

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

*Marco teórico para el  
análisis de beneficios*

La valoración económica del medio ambiente se dificulta porque los bienes naturales, en general, carecen de mercado, es decir, no existe un mecanismo que les asigne un precio como expresión de valor. Las fallas del mercado o la inexistencia de este para el caso de los bienes y casi todos los servicios ambientales que suministran los ecosistemas que albergan las áreas protegidas, no tienen un valor de transacción identificable por los agentes económicos. Por esta razón se les percibe como bienes infinitos y gratuitos.<sup>1</sup>

Con el fin de identificar la importancia del capital natural y de internalizar como sociedad, el hecho de que su degradación (depreciación) significaría una pérdida de bienestar, se han realizado esfuerzos para valorar sus funciones de forma aproximada, partiendo de ciertas características:

- Forman parte de la función de producción de gran cantidad de bienes económicos, son la base de innumerables procesos productivos y participan en la producción, distribución y consumo de bienes.
- Son receptores de residuos y desechos de toda clase, tanto de la actividad consuntiva como productiva, hasta cierto límite, y que gracias a su capacidad de asimilación, pueden absorberse.
- Proporcionan satisfactores que pueden incluirse en la función de utilidad individual.
- Constituyen un sistema integrado que permite sostener toda clase de vida.

Para la valoración de los recursos naturales, se deben tener en cuenta además, tres consideraciones especiales: la posibilidad de agotamiento irreversible del recurso, la dificultad de conocer con certeza cuál puede ser su evolución futura (incertidumbre) y la singularidad y endemismo de algunos bienes, definida como la existencia única y agotable del recurso.

Las consideraciones y características descritas, permiten identificar fuentes de valor para los bienes naturales:<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fernando León Morales. El Aporte de las Áreas Naturales Protegidas a la Economía Nacional. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Perú. 2007.

<sup>2</sup> The World Conservation Union. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 2. Economic Values of Protected Areas. UK. 1998.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Valores de uso directo.**

**Valor de uso.** Los valores de uso directo, son el tipo de valor que tiene un fundamento teórico más sólido y sobre el que existe menos discusión. Esto se debe a que son valores de bienes y servicios que se reconocen de manera inmediata, a través del consumo del recurso o del disfrute directo del servicio. Existe así mismo la clasificación del valor de uso directo en valor de uso extractivo y valor de uso no extractivo. A su vez, los valores de uso extractivo se pueden subdividir en los que son una producción final y los que son producción intermedia.<sup>3</sup> El valor de uso se refiere al valor que se le asigna a los bienes naturales por proporcionar bienes o servicios en el presente.

**Valor de opción.** Se refiere a los bienes ambientales cuya pérdida es irreversible y, en particular, cuando el bien tiene características únicas. Los individuos pueden mostrar un interés por la conservación, derivado no sólo del uso que actualmente hacen de dicho bien y del que esperan hacer en el futuro, sino del hecho de mantener abierta la posibilidad de utilizarlo en el futuro. Cuando el valor de opción va ligado a la posible nueva información que se adquiriera en el futuro, se le conoce como valor de cuasi-opción, por ejemplo, en el caso de los bosques y selvas, este valor resulta de suma importancia para actividades de bioprospección de industrias como la farmacéutica, ya que estos ecosistemas funcionan como un banco de información en el que se almacenan recursos genéticos que pueden funcionar por ejemplo, como futuros medicamentos.<sup>4</sup>

**Valor de legado (*bequest value*).** Se refiere al valor que se le da a un recurso natural por la posibilidad de que otros lo disfruten en el futuro.

**Valor de existencia.** Otro componente del valor que deriva de que los individuos simplemente se preocupen, por los motivos que sean, por la existencia de un determinado bien ambiental, independientemente de que se piense que tiene alguna utilidad actual o futura.

**Valores de uso indirecto.**

Los valores de uso indirecto se refieren a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso directo, **el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia del recurso en buenas condiciones.**

---

<sup>3</sup> Enrique Sanjurjo Rivera. Valoración Económica de Servicios Ambientales prestados por Ecosistemas: Humedales en México. México. 2001. [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/val\\_eco\\_hume.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/val_eco_hume.pdf)

<sup>4</sup> Fuentes de materiales y productos biológicos únicos.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Los valores de uso indirecto se pueden clasificar en valores ambientales y valores ecosistémicos. Entre los **valores ambientales** (comúnmente conocidos como servicios ambientales), destacan el filtrado de aguas residuales y el funcionamiento de ecosistemas como criadero de especies de interés comercial para el hombre; adicionalmente existen otras funciones ambientales como el control de plagas, el control de inundaciones y la protección contra tormentas. Por otra parte, entre los **valores ecosistémicos** se encuentran la fijación de carbono de la atmósfera, el ciclaje de nutrientes y su fijación en los suelos y la auto preservación del ecosistema.

**Sobre el valor de los bienes y servicios ambientales que proveen las áreas naturales protegidas.**

Una vez identificadas las fuentes de valor de los servicios y bienes ambientales que proveen las áreas protegidas, es posible realizar una aproximación a su valor económico total mediante la suma de los valores individuales que es posible identificar para los componentes de los ecosistemas.

Formalmente, los métodos para realizar la valoración económica para los componentes de los ecosistemas y que parten del análisis de la disponibilidad a pagar de la sociedad, así como de las preferencias individuales ante cambios en la disponibilidad de estos bienes, pueden dividirse en:

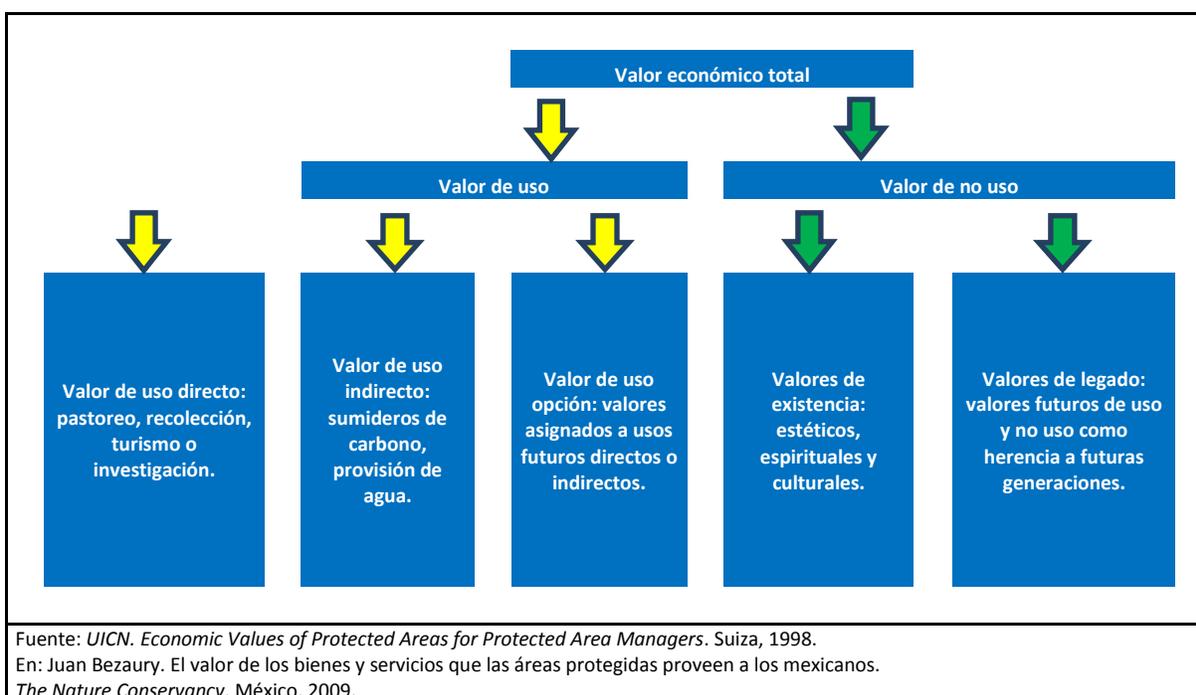
**Tabla 1. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.**

Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales		
Métodos	Preferencias reveladas	Preferencias declaradas
	El usuario revela su preferencia en algún mercado existente	El usuario declara su preferencia en un mercado hipotético
<b>Directos</b>	Precios de mercado Función de producción Subastas	Valoración Contingente Referendum
Se acude directamente a la fuente de información para extraer el valor.		
<b>Indirectos</b>	Costo de viaje Precios hedónicos Costos evitados	Análisis de experimentos de selección
El valor se extrae de forma transversal al usuario		
Fuente: Gabriela López Haro. Modificado de: Curso Herramientas Económicas para la Conservación de los Ecosistemas. Recursos Naturales y Valoración de los Ecosistemas. <i>Conservation Strategy Fund</i> -UNAM. México. 2014.		

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Este tipo de herramientas de valoración tienen como objetivo proporcionar a los tomadores de decisiones una métrica común para expresar los **costos y beneficios de intervenciones de política pública que tengan efectos sobre los recursos naturales**. Si bien no existen estudios en los que se hayan cuantificado los valores monetarios que representan los ecosistemas mexicanos representados dentro del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, es importante tener en consideración la existencia de estas **fuentes de valor** o **beneficios**, como fundamento para la definición de lineamientos que permitan la planificación y ordenamiento de usos y actividades relacionados con la biodiversidad existente en esta área protegida, a fin de fortalecer su conservación y evitar su degradación (Figura 1).<sup>5</sup> Con base en este esquema de asignación de valores, en el siguiente apartado se desglosarán los beneficios derivados de la regulación propuesta.

**Figura 1. Valor económico total de los bienes y servicios ambientales que albergan las áreas protegidas.**



<sup>5</sup> Estos lineamientos se establecen en el Acuerdo Secretarial por el que se da a conocer el Resumen de su Programa de Manejo, materia de la presente Manifestación de Impacto Regulatorio.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

*Beneficios  
cuantificables*

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso directo.**

Derivados de la continuidad en el otorgamiento de subsidios del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible PROCODES, instrumento de la política pública que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, mediante la participación directa y efectiva de la población local en los procesos de gestión del territorio; en el aprovechamiento sustentable de los recursos; la protección y restauración de los mismos y de la valoración económica de los servicios ambientales que éstos prestan a la sociedad, de forma tal que se generen oportunidades productivas alternativas y se contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes en las Áreas Naturales Protegidas, sus zonas de influencia y Regiones Prioritarias para la Conservación.<sup>6</sup>

**Grupo beneficiado/sujetos de apoyo:**

Habitantes de Agua Azul Chico, Salto del Tigre, Río San Pedro, Fracción Agua Azul, Maquinchab, La Providencia, Arroyo Agua Azul, Esperanza Joyeta, Progreso Agua Azul, Xumuljá, El Arenal, Lote 20 Fracción y Mirador Joyeta, localidades asentadas dentro del área de protección de flora y fauna, pertenecientes a los municipios de Tumbalá, Chilón y Salto del Agua. Son 1,937 personas.<sup>7</sup> Habitantes de la zona de influencia del APFF, localidades asentadas en terrenos aledaños entre las que se encuentran El Faro Jushil, La Providencia, El Danubio, El Tortuguero, Embarcadero, Joyeta, Masanilha, Tzintel, Piquintel, Saquil-Ulub, Ignacio Allende, Pantemajas, San Antonio, Joyeta, Fracción, Chabán, Yaxteel, Morelos y Carranza. (Figura 2).

**Cuantificación:**

Los recursos PROCODES se dedican a promover el desarrollo sostenible de las localidades asentadas dentro y en la zona de influencia de las áreas protegidas, fomentando la adopción y práctica de actividades productivas alternativas apropiadas a sus características ecológicas y económicas, así como a fortalecer las capacidades locales de gestión, a través de la participación equitativa de mujeres y hombres en la planeación y programación de las acciones institucionales y sociales en torno a objetivos comunes para la conservación y el desarrollo sostenible.

<sup>6</sup> ACUERDO por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Diario Oficial de la Federación. 30-12-2015.

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421763&fecha=30/12/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421763&fecha=30/12/2015)

<sup>7</sup> Datos contenidos en el Anteproyecto de Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cascada de Agua Azul, con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto de Estadística y Geografía. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 2015.



**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 2. Proyectos financiados por el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul. 2014.**

Recursos otorgados por concepto de subsidios PROCODES APFF Cascada de Agua Azul. 2014.				
Estado	Municipio	Localidad	Estudio Técnico, Proyecto o Curso de Capacitación aprobado	Monto aprobado
Chiapas	Tumbalá	Ignacio Allende	Compra de materiales para la producción de miel y mantenimiento de apiarios.	\$ 47,795.59
Chiapas	Salto del Agua	El Faro Jushil	Limpieza de terreno y compra de plantas	\$ 35,000.00
Chiapas	Tumbalá	Venustiano Carranza	Limpieza de terreno y compra de plantas	\$ 78,750.00
Chiapas	Tumbalá	Arroyo Agua Azul	Preparación de charolas para siembra de semilla y producción de planta	\$ 80,000.00
Chiapas	Chilón	Pantemajas	Limpieza de terreno y compra de plantas	\$ 38,500.00
Chiapas	Chilón	Mazaniljá	Recorridos de vigilancia y monitoreo	\$ 65,000.00
Chiapas	Tumbalá	Esperanza Joyeta	Limpieza de terreno y compra de plantas	\$ 455,800.00
Chiapas	Salto del Agua	El Danubio	Limpieza de terreno y compra de plantas	\$ 13,000.00
Chiapas	Chilón	Agua Azul Chico	Recorridos de vigilancia y monitoreo	\$ 35,000.00
Chiapas	Chilón	Chabán	Compra de materiales para la producción de miel y mantenimiento de apiarios.	\$ 245,000.00
Chiapas	Tumbalá	Lote 20 Fracción	Compra de materiales para la producción de miel y mantenimiento de apiarios.	\$ 245,000.00
Chiapas	Tumbalá	Progreso Agua Azul	Recorridos de vigilancia y monitoreo	\$ 50,000.00
Chiapas	Tumbalá	El Arenal	Compra de materiales para la producción de miel y mantenimiento de apiarios.	\$ 245,000.00
Chiapas	Tumbalá	Arroyo Agua Azul	Recorridos de vigilancia y monitoreo	\$ 150,000.00
Chiapas	Tumbalá	Ignacio Allende	Capacitación para el cuidado y sanidad de apiarios	\$ 40,000.00
Chiapas	Chilón	Chabán	Capacitación para el manejo de acahuales y palma xaté	\$ 40,000.00
<b>Total 2014</b>				<b>\$ 1,863,845.59</b>

Fuente: Reporte del avance físico financiero y de metas al 4to trimestre de 2014. Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas. México. 2014.

Se reporta el monto esperado bajo el supuesto de que las asignaciones anuales PROCODES en el futuro, serán al menos equivalentes a los apoyos totales otorgados para el año 2014, ello con el fin de promover de forma continua, el desarrollo sostenible de las localidades ubicadas dentro y en la zona de influencia del Parque Nacional.<sup>8</sup>

**Cuantificación:**

Beneficios esperados por otorgamiento de subsidios PROCODES	
Monto esperado	\$1,863,845.59
Límite inferior	\$1,863,845.59
Límite superior	\$1,863,845.59

<sup>8</sup> Para consultar los Datos de Identificación del Programa: fin, propósito, componentes y actividades se recomienda visitar: <https://www.sistemas.hacienda.gob.mx/ptpsed/datosProgramaLlave.do?id=16S046>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Cabe señalar que los PROCODES generan tres tipos de efectos positivos sobre los beneficiarios y los recursos naturales:

- Efectos directos sobre el ambiente y el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos con componente ambiental en el que se utilizan los bienes naturales como insumo o como producto final.

- Efectos directos sobre el ambiente e indirectos sobre el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos de conservación ambiental que tienen un efecto positivo sobre la producción pero que no reeditúan directamente sobre el ingreso de los beneficiarios (por ejemplo, proyectos de conservación de suelos).

- Efectos directos o indirectos sobre el ambiente e indirectos sobre el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos que detienen la presión sobre los recursos y que afectan de manera indirecta la carga de trabajo o el gasto familiar.

Los proyectos apoyados a través de PROCODES en el APFF Cascada de Agua Azul se enfocan en las siguientes líneas de trabajo:

**Apicultura orgánica.** Este proyecto busca fortalecer capacidades productivas alternativas, optimizando el espacio, ya que no requiere de grandes extensiones de tierra, ni de la eliminación de la cubierta vegetal. Promueve la polinización natural y el aprovechamiento de la floración tanto de especies nativas como de especies cultivadas. Con los recursos otorgados se apoyó a diversas familias para la compra de colmenas, fuertes, espátulas, ahumadores, velos, cuchillos desperculadores, cera natural, alambre para bastidor, bastidores, Colmenas Langstroth, marco criador, extractores de miel y alzas. La miel que se produce se vende en mercados locales.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figuras 3 y 4. Proyectos alternativos para la producción de miel en la zona de influencia del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Sistemas agroforestales.** El establecimiento de árboles nativos y frutales en zonas destinadas a la agricultura, permite la generación de un hábitat favorable para las especies de vida silvestre. Además la asociación de cultivos con árboles contribuye a la fijación de nitrógeno, ciclaje de nutrientes, control de la erosión, provisión de leña, madera, alimentos y frutos. Las comunidades a las que se ha apoyado para el establecimiento de cercos vivos, árboles frutales y especies para obtención de leña son Venustiano Carranza, Ranchería Faro Jushil, Esperanza Joyeta y Ranchería Pantemajas.

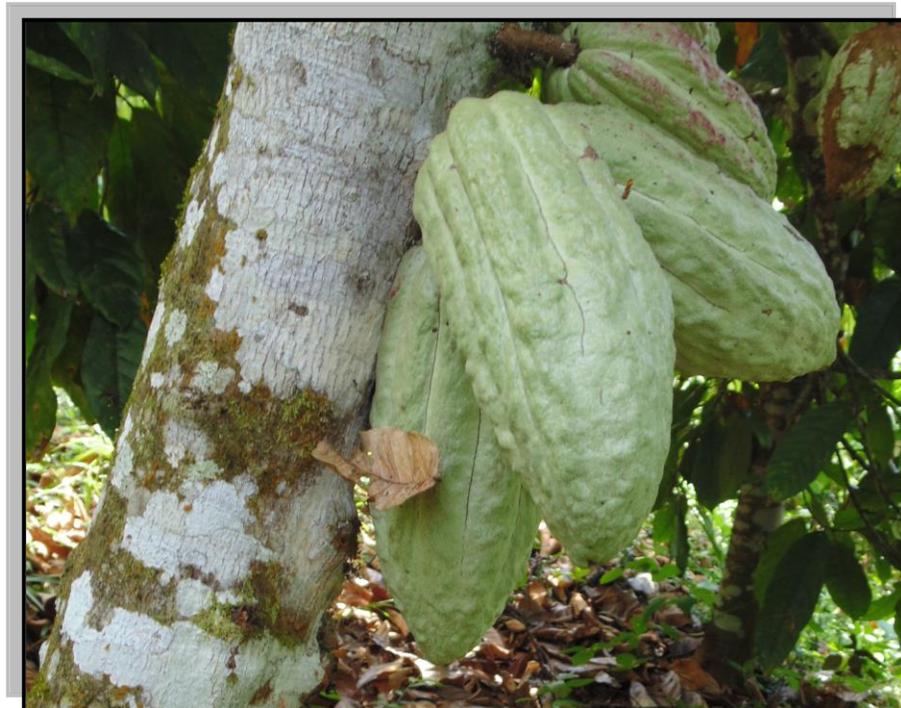
**Figura 5. Proyectos agroforestales, siembra de cacao en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figuras 6 y 7. Proyectos agroforestales, siembra de cacao en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Abonos verdes y cultivos de cobertera.** La siembra de milpa bajo el sistema de roza-tumba-quema es una técnica tradicional que permite la recuperación de la fertilidad de los suelos y el equilibrio en el aporte de materia orgánica, a través de ciclos de descanso de 10 años por cada dos de uso. Su funcionalidad depende del uso de grandes extensiones de tierra y es una de las causas de la ampliación de la frontera agropecuaria y del deterioro de los suelos. En la localidad de Arroyo Agua Azul se ha apoyado a productores para la siembra de frijol nescafé (*Macuna pruriens*) como abono verde y cultivo de cobertera, en superficies que ya han concluido su ciclo productivo, con el fin de apoyar el proceso natural de recuperación de suelos, principalmente su capacidad de fijar nitrógeno.

