

# PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL VOLCAN TACANÁ Y SU ZONA DE INFLUENCIA EN MÉXICO Y GUATEMALA

Con el financiamiento y apoyo de:



Con la coordinación institucional de:



# PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL VOLCÁN TACANÁ Y SU ZONA DE INFLUENCIA EN MÉXICO Y GUATEMALA

**Benigno Gómez y Gómez**

San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.  
Octubre de 2017

Con el financiamiento y apoyo de:



Con la coordinación institucional de:



# PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL VOLCÁN TACANÁ Y SU ZONA DE INFLUENCIA EN MÉXICO Y GUATEMALA

## RESUMEN EJECUTIVO

El volcán Tacaná, es un complejo volcánico que se ubica en los límites territoriales entre México y Guatemala, siendo un sitio de alta diversidad biológica denotada por su ubicación geográfica y su condición de montaña que va de los 200 a casi 4,100 metros sobre el nivel del mar.

Dada su riqueza biológica es reconocida como un área de gran importancia por ambos gobiernos, habiendo sobre éste, diferentes áreas protegidas como la Reserva de Biosfera Volcán Tacaná en México, el Parque Regional Municipal Sibinal y la Zona de Veda Definitiva Volcán Tacaná en Guatemala. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), instancias encargadas del manejo y administración de las áreas protegidas en México y Guatemala respectivamente, han generado programas de trabajo anuales desde 2009, con la intención de identificar y definir la mejor dirección de un manejo binacional compartido del territorio, priorizando las estrategias enfocadas a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Todos estos antecedentes fueron considerados para desarrollar el presente **Plan de Manejo Integrado del Volcán Tacaná y su zona de influencia en México y Guatemala**, cuyo objetivo es promover a corto, mediano y largo plazo acciones de manejo y conservación del volcán Tacaná como mecanismo para garantizar a perpetuidad la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales, así como el desarrollo humano sostenible de manera integral y binacional. Lo antes planteado se busca alcanzar a través de acciones integradas en cuatro grandes subprogramas con una visión integrada que incluye aspectos del enfoque de cuencas, ecosistémico, paisajes funcionales, bioculturales y el de reservas de la biosfera binacionales; todo ello con el fin de garantizar la conservación y el desarrollo del patrimonio biocultural y el de sus habitantes. Los subprogramas son: 1) Gobernanza y gestión; 2) Conservación, manejo y restauración del paisaje; 3) Desarrollo económico local y regional y 4) Gestión de riesgo. Cada uno de estos subprogramas pretenden acciones binacionales enmarcadas en un mecanismo de participación colectivo que favorezca el manejo del territorio bajo un esquema organizado.

La operación del Plan de Manejo Integral será el objetivo principal de éste mecanismo que se propone sea coordinado a través de un Comité Directivo Binacional, integrado por actores institucionales que inciden directamente en el manejo y toma de decisiones del sitio, considerando también a los gobiernos municipales y el sector social. Este comité directivo se interrelacionará con un comité nacional en ambos países (México y Guatemala), quienes coordinarán a nivel sectorial las acciones que se procuren desarrollar y que bajaran las acciones a nivel

local, por medio de órganos de participación interinstitucional/intergubernamental (Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) en el caso de Guatemala y posiblemente el Consejo Asesor de la Reserva de la Biosfera volcán Tacaná para el caso de México). Finalmente, el Plan de Manejo Integral intenta a mediano plazo sentar las bases para la formulación de una propuesta de Reserva de la Biosfera Binacional que los países inmiscuidos puedan presentar a través de sus cancillerías a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés).

## CONTENIDO

Resumen ejecutivo	2
Siglas y acrónimos	6
Introducción	7
Antecedentes	9
Objetivos	12
Área de implementación del Plan de Manejo Integrado	13
Problemática del área	26
Organización operativa	27
Plan de acción	30
Literatura citada	46

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>AICAS</b>	Área de Importancia para la Conservación de las Aves
<b>CDB</b>	Convenio de Diversidad Biológica
<b>CENAPRED</b>	Centro Nacional de Prevención de Desastres
<b>CITES</b>	Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>COCEDE</b>	Consejos Departamentales de Desarrollo
<b>COMUDE</b>	Consejo Municipal de Desarrollo
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONAFOR</b>	Comisión Nacional Forestal
<b>CONANP</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>CONAP</b>	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
<b>DAPMA</b>	Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente
<b>IARNA</b>	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente
<b>IDAEH</b>	Instituto de Antropología e Historia
<b>INAB</b>	Instituto Nacional de Bosques
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y, Geografía
<b>INGUAT</b>	Instituto Guatemalteco de Turismo
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>LGV</b>	Ley General de Vida Silvestre
<b>MOU</b>	Memorándum de entendimiento
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>OCRET</b>	Oficina de Control de Áreas Protegidas
<b>OFS</b>	Ordenación Forestal Sostenible
<b>OEA</b>	Organización de los Estados Americanos
<b>OIMT</b>	Organización Internacional de Maderas Tropicales
<b>PMI</b>	Plan de Manejo Integral
<b>PRMS</b>	Parque Regional Municipal Sibinal
<b>PST</b>	Prestadores de Servicios Turísticos
<b>RBVTA</b>	Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná
<b>ROVAP</b>	Rango de Oportunidad para Visitantes en Áreas Protegidas
<b>RPF</b>	Restauración del paisaje forestal
<b>SDR</b>	Secretaría de Desarrollo Rural
<b>SECTUR</b>	Secretaría de Turismo
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SIGAP</b>	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
<b>UMA</b>	Unidad de Manejo de Vida Silvestre
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## INTRODUCCIÓN

El área del volcán Tacaná es compartida entre los países de México y Guatemala, representando políticamente la frontera entre dichos países (Fig. 1). Ecológicamente es un sistema que funciona integralmente, permitiendo la compartición de dos cuencas hidrográficas, las de los ríos Coatán y Suchiate (OEA-IICA, 1994; UICN, 2003; García y Kauffer, 2011; Kauffer, 2011), así como la distribución de diversas especies silvestres a través de la conectividad biológica que existe en esta región (CONANP, 2009). A nivel sociocultural, son varios los autores que señalan a esta región como un área de dinamismo binacional destacando como relaciones constitutivas a la cultura, el comercio y al mercado de trabajo. La etnia Mam y sus descendientes son los principales pobladores de esta región, los cuales comparten su cultura, conocimientos y su forma de relacionarse con la naturaleza en ambos países. (Martínez, 1994; Ordóñez, 2006; Rodríguez, 2008; Rojas, 2009; Ángeles, 2011).

Considerando como referencia el marco conceptual internacional sobre áreas binacionales (UNESCO, 1996), el volcán Tacaná es un candidato idóneo para alcanzar un reconocimiento que contemple una gestión común, orientada hacia acciones de conservación y uso sostenible en los ecosistemas que se comparten entre ambos países. El establecimiento de un área binacional conlleva una gran complejidad, debido a que debe funcionar en un marco común, pero con la suficiente flexibilidad para dar cabida a toda la diversidad natural, cultural y administrativa que suele contener los países implicados (Molina y Villa, 2008).

El Plan de Manejo Integral se ha elaborado como una herramienta que tenga como marco de referencia la creación de una Reserva de la Biosfera Binacional, la cual permita la conservación del patrimonio y paisajes bioculturales, y considere los enfoques de cuenca, ecosistémicos y funcionales, los cuales en su conjunto constituyen una nueva propuesta para aspirar a una gestión territorial integral. Implícitas en las acciones a ejercer, se encuentran la identificación y valoración de los conocimientos y usos tradicionales de los recursos naturales que, mediante el acompañamiento técnico/científico permitirán el crecimiento económico local por medio de un desarrollo humano sostenible, así como el mantenimiento y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales.



Fig. 1. El volcán Tacaná, un área de alta biodiversidad entre México y Guatemala.

## ANTECEDENTES

El territorio del volcán Tacana se ha visto manejado a través de la historia de manera diferenciada entre México y Guatemala. Lo anterior, ha frenado el desarrollo conjunto de acciones binacional que permitan la conservación del patrimonio biocultural.

En Guatemala, por Acuerdo Presidencial del 21 de junio de 1956 (CONAP, 2014) el área de Tacaná se incluyó dentro de los conos volcánicos que son considerados como Zonas de Veda Definitiva. Por su parte, el gobierno municipal decretó el Parque Regional Sibinal (PRMS) en 2007, que incluye cuatro polígonos en el área del volcán Tacaná, siendo este parque reconocido como un área protegida por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) e incorporado al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) (CONAP, 2007). La región del Tacaná es considerada como una zona de Alta y Muy Alta Importancia para la Recarga Hídrica, según el mapa elaborado por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) en el año 2003. Estudios generados por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), establecen que el arco volcánico del país representa uno de los sitios de mayor importancia biológica, económica, social y cultural pues albergan diferentes ecosistemas a lo largo del gradiente de elevación los cuales son hábitat de una alta diversidad endémica de especies y que además proveen de bienes y servicios ecosistémicos a las comunidades e industria (IARNA, 2003; Godoy, 1999).

En el caso de México, se decretó en el año 2000 la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Volcán Tacaná por el Gobierno del Estado de Chiapas. Posteriormente,

en el 2003 el gobierno federal decretó la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná. En el año 2006, se incorporó al Programa El Hombre y la Biosfera (MAB por sus siglas en inglés) de la UNESCO. Para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Tacaná se encuentra incluido en la Región Terrestre Prioritaria 135 Boquerón-Tacaná, y es un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (CONANP, 2011).

El análisis del paisaje regional permite establecer que la región, forma elementos continuos de algunos ecosistemas, principalmente del bosque de niebla entre las áreas conservadas de la zona de Veda definitiva volcán Tacaná y la Reserva de la Biosfera volcán Tacaná, incluso extendiéndose más allá de las poligonales de estas áreas protegidas. La región es por tanto considerada como parte importante de corredores biológicos de diferentes especies, como aves carismáticas tales como el Pavón (*Oreophasis derbianus* Gray, 1844) y el Quetzal (*Pharomachrus mocinno* (De La Llave, 1832)).

Derivado de acciones conjuntas en el área de incidencia del volcán Tacaná, que se vienen realizando desde el año 2008; a partir del 2014 se implementa el Proyecto de Manejo Integrado de los Recursos Naturales y la Biodiversidad del Volcán Tacaná y su zona de influencia, financiado principalmente por la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), en cofinanciamiento con la Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo -Helvetas-, y teniendo como socios estratégicos a los gobiernos de México y Guatemala, a través del Instituto Nacional de Bosques (INAB), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

(CONANP). Este proyecto tuvo a bien tener como enfoque lo mencionado para las Reservas de la Biosfera, donde se prioriza la convergencia hacia un modelo de desarrollo basado en el manejo del territorio en forma armónica con la naturaleza. (UNESCO, 1996; 2010).

