marcado dimorfismo sexual en la adultez. Los machos se distinguen por sus cuatro plumas cobertoras supracaudales de un esmeralda iridiscente. En los ejemplares de Oaxaca y Nicaragua pueden alcanzar un metro, aunque en los de Costa Rica y Panamá sólo llegan a tener de 45 a 60 centímetros.

En contraste, la hembra adulta es menos llamativa y carece de la coloración ventral rojo-verde, de una cauda atractiva o de la cresta y el pico amarillo del género masculino. Ellas también tienen iridiscencia en todo el cuerpo, pero su cabeza es más opaca, la boca negra y la cola blanca y con barras horizontales.

En 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 (Paiz 1996). Esta especie se encuentra listada en el Apéndice I de CITES, y tiene un gran valor como atracción ecoturística. Están considerados Casi Amenazados (NT) por la UICN y en categoría 2 de CONAP (CONAP 2009).

La distribución geográfica restringida de esta especie, la hace vulnerable por las siguientes amenazas: destrucción y fragmentación de los hábitats naturales, así como la sobreexplotación de las especies (IUCN, 2008). En muchas ocasiones el problema más grave se da con la destrucción de las áreas en donde los quetzales se desplazan fuera de la temporada de cría, ya que estos valles y montañas relativamente bajas son lugares más accesibles para los asentamientos humanos, los cultivos y las vías de acceso (Paiz, 1996).

El Quetzal es una especie importante ecológicamente pues es un dispersor de semillas, principalmente de las plantas de la Familia Lauraceae, una de las familias de plantas dominantes en los bosques nubosos. También es importante para la sociedad guatemalteca como símbolo de libertad y soberanía; siendo el símbolo nacional con el que la mayoría de los guatemaltecos se identifica (Paiz, 1996). Además, tiene mucha importancia económica pues es uno de los mayores atractivos turísticos como ave endémica de la región.

Los datos generados por FDN e investigadores individuales ha permitido conocer la distribución del quetzal y lo importantes que son para el reconocimiento de sus requerimientos específicos que permitan el mantenimiento de su hábitat. En este sentido, se cuenta con la información generada en un estudio de densidad y abundancia de esta especie en la localidad de Albores dentro de la Sierra de las Minas, lo que permite tener una aproximación del estado poblacional de la especie.

Pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*)

El pavo de cacho es una especie de la familia Cracidae, cuya distribución se restringe al bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre de Chiapas en México, tierras altas del oeste y centro de Guatemala y Sierra de las Minas al este de Guatemala. Es una especie clasificada en peligro de extinción y considerada de alta prioridad de conservación (Brooks y Strahl 2000, citados por González-García 2012), está restringido al bosque mesófilo de montaña, aunque se sospecha que pueda experimentar movimientos altitudinales (Gómez de Silva et al. 1999, Rivas y Cobar 2008, citados por González-García 2012).

En Guatemala ha sido reportado en al menos 39 localidades y su área de distribución se ha estimado en 1139. Km² (Rivas y Cobar 2007, citados por González-García 2012). Se tienen registros recientes para Fuentes Georginas, Quetzaltenango; cerro Cruz Maltin, Huehuetenango; Chuamazán, Totonicapán, volcán Atitlán, volcán Toliman, volcán San Pedro, Sierra de las Minas; San Marcos y Sibinal en San Marcos; Chiantla y Santa Eulalia (cerro Yaxcalante) en el departamento de Huehuetenango (Brooks y Gee 2006, Cobar 2006, Eisermann et al. 2000, Cotí 2010, Méndez 2010, BirdLife International 2012 citados por González-García, 2012).

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 (Quiñones 2011). Están considerados en Peligro (EN) por la UICN y en categoría 2 de CONAP (CONAP 2009).

Chipe cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*)

Es un ave migratoria neotropical que pertenece a la Familia Parulidae, Orden Paseriformes, de distribución restringida y globalmente amenazada (Internet UICN, 2007). La especie se reproduce en un área pequeña localizada en la Planicie Edwards del Centro de Texas y migra durante el invierno hacia el Neotrópico (desde Chiapas hasta el Norte-Centro de Nicaragua) (Pulich, 1976; Howell & Webb, 1995; Rappole et al., 1999).

El periodo de migración de *D. chrysoparia* hacia el Neotrópico comprende entre 7 a 8 meses del año. Ocupan preferentemente bosques mixtos de pino-encino entre 1100 – 2400 msnm, siendo más común entre los 1200 – 1700 msnm. Prefiere alimentarse en la capa exterior media y alta de encinos, comparado con pinos y robles. Entre las especies de encino comúnmente utilizadas incluye: *Quercus sapotaefolia*, *Q. tristis*, *Q. elongata*, *Q. elliptica* y *Q. cortesii* entre otros (Rappole et al., 1999).

Forrajea especialmente con la técnica de caminando y buscando (gleaning, sallyhovering) (Vidal et al., 1994; Thompson, 1995; Rappole et al., 1999;). Es un insectívoro generalista (Pulich, 1976; Wharton et al., 1996) y de acuerdo con Rappole et al. (1999) existe poca segregación del hábitat por sexo. La especie por lo general permanece en bandadas de forrajeo mixtas (85.35%, N=157) con especies como: *Contopus pertinax*, *Mniotilta varia*, *Myioborus pictus*, *M. miniatus*, *Dendroica virens*, *D. occidentalis*, *D. townsendi*, *Melanerpes formicivorus*, *Vermivora superciliosa*, *Wilsonia pusilla*, *Mitrephanes phaeocercus* y *Lepidocolaptes auratus*, entre otras (Rappole et al., 1999).

El proyecto sobre ecología invernal y abundancia relativa del Chipe Cachete Dorado (Cóbar, 2007 y González, 2008), permitió corroborar la importancia de conservar la asociación de especies vegetales como bosque mixto de pino-encino, por su valor económico y por su papel como hábitat de invierno de *Dendroica chrysoparia* y otras especies de aves migratorias y residentes asociadas.

3. Amenazas y otros indicadores identificados para los Ecosistemas

Las amenazas han sido identificadas en las investigaciones, analizadas por el equipo del Proyecto USAID-Chemonics, coordinando con en la identificación y priorización de las amenazas e indicadores por cuencas prioritarias y objetos de conservación (ecosistemas) y especies relacionadas. Las principales amenazas identificadas se encuentran las siguientes:

- Avance de la frontera agrícola
- Invasiones
- Cacería
- Contaminación por desechos líquidos y sólidos
- Deforestación
- Uso inadecuado y desordenado del recurso hídrico
- Incendios forestales
- Extracción ilegal de recursos no maderables
- Actividades mineras
- Malas prácticas agrícolas
- Actividades agroindustriales
- Asolvamiento
- Pastoreo extensivo
- Poca o nula valoración del recurso hídrico
- Deslizamientos
- Plagas forestales y parasitismo

En la Tabla 6 se presenta la calificación de amenazas y objetos de conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas para la priorización de acciones en el nuevo Plan Maestro de la RBSM (V) y en el Anexo 2 se presente el modelo situacional de la RBSM.

Tanto en la RBSM como en la región, las principales amenazas son el avance de la agricultura y ganadería, establecimiento de cultivos de palma africana y caña de azúcar en su área de influencia (Salazar, 2010). Otra de las principales amenazas es la deforestación, la tasa de perdida de bosque dentro de las áreas protegidas en el periodo de 1995 a 2004, es de 7.7% y 3% respectivamente según Fuentes y colaboradores (2004), lo cual se traduce en el caso de Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic como una tasa de -20.76 hectáreas al año, la tasa de cambio aplica del año de referencia 1996 en adelante (2004).

Tabla 6. Calificación de amenazas y objetos de conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, de acuerdo con el Plan Maestro RBSM 2017.

	Amenaza \ Objeto de Conservación	Recurso hídrico	Bosque de coníferas y mixto	Bosque nuboso	Bosque tropical cálido	Resumen de Calificación de la Amenaza
1	Cacería		Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
2	Incendios forestales	Medio	Alto	Bajo	Medio	Medio
3	Avance de la frontera agrícola		Alto	Medio	Alto	Alto
4	Asentamientos humanos ilegales		Medio	Bajo	Alto	Medio
5	Extracción de recursos no maderables			Medio		Bajo
6	Tala ilícita	Medio	Medio	Bajo	Alto	Medio
7	Uso inadecuado y desordenado del recurso hídrico	Medio	Bajo			Bajo
8	Contaminación por desechos sólidos y líquidos	Medio				Bajo
9	Actividades mineras		Alto	Bajo		Medio
10	Azolamiento	Bajo			Bajo	Bajo
11	Deslizamientos		Bajo		Bajo	Bajo
12	Plagas y enfermedades		Medio			Bajo
13	Pastoreo extensivo		Bajo			Bajo
	Resumen de Calificación del Objeto:	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto

En el RVSBP el cambio de cobertura forestal, según estudio realizado por Ortiz (2008) en el área protegida desde al año 1985 al 2015 es de -24.22 hectáreas por año, este cambio se da no solo en el área de influencia sino también dentro de la zona núcleo, esto es preocupante ya que dentro del área núcleo del refugio la tasa de cambio debería ser cero y en el mejor de los casos aumentar anualmente. Las talas ilegales son recurrentes para ciertas especies arbóreas como: santa maría (*Calophyllum brasiliense*), cuje (*Inga fissionalix*) y caulote (*Guazuma ulmifolia*), reduciendo en promedio 0.5 ha de cada especie cada dos años (Pérez, 2006). Además, una de las principales amenazas detectadas en el RVSBP es la presencia de una planta acuática invasora *Hydrilla verticillata* que además de invadir el área protegida también ha invadido otras partes

del Lago de Izabal y Río Dulce, al igual que la desembocadura del Río Oscuro, no hay un registro histórico del monitoreo de esta especie y no se ha determinado su forma de manejo en el área (Pérez, 2006).

Por otra parte, en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, el **aprovechamiento forestal ilícito** para la extracción de madera y leña es una de las amenazas de gran importancia. Las especies forestales más amenazadas son: *Pinus rudis*, *P. tecunumanii*, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus*. El manejo adecuado de las especies forestales en la zona es una gran oportunidad para el desarrollo local, pero requiere de un mejoramiento profundo. Las especies amenazadas dentro de la RBSM según Tot (2015) son: *Magnolia guatemalensis*, *Abies guatemalensis*, *Acer skutchii*, *Juniperus comitana*, *Agave seemanniana*, *Quercus skinneri*, *Q. polymorpha*, *Diphysa floribunda* y *Taxus globosa*. Un grupo florístico que se encuentra amenazada en ambas áreas es el de plantas epífitas por extracción ilícita (Dix & Dix, 2006).

Los incendios forestales constituyen una de las amenazas más serias que afecta la cobertura boscosa, ya que son capaces de situar en peligro la existencia de la biodiversidad, así como la estabilidad del suelo que puede quedar condenado a su desaparición por el fenómeno erosivo subsiguiente, pérdida de infraestructura y destrucción de actividades productivas.

Por otra parte, los incendios forestales son un factor limitante para los procesos de regeneración y/o restauración, los cuales se presentan recurrentemente en la temporada seca en la Sierra de las Minas, Los principales ecosistemas afectados son los bosques de pino-encino, los cuales requieren de los incendios de forma natural para la regeneración y el mantenimiento de un bosque saludable, sin embargo, existe la necesidad de conocer más sobre la ecología del fuego en estos bosques y el efecto de los incendios forestales sobre los mismos (Estrada, 2017). 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.*) (Caxan 2009). Naziri et al. (2013) reporta que las fincas en el área de Purulhá extraen un promedio de cerca de un metro cúbico de madera y leña del bosque por año (rango 0 a 5.1 m³/Ha).

De acuerdo con el análisis de paisaje del Corredor del Bosque Nuboso (CBN), la cobertura actual del suelo está ocupada por actividades agropecuarias por más de un 60% y tan solo un 25% corresponde a bosques naturales (Barrios 2015). Algunos de los factores que agravan la conservación de los recursos naturales en el CBN son la falta de tecnificación, la tenencia y concentración de los recursos, el tamaño de las fincas que únicamente cubre la alimentación familiar, el incremento en los índices inflacionarios y la falta de capacitación y organización de los campesinos en el CBN (Tatuan Lemus, 2010).

El aprovechamiento forestal ilícito para la extracción de madera y leña es una de las amenazas más importantes para la conservación de Sierra de las Minas. Las especies forestales más amenazadas son: *Pinus oocarpa*, *P. miximinoii*, *P. rudis*, *P. tecunumanii*, *P. ayacahuite* y *P.*

pseudostrobus. El manejo adecuado de la forestaría en la zona es una gran oportunidad para el desarrollo local, pero requiere de un mejoramiento profundo. Aunque la cobertura forestal en la RBSM se ha mantenido en términos generales, la FDN manifiesta que en el área núcleo se ha mantenido en un 98% en 25 años (FDN, 2015b), 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. La industria maderera en la zona aún carece de las medidas de manejo integrado, controlado y sostenible que se pueden observar en otras regiones (como en las concesiones forestales en la Reserva de la Biosfera Maya), dando un aprovechamiento meramente extractivo. En este contexto los incentivos forestales pueden tener un impacto positivo en la dinámica forestal, pero estos aún deben de ser evaluados (Estrada, 2017).

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 generalmente pocos ingresos económicos a partir de la caza (Jolón 1997). Las personas 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).

4. Monitoreo de los Objetos de conservación

4.1 Monitoreo hasta 2017:

Elementos que se destacan del Monitoreo en la RBSM (Mayen 2018) y (C. Estrada 2017):

- A partir del 2015, FDN propone un esquema de monitoreo a mediano plazo de la biodiversidad de Sierra de las Minas y su área de influencia. Dicho esquema persigue evaluar de manera objetiva varios de los indicadores seleccionados por la Fundación Defensores de la Naturaleza, es decir, presentar una herramienta de evaluación del manejo de la Reserva de Biosfera y cualquier y sus efectos sobre la diversidad.
- El objetivo de este esquema de monitoreo es que los elementos de conservación los cuales con sus debidos elementos integradores permitan generar la información necesaria para comprender a detalle los procesos ecológicos y sociales del área y con ello generar una serie de estrategias que le permitan contribuir al manejo, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales que se albergan dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas.
- La experiencia actual ha logrado alcanzar que muchas de las estrategias y actividades realizadas se han centrado en la generación de las líneas de base de cada uno de los elementos seleccionados, así como en la implementación preliminar de las acciones pertinentes que

contribuyan a la disminución y mitigación de las presiones y amenazas vinculadas a dichos elementos.

- De manera general, la propuesta de monitoreo 2015-2017 apunta a generar información sobre una base de indicadores cuantitativos (cobertura forestal, abundancias poblacionales, demografía, reforestación y restauración, composición de especies) e indicadores de calidad (calidad del agua). Sin embargo, el análisis temporal y espacial del esquema de monitoreo actual también presenta carencias y vacíos que deben solventarse. Los principales puntos débiles del esquema de monitoreo actual recaen en a) la cobertura geográfica, ya que no todas las áreas están siendo cubiertas o muestreadas de forma sistemática. b) La periodicidad, los muestreos no están repartidos temporalmente con un esquema que realmente evidencie los cambios en el ecosistema.

El monitoreo establecido desde el 2015 por parte de FDN (Chaluleu 2017), ha sido más sistemático y diversificado, incluyendo ocho objetos de medición que pueden evidenciar el estado y la evolución de la salud de los ecosistemas en la Sierra de las Minas. Estos elementos son (ver mapas en Anexo 3):

i) Monitoreo de *Tillandsia xerographica* en la Región Semiárida: establecido como parte del Programa de Monitoreo del Sistema Polochic-Motagua (Defensores 2003) en el cual se contemplaron aquellos componentes clave que deberían ser evaluados. La evaluación de esta especie dio inicio en el año 2005, sin embargo, se propuso una revisión parcial y la metodología fue rediseñada. Los resultados encontrados indican una fuerte presión sobre este recurso; también se amplió el monitoreo a tres veces por año, una a medio año (julio), otra antes de las fiestas de fin de año (noviembre) que es cuando aumenta la exportación de estas plantas y otra en marzo para ver el impacto de la época alta, de esta manera se pueden también determinar las épocas de mayor extracción (Programa de Monitoreo de Bromelias en la Región Semiárida del Valle del Motagua, 2007). La metodología aplicada comprende tres transectos de 1 km. de largo por 2 metros de ancho ubicados en las siguientes localidades: Parque del Castillo, Panajuyá y Pasabien.

ii) Incendios Forestales: Los incendios forestales en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y su área de influencia son fenómenos básicamente de origen antrópico, los cuales ocurren con una frecuencia promedio anual de 70 a 100 sucesos al año, afectando cerca de 1,500 a 2,500 hectáreas anuales de bosque y por lo tanto causan grandes daños a los recursos naturales, poniendo en riesgo los recursos ubicados en las partes altas o zonas de recarga hídrica, lo que repercute en la calidad y cantidad del agua ofertada para los habitantes de los diferentes municipios ubicados en Sierra de las Minas. FDN ha realizado el monitoreo de puntos de calor por medio del SIG a través de uso de satélites y monitoreos a través de recorridos de campo por aquellas áreas consideradas de alto riesgo. Esta actividad se ha realizado en conjunto con las brigadas, guardarecursos y personal técnico del SIPECIF, CONAP y FDN. El monitoreo actual, ha consistido básicamente en identificar las zonas más afectadas por este fenómeno.

iii) Plagas forestales de muérdago, gorgojo y barrenador de encino: Las plagas forestales en la Sierra de las Minas han sido un fenómeno recurrente, el cual se ha registrado desde hace cerca de dos décadas. Para los años 1998-1999, se registraron brotes considerables de plagas forestales del gorgojo del pino, en los sectores de Gualán, Río Hondo, Usumatlán, San Agustín Acasaguastlán, la coordinación interinstitucional CONAP-FDN-Municipalidades con apoyo de propietarios privados, permitió el tratamiento emergente para el control de la plaga; CONAP facultó a partir de entonces a Defensores de la Naturaleza para realizar la función operativa del manejo de la plaga del gorgojo. El diagnóstico se realizó en 2001 y se efectuó en la zona sur de la RBSM con cobertura de especies coníferas. Visitas de campo a áreas reportadas con incidencia de plagas forestales, para la evaluación de daños a los ecosistemas forestales. En la actualidad, surgen nuevos brotes de la plaga del gorgojo en el lado Norte de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas ya que existe irregularidad de las condiciones climáticas y la composición basados en la estructura de los bosques y plantaciones forestales, están favoreciendo las condiciones para que aparezcan nuevos brotes de la de plaga de Gorgojo de Pino en los bosques de coníferas dentro de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. El comportamiento de la plaga ha variado con relación a años anteriores, donde las plagas de gorgojo del pino están surgiendo en el segundo semestre del año 2016, circunstancia no registrada en años anteriores. El manejo de las plagas forestales en la Sierra de las Minas se ha enfocado en dos líneas de acción, de acuerdo con las características de estas: a) Manejo de Plagas de gorgojo del pino y barrenador del Encino y b) Manejo de las Plagas Vegetales.

iv) Pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) y Quetzal (*Pharomachrus mocinno*):

El Pavo de cacho tiene como hábitat es el bosque nuboso latifoliado y mixto, entre los 1600 a 3350 msnm. A la fecha, se le considera en peligro crítico de extinción considerando que la población a nivel mundial se encuentra notablemente disminuida. El quetzal es una especie exclusiva de Mesoamérica, que habita en los bosques de niebla del sureste de México hasta el noreste de Panamá. Sin embargo, la distribución geográfica restringida de esta especie, la hace vulnerable por las siguientes amenazas: destrucción y fragmentación de los hábitats naturales, así como la sobreexplotación de las especies. El monitoreo permite comprender la distribución del pavo de cacho y el quetzal son importantes para el reconocimiento de sus requerimientos específicos que permitan el mantenimiento de su hábitat. Se cuenta con la información generada en un estudio de densidad y abundancia de cada especie en la localidad de Albores dentro de la Sierra de las Minas, lo que permite tener una aproximación del estado poblacional de las especies. Las unidades de muestreo se establecieron en 3 sitios (Los Albores, Cerro Los Monos y Vega Larga, Chilascó), en donde se establecieron dos transectos por sitio. El análisis de los datos indica que los tres sitios evaluados presentan una población bien conservada de quetzales de acuerdo con el número de individuos observados, y presencia de pavos de cacho, pero en abundancias muy reducidas.

v) Chipe cachete-dorado (*Setophaga chrysoparia*): El chipe cachete dorado es un ave migratoria neotropical. Desde los años 70 se ha estudiado la especie en el neotrópico y su estatus de conservación ha despertado el interés de su estudio por varias instituciones en México, Guatemala y El Salvador desde finales de los 90. Esto aunado al deterioro y deforestación que han sufrido los

bosques de pino-encino de Mesoamérica en las últimas décadas, hábitat invernal de la especie, por lo que surge una iniciativa regional de conservación. El monitoreo de la especie abarca varias localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, incluyendo áreas boscosas de las zonas de amortiguamiento y uso sostenido. Durante dichos monitoreos la metodología consiste en observaciones, con el objetivo de Identificar el uso de hábitat y densidad poblacional en época de invernación, junto con los registros de Chipe también se registra la diversidad de especies acompañantes en las denominadas parvadas mixtas. Entre 2015 y 2016 se ha visto una disminución de cerca de 50% en los registros de chipe cachete dorado. Sin embargo, esta disminución no puede considerársele aun como un patrón o solamente parte de la variación natural.

vi) Calidad del Agua: La calidad del agua es un excelente elemento para el monitoreo, ya que a la salida de las subcuencas la calidad del agua puede indicar inmediatamente el estado de los recursos naturales y el impacto de las actividades humanas sobre las mismas. FDN ha mantenido ha mantenido un monitoreo del comportamiento del flujo hídrico de lado Sur de la Reserva y sus variaciones registradas desde el año 2010 al 2017. El monitoreo se ha realizado en cuencas priorizadas, siendo estas las subcuentas de los ríos:

- Sub-cuenca río Comaja
- Sub-cuenca río Hato
- Sub-cuenca río Teculután
- Sub-cuenca río Pasabien
- Sub-cuenca río Hondo
- Sub-cuenca río Los Achiotes

Los parámetros evaluados fueron los Parámetros físicos (temperatura, conductividad y sólidos disueltos totales (TDS); además de los parámetros químicos (pH, oxígeno disuelto, nutrientes, nitratos y amonio, y caudales. Por medio de estos parámetros, se ha podido determinar el grado de contaminación y actividad antropogénica dentro de la RBSM. En términos generales los monitoreos han mostrado que todos los parámetros se mantienen estables y dentro de los rangos permisibles para cuerpos de agua dulce, por lo que es válido decir que los sistemas hídricos en la RBSM se encuentran en buenas condiciones. Existen algunas variaciones temporales o en sitios muy específicos.

vii. Monitoreo con bioindicadores (macroinvertebrados acuáticos): Una forma complementaria para evaluar la calidad de los sistemas hídricos en niveles ecológicos y no solo en temporalidades puntuales (parámetros fisicoquímicos), debido a que los macroinvertebrados poseen ciclos de vida largos, son capaces de integrar los efectos de la contaminación en el tiempo.