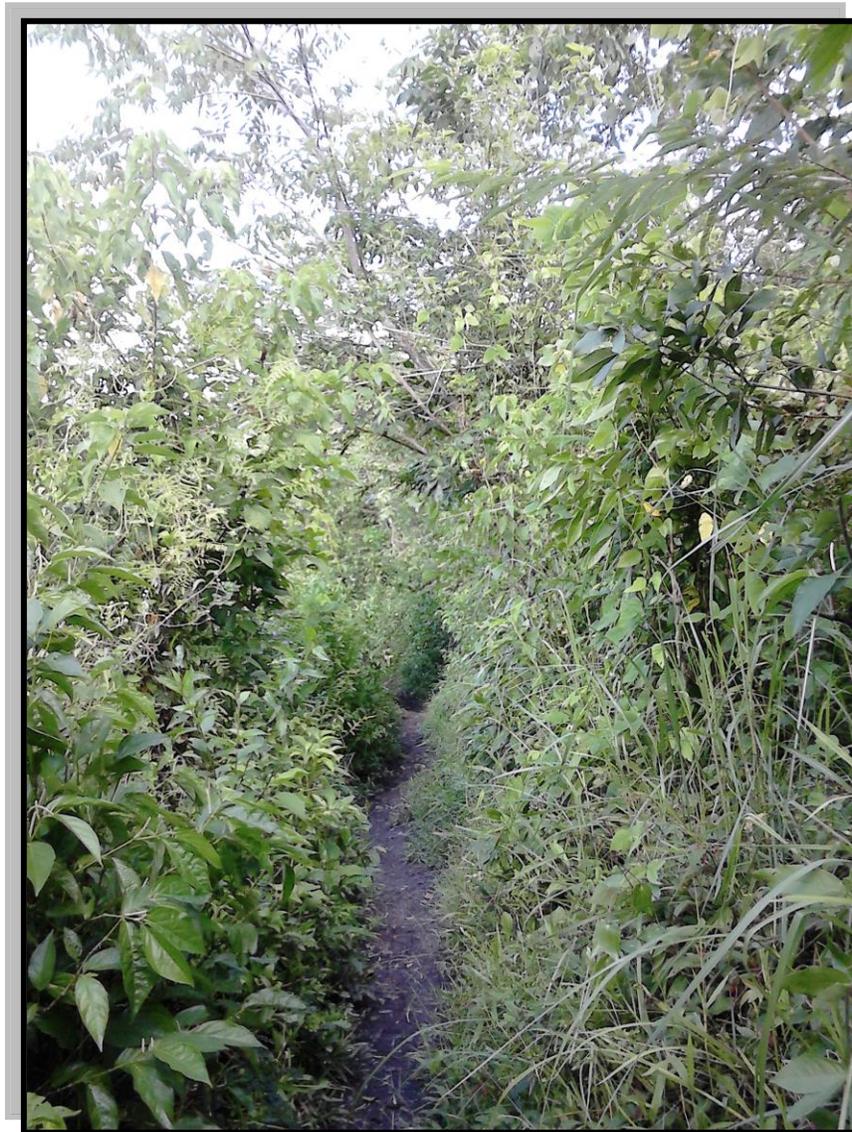
**Figura 8. *Macuna pruriens* como abono verde y cultivo de cobertera en la zona de influencia del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 9. *Macuna pruriens* como abono verde y cultivo de cobertera en la zona de influencia del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Sistemas silvopastoriles.** La ganadería es la actividad productiva que demanda mayores superficies dentro del área protegida, las selvas son taladas y durante dos años se cultiva maíz, después se siembran pastos generándose grandes extensiones sin vegetación y con escasa presencia de fauna silvestre. En las comunidades de Progreso Azul y Xumuljá, se sembraron árboles dispersos y cercos vivos con esquejes de *Gliricidia sepium* para favorecer la recuperación del hábitat para la fauna.

**Café bajo sombra.** En años recientes las áreas destinadas a la producción de café han disminuido por la presencia de roya anaranjada, que provoca la caída de las hojas y los frutos en el árbol del café. El apoyo a esta resiembra bajo sombra nativa, permite la conservación de relictos de selva parcialmente alterados por el aclareo y establecimiento de planta. En la localidad de Arroyo Agua Azul, se estableció el proyecto para establecimiento de un vivero con capacidad de producción de 90,000 plantas de variedades de café resistentes a la roya, y que se distribuyen en las diferentes comunidades.

Figura 10. Plantación de café bajo sombra, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.



Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Turismo comunitario.** Se han apoyado proyectos para la instalación de paradores turísticos para venta de comida y artesanías.

**Monitoreo de especies.** Conformación de grupos comunitarios para realizar recorridos de monitoreo tanto en zonas bien conservadas como en superficies agrícolas. Con los recursos PROCODES se capacitó a las personas respecto a la instalación y operación de cámaras trampa, redes de niebla para aves y murciélagos y recorridos para evitar ilícitos ambientales.

Por último, resulta importante señalar que de acuerdo al **Informe de la Evaluación Específica de Desempeño 2012–2013 realizada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo (CONEVAL)**, el PROCODES procura conciliar la generación de ingresos a nivel rural a la vez de conservar los ecosistemas. Lo anterior se considera relevante porque busca generar un doble dividendo. Por una parte contribuye a **revertir las grandes presiones de degradación y agotamiento de los ecosistemas**. Por la otra, está enfocado a **atender personas con mayores grados de marginación y pobreza**. El programa se ha mostrado flexible a atender las recomendaciones que se le han hecho en diversas evaluaciones, lo cual fue reconocido por el CONEVAL mismo al otorgarle un reconocimiento a las "Buenas prácticas en el uso de los resultados del monitoreo y evaluación en el ciclo de las políticas públicas".<sup>9</sup>

La misma fuente señala que el Programa atiende una problemática clara. Se justifica plenamente su existencia pues busca el desarrollo de capacidades y la creación de bienes públicos, lo cual es una tarea inherente del gobierno. Es suficientemente flexible a atender recomendaciones de mejora y se ha apropiado de la importancia que tiene realizar una evaluación de impacto, para la cual se están realizando acciones concretas.<sup>10</sup>

## Beneficio

### Descripción: Valor de uso directo.

Derivados de la continuidad en el otorgamiento de subsidios del Programa de Empleo Temporal (PET) para obras de infraestructura física destinada a restauración, manejo y conservación dentro del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul. Cabe señalar que el Programa de Empleo Temporal busca promover la conservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante el desarrollo de obras y/o acciones concertadas con las comunidades y dirigidas a estos fines.

<sup>9</sup> [http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/16\\_S046\\_Ejecutivo.pdf](http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/16_S046_Ejecutivo.pdf)

<sup>10</sup> *Op cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

También busca contribuir a la protección social de la población afectada por baja demanda de mano de obra o por una situación de emergencia mediante la entrega de apoyos al ingreso por su participación en proyectos de beneficio familiar y comunitario.<sup>11</sup>

**Grupo beneficiado/sujetos de apoyo:**

Habitantes de Agua Azul Chico, Salto del Tigre, Río San Pedro, Fracción Agua Azul, Maquinchab, La Providencia, Arroyo Agua Azul, Esperanza Joyeta, Progreso Agua Azul, Xumuljá, El Arenal, Lote 20 Fracción y Mirador Joyeta, localidades asentadas dentro del área de protección de flora y fauna, pertenecientes a los municipios de Tumbalá, Chilón y Salto del Agua. Son 1,937 personas.<sup>12</sup> Habitantes de la zona de influencia del APFF, localidades asentadas en terrenos aledaños entre las que se encuentran El Faro Jushil, La Providencia, El Danubio, El Tortuguero, Embarcadero, Joyeta, Masanilha, Tzintel, Piquintel, Saquil-Ulub, Ignacio Allende, Pantemajas, San Antonio, Joyeta Fracción, Chabán, Yaxteel, Morelos y Carranza.

**Cuantificación:**

Para reportar el monto esperado de beneficios otorgados por este concepto, se utilizó información proporcionada por la Dirección del área protegida, respecto a los montos aprobados por este concepto para 2013 y 2014 que ascienden a \$1,625,997.24 y \$2,206,362.00 respectivamente. Se reporta el monto esperado bajo el supuesto de que las asignaciones anuales PET en el futuro, serán al menos equivalentes a la media simple de los apoyos totales otorgados para estos dos años, ello con el fin de promover de forma continua la conservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante el desarrollo de obras y/o acciones concertadas con las comunidades asentadas dentro y en la zona de influencia del área protegida.

**Cuantificación:**

Beneficios esperados por otorgamiento de subsidios PET	
Monto esperado	1,916,179.62
Límite inferior	1,916,179.62
Límite superior	1,916,179.62

<sup>11</sup> Lineamientos Operativos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el Programa de Empleo Temporal.

[http://www.cipet.gob.mx/cipet/Doctos/Lineamientos/Lineamientos%20operativos%20PET%202010%20SEMARNAT\(05Febrero2010\).pdf](http://www.cipet.gob.mx/cipet/Doctos/Lineamientos/Lineamientos%20operativos%20PET%202010%20SEMARNAT(05Febrero2010).pdf)

<sup>12</sup> Datos contenidos en el Anteproyecto de Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cascada de Agua Azul, con base en información del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto de Estadística y Geografía. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Los proyectos apoyados a través de PET en el APFF Cascada de Agua Azul se enfocan en las siguientes líneas de trabajo:

**Reforestación.** En las localidades de Progreso Agua Azul y Ranchería Agua Azul Chico, con la finalidad de recuperar áreas agropecuarias degradadas, mediante la siembra de árboles de interés comercial como cedro, caoba y primavera.

**Brechas corta fuego.** La quema de vegetación para preparación de tierras agrícolas en la época seca del año, es la principal causa de incendios forestales en el área protegida. En este sentido se apoya a la Ranchería de Agua Azul Chico y al Ejido José María Morelos y Pavón para la construcción de brechas corta fuego en zonas limítrofes con áreas arboladas.

**Vigilancia comunitaria.** En la ranchería Mazaniljá se invirtieron recursos para la creación de una brigada local que realiza recorridos de vigilancia en zonas con vegetación bien conservada, identificación oportuna de ilícitos y sensibilización ambiental.

**Diversificación de acahuales.** Se establecieron árboles en zonas agrícolas en descanso, con especies aptas para producción de leña y frutas (Ranchería La Providencia, Mazaniljá y Lote 20 Fracción), así como cultivos para floración y producción de miel (Ignacio Allende).

**Senderos interpretativos.** Mantenimiento de andadores en la zona de uso público Cascadas de Agua Azul, así como instalación y mantenimiento de señalización preventiva e informativa.

**Recolección de residuos sólidos.** Limpieza del andador principal en la zona de uso público, recolección de PET y otros materiales que se acumulan por el arrastre del río. La separación selectiva, colecta y venta del plástico se realiza desde el año 2010, a través de la instalación de sitios específicos de acopio y de campañas de limpieza con prestadores de servicios y estudiantes del poblado de Arroyo Agua Azul. Se cuenta además con una bodega que funciona como centro de acopio en la que los residuos se almacenan en costales jumbo con un peso aproximado de 50 kg. Posteriormente estos materiales se venden en la localidad de Palenque. Cabe resaltar que **esta actividad ha generado una externalidad positiva adicional** en la localidad de Agua Azul, debido a que anteriormente este tipo de materiales se quemaban de forma deliberada causando contaminación en la atmósfera y suelos.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 11. Señalización en zona de uso público del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, apoyada con recursos del PET.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

**Figura 12. Jornada de limpieza y acopio de plásticos en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, apoyada con recursos del PET.**



**Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 13. Jornada de limpieza y acopio de plásticos en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, apoyada con recursos del PET.**



Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Figura 13. Centro de acopio en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, operado con recursos del PET.**



Fuente: Dirección del APFF Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso directo.**

Derivado de la conservación de aproximadamente 309 hectáreas de superficie forestal bien conservada que corresponde a la subzona de preservación terrestre, integrada por selva mediana perennifolia, **beneficios considerados como costos evitados** para la Administración Pública Federal.

**Grupo beneficiado:**

Directamente: Gobierno Federal, por la reducción en las asignaciones presupuestales destinadas a reforestación o restauración y mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Economía Mexicana, por la reducción en las erogaciones del Ejecutivo Federal en gastos de remediación del medio ambiente.<sup>13</sup>

Indirectamente: Población de la República Mexicana por el aumento en la disponibilidad de presupuesto federal que puede asignarse a diferentes programas de política pública financiados por el Gobierno Federal (costo de oportunidad del Presupuesto Federal).

**Cuantificación:**

Aunque los bienes ambientales no tengan valor de mercado, son susceptibles de ser medidos en términos monetarios, debido a que pueden estar íntimamente relacionados con otros bienes o servicios que sí tienen un valor definido, ya sea, porque se conforman en sustitutos de aquellos en una función de producción, o porque forman parte de la utilidad de las personas. Cuando los valores correspondientes a los cambios de la calidad ambiental, se convierten en costos en los que se debe incurrir, a efectos de evitar ese cambio en la calidad ambiental, se habla de costos evitados.<sup>14</sup>

Para elaborar este ejercicio de cuantificación, estableceremos los siguientes supuestos:

- El costo de reemplazar el ecosistema forestal constituye una aproximación útil a su valor económico.
- El costo de reemplazo es internalizado por el Gobierno Federal mediante el ejercicio del presupuesto público destinado a actividades de reforestación o restauración.

<sup>13</sup> Para una referencia sobre los montos presupuestales asignados a la protección ambiental por rama de actividad en México, consultar: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas. Gastos de Protección Ambiental por rama de actividad.

<sup>14</sup> Informe final elaborado en el marco de la “Consultoría para transferir experiencias internacionales de pagos por servicios ambientales (PSA) y desarrollar las bases de dos estudios de casos”, dentro del proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. Ministerio de Medio Ambiente. República de Argentina. 2007.

<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/PSA/Primera%20parte.pdf>

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

- Las asignaciones presupuestales tienen un costo de oportunidad para la sociedad, y las distintas alternativas inciden sobre la función de utilidad social.
- Los cambios en la calidad ambiental del ecosistema inciden sobre la producción de bienes que tienen un valor de mercado, por lo que el Gobierno Federal tiene incentivos a invertir en su reemplazo o restauración, en caso de algún daño.<sup>15</sup>

Mediante “Acuerdo por el que se expiden los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación”,<sup>16</sup> el Gobierno Federal estableció el costo de referencia para restauración o reforestación en pesos por hectárea, para zona ecológica tropical en \$18,363.49.

Este costo de referencia corresponde a la suma de los costos de las actividades de restauración de suelos, reforestación, mantenimiento, protección y asistencia técnica. Un supuesto adicional se requiere para presentar este valor económico y se refiere a que las 309 hectáreas de superficie forestal que alberga el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, sufren en su totalidad de daños irreversibles por actividades antropogénicas y/o por el impacto de fenómenos naturales. Estas hectáreas corresponden a la suma de las superficies de selva mediana que abarcan los polígonos Danubio, La Unión, El Embarcadero, La Esperanza, LA Línea, El Ceibo y La Reliquia, dentro del área de protección de flora y fauna. (Figura 14).<sup>17</sup>

Considerando que el costo por restauración de hectárea asciende a \$18,363.49, el costo total por su restauración sería de \$5,674,318.41. De acuerdo a este cálculo, el establecer lineamientos para la conservación de la cubierta vegetal original del área protegida, evitará al Gobierno Federal una erogación futura de al menos \$5,674,318.41, por actividades de restauración y reforestación, con fines de evitar cambios en la calidad ambiental del ecosistema que puedan afectar la función de producción de agentes económicos, así como la provisión de servicios ambientales.

---

<sup>15</sup> Adaptado de: Estela Cristeche *et al.* Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. República de Argentina. 2008.

<sup>16</sup> Diario Oficial de la Federación del 31-07-2014.

<sup>17</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Sistema de Información Geográfica. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 14. Cubierta vegetal original del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.



Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.

### Beneficio

#### Descripción: Valor de uso directo.

Derivados de la continuidad en los ingresos generados por la crianza de ganado bovino, dentro del área de protección de flora y fauna. Con el instrumento regulatorio propuesto se promoverán prácticas de manejo destinadas a la conservación de la productividad de los suelos en el largo plazo, tales como rotación de potreros, los encierros programados y el establecimiento de áreas de exclusión de libre pastoreo. Cabe señalar que con la aplicación del **componente de manejo y uso sustentable de agroecosistemas y ganadería**, propuesto en el instrumento regulatorio materia de esta descripción, así como con la delimitación territorial de las actividades ganaderas exclusivamente a las subzonas de uso tradicional, se logrará reducir la presión sobre superficies de vegetación original, evitando la expansión de la frontera ganadera y los impactos sobre los ecosistemas (agotamiento y degradación de suelos y aguas), derivados de la producción pecuaria.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Grupo beneficiado.**

Propietarios de los hatos ganaderos dentro del área de protección de flora y fauna, así como habitantes de las siete localidades en las que se tienen registros de actividad ganadera, y cuya fuente preponderante de ingresos es el trabajo asociado a la producción pecuaria. (Tabla 3).

**Tabla 3. Inventario ganadero en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**

Localidades ganaderas en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.						
Localidad	Número de personas empleadas	Orientación de la crianza	Número de cabezas	Raza	Pasto	Superficie (Ha)
Progreso Agua Azul	10	Pie de cría y engorda	200	Beefmaster, cebú suizo	Brizanta, estrella, húmidícola y camerún y chontalpa.	120
Xumuljá	2	Pie de cría y engorda	55	Beefmaster, cebú suizo	Húmidícola, estrella y brizanta.	30
Mirador	4	Pie de cría	30	Beefmaster, cebú suizo	Estrella y brizanta.	30
Venustiano Carranza	8	Pie de cría	64	Charolais, Brahman y Beefmaster	Brizanta y húmidícola.	30
Danubio	4	Pie de cría	20	Charolais, Brahman y Beefmaster	Brizanta, húmidícola y chontalpa.	20
La Providencia	5	Pie de cría	25	Charolais, Brahman y Beefmaster	Brizanta, húmidícola y chontalpa.	25
Ignacio Allende	6	Pie de cría	100	Beefmaster, Angus y Suizo.	Brizanta y estrella.	80
<b>Total</b>			<b>494</b>			<b>335</b>

Fuente: Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Cascada de Agua Azul. México. 2015.

**Cuantificación:**

Dentro de las subzonas denominadas como de uso tradicional en el área protegida, son aproximadamente 335 hectáreas en las que localizan las unidades pecuarias y en las que se tienen praderas inducidas o mejoradas, resistentes a la humedad, sequías y a plagas. Así mismo, se tiene un inventario ganadero registrado de 494 cabezas de ganado bovino. La ganadería se desarrolla mediante un sistema de producción extensivo y con una alimentación basada en el pastoreo. Es importante resaltar que, a diferencia de otras áreas en las que la actividad ganadera está más ordenada, dentro del área protegida hay una escasa división de potreros, un manejo insuficiente de la sanidad animal, poca inversión en suplementos minerales y se da el aprovechamiento de becerros al destete.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Para calcular el valor de la producción pecuaria dentro del área protegida (bovinos), como aproximación al monto de ingresos derivados de dicha actividad, es necesario considerar que la productividad de los pastos no se reduce en el largo plazo, por lo que el tiempo y calidad de la crianza permanecen constantes. Así mismo, para la cuantificación es necesarios establecer los siguientes supuestos:<sup>18</sup>

1. Los becerros se venden en el mercado, a un precio promedio de 35.25 pesos por kilo.<sup>19</sup>
2. El peso promedio de los becerros en etapa de crianza para venta en el mercado es de 300 kg.
3. No se considera para el análisis, la variación en el precio por tipo de raza.
4. El sistema de producción es extensivo.
5. El hato ganadero se repone totalmente cada que se coloca en el mercado (considerando la reposición completa al final del año).
6. El tiempo de crianza por unidad es de doce meses (periodo entre el nacimiento y la venta en el mercado).
7. A lo largo del periodo, no hay pérdidas de individuos por muertes o enfermedades.

**Tabla 4. Valor de la producción pecuaria,  
área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**

Valor de la producción pecuaria área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.							
Ganado	Número de unidades dentro del área protegida	Peso promedio por unidad al momento de la venta (kg)	Precio promedio por kilogramo (\$/kg)	Valor por unidad (\$)	Lote de animales por año (ciclo de reposición)	Total de animales al año	Valor de la producción (\$)
Bovino	494	300	35.25	10,575.00	1	494.00	5,224,050.00
Valor de la producción total							
Fuente: Elaboración propia.							

<sup>18</sup> Se reporta el valor de la producción como aproximación al monto de ingresos anuales.

<sup>19</sup> Precio promedio de bovino en canal para el año 2014, Estado de Chiapas, Distrito de Palenque, municipios de Chilón, Salto del Agua y Tumbalá, reportado en el Resumen Municipal Pecuario del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Fecha de consulta: 22-09-2015.