## OBJETIVO

Los objetivos del Plan de Manejo Integral del Volcán Tacaná y su Zona de Influencia en México y Guatemala son:

1. Priorizar acciones que permitan la conservación del patrimonio biocultural entre México y Guatemala.
2. Determinar, valorar y considerar los conocimientos, usos y manejos de los recursos naturales por la etnia Mam en la conservación del patrimonio biocultural del volcán Tacaná y su área de influencia.
3. Fomentar procesos de articulación entre actores clave (comunidades, sociedad civil organizada e instituciones gubernamentales) con incidencia en el volcán Tacaná y su área de influencia, coadyuvando al Comité de Coordinación Binacional y autoridades competentes en la gestión de riesgos y vulnerabilidades socioambientales para la conservación del patrimonio biocultural ante el cambio climático global y eventos vulcanológicos, sísmicos e hidrometeorológicos extremos.

Todo lo anterior, busca a corto, mediano y largo plazo, acciones que motiven el desarrollo comunitario sostenible que conlleve beneficios económicos, mejore las condiciones de vida y empodere a la población local para convertirlas en co-gestoras de la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y los recursos naturales del Volcán Tacaná y su Área de Influencia en México y Guatemala.

## ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL

### Poligonal del área. -

La zona de incidencia del Plan Integral del volcán Tacaná y su área de influencia en la parte guatemalteca corresponde a parte de los municipios de Tacaná, Tectitán, San José, Ojetenam, Sibinal, Ixchiguan, Tajumulco y Malacatán, todos dentro del Departamento de San Marcos (Anexo 1). Por su parte, en el lado mexicano, la zona de incidencia se distribuye por los municipios de Motozintla, Tapachula, Cacahoatán, Unión Juárez y Tuxtla Chico, todos en el estado de Chiapas. La delimitación de la poligonal conlleva a una superficie de 92,471.93 ha (924.71 km<sup>2</sup>) y se obtuvo considerando el enfoque de cuencas (microcuencas) el cual permite la observación de límites naturales del paisaje (Anexo 2).

### Descripción del Área. -

El área involucrada como zona de implementación del plan de manejo integral, el cual denominamos como volcán Tacaná y área de influencia, se ubica en territorios colindante de México y Guatemala. En esta zona se encuentra un estratovolcán poligenético compuesto (Fig. 2), integrado por cuatro principales estructuras alineadas en una dirección NE-SO: el San Antonio con 3,700 m s.n.m. siendo el más joven; el domo de Las Ardillas (3,760 m s.n.m.), seguida por Tacaná, la cima más alta (4,060 m s.n.m). Finalmente, la estructura más antigua se conoce como el Chichuj con sus 3,800 m s.n.m.

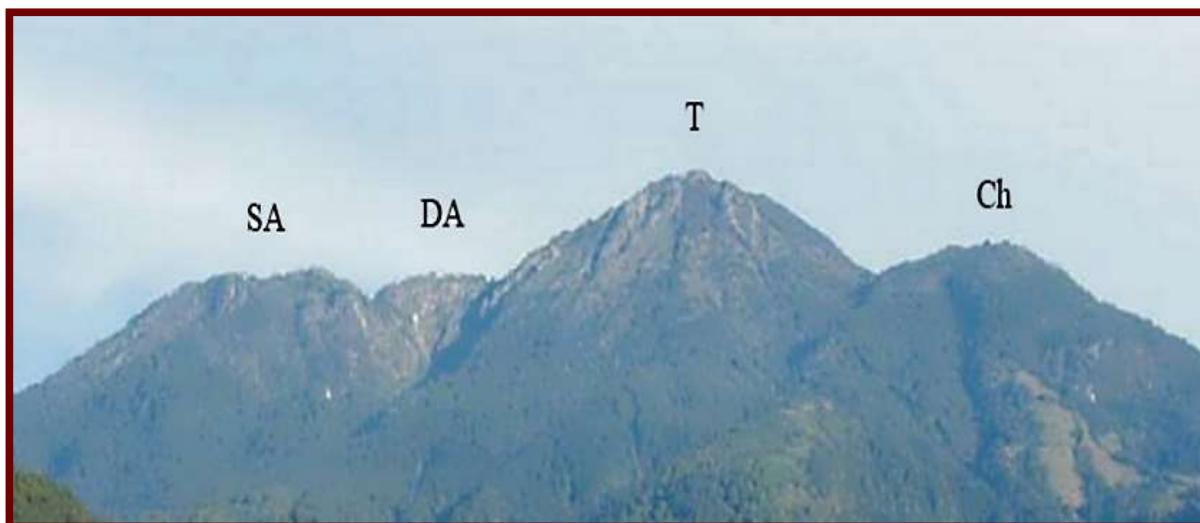


Fig. 2. Edificio volcánico Tacaná visto desde Unión Juárez, Chiapas (México). SA: San Antonio; DA: Domo del Pan de las Ardillas; T: Tacaná; Ch: Chichuj. Tomado de Macías, 2005.

El complejo volcánico forma parte del extremo noroeste del Arco Volcánico Centroamericano (Fig. 3). Este arco tiene una dirección O-NO y se extiende 1,300 km desde el límite México-Guatemala hasta Costa Rica. El arco está compuesto por varios estratovolcanes formados por magmas calci-alcalinos con erupciones desde el Eoceno al Reciente. Tacaná es el segundo pico más alto de la misma con una altura de 4092 m s.n.m (Donnelly *et al.*, 1990; Borja, 2006; García-Palomo *et al.*, 2006).



Fig. 3. Cadena volcánica centroamericana. Tomado de Macías *et al.*, 2000.

### Vías de acceso. -

La región del volcán Tacaná es accesible desde Guatemala, así como de México. Para acceder al volcán Tacaná desde el lado guatemalteco (Fig. 4), es necesario arribar a la ciudad de San Marcos y de ahí recorrer 75 kilómetros de camino asfaltado en área montañosa hasta llegar a la comunidad de Sibinal. Para llegar a la cima del

volcán es necesario realizar una caminata a través de veredas y caminos de herradura, pudiéndose hacer por dos vías: a) por la comunidad de La Haciendita que está a 4 Km del casco urbano de Sibinal y el resto se camina a pie; B) por la comunidad de Toniná, la cual está ubicada a 15 kilómetros de la cabecera municipal y es accesible por carretera de terracería, el resto del recorrido a la cima del volcán se hace a pie (CONANP, 2013; Helvetas, 2015).



Fig. 4. Edificio volcánico Tacaná visto desde San Rafael, (Guatemala). Tomado de: Borjas, 2006.

En el caso de México, partiendo de la ciudad de Tapachula, la principal vía de acceso es por medio de la carretera federal 200 que comunica con las cabeceras municipales de Cacahoatán y Unión Juárez. El acceso a la cima del volcán se realiza

saliendo de Unión Juárez pudiéndose hacer por dos vías, partiendo desde a) Chiquihuites; b) Talquián. Otras dos opciones son partiendo de Cacahoatán a el ejido EL Águila o conducir por la carretera a Pavencul y desviarse a la comunidad de Agua Caliente. En cualquier caso, se transita por medio de una caminata a través de veredas, caminos de herradura y brechas (CONANP, 2013; Helvetas, 2015).

### Aspectos Culturales. -

El grupo indígena Mam y sus descendientes, son los principales pobladores del área. Su aparición en estas tierras está datada desde el periodo Posclásico Tardío. Después de transitar por algunas áreas de Mesoamérica, los mames llegarían al *Tacnahuyú*, como era conocida esta zona de alta montaña y que significa “Montaña de la Casa del Fuego”. El espacio geográfico conquistado por estos inmigrantes del Epiclásico fue muy determinante, debido a la difícil geografía del volcán. En esta región, los Mames se asentaron y construyeron su propio espacio social, cultural, religioso y político (Rodríguez, 2008). El patrón de asentamiento mesoamericano (disperso) se ha mantenido incólume en la región del Tacaná, deduciéndose que se debe a la poca o nula influencia europea en estas altitudes (Rodríguez, 2011). Las comunidades con rasgos indígenas que actualmente habitan las laderas del Tacaná, han tenido un desarrollo continuo desde el arribo de los primeros grupos de emigrantes prehispánicos. La región ha sido receptora de diversos grupos indígenas a través del tiempo por diferentes causas, que van desde las antiguas migraciones Toltecas de índole religioso, hasta aquellas de índole político en pleno siglo XX,

debido a las persecuciones de las que fueron objeto los refugiados guatemaltecos que hallaron un hogar en estas montañas (Rodríguez, 2008)

El idioma más extendido en la región del Tacaná es el Mam, el cual cuenta con una variedad de dialectos. Los Mames de la región se les conoce como "Tacanecos" (Rodríguez, 2011). Finalmente, los mames de Chiapas y Guatemala (Fig. 5) que comparten un mismo territorio, el volcán Tacaná son un mismo pueblo compartido por dos estados-nación. Presentan ciertas particularidades y algunos matices únicos en sus tradiciones que se han transformado con el paso del tiempo y por diversas circunstancias. No obstante, muchas prácticas, han sobrevivido en el tiempo y el espacio, así mismo otras han desaparecido por la influencia de la cultura hegemónica occidental, y otras tantas se han reelaborado de manera simbólica.



Fig. 5. Indígenas Mames del volcán Tacaná.

## Aspectos Biológicos. -

El área del Tacaná tiene una notable importancia biológica debido a su ubicación geográfica en la región neotropical y su altitud sobre el nivel medio del mar, lo cual le hace un sitio representativo de diversos ecosistemas, dentro de los que destaca el bosque mesófilo de montaña o bosque nuboso (Anexo 3) y el páramo de altura (CONANP, 2013). Adicionalmente, la fragilidad de estos ecosistemas, así como los servicios ambientales que provee, han justificado en buena medida el establecimiento de áreas naturales protegidas (Anexo 4) y su reconocimiento por organismos nacionales e internacionales (CONANP, 2013).