El establecimiento del primer monitoreo de calidad de agua realizado por FDN por medio de macroinvertebrados acuáticos en la época seca se realizó el año 2015 (Mapa 18). En dicho monitoreo se calculó la riqueza y los índices %EPT (porcentaje de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, EPT/C (Cantidad de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera respecto Chironomidae), IBF (Índice Biótico de Familia), y BMWP (Biological Monitoring Working Party). La

línea base de valores IBF muestran que la mayoría de los ríos muestreados se encuentran en condición excelente o muy buenas, mientras que con BMWP la mayoría se encuentra en buenas a muy buenas condiciones.

viii) Fototrampeo de vertebrados: Las cámaras trampa son usadas globalmente para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad. La FDN inicio los monitoreos de fauna con fototrampeo en la zona sur de la Reserva en 2015 (Mapa 19 y 20), a través de estos muestreos se han reportado más de 27 especies de animales, incluidos varias especies difíciles de observar con otras metodologías como, tigrillo (*Leopardus pardalis*), puma (*Puma con color*), pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) o tapir (*Tapirus biardii*). Hasta el momento solo se ha analizado la presencia de las especies, pero se espera eventualmente poder analizar las abundancias relativas y sus cambios.

Los resultados para el año 2015, de 10 cámaras trampa entre junio a julio en diferentes puntos de la RBSM, arrojaron un total de 14 especies correspondientes a 7 familias, registrando por primera vez al jaguar (*Panthera onca*). Esto sirvió como un antecedente para seguir recolectando datos durante dos años siguientes (2016-2017) como parte del Programa de Monitoreo Biológico en la Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas. A partir de este muestreo, se realizó el monitoreo de fototrampeo por dos años (2016-2017) en varios sitios de la RBSM tratando de cubrir la mayor cantidad de área y generar la mayor cantidad de datos.

Ya establecido e implementado el Fototrampeo dentro del área y entre el 2016 (julio-agosto y octubre-diciembre) y 2017 (junio-julio) en Albores, Chilascó, San Lorenzo Mármol y Polochic), se colocaron 18 a 20 cámaras trampa en distintas áreas (Chilascó, Albores, Cerro Los Monos y Polochic) para obtener datos de riqueza y abundancia de especies y evaluar el comportamiento de las poblaciones, así como relacionar factores de perturbación por actividades humanas o de manejo para conservación, obteniéndose resultados que pueden resaltar la importancia de continuar con la conservación y preservación del área. Durante el período total de muestreo, se realizaron 1413 detecciones, de las cuales se registraron 49 especies, siendo 30 de aves (7 órdenes con 17 familias) y 19 de mamíferos (7 órdenes con 11 familias), con un esfuerzo total de 1984 días/trampa. Las fotos obtenidas de cada estación de muestreo permitieron analizar la relación entre las especies encontradas; se registraron cinco especies de felinos y aves silvestres. El 92 % del total de especies registradas se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con las normas internacionales.

El dato de las 49 especies de aves y mamíferos grandes y medianos registrado en las localidades de estudio es muy importante, debido a que constituyen un primer listado de las especies de mamíferos grandes y medianos presentes en las localidades donde no se había hecho estudios enfocados en este grupo. Además, se registraron especies con diferentes grados amenaza, lo que justifica en parte, la importancia de la conservación de estas áreas y la necesidad de profundizar en el estudio de este grupo.

Existen diferencias entre las localidades estudiadas, en cuanto a riqueza y composición de especies. La composición de especies de las localidades fue diferente, teniendo que el porcentaje de especies compartidas entre los dos sitios de muestreo es medio, esto determinado por las diferencias de latitud y altitud que presentaron las localidades.

Los mamíferos grandes y medianos registrados en las localidades estudiada incluyen especies con gran diversidad de gremios alimenticios y formas de locomoción. Es importante resaltar el rol de los carnívoros en estos ecosistemas, ya que corresponden a más del 53% de la riqueza de especies registrada para las localidades, siendo Felidae la familia con mayor número de especies de este gremio.

El detalle de los resultados de a) diversidad de especies, b) abundancia relativa y uso de hábitat y c) patrones de actividad por sitio de muestreo entre el 2016 y 2017, se presentan en el Monitoreo de Diversidad Biológica: Verificador Fototrampeo 2016-2017 RBSM (Chaluleu - FDN, 2017).

4.2 Monitoreo a partir de 2018:

Según Estrada (2017), FDN en los años de gestión de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, ha reconocido que el monitoreo biológico se constituye como un elemento básico para la generación de información científica válida permitiendo la medición en parámetros biológicos y ecosistémicos como la protección de poblaciones y especies, el uso sostenible de recursos, la pérdida o ganancia de cobertura vegetal, entre otros. Lo anterior ha sido hasta el 2017 a través del esquema basado en los ocho elementos presentados anteriormente y sus indicadores cuantitativos (cobertura forestal, abundancias poblacionales, demografía, reforestación y restauración, composición de especies) e indicadores cuantitativos y de calidad (calidad del agua).

El monitoreo biológico planteado por FDN a partir del año 2018, pretende evaluar las tendencias de la diversidad biológica a través del tiempo desde una estructura lógica sencilla y requiere de una reestructuración, especialmente de una selección más cuidadosa de los indicadores y su esquema de monitoreo, para asegurar tanto la pertinencia espacial como temporal de la información recabada y se puedan desarrollar efectivamente las estrategias de manejo y actividades específicas de trabajo en el área protegida.

La propuesta de monitoreo biológico de FDN, es de tipo deductivo, basado en la evaluación de tendencias de la diversidad biológica a mediano plazo (mínimo 10 años) y busca la asociación de estos eventos de la biodiversidad (tendencias) con los efectos de las amenazas (negativas), del manejo adaptativo y los esfuerzos de conservación (positivos) ejecutados por parte de la entidad administradora de las áreas que comprenden Sierra de las Minas y su área de influencia. Los grupos indicadores deben presentar las siguientes cualidades:

- Fáciles y baratos de coleccionar.
- Sensibles a un intervalo amplio de perturbaciones.
- Especificidad de hábitat.

- Capaz de proveer mediciones continuas sobre un amplio rango de estrés
- Relativamente independiente del tamaño de la muestra.
- Capaz de diferenciar entre sus ciclos naturales y las tendencias inducidas por actividades antropogénicas.

Los criterios para selección de indicadores biológicos se basan especialmente en el trabajo previo que FDN ha realizado en la zona, el cual tiene como antecedentes principales dos propuestas y ejercicios previos de muestreos para el monitoreo, primero el Plan de Monitoreo Biológico Sistema Motagua-Polochic (FDN 2003) y más recientemente el monitoreo de la diversidad biológica de 2015-2017 (FDN 2015, 2016). Es especialmente relevante hacer notar que este monitoreo se basa en experiencia empírica y no únicamente en conceptualizaciones científicas. La razón de lo anterior radica en que para efectos de este tipo de monitoreo lo que más importa es el comportamiento o tendencias de estas poblaciones a mediano y largo plazo y no a un diseño experimental, es decir, se trata de una investigación a largo plazo del tipo deductivo en el que se supone que los cambios en diversidad están relacionados con el hábitat con el que interactúan (Ecotono, 1996).

De esta manera Estrada (2017) propone el siguiente esquema básico de monitoreo utilizando los mismos ocho elementos previamente seleccionados, validado por el equipo y consultores externos del Proyecto de Biodiversidad USAID-Chemonics.

i. Monitoreo de *Tillandsia xerographica* en la Región Semiárida

Esta especie nos puede indicar el impacto de la extracción de un recurso no forestal en la parte semiárida de la región, además puede indicarla eficacia de las estrategias de concientización del uso sustentable de especies no forestales. La información que provee es en periodos anuales por lo que las acciones correctivas para mantener o mejorar este recurso se debieran incluir en los planes operativos anuales de la reserva. Para este monitoreo Estrada (2017) recomienda medir el siguiente parámetro:

- Densidad de individuos por área (indicador) y la proporción de tallas (indicador) en un área determinada.
- Ampliación de áreas de muestreo (basados en las áreas prioritarias del Proyecto), para tener un dato más amplio de la distribución y conservación de la especie, las áreas de muestreo debieran como mínimo abarcar cada municipio donde se distribuye la especie en la región.
- Tres muestreos anuales por sitio, uno en época seca, uno en época lluviosa y uno en las últimas dos semanas de diciembre.

Con este esquema se puede conocer los patrones naturales de abundancia y reproducción de la especie, y el efecto de la extracción humana.

ii. Incendios Forestales

Este elemento indica el impacto de los incendios forestales sobre los ecosistemas de la región (RBSM y áreas de influencia), este elemento proporciona indicadores difusos (indirectos) de los efectos negativos de las actividades humanas y los efectos del cambio climático a nivel regional.

Recomendaciones:

- Medir el área afectada (indicador) por incendios forestales al finalizar cada estación seca anual.
- Contabilizar el número de puntos de calor (indicador), de manera mensual.

Con esta información se puede proveer para asignar personal y recursos en los momentos y sitios más vulnerables hacia los incendios. También proporciona tendencia para evaluar los efectos del cambio climático regional.

iii. Plagas forestales de muérdago, gorgojo y barrenador de encino

La dinámica de reproducción y colonización de las plagas forestales siguen un patrón estacional, por lo que el monitoreo y manejo debiera de seguir este mismo patrón, basado en la alternancia entre época lluviosa y seca. Este esquema de monitoreo nos aporta información para planificar acciones anuales, que debieran de ser incluidas en los planes operativos anuales.

Recomendaciones:

- Monitorear la evolución de las áreas previamente infestadas o nuevos reportes de plagas, tomando especial énfasis en las proporciones de infestación (indicador) y la extensión del área infestada (indicador).
- Realizar una prospección en temporada (seca y lluviosa) para identificar temprana mente focos de infección.

Con esta información se puede identificar los patrones temporales y espaciales de infección de plagas y de esta manera poder proponer acciones para prevenir y enfrentar futuras infestaciones.

iv. Pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*) y Quetzal (*Pharomachrus mocinno*)

- Estas especies, ambas indicadoras del bosque nuboso, son especialmente sensibles a la perturbación humana, por lo que el monitoreo de estas dos especies puede dar indicios de la salud general de este ecosistema. Recomendaciones:
- Observación de aves, es mejor realizarla en los meses de noviembre a abril, que se encuentran en fase de reproducción y cortejo. Se observan y escuchan más fácilmente.
- Las tres áreas actualmente designadas para el muestreo son adecuadas y se deben de mantener, y de ser posible aumentar a un área más hacia el este y las prioritarias del Proyecto USAID - Chemonics.
- El indicador para quetzales debiera de ser la densidad de individuos (calculada a través de distance sampling), para pavo de cacho se puede mantener como indicador la abundancia relativa.

- La información que proveen estos indicadores es útil para medir la perturbación en el bosque nuboso y de esta manera inferir sobre su integridad ecológica. También proporciona información importante para planes de conservación de ambas especies a nivel nacional y como especies bandera para el área protegida.

v. Chipe cachete-dorado (*Setophaga chrysoparia*)

Especie monitoreada a lo largo de su área de distribución continental por su importancia internacional y sus patrones migratorios. Es una fuente importante para la colecta de fondos internacionales para la conservación de ecosistemas como pino-encino. La propuesta de monitoreo de la especie abarca varias localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, incluyendo áreas boscosas de las zonas de amortiguamiento y uso sostenido. Los muestreos consisten en observaciones, por lo que no se tiene contacto directo con las aves. Durante los muestreos de *S. chrysoparia* también se registran datos de otras especies acompañantes en las parvadas mixtas. Esto genera información importante sobre diversidad. Recomendaciones:

- Análisis de los datos en términos de abundancia (indicador) a través de distance sampling.
- Se debe de continuar el análisis de diversidad de especies (indicador) en parvadas mixtas.
- Se debería de extender al menos a una localidad más hacia el este.

La información generada con este elemento es útil para medir la perturbación anual del ecosistema bosque pino-encino, y proporciona información importante que puede relacionarse con patrones continentales de migración y cambio climático.

vi. Calidad del Agua y Monitoreo con bioindicadores: macroinvertebrados acuáticos

El monitoreo actual con relativo detalle se ha realizado únicamente en el lado sur de la RBSM. Las mediciones se han venido realizando en estas cuencas con una periodicidad mensual. Lo cual de ser posible se debiera de continuar con esta periodicidad. Aunque el detalle de la información de parámetros fisicoquímicos generada en estos muestreos es muy bueno, para objetivos del manejo general del área protegida no son especialmente necesarios. Por otra parte, es importante aumentar la cobertura geográfica del monitoreo general e identificar indicadores que sean más fáciles de evaluar y más económicos, pero en especial que arrojen información realmente necesaria para el manejo. En este sentido, la información básica necesaria es conocer el patrón de comportamiento de la cantidad de agua que provee la RBSM, el caudal sería el indicador adecuado para este elemento. El otro aspecto por conocer necesario para el manejo sería la calidad del agua en términos de consumo humano, para este factor el indicador adecuado sería la medición de *Escherichia coli* (*E. coli*) en agua. La medición de este indicador es relativamente fácil y económica, lo cual permitiría expandir el muestreo a más áreas dentro de la reserva. El análisis de macroinvertebrados acuáticos es una buena aproximación para entender los efectos de las actividades humanas en los procesos ecosistémicos de los ríos. El muestreo de 2015 generó una línea base de 14 ríos, la cual debe utilizarse para continuar con el monitoreo. Recomendaciones:

- Complementar el esquema de monitoreo en cuencas priorizadas con un monitoreo simplificado en las 14 cuencas muestreadas para macroinvertebrados.
- El monitoreo simplificado consiste en medir dos indicadores calidad de agua (E. coli) y cantidad de agua (caudal) y macroinvertebrados (salud ecosistémica).
- El monitoreo de E. coli y caudales se debiera realizar con una periodicidad trimestral, mientras que el de macroinvertebrados la periodicidad debe de ser semestral (época seca y de lluvias).

El esquema de monitoreo específico (monitoreo actual) más el monitoreo simplificado, ofrecería información importante para identificar tempranamente las cuencas que puedan estar teniendo perturbaciones importantes en cuanto a la calidad u cantidad de agua, y también la salud general del ecosistema de la cuenca. Esta información es útil para el manejo y por su periodicidad pueden dirigir acciones de manejo más inmediatas.

vii. Fototrampeo de vertebrados

El fototrampeo de vertebrados ha servido para documentar la presencia de varias especies que de otra manera serían difíciles de observar y muestrear, sin embargo, no se ha realizado su análisis numérico para utilizarse como indicador. La estrategia de monitoreo debe expandirse para abarcar al menos una localidad del área norte. También, definir las especies que se utilizarán como indicadoras, seleccionar y calcular el indicador numérico para poder realizar las comparaciones, siempre bajo criterios de factibilidad metodológica y económica. Sugerencias

- Aumentar una localidad en el área noreste de la sierra (zona tropical) de las áreas prioritarias del Proyecto USAID - Chemonics.
- Seleccionar indicadores numéricos como un índice de abundancia de especies individuales (# observaciones/# de días x cámara) y riqueza.

El esquema de fototrampeo puede hacerse con una periodicidad anual, seleccionando de ser posible las mismas áreas de muestreo y las mismas temporadas. De esta manera se pueden tener obtener tendencias de las poblaciones de vertebrados, este muestreo también genera información importante sobre cacería y presencia de personas en el bosque. La presencia y abundancia de algunas especies carismáticas puede ser importante para ser utilizadas como especies bandera del área protegida.

El esquema de monitoreo para el manejo de la RBSM debe de ser una actividad permanente dentro del trabajo rutinario de FDN. Para evidenciar los cambios en los elementos de conservación y dirigir las actividades de manejo se sugiere mantener lo más estrictamente posible el esquema temporal sugerido para cada elemento (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen del esquema de monitoreo propuesto para la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (Estrada 2017).

ELEMENTO	INDICADOR	PERIODICIDAD
Tillandsia xerographica	densidad de individuos/área proporción de tallas/área	3 veces al año
Incendios Forestales	área afectada por incendios número de puntos de calor	Anual
Plagas forestales de muérdago, gorgojo y barrenador de encino	proporciones de infestación extensión del área infestada	Semestral
Pavo de cacho (Oreophasis derbianus) y Quetzal (Pharomachrus mocinno)	pavo de cacho: abundancia relativa Quetzal: densidad de individuos	Al menos una vez al año.
Chipe cachete-dorado (Setophaga chrysoparia)	Abundancia Riqueza	Anual
Calidad del Agua y macroinvertebrados acuáticos	Parámetros fisicoquímicos Escheriquia coli ufc/100 mL Caudal m/s Macroinvertebrados IBF, BMWP	Mensual Trimestral Trimestral Semestral
Fototrampeo de vertebrados	Abundancia Riqueza	Anual

5. Propuesta de Indicadores y elementos de línea base

A continuación, se presenta indicadores de los objetos de conservación identificados, en función de sus principales amenazas, descritas y recopiladas en el Informe de Monitoreo de la RBSM – FDN 2017, el Plan Maestro de RBSM vigente (IV) y en la propuesta del nuevo Plan Maestro 2017 (V). Esta información servirá para establecer el levantamiento de la línea base y el programa de monitoreo en cuanto a la cobertura forestal, abundancia y composición de especies, reforestación y restauración, e indicadores de calidad del (hábitat y del agua), según propuesta de FDN de la reorientación del monitoreo.