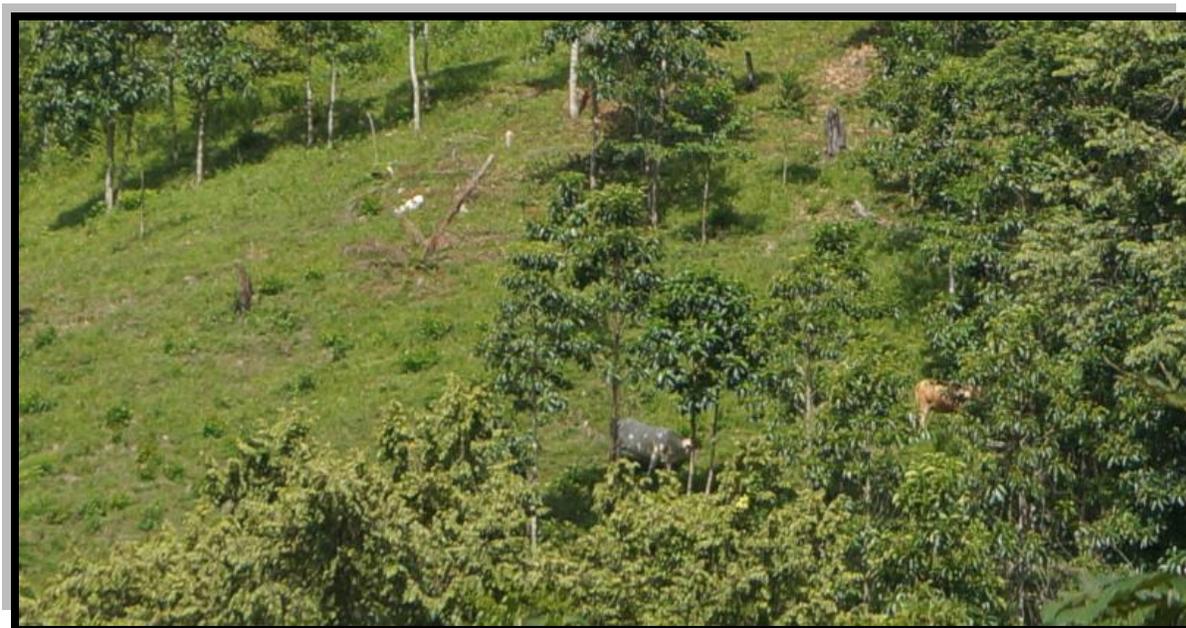
<http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Valor de la producción de pecuaria (ingresos esperados)	
Monto esperado	5,224,050.00
Límite inferior	5,224,050.00
Límite superior	5,224,050.00

El valor de la producción calculado para las actividades pecuarias dentro del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul asciende a \$5,224,050.00. Cabe resaltar que el cambio de uso de suelo para la producción de ganado en pastoreo extensivo, ocasiona la pérdida de cobertura forestal con la consecuente degradación del suelo. Por lo anterior, con el anteproyecto regulatorio propuesto se busca que las actividades pecuarias se realicen exclusivamente en las superficies actualmente destinadas para tales actividades, siempre y cuando se lleven a cabo de forma tal que provean seguridad en el sustento diario, conserven los ecosistemas y promuevan la conservación de la vida silvestre.<sup>20</sup>

**Figura 15. Cubierta vegetal abierta al pastoreo extensivo y ganado bovino en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

<sup>20</sup> Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Ganadería.  
<http://www.fao.org/americas/perspectivas/ganaderia/es/>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

## Beneficio

### Descripción: Valor de uso directo.

Derivados de la continuidad en los ingresos generados por la producción de maíz y frijol a través del sistema tradicional de milpa roza-tumba-quema, con fines de autoconsumo y cuya producción excedente complementa la economía familiar a través de la venta, así como cultivos permanentes de café y cacao bajo sombra. Esta agricultura tradicional se realiza en aproximadamente 286 hectáreas, dentro de Subzona de Uso Tradicional I, polígono La Finca. Con el instrumento regulatorio propuesto, se promoverá la adopción de mejores prácticas para la realización de dichos cultivos (adopción de técnicas de labranza de conservación), así como la siembra de gramíneas en superficies en descanso, para la recuperación de suelos.

### Grupo beneficiado:

No se cuenta con un dato aproximado de personas dedicadas a la actividad agrícola dentro del área protegida, pero es posible considerar como grupo beneficiario y de forma general, a los habitantes de las comunidades de Ignacio Allende, Xumuljá y El Arenal, al centro oeste del polígono del área protegida, principales localidades que dependen de la producción de estos cultivos como sustento y fuente de ingresos complementarios.

### Cuantificación:

De acuerdo con información proporcionada por la Dirección del área protegida, la superficie cultivada dentro del área asciende a 286 hectáreas, distribuidas entre cultivos de maíz, frijol, cacao y café. Para fines de esta cuantificación, consideraremos que de ese total a cada cultivo corresponde la misma superficie, es decir, 71.5 hectáreas cada uno. Debido a que se carece de información sobre el rendimiento por cultivo dentro del área protegida, para la cuantificación del valor de la producción se utilizará el rendimiento y los precios reportados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, Cierre de la Producción Agrícola por Estado.<sup>21</sup> Se tomará el rendimiento promedio anual para cada cultivo, correspondiente al Distrito de Palenque, municipio de Tumbalá.

---

<sup>21</sup> <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 5. Valor de la producción de cultivos seleccionados,  
área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**

Valor de la producción de cultivos seleccionados área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul					
Cultivo	Superficie sembrada (Ha)	Rendimiento promedio Ton/Ha (2014)*	Producción dentro del área protegida (Ton)	Precio promedio (\$/Ha)*	Valor de la producción (\$)
Maíz	71.5	1.27	90.81	2,665.83	242,070.69
Frijol	71.5	0.39	27.89	11,582.54	322,979.13
Café cereza	71.5	1.4	100.10	5,464.20	546,966.42
Cacao	71.5	0.44	31.46	33,054.55	1,039,896.14
Valor de la producción total					1,112,016.24
*Fuente: Cierre de la producción agrícola por Estado para el Distrito de Palenque, modalidad riego + temporal. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Fecha de consulta: 23/09/2015. <a href="http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/">http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/</a>					

Al valor de la producción calculado habría que descontarle los costos totales para cada cultivo, a fin de obtener una medida aproximada de la utilidad o beneficio. Sin embargo, debido a que se carece de información específica sobre los costos de producción para cada cultivo y por Distrito de Desarrollo Rural, esta Comisión reporta únicamente el valor de la producción como aproximación al ingreso anual.<sup>22</sup> Esta última variable será entonces la aproximación más adecuada al monto del beneficio a distribuir entre los habitantes del área protegida que se dedican a las actividades agrícolas.

Valor de la producción de cultivos comerciales (ingresos esperados)	
Monto esperado	1,112,016.24
Límite inferior	242,070.69
Límite superior	1,039,896.14

<sup>22</sup> Los costos totales de producción por cultivo se integran sumando los costos directos por preparación del terreno, siembra o plantación, fertilización, labores culturales, riego y drenaje, control de plagas y cosecha, más los costos indirectos por contratación de seguro agrícola, costos financieros y asistencia técnica. Esta información es integrada para cada Distrito de Riego, por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Sin embargo, al momento de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Regulatorio, no se encontraban disponibles los datos para los municipios seleccionados del estado de Chiapas.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

El valor de la producción calculado para los cuatro cultivos relevantes dentro del área de protección de flora y fauna asciende a \$1,112,016.24, cantidad que resulta de sumar el valor de la producción para maíz, frijol, café y cacao (monto esperado). Los límites inferior y superior se reportan bajo el supuesto de que en el área únicamente se sembraran maíz y cacao, que son los cultivos con menor y mayor valor de la producción, respectivamente.

**Figura 16. Superficie cultivada con maíz bajo el sistema de milpa, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

### **Beneficio**

#### **Descripción: Valor de uso directo.**

Derivados del fomento y apoyo a la tecnificación y adopción de prácticas sustentables para la actividad apícola dentro del área protegida, ingresos derivados de la producción de miel.

#### **Grupo beneficiado:**

Habitantes de las localidades apoyadas con recursos PROCODES para la producción orgánica de miel, principalmente en la zona de influencia del APFF, localidades asentadas en terrenos aledaños entre las que se encuentran El Faro Jushil, La Providencia, El Danubio, El Tortuguero, Embarcadero, Joyeta, Masanilha, Tzintel, Piquintel, Saquil-Ulub, Ignacio Allende, Pantemajas, San Antonio Joyeta, Fracción, Chabán, Yaxteel, Morelos y Carranza.

#### **Cuantificación:**

Si bien de forma tradicional dentro del área protegida o su zona de influencia la producción de miel no ha sido una actividad relevante, debido a que existen condiciones naturales de clima y presencia de flora para el desarrollo de la actividad apícola, a través del apoyo con subsidios PROCODES se ha buscado fomentar la adopción de técnicas modernas para el manejo y aprovechamiento de las abejas. Así mismo, el anteproyecto propuesto permitirá fomentar la producción ordenada y racional de la miel y de los subproductos derivados de las abejas, cuyos beneficios para el hombre son no solo económicos pero alimenticios y medicinales.

La zona de influencia abarca 19 localidades y manejaremos como supuesto de cálculo que en cada de éstas se apoya al menos un proyecto con recursos PROCODES para compra de colmenas, fuertes, espátulas, ahumadores, velos, cuchillos despercudadores, cera natural, alambre para bastidor, bastidores, Colmenas Langstroth, marco criador, extractores de miel y alzas, por lo que tendremos **19 centros de producción de miel orgánica.**

De acuerdo con información proporcionada por la Dirección del área protegida, la producción anual de miel en cada uno de estos centros es en promedio de 600 kg. En los mercados locales de Cobán y Carranza, la miel de abeja melipona sp., se cotiza en \$40 kilo. Así bien, cada año se tienen ingresos por \$24,000, para cada uno de los centros de producción, distribuidos en dos temporadas. Los ingresos totales anuales para los 19 centros de producción ascienden a \$456,000.00.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Cabe resaltar que no solo se busca promover la producción de miel en colonias silvestres sino procurar el tránsito de la producción de colmenas rústicas hacia colmenas modernas en las que la producción en cada una pueda alcanzar hasta una productividad de hasta 50 kg al año.<sup>23</sup>

Así mismo se busca fomentar la producción y tecnificación con fines de comercialización para cera, jalea real, propóleo, polen e incluso el veneno de las abejas. Lo anterior a fin de que se logre diversificar la explotación sustentable de estos insectos y se amplíen las fuentes de ingresos de los habitantes de las localidades de la zona de influencia del área protegida.

**Figura 16. Colmenas Langstroth para la producción de miel orgánica en la localidad de Allende, zona de influencia del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

<sup>23</sup> Manual Básico de Apícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/3/manbasic.pdf>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Beneficio**

**Descripción: Valor de uso directo.**

Ingresos generados por la aplicación de la Ley Federal de Derechos. Con base en el Artículo 83 fracción I del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas y el Artículo 198-A fracción II, de la Ley Federal de Derechos, cobro de derechos por el uso o aprovechamiento de los elementos terrestres así como por actividades turísticas, deportivas y recreativas como ciclismo, paseo a caballo, rappel, montañismo, excursionismo, alta montaña, campismo, pernocta, observación de flora y fauna silvestre.

**Grupo beneficiado:**

Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

**Cuantificación.**

Las tarifas de ingreso a las áreas protegidas constituyen un instrumento de importancia creciente para la conservación de ecosistemas representativos o únicos y de la biodiversidad que albergan. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas no privilegia ni los propósitos regulatorios ni los propósitos recaudatorios con la aplicación de este instrumento. Busca mantener un equilibrio entre la regulación de la carga turística al área que desea conservar, mientras que utiliza los ingresos generados por este concepto para financiar acciones y proyectos de protección, manejo, restauración y gestión de la conservación, principalmente en beneficio de los propietarios o legítimos poseedores de los terrenos en donde se localizan las Áreas Naturales Protegidas.

**Tabla 6. Monto recaudado por concepto de cobro de derechos para el periodo 2010-2014, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**

Monto recaudado por concepto de cobro de derechos (2010-2014), área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul	
Año	Monto recaudado
2010	\$2,107,937.50
2011	\$4,525,125.00
2012	\$4,008,960.00
2013	\$4,000,320.00
2014	\$3,501,291.00
<b>Total periodo</b>	<b>\$18,143,633.50</b>
Fuente: Dirección del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 2015.	

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Para reportar un monto aproximado de lo recaudado por concepto de cobro de derechos en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, se utilizó información proporcionada por la Dirección del área protegida, respecto al Registro de Cobro de Derechos para el periodo 2010-2014 (Tabla 9). El monto esperado corresponde al promedio simple de los ingresos recaudados por concepto de cobro de derechos entre 2010 y 2014. Bajo el supuesto de que el monto futuro por este concepto corresponda al menos a este promedio simple se tiene:

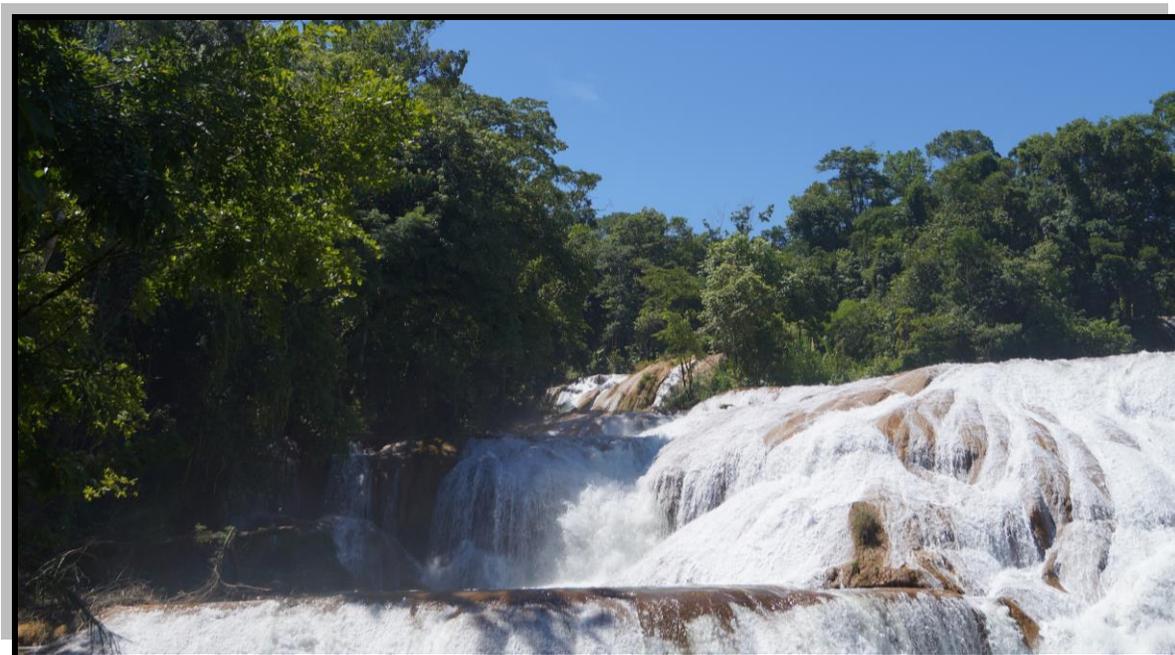
Ingresos esperados por cobro de derechos	
Monto esperado	3,628,726.70
Límite inferior	2,107,937.50
Límite superior	4,525,125.00

Los montos inferior y superior se consideraron tomando en cuenta los ingresos generados por este concepto para 2010 y 2011, años en los que se tuvieron los menores y mayores ingresos del periodo reportado, respectivamente. Es muy importante destacar que dentro del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, la principal actividad turística es la contemplación de las cascadas de que se forman por los afluentes de los ríos Paxilhá y Xumuljá, que corren por cañones y acantilados formando hermosas caídas de agua. Las temporadas de alta visitación son Semana Santa, verano y vacaciones de diciembre y otras de las actividades que se pueden realizar son:

- ✓ Caminata por el sendero principal que a lo largo de 2.5 km recorre las imponentes cascadas desde el estacionamiento del centro turístico hasta el paraje conocido como La Boquilla.
- ✓ Nado en sitios designados en donde las corrientes son más suaves, son seis las áreas autorizadas para esta actividad: La Isla, Oasis, Las Tres Pozas, El Huracán, La Playa y La Boquilla.
- ✓ Campismo en sitios delimitados, junto al estacionamiento a un costado del vivero comunitario.
- ✓ Observación de paisaje desde los miradores denominados por el nombre de las cascadas principales: Las Golondrinas, La Licuadora y La Boquilla.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 17. Cascadas de Agua Azul, zona de uso público en el área de protección de flora y fauna.



Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.

Respecto al monto generado por cobro de derechos en áreas protegidas de carácter federal, como un **indicador del valor de dichas áreas para el desarrollo de la actividad turística**, cabe resaltar que entre los años 2007 y 2012 se recaudaron \$381,984,324.00 por concepto de aplicación de Ley Federal de Derechos a nivel nacional,<sup>24</sup> mostrando un incremento promedio en el periodo del 32.668%. Ello da cuenta de cómo va creciendo el interés del turismo nacional e internacional por disfrutar del entorno natural, y de la importancia que adquieren las áreas protegidas como destinos, favoreciendo además una derrama en ingresos sobre las economías locales y regionales, impactando positivamente los indicadores de empleo, remuneraciones y generación de divisas. (Tabla 7).

<sup>24</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/acciones/cobro.php>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Tabla 7. Recursos generados por cobro de derechos en áreas naturales protegidas (2007-2012).

Recursos generados por cobro de derechos en áreas protegidas federales (2007-2012)	
Ejercicio	Monto
2007	53,093,954.00
2008	60,505,613.00
2009	62,679,173.00
2010	64,469,640.00
2011	70,787,018.00
2012	70,448,926.00
<b>Total</b>	<b>381,984,324.00</b>

\* Incluye artículos 198 fracciones I, II y III, 198-A fracciones I, II y III, 198-B y 238-C fracción I.  
Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, 2013.  
<http://www.conanp.gob.mx/acciones/cobro.php>

Figura 18. Cascadas de Agua Azul, zona de uso público en el área de protección de flora y fauna.



Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.

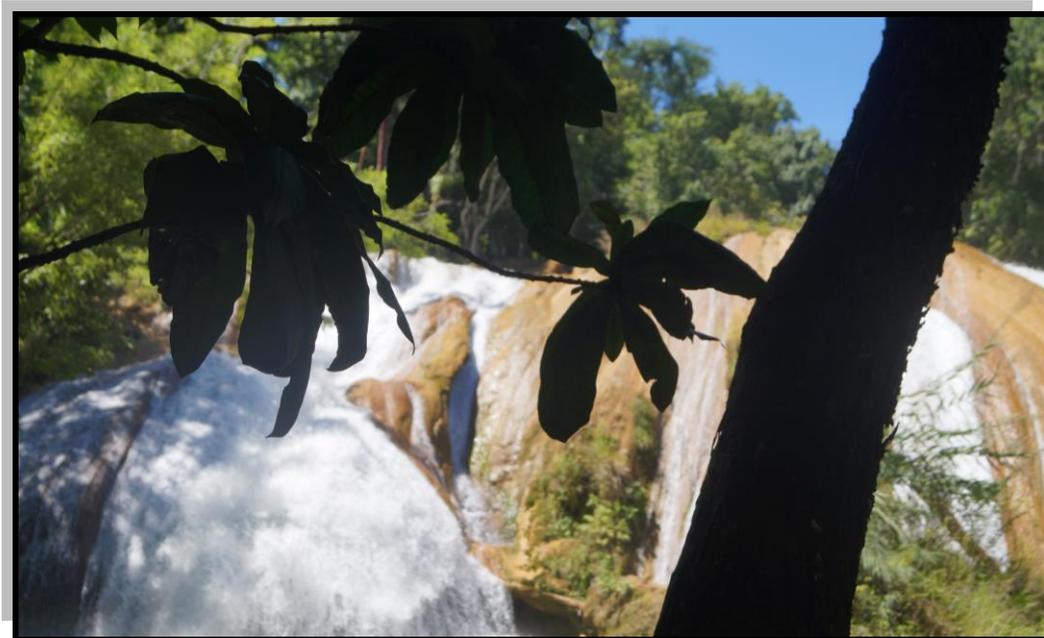
**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 19. Caseta de cobro al área de protección de flora y fauna, Cascada de Agua Azul.



Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.

Figura 20. Cascadas de Agua Azul, zona de uso público en el área de protección de flora y fauna.



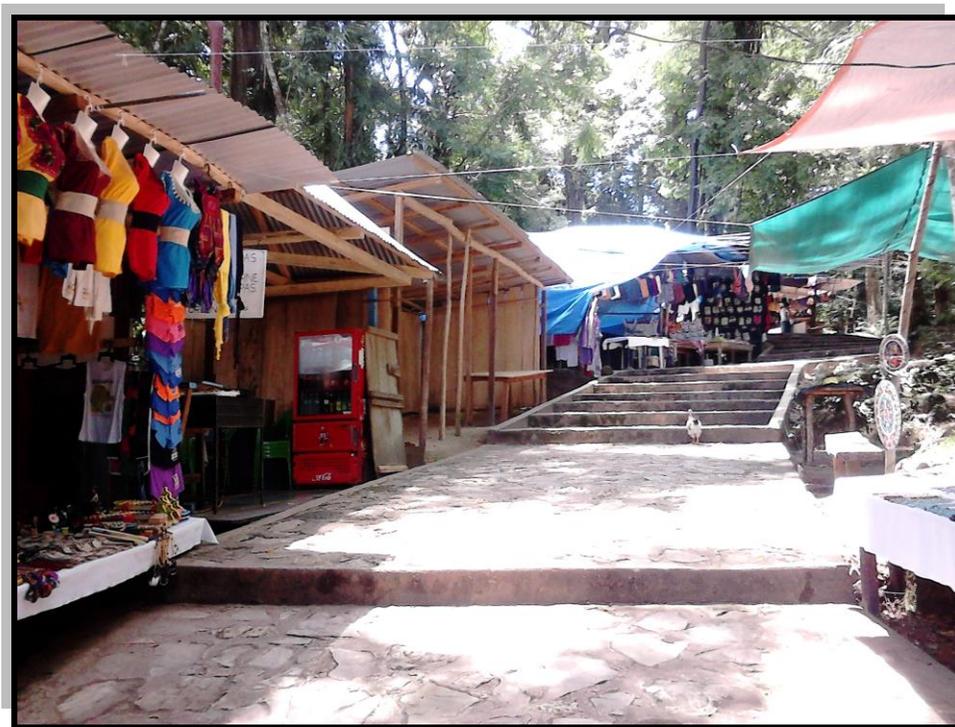
Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Es importante señalar que a partir del mes de enero de 2015, debido a conflictos entre las comunidades asentadas dentro del área, se interrumpió el cobro de derechos por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. A la fecha se cobra una tarifa única de \$40.00 por acceso al área de uso público, que aplican de forma conjunta autoridades del ejido San Sebastián Bachajón y la Sociedad de Ecoturismo Indígena Tzeltal de Cascadas de Agua Azul S.C. de R.L.