El análisis del paisaje regional permite establecer que la región forma continuos de algunos ecosistemas, principalmente el bosque mesófilo de montaña o bosque nubosos entre las áreas conservadas de la zona de Veda definitiva volcán Tacaná y la Reserva de la Biosfera volcán Tacaná, incluso extendiéndose más allá de las poligonales de estas áreas protegidas. La región es por tanto considerada como parte importante de corredores biológicos (Anexo 5) de diferentes especies, como aves carismáticas tales como el Pavón (*Oreophasis derbianus* Gray, 1844) y el Quetzal (*Pharomachrus mocinno* (De La Llave, 1832)).

La región del Tacaná es considerada como un rico reservorio de especies endémicas de flora (e.g. *Chasquea martinezi*, *Zinowiewia tacanensis* Lundell, *Casearia tacanensis* Lundell, *Abies guatemalensis tacanensis* Lundell) y fauna (e.g. *Cyllopsis nelsoni* (Godman & Salvin 1881), *Limanopoda cinna* Godman & Salvin, 1899, *Tegosa nigrella* (H. Bates, 1866); *Anthanassa sitalces* (Godman & Salvin, 1882), *Incilius tacanensis* (Smith, 1952)). Además entre la biota del volcán se encuentra un

significativo número de especies carismáticas o protegidas como el árbol de las manitas (*Chiranthodendron pentadactylon* Larreat), el canaco o kanac (*Chiranthodendron derbianus* Larretequi) y el águila de penacho (*Spizaetus ornatus* (Daudin, 1800)). Las orquídeas y bromeliáceas epífitas son innumerables. Su rica biodiversidad y alto endemismo se manifiesta especialmente en los ecosistemas y paisajes de alta montaña (UNESCO, 2010).

### Aspectos Hidrológicos. -

El volcán Tacaná es cuna de varias fuentes hídricas (Anexo 6). Según estudios recientes, las cuencas de Coatán y Suchiate asociadas al volcán Tacaná, y compartidas por Guatemala y México, abarcan una zona transfronteriza de 3170 km<sup>2</sup> que incluye a los Departamentos de San Marcos (Guatemala), y el estado de Chiapas (México). En esta área se incluyen los ríos Coatán, Suchiate, Cosalapa y Cahoacán (UICN, 2003).

Estas cuencas son de vital importancia estratégica para ambos países por cuanto suministran agua a un gran número de poblados situados aguas abajo y son la principal fuente de agua de riego para la agricultura. En la parte más baja, la pesca es una importante fuente de ingresos. El agua se destina principalmente a usos domésticos y de riego en pequeña escala en Guatemala, mientras que, en México, el 54% de las aguas superficiales se utilizan para riego, 26% para consumo humano y 10% para agronegocios. La producción y exportación de café son parte esencial de las estrategias de medios de vida de las comunidades. En la parte media y baja de las cuencas, la escasez de agua en la estación seca es problemática para la

producción agrícola, afectando la generación de ingresos de las comunidades habida cuenta de que la producción de café depende del agua para el procesamiento del grano (UICN, 2003).

### Aspectos Edafológicos. -

La interacción de diversos factores (como son el clima, el material parental, el relieve y la vegetación), en el transcurso del tiempo ha dado origen a las diferentes unidades de suelo de la región del volcán Tacaná. De este modo, es posible explicar la existencia de diversos tipos de suelo en la región, principalmente los Andisoles derivados de los productos piroclásticos de la actividad del volcán Tacaná y de Entisoles desarrollados a partir de materiales aluviales recientemente depositados por los ríos Coatán y Suchiate (Anexo 7). Lo anterior no es de extrañarse debido a que ya la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define a los Andisoles como suelos negros de origen volcánico que típicamente se encuentran en zonas montañosas. Estos permiten una gran variedad de cultivos como el tabaco, la papa, gran cantidad de vegetales, trigo, entre otros, siendo una fuente esencial para el desarrollo de producción de alimentos, además que provee de nutrientes a los ecosistemas de la zona montañosa, a los cuales les permite regular su ciclo hídrico.

### Aspectos Geológicos-Vulcanológicos. -

El edificio volcánico del Tacaná que hoy conocemos, se formó en tiempos relativamente recientes (más o menos 26,000 años). El magma que ha construido

este volcán tiene una composición desítica-dacítica, resultado de varios procesos magmáticos (Macías, 2005).

La primera mención del volcán en la historia documentada, fue hecha por Von Humboldt (1862 cit pos Macías, 2005), quien lo describió como el volcán Soconusco, el más noroccidental de Centroamérica. Cinco años más tarde, Dollfus y de Monserrat (1867) lo describen como el volcán Istak. Posteriormente, Sapper (1896; 1899) aclaró que Soconusco es sinónimo de Tacaná. En sus estudios Böse (1902, 1903, 1905) lo describió como el volcán Tacaná. Waitz (1915 cit pos De Cserna *et al.*, 1988) también aclaró que Soconusco e Istak son sinónimos de Tacaná.

Bergeat (1894) realizó la primera descripción petrográfica de la región del Tacaná y clasificó a sus rocas como andesitas de augita. La primera descripción detallada del Tacaná fue hecha por Böse (1902, 1903), reportando que la base del volcán se encontraba a 2 200 m s.n.m. sobre rocas graníticas. Böse consideró que el cerro no era realmente un cono, dado que estaba compuesto por tres escalones situados a elevaciones de 3 448, 3 655 y 3 872 m (cráter superior en el interior del cual está el tapón de lava). Las rocas colectadas por Böse (1903, 1905) fueron clasificadas como andesitas de hiperstena y hornblenda. El mismo Böse (1902, 1903) describió un cráter de explosión de forma elíptica de 50 m de diámetro y 5 m de profundidad, localizado al SW de la cima del volcán, sitio de donde anteriormente exhalaba ácido sulfuroso y corrientes de agua azufrosa (Macías, 2005).

El Tacaná se encuentra ubicado muy cerca de la zona de triple unión de las placas tectónicas de Norteamérica, Caribe y Cocos (Burkart y Self, 1985) dentro del bloque cortical de Chortis (Ortega-Gutiérrez *et al.*, 2004). Debido a su posición tectónica,

existe controversia en la existencia de un basamento Paleozoico o de probable edad Mesozoica. Existen dos periodos de intrusión con edades de 29-35 y 13-20 millones de años representadas por granitos, granodioritas y tonalitas (Múgica-Mondragón, 1987; García-Palomo *et al.*, 2006).

La actividad volcánica inició hace 2 millones de años con la formación de la caldera San Rafael y continuó hace 1 millón de años con la creación de la caldera Chanjalé (García-Palomo *et al.*, 2006). El Tacaná se emplazó durante los últimos 100 000 años o menos dentro de la caldera San Rafael. En realidad, el Tacaná es un complejo volcánico como lo mencionó De Cserna *et al.* (1988), que consiste en cuatro estructuras alineadas en dirección NE-SW y son los volcanes Chichuj (Talquián), Tacaná, el domo las Ardillas y San Antonio (El Águila) (Macías *et al.*, 2000; García-Palomo *et al.*, 2006) (Figura 2-4).

Desde un punto de vista petrológico el complejo volcánico de Tacaná está compuesto principalmente por andesitas con dos piroxenos con una asociación mineralógica de plagioclasa, augita, hiperstena + óxidos de hierro y en ocasiones hornblenda. En menor proporción se tienen dacitas con la misma composición mineralógica, formando principalmente lavas o domos viscosos. La composición química de los volcanes del complejo muestra algunas variaciones significativas (Mercado y Rose, 1992; Macías *et al.*, 2000; Mora, 2001; Mora *et al.*, 2004). De este modo el volcán Chichuj ha generado flujos de lava y domos andesíticos. El volcán Tacaná presenta flujos de lava basáltico andesíticos, flujos de lava y domos andesíticos y dacíticos, y flujos piroclásticos con líticos juveniles de composición andesítica. El volcán San Antonio ha originado flujos de lava andesíticos y domos

dacíticos. La geología de la región (Anexo 8), refiere que la región está compuesta en parte por material de origen cuaternario y como ya se mencionó en textos anteriores, existe una controversia en si existen basamentos del paleozoico y precámbrico o son del Mesozoico (Macías, 2005). A nivel regional, se ha establecido que existen rocas intrusivas, ígneas y metamórficas de los períodos terciario y cuaternario, así como conglomerados (Helvetas, 2007).

### Peligros por procesos de remoción de masas. -

Los procesos de remoción en masa son movimientos de ladera abajo por la influencia de la gravedad (Brunsden, 1979, citado en Alcántara-Ayala, 2000). Estos procesos se dividen en cinco, según su tipo de movimiento: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, movimientos complejos y expansiones laterales.

Los desastres naturales originados por huracanes, sismos y procesos de remoción en masa, representa un retraso en el desarrollo de las poblaciones afectadas y una carga económica importante para los gobiernos (Borja y Alcántara, 2004). Esta condición es agravada por la vulnerabilidad de países o regiones como México y Guatemala y de manera específica la región del volcán Tacaná con un nivel económico limitado, el cual dificulta la rápida recuperación e incluso la preparación adecuada para afrontar el desastre mismo. La región del Tacana por su condición volcánica (Fig. 6) se encuentra expuesta a los peligros que conlleva los procesos de remoción de masas (Anexo 9).



Fig. 6. Edificio volcánico Tacaná visto desde Talismán (México).

## PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA EN EL ÁREA

Las amenazas al paisaje biocultural que se presentan en el volcán Tacaná, se agrupan de acuerdo a su origen en:

### Humanas:

- ❖ Cambio de uso de suelo
- ❖ Extracción de flora y fauna
- ❖ Tala selectiva
- ❖ Ganadería extensiva
- ❖ Extracción de material pétreo
- ❖ Ocoteo
- ❖ Incendios forestales
- ❖ Cacería
- ❖ Contaminación

### Socio - cultural:

- ❖ Pérdida de identidad cultural
- ❖ Erosión de la cultura

### Ambientales:

- ❖ Plagas y enfermedades, principalmente la plaga del pino (*Dendroctonus adjunctus*)
- ❖ Fragmentación del hábitat
- ❖ Pérdida de servicios ecosistémicos
- ❖ Degradación de suelo
- ❖ Extirpación de especies
- ❖ Pérdida de germoplasma

### Climatológicas e hidrometeorológicas:

- ❖ Vientos fuertes
- ❖ Eventos hidrometeorológicos
- ❖ Sequías
- ❖ Deslaves

### Geológicas

- ❖ Sismos
- ❖ Riesgo de actividad volcánica

## ORGANIZACIÓN OPERATIVA

Para el funcionamiento del Plan de Acción se propone una estructura directiva binacional donde instituciones estratégicas de ambos países (CONANP, INAB, CONAP, CONAFOR), así como el sector social y los gobiernos municipales estén presentes (Fig. 7).