Según Estrada (2017), para el caso de las especies, los ejercicios de monitoreo llevados a cabo en los años 2015 y 2016 sirven como una excelente línea base de información biológica para la RBSM, durante estos muestreos se puede comprobar que las condiciones ecológicas generales de la reserva se pueden catalogar como de muy buena. Especialmente la zona núcleo de la reserva forma un bloque continuo de cerca de 2,247.05 km², lo cual es muy positivo para el flujo y mantenimiento de los diferentes procesos ecológicos tanto de las especies como de los ecosistemas. Se ha podido comprobar que dentro de la reserva existen poblaciones de las especies seleccionadas como elementos de conservación, en peligro de extinción o emblemáticas, para algunas especies estas poblaciones han mostrado encontrarse en buenas condiciones (ej. Quetzal). Se ha calculado la

incidencia y recurrencia de incendios forestales, y aunque su efecto es devastador en las áreas que afecta, a nivel global de la reserva y su área de influencia, su efecto sigue siendo pequeño y localizado. Se han identificado especies de plagas forestales y sus puntos de afectación, que también muestra ser muy localizados, lo cual no compromete necesariamente la integridad de los ecosistemas. Las mediciones de calidad y cantidad de agua indican a manera general que la condición hídrica está en muy buen estado, siendo muy pocos ejemplos puntuales los que no alcanzan los parámetros mínimos.

Lo que no se ha podido alcanzar con el esquema de monitoreo actual es el evidenciar tendencias del estado y su cambio de los distintos elementos, principalmente por los escasos periodos que lleva implementándose de forma sistemática (2015-2017).

Es importante mencionar que en el 2003 se hizo una propuesta por parte de FDN con el apoyo de TNC y USAID, de plan de monitoreo para el Sistema Motagua Polochic (Defensores 2003), donde se proponen los siguientes aspectos para el monitoreo: a) amenazas: los incendios forestales y la pérdida de cobertura boscosa y; b) monitoreo de especies indicadoras: especies de flora y fauna con respuesta ante la perturbación antropogénica o amenazas a la biodiversidad. Los criterios para selección de indicadores biológicos en este plan, se basaron especialmente en el trabajo previo que Defensores de La Naturaleza ha realizado en la zona (Tabla 8) y no a otras conceptualizaciones científicas. La razón de lo anterior, radica también en que para efectos de éste tipo de monitoreo lo que más importa es el comportamiento o tendencias de estas poblaciones a largo plazo y no a un diseño experimental, es decir, se trata de una investigación a largo plazo del tipo deductivo en el que se supone que los cambios en diversidad están relacionados con el hábitat con el que interactúan (Ecotono, 1996 en (Defensores 2003)).

En el Anexo 3 se presenta en forma simplificada, el plan de monitoreo y las ponderaciones de cada área del Sistema Motagua-Polochic. Se asignó un valor a los aspectos a monitorear respecto de su importancia para evaluar las actividades de manejo y la inversión: 50% a la amenaza de pérdida de cobertura forestal en cada una de las áreas, por considerar a la vegetación y su arreglo espacial como el marco en donde ocurren todas las interacciones y procesos que mantienen a la diversidad. El resto de los indicadores son valorados respecto a la experiencia institucional en el estudio o manejo de cada uno de ellos. Ver detalles en Plan de Monitoreo Sistema Motagua Polochic,

Para el presente estudio, los indicadores identificados en la recopilación de información se clasifican por ecosistemas y recurso hídrico.

Tabla 8. Listado de Aspectos a Monitorear en el Sistema Motagua-Polochic, FDN 2003.

	Observaciones
Amenazas	
Cobertura Vegetal	Proporciona una idea rápida y precisa de la magnitud o extensión de los ecosistemas naturales que se encuentran disponibles. Se ha estudiado desde hace una década y existen datos sobre pérdida en la cobertura forestal.
Incendios forestales	En análisis institucional se defendieron los incendios forestales como una de las principales amenazas a la región. Con el apoyo de proyectos anteriores con el US Forest, se ha desarrollado metodologías en prevención, combate y monitoreo de incendios forestales y su mapeo en Sistemas de Información Geográfica de FDN..
Especies Indicadoras de Perturbación	
<i>Dendroica chrysoparia</i> y grupo forrajero	Esta especie migratoria en peligro de extinción desde 1990, ha sido estudiada en sus requerimientos ecológicos desde hace 3 años y, junto a otras aves del grupo forrajero, representan un buen indicador para evaluar la calidad del bosque de pino encino.
Fauna cinegética	Existen ensayos y propuestas de monitoreo desde hace 3 años y la Fundación está en disponibilidad de realizar muestreos. Por otra parte, los guardarecursos pueden apoyar sin ningún problema este aspecto.
Aves acuáticas, Bocas del Polochic	Existen datos suficientes desde hace 2 años, y actualmente existe una metodología estandarizada.
<i>Trichechus manatus</i> , manatí	Existen estudios previos (Quintana, 1992, Del Valle 2002) que han hecho posible una metodología estandarizada para la zona y el golfo de Honduras
Aves del Bosque Seco	Existe una investigación reciente (Pérez 2003) sobre la importancia de las aves para establecer la importancia de los bosques ribereños.
<i>Tillandsia xerographica</i>	Es una especie de bromelia (gallito) fuertemente amenazada por extracción para exportación, a pesar de estar en Apéndice I de CITES. Definida como prioridad a partir del Plan de Conservación de Sitio del Valle semiárido del Motagua.

5.1 Ecosistemas:

Los indicadores identificados para los ecosistemas son los siguientes:

- **Cobertura forestal y del objeto de conservación:**

La cobertura forestal es el principal indicador de la calidad y cantidad de los objetos de conservación. FDN realizó en 2015 un análisis de la dinámica de la cobertura forestal en la RBSM en el período 1991-2012, para el cual interpoló la información rasterizada de la cubierta forestal del año 1991 elaborado por la UVG (2005) de las imágenes satelitales Landsat con la información de cobertura forestal del Mapa de Bosques y Uso de la tierra 2012 (GIMBOT, 2014) con base a imágenes satelitales RapidEye. Con esto se determinó que en 1991 la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas contaba con 177,120.46 ha con cobertura forestal y en el año 2012 se reportaba una cobertura forestal de 142,737.98 ha. A partir de lo anterior se determinó que en un período de 11 años hubo una pérdida neta de 34,382.48 ha y una tasa de deforestación anual del 0.92%. Las principales causas de esta pérdida corresponden a la tala con fines de cambio de uso de la tierra. La ganancia de cobertura forestal en este período fue de 12,636.40 ha, la cual derivó de los procesos de reforestación y recuperación del bosque o transformación para cultivos agroforestales permanentes (FDN, 2015). las subcuencas con mayor cobertura forestal se encuentran el Río Tzambalá con un porcentaje de 94.2%, seguido del Sistema de Quebrada Las Cañas con 93.1%, Río El Lobo con 84.5%, Río Balandra 81.4% y Río Las Guaritas con 80.9%. las subcuencas con menor porcentaje de cobertura forestal, donde se asume un menor estado de conservación y donde el impacto por deforestación es mayor se encuentran el Sistema de Quebrada Los Zopilotes donde la cobertura forestal es nula, seguida del Sistema de Quebrada Olimpia con 0.03%, el Sistema de Quebrada San Francisco con 0.72%, el Sistema de Quebrada Matanzas con 1.71% y el Sistema de Quebrada El Calvario con 2.58% (Ver detalle en Anexo 4. En la Tabla 9 se presentan los indicadores de cobertura forestal para toda la RBSM y para cada una de las cuencas prioritarias de este estudio.

Tabla 9. Cobertura forestal de la RBSM y cuencas prioritarias para el 2012.

Objeto de conservación	Dimensional	Valores	Cuencas* SJ (1), EH (2), MT (3), LC (4)	Fuente y observaciones
Cobertura forestal	Porcentaje	80.59%	Toda la RBSM	PM RBSM, 2017. Dato del 2012 comparado con la cobertura forestal de 1992: 177,120.46 Ha.
	Hectáreas	177,120.46 Ha		
	Porcentaje	76.2 % ND 1.71 % 79.9 %	1 2 3 4	PM RBSM, 2017. FDN, 2015. Datos del 2014.

- Incendios Forestales:

Los incendios forestales constituyen una de las amenazas más serias que afecta la cobertura boscosa, ya que son capaces de situar en peligro la existencia de la biodiversidad, así como la

estabilidad del suelo que puede quedar condenado a su desaparición por el fenómeno erosivo subsiguiente, pérdida de infraestructura y destrucción de actividades productivas. La ocurrencia de incendios forestales se ha manifestado a lo largo de las subcuencas, los cuales son favorecidos por la ubicación geográfica, características geológicas del área, y algo más importante, el manejo inadecuado de los recursos naturales, determinando la frecuencia y magnitud de dichos eventos. En la Tabla 10 se presentan los indicadores de incendios forestales para toda la RBSM y para cada una de las cuencas prioritarias de este estudio.

Tabla 10. Incendios forestales de la RBSM y sus indicadores para el 2017.

Objeto de conservación / amenaza	Dimensional	Valores	Cuencas* SJ (1), EH (2), MT (3), LC (4)	Fuente y observaciones
Ecosistemas* / Incendios Forestales**	Numero de eventos (Detectados y controlados)	78	Toda la RBSM	FDN, 2017. Informe Anual 2017. Monitoreo de la Diversidad Biológica de la RBSM
	Hectáreas afectadas	1,454	Toda la RBSM	La Frecuencia promedio anual en los últimos años varía entre 70 (min) y 100 (max) eventos afectando entre 1,500 (min) y 2,500 (max) Hectáreas.
	Porcentaje	0.59 %		

* Los Ecosistemas más afectados son: bosque mixto y de pino (coníferas).

* Los incendios de tipo rastro fueron los que más afectaron.

Otros resultados relacionados con la prevención y control de incendios forestales son:

- Conformación y capacitación en temáticas de manejo del fuego de 23 brigadas forestales a nivel municipal, institucionales privadas y comunitarias para el control de incendios forestales en las diferentes subcuencas de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas
- Elaboración de 1289.66 kilómetros de brechas cortafuego.
- Elaboración de 550 hectáreas de quemas controladas
- Atención y control del 100% de incendios ocurridos en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.
- Reducción de áreas afectadas por incendios forestales en comparación con el año 2,016.

En el **Anexo 5** se presentan mas resultados e indicadores relacionados con los incendios forestales.

- **Plagas forestales de muérdago, gorgojo y barrenador de encino**

En la Sierra de las Minas la presencia de la plaga del gorgojo del pino ha sido reportada oficialmente a partir del año 1995, no obstante datos aportados por comunitarios y propietarios de bosques indican que la misma se ha presentado en la Sierra de las Minas desde los años 80, periódicamente

y durante todo el año se monitorean las áreas boscosas. Actualmente se ha identificado la presencia de gorgojo de pino (focos nuevos y focos ya inactivos) dentro de Área Protegida y Zona de Influencia. Para el año 2006 varias microcuencas del lado sur de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, resultaron afectadas por la plaga. Las plagas forestales que se consideraron fueron las que más se han manifestado dentro del área protegida y que de alguna manera ha sido recurrente su incidencia afectando a los ecosistemas de pino y encino.

En la Sierra de las Minas se han detectado 2 tipos de plagas forestales: a) producidas por insectos y b) plagas vegetales, las cuales por su importancia se clasifican en el siguiente orden:

- Plaga de gorgojo en pino.
- Plaga de barrenador del encino.
- Muérdago en especies coníferas y latifoliadas.

Las acciones de FDN entre 2016 y 2017 dan como resultados que, en la actualidad, existen focos inactivos que fueron detectados en ciclos anteriores, así como surgen nuevos brotes de la plaga del gorgojo dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas ya que existe irregularidad de las condiciones climáticas y la composición basados en la estructura de los bosques y plantaciones forestales. Este tipo de condiciones están favoreciendo la aparición de nuevos brotes de la de plaga de gorgojo de Pino en los bosques de coníferas dentro de la Reserva, por lo que a nivel Ejecutivo se realizan las gestiones para la renovación del convenio de cooperación, firmado por CONAP-FDN en el año 2006 para el tratamiento emergente de las plagas forestales en la RBSM (FDN, 2017). A continuación, se presenta el reporte de las áreas boscosas afectadas por la plaga del gorgojo en la RBSM (Tabla 11).

Tabla 11. Áreas boscosas afectadas por la plaga del gorgojo en la RBSM, FDN 2016-2017.

Coordenadas X	Y	Tipo de Bosque y Especie	Municipio		Zona Administrativa RBSM	Área Ha.	Especie d Plaga
			Comunidad				
548744	1679694	Plantación <i>Pinus Oocarpa</i>	Pampacay	Purulhá	Amortiguamiento	1	<i>D. frontalis</i>
548975	1681635	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Chacalte	Purulhá	Amortiguamiento	1.28	<i>D. frontalis</i> <i>Ips. sp.</i>
549182	1680091	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Chacalte	Purulhá	Amortiguamiento	1.06	<i>D. frontalis</i>
561595	1684663	Bosque Natural <i>Pinus oocarpa</i>	La Pinada	Purulhá	Amortiguamiento	0.5	<i>D. frontalis</i>
552822	1680855	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Sacsamani	Purulhá	Amortiguamiento	1.5	<i>D. frontalis</i> <i>Ips. sp.</i>
559467	1681731	Plantación <i>Pinus Maximinoi</i>	Nueva Esperanza, Monte Blanco	Purulhá	Amortiguamiento	1	<i>D. frontalis</i>
549847	1678030	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	San Marcos Sacsamani		Amortiguamiento	1.46	<i>D. frontalis</i>
571582	1661489	Bosque Natural <i>Pinus oocarpa</i>	San Antonio el Chico	Zacapa	Amortiguamiento	1	<i>D. frontalis</i>
549982	1677953	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Jalaute	Purulhá	Amortiguamiento	1.42	<i>D. frontalis</i>
549631	1680457	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Jalaute	Purulhá	Amortiguamiento	0.61	<i>D. frontalis</i> <i>Ips. sp.</i>
618988	1676812	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Las Cañas	Gualán	Amortiguamiento	1.5	<i>D. frontalis</i>
586458	1663495	Plantación <i>Pinus oocarpa</i>	Pasabien	Río Hondo	Amortiguamiento	3	<i>D. frontalis</i>

- Abundancia relativa de Quetzal y Pavo de cacho

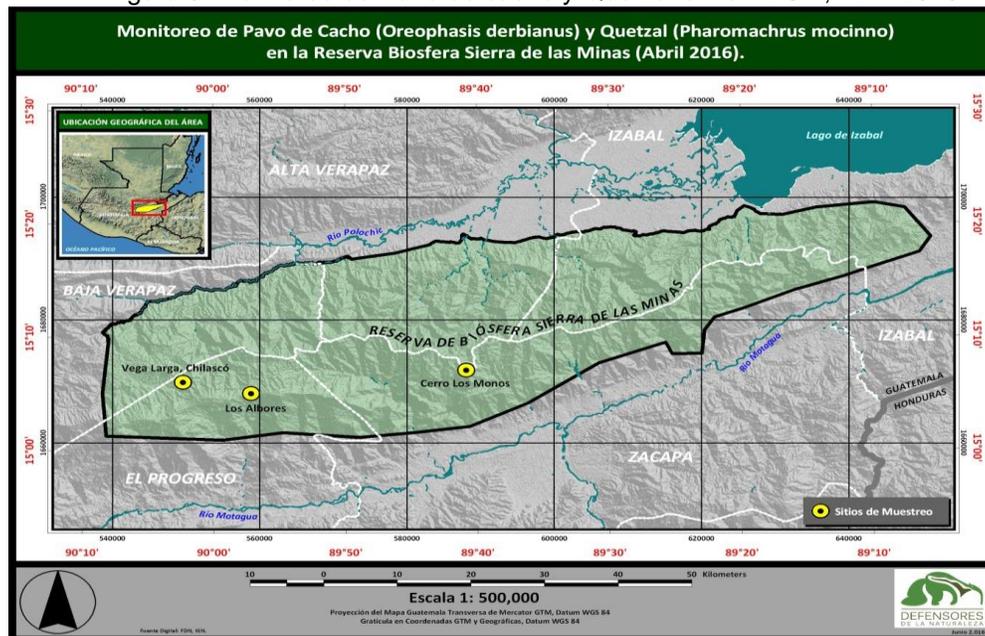
FDN ha tomado al quetzal y al pavo de cacho como especies bandera (indicadoras) de la calidad de los ecosistemas de la RBSM, principalmente del bosque nuboso. Los datos que permitan comprender la distribución de ambas especies son importantes para el reconocimiento de sus requerimientos específicos que permitan el mantenimiento de su hábitat. En este sentido, se cuenta con la información generada en un estudio de densidad y abundancia de esta especie en la localidad de Albores dentro de la Sierra de las Minas, lo que permite tener una aproximación del estado poblacional de la especie.

Los monitoreos se realizaron entre marzo y julio en Albores, Chilascó y Cerro Los Monos en el 2017 (época de reproducción/incubación) los resultados se presentan en la Tabla 12. donde se puede evidenciar que dos de los tres sitios evaluados presentan una población bien conservada de acuerdo con el número de individuos observados (Figura 4). En la última semana de julio, se lograron observar 7 pavos en distintos puntos entre Albores y Chilascó.

Tabla 12. Especies observadas durante el monitoreo de Pavo de cacho y Quetzal. FDN 2015.

Especie	Abril 2017/Los Albores, Cerro los Monos y Vega Larga.
<i>Oreophasis derbianus</i>	7/1/---
<i>Pharomachrus mocinno</i>	17/---/31
<i>Buteogallus anthracinus</i>	---/---/1
<i>Buteo platypterus</i>	1/1/---
<i>Herpetotheres cachinans</i>	---/---/1
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	---/1/---
<i>Penelopina nigra</i>	---/---/2
<i>Penelope purpurascens</i>	---/---/8
<i>Trogon mexicanus</i>	---/2/---
<i>Aphelocoma unicolor</i>	4/3/4
<i>Zentrygon albifacies</i>	4/---/---
<i>Myadestes occidentalis</i>	4/4/6
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	---/6/---
<i>Catharus frantzii</i>	2/3/1
<i>Basileuterus rufifrons</i>	---/---/1
<i>Tityra semifasciata</i>	---/---/3

Figura 5. Monitoreo de Pavo de cacho y Quetzal en le RBSM, FDN 2016.



La disminución en la abundancia de pavos de cacho en los monitoreos puede deberse a 1) Falta de disponibilidad de alimentos (los frutos no están maduros), 2) Para evitar ser depredados, se mantienen estáticos y no presentan el comportamiento conspicuo como para la época de cortejo, y 3) Alta presencia de cazadores (en Albores). La alta abundancia de Quetzales se vio reflejada en dos sitios: en los Albores, se contaron 17 y en Chilascó, 31. El año anterior se observaron una

cantidad similar en los sitios monitoreados (época de reproducción/anidación). En Chilascó/Vega Larga, se observó alta abundancia de Cojolitas (*Penelope purpurascens*).