Sin embargo, se espera que con la publicación del instrumento regulatorio propuesto para el área protegida y con las negociaciones que se han venido realizando con los indígenas, se pueda regularizar la aplicación de la Ley Federal de Derechos. Así mismo, el instrumento contribuirá a su fortalecimiento como destino natural de alta vocación turística e impulsará la participación de los actores productivos para la regularización, ordenamiento y aprovechamiento en todo su potencial de las actividades turísticas al interior del área.

**Figura 21. Sendero ecoturístico que recorre las Cascadas de Agua Azul, zona de uso público en el área de protección de flora y fauna.**



**Fotografía: Gabriela López Haro. México. 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La regulación propuesta permitirá así mismo, maximizar los beneficios económicos (directos e indirectos) derivados de las actividades turísticas asociadas al capital natural presente en el área de protección de flora y fauna, una vez que fortalezcan las capacidades de los prestadores de servicios turísticos:

- ✓ Impactos directos generados sobre las ramas de actividad que están en contacto con la demanda turística.
- ✓ Impactos indirectos con enorme efecto multiplicador, generados sobre otras ramas de actividad, proveedoras de bienes y servicios intermedios para el sector turístico.

**Tabla 8. Resumen de beneficios potenciales del turismo en Áreas Naturales Protegidas.**

Beneficios	
<b>Incentivos a la actividad económica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento en el empleo para residentes locales</li> <li>Incremento en el ingreso</li> <li>Estímulo a la creación de nuevas empresas turísticas</li> <li>Estímulo y diversificación de la economía local</li> <li>Acercamiento de mercados e intercambio</li> <li>Incremento en el estándar de vida</li> <li>Incremento en los ingresos tributarios</li> <li>Estímulo a la capacitación de los prestadores de servicios</li> </ul>
<b>Protección a la herencia natural y cultural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección a los procesos ecológicos</li> <li>Conservación de la biodiversidad</li> <li>Protección y conservación de los valores culturales y los recursos heredables</li> <li>Preservación de valores de conservación, educación e interpretación</li> <li>Soporte para la investigación y el desarrollo de buenas prácticas ambientales</li> <li>Fomento a las comunicaciones</li> <li>Fomento a los mecanismos de autofinanciamiento para la operación de las áreas</li> </ul>
<b>Mejoras en la calidad de vida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promoción de valores espirituales asociados al bienestar</li> <li>Fomento a la educación de locales y visitantes</li> <li>Creación de opciones alternativas para destinos</li> <li>Promueve el entendimiento intercultural</li> <li>Promueve el desarrollo de la cultura, las artes y las artesanías</li> <li>Promueve el respeto por los bienes locales</li> </ul>
<p><b>Fuente: Eagles, Paul, <i>Sustainable Tourism in Protected Areas. World Commission on Protected Area</i> Thanet Press Limited. UK. 2002.</b></p>	

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Se observa que alrededor de los centros turísticos se desarrollan diversas actividades económicas cuyo objetivo es satisfacer la demanda de bienes y servicios de los visitantes. Debido a que el turismo es, principalmente una función de consumo, su importancia económica puede dimensionarse a través de los incentivos que desencadena sobre la actividad productiva para satisfacer esta demanda.<sup>25</sup> Así mismo se reconocen otros beneficios del turismo en áreas naturales protegidas, y que se fortalecen y mantienen a través de la delimitación territorial y el establecimiento de reglas administrativas específicas para su correcta realización.

---

<sup>25</sup> Sistema de Cuentas Nacionales de México. Metodología de la Cuenta Satélite de Turismo. INEGI, SECTUR.  
[http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/cuentas/anuales/metodo\\_cstm.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/cuentas/anuales/metodo_cstm.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

*Beneficios no  
cuantificables*

Al detallar los beneficios no cuantificables (valores cualitativos) derivados de la regulación propuesta, resulta fundamental reconocer que los componentes y procesos que integran los ecosistemas proporcionan diversos servicios ambientales, entre los que se encuentran:

- Servicios de soporte, tales como la formación del suelo, el ciclado (liberación y retención) de nutrientes y la fotosíntesis o productividad primaria.
- Servicios de regulación del clima, control de inundaciones, mantenimiento de la calidad del agua e incluso control de enfermedades.
- Servicios de provisión como producción de alimentos, agua en cantidad y calidad, madera, combustibles, fibras y otros nutrientes.
- Servicios culturales que incluyen los recreativos, estéticos y espirituales.<sup>26</sup>

Sobre el particular, cabe destacar la importancia de la biodiversidad no solo como un elemento fundamental de la selección natural, sino también como proveedora de los servicios ambientales, destacando el mantenimiento del equilibrio a nivel local y global. La biodiversidad es pieza clave en la autorregulación de los sistemas complejos en los que se da la vida.<sup>27</sup>

La modificación o destrucción de un ecosistema origina la pérdida no sólo de sus componentes y procesos sino de los servicios ambientales que presta, entre los que se encuentran la captación, purificación, almacenamiento y permanencia del agua en cuerpos subterráneos y superficiales; la regulación y el amortiguamiento de oscilaciones climáticas; la acumulación de biomasa; el suelo y la provisión de hábitat para las especies, así como todos aquellos elementos de valor económico y cultural, presentes y potenciales, que pudiera albergar este ecosistema. También se pierden las relaciones funcionales entre los ecosistemas, lo que trae como consecuencia la pérdida de hábitat y refugio para la biodiversidad, el desplazamiento de especies y la modificación de las relaciones evolutivas de los organismos, entre otros efectos. Entonces, **las consecuencias de la pérdida o deterioro de un ecosistema no son aisladas y repercuten sobre todos los sistemas aledaños y sus componentes bióticos** (p. e. flora y fauna) **y abióticos** (p.e. suelo y agua).

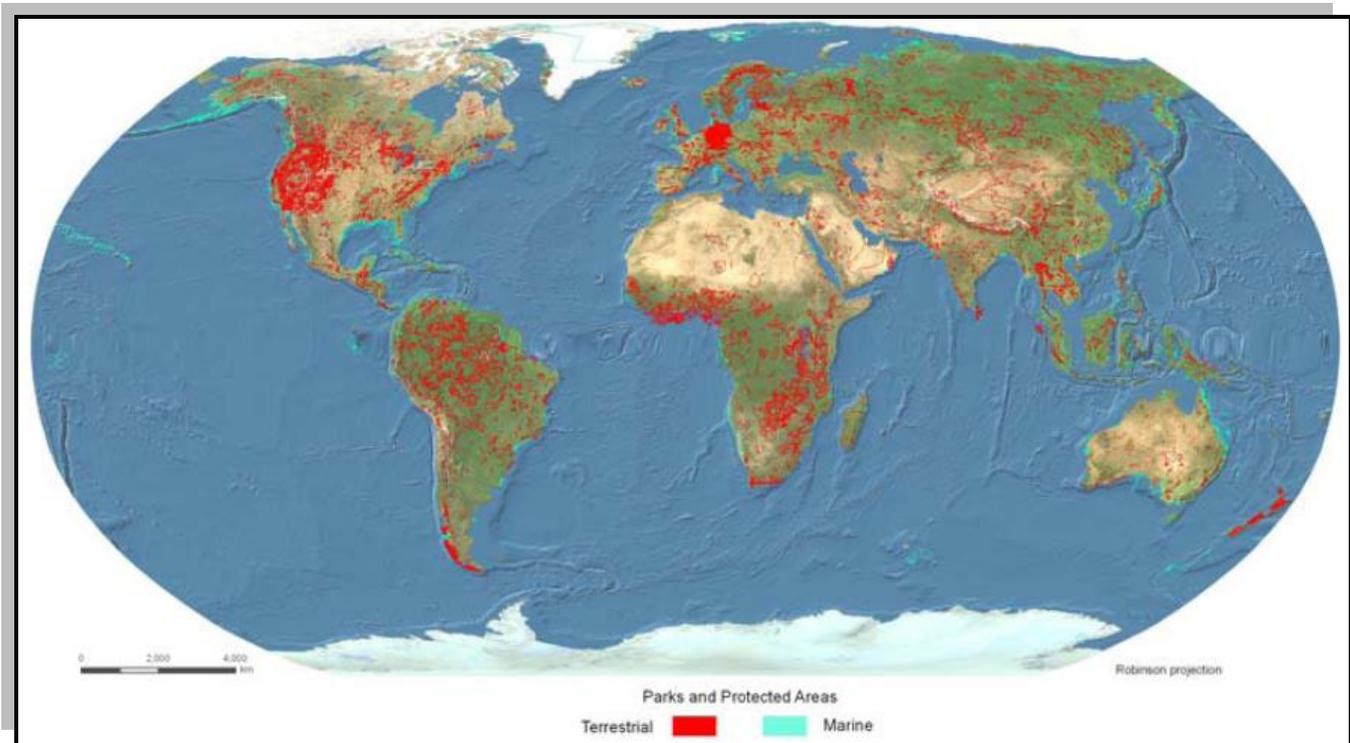
<sup>26</sup> Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. USA. 2005.

<sup>27</sup> Irene Pisanty Baruch. Cambio Global y Biodiversidad. En: Más Allá del Cambio Climático. INE-SEMARNAT. México. 2006. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/cambioglobal.pdf>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Los **servicios ambientales y funciones ecosistémicas** que se generan de forma dinámica y perfecta al interior no solo del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, materia de esta descripción, sino de todos los espacios naturales y aquéllos que se han destinado a la conservación a nivel mundial, **contribuyen al equilibrio que hace posible la vida humana** (beneficios no cuantificables). Con relación a la protección de espacios para la conservación, cabe señalar que en las últimas décadas, se ha incrementado a nivel mundial el número y la extensión de las áreas protegidas, en la actualidad se estima que cubren casi el 12% (19.3 millones de km<sup>2</sup>) de la superficie terrestre del planeta.<sup>28</sup> Sin embargo, los biomas representados en dicha cobertura son desiguales.

**Figura 22. Distribución mundial de áreas protegidas terrestres y marinas.**



Fuente: Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008.

<sup>28</sup> Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. [http://www.ieep.eu/assets/395/copi\\_final\\_report\\_jun.pdf](http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Por otra parte, se calcula que aun cumpliendo con los objetivos establecidos para las áreas protegidas, sólo se logrará disminuir entre 2 y 3%, la pérdida de diversidad biológica considerando además, que aun cuando **la degradación es menor dentro de las áreas protegidas que en las zonas que las rodean, cerca del 20% de las especies amenazadas se distribuyen fuera de los espacios protegidos.**

Con base en el Informe del Planeta Vivo 2014 de *World Wide Fund for Nature*, el Índice del Planeta Vivo (IPV) que mide las tendencias de miles de **poblaciones de especies de vertebrados, presenta una disminución de 52 por ciento entre 1970 y 2010.** El número de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces en todo el planeta es, en promedio, la mitad de lo que era hace 40 años. Esta es una disminución mucho mayor que las que se habían reportado anteriormente, gracias a una nueva metodología que busca ser más representativa de la biodiversidad global. **La biodiversidad se está reduciendo tanto en las regiones templadas como en las tropicales, pero la disminución es mayor en el trópico.** Entre 1970 y 2010, se produjo una disminución de 32 por ciento en 6,569 poblaciones de las 1,606 especies en el IPV templado. El IPV tropical muestra una reducción de 56 por ciento en 3,811 poblaciones de 1,638 especies durante el mismo período.<sup>29</sup>

**América Latina presenta la disminución más dramática, una caída de 83 por ciento.** La pérdida de hábitats y la degradación y explotación debidas a la caza y la pesca, son las principales causas de este deterioro. El cambio climático es la siguiente principal amenaza común, y es probable que ejerza mayor presión sobre las poblaciones en el futuro.<sup>30</sup>

La pérdida de hábitats para dar espacio al uso humano de la tierra –especialmente para la agricultura, el desarrollo urbano y la producción de energía– sigue siendo una gran amenaza, agravada por la caza. Cambios en los niveles de agua y la conectividad del sistema acuático –por ejemplo mediante el riego y las represas hidroeléctricas– tienen un gran impacto en los hábitats de agua dulce. **Respecto a las especies marinas, los descensos más acentuados han sido en los trópicos y en el Océano Antártico,** entre las especies afectadas se encuentran las tortugas marinas, tiburones y las grandes aves marinas migratorias.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> WWF. 2014. Informe Planeta Vivo 2014: Personas y lugares, especies y espacios. [McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds)]. WWF International, Gland, Suiza.

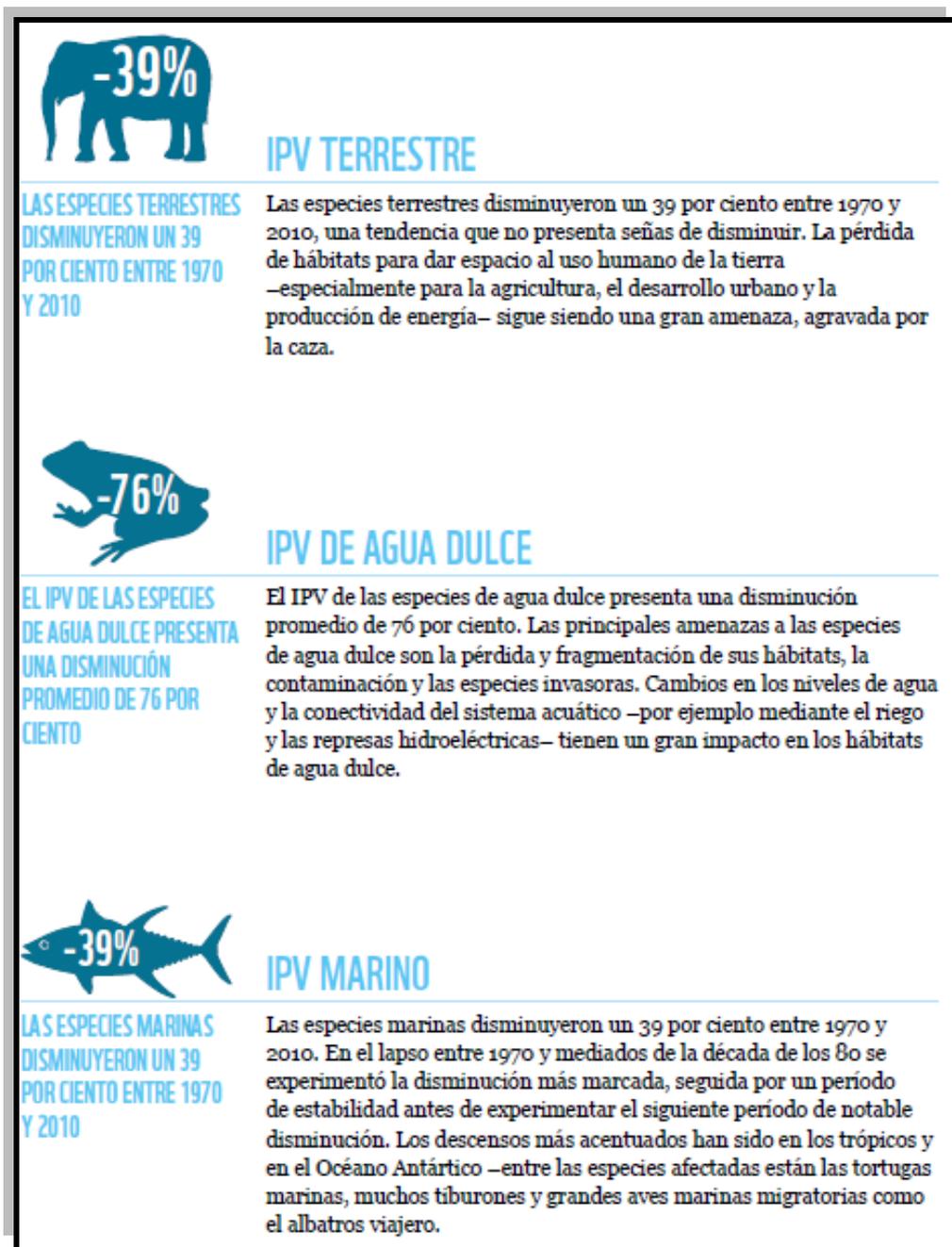
[http://www.wwf.org.mx/quienes\\_somos/informe\\_planeta\\_vivo/](http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/informe_planeta_vivo/)

<sup>30</sup> *Op cit.*

<sup>31</sup> *Op cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 23. Disminución de especies de acuerdo al Índice del Planeta Vivo 2014.



Fuente: Tomado de: WWF. 2014. Informe Planeta Vivo 2014.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Respecto al valor de la “infraestructura natural”, es importante señalar que ésta tiene en sí misma un valor de magnitud incalculable. Los servicios ambientales y los beneficios que generan no solo para la población humana sino para todas las **especies, poblaciones, genes, comunidades y ecosistemas que establecen relaciones funcionales y evolutivas** que garantizan la permanencia de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, serían imposibles de replicar con la tecnología disponible y que, de lograrlo bajo algún esquema, además, sería económicamente inviable.

Considerando los bienes y servicios ambientales como componentes del capital natural, cabe señalar entonces que se trata de **activos no tangibles imposibles de replicar y que de su permanencia depende la continuidad de la vida en el planeta.** (Tabla 9). La pérdida de estos activos ambientales se traduce en costos para la sociedad, y tiene efectos directos sobre la calidad de vida, aunque los seres humanos no logremos percibirlo con facilidad.<sup>32</sup>

En lo que se refiere a la valoración de los servicios ambientales, necesaria para la cuantificación o monetización de los objetos de conservación, es importante señalar nuevamente que se trata de un problema no resuelto ni por economistas ni por ecólogos. Al establecer valores abstractos, producto de la intangibilidad de los servicios ecológicos, **resulta inviable confrontar valores estimados mediante modelos, contra mediciones tangibles del mundo real, que por lo general son muy difíciles de realizar.**<sup>33</sup> El análisis de beneficios no cuantificables que se presenta a continuación, parte de la premisa de que para cada uno de los servicios ambientales o funciones ecosistémicas que suceden dentro del área protegida, no existe un mercado en el que pueda definirse un precio. Así mismo, el agente regulador no cuenta con los recursos financieros y el tiempo para aplicar metodologías de valoración con fines de contrastar los costos y beneficios en términos monetarios. **Esto hace muy complicado el elaborar un análisis costo-beneficio puro, como criterio de decisión en favor de la regulación propuesta.**<sup>34</sup> Sin embargo, es posible para fines de este análisis, presentar una descripción cualitativa de las **fuentes de valor o beneficios** que se han identificado para el área protegida.

---

<sup>32</sup> Pedro Laterra, Esteban G. Jobbagy y José M. Paruelo. Editores. Valoración de los servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2010.

<sup>33</sup> *Op cit.*

<sup>34</sup> El análisis costo beneficio requiere la identificación de los costos y beneficios directos de una determinada regulación, a precios de mercado. Deben de incluirse en este análisis los costos y beneficios indirectos que en algunas ocasiones podrían representar impactos sobre la competencia o el poder de mercado de ciertos agentes, así como los costos de cumplimiento restantes (cargas administrativas u otros costos financieros).

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 9. Servicios ambientales y funciones ecosistémicas.**

Servicios ambientales y funciones ecosistémicas			
	Servicio ambiental	Función ecosistémica	Ejemplos
1	Regulación de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera	Balace CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> para protección UVB y niveles de SO <sub>x</sub>
2	Regulación del clima	Regulación de la temperatura global, precipitaciones y otros procesos climáticos biológicamente determinados a nivel local y global.	Regulación de gases de efecto invernadero y producción de <i>Dimethylsulfide</i> con efectos en la formación de nubes.
3	Regulación de perturbaciones	Almacenamiento eléctrico y capacidad de retener humedad como respuesta a fluctuaciones medioambientales.	Protección contra tormentas, control de inundaciones, respuesta a sequías y otras respuestas de los hábitat a variaciones medioambientales, principalmente controladas por la estructura de la vegetación.
4	Regulación del agua	Regulación de flujos hidrológicos.	Provisión de agua para usos consuntivos agrícolas e industriales.
5	Provisión de agua	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua en cuencas, acuíferos y mantos freáticos.
6	Control de la erosión y retención de sedimentación	Retención del suelo dentro del ecosistema.	Prevención de pérdida de suelos por acción del viento, escorrentías y otros procesos de remoción, así como retención en lagos y cuencas.
7	Formación de suelos	Procesos de formación de suelos.	Erosión de rocas y acumulación de materia orgánica.
8	Ciclaje de nutrientes	Almacenamiento, ciclajes internos y procesamiento y adquisición de nutrientes.	Fijación de nitrógeno y otros ciclos elementales.
9	Tratamiento de residuos	Recuperación de nutrientes móviles y remoción de excesos en compuestos.	Tratamiento y eliminación de residuos, control de la contaminación y desintoxicación.
10	Polinización	Movimiento de gametos florales.	Provisión de polinizadores para la reproducción de plantas.
11	Control biológico	Regulación dinámica de poblaciones.	Pilar para la permanencia de depredadores y especies presa.
12	Refugio	Hábitat de especies residentes y de tránsito.	Sitios de crianza y hábitat de especies migratorias y hábitat regionales para especies cultivadas.
13	Producción de alimentos	Fuente de alimentos para consumo primario.	Producción de alimentos para autoconsumo o procesamiento.
14	Provisión de materiales puros	Fuente de bienes puros para producción primaria.	Producción de madera, combustible o forrajes.
15	Reservorio de recursos genéticos	Fuente de material genético único e irreplicable.	Para aplicaciones médicas, materiales científicos, resistencia genética, control de pestes, especies ornamentales, etc.
16	Recreación	Provisión de elementos naturales para la recreación.	Ecoturismo, turismo de aventura, pesca deportiva, etc.
17	Cultura	Provisión de usos no comerciales.	Valores estéticos, científicos, artísticos y espirituales relacionados con los ecosistemas.