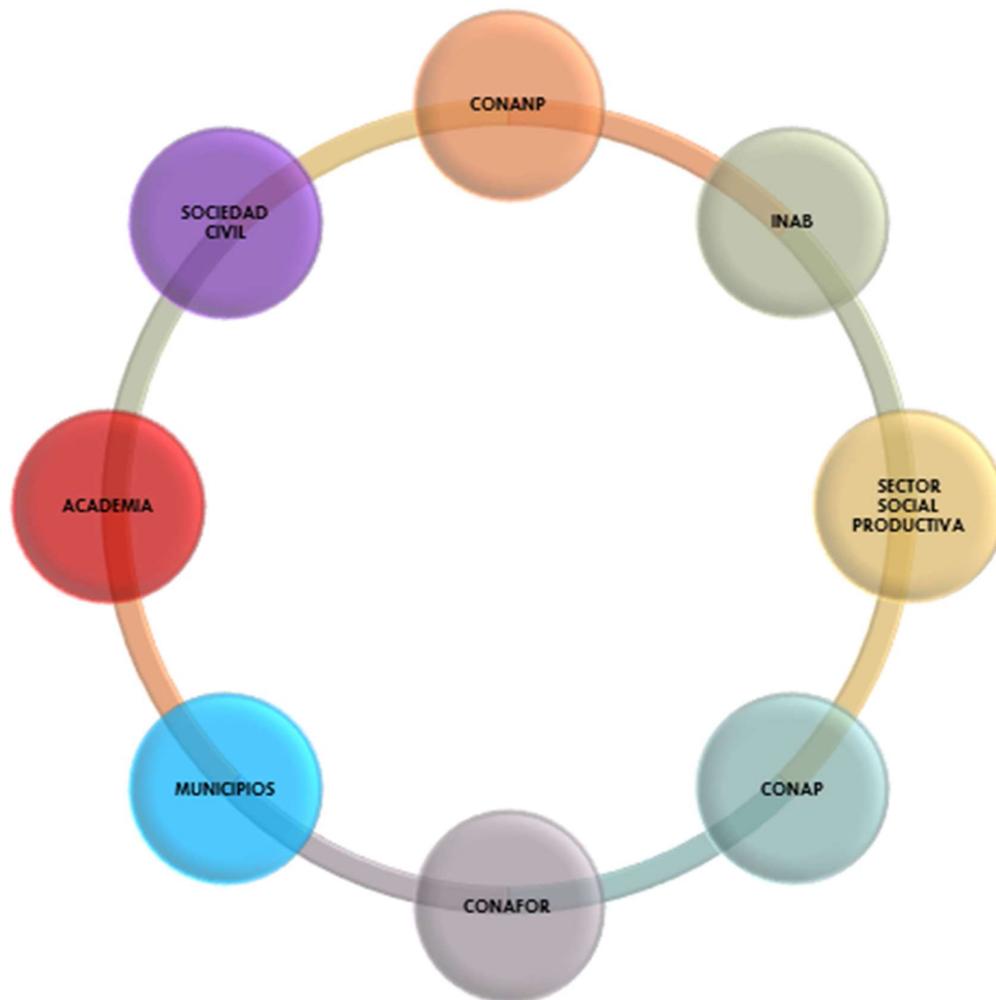


Fig. 7. Estructura operativa del Comité Directivo Binacional

El Comité Directivo Binacional será el máximo escaño en la gobernanza requerida para la implementación del Plan de Manejo Integrado. Como se observa en la Fig. 7, el Comité Directivo Binacional tendrá la representación del sector forestal (INAB y CONAFOR) y de áreas naturales protegidas (CONAP y CONANP) así mismo, deberá contar con un representante por país del sector social que promueva acciones productivas, culturales y de desarrollo humano sostenible para las comunidades, así como de representantes de los gobiernos municipales, que para el caso de Guatemala será la municipalidad de Sibinal y en el caso de México algún representante de cualquiera de los municipios de incidencia del PMI (Motozintla, Tapachula, Cacahoatán, Unión Juárez o Tuxtla Chico).

El Comité Directivo Binacional será el ente donde se gestarán las principales acciones a desarrollar en el territorio del Tacaná. Los planes, programas y acciones que se desarrollen al seno de dicho Comité, deberá ser socializado a un comité nacional, el cual estará coordinado por alguna de las instituciones presentes. Dicho Comité Nacional permitirá la coordinación interinstitucional que conduzca el flujo de la información y de las acciones a sistemas de coordinación intergubernamental/interinstitucional regional, que en el caso de Guatemala podría ser el COMUDE y en el caso de México sería algún agrupación de representación social como el Consejo Asesor de la Reserva de la Biosfera volcán Tacaná, los cuales a su vez permitirían bajar la información a nivel local directamente a las comunidades o grupos organizados y que esta fuera transversal en el territorio (Fig. 8). El Plan de Manejo Integral es concebido con tres grandes marcos de referencia: Funcional, de gobernanza y financiero (Fig. 9).

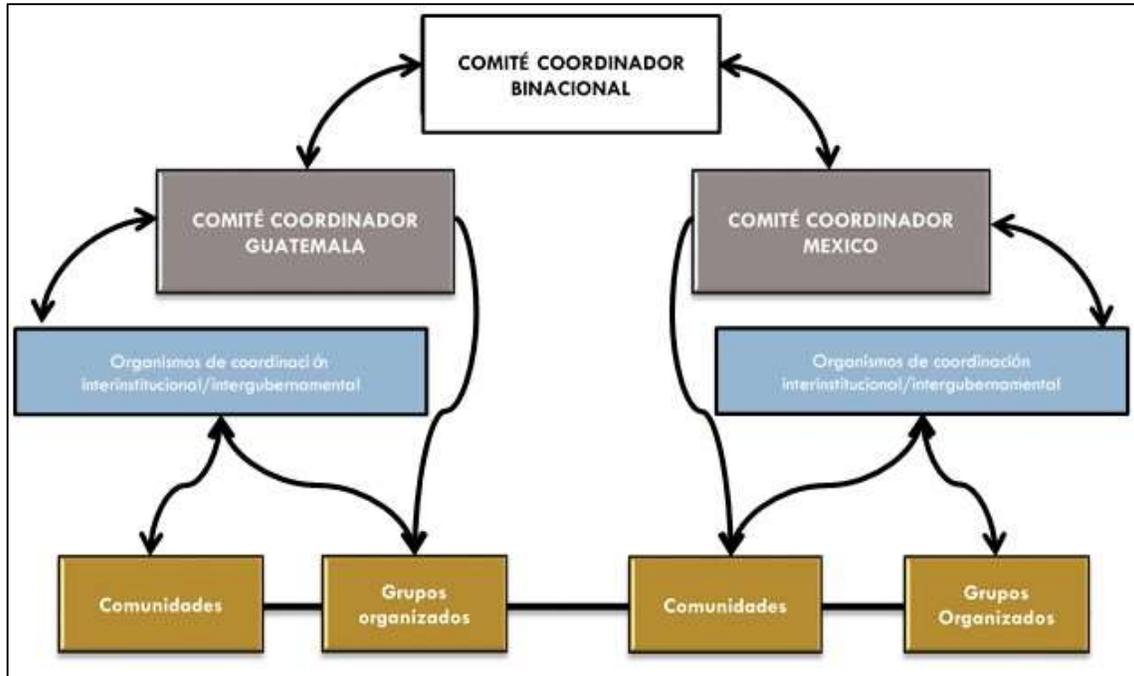


Fig. 8 Estructura operativa del Plan de Manejo Integral.

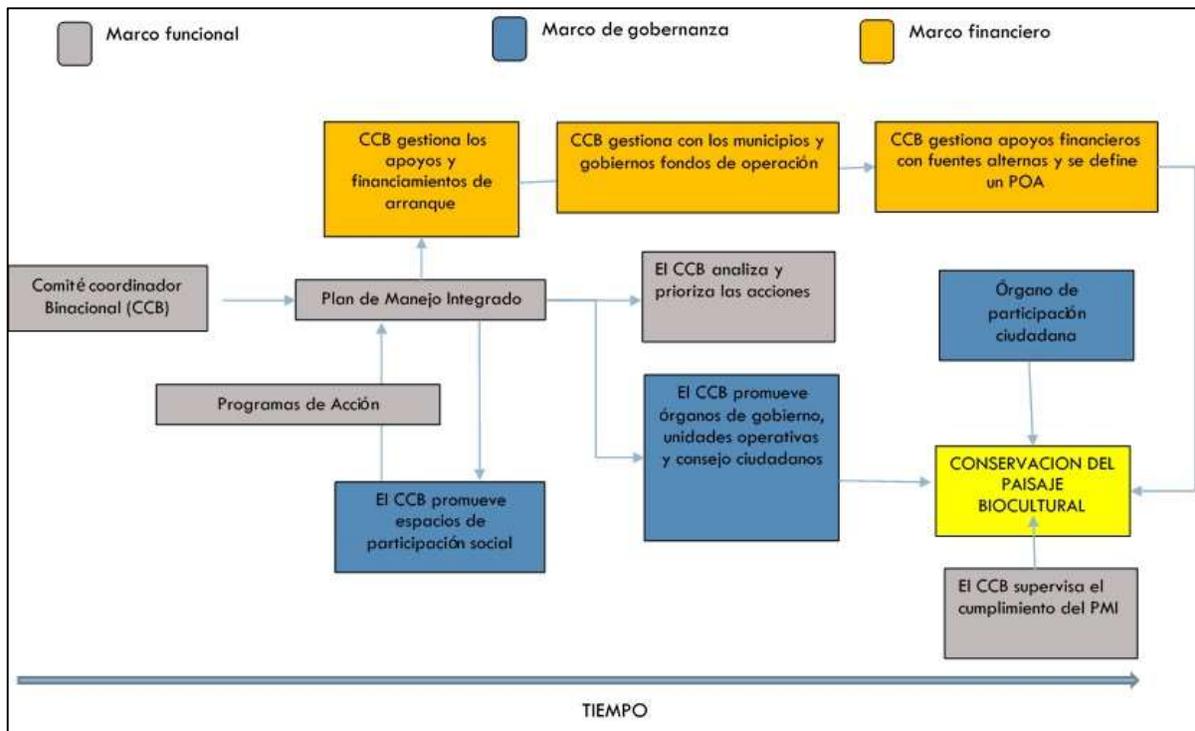


Fig. 9. Estructura funcional, de gobernanza y financiera del Plan de Manejo Integral.