- **Abundancia de Chipecachete dorado (*Setophaga chrysoparia*)**

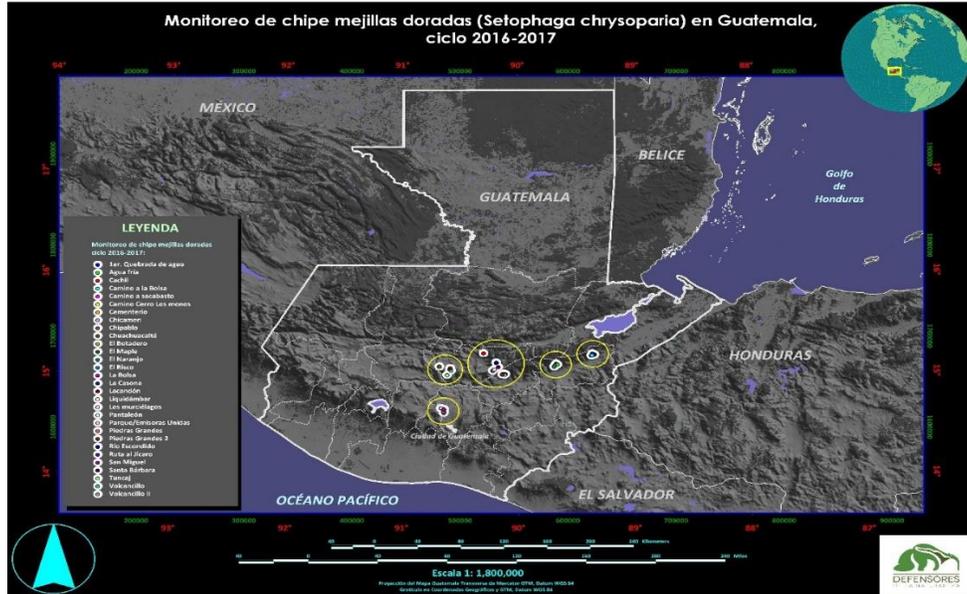
El monitoreo de la especie abarca varias localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, incluyendo áreas boscosas de las zonas de amortiguamiento y uso sostenido. El objetivo es identificar el uso de hábitat y densidad poblacional de *S. chrysoparia* a lo largo de bosques de Pino-Encino en la Sierra de las Minas en época de invernación. Durante los monitoreos la metodología consistió en observaciones, por lo que no se tiene contacto directo con las aves.

Se llevó a cabo el protocolo de monitoreo en cuatro sitios, obteniendo datos de un total de 20 parvadas mixtas y 495 individuos observados. Se obtuvieron 12 registros de *Setophaga chrysoparia*, de los cuales fueron 7 en San Lorenzo Mármol (Zacapa), 4 en San Jerónimo, Baja Verapaz; 1 en Morazán, El Progreso (Tabla 13, Figura 6). La mayoría de los individuos fueron observados por primera vez en árboles del género *Quercus* sp.

Tabla 13. Monitoreo de parvadas mixtas en la RBSM FDN 2016-2017.

Puntos	Número de especies	Número de individuos	Presencia de <i>S. chrysoparia</i>
San Lorenzo Mármol	28	144	7
San Jerónimo	26	118	4
Gualán	24	108	0
Morazán	25	125	1

Figura 6. Sitios monitoreados para *Setophaga chrysoparia* ciclo 2016-2017. FDN, 2017.



- Abundancia de vertebrados mayores y medianos -Fototrampeo

Las cámaras trampa son usadas actualmente para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas por lo que es necesario implementar técnicas y protocolos que permitan obtener suficiente información sobre sus poblaciones que sea útil en la toma de decisiones para su manejo y su conservación en el largo plazo. Por otro lado, esta técnica se han vuelto una herramienta muy útil para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies difíciles de observar o detectar, debido a que permiten ampliar observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta, generando así información muy valiosa sobre la biología y ecología de estas especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si se utilizaran métodos tradicionales (Díaz-Pulido, 2012 en FDN, 2017).

Como parte del monitoreo 2016-2017 en la RBSM, se cubrieron áreas con bosque nuboso, latifoleado y pino-encino. Específicamente en los sitios Albores (Cuenca de El Hato) y Chilascó (Cuenca de Matanzas), se registró un total 733 detecciones, de las cuales hay 24 especies, distribuidas de la siguiente forma: 13 de mamíferos y 11 de aves (Figura 7, Tabla 14). El detalle de los resultados se presenta en el Anexo

Figura 7. Ubicación geográfica de las cámaras de fototrampeo en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. FDN 2017

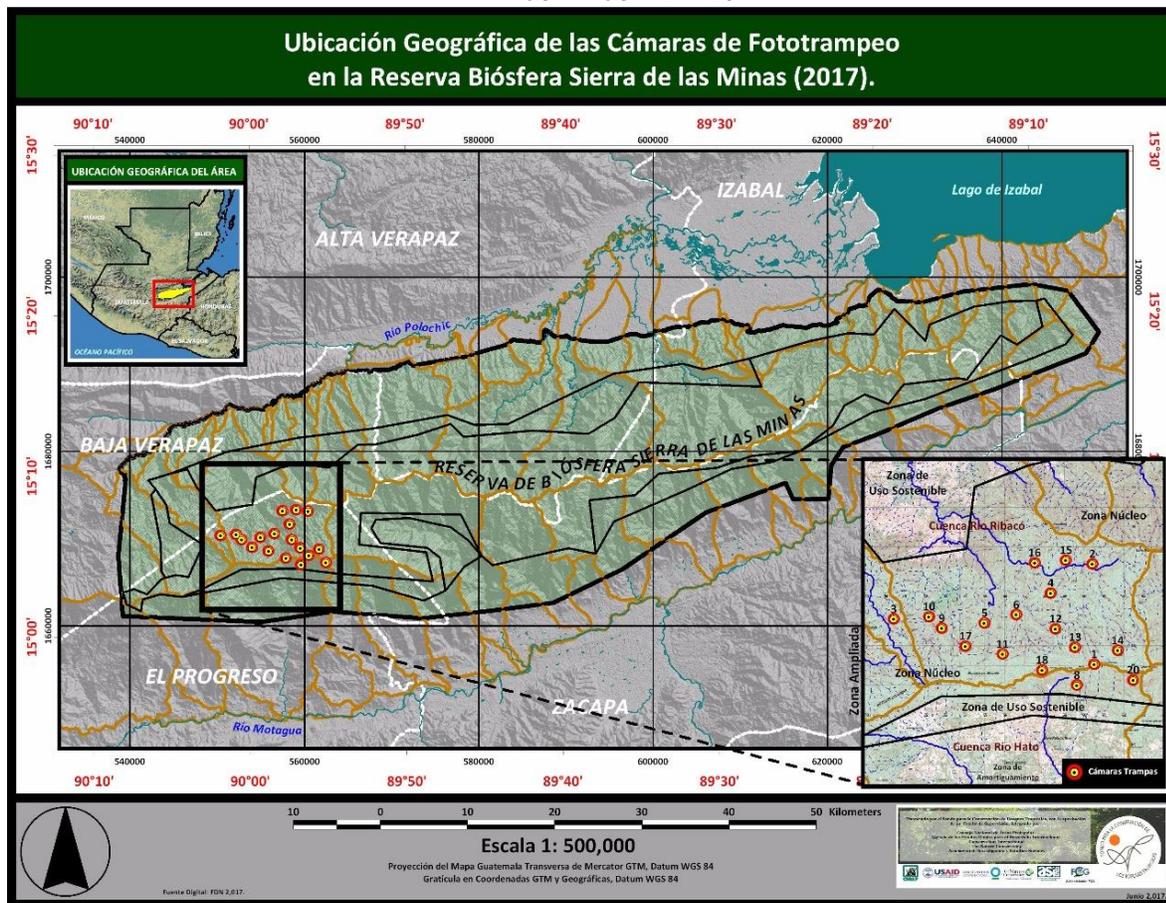


Tabla 14. Especies registradas durante el fototrampeo 2016-2017 (*Presencia*).

	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo
2	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus sp.</i>	Ardilla
3	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle
4	Mammalia	Rodentia	Cricetidae	Cricetidae	Ratones
5	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	Tacuacín
6	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama temama</i>	Cabruto
7	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca

8	Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Coche de monte
9	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Micoleón
10	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote
11	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Perico ligero
12	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
13	Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir
14	Ave	Galliformes	Cracidae	<i>Penelopina nigra</i>	Chacha negra
15	Ave	Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus guttatus</i>	Codorniz Bolanchaco
16	Ave	Columbiformes	Columbidae	<i>Zentrygon albifacies</i>	Paloma-perdiz cariblanca
17	Ave	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogón mexicano
18	Ave	Coraciiformes	Momotidae	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto gorgiazul
19	Ave	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared-continental norteño
20	Ave	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus frantzii</i>	Zorzalito de Frantzius
21	Ave	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus dryas</i>	Zorzalito pechiamarillo
22	Ave	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus infuscatus</i>	Zorzal negro
23	Ave	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Cenzontle
24	Ave	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	Saltón goricastaño

Fuente: datos de campo.

5.2 Recurso Hídrico:

Este elemento de conservación, según el Plan Maestro de la RBSM (V), 2017, está conformado por los ríos, bosques de galería y la biodiversidad asociada a los mismos. La red hídrica tiene un total de 294 cuerpos de agua, clasificados en ríos, quebradas y riachuelos. En la ladera norte la red hídrica tiene 3,486,730 metros de longitud y está compuesta por 96 cuerpos de agua, de los cuales 56 son ríos, 32 son quebradas y 8 son riachuelos que drenan al Río Polochic, que luego desemboca en el Lago de Izabal. En la ladera sur la red hídrica tiene una longitud total de 1,840,202 metros y está conformada por 198 cuerpos de agua, de los cuales 47 son ríos, 142 son quebradas, 8 son riachuelos y 1 zanja que drenan al Río Motagua. En el lado norte el sistema presenta menos presión y su uso más frecuente para la agricultura local a pequeña escala y uso doméstico, sin embargo, en el lado sur hay mayor presión por el uso inadecuado del recurso hídrico y alta demanda de agua utilizada por sistemas de riego, hidroeléctricas, industrias, agroindustrias y poblaciones (FDN, 2017).

Dentro de los parámetros fisicoquímicos, el indicador más utilizado es el caudal, el cual se define como la cantidad de fluido que circula a través de una sección del cuerpo de agua, por unidad de

tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

El trabajo de monitoreo de caudales hídricos por parte de FDN entre 2016 y 2017 y sus resultados, proyectan el comportamiento del flujo hídrico y sus variaciones registradas. Los datos del monitoreo de caudales corresponden a las siguientes subcuencas (Ver detalle en Tabla 15.A):

- Sub-cuenca río Comaja
- Sub-cuenca río Hato
- Sub-cuenca río Teculután
- Sub-cuenca río Pasabien
- Sub-cuenca río Hondo
- Sub-cuenca río Los Achiotes

Tabla 15.A. Valores de caudal y fecha en las subcuencas monitoreadas, FDN, 2017.

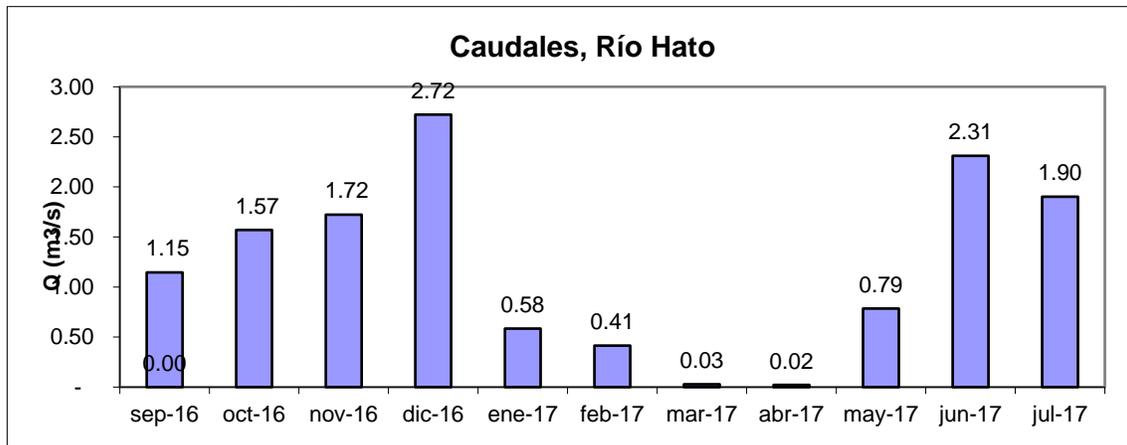
Subcuenca	Max	Fecha	Min	Fecha
Comaja	0.48	Dic, 2016	0.01	Mar-Abr, 2017
Hato	2.72	Dic, 2016	0.02	Abril, 2017
Teculután	3.11	Jun, 2017	0.08	Mar, 2017
Pasabien	1.79	Jun, 2017	0.15	Mar, 2017
Río Hondo	4.16	Jun, 2017	0.20	Abr, 2017
Los Achiotes	1.46	Jun, 2017	0.05	Mar, 2017

Los valores obtenidos con este tipo de monitoreo son muy generales y no pueden ser considerados como un reflejo exacto del régimen hídrico de cada río. Para contar con datos más confiables del comportamiento de los caudales, es necesario realizar mediciones diarias, además relacionarlas con eventos de precipitación. Esto queda fuera del alcance de la actual estrategia de monitoreo, sin embargo, la medición mensual de los caudales es un indicador superficial del comportamiento de los caudales bajo medición. A pesar de las limitaciones que presenta la medición de caudales con un único registro mensual, dichos registros sí muestran una relación directa con las estaciones climáticas de la zona (FDN, 2017). Cabe mencionar que de las cuencas prioritarias para el proyecto USAID-Chemonics y el presente estudio, únicamente se incluye la subcuenca del Río Hato con caudales de 2.72 máximo y 0.02 mínima. En la Tabla 15.B y Grafica 1 se presentan los resultados de las mediciones de caudales del Río Hato.

Tabla 15.B. Medición de caudales en río Hato. FDN 2017.

Mes	M/s
Sep-16	1.15
Oct-16	1.57
Nov-16	1.72
Dic-16	2.72
Ene-17	0.58
Feb-17	0.41
Mar-17	0.03
Abr-17	0.02
May-17	0.79
Jun-17	2.31
Jul-17	1.90

Gráfica 1. Medición de caudales en río Hato. FDN 2017.



Los Resultados del monitoreo de caudales de las otras cuencas analizadas se presentan en el Anexo. Aunque en otros estudios se miden caudales de los ríos principales de la RBSM, hace falta trabajar en la sistematización de los resultados para su interpretación y proyecciones para la toma de decisiones estratégicas. Sin embargo, dada la facilidad de tomar este parámetro, las mediciones pueden replicarse en el resto de las cuencas prioritarias.

Por otro lado, los macroinvertebrados son organismos que habitan en diversos hábitats y la presencia o ausencia de estos permite determinar las condiciones de un cuerpo de agua, por lo que son considerados como bioindicadores de la calidad del agua. Se han realizado evaluaciones de la calidad del agua de la cuenca media del río Polochic con base en la diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos considerados como bioindicadores, comparados con las variables

fisicoquímicas de los sitios muestreados. Se identificaron 26 familias de macroinvertebrados acuáticos, correspondientes a 10 órdenes y 3 clases. Se recolectaron 623 organismos, 35 durante la época seca (abril), 235 durante la época de transición (junio) y 353 en la época lluviosa (agosto). La clase con mayor abundancia presente en los tres sitios de muestreos fue Insecta (83%), en menor abundancia se encontraron Gastropoda (13%) y Malacostraca (4%). Las familias más abundantes fueron Elmidae con 187 individuos, Leptohyphidae 159 y Thiaridae con 110 individuos. Las que representaron menor abundancia fueron las familias Aeshnidae, Coenagrionidae, Gerridae y Pachychilidae, con 2 organismos cada uno. El detalles se presenta en (Leal 2008): Calidad del agua en cuenca media del río Polochic, Alta Verapaz, mediante el uso de Macroinvertebrados Acuáticos como bioindicadores.

Por su parte FDN, ha realizado investigaciones desde el 2015, sobre evaluación de macroinvertebrados presentes en las 14 subcuencas más importantes del lado norte y sur de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, durante la época seca y lluviosa. Los resultados se presentan en el Informe Final de Identificación de Macroinvertebrados (Moller 2016).

Los indicadores identificados y propuestos por Medina 2019 para el recurso hídrico son los siguientes y resumen se presenta en la Tabla 19:

- Caudal
- Balance Hídrico
- Sólidos sedimentables
- Oxígeno disuelto
- Fosfatos
- Nitratos
- Temperatura
- Turbidez
- PH*
- Macroinvertebrados
- Coliformes totales

En las Tabla 16 y 17 se presenta el resumen de los indicadores propuestos por el equipo interno y consultores del PBG USAID Chemonics para los ecosistemas y especies clave.

Tabla 16. Indicadores propuestos para los Ecosistemas prioritarios de la RBSM

Objetos de Conservación	Amenazas identificadas	Indicadores de condición del OdC o nivel de amenazas	Valores obtenidos	Fuente
Ecosistemas	Invasiones.	<ul style="list-style-type: none"> • # de hectáreas en la microcuenca • % de cobertura • % de cambio de uso de la tierra • % de cobertura de latifoliadas y coníferas • DAP promedio • Presencia/ausencia de abejas nativas 	Cobertura forestal: 177,120.46 Ha RBSM 80.59% RBSM	Plan Maestro RBSM (V), 2017. Informe Anual 2017 Monitoreo de la DB, RBSM, FDN, 2017.

Objetos de Conservación	Amenazas identificadas	Indicadores de condición del OdC o nivel de amenazas	Valores obtenidos	Fuente
		<ul style="list-style-type: none"> Diversidad y abundancia de orquídeas Helechos arborescentes abundancia y diversidad Trampas cámara: abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores 	Por cuenca (%): 76.2 % - SJ ND - EH 1.71 % - MT 79.9 % - LC	
	Avance de la frontera agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> Trampas cámara: abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores # de hectáreas en la microcuenca % de cobertura % de cambio de uso de la tierra DAP promedio (antigüedad del bosque) Presencia/ausencia de abejas nativas Diversidad y abundancia de orquídeas Trampas cámara: abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores 	SD	
	Incendios forestales.	<ul style="list-style-type: none"> Numero de eventos Áreas quemadas en hectáreas Puntos de calor por microcuenca por periodo de tiempo 	No. eventos: 78 Hectáreas afectadas 1454	
	Invasiones y avance de la frontera agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> Trampas cámara: abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores # de hectáreas en la microcuenca % de cobertura % de cambio de uso de la tierra DAP promedio (antigüedad del bosque) Presencia/ausencia de abejas nativas Diversidad y abundancia de orquídeas Trampas cámara: abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores Áreas quemadas en hectáreas Puntos de calor por microcuenca por periodo de tiempo 	SD	
Recurso Hídrico	Uso inadecuado y desordenado	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del agua Macroinvertebrados en el agua Caudal del agua, sólidos en suspensión, Coliformes totales 	Caudal (El Hato): Max 2.72 Min 0.02 Diversidad de macroinvertebrados El Hato: 12-17 Familias	Plan Maestro RBSM (V), 2017. Informe Anual 2017 Monitoreo de la DB, RBSM, FDN, 2017. Identificación de Macro

Objetos de Conservación	Amenazas identificadas	Indicadores de condición del OdC o nivel de amenazas	Valores obtenidos	Fuente
			San Jerónimo: 11-15 Familias	invertebrados, Moller, FDN 2017.

SD: Sin determinar. NS: No sistematizados

Tabla 17. Indicadores propuestos para las especies clave de la RBSM

Especies	Amenazas identificadas / Factores que las causan	Fuente para la línea base	Indicadores de condición del OdC o nivel de amenazas
Quetzal <i>Pharomachrus mocinno</i>	Destrucción y fragmentación de hábitats naturales / Pérdida de bosques por incendios forestales y avance de la frontera agrícola	- Paiz, M. 1996 - FDN 2017, Muestreo 2016 (Monitoreo)	<ul style="list-style-type: none"> • Abundancia relativa de individuos (transectos # / km lineal, densidad #/ha) • Vocalizaciones # de vocalizaciones / km lineal • # de sitios con presencia / ausencia • # de nidos de quetzal / ha de bosque nuboso
Pavo de cacho <i>Oreophasis derbianus</i>	Cacería y destrucción de hábitat / Autoconsumo Cacería deportiva	- Quiñonez, J. 2011	
Chipe cachetes dorados	Destrucción y fragmentación de hábitats naturales en la época de invernación en la RBSM y el resto de los bosques de pino-encino en el país	- Estudios y planes de la Alianza Regional para la Conservación del Bosque Pino-Encino	Pino encino <ul style="list-style-type: none"> • Estaciones MoSI # de individuos / • Parvadas inespecíficas, multiespecíficas • # de individuos anillados

Finalmente, para el caso de los objetos de conservación (Ecosistemas y especies relacionadas), Medina (2019) propone los siguientes indicadores propuestos con una breve descripción de los mismos y en los ecosistemas y cuencas donde aplican (Tabla 18).