Fuente: Robert Constanza et al. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature. USA. 1997.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso indirecto. Servicios de provisión y soporte.**

Derivado de la conservación de aproximadamente **309 hectáreas de selva mediana perennifolia** dentro del área protegida, mantenimiento de beneficios socioeconómicos provistos por los ecosistemas forestales.

**Beneficio**

**Descripción: Valor de uso directo e indirecto.**

Derivado de la protección de superficie forestal bien conservada del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, continuidad en la provisión de beneficios socioeconómicos de los ecosistemas forestales.

**Grupo beneficiado**

Generaciones actuales y futuras.

**Importancia**

Alta.

**Evaluación cualitativa**

Los beneficios socioeconómicos de los ecosistemas forestales se relacionan con necesidades humanas básicas y con las mejoras en la calidad de vida (necesidades de orden superior), que son satisfechas a través del consumo de bienes y servicios que los árboles proveen. Es posible definir a estos beneficios como las **mejoras en el bienestar que se derivan del aprovechamiento de los ecosistemas forestales**. Puede tratarse de mejoras en la vida de las personas derivadas de los ingresos o el empleo en el sector forestal considerando el consumo adicional de bienes y servicios, en algún mercado.<sup>35</sup> Cabe resaltar en este punto que la categoría de beneficios antes mencionada, no incluye los usos indirectos o no consuntivos de los ecosistemas forestales (servicios ecosistémicos), que indirectamente contribuyen al bienestar de la población actual y futura. Incorporar una valoración de esta naturaleza a la medición de los beneficios socioeconómicos resulta poco práctica por la escasa y confiable información disponible respecto a este tipo de valores de no uso. Sin embargo, existe una estructura teórica que nos permite jerarquizar las necesidades humanas satisfechas por estos ecosistemas, considerando tanto los beneficios socioeconómicos como los servicios ecosistémicos. Esta jerarquización nos permite identificar los enlaces o conexiones entre necesidades humanas y bienes y servicios ambientales (Figura 24).

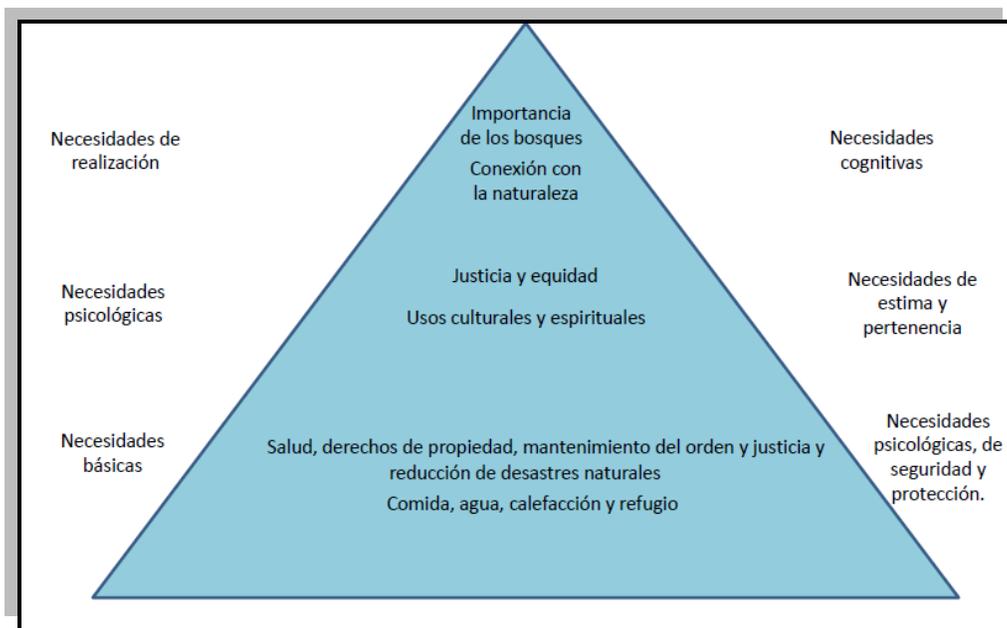
---

<sup>35</sup> Adaptado de: *State of the World's Forests 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014. Chapter 2. The Measurement of Socioeconomic Benefits.*  
<http://www.fao.org/3/a-i3710e/index.html>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Para el caso del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, debido a que no existen aprovechamientos forestales comerciales, no es posible presentar una cifra aproximada que represente el beneficio socioeconómico, sin embargo, es posible presentar de forma cualitativa como la producción y consumo de productos forestales no maderables, maderables y usos no consuntivos, contribuyen a las diferentes necesidades sociales (Tabla 10).

**Figura 24. Jerarquía de necesidades satisfechas por el consumo de bienes y servicios forestales.**



Fuente: *State of the World's Forests 2014*. FAO, adaptado de Maslow (1943).

**Algunos datos sobre la importancia mundial de los recursos forestales.**

Los ecosistemas forestales tienen impactos directos en la vida de las personas. La producción y consumo de productos maderables y no maderables, así como los servicios como la provisión e alimento, energía, refugio y necesidades de salud también generan ingresos. Aunque los ingresos generados por el sector forestal y el número de personas que se benefician de ellos se ha venido reduciendo, siguen siendo significativos, particularmente en países menos desarrollados.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> *State of the World's Forests 2014*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014. Chapter 2. The Measurement of Socioeconomic Benefits.

<http://www.fao.org/3/a-i3710e/index.html>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 27. Ecosistemas forestales en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

El sector forestal formal en el mundo emplea alrededor de 13.2 millones de personas, y por lo menos otros 41 millones de personas se emplean en el sector forestal informal. La energía que se obtiene de los recursos maderables es regularmente la única fuente de energía en áreas rurales principalmente de países menos desarrollados.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 10. Conexiones entre la producción y el consumo de bienes y servicios forestales, y la satisfacción de necesidades humanas.**

Principales áreas en las que los ecosistemas forestales contribuyen a la satisfacción de necesidades	Ingresos	Colecta, compra o uso de productos forestales			Arreglos institucionales
		Productos maderables	Productos no maderables	Servicios forestales	
<b>Necesidades psicológicas</b>					
Comida	x	x	x	x	
Agua	x			x	
Energía	x	x	x		
Refugio	x	x	x		
<b>Seguridad y protección</b>					
Salud	x	x	x		
Reducción de desastres				x	
Derechos de propiedad					x
Orden jurídico					x
<b>Pertenencia</b>					
Usos culturales y espirituales				x	
Estima					
Justicia y equidad	x	x	x		
<b>Estética</b>					
Conexión con la naturaleza		x	x	x	

Los productos forestales representan una contribución importante para el refugio de aproximadamente 1.3 billones de personas, aproximadamente el 18% de la población mundial. Alrededor de 2.4 billones de personas cocinan con combustible de madera, aproximadamente el 40% de la población en países menos desarrollados. 764 millones de personas hierben el agua con madera. La colecta de productos forestales no maderables también representa un soporte para la alimentación aportando nutrientes esenciales para muchas personas.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> *State of the World's Forests 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2014. Chapter 2. The Measurement of Socioeconomic Benefits.*  
<http://www.fao.org/3/a-i3710e/index.html>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 28. Ecosistemas forestales en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto (servicios de provisión, soporte y servicios culturales).**

Derivado de la conservación de una porción del río Tulijá que recorre aproximadamente 2,976 metros dentro del área protegida, y que nace al unirse los afluentes de los ríos Xumulhá y Paxilhá, formando una sucesión de pozas y cascadas con hermosas cortinas de agua. Protección de una porción de la cuenca del río Grijalva-Villahermosa dentro de la Región Hidrológica Administrativa Grijalva-Usumacinta, cuenca de especial importancia para la provisión de recursos hídricos para la población y crucial para el mantenimiento de vegetación de selva húmeda, así como por constituirse como hábitat de especies acuáticas y como fuente de valor (económico e inmaterial) para los indígenas Tzeltales, que las han denominado sus “Montañas de agua”.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Grupo beneficiado:**

Población de los municipios de Chilón, Tumbalá y Salto del Agua y localidades asentadas en la zona de influencia que dependen de la provisión de agua del río Tulijá y los afluentes de los ríos Xumulhá y Paxilhá. Población del estado de Chiapas y del país entero. Generaciones futuras. Interdependencias ecológicas asociadas a la disponibilidad de agua. Biodiversidad.

**Importancia**

Alta.

**Evaluación cualitativa:**

La **Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta**, se localiza al Sureste de nuestro país, está limitada al Norte por el Golfo de México; al Este por la República de Guatemala, al Noreste por la Región Hidrológica No. 31 Yucatán Oeste, al Sur por la Región Hidrológica No. 23 Costa de Chiapas y al Oeste por la Región Hidrológica No. 29 Coatzacoalcos. Geográficamente está comprendida entre los paralelos 14°55' y 18°35' de latitud Norte y los meridianos 91° 20' y 94° 15' de longitud Oeste. La figura 1, muestra su ubicación geográfica a nivel nacional-regional.<sup>38</sup> La Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, pertenece a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en nuestro país, dicha región alberga dos Cuencas Binacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y la República de Guatemala, las denominadas del Río Grijalva y Río Usumacinta.

El **área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul** pertenece a la Subregión Hidrológica del Bajo Grijalva o Grijalva-Villahermosa, se localiza al Noroeste de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, está limitada al Norte por el Golfo de México, al Este por las Subregiones Hidrológicas Río Lacantún, Río Usumacinta y Laguna de Términos, al Sur por las Subregiones Hidrológicas Medio Grijalva y Río Lacantún, y al Oeste por las Regiones Hidrológicas No. 22 Tehuantepec y No. 29 Coatzacoalcos; e incluye a veintisiete cuencas hidrológicas entre las que se incluyen tres que son de especial relevancia dentro del área protegida:

- ✓ **Cuenca hidrológica Yashijá.** Aporta su caudal a la cuenca 44 Tulijá. Tiene una superficie de aportación de 559.784 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país, se origina cerca de la localidad El Naranjo, Municipio de Chilón, su principal afluente es el Río Yashijá, desemboca en el Río Tulijá a la altura de la localidad Mirador Joyeta, Municipio de Tumbalá.

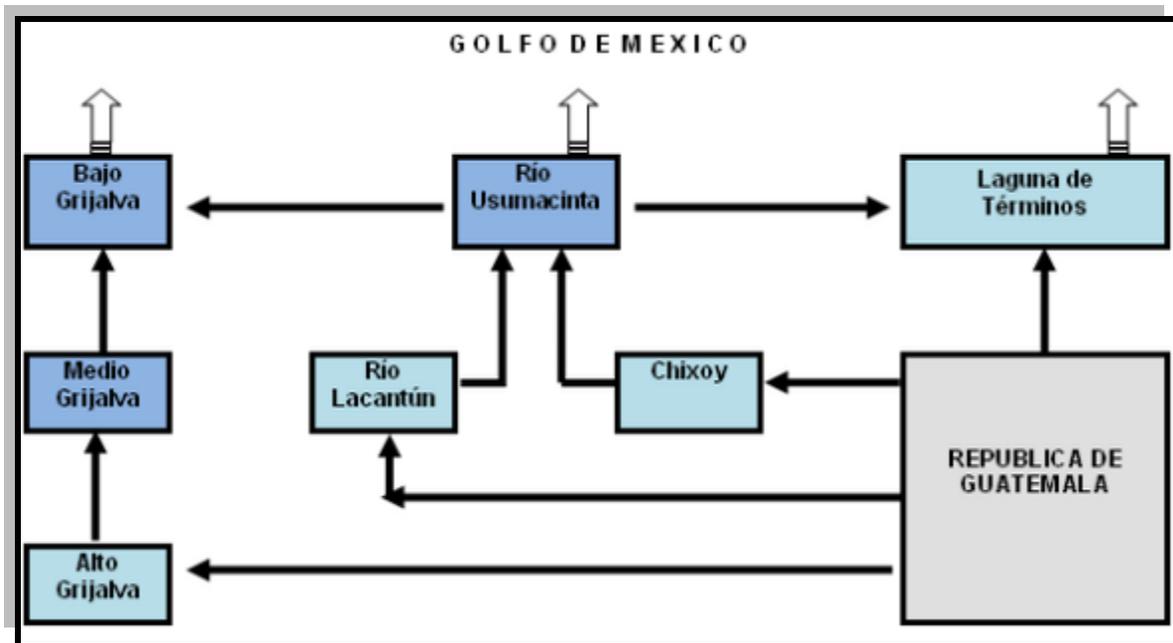
---

<sup>38</sup> Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta. DOF: 05-04-2010.  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5141106](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5141106)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

- ✓ **Cuenca hidrológica Shumulá.** Aporta su caudal a la cuenca 44 Tulijá. Tiene una superficie de aportación de 991.983 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país, se origina cerca de la localidad Santiago Pojcol, Municipio de Chilón, su principal afluente es el Río Shumulá, desemboca en el Río Tulijá a la altura de la localidad La Esperanza Morizón, Municipio de Tumbalá.
- ✓ **Cuenca hidrológica Tulijá.** Aporta su caudal a la cuenca 47 Chilapa. Tiene una superficie de aportación de 1695.847 kilómetros cuadrados y se ubica en el Sureste del país, se origina cerca de la localidad San Miguel, Municipio de Chilón, su principal afluente es el Río Tulijá, desemboca en el mismo cerca de la localidad Santa Cruz de Lumijá, Municipio Salto de Agua.

Figura 29. Comportamiento hidrológico de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta.

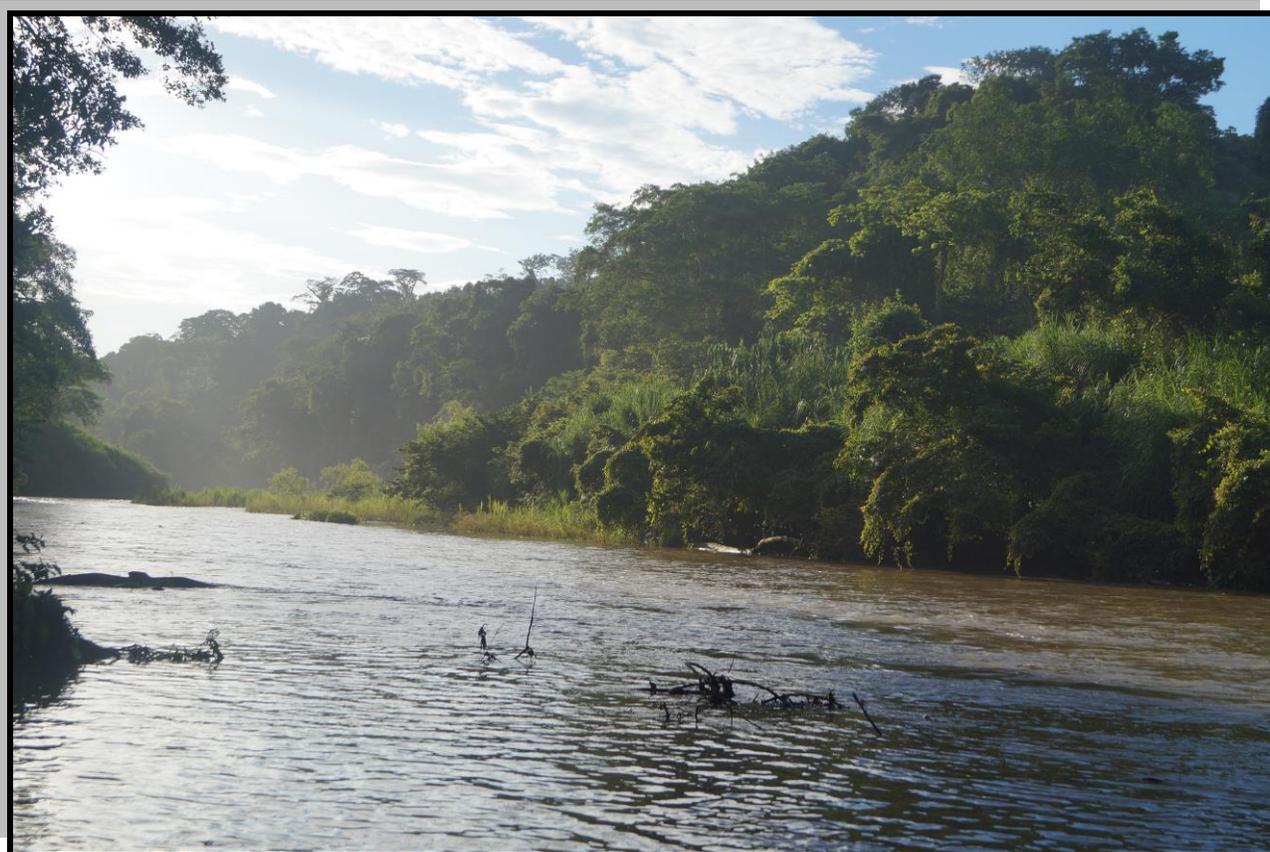


Fuente: DOF. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5141106](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5141106)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Los aportes de agua de las porciones de las cuencas hidrológicas que se ubican dentro del área protegida, contribuyen de forma importante al balance de las aguas superficiales (precipitación) y junto con las aguas del subsuelo, a la disponibilidad media anual de la **Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta**.<sup>39</sup> Así mismo, determinan la **disponibilidad de agua para usos principalmente agrícolas, domésticos, acuícolas, de servicios (recreativos y turísticos), pecuarios y público-urbanos** de los municipios de Chilón, Salto del Agua y Tumbalá (Valor de uso directo).

**Figura 29. Cauce del río Tulijá, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



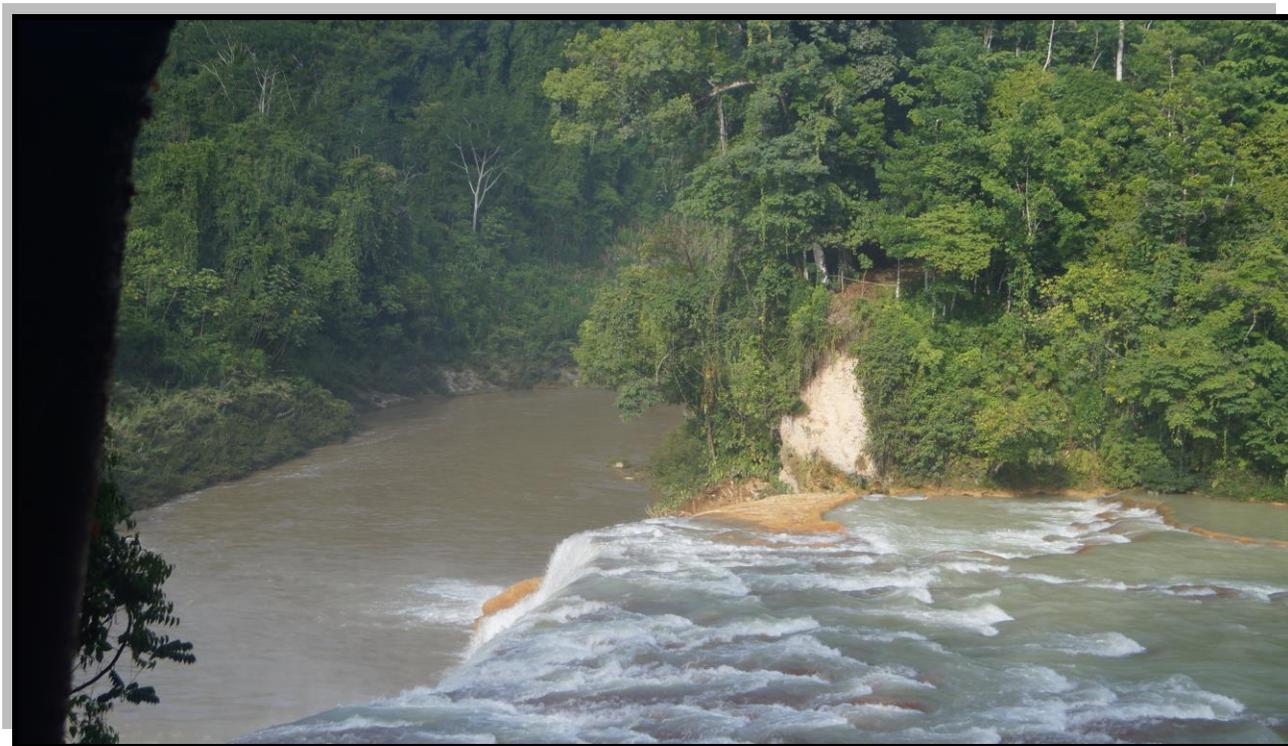
**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

<sup>39</sup> Los acuíferos reciben una alimentación o recarga natural generada por la infiltración de la lluvia y de los escurrimientos superficiales que se generan en la cuenca

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Destacan así mismo, los **servicios de los ecosistemas** o valores de uso indirectos, provistos por estas tres cuencas dentro del área protegida, y la Región Hidrológica en su totalidad, incluyendo la regulación de los ciclos biogeoquímicos, el mantenimiento de los flujos hidrológicos y la recarga de los acuíferos, la conservación de la productividad biológica y la biodiversidad de sus ecosistemas, así como sus funciones ecológicas: la regulación climática, la capacidad de recuperación frente a las perturbaciones ocasionadas por fenómenos meteorológicos extremos, el control de flujos, control de la erosión, retención de sedimentos y formación de suelos, el reciclaje de nutrientes, el tratamiento y control biológico de desechos, la creación de áreas de refugio para la fauna silvestre y la conservación de bancos genéticos que constituyen procesos críticos para el mantenimiento del sistema terrestre y para la sostenibilidad presente y futura de la sociedad.<sup>40</sup>

**Figura 30. Aporte de agua a la cuenca del río Grijalva-Villahermosa, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

<sup>40</sup> Adaptado de: La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta. INECC. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/402/cuencas.html>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

## Beneficio

### **Descripción: Valor de uso indirecto. Provisión de valores espirituales y culturales.**

Derivado de la conservación del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, protección de un espacio donde el patrimonio inmaterial constituye un valor fundamental para los indígenas Tzeltales y Ch'ol, **conservación de sus valores culturales** asociados.<sup>41</sup>

### **Grupo beneficiado**

Población del área de protección de flora y fauna y del estado de Chiapas que ha desarrollado con esta área natural protegida, vínculos de identidad y de pertenencia que le brindan arraigo y amor por los espacios naturales. Generaciones futuras que tejerán sus costumbres y arraigo.