## PLAN DE ACCIÓN

La elaboración del plan de acción se construyó de manera participativa con miembros de las comunidades del volcán Tacaná, personal de los ayuntamientos de la región, asociaciones civiles y representantes de instituciones que tienen desarrollo operativo en la zona (e.g. CONAFOR; INAB, CONANP, CONAP). Dicho plan de acción se centra en definir cuáles serán los programas, subprogramas y finalmente las acciones que se van a realizar en el volcán Tacana y su área de influencia en México y Guatemala para cumplir los objetivos planteados en el Plan de Manejo Integral. Para lo anterior, el plan de acción se ha estructurado en los siguientes apartados:

**PROGRAMAS:** Es el instrumento rector derivado de la planificación estratégica del Plan de Manejo Integral, destinado al cumplimiento de sus objetivos. Ofrecen la coherencia temática al conjunto de acciones conceptuales, vinculadas y relacionadas con los mecanismos de financiación posibles.

**OBJETIVO:** Describe los propósitos que persigue el programa o subprograma, especificando los de carácter general y los particulares.

**SUBPROGRAMAS:** Segmentación del Programa, en donde se establecen objetivos, para su ejecución en un nivel de mayor especificidad. Tiene como finalidad facilitar la ejecución y el control de acciones homogéneas o específicas.

**ACCIONES:** Nombre de los proyectos o acciones específicas a operativizar y necesarias para alcanzar los objetivos definidas por un programa o subprograma, tendientes a la obtención de resultados concretos de acuerdo al ámbito de

competencia y responsabilidad de cada unidad, y que pueden planificarse en plazos de tiempo, analizarse y ejecutarse administrativamente, en forma independiente.

**PLAZO:** Periodo en el que se prevé que se realice la actividad. La nomenclatura empleada es: Corto plazo (C), para aquellas acciones a desarrollar en el primer año de ejecución y obtener resultados. Mediano Plazo (M), para las acciones que se tienen previstas desarrollar y obtener productos entre los dos y tres años. Largo plazo (L), son acciones que se remontan a los cuatro a cinco años. Por último, se encuentran las acciones que se efectúan de manera permanente (P).

## PROGRAMAS DE ACCIÓN

Se formularon cuatro Programas de Acción que tienen por objetivo último permitir la conservación del patrimonio biocultural a través del desarrollo sostenible local en las comunidades del volcán Tacaná y su zona de influencia manteniendo, conservando y manejando la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y los recursos naturales y culturales de la región.

### 1) Programa de acción - **Gobernanza y gestión.**

Diversos son los esfuerzos realizados para coordinar un área binacional en el volcán Tacaná entre México y Guatemala. Muchos procesos se han enfrentado a dificultades administrativas/políticas que no han permitido que se llegue a buen

término. En ese sentido, un esfuerzo colectivo que permita la coordinación de entidades y actores de ambos países por medio de un comité integrado por estos mismos, puede cambiar el rumbo de la historia en el entendimiento de ambos países en el manejo y conservación del patrimonio biocultural en el volcán Tacana. Uno de los esfuerzos pilotos en rumbos de una gobernanza participativa ha sido la creación de mecanismos piloto de concertación en ambos países.

**Objetivo:** Coordinar procesos de articulación entre actores clave (comunidades, sociedad civil organizada e instituciones gubernamentales) con incidencia o desarrollo operativo en el volcán Tacaná y su área de influencia que permita la gobernanza participativa en la toma de decisiones de las acciones a desarrollar.

### 1a) Subprograma: Vinculación institucional.

**Objetivos:** Fomentar procesos de articulación, coordinación y administración entre las instituciones gubernamentales encargadas de programas de conservación de la biodiversidad y recursos naturales, así como del desarrollo sostenible y el fomento cultural en las comunidades humanas en el volcán Tacaná tanto en México como en Guatemala que permitan la gobernanza participativa en la región.

Acciones	Plazo
Establecer acuerdos binacionales e interinstitucionales entre el comité directivo con actores e instituciones que incidan y tengan desarrollo operativo en el territorio propuesto para la Reserva de la Biosfera Binacional.	P
Establecer y fomentar procesos de articulación y coordinación entre el Consejo Directivo Binacional y las entidades nacionales, regionales, municipales y locales que permitan una gestión de la gobernanza participativa.	P

Impulsar iniciativas que permitan la recategorización del área guatemalteca a Reserva de la Biosfera y con ello buscar el reconocimiento del programa Iberomab de la UNESCO sobre Reservas de la Biosfera.	L
Desarrollar esquemas de financiamiento cooperativos, intersectoriales e interinstitucionales que permitan asegurar el cumplimiento del plan de manejo integrado-	P
Promover intercambio de experiencia a áreas transfronterizas entre los miembros del comité binacional con el fin de conocer otras experiencias en el desarrollo del manejo conjunto entre dos o más países, así como el abordaje de la gobernanza en un territorio mutuo.	M
Desarrollar un programa de comunicación del área binacional del volcán Tacaná y su área de influencia con el fin de promocionarlo y de la misma forma sensibilizar a la población local de su patrimonio biocultural.	M

### 1b) Subprograma: Gestión comunitaria.

**Objetivos:** Impulsar la planeación local estratégica territorial a través de líderes y tomadores de decisiones que permita articular acciones a nivel local; así mismo fomentar la co-gestión de la conservación del patrimonio biocultural en la región del volcán Tacaná

Acciones	Plazo
Implementar capacitación a líderes y tomadores de decisiones sobre planeación local estratégica territorial.	C
Desarrollar un programa de planeación local estratégica territorial que permita la conservación del patrimonio biocultural en el volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala.	M
Conformar equipos multisectoriales nacionales que articulen las acciones en cada país a través de organismos de cooperación intergubernamental/interinstitucional.	M
Promover intercambio de experiencia intercomunales dentro del mismo país y entre países que permitan conocer acciones realizadas en otras comunidades, su forma de gestión y la gobernanza que existe en ella.	P

## 2) Programa de acción - **Conservación, manejo y restauración del paisaje biocultural.**

En esta Programa se circunscriben las acciones de monitoreo biológico, principalmente aquellos enmarcados en programas de monitoreo comunitario. Así mismo, la restauración del paisaje, definido como “un proceso planificado que pretende recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en áreas que han sido deforestados o degradados (Maginnis *et al.*, 2007). También se incluye el establecimiento o fortalecimiento de corredores biológicos con la finalidad de permitir la dispersión de plantas y animales, facilitando el flujo de genes y la colonización de sitios adecuados, además de las migraciones estacionales y diarias entre una variedad de diferentes hábitats (Beier y Noss 1998, Bennett 1998, Primack, 2014). Existen ya iniciativas locales que de forma participativa han desarrollado modelo de restauración y conservación forestal con especies nativas (*Ocotea salvinii*, *Litsea glaucescens*, *Hedyosmun mexicanum*, *Styrax magnum*, entre otras) provenientes de viveros locales y de plántulas y semillas germinadas provenientes de los mismos bosques del Tacaná. Así mismo, existen ya ensayos de translocación de plántulas desde el bosque a las parcelas de restauración.

**Objetivos:** Generar información de la biodiversidad, a partir de la formación de capacidades locales para una mejor toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Obtención de estímulos económicos para las comunidades locales, como por ejemplo con el desarrollo de turismo de naturaleza. Fomentar paisajes diversos, en los cuales tengan cabida tanto la conservación de la

biodiversidad, la conectividad mediante los corredores biológicos entre diferentes ecosistemas, los servicios ecosistémicos y el desarrollo sustentable humano. Finalmente, este Programa aboga por la salud forestal y el combate de incendios forestales con estrategias que aseguren la permanencia de la biodiversidad en los bosques.

## 2a) Subprograma: Monitoreo comunitario.

**Objetivos:** Impulsar y fortalecer la Red Binacional de monitores comunitarios Pavón o Pavo de cacho en México y Guatemala.

Actividades	Plazo
Diseñar e implementar un programa de capacitación para monitores comunitarios.	P
Establecer sistemáticamente el monitoreo fenológico de flora en el volcán Tacaná.	C
Implementar programas de monitoreo permanente en especies de flora y fauna amenazadas por presión comercial o en peligro de extinción.	M

## 2b) Subprograma: Monitoreo interinstitucional de la biodiversidad.

**Objetivos:** Fortalecer la cooperación de instituciones académicas, así como de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, en el programa de monitoreo biológico del volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala.

Actividades	Plazo
Establecer acuerdos de colaboración que formalicen la cooperación entre diferentes instituciones académicas (e.g. Universidad San Carlos de Guatemala, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Universidad	C

Autónoma de Chiapas, El Colegio de la Frontera Sur) y los programas de monitoreo e investigación en el volcán Tacaná.	
Propiciar que se publique y divulgue la información resultante de investigaciones y monitoreo en diferentes medios de comunicación (e.g. Estaciones de radio locales/regionales, programas de televisión, revistas especializadas y de divulgación, Boletín local).	P
Fomentar la generación y desarrollo de proyectos de investigación relacionados con la flora y fauna de la región.	M

### 2c) Subprograma: Bases de datos de la biodiversidad.

**Objetivos:** Generar plataformas informativas con las bases de datos existentes relativas a la biodiversidad del volcán Tacaná. Desarrollar una base de datos propia a la región

Actividades	Plazo
Enriquecer las bases de datos de biodiversidad (e.g. Naturalista, Averaves, CONABIO) con información generada por el monitoreo comunitario y el institucional.	P
Establecer una base de datos en línea y de libre acceso con información generada por los actores de este plan (monitores comunitarios y académicos).	C

### 2d) Subprograma: Fragmentación, restauración y conectividad del paisaje.

**Objetivo:** Promover modelos de restauración local en los diferentes tipos de vegetación que promuevan la conectividad del paisaje forestal y otras formas modalidades de conservación de la biodiversidad.