Tabla 18. Descripción de indicadores propuestos para los objetos de conservación y cuencas prioritarias. Medina 2019

Indicador	Descripción	Objeto de conservación	Cuenca San Jerónimo (1) Hato (2), Matanzas (3), Las Cañas (4)
Porcentaje Cobertura forestal	Área en la que se extiende una cubierta de copas, o de árboles capaces de alcanzar gran altura in situ. Incluye plantaciones para fines forestales de protección u otras que se localicen dentro de la reserva	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	2,3,4 1,2,3 1,2,3
Porcentaje de cobertura del objeto de conservación	Cantidad de área de la zona correspondiente a la categoría u objeto de conservación con cobertura forestal y vegetal en general, con respecto al área total que abarca la zona en cifras porcentuales.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4 1,2,3,4 1,2,3
Número de incendios ocurridos en el año	Número total de incendios registrados durante el año	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos	1,2,3, 4 1,2,3,4
Cantidad de superficie dañada por incendios	Cantidad numérica de las hectáreas de bosque que se puedan ver afectadas a cusas de incendios.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos	1,2,3, 4 1,2,3, 4
Detección del Numero Puntos de calor / microcuenca / período de tiempo	Herramienta que provee información oportuna para el combate de incendios forestales. El objetivo de estos es evaluar el grado de agrupamiento de puntos con altas temperaturas ya sea dentro de un área específica o un periodo de tiempo determinado	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos	1,2,3, 4 1,2,3, 4
Efectividad de control de incendios	$(\text{superficie dañada por incendios propios}) / (\text{N}^\circ \text{ de incendios propios}) \div (\text{superficie dañada por incendios nacionales}) / (\text{N}^\circ \text{ de incendios nacionales})$	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos	1,2,3,4 1,2,3,4
Porcentaje de cambio de uso de la tierra.	Porcentaje de área dentro de la zona, en la cual se han sustituido los usos originales del suelo por otros como, por ejemplo, la producción pecuaria, agrícola o la urbanización etc.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4 1,2,3,4 1,2,3
Número de hectáreas en la microcuenca.	El número total de hectáreas de bosque correspondientes al bosque, existentes dentro de la microcuenca propia del ecosistema en cuestión.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4 1,2,3,4 1,2,3
DAP promedio.	Promedio del Diámetro a la altura del Pecho (cm), de los individuos arbóreos que conforman el ecosistema.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4 1,2,3,4, 1,2,3,
Diversidad y abundancia de orquídeas.	Número total de orquídeas / número de especies de orquídeas identificadas. / orquídeas de la misma especie	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3, 4 1,2,3, 4 1,2,3,4
Plagas forestales de muérdago, gorgojo y barrenador de encino	Hectáreas afectadas por plagas de muérdago, gorgojo y barrenador de encino	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4, 1,2,3, 1,2,3
abundancia y diversidad de mamíferos medianos y mayores.	Numero de mamíferos medianos y mayores observados dividido el número de especies de mamíferos identificadas u observadas.	Bosque Tropical Bosque de coníferas y mixtos Bosque nuboso	1,2,3,4 1,2,3,4 1,2,3

Tabla 19. Descripción de los indicadores del recurso hídrico propuestos para los objetos de conservación y cuencas prioritarias (Medina, 2019).

Indicador	Descripción	Dimensional	Cuenca 1,2,3 o 4
Caudal	Cantidad de fluido que circula a través de una sección del cuerpo de agua, por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.	M ³ /seg	1,2,3,4
Balance Hídrico	Balance de materia; equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado	M ³ /seg	1,2,3,4
Sólidos sedimentables	Sólidos sedimentables es la cantidad de material que sedimenta de una muestra en un período de tiempo. Pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (mL/L) o de una masa (mg/L), mediante volumetría y gravimetría respectivamente.	mg/L	1,2,3,4
Oxígeno disuelto	El (DO), es el oxígeno que está disuelto en el agua. Esto se logra por difusión del aire del entorno, la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos; y como un producto de desecho de la fotosíntesis,	mg/L	1,2,3,4
Fosfatos	Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polisfosfatados.	mg/L	
Nitratos	Iones que existen de manera natural y que forman parte del ciclo del nitrógeno.	mg/L	1,2,3,4
Temperatura	Modificaciones de temperatura (aumento y disminución) que puede afectar negativamente a la calidad del aire, del agua y también a los seres vivos, así como puede incidir en el aumento de la evaporación y por lo tanto en la disminución del recurso.	° C	1,2,3,4
Turbidez	Medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.	UTN	1,2,3,4
PH*	El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H ⁺).	Unidades	1,2,3,4
Macroinvertebrados *	Organismos utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, por medio de estos se llevan a cabo Índices Bióticos, basados en la ordenación y ponderación de las especies de macroinvertebrados presentes en las aguas según su tolerancia a la contaminación orgánica.	---	1,2,3,4
Coliformes totales *	Origen es principalmente fecal y por eso se consideran índices de contaminación fecal, principalmente por E. coli	Nmp/100 ml	1,2,3,4
Anfibios indicadores (Salamandras, anuros)	Número de especies e individuos observados	#	1,2,3,4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los estudios recopilados, aunque no en su totalidad de los generados desde la declaración como Reserva de Biosfera de las RBSM. Los ejercicios de monitoreo llevados a cabo en los años 2015 y 2016 sirven como elementos para una línea base de información biológica para la RBSM, durante estos muestreos se puede comprobar que las condiciones ecológicas generales de la reserva se pueden catalogar como de muy buena.
- En relación con las cuencas prioritarias, las cuencas con mas información son las de Matanzas, San Jerónimo y el Hato mientras que la cuenca de Las Cañas cuenta menos información de estudios y monitoreo. En las primeras cuencas se han realizado investigaciones biológicas y socioeconómicas, así como, monitoreo biológico.
- Los ecosistemas considerados objetos de conservación, reportan investigaciones y monitoreo relacionados con la biodiversidad, principalmente el Bosque Nuboso y el Bosque Mixto Pino-Encino. En el Bosque Tropical Cálido ha sido menos el trabajo realizado, aunque también es de importancia ecológica. Con relación al recurso hídrico se han realizado estudios de calidad del agua principalmente en las cuencas que cuentan con los primeros dos ecosistemas.
- En relación con la biodiversidad, dentro de la reserva existen poblaciones de las especies seleccionadas como elementos de conservación, en peligro de extinción o emblemáticas, para algunas especies estas poblaciones han mostrado encontrarse en buenas condiciones (ej. Quetzal). Se ha calculado la incidencia y recurrencia de incendios forestales, y aunque su efecto es devastador en las áreas que afecta, a nivel global de la reserva y su área de influencia, su efecto sigue siendo pequeño y localizado.
- Las poblaciones faunísticas se van afectadas por la pérdida de hábitat, alimentos, de lugares de nidificación o refugio y, en general, la drástica pérdida de calidad de los ecosistemas Por otro lado, la repetición de incendios en una determinada zona boscosa provoca el abandono definitivo de las especies más exclusivas. Así mismo, aumenta la aceleración y aumento de ataque de plagas y enfermedades.
- Las principales especies indicadoras de la calidad de los ecosistemas son las aves, principalmente el quetzal, el pavo de cacho y el chipe cachetes dorados, los cuales se miden por presencia y abundancia, por ecosistema y por área, y estos pueden ampliarse a Subcuencas. Por otro lado, la presencia y abundancia de los mamíferos mayores y menores ha resultado factible utilizando el fototrampeo.
- Se han identificado especies de plagas forestales y sus puntos de afectación, que también muestra ser muy localizados, lo cual no compromete necesariamente la integridad de los ecosistemas. Las mediciones de calidad y cantidad de agua indican a manera general que la condición hídrica está en muy buen estado, siendo muy pocos ejemplos puntuales los que no alcanzan los parámetros mínimos.

- Lo que no se ha podido alcanzar con el esquema de monitoreo actual es el evidenciar tendencias del estado y su cambio de los distintos elementos, principalmente por los escasos periodos que lleva implementándose de forma sistemática.
- Los incendios forestales se consideran como la mayor amenaza que poseen los recursos naturales, que bajo ciertas circunstancias pueden ocasionar daños de gran magnitud e interrumpir el flujo de bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas forestales, como es el caso del período que se analizó, en el cual se incendiaron 1,454 hectáreas de bosque, que representa el 0.59 % del área total de la RBSM.
- En relación con el recurso hídrico los indicadores viables de cantidad y cantidad es el caudal y presencia de especies (Invertebrados y coliformes) respectivamente. Los macroinvertebrados han sido utilizados como indicadores en la calidad del recurso hídrico; sin embargo, se complica para el momento de establecer un sistema de monitoreo.
- Existen otras especies de fauna que son utilizados como indicadores de la calidad de los ecosistemas, entre ellos murciélagos, macroinvertebrados (artrópodos, arácnidos, abejas), mamíferos (felinos), entre otros; sin embargo, no se cuenta con suficiente información para establecer mecanismos de monitoreo y el costo estimado del mismo.

Recomendaciones

- Se recomienda continuar la recopilación de investigaciones y monitoreo biológico que se están realizando y que se estén generando para aumentar la disponibilidad de información en la plataforma generada por el Proyecto Biodiversidad par a Guatemala y que sirva para medir el impacto de la intervención de USAID-Chemonics en la conservación de la s Biodiversidad en las áreas prioritarias, en este caso de la RBSM.
- Es recomendable continuar con la aplicación de las técnicas de prevención de incendios forestales (quemadas prescritas, brechas cortafuegos) en las subcuencas de la RBSM, ya que las mismas reducen costos económicos y ecológicos, además está comprobado que contribuyen significativamente en la reducción de áreas afectadas por incendios forestales.
- La época de observación de aves (quetzal y pavo de cacho) es mejor realizarla en los meses de noviembre a abril, ya que se encuentran en fase de reproducción y por el cortejo, se observan y escuchan más fácilmente, mientras que en los otros meses (mayo a octubre), éstas se encuentran en fase de anidamiento, lo que hace que las aves estén más calladas y más quietas para evitar la depredación por otros animales o personas.
- En el caso de las aves (quetzal, pavo de cacho y chipe cachete dorado), se recomienda ampliar las áreas de observación en las cuencas prioritarias y en los ecosistemas para tener un dato más amplio de la distribución y conservación de las especies
- Para el recurso hídrico se recomienda establecer un programa de monitoreo de caudales en el resto de las cuencas prioritarias, pues hasta el momento solo se cuenta con datos de El Hato. Así mismo, en relación con la calidad del agua se recomienda la medición de coliformes.

- Para el levantamiento de la línea base y monitoreo del recurso hídrico es importante sistematizar la información generada en los últimos 10-15 años sobre el estado del recurso, caudales, calidad del agua, balance hidrológico, entre otros, para que al tener un estimado de la riqueza de los ríos, dicha información se pueda utilizar para el establecimiento de estrategias de conservación la conservación de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

■

BIBLIOGRAFIA

- Chaluleu, Cristina. 2017. *INFORME MONITOREO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA: VERIFICADOR FOTOTRAMPEO 2016-2017 -RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS-*.
- Cobar, A. 2007. "Winter Ecology, Relative Abundance and Population Monitoring of Golden-Cheeked Warblers (*Dendroica Chrysoparia*) throughout the Known and Potential Winter Range."
- Defensores, Fundación. 2003. "Plan de Monitroero Biológico Sistema Motagua - Polochic." : 50 p.
- . 2010. "IV Actualización Plan Maestro Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas." IV: 149 P.
- . 2017. *V Plan Maestro de La Reserva de La Biósfera Sierra de Las Minas*.
http://www.deguate.com/artman/publish/turismo_paraiso/reserva-de-la-biosfera-de-la-sierra-de-las-minas.shtml#.VpQkPFIUXoo.
- Estrada, Cristian. 2017. *Sintesis de Investigaciones En La Reserva de Biosfera Sierra de La Minas y Su Zona de Influencia*. Guatemala.
- Estrada, Cristian G. 2017. "Diversidad y Endemismo de Vertebrados Terrestres En Sierra de Las Minas , Guatemala." *Yu'am* 2(3): 5–16.
- González, Byron. 2008. "Winter Ecology, Relative Abundance and Population Monitoring of Golden-Cheeked Warblers (*Dendroica Chrysoparia*) throughout the Known and Potential Winter Range."
- Leal, Sara. 2008. "Calidad Del Agua En Cuenca Media Del Río Polochic, Alta Verapaz, Mediante El Uso de Macroinvertebrados Acuáticos Como Bioindicadores." San Carlos de Guatemala.
- Mayen, Eduardo. 2018. *MONITOREO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA -RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS-*. Guatemala.
- Moller, Gabriella Daniela Moller. 2016. *Identificación de Macroinvertebrados Fundación Defensores de La Naturaleza INFORME FINAL ÉPOCA SE CA Y LLUVIOSA Marzo 2016*.
- Paiz, Mari Clare. 1996. "Migraciones Estacionales Del Quetzal (*Pharomacrus Mocinno Mocinno* de La Llave) En La Región de La Sierra de Las Minas, Guatemala." : 113.
- Rosito Monzón, Juan Carlos. 2010. *Sistematización de Información Ecohidrológica de La Reserva de La Biosfera Sierra de Las Minas ,.* Guatemala.
- Suchini, Aura. 2001. *ENDEMISMO FLORISTICO EN EL NORTE DE LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS*. Guatemala.

ANEXOS

1. Listado General de Investigaciones en Plataforma MENDELEY (PDF)
2. Modelo situacional de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.
3. Plan de Monitoreo Sistema Motagua Polochic
4. Subcuencas con mayor y menor cobertura forestal en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas
5. Mapas de la localización de las áreas de monitoreo para los diferentes objetos de conservación.
6. Otros datos de monitoreo de incendios forestales (actividades de campo. Informe Anual 2017, Monitoreo de la Diversidad Biológica de la RBSM.
7. Resultados de Monitoreo de Caudales en la RBSM - FDN 2016-2017.

ANEXO 1.

LISTADO GENERAL DE LAS INVESTIGACIONES EN LA RBSM

- Aguirre, Maritza. 2003. "Diagnóstico Del Uso Hídrico de La Cuenca Del Rio Motagua En Los Municipios de San Agustín Acasaguastlán, San Cristóbal Acasaguastlán y El Júcaro, Departamento Del El Progreso, Guatemala." San Carlos de Guatemala.
- Alvarado, Susana. 2003. *Valorización Económica Del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Para El Uso Domiciliar y Riego En La Cuenca Del Río Lato, San Agustín Acasaguastlán.*
- Anne Dix, Mayra Maldonado, Margaret Dix, Odete de Bocalety, Rafael Girón. 1999. *EL IMPACTO DE LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC SOBRE LA INTEGRIDAD BIOLÓGICA DEL LAGO DE IZABAL.*
- Antonio Juarez, Manuel Izas, Michelle Bustamante. 2011. *Felinos Del Biotopo Del Quetzal, Desarrollo de Un Protocolo de Muestreo No Invasivo.*
- Avalos, Oscar. 2007. "Análisis Estudios Valoración Económica Ambiental."
- Avalos, Oscar. 2007. *Informe Del Aporte Del Bosque Nuboso En Las Microcuencas: El Carmen y Las Delicias, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.*
- Avalos, Oscar Rosito, Juan Carlos. 2007. *Evaluación Hidrológica de Las Subcuencas Pasabién y Pueblo Viejo.*
- Barrientos, Chritian. 2012. Unknown Digital Times *Evaluación Del Impacto de Especies No Nativas En Los Lagos Atitlán, Izabal y Peten Itzá; y Caracterización Del Hábitat de Especies Nativas y No Nativas de Peces.*
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001.
- Buch, Mario. 2016. ММИТ *Análisis de Factibilidad Técnica y Financiera de Actividades REDD+ En El Área Protegida Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas. Cooperación Técnica No Reembolsable.*
- Buch, Mario. 2001. "Evaluación Del Riego a Deslizamientos En La Subcuenca Matanzas, Rio Polochic, Guatemala." Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgrado CATIE.
- Bustamante, Michelle. 2012. Unknown Digital Times "RELACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FRUTOS DE LAS PLANTAS NUTRICIAS DEL QUETZAL (Pharomachrus Mocinno Mocinno de La Llave) CON LOS MOVIMIENTOS ALTITUDINALES DEL QUETZAL EN EL GRADIENTE DE ELEVACIÓN DEL BIOTOPO DEL QUETZAL." Universidad San Carlos de Guatemala.
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001.

- Bustamante, Michelle Castillo, Manuel Izás Barrios, and Diego Sánchez Juárez. 2010. “Fenología de Las Plantas Nutricias Del Quetzal (*Pharomachrus Mocinno Mocinno* de La Llave) y Su Efecto Sobre La Abundancia de Quetzales En El Biotopo Del Quetzal y Corredor Biológico Del Bosque Nuboso, Baja Verapaz.” *Informe Final De Investigación. Centro De Estudios Conservaioionistas-Dirección General De Investigación, Universidad De San Carlos De Guatemala.*
- C. Cerdán, E. Martín, G. Lamond, T. Pagella. 2008. *UNA GUÍA PARA USAR LA BASE DE CONOCIMIENTOS DE CAFE EN GUATEMALA.*
- Caal, Birkat. 2015. ““DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE AFRONTAN LOS GRUPOS PRODUCTORES DE CARDAMOMO DE LA SIERRA DE LAS MINAS JURISDICCIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE SANTA CATALINA LA TINTA Y PANZOS, ALTA VERAPAZ’ TESIS DE GRADO.”
- CAF. 2014. “Guía Para La Gestión de Recursos Hídricos En Cuencas de Montaña Bajo El Efecto Del Cambio Climático.” : 212. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/544>.
- Carlos, Aquino. 2003. “EVALUACIÓN DEL RIESGO A INCENDIOS FORESTALES Y PROPUESTA DE MANEJO DE FUEGO DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RIOS JONES , RIO HONDO Y PASABIEN SIERRA DE LAS MINAS, ZACAPA.” Rafael Landívar.
- Castañeda, Wilson. 2012. Unknown Digital Times “Caracterización de Sistemas Agroforestales En Zonas de Amortiguamiento de La Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas, Distrito Motagua, Durante Los Años 1999 y 2000.” Rafael Landívar.
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001.
- Castellanos, Armando Foerster, Charles R Lizcano, Diego J. Naranjo, Eduardo Cruz-Aldan, E Lira-Torres, Ivan et al. 2008. 8235 The IUCN Red List of Threatened Species *ESTADO ACTUAL DE CONSERVACIÓN DEL TAPIR (*Tapirus Bairdii* Gil 1865) EN EL SISTEMA GUATEMALTECO DE ÁREAS PROTEGIDAS.*
- CEAB-UVG, CECON-USAC, CONAP, Fondo SAM, FDN, IARNA y MARN. 2010. “Simposio de Biodiversidad y Servicios Ambientales En GT Libro de Resúmenes.” 8.
- CECON. 2001. “Distribución, Riqueza y Diversidad de Mamíferos En El Área Propuesta Como Corredor Biológico Entre El BUCQ y La RBSM.”
- Celis, José. 2008. “CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE RIBERA DE LAS SUBCUENCAS DEL RÍO UYÚS, EL PROGRESO Y RÍO HONDO, ZACAPA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL VALLE DEL MOTAGUA.” San Carlos de Guatemala.
- Chavez, Andrea. 2003. “ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN EN UN PROGRAMA DE CAPACITACION DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. CASO: DEFENSORES DE LA NATURALEZA Y SU TRABAJO EN LA SUBCUENCA DEL HATO, DISTRITO MOTAGUA, SIERRA DE LAS MINAS.” Rafael Landívar.