### **Importancia**

Alta.

### **Evaluación cualitativa**

Para definir lo que se entiende por patrimonio inmaterial se parte de la premisa de que la misión de las áreas protegidas no se limita a “conservar de forma perdurable la naturaleza” sino que también implica conservar sus “valores culturales asociados”, según recoge la definición de área protegida adoptada por la UICN.<sup>42</sup> El patrimonio inmaterial está asociado al patrimonio natural, con todos sus **valores culturales y espirituales, siempre circunscritos a sus vínculos con la naturaleza y el paisaje** (Figura 31).

La conservación de la naturaleza en sí misma no es una cuestión sólo científica y técnica, sino una actividad social, que no puede ser ajena al sistema de valores que impera en una cierta sociedad en un momento determinado. Las estrategias de conservación de las áreas protegidas no pueden ignorar las actitudes y los comportamientos que derivan de sistemas de creencias –en el sentido más amplio del término– y que aluden a la dimensión de los valores y de los aspectos inmateriales o intangibles de la experiencia humana, lo que es crucial en cualquier proceso que quiera involucrar a las personas y a las comunidades. Esta es la razón que justifica la necesidad de integrar los valores culturales y espirituales de la naturaleza en los instrumentos de conservación.

---

<sup>41</sup> Con el uso del término “valores inmateriales” se asume que todos los valores son, por definición, inmateriales, pero que se “asientan” o se relacionan con elementos patrimoniales diversos, que pueden ser tangibles o intangibles, y que esta relación no siempre es directa, ni unívoca, ni permanente, puesto que existen valores –como la belleza– que se difunden sobre muchos elementos distintos y tienen una percepción social y cultural cambiante.

[http://www.silene.es/documentos/manual\\_europarc\\_10.pdf](http://www.silene.es/documentos/manual_europarc_10.pdf)

<sup>42</sup> Tomado de: El patrimonio inmaterial: valores culturales y espirituales Manual para su incorporación en las áreas protegidas. Manual 10. Serie de Manuales EUROPARC-España.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Las razones por las cuales la sociedad se siente inclinada a apoyar los espacios naturales no sólo tienen que ver con los valores que derivan del conocimiento científico, pesar de que casi siempre son éstos los que se esgrimen en las motivaciones de la creación de áreas protegidas.

**Figura 31. Principales tipologías y subgrupos de patrimonio inmaterial.**

GRUPO	SUBGRUPO
ARTÍSTICOS	Danzas y juegos rurales tradicionales Música y cantos tradicionales Fotografía de naturaleza Literatura de naturaleza Películas y programas de televisión Pintura de paisajes y naturaleza
ESTÉTICO-PERCEPTUALES O ESCÉNICOS	Belleza visual, auditiva y/o olfativa Silencio y/o tranquilidad Armonía
SOCIALES: HISTÓRICOS, ETNOLÓGICOS Y DE GOBERNANZA	Conocimientos y oficios tradicionales Gobernanza e instituciones tradicionales Fiestas y ferias Gastronomía Reglas o normas tradicionales Hechos o eventos históricos relevantes
ORALES Y LINGÜÍSTICOS	Cuentos y leyendas tradicionales Dichos y adivinanzas Idiomas o dialectos Topónimos relevantes y sus etimologías Vocabulario relevante de la naturaleza, acepciones, matices y valores
RELIGIOSOS	El patrimonio religioso de monasterios, santuarios, ermitas y capillas que se mantiene activos y los espacios que usan Rituales y ceremonias desarrollados en la naturaleza Romerías y peregrinaciones
ESPIRITUALES	Elementos naturales considerados santos o sagrados: cuevas, montes, fuentes, islas, ríos... Monasterios, ermitas, tumbas, y monumentos religiosos históricos o prehistóricos abandonados Otros espacios naturales santos, sagrados, mágicos...

Fuente: El patrimonio inmaterial: valores culturales y espirituales.

Manual para su incorporación en las áreas protegidas.

[http://www.silene.es/documentos/manual\\_europarc\\_10.pdf](http://www.silene.es/documentos/manual_europarc_10.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Para muchas personas los territorios que han sido declarados como áreas protegidas son lugares de excepcional belleza, santuarios naturales, o lugares emblemáticos que forman parte de su memoria, de la historia e identidad colectiva, el hogar donde han tenido experiencias memorables, donde han vivido ellos o sus antepasados, o incluso el lugar donde desean seguir viviendo y ganándose la vida. Lejos de ser aspectos secundarios, **este conjunto de valores es el que permite a una persona o comunidad arraigar en el lugar y vincularse emocionalmente al mismo con sentido de pertenencia y de responsabilidad.** A pesar de ello, estos aspectos inmateriales raramente son tomados en consideración por los instrumentos que definen y planifican la gestión de las áreas protegidas.

Para el caso del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, resulta de especial importancia el hecho de que son ya generaciones de indígenas arraigados quienes consideran las **actividades de conservación con una visión más inclusiva de la naturaleza y del paisaje, que integra valores sociales más amplios y compartidos.** Estos valores trascienden la dimensión material y cuantitativa del conocimiento de la naturaleza, y **se abren a experiencias más personales, cargadas de emoción, de sentimientos, intuiciones, vivencias, costumbres y recuerdos, configuradas por la historia, el arte y la memoria, y que han sido heredados por generaciones pasadas.**

Son diversos aspectos de valor los que concurren en cada caso, materiales e inmateriales, más en la medida en que existe una fuerte vinculación de la comunidad con el lugar. Por lo tanto, además de vincularlos a tipologías concretas como las que se describen en la Figura 31, también pueden ser analizados atendiendo al papel que juegan en un entramado de relaciones y referencias, que casi siempre son dinámicas y cambiantes.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso indirecto, servicio de soporte.**

Derivado de la protección de ecosistemas considerados como hábitat prioritarios para la conservación de primates mexicanos, para el caso de Cascada de Agua Azul, principalmente **mono aullador negro** (*Alouatta pigra*).

**Grupo beneficiado**

Biodiversidad e relaciones ecológicas funcionales que dependen de la presencia de primates y sus interacciones ecológicas.

**Importancia**

Alta.

**Evaluación cualitativa**

Los primates son uno de los grupos de mamíferos más diversos en el mundo, se han reportado 390 especies y 259 subespecies de las cuales una tercera parte habita en el continente americano, en el neotrópico. México resguarda la distribución más septentrional de primates no humanos en el continente, representados por el **mono aullador negro** (*Alouatta pigra*), el aullador de manto (*Alouatta palliata mexicana*) y dos subespecies de mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus* y *A. geoffroyi yucatanensis*). **Habitan principalmente en las selvas tropicales del sureste mexicano**, de las cuales se ha perdido y degradado cerca de 77% de su cobertura original.<sup>43</sup>

Debido a sus hábitos arborícolas y su alimentación folívoro-frugívora son muy vulnerables a la destrucción, fragmentación y degradación de su hábitat. En muchos sitios también se encuentran amenazados por la caza furtiva y el comercio ilegal de mascotas. Actualmente estos primates están catalogados en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; y el mono aullador negro y el mono araña se han clasificado en las categorías de mayor riesgo de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).<sup>44</sup>

Por la importante **función que desempeñan en la regeneración de los ecosistemas, los primates se han considerado como especies prioritarias para la conservación en México**. Si bien se han realizado varios esfuerzos, aún es necesario orientar de manera más efectivas las acciones para su protección.

<sup>43</sup> Prioridades para la conservación de los primates en México. CONABIO.

[http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)

<sup>44</sup> <http://www.iucnredlist.org/details/914/0>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 32. Mapa de distribución de *Alouatta pigra*.



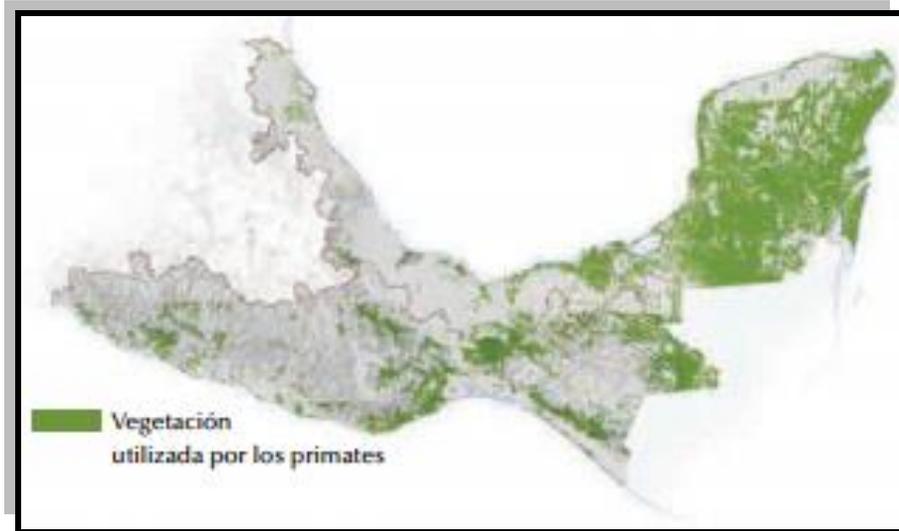
Fuente: *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=914>

Los sitios identificados para la conservación de los primates abarcan una extensión de 71 808 km<sup>2</sup> (15.4% del área de ocho estados del sureste mexicano), 33.7% de la cual coincide con áreas protegidas, entre las que se encuentra **el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul**.

La conservación de los primates debe ser una prioridad para las comunidades humanas, ya que también nuestro bienestar presente y futuro depende de mantener ecosistemas saludables, en los que **los primates son fundamentales para regular la dispersión de semillas y la estructura de los ecosistemas**. La protección de los ecosistemas prioritarios para la conservación de los primates, tiene que ver con el mantenimiento de la calidad del hábitat y su vegetación primaria y secundaria para poder sustentar poblaciones viables, y ello implica minimizar los efectos de la fragmentación (zonas cubiertas por vegetación en buen estado de conservación y con la menos perturbación).

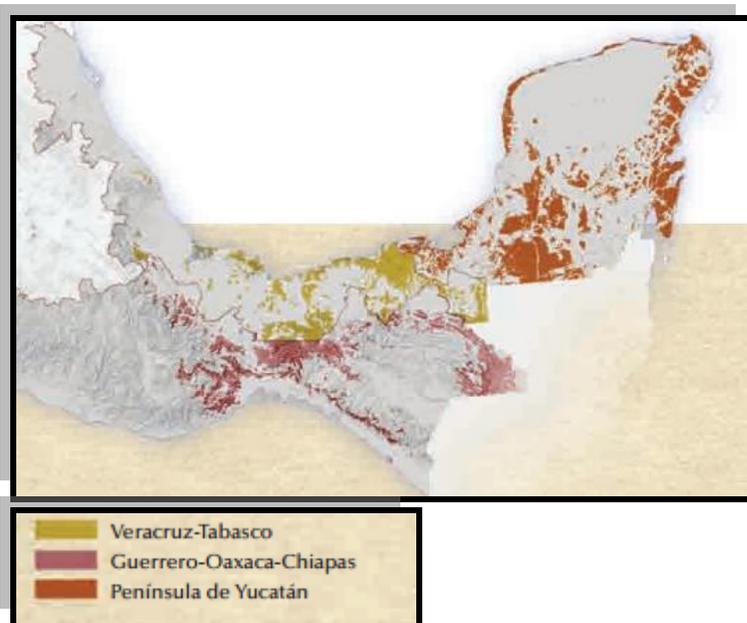
**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 33. Vegetación primaria y secundaria arbórea que constituye los principales hábitat de primates mexicanos.



Fuente: Prioridades para la conservación de los primates en México. CONABIO.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)

Figura 34. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos.



Fuente: Prioridades para la conservación de los primates en México. CONABIO.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 35. *Alouatta pigra* en su hábitat.



Fuente: <http://www.arkive.org/guatemalan-black-howler/alouatta-pigra/image-G116565.html>

Autor: Daniel González.

Con el fin de revertir la situación de vulnerabilidad que enfrentan los primates mexicanos, resulta fundamental **mantener la conectividad entre los fragmentos de vegetación remanente**, bajo la perspectiva de metapoblaciones, así como el **manejo de hábitat y acciones de reforestación** con especies nativas importantes en la dieta de los monos.<sup>45</sup>

Figura 36. *Alouatta pigra* en su hábitat.



Fuente: <http://www.arkive.org/guatemalan-black-howler/alouatta-pigra/image-G116849.html>

Autor: Aldo Rodas

<sup>45</sup> <sup>45</sup> Prioridades para la conservación de los primates en México. CONABIO.  
[http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

## Beneficio

### Descripción: Valor de uso indirecto. Servicio de regulación.

Derivado de la protección de la vegetación original del APFF Cascada de Agua Azul se conservarán especies, ecosistemas y hábitats cruciales para el secuestro de carbono, la conservación de sumideros de carbono y de otros servicios ecosistémicos a través de su gestión integrada.

### Grupo beneficiado

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población del mundo y generaciones futuras.

### Importancia

Alta.

### Evaluación cualitativa

En los últimos 300 años, la superficie forestal mundial se ha reducido en aproximadamente un 40%. Se estima que los bosques han desaparecido por completo en 25 países, y otros 29 países han perdido más del 90% de su cubierta forestal.<sup>46</sup> El cambio de uso del suelo de los ecosistemas naturales a otras formas de uso como la agricultura, la ganadería (pastizales) o urbanización, altera el flujo total de servicios de los ecosistemas, originando una gran pérdida de biodiversidad y el riesgo de la degradación total de los ecosistemas originales.<sup>47</sup>

Se calcula que a nivel mundial, se han perdido servicios ecosistémicos con un valor cercano al 1% del PIB del mundo en 2010, como consecuencia de la pérdida de biodiversidad en el período 2000-2010, y se espera que este valor se incremente alcanzando el 7% del PIB en 2050, como resultado de la pérdida de biodiversidad entre 2000 y 2050, estos valores están referidos sólo a cambios en los ecosistemas terrestres, sin embargo, no se incluyen todos.<sup>48</sup>

Las consecuencias económicas y sociales de la pérdida de biodiversidad son potencialmente graves y económicamente significativas, sobre el particular, aún existen lagunas en el conocimiento ecológico y económico sobre los impactos de la pérdida de biodiversidad a futuro.

La vegetación del APFF Cascadas de Agua Azul está representada por Selva mediana subperennifolia, bosque de galería, vegetación secundaria (acahual) y pastizal inducido (figura 37).

<sup>46</sup> United Nations Forest and Agriculture Organisation, 2001. *Global Forest Resources Assessment 2000*; United Nations Forest and Agriculture Organisation, 2006 *Global Forest Resources Assessment 2005*.

<sup>47</sup> *Op. cit.*

<sup>48</sup> Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPi): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. [http://www.ieep.eu/assets/395/copi\\_final\\_report\\_jun.pdf](http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 37. Vegetación natural del APFF Cascadas de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez. México. 2015.**

La presencia de estos ecosistemas y su diversidad, tienen relación directa con las condiciones climáticas y la altitud, en el área natural protegida se encuentran distintos pisos altitudinales donde se desarrolla vegetación con fisonomía, características y diversidad de especies particulares, entre los que ésta cambia de forma gradual formando zonas de transición o ecotonos con características propias.

La vegetación que prospera en el área de protección de flora y fauna opera como depósito, sumidero y fuente de gases de efecto invernadero y, por tanto, tiene gran importancia en la moderación del intercambio neto de este tipo de gases entre la tierra y la atmósfera.

Al respecto, es importante señalar que el carbono orgánico e inorgánico (CO<sub>2</sub>) producido en las selvas del APFF Cascadas de Agua Azul se libera a la atmósfera o se captura y almacena en la biomasa vegetal y el suelo, principalmente.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La vegetación opera como sumidero de carbono cuando aumenta su extensión o productividad, y da lugar a la absorción del CO<sub>2</sub> atmosférico, y actúan como fuente cuando la quema y pérdida de la biomasa y la perturbación del suelo producen emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero.

Un **sumidero de carbono** puede definirse como cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimina de la atmósfera un gas de efecto invernadero (GEI), un aerosol o un precursor de GEI.<sup>49</sup>

El proceso por el que se forman los sumideros de carbono recibe el nombre de secuestro de carbono.<sup>50</sup> Los sumideros naturales de carbono en la atmósfera son el bosque, el océano y los océanos. El estudio del proceso de captura de carbono es reciente, a casi tres décadas de su inicio, los resultados que se tienen en la actualidad permiten clasificar los tipos que conforman el ciclo global del carbono (figura 38). Con base en su origen, procesos de absorción y fijación, el carbono se clasifica en tres grandes grupos:

**Carbono azul.** Es el carbono capturado por los océanos del mundo a través de la fotosíntesis en los manglares, pantanos, marismas saladas, pastos marinos y fitoplancton, que capturan y almacenan el carbono y lo depositan en los sedimentos marinos. Representa más del 55% del carbono verde.<sup>51</sup>

**Carbono verde.** Es el carbono producto de la fotosíntesis, almacenado en la biomasa de las plantas y el suelo de los ecosistemas naturales, y constituye una parte vital del ciclo global del carbono. Constituye el 45% del carbono verde almacenado en los ecosistemas terrestres. Permanece almacenado en la biomasa vegetal durante décadas o siglos.

**Carbono negro y marrón.** Es aquel que proviene de combustibles fósiles. Las emisiones de carbono negro y marrón (gases) tienen un amplio efecto en la radiación directa en las capas superiores de la atmósfera e indirectamente a través de las nubes.

---

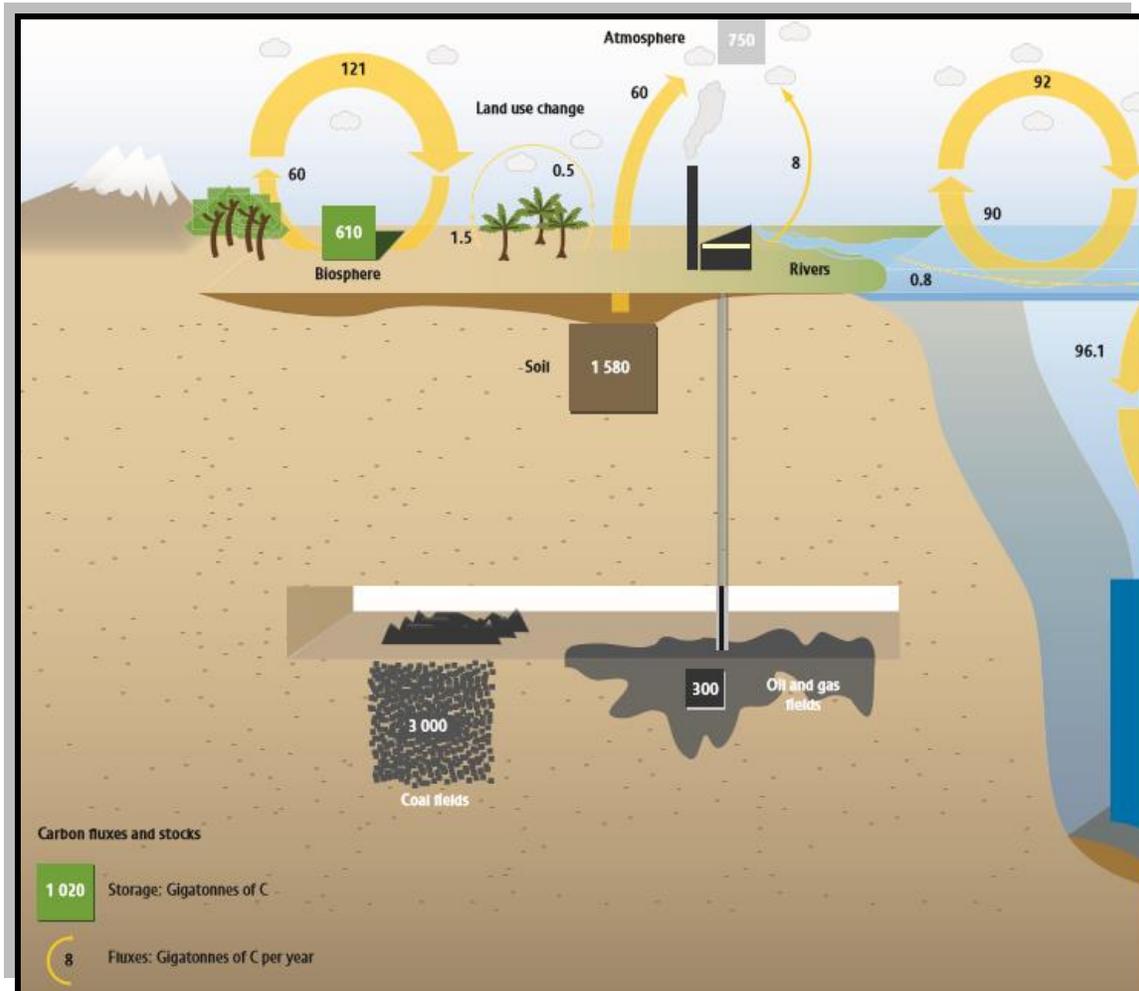
<sup>49</sup> IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

<sup>50</sup> Chopra, K., R. Leemans, P. Kumar y H. Simons. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Policy responses. Vol. 3: Findings of the Responses Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment.* Island Press, Washington, Covelo, Londres.