Actividades	Plazo
Realizar un análisis cartográfico de áreas fragmentadas, así como un inventario de las amenazas de su afectación.	M
Estimar la tasa de transformación de los ecosistemas y análisis de áreas conservadas.	L

Estimar el contenido actual de carbono en los ecosistemas y proyectar las emisiones de carbono anuales por la pérdida y degradación de los ecosistemas (bosques en jerga de cambio climático).	C
Promover la restauración activa y pasiva y su evaluación en áreas previamente identificadas.	C/M
Establecer parcelas piloto con modelos de restauración local con especies de importancia cultural, ecológica, económica y de conservación.	C
Determinar las especies clave (árboles, arbustos y hierbas) que sean esenciales para la sucesión forestal en diferentes tipos de vegetación.	M
Identificar la estructura y composición de los tipos de vegetación que predominan en el volcán Tacaná, con fines de promover acciones locales que favorezcan la restauración.	M
Establecer proyectos de manejo de hábitat como una estrategia de conservación y/o manejo.	M
Establecer parcelas piloto que demuestren mediante técnicas de monitoreo, flujos de fauna y dispersión de vegetación en áreas de restauración pasiva y activa.	M
Documentar las experiencias de restauración del paisaje forestal y generar publicaciones o instrumentos de divulgación que den a conocerlas.	P

## 2e) Subprograma: Salud forestal.

**Objetivo:** Establecer un programa de monitoreo de brotes de la plaga de los pinos (*Dendroctonus adjunctus* Blandford 1897).

Actividades	Plazo
Establecer un programa de capacitación para brigadistas comunitarios.	C
Equipar adecuadamente a los brigadistas comunitarios, para el control de la plaga y manejo de los árboles derribados.	C
Promover el intercambio de experiencias de brigadistas comunitarios con comunidades que posean bosques con manejo forestal.	M
Definir áreas de riesgo por infestación de plaga.	C
Evaluar las condiciones de los rodales afectados para recabar información del hospedero.	P

Elaborar un programa de monitoreo conjunto de manera binacional para evaluar el comportamiento de la plaga.	M
Realizar una reunión semestral para actualizar la información de las acciones de monitoreo y control de la plaga.	P
Elaborar un diagnóstico fitosanitario anual, para actualizar la información de las condiciones del bosque en riesgo.	P
Promover la implementación del mismo sistema de control del <i>D. adjunctus</i> en todo el territorio del volcán Tacaná y su área de influencia.	P

## 2f) Subprograma: Incendios forestales.

**Objetivo:** Establecer un plan de contingencia para prevención, control y mitigación de incendios forestales en el volcán Tacaná.

Actividades	Plazo
Establecer un programa de monitoreo para la prevención de incendios.	P
Contar con un programa de reducción de material combustible.	P
Fomentar la participación de las comunidades en brigadas contra incendio y establecer comités locales.	P
Creación del comité binacional de atención a incendios forestales.	M

## 3) Programa de acción - **Desarrollo económico local y regional.**

El desarrollo económico se puede definir como la capacidad de países o regiones para crear riqueza a fin de promover y mantener la prosperidad o bienestar económico y social de sus habitantes. En el caso de la región del Tacaná, podría pensarse al desarrollo económico local como el resultado de procesos no necesariamente de acumulación de capital, pero si del mantenimiento del bienestar social de sus habitantes. La situación del Tacaná ha permitido el flujo de una

economía transfronteriza, facilitando el flujo de mercancías y productos a través de la frontera México-Guatemala.

Los recursos tangibles e intangibles y los atractivos naturales y culturales con los que cuenta el volcán Tacaná, acompañados de infraestructura y equipamiento, servicios, actividades recreativas, imágenes y valores simbólicos, en conjunto, ofrecen beneficios orientados a atraer y satisfacer necesidades, motivaciones y expectativas de visitantes en busca de experiencias turísticas. Es así que la actividad turística se posiciona como una de las principales promotoras del desarrollo económico local, por lo que debe asentarse sobre la diversidad de oportunidades ofrecidas por las economías locales, así como integrar y contribuir positivamente al desarrollo de las economías regionales, promoviendo las formas alternativas de turismo coherentes con los principios del desarrollo sostenible: turismo de aventura, agroturismo, turismo de estancia, observación de la flora y fauna, aviturismo, turismo científico, espeleología y turismo cultural. Estas constituyen diferentes modalidades de la nueva tendencia del turismo alternativo (Ratto, 2001). En ese sentido y en cuestiones del turismo, se ha impulsado el sendero binacional, una ruta de ascenso al Tacaná, que representa un producto de turismo de naturaleza que busca conectar los atractivos naturales y culturales (patrimonio biocultural) de ambos países (Guatemala y México) y “elevar la experiencia” del turista a más de 4,000 metros de altura sobre el nivel del mar en el único volcán Tropical de México y el primer volcán de la cadena volcánica de Centro América (Helvetas, 2016). Es el producto emblemático del sitio, sin embargo, no es el único, dado que hay fuertes acciones en turismo de observación de aves y turismo rural.

Otras iniciativas productivas como la producción de trucha arcoíris [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)] y de rosas bajo invernadero son proyectos piloto que se vienen desarrollando en el volcán Tacaná y que están impactando de manera positiva los medios de vida locales.

**Objetivos:** Generar y fomentar sistemas de producción sustentable que sean competitivos y consistentes con la conservación del volcán Tacaná, minimizando los impactos negativos. Así mismo, este programa pretende posicionar al volcán Tacaná

como un destino de turismo alternativo, que prioriza la conservación del patrimonio biocultural generando desarrollo sostenible local.

### 3a) Subprograma: Empresarialidad.

**Objetivo:** Desarrollar una planificación y ejecución de actividades enfocadas al desarrollo de una cultura empresarial que genere un mejoramiento de los modos de vida de las poblaciones locales y genere beneficios regionales.

Actividades	Plazo
Elaborar un diagnóstico de las actividades económicas preponderantes y potenciales en la región.	C
Desarrollar estudios de factibilidad para identificar productos y servicios rentables y sustentables.	C
Generar un plan de inversión para iniciativas productivas con enfoque de empresarialidad.	P
Realizar un análisis de cadenas de valor integrales desde la compra de insumos, proveedores, productores y consumidores; incluyendo planes de mercadeo nacional e internacional.	P

### 3b) Subprograma: Uso sustentable de la Biodiversidad.

**Objetivos:** Generar y fomentar sistemas de producción amigables con la biodiversidad. Promover acceso a mercados preferentes.

Actividades	Plazo
Promover los sistemas productivos sustentables y amigables a la biodiversidad (e.g. unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) como los mariposarios; senderos interpretativos, café amigable con las aves, apicultura sostenible)	P
Promover investigaciones que permitan ofrecer un valor agregado al uso tradicional de la biodiversidad (e.g. uso de plantas medicinales y comestibles)	P
Crear una red de guías ornitológicos y de biodiversidad en general.	C

Fortalecer un circuito de avistamiento de aves en la región del Tacaná de manera binacional con infraestructura suficiente y adecuada.	C
--	---

### 3c) Subprograma: Producción agroecológica.

**Objetivos:** Promover y fomentar actividades agroecológicas que permitan un manejo eficiente y sustentable de las explotaciones agrarias preexistente, la conversión a la agricultura ecológica de explotaciones preexistentes, la creación de nuevas iniciativas de producción agroecológica, así como mejorar los sistemas de manejo y comercialización de iniciativas agroecológicas.

Actividades	Plazo
Desarrollo de proyectos de silvicultura sustentable.	M
Generación, promoción y desarrollo de proyectos agroecológicos, agroforestales, y de agricultura orgánica.	C/M
Producción de plantas de ornato, alimenticias y medicinales con fines comerciales.	C
Fortalecimiento, capacitación y promoción de huertos de traspatios y producción de hortalizas orgánicas.	C
Producción de hojas de laurel, empaquetado y comercialización.	M
Desarrollo de la cadena de valor de la miel de café y miel de bosque.	M
Impulso a la comercialización de semilla forestal certificada.	C
Desarrollar cadenas de valor para productos agroecológicos como el laurel, el café, la miel, los productos forestales no maderables, entre otros.	M

### 3d) Subprograma: Desarrollo turístico.

**Objetivos:** Promover al volcán Tacaná como un destino de turismo alternativo.

Actividades	Plazo
-------------	-------

Diseñar, reproducir y difundir tanto en redes sociales como en medios de comunicación masiva, materiales promocionales de los productos turísticos del volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala.	C
Fortalecer y continuar fomentando la participación de los prestadores de servicios turísticos en ferias, exposiciones y eventos de turismo por medio de los COCOCTURS y los CATS.	P
Utilizar una imagen unificada para posicionar el destino turístico.	M
Generar sinergias institucionales junto con la participación local para la generación de infraestructura básica y adecuada para actividades de turismo en el volcán Tacaná.	C
Promover la instalación de señalización carretera para indicar el camino a los puntos de ascenso al volcán Tacaná y demás atractivos turísticos.	M
Promover la capacitación y certificación de los prestadores de servicios turísticos (PST).	P
Desarrollar e implementar reglamentos básicos para los prestadores de servicios turísticos.	C
Promover de forma participativa costos unificados de servicios básicos como alimentación y hospedaje.	C
Facilitar que los PST adopten una imagen unificada que contribuya al posicionamiento del destino.	M
Establecer actividades turísticas sobre el sendero binacional Tacaná, de acuerdo a la zonificación ROVAP.	M
Implementar un reglamento único para turistas que visiten el volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala.	P
Mantener el operativo ascenso seguro en las temporadas de diciembre y Semana Santa en ambos países.	P
Realizar dos reuniones binacionales por año con PST para analizar y coordinar acciones para el manejo de la actividad turística.	P

#### 4) Línea de acción - *Gestión de riesgos.*

La gestión de riesgos es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades

humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales. Las amenazas de eventos climáticos en la actualidad se han visto incrementado por el calentamiento climático global, lo que motiva mantener un sistema de gestión de riesgos para reducir los impactos que pudieran ocasionarse en las comunidades humanas, los sistemas productivos y el patrimonio biocultural del volcán Tacaná y su área de influencia.

**Objetivos:** Reducir la vulnerabilidad de las comunidades rurales, de su productividad y medios de vida a diferentes amenazas socioambientales relativas al territorio del volcán Tacaná y su área de influencia a un nivel aceptado por las sociedades locales. Puede referirse a numerosos tipos de amenazas causadas por el medio ambiente (cuestiones climatológicas, eventos hidrometeorológicos, vulcanológicos, sísmicos entre otros), así como por el mismo hombre y que pongan en riesgo la estabilidad y el desarrollo armónico de las comunidades, así como de la infraestructura física que se disponga para el desarrollo sostenible de las comunidades.

#### 4a) Subprograma: Vulnerabilidad socioambiental y cambio climático

**Objetivos:** Identificar y prevenir riesgos socioambientales, así como desarrollar un sistema de mantenimiento y salud ambiental ante el cambio climático global.