- Chinchilla, Lorena Estrada, Bryan Finegan, and Diego Delgado. 2005. *Guía de Monitoreo Ecológico: Validación de Procedimientos Metodológicos y Enfoques Propuestos Para Un Bosque de Coníferas Manejado En La RBSM Guatemala.*
- Cobar, A. 2007. “Winter Ecology, Relative Abundance and Population Monitoring of Golden-Cheeked Warblers (*Dendroica Chrysoparia*) throughout the Known and Potential Winter Range.”
- Cobar, A. 2010. “Caracterización y Habitat Chipe Cachete Dorado Bosque Pino Encino.” (44).
- Cóbar, Ana. 2015. *ANÁLISIS DEL CHIPE MEJILLA DORADA (Setophaga Chrysoparia), ESPECIES ACOMPAÑANTES EN LAS PARVADAS MIXTAS, Y CAMBIO DE COBERTURA EN LA ECOREGIÓN DE BOSQUES DE PINO-ENCINO DE CENTROAMÉRICA.*
- Conap. 2016. “Reserva de La Biosfera Maya Plan Maestro, 2a Actualización Dic-2015. Zona de Amortiguamiento, Tomo IV.” (23).
- Conap. 2008. “Tillandsia Xerographica.”
- CONAP. 2008. *Guatemala y Su Biodiversidad.*
- Congreso de la Republica. 1990. “Decreto 49-90, Ley Que Declara Área Protegida La Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas.” (49).
- Cottón, M. E. Enríquez;, and O. G. Martínez Castro, X. A. Sochil, A. López. 2017. 91 *LA AGRICULTURA TRADICIONAL, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO POR LAS COMUNIDADES QUEQCHÍES EN EL CORREDOR DEL BOSQUE NUBOSO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA.* Guatemala.
- Cristina, Licda Chaluleu, Alejandra. 2017. *Monitoreo de Diversidad Biológica: Verificador Fototrampeo 2016-2017 RBSM.*
- Cruz, Marco Morales de la. 2010. 22 “MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA VEGETACIÓN DE RIBERA Y EL RÉGIMEN HÍDRICO DEL RÍO EN CONDICIONES.” Universidad Politécnica de Valencia.
- Defensores de la Naturaleza, AURSA. 1998. *CONVENIO DE COOPERACION ENTRE LA FIINDACION DEFENSORES DE LA NATURALEZA Y ASOCIACION De USUARIOS DE RIEGO DE SAN JERONIMO 'SALAMA' B.V. (AURSA).*
- Defensores, Fundación. 2010. “IV Actualización Plan Maestro Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas.” IV: 149 P.
- Defensores, Fundación. 2010. *Actualización Plan Maestro IV: Reserve Biosfera Sierra de Las Minas.* Guatemala.

- Defensores, Fundación. 2017. *V Plan Maestro de La Reserva de La Biósfera Sierra de Las Minas*. http://www.deguate.com/artman/publish/turismo_paraiso/reserva-de-la-biosfera-de-la-sierra-de-las-minas.shtml#.VpQkPFIUXoo.
- Defensores, Fundación. 2003. “Plan de Monitoero Biológico Sistema Motagua - Polochic.” : 50 p.
- Del, Universidad et al. “Valoración Económica Del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Del Lado Sur De La Reserva De Las Biosfera Sierra De Las Minas, Guatemala.” (4): 1–13.
- Díaz, Mellany. 2015. “Análisis de La Calidad de Agua En La Cuenca Deia Del Rio Motagua.” Rafael Landívar.
- Diego Sánchez, Manuel Barrios, Michelle Bustamante. 2010. *Fenología de Las Plantas Nutricias Del Quetzal (Pharomachrus Mocinno Mocinno de La Llave) y Su Efecto Sobre La Abundancia de Quetzales En El Biotopo Del Quetzal y Corredor Biológico Del Bosque Nuboso, Baja Verapaz*.
- Eduardo Mayen, Danilo Saavedra, Ivan Soberanis, Cristina Chaluleu. 2017. *INFORME ANUAL 2017 MONITOREO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA -RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS*.
- Estrada, Christian. 2004. “DIETA, USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL PUMA (Puma Concolor) Y EL JAGUAR (Panthera Onca) EN LA SELVA MAYA.” San Carlos de Guatemala.
- Estrada, Cristian. 2017. *Síntesis de Investigaciones En La Reserva de Biosfera Sierra de La Minas y Su Zona de Influencia*. Guatemala.
- Estrada, Cristian G. 2017. “Diversidad y Endemismo de Vertebrados Terrestres En Sierra de Las Minas, Guatemala.” *Yu'am* 2(3): 5–16.
- Felipe Ramírez. “Comparación de La Hepatoflora En Dos Condiciones de Paisaje, En Tres Localidades de La Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas (RBSM).” San Carlos de Guatemala.
- Franco, Alberto. 2018. “APLICACIÓN DE DINÁMICA DE SISTEMAS PARA ANALIZAR EL IMPACTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA COBERTURA FORESTAL DE LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS Y PROPUESTA DE LÍNEA DE ACCIÓN TESIS DE GRADO ALBERTO.” Rafael Landívar.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. 2010. “FUNDACIÓN DEFENSORES DE LA NATURALEZA IV Actualización Plan Maestro.”
- Fundación Defensores de la Naturaleza. 2010. “Determinación de Agua En Bosque Nuboso En Parte Alte de La Subcuenca Del Rio Hato.” : 1–65.

Gálvez, Eliseo. 2003. *Valoración Del Agua de Uso Domiciliar y Del Agua Para Riego En La Cuenca Del Río Hato Comunidad de Chanrayo.*

García Vettorazzi, Manolo José Leonardo Manrique, Raquel. 2016. *7 Therya Clasificación Del Hábitat Potencial Del Tapir Centroamericano (Tapirus Bairdii Gill, 1865) Para Su Conservación En Guatemala.*
<http://132.248.10.25/therya/index.php/THERYA/article/view/345>.

García Vettorazzi, Manolo José, and Raquel Leonardo Manrique. 2016. "Classification of Potential Habitat of the Central American Tapir (*Tapirus Bairdii* Gill, 1865) for Their Conservation in Guatemala." *Therya* 7(1): 107–21.
<http://132.248.10.25/therya/index.php/THERYA/article/view/345>.

García Vettorazzi, Manolo Leonardo Manrique, Raquel Sofía Castillo Cabrera, Fernando José Gómez Juárez, Ivonne García Recinos, Liza. 2010. *El Tapir Centroamericano (Tapirus Bairdii 1865, Gill) Como Herramienta Para El Fortalecimiento Del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-.*

García, Brenda. "Estudio Del Dosel de La Selva Nublada Del Biotopo Universitario Para La Conservación Del Quetzal, Lic. Mario Dary Rivera." San Carlos de Guatemala.

García, M. et al. 2011. "Evaluación Preliminar Conectividad Habitat Tapir Guatemala." *Tapir Conservation* 20/1(28): 25–29.

García, Manolo. 2015. *LEVANTAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA EL MONITOREO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE ESPECIES VEGETALES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN LA RESERVA DE BIOSFERA MAYA.*

Global Water Partnership. "Experiencias Exitosas de La GIRH, Cuenca Río San Jerónimo Baja Verapaz, Guatemala." (Caso 321): 1–8.

González, Byron. 2008. "Winter Ecology, Relative Abundance and Population Monitoring of Golden-Cheeked Warblers (*Dendroica Chrysoparia*) throughout the Known and Potential Winter Range."

Gonzalez, Marvin. 2013. "EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES INSTITUCIONALES DE LAS ORGANIZACIONES QUE ADMINISTRAN TRES ÁREAS PROTEGIDAS DE ALTA VERAPAZ." Rafael Landívar.

Grajeda, Ana. 2014. "DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE MURCIÉLAGOS NECTARÍVOROS MIGRATORIOS Y RESIDENTES Y SU POTENCIAL IMPORTANCIA COMO POLINIZADORES Y DISPERSORES DE SEMILLAS EN BOSQUES DE PINO ENCINO Y BOSQUES SECOS DE GUATEMALA." (63).

- Grajeda, Ana. 2010. *ENSAMBLES DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN HÁBITATS NATURALES Y MODIFICADOS EN EL BIOTOPO UNIVERSITARIO PARA LA CONSERVACIÓN DEL QUETZAL MARIO DARY Y SU ÁREA DE AMORTIGUAMIENTO.*
- Guerra, A Alvarado, M. 2006. “De La Sierra de Las Minas Al Valle de San Jerónimo: Acciones Locales Para La Gestión Integrada Del Agua.”: 96. <http://opac.bibliotecaorton.catie.ac.cr/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=469448>.
- Guillermo, Putzeys. 2014. 8 “EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DEL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE EN LA FINCA SANTA LUISA, RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS (RBSM) TESIS DE GRADO GUILLERMO.” Rafael Landívar.
- Gutiérrez, Erick. 2005. “EQUIPAMIENTO BÁSICO PARA ECOTURISMO EN LA MICRORREGIÓN ALBORES-CHILASCÓ. RBSM.” San Carlos de Guatemala.
- Incer, Diego. 2012. Unknown Digital Times “Determinación Del Balance Hidrológico Del Ecosistema Del Bosque Nuboso de La Sierra de Las Minas En La Microcuenca de Teculután, Zacapa, Guatemala.” Rafael Landívar. http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001.
- Jiménez, Jorge. “Diversidad de Helechos (Monilophyta) En Las Áreas Protegidas Del Corredor Del Bosque Nuboso, En Purulhá, Baja Verapaz.” San Carlos de Guatemala.
- Johanna, Karinn Cumes, Sandoval. 2011. “Programa Conjunto Fortalecimiento de La Gobernabilidad Ambiental Ante El Riesgo Climático En Guatemala INFORME FINAL DE MONITOREO Y EVALUACIÓN.”: 1–28.
- Juan, Sandoval. 2016. “SISTEMATIZACIÓN DE COSTOS DE APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, REGIÓN LAS VERAPACES (2002-2012) ESTUDIO DE CASO.” *SISTEMATIZACIÓN DE COSTOS DE APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, REGIÓN LAS VERAPACES (2002-2012) ESTUDIO DE CASO*: 2016.
- Julio Morales, Ana Cobar, Felipe Ramírez, Jose Ramírez, Raquel Manrique, Alfy Morales, Manuel González. 2005. *Programa Piloto de Conservación y Manejo de Especies Cinegéticas En Tres Comunidades de La Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas (RBSM).*
- Landa, Linares. 2010. “Mecanismos de Compensación Relacionando Bosques Con Agua En Centroamérica y El Caribe de Habla Hispana.” : 1–11.
- Leal, Sara. 2008. “Calidad Del Agua En Cuenca Media Del Río Polochic, Alta Verapaz, Mediante El Uso de Macroinvertebrados Acuáticos Como Bioindicadores.” San Carlos de Guatemala.
- López, Albina. 2009. “Informe Final de –EPS- Realizado En Biotopo Para La Conservación Del Quetzal ‘Mario Dary’, Baja Verapaz, Guatemala Durante El Período Del 2 de Febrero Al 7 de Agosto Del 2009.” San Carlos de Guatemala.

- Loughino, John; Anderson, Robert y Philip Ward. 2009. "Artrópodos de Hojarasca En Mesoamérica." : 13.
- Lux, Martin, and Oscar Rojas. 2005. "Valoración Del Agua Como Servicio Ambiental Para El Abastecimiento de Agua Potable En El Casco Municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz." *Programa para la Descentralización y el Desarrollo Municipal*.
- Maldonado, C., Enríquez, E. et al. 2018. "Estimación Del Índice de Escasez Del Agua y Valoración Económica de La Oferta Hídrica Superficial Del Biotopo Universitario Para La Conservación Del Quetzal (Bucq), Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala." : 300.
- Mario Gaitán, Bayron Medina, Celena Molinedo, Ana Palacios, Issa De León, Sergio Vega. 2001. *Valoración Económica de Los Servicios Ambientales de Tres Microcuencas Del Corredor Seco de Guatemala*. Guatemala.
- Mario Gaitán, Bayron Medina, Fernando Cali, Jorge Chapas, Issa De León. 2012. *Lecciones Aprendidas Sobre Los Esquemas de Compensación o Pago Por Servicios Ambientales Implementados Den El Corredor Seco Con El Apoyo Del Efecto 4 Del Programa Conjunto*. Guatemala.
- Mayen Chávez, Eduardo. 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." (034).
- Mayen, Eduardo. 2018. *MONITOREO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA -RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS-*. Guatemala.
- Medina, Bayron. 2012. Unknown Digital Times *SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN DE MECANISMOS DE COMPENSACIÓN POR SERVICIOS AMBIENTALES*. http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001.
- Medina, Bayron. 2007. ... de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas. Brasil *Deslizamientos e Impactos Ambientales de Los Huracanes Mitch y Stan, En Guatemala*. <http://hercules.cedex.es/hidraulica/prohimet/Br07/Comunicaciones/Medina.pdf>.
- Medina, Camilo. 2009. 2005 Historia "Modelos Numéricos y Teledetección En El Lago de Izabal, Guatemala." Universidad de Cádiz.
- Méndez, Boris. 2009. *MEMORIA TALLER REGIONAL MECANISMOS DE COMPENSACION RELACIONANDO BOSQUES CON AGUA*.
- Méndez, Claudio Cano, Enio García, Jorge Barrios, Manuel Sáenz, Laura Barrios, Mercedes. 2011. *Fortalecimiento Del Corredor Del Bosque Nuboso de Baja Verapaz a Través Del Análisis de La Riqueza y Composición de Artrópodos - Proyecto FODECYT No. 14-2007*.

- Miguel Martínez, Leopoldo Dimas. *Valoración Económica de Los Servicios Hidrológicos: Subcuenca Del Río Teculután Guatemala.*
- Molina, Werner. 1998. “Caracterización de La Avifauna y Estimación de Las Densidades Poblaciones Relativas de 54 Especies de Aves En Carmelita, San Andrés, El Petén, Guatemala.” San Carlos de Guatemala.
- Moller, Gabriella Daniela Moller. 2016. *Identificación de Macroinvertebrados Fundación Defensores de La Naturaleza INFORME FINAL ÉPOCA SE CA Y LLUVIOSA Marzo 2016.*
- Morales, Julio. 2005. 46 *PROGRAMA PILOTO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ESPECIES CINEGÉTICAS EN TRES COMUNIDADES DE LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS (RBSM).*
- MORALES, JULIO RAFAEL, and ALVAREZ. 2005. “PROGRAMA PILOTO DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ESPECIES CINEGÉTICAS EN TRES COMUNIDADES DE LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS (RBSM).” (12).
- Moreira-Ramírez, José Fernando. 2009. “Patrones Diarios de Actividad, Composición, Tamaño y Abundancia Relativa de Manadas de Jabalí Tayassu Pecari (Link , 1795), En El Parque Nacional Mirador – Río Azul , Petén , Guatemala.” : 70.
- Naturaleza, Defensores de la. *Convenio de Cooperación Entre La Fundación Defensores de La Naturaleza y La Asociación de Usuarios de Riego En San Jerónimo, Salamá, Baja Verapaz.*
- Naturaleza, Defensores de la. 2007. *Demanda Actual y Futura Del Agua de Riego, Cuenca Del Rio Hato, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso Guatemala, Julio-2007.*
- Naturaleza., Fundación Defensores de la. 2015. “RESERVA DE BIOSFERA SIERRA LAS MINAS. BOSQUES Y AGUA PARA LA VIDA Y EL DESARROLLO. 25 Años.”
- Nestor, Saguí. 2011. “GENERACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO PARA Pinus Tecunumanii Eguluz & J.P Perry, EN BOSQUES NATURALES DE LA RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS RBSM, SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.”
- Núñez, Oscar. 2018. *Lecciones Aprendidas Fondo Del Agua de Sierra de Las Minas.*
- ODM, Fondo para el Logro de los. 2011. *Ficha Técnica Subcuenca Rio Pasabien, Rio Hondo, Zacapa.*
- Olga Valdez, Dania Marroquín, Ana Rosales. 1998. *EVALUACION Y CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO NATURAL FAUNISTICO EN PELIGRO DE EXTINCION EN GUATEMALA.*

Orellana, Rebeca. 1998. “Estudio etnobotánico de Siete Comunidades de La RBSM Con Énfasis En Plantas Medicinales.”

Ortiz, David. 2006. “Distribución de tarántulas (Araneae: Mygalomorphae) En La Región Semiarida Del Valle Del Motagua -Rsavm-.” San Carlos de Guatemala.

OSCAR HERNÁNDEZ, CARLOS COBOS, ARIEL ORTIZ, JUAN CARLOS MÉNDEZ
INSTITUCIONES: *Valoración Económica Del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Del Lado Sur De La Reserva De Las Biosfera Sierra De Las Minas, Guatemala.*

Oscar Hernández, Carlos Cobos, Ariel Ortiz, Juan Méndez. 2006. *Valoración Económica Del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Del Lado Sur De La Reserva De Las Biosfera Sierra De Las Minas, Guatemala.*

Pablo Bolaños, Gabriella Moller, Daniella Moller. 2016. *Identificación de Macroinvertebrados Fundación Defensores de La Naturaleza.*

Paiz, Mari Clare. 1996. “Migraciones Estacionales Del Quetzal (*Pharomacrus Moccino Moccino* de La Llave) En La Región de La Sierra de Las Minas, Guatemala.”: 113.

Parkswatch. *Guatemala: Reserva de Biosfera de La Sierra de Las Minas.*

Pérez, Ana. 2006. “DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA PROTEGIDA ‘REFUGIO DE VIDA SILVESTRE BOCAS DEL POLOCHIC’, NIDO DE LA VIDA - EL ESTOR, IZABAL.” San Carlos de Guatemala.

Pérez, Edgar.

“A56_Perez_1998_evaluacion_habitat_disponibilidad_guacamaya_petén_guatemala.”

Quiñonez, Juan. 2011. “Densidad Poblacional e Historia Natural Del Pavo de Cacho (*Oreophasis Derbyanus*), En La Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, El Progreso, Guatemala.” San Carlos de Guatemala.

Reference, Mandatory, and A D S Chapter. 2016. “Performance Indicator Reference Sheet (PIRS) Guidance & Template A Mandatory Reference for ADS Chapter 201.”

Renner, Swen. “Comunidad de Aves En Bosques Nubosos Bajo Impacto Humano Alta Verapaz.”

Robledo, José. 2001. “Estimación Económica de Las Principales Externalidades de Uso y Manejo de Los Recursos Naturales, En La Subcuenca Matanzas, Del Rio Polochic, Guatemala y Propuesta de Internalización Monetaria.” Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgrado CATIE.

- Rodríguez, Gabriela. 2005. “Estudio La Existencia de Alguna Relación de La Dinámica de Floración Con Los Cambios En La Composición, Riqueza y Abundancia de Abejas Nativas En La Región Semiárida Del Valle Del Motagua.” Universidad San Carlos de Guatemala.
- Rosito Monzón, Juan Carlos. 1999. “Estudio Florístico de La Comunidad Del Cipresillo En Sierra de Las Minas.”
- Rosito Monzón, Juan Carlos. 2010. *Sistematización de Información Ecohidrológica de La Reserva de La Biosfera Sierra de Las Minas*, Guatemala.
- Rosito Monzón, Juan Carlos. 2015. “Ecohidrología y Servicios de Regulación Hidrológica En Cuatro Subcuencas de La Reserva de La Biosfera Sierra de Las Minas (RBSM) y Sus Aplicaciones Para La Gestión de Recursos Hídricos.” Universidad de Alicante.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjis oLyhIzQA hVDxSYKHX20BaQQFggnMAI&url=https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/53266/3/tesis_juan_carlos_rosito_monzon.pdf&usg=AFQjCNGZ0mwlQdnz8o_ZeGvrxGBqWUyw4g&sig2=YWESzQyK0J6R1.
- Schank, Cody Mendoza, Eduardo Vettorazzi, Manolo J García et al. 2015. “Integrating Current Range-Wide Occurrence Data with Species Distribution Models to Map the Potential Distribution of Baird ’ s Tapir.” *IUCN/SSCTapir Specialist Group* 24(33): 15–30.
- Suchini, Aura. 2001. *ENDEMISMO FLORISTICO EN EL NORTE DE LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS*. Guatemala.
- Susana, For Barrientos, Alvarado. 2004. “Tendencia de La Disposición de Pago Por El Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Para Uso Domiciliar y Propuesta de Un Mecanismo Financiero, En La Cuenca Del Río Lato.”
- Susana, Por, and Alvarado Barrientos. 2003. “Fondo Del Agua Sistema Motagua Polochic Fundación Defensores de La Naturaleza Uso Domiciliar y Riego En La Cuenca Del Río Lato, San.”
- Trujillo, Rony. 2009. “Impacto Del Cambio de Uso Del Suelo Sobre La Diversidad de Alacranes (Arachnida:Scorpiones) En El Monte Espinoso de La Cuenca Del Río Motagua.” San Carlos de Guatemala.
- USAID. 2016. “Defining Outcomes & Indicators for Monitoring , Evaluation , and Learning in USAID Biodiversity Programming: An USAID Biodiversity How-To Guide 3.” (August): 1–40.
- UVG, CEA -. 2007. *Proyecto Institucionalidad Local Para El Manejo de Bosque y Agua En Comunidades Indígenas (Informe Técnico 2). Sitio Reserva Comunitaria Bio Itzá, San José, Petén. Sitio Morán, Municipio de Río Hondo, Zacapa*. Guatemala.
[http://uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/informes de proyectos/informe_BioItza-Moran.pdf](http://uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/informes%20de%20proyectos/informe_BioItza-Moran.pdf).