<sup>51</sup> Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., de Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. A Rapid Response Assessment.* United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 38. Ciclo global de carbono.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

El secuestro de carbono en el área natural protegida depende de la capacidad de los ecosistemas, la composición de especies, y su funcionamiento, lo que aunado a la conectividad entre los ecosistemas del APFF Cascadas de Agua Azul con las APFF Chan-Kin, Metzabok, Nahá, MN Bonampak y Yaxchilán, PN Palenque, RB Lacan-Tun, Montes Azules y Selva El Ocote, áreas naturales protegidas que forman parte del corredor Selva Maya Zoque dentro del Corredor Biológico Mesoamericano, asegura la protección de superficies de gran importancia como sumideros de carbono para absorber y redistribuir el CO<sub>2</sub> a través de los procesos ecológicos (ciclaje de nutrientes, por ejemplo) y, para mantener y mejorar el secuestro de carbono.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

El proceso de captura y almacenamiento de carbono en el área protegida se ve amenazado por actividades como el cambio de uso del suelo de preferentemente forestal a agrícola, ganadero y urbano; apertura de vías de comunicación dentro del polígono del área natural protegida y en su zona de influencia, y construcción de infraestructura, afectando el área de distribución, diversidad y densidad poblacional de estas comunidades vegetales, impactos que repercute de forma directa en su capacidad de secuestro de carbono y la permanencia de los recursos naturales.

La importancia de las comunidades vegetales que se distribuyen en el área natural protegida, como sumideros naturales de carbono, las sitúa como **hábitats críticos para la conservación y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de los ecosistemas en el área**, por lo que es necesario lograr su gestión integrada para asegurar su protección y conservación y, asegurar su función como retenedores del carbono atrapado en el sistema, evitando que se conviertan en fuentes de emisión a la atmósfera.

Esta tendencia muestra la urgente necesidad de establecer medidas para fortalecer el manejo de los ecosistemas de bosque dentro de las áreas protegidas sobre los que tiene atribución esta Comisión Nacional, para este caso los que alberga el APFF Cascadas de Agua Azul y que contribuyen a la provisión de servicios ambientales fundamentales para la permanencia y evolución de la vida.

#### **Beneficio**

**Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto. Servicios de provisión y soporte.**

Derivado de la **protección de una zona que constituye un gran reservorio de agua** que se origina en la Cuenca del río Tulijá, donde nacen corrientes superficiales permanentes e intermitentes que dan origen a las Cascadas de Agua Azul.

#### **Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Habitantes de las comunidades asentadas en el APFF Cascadas de Agua Azul y en su zona de influencia. Población del mundo y generaciones futuras.

#### **Importancia**

Alta.

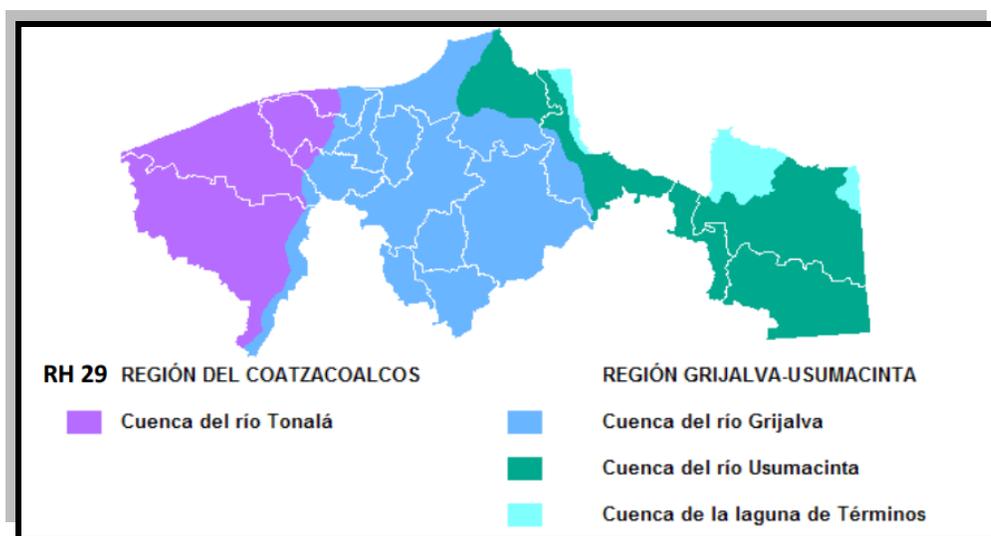
**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Evaluación cualitativa**

México cuenta con una red hidrográfica de 633 mil kilómetros de longitud, donde destacan 50 ríos principales por los que fluye el 87% del escurrimiento superficial y cuyas cuencas cubren el 65% de la superficie nacional. De entre éstos, el Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá representan dos terceras partes del escurrimiento superficial y sus cuencas cubren el 22% del territorio nacional.<sup>52</sup> Por su longitud destacan los ríos Bravo, Grijalva-Usumacinta.<sup>53</sup>

La cuenca Grijalva-Usumacinta forma parte de las regiones hidrológicas RH-29 Región Coatzacoalcos y RH-30 Región del Grijalva-Usumacinta que incluye la cuenca del río Grijalva-Villahermosa. La cuenca Río Grijalva–Villahermosa ocupa más del 90% de la superficie de la región y está integrada por nueve subcuencas entre las que se encuentran la subcuenca Río Tulijá que la recorren los ríos Tulijá, Ixteljá, Michol, Solá y Cancanjá y, la subcuenca Río Yashijá, alimentada por los ríos Paxila, Bolontiná y Sac'jun.<sup>54</sup>

**Figura 39. Cuenca Grijalva-Usumacinta.**



Fuente: Silvia Whizar Lugo, 2012.<sup>55</sup>

<sup>52</sup> <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=87&n4=29>

<sup>53</sup> CNA. 2005. Síntesis de las Estadísticas del Agua en México, 2005. Comisión Nacional del Agua. México, 100 p.

<sup>54</sup> [http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/Secciones/InfoPorNivel/InfoRegional/Contexto/REGION\\_XIV\\_tulija-chol\\_post.pdf](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/Secciones/InfoPorNivel/InfoRegional/Contexto/REGION_XIV_tulija-chol_post.pdf)

<sup>55</sup> [http://www.nrg4sd.org/sites/default/files/default/files/content/public/news/WWF/participacion\\_social\\_en\\_la\\_gestion\\_integral\\_de\\_la\\_cuenca\\_grijalva\\_-\\_tabasco.pdf](http://www.nrg4sd.org/sites/default/files/default/files/content/public/news/WWF/participacion_social_en_la_gestion_integral_de_la_cuenca_grijalva_-_tabasco.pdf)

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

En la cuenca Grijalva-Usumacinta se concentran el 30% de los escurrimientos de los ríos de México (147 km<sup>3</sup> /año) y convierten a este enorme hidrosistema ecológico en el almacén de la más alta biodiversidad conocida de México, es el hábitat del 67% de las especies vivientes en el territorio nacional y ocupa el primer lugar a nivel nacional en número de plantas superiores (20,000 especies), de peces de aguas dulces (150 spp.), de anfibios (180 spp.) y de aves (240 spp.).<sup>56</sup>

El APFF Cascada de Agua Azul se ubica en la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, en la cuenca del río Grijalva-Villahermosa, en las subcuencas Tulijá y Yashijá.<sup>57</sup> Pertenece a la Región Hidrológica Prioritaria Río Tulijá-Altos de Chiapas (RHP-89), siendo los principales ríos el Tulijá, Encanto, Rascón y Agua Azul. El río más importante de la región, por superficie de cuenca y longitud, es el río Tulijá que corre en dirección norte-sur.

Los ríos Xumuljá y Paxilhá, son las dos corrientes permanentes que atraviesan el polígono del APFF Cascadas de Agua Azul, recorren una longitud de 14,768.77 metros al interior del área natural protegida.<sup>58</sup> El río Xumuljá nace en el municipio Tumbalá, fluye de dirección oeste-este, recorriendo 1,958.77 metros, dentro del polígono, mientras que el río Paxilhá también conocido como Agua Azul, se origina en el municipio de Chilón con dirección sur-norte, recorre 9,833.18 metros, al interior del área natural protegida, la unión de estos dos ríos da origen a la cuenca del río Tulijá con una longitud de 2,976.81 metros dentro del polígono, formando cascadas espectaculares a su paso, aguas abajo el río se precipita al Tulijá, formando las Cascadas de Bolonahau, una de las más bellas cortinas de agua.<sup>59</sup>

El río Paxilhá o Agua azul, es la corriente permanente más importante dentro del área natural protegida, surca la mayor parte del área, forma las cascadas La Boquilla situada en el cañón donde nace el río Agua Azul, aguas abajo, sobre la planicie aluvial y Las Golondrinas, La Licuadora y Las Brisas, sitios que representan el mayor atractivo turístico del área natural protegida, además, de abastecer el vital líquido para el uso es doméstico, y actividades productivas (agricultura y ganadería).<sup>60</sup>

<sup>56</sup> <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=87&n4=29>

<sup>57</sup> [http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/Secciones/InfoPorNivel/InfoRegional/Contexto/REGION\\_XIV\\_tulija-chol\\_post.pdf](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/Secciones/InfoPorNivel/InfoRegional/Contexto/REGION_XIV_tulija-chol_post.pdf)

<sup>58</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto de Programa de Manejo APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

<sup>59</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto de Programa de Manejo APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

<sup>60</sup> *Op. cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La vegetación natural conformada por selva mediana subperennifolia, bosque de galería, vegetación secundaria (acahual) y pastizal inducido, **comunidades vegetales esenciales para la recarga de los mantos acuíferos en la región, a través de la captación e infiltración al subsuelo del agua de lluvia. La captación y provisión de agua, y la regulación del ciclo hidrológico se encuentran entre los servicios ambientales más importantes, proporcionados por el área natural protegida para las comunidades asentadas dentro del polígono y su zona de influencia, cuya conservación es fundamental para evitar y minimizar la escasez de agua.**

La escasez de agua, se define como el punto en el que, el impacto agregado de todos los usuarios, bajo determinado orden institucional, afecta al suministro o a la calidad del agua, de forma que la demanda de todos los sectores, incluido el medioambiental, no puede ser completamente satisfecha. La escasez de agua es un concepto relativo y puede darse bajo cualquier nivel de oferta o demanda de recursos hídricos. La escasez puede ser una construcción social (producto de la opulencia, las expectativas y unas costumbres arraigadas) o consecuencia de la variación en los patrones de la oferta, derivados, por ejemplo, del cambio climático.

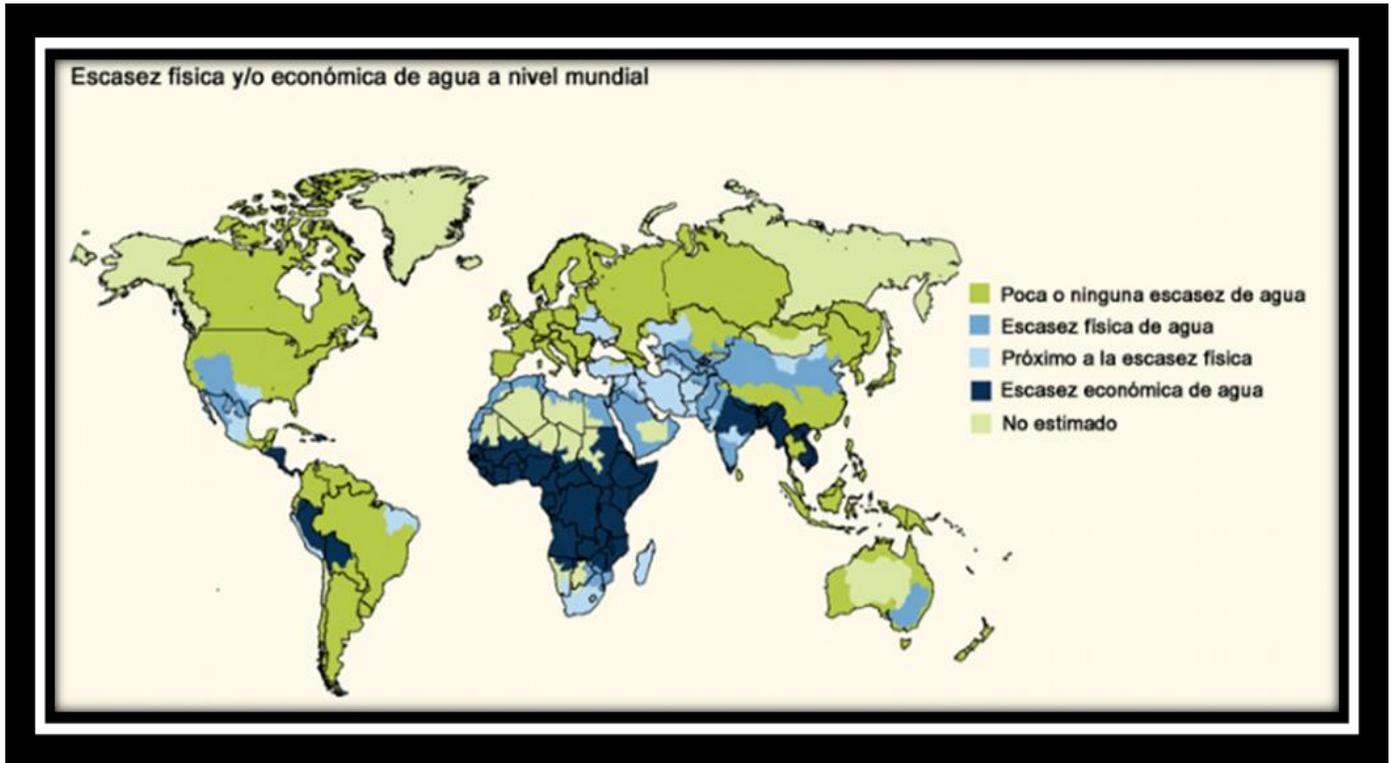
La escasez de agua es un problema que afecta, actualmente, a todos los continentes y representa uno de los principales desafíos del siglo XXI. Cerca de 1,200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, esto es, sitios donde no existe disponibilidad natural (ríos, lagos, manantiales, acuíferos) mientras que 500 millones se aproximan a esta situación (figura 40). Otros 1,600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, es decir, regiones donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. 2012. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Marzo de 2012.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 40. Escasez física o económica de agua a nivel mundial.



Fuente: WWAP (2012).<sup>62</sup> <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

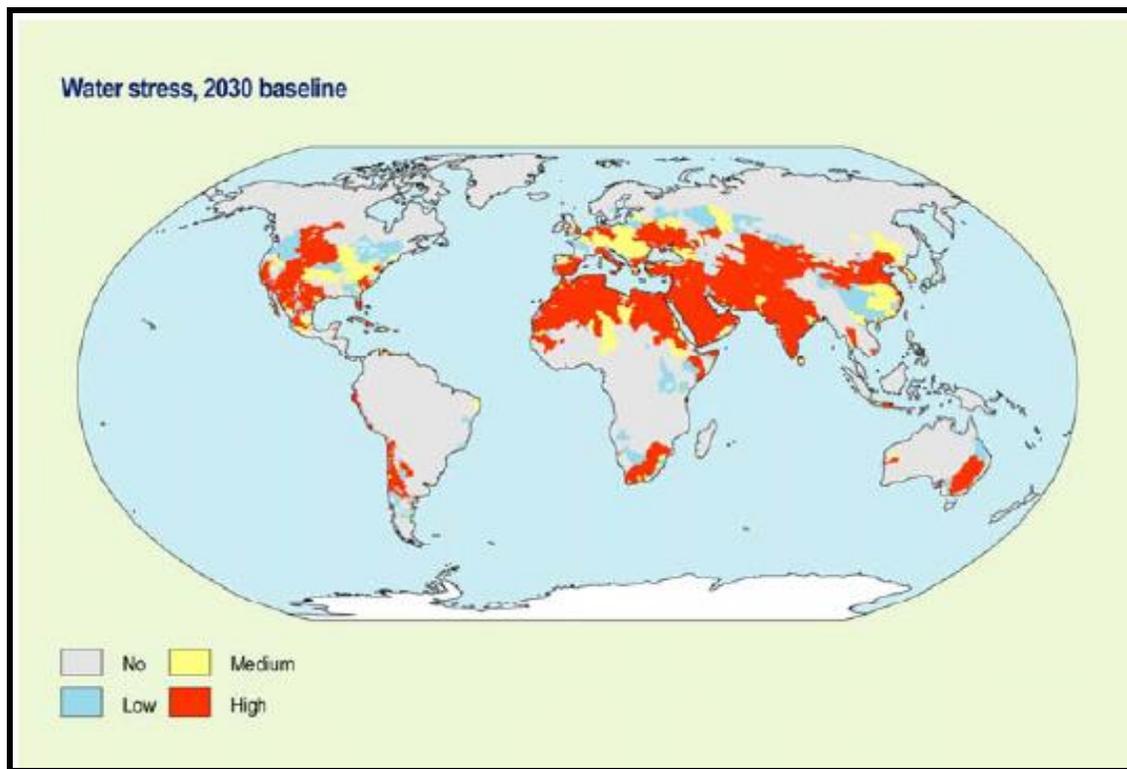
A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, se incrementa el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua.<sup>63</sup> La escasez de agua es un fenómeno natural agudizado por la acción del ser humano (crecimiento demográfico, requerimientos para la agricultura, industria y las poblaciones humanas). Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a la población actual, estimada en 7,000 millones de habitantes, sin embargo, existe una distribución irregular del vital líquido, además es un recurso desperdiciado, contaminado y gestionado de forma insostenible.

<sup>62</sup> Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. 2012. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Marzo de 2012.

<sup>63</sup> <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>. Tomado del Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua. PNUD, 2006.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 41. Zonas de estrés hídrico en 2030 (línea base).



Fuente: *Alterra-rapport 1718 (2008)*.<sup>64</sup>

La escasez de agua puede medirse a través de la relación agua/población. Una zona experimentará estrés hídrico cuando su suministro anual de agua decaiga por debajo de los 1,700 m<sup>3</sup> por persona. Cuando ese mismo suministro anual desciende por debajo de los 1,000 m<sup>3</sup> por persona, entonces se habla de escasez de agua. Y de escasez absoluta de agua cuando la tasa es menor a 500 m<sup>3</sup>. Con base en la simulación y usando el modelo GLOBIO de la OECD (Organización de Cooperación para el Desarrollo Económicos), se definen las zonas de estrés hídrico (figura 41), y se prevé un aumento en la demanda de agua a nivel mundial de casi el 26% entre 2005 y 2030, llegando hasta más del 40% en algunas regiones.<sup>65</sup>

<sup>64</sup> *Alterra-rapport 1718. 2008. The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 314 p. [http://www.ieep.eu/assets/395/copi\\_final\\_report\\_jun.pdf](http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf)*

<sup>65</sup> *Op. cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Con base en los indicadores descritos anteriormente y los resultados de la Evaluación de los recursos hídricos en el mundo realizada por la Organización de las Naciones Unidas en 2012, mismos que se observan en la figura 40, el estado de Chiapas está próximo a la escasez física de agua.

Ante esta situación, es necesario establecer **acciones para la protección y conservación de las fuentes y disponibilidad natural del agua de la región, así como de su calidad**, mediante programas y acciones encaminadas a minimizar la deforestación, la sobreutilización y contaminación del recurso, procesos que impactan la disponibilidad y calidad del agua debido a la modificación de la superficie de captación e infiltración de agua, erosión de cauces y suelos por el arrastre, azolvamiento de cuerpos de agua, desvío de cauces y corrientes para actividades productivas como la agricultura y la ganadería, principalmente, y la contaminación producida por el aprovechamiento, la descarga de aguas residuales de origen doméstico, de servicios, además de los escurrimientos de las zonas agrícolas y de asentamientos humanos, y asegurar con ello, la disponibilidad de agua para las comunidades humanas asentadas en la zona.