Actividades	Plazo
Elaborar un diagnóstico de las actividades económicas que ponen en riesgo a los pobladores de la región del Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala-	C
Desarrollar estudios de riesgos ambientales para el volcán Tacaná y su área de influencia.	C
Desarrollar un mapa de riesgos y evacuación del volcán Tacaná y su área de influencia ante riesgos vulcanológicos.	M

Elaborar un plan de gestión de riesgos para el área del volcán Tacaná por actividad volcánica y eventos hidrometeorológicos extremos en coordinación con los sistemas municipales de protección civil.	C
Desarrollo de cortinas rompe vientos alrededor de las comunidades humanas y de los sistemas productivos con especies arbóreas nativas.	C
Elaboración de obras de conservación de suelos.	C
Desarrollar monitoreo del agua.	M
Desarrollar e implementar un plan de adaptación a los efectos del cambio climático global para la región.	C

Todas las actividades enmarcadas en este plan de acción se encuentran concordantes con las normas, leyes y reglamentos que aplican en cada uno de los casos (Anexo Normativa). Para el caso mexicano, la regulación de las actividades se realiza por medio de lo establecido en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, que compila lo pertinente de la legislación mexicana acorde al manejo y uso del territorio y su biodiversidad, así como de actividades productivas y el respeto y conservación de aspectos culturales de la región. Para el caso guatemalteco, las actividades quedan enmarcadas en la legalidad que permiten las leyes y reglamentos que rigen las Zonas de Veda Definitiva, la ley de áreas protegidas, el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, la constitución política de la República de Guatemala, la ley para la protección del patrimonio Cultural de la Nación y el reglamento para la aplicación de la ley orgánica del INGUAT; así como el marco de política existente en Guatemala. Así mismo, este plan de manejo es respetuoso de las consideraciones de los acuerdos internacionales que México y Guatemala han suscrito.

## ESTRATEGIA FINANCIERA PARA LA MOVILIDAD DE RECURSOS

Una competencia básica para el adecuado desarrollo y ejecución del Plan de Manejo Integral del volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala, son los mecanismos de movilización de recursos financieros. El plan de manejo Integral será exitoso en la medida que aumente su capacidad para movilizar recursos y para ello requiere de abordar aspectos como un plan estratégico que oriente la labor institucional, un entendimiento del entorno económico y una estrategia para la recaudación de fondos, el seguimiento de los resultados del plan de acción con sus cuatro programas y las habilidades de comunicación asertiva que se desarrolle, así como el desarrollo de una gobernanza participativa (Landreau et al., 2013).

El desarrollo de una estrategia de movilización de recursos permitirá gestionar un fondo ambiental para la sostenibilidad financiera de la conservación del patrimonio biocultural en el volcán Tacaná y su área de influencia. Con lo anterior se contribuye en dos de los principales objetivos del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB): la conservación y el uso sostenible de los recursos de la biodiversidad. Así mismo, se contribuye a una de las metas de Aichi (20), la cual indica que deberá Incrementarse sustancialmente los recursos provenientes todas las fuentes de financiamiento para el cumplimiento del Plan Estratégico para el 2020. Por último, la estrategia de movilización de recursos estará acorde con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) quien en 2012 lanzo la iniciativa de Finanzas para la Biodiversidad (BIOFIN) como una nueva asociación global para enfrentar los desafíos de financiación de la biodiversidad en el mundo de una manera integral y sistemática (Proyecto BIOFIN, Guatemala, 2016).

De acuerdo al modelo metodológico BIOFIN Guatemala (2016) se debe Identificar posibles protagonistas financieros. En ese sentido, la inversión en el área del Tacana por agencias gubernamentales y de cooperación multilateral ha sido generosa, no obstante, los esfuerzos no siempre aterrizan donde deberían en aras de la conservación del patrimonio biocultural. En Guatemala, se ha apoyado con

inversión a la región de Sibinal con gasto corriente, por ejemplo, el INAB destino entre 2016 y 2017 sobre el orden de los 386,740 dólares en proyectos certificados con incentivos forestales que atendieron tres principales rubros: 1) Manejo de bosque natural con fines de protección, 2) Plantación forestal, 3) Sistema agroforestal. En el caso mexicano, se cuenta con datos del periodo 2010-2013 ejercido en los municipios de Cacahoatán y Unión Juárez por diferentes actores gubernamentales, principalmente la CONAFOR, la CONANP, la CDI y la CONABIO con un monto de alrededor de los 651,929 dólares ocupados en: Programa de empleo temporal, PET (Manejo de Riesgos); Programa de conservación para el desarrollo sostenible PROCODES (Agroecología, Manejo de Riesgos, Restauración, Monitoreo, infraestructura); PROARBOL (Manejo Forestal Maderable, Restauración, Desarrollo social). Adicionalmente, de forma anual los gobiernos de la municipalidad de Sibinal en Guatemala, así como los municipios de Unión Juárez y Cacahoatán ejercen recursos en pro del desarrollo de las comunidades.

Agencias de cooperación internacional como Helvetas *Swiss intercooperation* también han ejercido montos importantes en la región de manera binacional. Con financiamiento de la organización de maderas tropicales (OIMT), se ejerció el proyecto Probosques - Tacaná: Manejo Integrado de los Recursos Naturales y Biodiversidad del Volcán Tacaná y su Zona de Influencia, en México y Guatemala, desarrollado entre 2014 y 2016 el cual ejerció un presupuesto en la región de 1,009,725 dólares. En 2017 con el mismo apoyo de la OIMT y mediante el proyecto Manejo Integrado de los Recursos Naturales y Biodiversidad del Volcán Tacana y su Zona de Influencia, en México y Guatemala, se aplicó un monto adicional de 709,436 dólares.

Otras agencias internacionales tales como la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) aplico entre 2007 y 2015 con apoyo de la fundación Gonzalo Río Arronte un

monto de 1,868,843 dólares por medio del proyecto Manejo Integrado de la cuenca del Río Cahoacán, Chiapas, México a través de tres fases.

El desarrollo y ejecución del plan de acción propuesto en el presente documento responde al orden del millón de dólares. Los apoyos gubernamentales son fluctuantes y no necesariamente obligatorios a la zona, por lo que de acuerdo con el modelo metodológico BIOFIN (2016) es preponderante pensar en esquemas novedosos de financiamientos que respondan a las necesidades propias de las acciones propuestas en cada uno de los cuatro programas que componen el Plan de manejo integral del volcán Tacana y su zona de influencia en México y Guatemala. Por lo anterior, se proponen algunos instrumentos que permitirán la movilización de recursos financieros para la zona del volcán Tacaná, tanto en Guatemala (tabla 1) como en México (tabla 2), así como aquellos que son de carácter binacional (tabla3). Los mecanismos propuestos van desde aquellos que permiten la redistribución del financiamiento actual realizando adecuaciones/modificaciones al marco legal vigente, así como instrumentos novedosos que conlleva la gestión de las mismas ante las instancias correspondientes.

Tabla 1. Instrumentos propuestos en la Estrategia de Movilización de Recursos en Guatemala

Nombre del instrumento	Instituciones vinculadas	Marco legal intervenido	Cambios propuestos	Ente receptor
Incidencia en la Municipalidad de Sibinal para recibir mayor asignación de recursos municipales para la Biodiversidad (BIOFIN)	COCEDE-CONAP	Ley del Presupuesto, Código Municipal, Ley de Descentralización	Revisión de las aprobaciones de los presupuestos municipales, participación en los Consejos de desarrollo	Municipalidad de Sibinal y COCEDE
Sistema Tarifario para arrendamiento de Tierras Propiedad del Estado.	MAGA-OCRET - CONAP	Ley Reservas Territoriales del Estado	Cambio de tarifas (Actualización de precios según Actividad o arrendatarios.	MAGA-OCRET
Creación del fondo para la infraestructura turística en el volcán Tacana y su área de influencia	INGUAT	Legislación turística de Guatemala; artículo 64o de la constitución política de Guatemala	Redireccionar los Impuestos de hospedaje al fondo	CONAP
Creación del Fondo de agua volcán Tacaná	El consejo municipal de la municipalidad de Sibinal		Aprobación	Municipalidad de Sibinal - CONAP
Creación del Fondo Patrimonial del área protegida volcán Tacaná	INAB-CONAP - Municipalidad de Sibinal		Aprobación	CONAP
Creación del Fideicomiso para el Desarrollo sustentable del volcán Tacaná y su área de influencia	MAGA-Municipalidad de Sibinal		Aprobación	MAGA
Creación del Fondo para el desarrollo del pueblo Mam en el volcán Tacaná y su área de influencia	Ministerio de Cultura y Deportes - Municipalidad de Sibinal	Ley para la protección del patrimonio cultural de la nación	Aprobación	Ministerio de Cultura y Deportes

Tabla 2. Instrumentos propuestos en la Estrategia de Movilización de Recursos en México.

Nombre del instrumento	Instituciones vinculadas	Marco legal intervenido	Cambios propuestos	Ente receptor
Incidencia en la Municipalidad de Cacahoatán y Unión Juárez para recibir mayor asignación de recursos municipales a la Biodiversidad (BIOFIN)	El consejo municipal de Cacahoatán y Unión Juárez - SEMARNAT - SEMAHN	La Ley Ambiental del Estado de Chiapas	Revisión de las aprobaciones de los presupuestos municipales.	Municipio de Cacahoatán y Unión Juárez
Creación del Fideicomiso para el Desarrollo sustentable del volcán Tacaná y su área de influencia	SAGARPA - SEDESOL		Aprobación	SAGARPA
Creación del Fondo de agua volcán Tacaná	El consejo municipal de Cacahoatán y Unión Juárez - CONAGUA - CONANP- Consejo de cuencas	Ley de aguas para el Estado de Chiapas; Ley de aguas federales	Aprobación	CONAP
Plataforma de filantropía individual			Aprobación	CONAP

Tabla 3. Instrumentos Propuestos en la Estrategia de Movilización de Recursos de manera binacional

Nombre del instrumento	Instituciones vinculadas	Marco legal intervenido	Cambios propuestos	Ente receptor
Creación del Fondo de Carbono del volcán Tacaná	INAB- CONAP- CONAFOR - CONANP		Aprobación	INAB- CONAFOR
Creación del Fondo verde para el clima volcán Tacaná	INAB- CONAP- CONAFOR - CONANP		Aprobación	CONANP - CONAP

Bonos de compensación en Biodiversidad	CONANP – CONAP- INAB- CONAP		Aprobación	CONANP – CONAP
Creación del Fondo de Contribuciones verdes e incentivos fiscales	CONANP – CONAP- INAB- CONAP		Uso de incentivos fiscales. Las donaciones deducibles de los impuestos son una excelente forma de motivar a las empresas y particulares a aumentar su apoyo.	CONANP – CONAP
Plataforma de filantropía individual			Aprobación	CONANP/CONANP

Los instrumentos financieros propuestos que forman parte de la Estrategia de Movilidad de Recursos para fortalecer monetariamente los cuatro programas del Plan de Manejo Integral del volcán Tacaná y su área de influencia, incluye varias herramientas técnicas (por ejemplo, los incentivos fiscales, los mecanismos de compensación, y las fuentes nuevas e innovadoras de financiamiento internacional para el desarrollo y conservación de la biodiversidad expuesto de manera binacional), las cuales ya han demostrado su capacidad en algunos fondos ambientales desarrollados en otros países (Costa Rica, Colombia, Brasil). Es importante que el comité directivo binacional, considere como punto de arranque las mejorar o adecuaciones de los fondos nacionales actuales y consecuentemente establecer nuevos. Es entonces que dentro del comité directivo binacional se debe considerar como función preponderante, la búsqueda, gestión y ejecución de fondos ambientales/culturales que permitan la conservación y desarrollo del patrimonio biocultural del volcán Tacaná y su área de influencia en México y Guatemala.