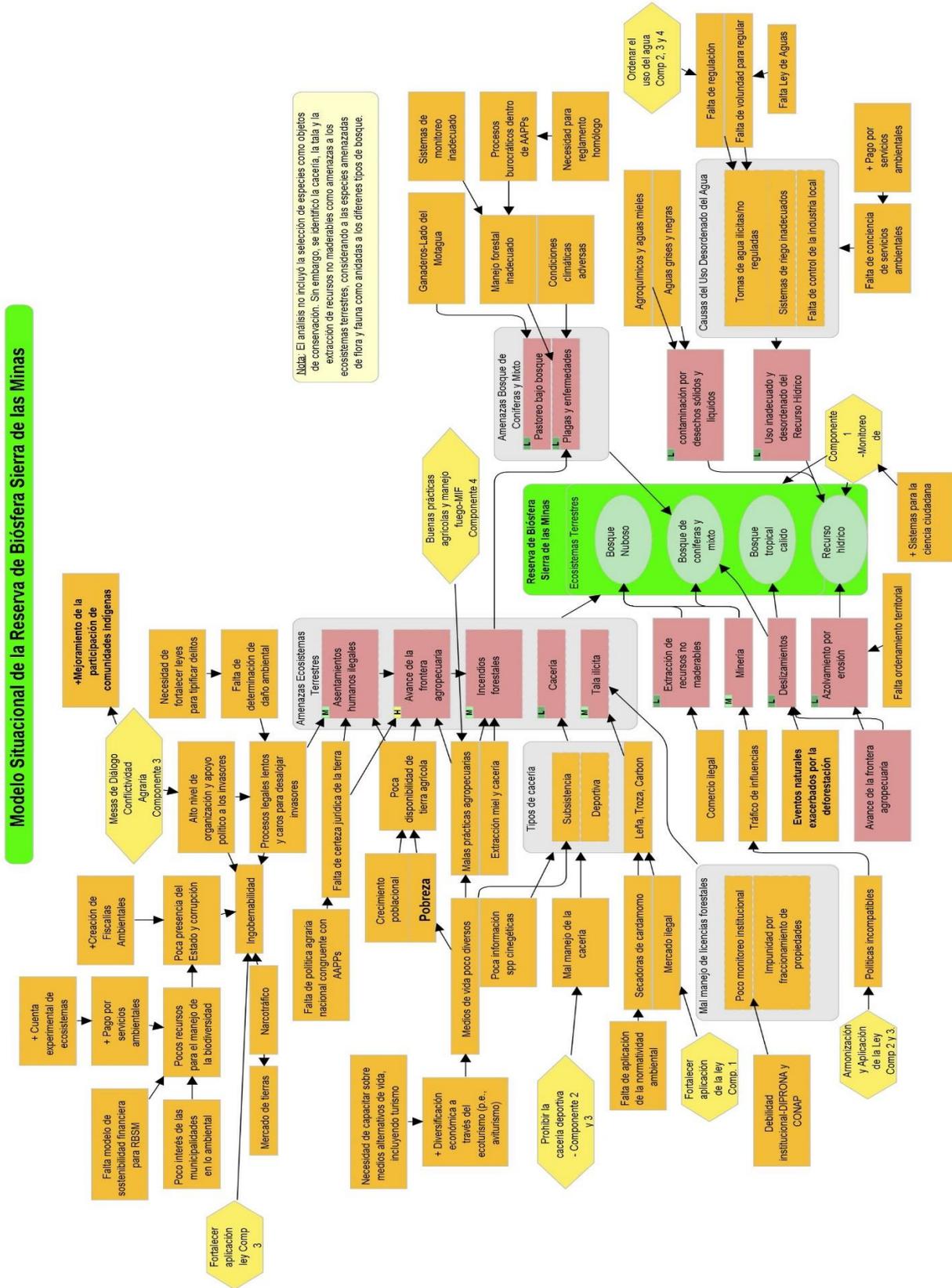
Vargas, J.M. 1999. "Caracterización de Comunidades Vegetales En Bosque Nublado Sierra de Las Minas.Pdf."

Veliz, Mario. 2008. *ANALISIS COMPARATIVO DE LA DIVERSIDAD FLORISTICA Y ENDEMISMOS DE LAS ZONAS SEMIARIDAS DE GUATEMALA*. USAC. Guatemala.

Yurrita, C. Bustamante, Michelle Barrios, Manuel A. 2013. *Evaluación de La Población de Quetzales (Pharomachrus Mocinno Mocinno de La Llave) Del Biotopo Para La Conservación Del Quetzal y Sus Movimientos Estacionales a Través Del Paisaje*.

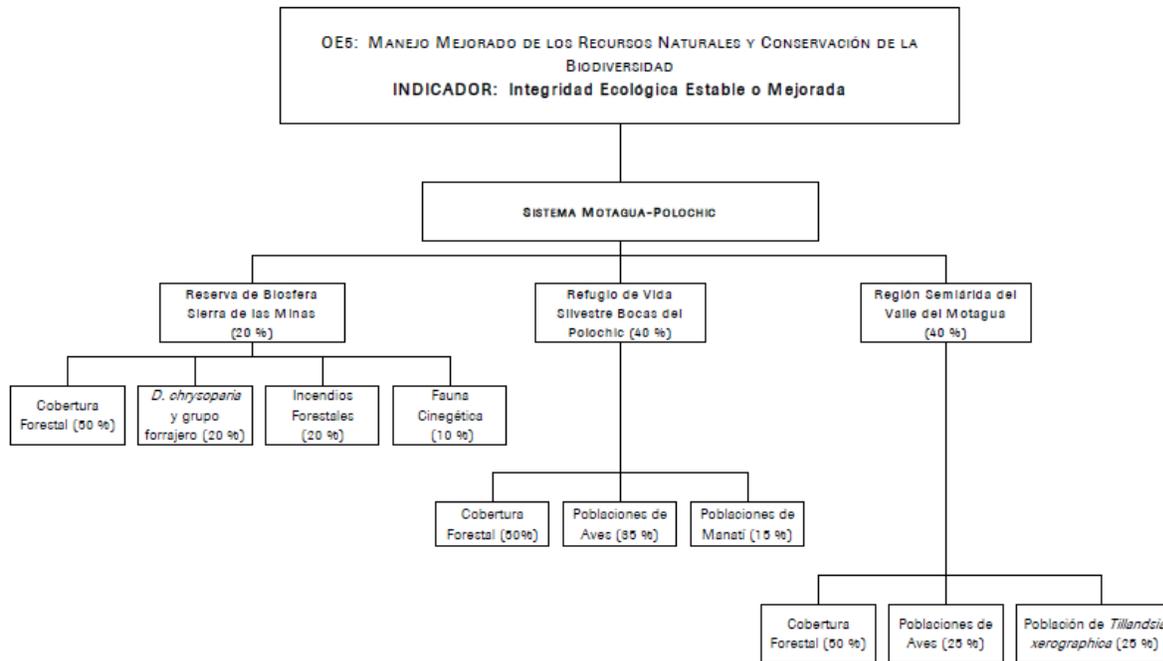
Zeceña, Luis. 1994. "Unidad Para Desarrollo de Investigaciones Científicas, Culturales y Actividades En Albores, Sierra de Las Minas." Rafael Landívar.

ANEXO 2. Modelo situacional de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas



ANEXO 3. Plan de Monitoreo Sistema Motagua-Polochic, FDN 2003

Esquema de Monitoreo Biológico Sistema Motagua-Polochic,.



Sistema de Monitoreo del Estado de la Biodiversidad Sistema Motagua-Polochic - RBSM

Procesos globales	Indicadores	VARIABLES a medir	Métodos	Periodicidad	Sitios específicos	Responsable
RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS						
1 Cobertura Forestal*	Cambios en el uso de la tierra	Avance de frontera agrícola. Talas ilegales.	Colección de datos mediante patrullajes de guardarecursos. Registro de variables a través de Geoposicionador GPS.	anual	Metodología válida para Sierra de las Minas y para el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic *	Directores de Áreas protegidas Con apoyo del Coordinador de Monitoreo biológico e investigación.
		Perdida de cobertura por talas ilegales	Uso de gps y levantamiento ocular en mapas 1:50,000	Anual		
2 Incendios forestales*	Área afectada por incendios	Área incendiada	Registro en mapas 1:50,000	Anual		
		Tipo de incendios	Formulario para base datos	Anual		
3 Fauna Cinegética	Abundancia Poblacional	Abundancia Relativa	Transectos dentro y fuera de zona núcleo (área fuente y sumidero)	Bimensual	Cuenca de Morán y Lato	Consultor del Proyecto y apoyo de Universidad de San Carlos de Guatemala.
4 <i>Dendroica chrysoparia</i> y grupo forrajero.	<i>Dendroica chrysoparia</i> , índices de detección.	Abundancia relativa Número de registros por esfuerzo (horas-hombre).	Transectos de 1Km	De octubre a febrero, cuando se considera "migratorio establecido"	Énfasis en las cuencas: Lato, San Isidro, Huijo, Pasabien-Hondo, Jones y Matanzas.	Coordinador de proyecto.

ANEXO 4. Subcuencas con mayor y menor cobertura forestal en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas.

Subcuencas con mayor cobertura forestal - RBSM

Número	Subcuenca	Cobertura forestal (%)
1	Río Tzambalá	94.2
2	Sistema de Quebrada Las Cañas	93.1
3	Río El Lobo	84.5
4	Río Balandra	81.4
5	Río Las Guaritas	80.9
6	Río Las Cañas	79.9
7	Río Pataxte	78.8
8	Río El Chapín	78.4
9	Río San Jerónimo	76.2
10	Río Sierra de las Minas	74.6
11	Sistema de Quebrada Pataxte	74.4
12	Río Los Limones	73.1
13	Riachuelo Doña María	72.5
14	Río Tinajas	71.5
15	Río Los Achiotes	71.1
16	Río Zarquito	70.9
17	Río Zarco	70.8
18	Río Ribacó	70.7
19	Río Mayuelas	69.2
20	Río San Antonio	65.0

Fuente: FDN, 2015

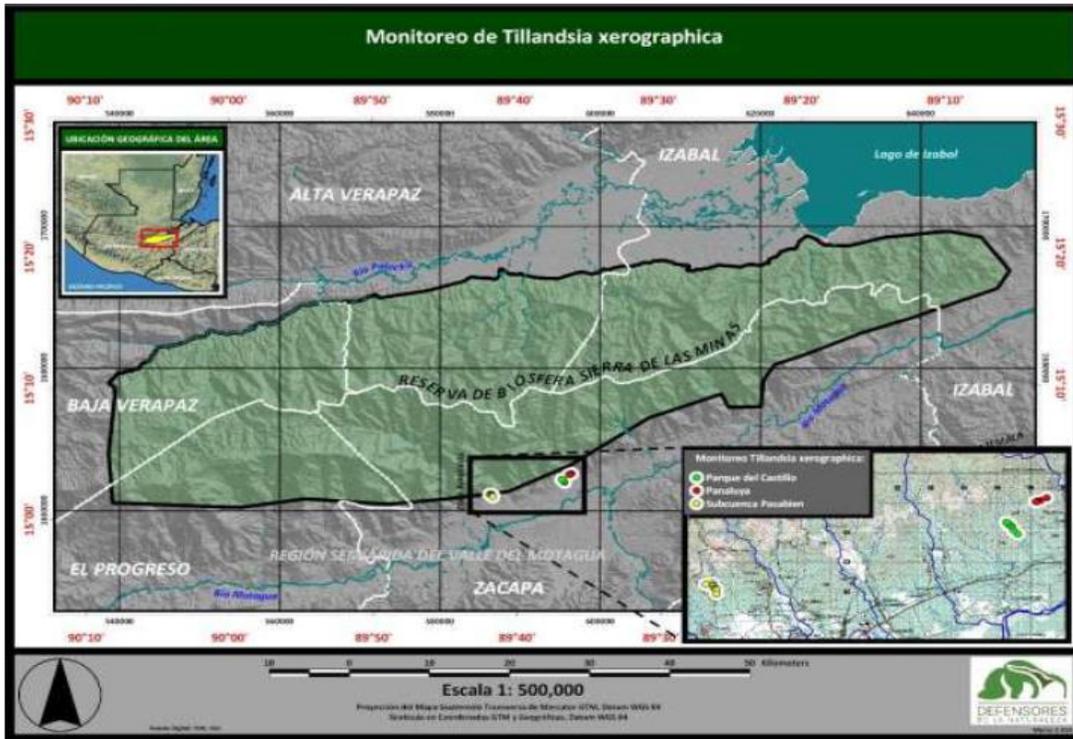
Subcuencas con menor cobertura forestal - RBSM

Número	Subcuenca	Cobertura Forestal (%)
1	Sistema de quebrada Los Zopilotes	0.00
2	Sistema de quebrada Olimpia	0.03
3	Sistema de quebrada La Pepesca	3.39
4	Sistema de quebrada Ribacó	3.12
5	Sistema de quebrada San Francisco	0.72
6	Sistema de quebrada Paso Hondo	6.52
7	Sistema de quebrada El Calvario	2.58
8	Quebrada Balamché	6.87
9	Sistema de quebrada El Jicaro	5.24
10	Sistema de quebrada Río Matanzas	1.71
11	Quebrada La Vega	10.76
12	Sistema de quebrada La Pinada	5.97
13	Río Morazán	17.42
14	Río Jolomjixquib	14.00
15	Río San Francisco	9.07
16	Sistema de quebrada Las Flores	19.95
17	Río Los Espinos	19.84
18	Sistema de quebrada San Miguel	16.34
19	Río Jolomjix	14.91
20	Río Pencalá	

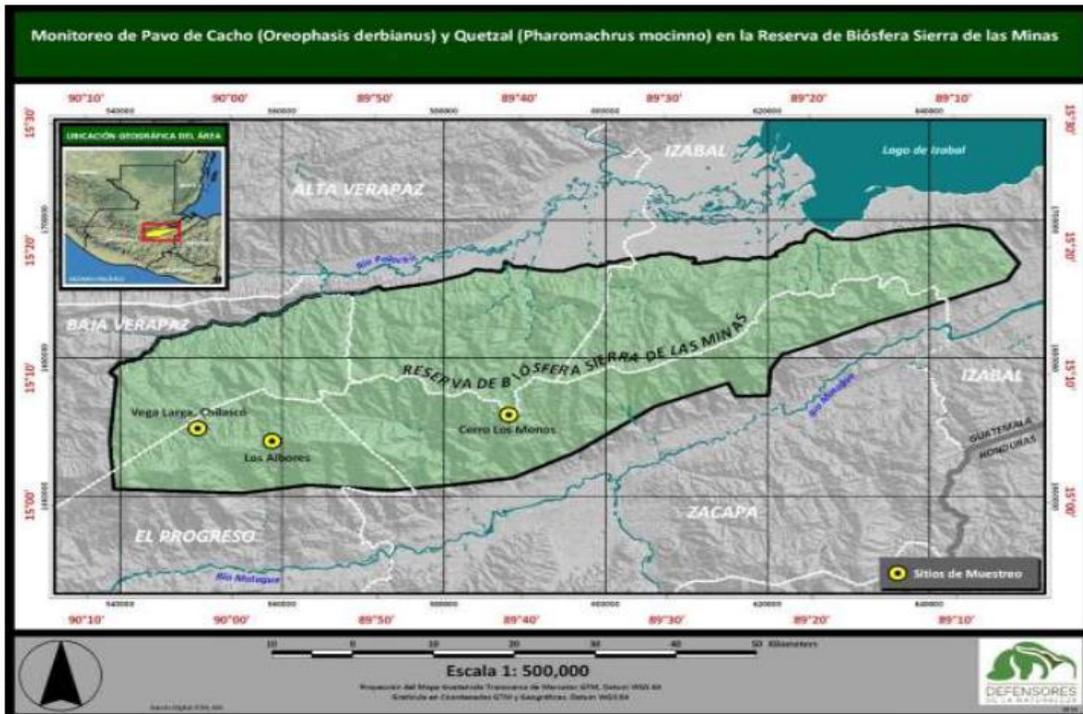
Fuente: FDN, 2015.

ANEXO 5. Localización y registros en las áreas de monitoreo para los diferentes objetos de conservación (Estrada, 2017).

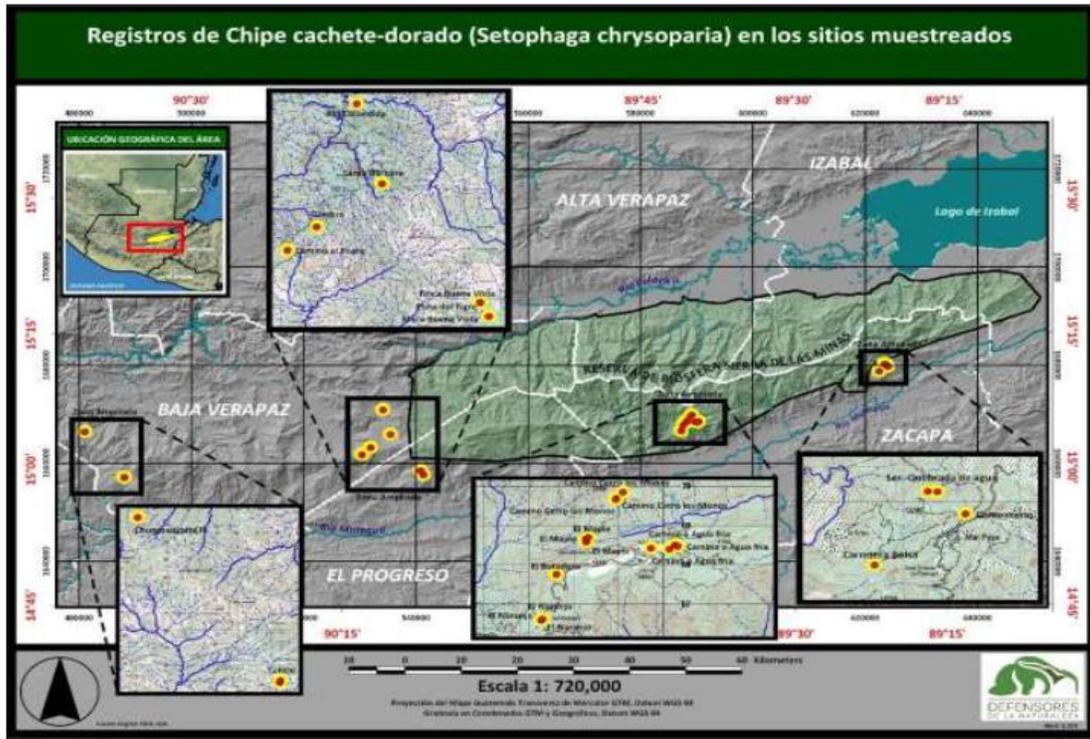
Localización geográfica de los sitios de muestreo para el monitoreo de *Tillandsia xerographica*.



Localización de los sitios de monitoreo de pavo de cacho y quetzal en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.



Localización de los sitios de monitoreo de chipe cachete dorado y parvadas mixtas en la RBSM y su área de influencia.



Localización de los sitios de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y su área de influencia.