## LITERATURA CITADA

- Ángeles, H. (2011). Flujos laborales de Guatemala a la frontera de Chiapas. En: tiempo de migrantes: la era de otro orden. El Colegio de la Frontera Sur. *Ecofronteras*, 41:8-10.
- Beier P. & R. Noss (1998). Do habitat Corridors Provide Connectivity?. *Conservation Biology*. 12 (6): 1241 -1252
- Bennett, A. (1998). *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Gland, Suiza. IUCN 276 p.
- Bergeat, A. (1894). Zur kenntnis der jungen eruptivgesteine der Republik Guatemala. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 46: 131-157.
- Borjas, M. L. (2006). *Estratigrafía del sector NE del Complejo Volcánico Tacaná, Chiapas, México-Guatemala*. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Tesis de Licenciatura. 117 p.
- Böse, E. (1902). Breve noticia sobre el estado actual del Volcán Tacaná, Chiapas: *Memorias y Revista de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*, 18: 266-270.
- Böse, E. (1903). Los temblores de Zanatepec, Oaxaca a fines de septiembre de 1902 y el estado actual del Volcán de Tacaná. *Parergones del Instituto Geológico de México*, 1(1): 25 p.
- Böse, E. (1905). Reseña acerca de la geología de Chiapas y Tabasco. *Boletín del Instituto Geológico de México*, 20, 116 p.
- CONANP. (2009). Programa de Acción para la Conservación de la especie: pavón (*Oreophasis derbianus*), México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/pdf\\_especies/PACE%20Pavon.pdf](http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/PACE%20Pavon.pdf).
- CONANP. (2011). *Estudio previo justificativo para la modificación de la declaratoria de la Reserva de Biosfera volcán Tacaná, Chiapas, México*. CONANP, Chiapas, México.
- CONANP. (2013). *Programa de Manejo de la Reserva de Biosfera Volcán Tacaná*. CONANP, Chiapas, México.

- CONAP, (2007). *Resolución 080/2007 de la Secretaria Ejecutiva para la consideración del reconocimiento de los bosques municipales denominados Canjulá, Tacanpa, Los Maijones y Tocapote en el SIGAP*. Documento Interno. 6 p.
- CONAP. (2014). CONAP. Obtenido de <http://www.conap.gob.gt/index.php/servicios-en-linea/noticias/713-conap-reconoce-el-listado-de-volcanes-donde-existe-zona-de-veda-definitiva.html>
- De Cserna, Z., J. J. Aranda-Gómez & L. M. Mitre. (1988). Mapa fotogeológico preliminar y secciones estructurales del volcán Tacaná, México y Guatemala, Escala 1:50.000: Universidad Nacional Autónoma de México- *Instituto de Geología, Carta Geológica Minera, 7*, 1 mapa.
- Dollfus, A. & E. Monserrat. (1867), *Archives de la Commission Scientifique du Mexique, Ministère de L'Instruction Publique: El Renacimiento, 1*, 451-457.
- Donnelly, T. W. G. S. Horne, R. C. Finch & E. López. (1990). Northern Central America: The Maya and Chortis Block. In: G. Dengo y G. E. Case (Editor) *The Caribbean region*. Geological Society of America. Boulder, Co. 37-76 pp.
- García-Palomo, A, J. L. Macías, J. L. Arce, J. C. Carlos-Mora, S. Hughes, R. Saucedo, J. M. Espíndola, R. Escobar & P. Layer. (2006). Geological evolution of the Tacaná Volcanic Complex, Mexico-Guatemala. *Geological Society of America, Special Paper*, 412:39-57.
- García, A. & E. Kauffer. (2011). Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: Un acercamiento a su delimitación y problemática general. *Frontera Norte*, 23 (45): 131-162.
- Godoy, J. C. (1999). Los volcanes de Guatemala: Identificación y priorización para su manejo dentro de la Estrategia de Desarrollo del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. 59 p
- Helvetas. (2007). *Plan Maestro 2008-2012 Parque Regional Municipal Sibinal. Guatemala*. Guatemala.
- Helvetas. (2015). *Estudio Técnico para el proceso de categorización del Volcán Tacaná en territorio guatemalteco*. Guatemala. 88 p
- Helvetas. (2016). *Estudio de Mercado para el Desarrollo de Paquetes Mercadológicos del Volcán Tacaná*. Guatemala. 42 p
- IARNA. (2003). *Estado actual de la biodiversidad de Guatemala*. Informe Técnico No. 8, Guatemala.

- Kauffer, E. (2011). Hidropolíticas en la frontera entre México, Guatemala y Belice: La necesaria redefinición de un concepto para analizar la complejidad de las relaciones en torno al agua en escenarios transfronterizos. *Aqua-LAC*, 3: 157-166.
- Landreau, B., A. Guereña, C. Monteiro & X. Op de Laak. (2013). Mecanismos de Movilización de Recursos para Fondos Ambientales. Proyecto de capacitación de RedLAC. Rio de Janeiro, 99 p.
- Macías, J. L., J. M. Espíndola, A. García-Palomo, K. M. Scott, S. Hughes & J. C. Mora. (2000). Late Holocene Pelean-style eruption at Tacana volcano, Mexico and Guatemala: Past, present, and future hazards. *The Geological Society of America Bulletin*. Vol. 112(8):1234–1249.
- Macías, J. (2005). Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México, Boletín, Tomo LVII, Número 3, Sociedad Geológica Mexicana, Volumen Conmemorativo de la Geología Mexicana, 379-424 pp.
- Maginnis, S., J. Rietbergen-McCracken, & W. Jackson. (2007). Introduction. En: Rietbergen-McCracken, J., Maginnis, S. & Sarre, A. (eds.). *The forest landscape restoration handbook*. Earthscan, London, UK: pp. 1–4.
- Martínez, G. (1994). *Plantaciones, trabajo guatemalteco y política migratoria en la Frontera Sur de México*. Gobierno del Estado de Chiapas. Consejo Estatal de Fomento a la Investigación y Difusión de la Cultura. Instituto Chiapaneco de Cultura. 197 pp.
- Molina, F. & A. Villa. (2008). La reserva de biosfera intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España)-Marruecos como instrumento de cooperación. *Ecosistemas* 17 (2): 17-27.
- Ordóñez, C. (2006). *Tendencias de la integración económica en Guatemala y el sureste de México*. Guatemala, Universidad de San Carlos/Avancso.
- Organización de Estados Americanos-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (OEA-IIICA). (1994). *Diagnóstico preliminar de las cuencas fronterizas Guatemala-México, cuencas de los ríos Suchiate, Coatán, Cuílco, Selegua y Nentón*. documento interno, Guatemala.
- Ortega-Gutiérrez, F., L. A. Solari, J. Solé, U. Martens, A. Gómez-Tuena, S. Morán-Ical, M. Reyes-Salas & C. Ortega-Obregón. (2004). Polyphase, high-temperature eclogite-facies metamorphism in the Chuacús Complex, central Guatemala: petrology, geochronology, and tectonic implications. *International Geology Review*, 46: 445–470.

- Primack, R. (2014). *Essential of Conservation Biology*. Sinauer Press. Sunderland, MA. 699 pp.
- Proyecto BIOFIN, Guatemala. (2016). *Estrategia de Optimización y Movilización de Recursos*. O. Villagran (Ed), Guatemala. 25 p.
- Ratto, N. (2001). Proyecto de turismo cultural para la Provincia de Catamarca Dpto. de Andalgalá – Argentina. Disponible en: [http://www.equiponaya.com.ar/turismo\\_cultural/congreso/ponencias/norma%20ratto.htm](http://www.equiponaya.com.ar/turismo_cultural/congreso/ponencias/norma%20ratto.htm)
- Rodríguez, E. (2008). Asentamientos antiguos en el volcán Tacaná, Chiapas-Guatemala. En *Resúmenes del XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, 1157-1166 pp.
- Rodríguez, E. (2011). Organización social y cosmovisión mam de las comunidades del volcán Tacaná (S XXI), El Caso de Unión Juárez, Tonina y La Vega del volcán. Tesis doctoral en Historia y etnohistoria. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, 202 p.
- Rojas, M. (2009). Migración y educación en regiones fronterizas. El caso de los migrantes centroamericanos en Chiapas, México. Un tema pendiente. *Educación superior y sociedad*, 5: 133-162.
- Sapper, C. (1896). *La Geografía Física y la Geografía de la Península de Yucatán*: Instituto Geológico de México. 58 p., 6 láms.
- Sapper, K. (1899). Ueper Gebirgsbau und Boden des noerdlichen Mittelamerika. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 127, 119 p.
- UNESCO. (1996). *Reservas de biosfera: La Estrategia de Sevilla y el Marco Estatutario de la Red Mundial*. París.
- UNESCO. (2010). *Red Mundial de Reservas de la Biosfera: Lugares de Desarrollo Sostenible*. 594 p.
- UICN. (2003). *Proyecto de Manejo Integrado de Cuencas Asociadas al Volcán Tacaná (Guatemala y México)*. UICN, México. 90p.