Localización de los sitios de muestreo de fauna con fototrampeo en la zona suroeste de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

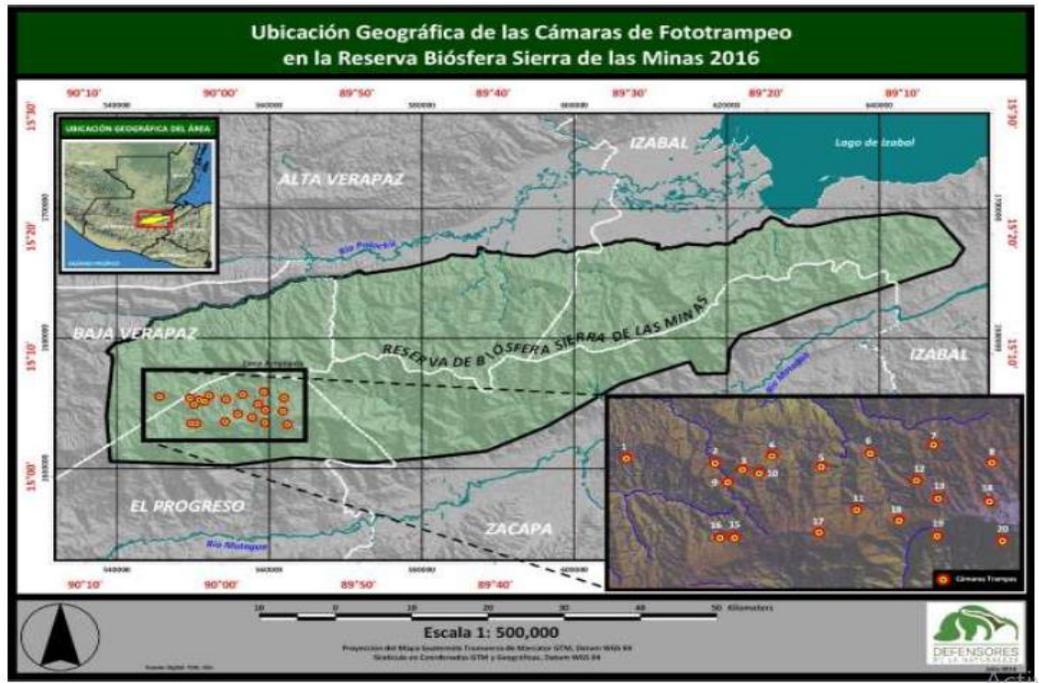




Tabla V. 115 Especies registradas (Presencia = X) durante los 2 años (Albores, Chilascó)- RBSM, 2016 – 2017.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Albores - Chilascó 2016	Albores - Chilascó 2017	LEA-CONAP	CITES	UICN
1	Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma unicolor</i>	Chara unicolor	X				
2	Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Arremon brunneinucha</i>	Saltón gorrICASTAÑO	X	X			LC
3	Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Aspatha gularis</i>	Momoto gorgiazul		X			LC
4	Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucaneta verde	X				
5	Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus belli</i>	Chipe cejidorado	X				
6	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus dryas</i>	Zorzal pecho amarillo	X	X			LC
7	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de frantzius	X	X			LC
8	Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Chinchinero común					LC
9	Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café			3	II	LC
10	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Breñero rojizo					LC
11	Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero collarejo					LC
12	Aves	Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero gallito mexicano					LC
13	Aves	Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria guatemalensis</i>	Hormiguero cholino escamoso	X				LC
14	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared selvático pechigris					LC
15	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Hylocichla mustelina</i>	Zorzalito maculado					NT
16	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma					LC
17	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila cassinii</i>	Paloma pechigris					LC
18	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera					LC
19	Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus coeruliceps</i>	Momoto coroniazul					LC
20	Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus guttatus</i>	Codorniz bolonchaco	X	X			LC
21	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelopina nigra</i>	Pajuil	X	X	2	III (GT)	V
22	Aves	Piciformes	Picidae	<i>Picoides villosus</i>	carpintero vellosos mayor					LC
23	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Oreophaps derbianus</i>	Pavo de cacho	X		2	I	E
24	Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca común	X		3	III (GT)	LC
25	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	X	X			LC

14 DE FEBRERO 2019

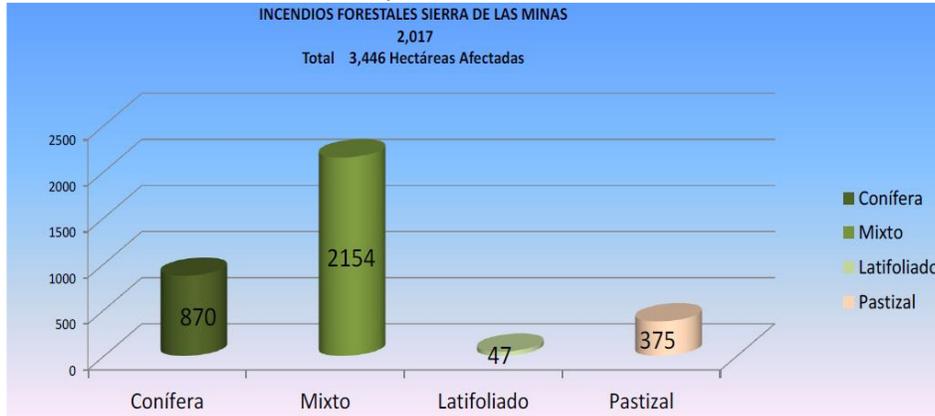
Esta publicación fue producida para ser revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Fue preparada por Chemonics International Inc.

No.	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Albores - Chilascó 2016	Albores - Chilascó 2017	LEA-CONAP	CITES	UICN
26	Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogón mexicano		X	3		LC
27	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo		X			LC
28	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus infuscatus</i>	Mirlo negro	X	X			LC
29	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus assimilis</i>	Zorzal		X			LC
30	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zentrygon albifacies</i>	Paloma perdiz cara blanca	X	X			LC
31	Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	X	X	3		LC
32	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	X		3		LC
33	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	Tacuazín		X	3		LC
34	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Perico ligero	X	X	3		LC
35	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	X		2	I	LC
36	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	X		2	I	LC
37	Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo		X	2	I	NT
38	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama temama</i>	Cabruto	X	X	2	III (GT)	DD
39	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		X			LC
40	Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo					LC
41	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Pizote	X	X	3		LC
42	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X		3		LC
43	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		X	3	III (GT)	LC
44	Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	X	X	3	II	LC
45	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Micoleón		X	3		LC
46	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla	X		3		LC
47	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus sp</i>	Ardilla		X			
48	Mammalia	Carnivora	Mephitidae	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado					LC
49	Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	X	X	2	I	E
						25	24			

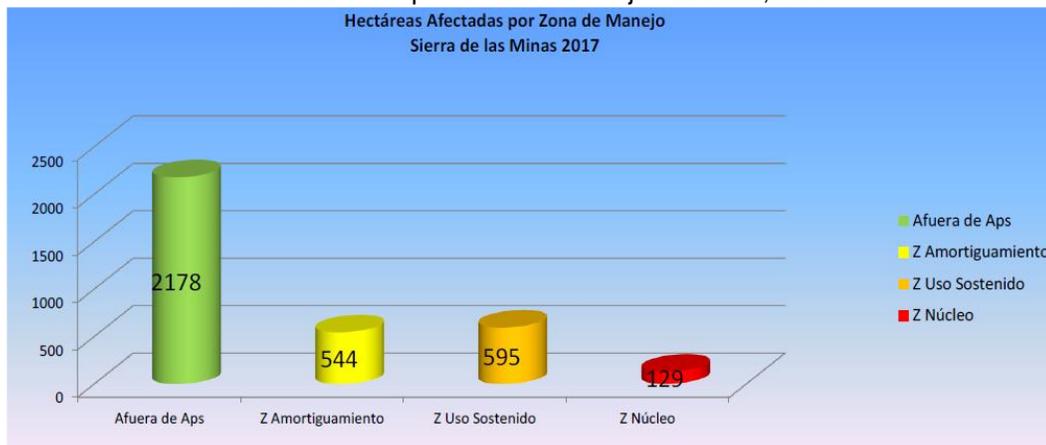


ANEXO 6. Otros datos de monitoreo de incendios forestales (actividades de campo. Informe Anual 2017, Monitoreo de la Diversidad Biológica de la RBSM.

Área afectada por incendios forestales 2,017



Área afectada por Zona de manejo. RBSM 2,017.



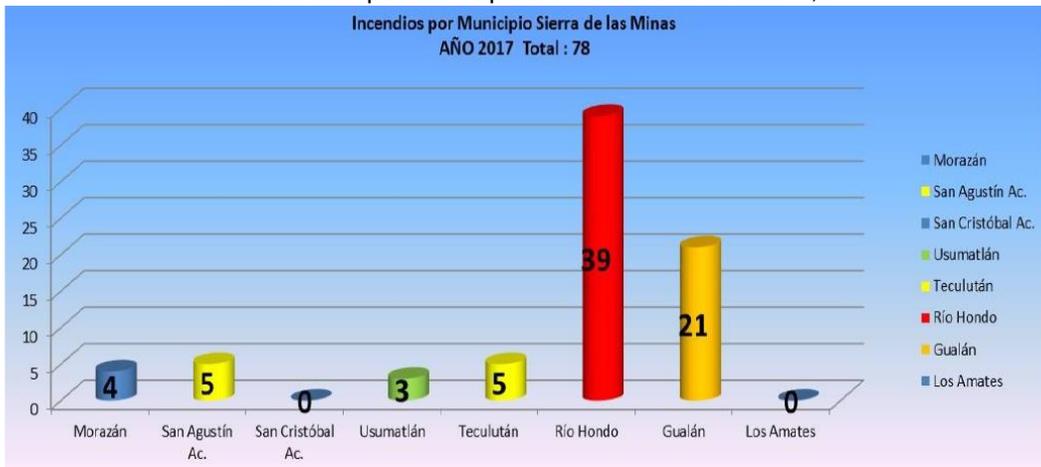
Número de incendios por Zona de manejo. Sierra de las Minas 2,017



14 DE FEBRERO 2019

Esta publicación fue producida para ser revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Fue preparada por Chemonics International Inc.

Área afectada por municipios. Incendios forestales 2,017



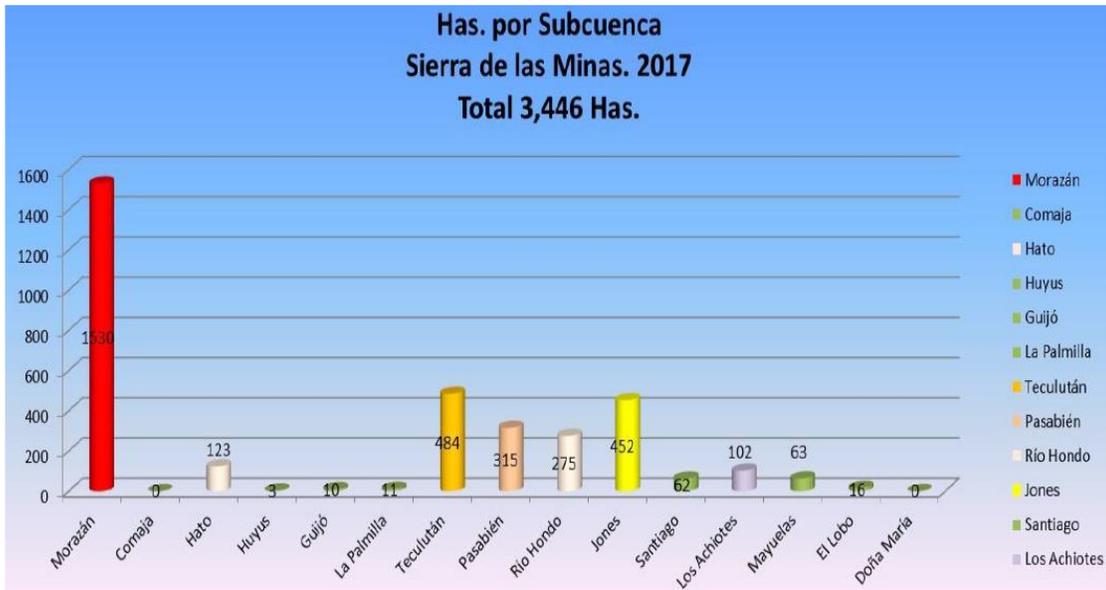
Número de incendios por Subcuenca. 2,017



Área afectada por municipios. Incendios forestales 2,017



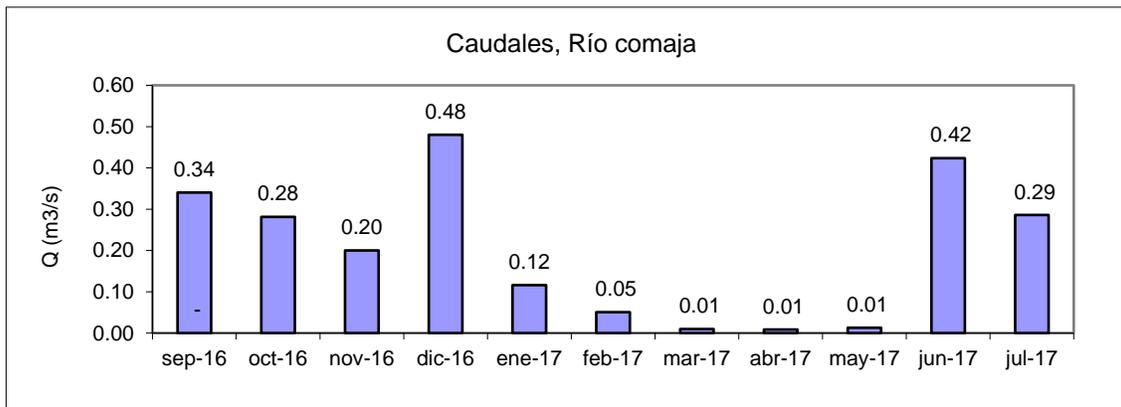
Área afectada por Subcuenca. Incendios forestales 2,017



ANEXO 7. Resultados de Monitoreo de Caudales en la RBSM - FDN 2016-2017.

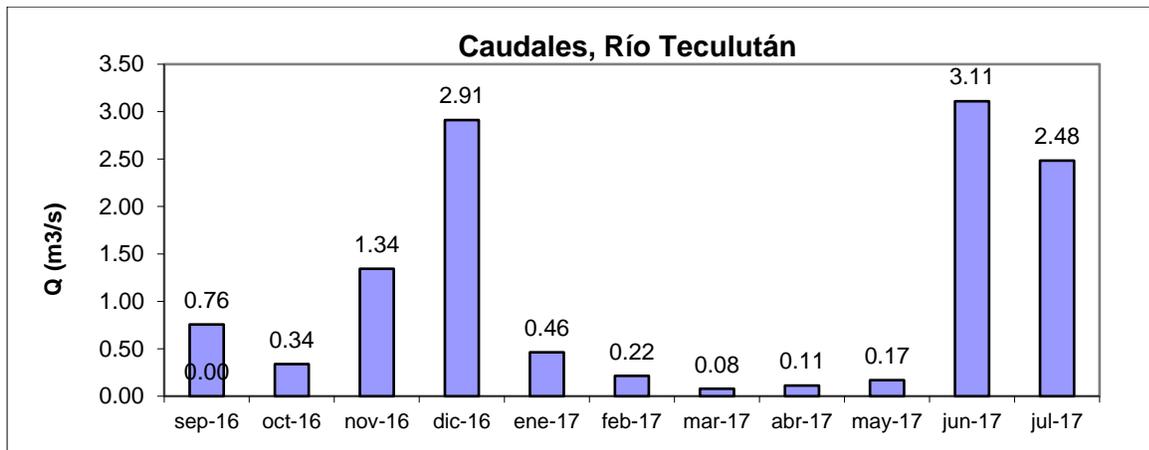
Medición de caudales en *río Comaja*.

Mes	M/s
Sep-16	0.34
Oct-16	0.28
Nov-16	0.20
Dic-16	0.48
Ene-17	0.12
Feb-17	0.05
Mar-17	0.01
Abr-17	0.01
May-17	0.01
Jun-17	0.42
Jul-17	0.29



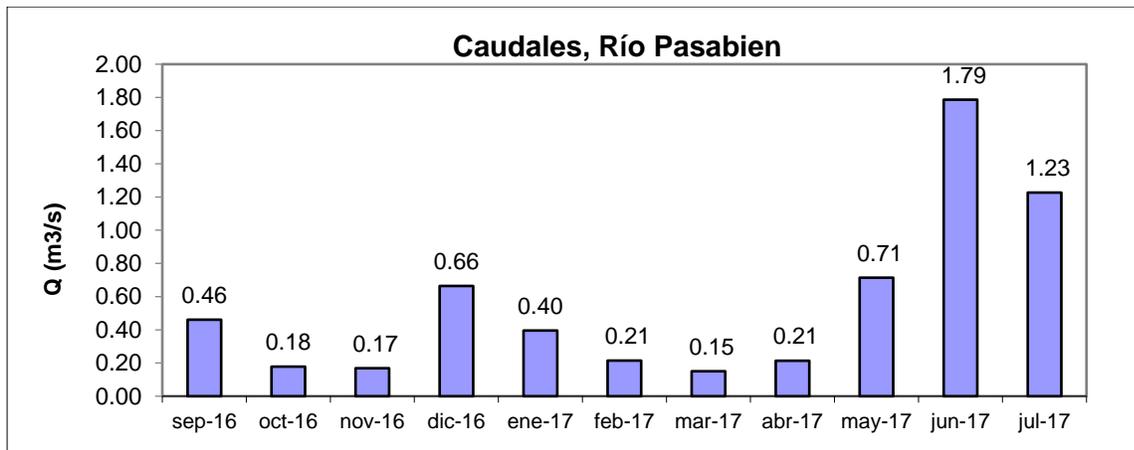
Medición de caudales en río **Teculután**.

Mes	M/s
Sep-16	0.76
Oct-16	0.34
Nov-16	1.34
Dic-16	2.91
Ene-17	0.46
Feb-17	0.22
Mar-17	0.08
Abr-17	0.11
May-17	0.17
Jun-17	3.11
Jul-17	2.48



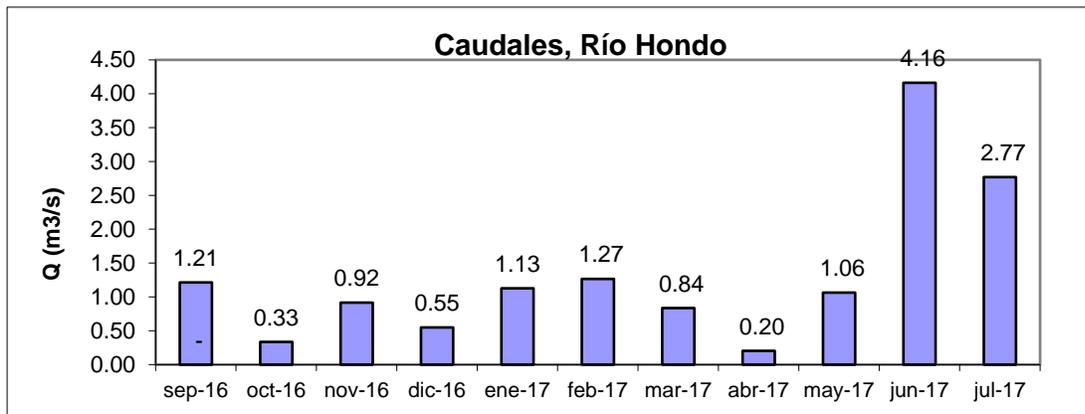
Medición de caudales en *río Pasabien*.

Mes	M/s
Sep-16	0.46
Oct-16	0.18
Nov-16	0.17
Dic-16	0.66
Ene-17	0.40
Feb-17	0.21
Mar-17	0.15
Abr-17	0.21
May-17	0.71
Jun-17	1.79
Jul-17	1.23



Medición de caudales en *río Hondo*.

Mes	M/s
Sep-16	1.21
Oct-16	0.33
Nov-16	0.92
Dic-16	0.55
Ene-17	1.13
Feb-17	1.27
Mar-17	0.84
Abr-17	0.20
May-17	1.06
Jun-17	4.16
Jul-17	2.77



Medición de caudales en *río Los Achiotos*.

Mes	M/s
Sep-16	0.61
Oct-16	0.37
Nov-16	0.82
Dic-16	1.15
Ene-17	1.35
Feb-17	0.14
Mar-17	0.05
Abr-17	0.09
May-17	0.12
Jun-17	1.46
Jul-17	1.05