### **Beneficio**

**Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado. Servicios de provisión y servicios de soporte en el corredor biológico Selva Maya Zoque.**

Derivado de la protección y conservación de la región dentro de la que se localiza el APFF Cascada de Agua Azul, se protegerán los **vínculos ecológicos y las rutas de conectividad de la biodiversidad en una red de áreas con vegetación conservada en el estado de Chiapas.**

#### **Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población asentada dentro del área y en las zonas de influencia. Población del mundo y generaciones futuras.

#### **Importancia**

Alta.

#### **Evaluación cualitativa**

La regulación propuesta busca además reforzar la estructura regulatoria para la protección de las relaciones ecológicas y las rutas de conectividad de una amplia gama de especies distribuidas en una red de áreas con vegetación natural en buen estado de conservación y sus zonas de transición que forman un corredor biológico.



**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Un corredor biológico se define como un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.**<sup>66</sup> La conectividad es el grado de movimiento de las especies o procesos en los ecosistemas.<sup>67</sup> Esto implica mantener la continuidad entre los ecosistemas a través de la conservación de la cubierta vegetal, suelo y agua, disminuyendo la fragmentación del hábitat lo que permitirá mantener el **flujo de especies a través de rutas migratorias, dispersión de especies y poblaciones, redes tróficas**, entre otras, para garantizar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y con ello la permanencia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Si bien hay que reconocer que cada una de estas áreas protegidas tiene características físicas, climáticas, edáficas, hidrológicas y biológicas propias que requieren acciones de manejo independientes y específicas para su protección y conservación, a través del establecimiento del anteproyecto, se busca minimizar los impactos sobre el área natural protegida y sus recursos naturales, afectaciones como pérdida o fragmentación de hábitat, pérdida de biodiversidad (genes, especies, poblaciones, ecosistemas), desplazamiento de especies (flora y fauna), entre otras, que afectan la conectividad no solo del área natural protegida y su zona de influencia sino de del corredor biológico del cual forma parte.

Cabe resaltar que entre las especies de flora y fauna silvestres la conectividad es una característica esencial que tiene una relevancia muy especial, ya que varía en pequeñas escalas y de una región biogeográfica a otra, variaciones que pueden depender de los cambios en la estratificación y composición de la vegetación, el relieve, la temperatura la temperatura de las aguas.

**Los organismos que se desplazan activamente, conectan hábitats en espacio y tiempo y funcionan como enlaces móviles que pueden contribuir de manera importante a la resiliencia de los ecosistemas marinos pues ofrecen una capacidad amortiguadora entre sitios y pueden ser fuentes de recolonización luego de perturbaciones.**<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup> <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>

<sup>67</sup> <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/conectividad.html>

<sup>68</sup> Brock, R.J., E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). (2012). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal Canadá, 2012.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

En el APFF Cascada de Agua Azul la cubierta vegetal se ha fragmentado, el paisaje está formado por mosaicos o manchones de vegetación de selva mediana subperennifolia, áreas de pastizal, superficies agrícolas, núcleos poblacionales e infraestructura urbana (camino, puentes, etc.), situación que impacta de forma directa la conectividad del área y la región.

A través del ordenamiento y planificación dinámica de actividades al interior del APFF Cascadas de Agua Azul, se establecerán **mecanismos que permitan recuperar y mantener la conectividad entre las áreas naturales protegidas de la región, además de reducir la eliminación de la cubierta vegetal y la fragmentación del hábitat**, lo que contribuirá, a la conservación del área y sus recursos naturales. La regulación propuesta busca además reforzar la estructura regulatoria para la protección y conservación de las relaciones ecológicas y las rutas de conectividad de la diversidad de ecosistemas y especies distribuidas en esta región.

#### **Beneficio**

##### **Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado**

Derivado del establecimiento de acciones para la conservación del hábitat las especies de flora que crecen en el APFF Cascada de Agua Azul, incluyendo 18 especies en riesgo, siendo tres endémicas de México, lo que contribuirá de forma directa a la conservación de la diversidad biológica.

##### **Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de hábitats conservados. Población asentada dentro del área y en las zonas de influencia. Población mundial y generaciones futuras.

##### **Importancia**

Alta.

##### **Evaluación cualitativa**

Los ecosistemas del APFF Cascadas de Agua Azul conforman el hábitat de plantas vasculares (angiospermas y gimnospermas), pteridofitas, briofitas y hongos, entre las que se encuentran 18 especies inscritas en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en las categorías de: en peligro de extinción (2 spp.), amenazada (13 spp.) y sujeta a protección especial (3 spp.), siendo *Zamia lacandona* (cícada), *Chamaedorea cataractarum* (guayita de arroyo), y *Vanilla planifolia* (vainilla), endémicas de México. *Zamia lacandona* listada en el Apéndice I de la CITES y Orchidaceae spp. en el II (tabla 11).

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

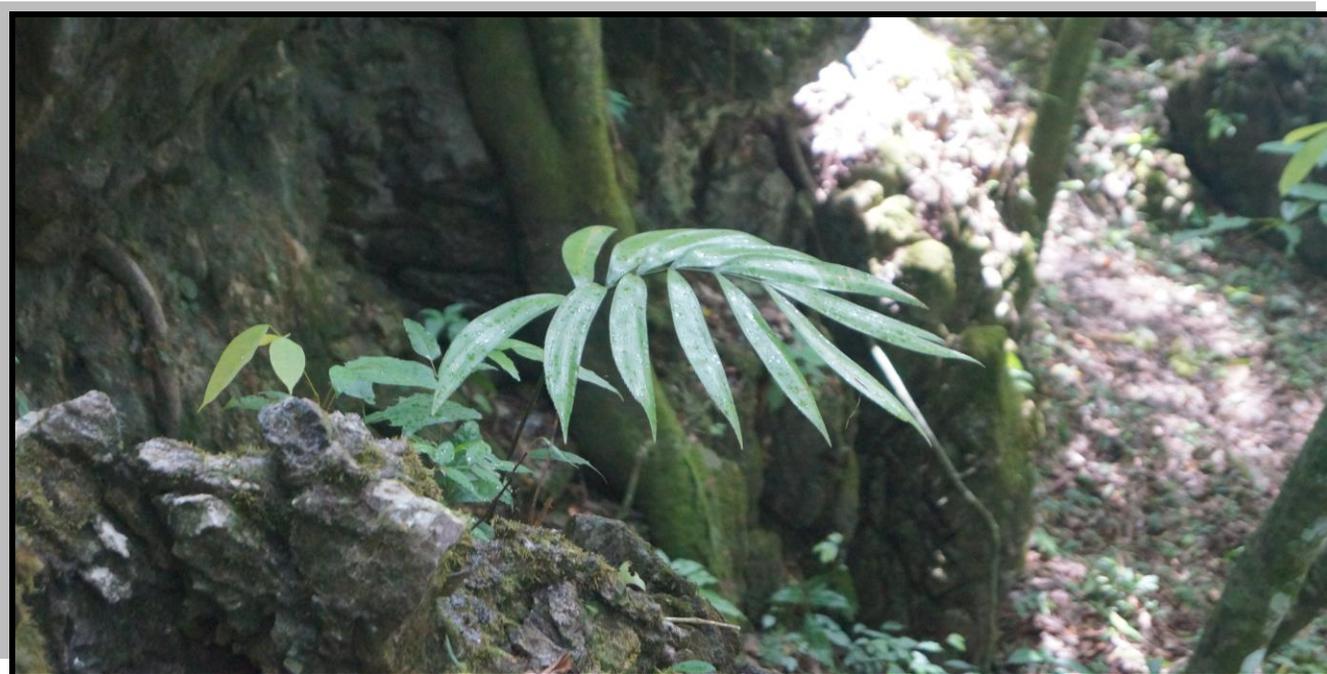
**Tabla 11. Especies de flora en riesgo distribuidas en el APFF Cascadas de Agua Azul.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CATEGORIA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Alismatales	Araceae	<i>Monstera tuberculata</i>	hoja elegante	Amenazada
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea alternans</i>	camedor tepejilote	Amenazada
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea arenbergiana</i>		Amenazada
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea cataractarum</i>	guayita de arroyo	Amenazada, endémica
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i>	camedora chapana	Amenazada
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	tepejilote cimarrón	Amenazada
Asparagales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	ronrón	Amenazada
Asparagales	Orchidaceae	<i>Chysis bractescens</i>	chysis de cera	Amenazada
Asparagales	Orchidaceae	<i>Cycnoches ventricosum</i>	cisne verde	Amenazada
Asparagales	Orchidaceae	<i>Elleanthus hymenophorus</i>		Amenazada
Asparagales	Orchidaceae	<i>Mormodes sotoana</i>	mormodes de soto	En peligro de extinción
Asparagales	Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i>	vainilla	Sujeta a protección especial, endémica
Cycadales	Zamiaceae	<i>Zamia lacandona</i>	cícada	En peligro de extinción, endémica
Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria anómala</i>		Amenazada
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton guatemalensi</i>		Sujeta a protección especial
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia seleriana</i>	tillandsia de seler	Amenazada
Polypoidales	Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i>		Amenazada
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro rojo	Sujeta a protección especial

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Considerando el estado actual del APFF Cascada de Agua Azul, las actividades productivas que se desarrollan dentro del área natural protegida y en su zona de influencia y la incidencia de factores de perturbación, se requieren acciones para conocer el estado actual de conservación de las poblaciones silvestres de las especies vegetales, información que servirá para establecer estrategias dirigidas a la conservación y protección del hábitat y las poblaciones silvestres, lo que permitirá asegurar la permanencia de la diversidad biológica y los recursos naturales del área.

**Figura 43. *Zamia lacandona* (cícada, palmilla) creciendo en el APFF Cascadas de Agua Azul.**



Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez, 2015.

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.**

Derivado del establecimiento de acciones para la conservación de la vegetación natural del APFF Cascada de Agua Azul que incluye selva mediana subperennifolia, bosque de galería, pastizal inducido y vegetación secundaria (acahual), se contribuirá de forma directa a la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos provistos por el área natural protegida.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Grupo beneficiado:**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población asentada dentro del área y en las zonas de influencia, población del mundo y generaciones futuras.

**Importancia:**

Alta.

**Evaluación cualitativa:**

Los ecosistemas del APFF Cascada de Agua Azul incluyen comunidades vegetales terrestres donde habita una gran diversidad de plantas entre las que se encuentran 18 especies en riesgo (tabla 11). La vegetación que prospera en el área natural protegida está conformada por selva mediana subperennifolia, bosque de galería, vegetación secundaria (acahual) y pastizal inducido.<sup>69</sup>

**Selva mediana subperennifolia.** Las selvas medianas subperennifolias ocupan cerca de 1,005.37 hectáreas,<sup>70</sup> se distribuye en forma de manchones en la ladera de los cerros, sobre diversos tipos de suelo. Dentro del polígono del área protegida se localizan cuatro sitios cubiertos por este tipo de vegetación bien conservados, el primero se ubica en la porción sur del área, sobre el curso del río Paxilhá, en altitudes de nivel de 200 msnm, no hay núcleos poblacionales; el segundo manchón importante se localiza en el cruce hacia el poblado Agua Azul Chico, prospera en altitudes de 300 a 400 m, en laderas con pendientes suaves a moderadas; un tercer manchón se localiza cerca del poblado Agua Azul en el Centro Ecoturístico Indígena Tzeltal Cascada de Agua Azul, en el extremo norte del área en terrenos aledaños a la cuenca del río Tulijá se localiza un manchón en una altitud entre 100 y 200 m.

Este tipo de vegetación se caracteriza porque cuando menos la mitad de los árboles deja caer sus hojas durante la temporada de sequía, pero hay muchos componentes siempre verdes y otros que sólo se defolían por un periodo corto, a veces de unas cuantas semanas. En consecuencia, esta comunidad presenta cierto verdor aun en las partes más secas del año. El estrato arbóreo está conformado por algunos elementos aislados típicos de la selva alta como el roble o matilishuate (*Tabebuia rosae*), pochota (*Ceiba pentandra*) y zapote de mico (*Licania platypus*), árboles y arbustos con alturas que van de 15 a 20 m entre los que sobresalen *Licania sparsipilis*, *Tabebuia guayacan*, *Annona diversifolia*, *A. purpurea* y *A. reticulata*. El árbol dominante en este tipo de selva es el zapote chico (*Manilkara zapota*), al que se asocian con frecuencia la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*).

<sup>69</sup> CONANP. 2015. *Anteproyecto de Programa de Manejo APFF Cascadas de Agua Azul*. México.

<sup>70</sup> *Op. cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Bosque de galería.** Prospera a la orilla de los ríos y corrientes de agua dentro del APFF Cascadas de Agua Azul, ocupa una superficie de en 113.27 ha, está compuesto por árboles, arbustos, hierbas y rupícolas que se encuentran formando parte Este tipo de vegetación crece en el interior y la parte externa de la zona drenada por el río Agua Azul y otras corrientes permanentes e intermitentes, se desarrolla bajo condiciones de intensa humedad edáfica, en la planicie aluvial, donde el río ejerce acción erosiva directa sobre los suelos. En estas áreas se han introducido plantaciones de frutales y cultivos agrícolas, no obstante, la selva aun presenta núcleos cerrados con dosel arbóreo de entre 15 y 20 m emergiendo elementos hasta de 30 m de alto.

Con base en los resultados del inventario de la vegetación riparia en Cascadas de Agua Azul, se registraron 73 especies propias de la comunidad selvática y 18 taxones introducidos como plantas de cobertera. Entre los elementos arbóreos de origen primario son comunes las especies llanta de cerro (*Ceiba aesculifolia*), pochota (*C. pentandra*), *Inga* spp., zapote de mico (*Licania platypus*), matapalo (*Ficus cotinifolia* y *F. pertusa*), aguacatillo (*Nectandra glandulosa*, *N. alicastrum*), guarumbo (*Cecropia obtusifolia* y *C. peltata*), roble o matilishuate (*Tabebuia rosea*), entre otras. Destacan el zapote de agua (*Pachira aquatica*) y algunas leguminosas como (*Lonchocarpus* sp.).<sup>71</sup>

**Vegetación secundaria:** Está ampliamente distribuida en el área natural protegida, crece en aproximadamente 737.21 ha, se encuentra distribuida sobre mesetas y laderas. Son comunidades vegetales formadas por algunas especies de la vegetación natural original de selva, y prosperan en sitios donde la vegetación primaria ha sido eliminada o sustituida parcialmente. Fisonómicamente presenta un dosel irregular conformado por árboles, arbustos, hierbas y epífitas, formando un mosaico con terrenos desprovistos de vegetación, pastizales y superficies cultivadas.

Las familias Asteraceae y Leguminosae están bien representadas y a menudo incluyen a las especies dominantes. En algunos casos prevalecen arbustos que resultan favorecidos por el fuego, su capacidad para retoñar rápidamente después de un incendio, si el fuego es frecuente, este tipo de matorral puede mantenerse durante largos periodos de tiempo.

---

<sup>71</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto de Programa de Manejo APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

En parcelas agrícolas recién abandonadas, la sucesión secundaria (acahuales) inicia con la asociación de malezas dominadas por numerosas gramíneas y plantas herbáceas, mientras que en terrenos dedicados al cultivo intensivo, los acahuales están formados por especies indicadoras de disturbio como capulín cimarrón (*Trema micrantha*), guarumbo (*Cecropia obtusifolia*, *C. peltata*), cuahulote (*Guazuma ulmifolia*), mataratón (*Gliricidia sepium*), cedrón (*Casearia aculeata*), limoncillo (*Zanthoxylum fagara*) y cuahulote blanco (*Luehea candida*).

Los acahuales más antiguos que en el APFF Cascadas de Agua Azul ocupan mayor superficie, sucesionalmente evolucionan en condiciones difíciles hacia el estado clímax, por lo que, además de contener algunos elementos de bosque tropical subcaducifolio primario, tienen entre otras especies indicativas de deterioro elementos leñosos que se integran a los estratos arbóreo y arbustivo como palo de brujo (*Bursera graveolens*), palo mulato (*B. simaruba*), capulín cimarrón (*Trema micrantha*), cabellos de ángel (*Calliandra arbórea*, *C. houstoniana*), cascabelillo (*Crotalaria inca*), cascabel fetillo (*C. retusa*).<sup>72</sup>

#### **Beneficio**

##### **Descripción: Valor de uso directo, de existencia y de legado. Valor de uso indirecto**

Derivado del establecimiento de disposiciones administrativas y delimitación territorial de actividades para los usuarios del APFF Cascada de Agua Azul, se fomentará la educación ambiental, la investigación y la difusión de la cultura ambiental.

##### **Grupo beneficiado**

Población asentada dentro del APFF Cascadas de Agua Azul y en la zona de influencia, población del mundo y generaciones futuras. Interdependencias ecológicas presentes en el área que dependen de la permanencia de estos ecosistemas.

##### **Importancia**

Alta.

##### **Evaluación cualitativa**

A través del ordenamiento y planificación dinámica de actividades al interior del APFF Cascadas de Agua Azul el fin último de la conservación y que se presentan en el Acuerdo Secretarial por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas busca fomentar la educación integral que permita el arraigo de una conciencia ambiental, así como el

---

<sup>72</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto de Programa de Manejo APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

respeto de los bienes naturales y la cultura al interior y en las zonas de influencia de esta área protegida.

La promoción de la educación ambiental busca contribuir al fortalecimiento de propuestas de inclusión de la problemática ambiental en las preocupaciones formativas de los individuos, entendiendo que son éstos los que desde sus acciones y proyecciones generan las dinámicas ambientales particulares y por consiguiente, son también los que pueden resolver sus propias problemáticas, reconociéndose y reconociendo a otros, en el marco de sus realidades particulares, y desde su posición como parte de la diversidad no solamente social, sino también cultural y natural.

Respecto a la generación y divulgación del conocimiento, se busca contribuir a la mejora del nivel de vida de la población de la República Mexicana, a través del fortalecimiento de las capacidades de los organismos municipales, estatales y federales, en la planificación y la adopción de políticas adecuadas en materia medioambiental y para lograr la sustentabilidad del desarrollo, según las problemáticas detectadas en cada área, con base en la información generada por los procesos de investigación. Es función de la ciencia, generar, evaluar y difundir la información ambiental, como punto inicial para orientar una adecuada gestión del territorio, mediante la conservación, recuperación y aprovechamiento de los recursos naturales, en especial los recursos de la vegetación y fauna nativas y el desarrollo de actividades de forma ordenada.

Es importante destacar que es urgente generar estudios sobre evaluación, cuantificación y optimización de las capacidades de los ecosistemas presentes en el APFF Cascadas de Agua Azul, por lo que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a través de la Dirección del APFF, tratará de fomentar estudios futuros respecto a este tema.

Se promoverá que las investigaciones y conocimientos sean transferidos a los organismos públicos y privados encargados y responsables de la planificación regional y de las actividades productivas, de tal manera que los beneficios del mejoramiento socioeconómico que surja de la adopción de políticas adecuadas en materia medioambiental y de desarrollo sustentable, puedan contribuir al mejoramiento de las condiciones para superar los niveles de pobreza y el nivel de vida de los habitantes de la zona de influencia del área.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

## Beneficio

### Descripción: Valor de uso directo, valor de opción y valor de uso indirecto

Derivado de la instrumentación de protocolos de monitoreo para especies residentes y migratorias, podrá reunirse la información sobre su distribución en el APFF Cascadas de Agua Azul, sus poblaciones silvestres y el estado de conservación, lo que permitirá establecer acciones para su conservación y protección.

### Importancia

Alta.

### Grupo Beneficiado

Población local y mundial, generaciones futuras por la conservación del capital natural, investigadores y académicos.

### Evaluación Cualitativa

Dentro del instrumento regulatorio se proponen objetivos y metas específicas para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas a través del monitoreo permanente. El monitoreo es una herramienta programática de trabajo. Es parte integral del Programa de Manejo, es elemento de análisis de una evaluación. Su objetivo es proveer de información constantemente actualizada sobre un sistema (sea «sistema»: unidades de paisaje, comunidades, especies, proyectos, salud).

El análisis de la información obtenida (evaluación), permitirá detectar variaciones de comportamiento de la normalidad o de lo esperado. Al incluir la toma de datos de factores hipotéticamente asociados con estos sistemas, se podrá determinar cuáles de ellos tuvieron significancia en los cambios registrados, tomando en cuenta que está apoyado totalmente en la Estadística. Esto quiere decir que, existen requerimientos estadísticos mínimos que cumplir en la toma de datos. Debe tenerse una hipótesis de trabajo bien definida. Esta consistencia en los datos permite respaldar decisiones posteriores o *a priori* (p. ej., al estimar las tendencias registradas lo que haría decidir cambios en el manejo extractivo de una población). El monitoreo ecológico implica evaluar la salud del medio ambiente, es el marco a través del cual se administra el cuidado de la biosfera. En forma ideal, el monitoreo ecológico permite delinear las características de una biosfera saludable y reconocer las dinámicas naturales del sistema.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Dependiendo de su propósito, un programa de monitoreo, dentro del Programa de Manejo puede también ayudar a:

- Identificar los límites de condiciones saludables;
- Diagnosticar condiciones anormales;
- Identificar causas potenciales de cambio anormal;
- Sugerir acciones de remedio;
- Evaluar la efectividad de varias acciones.

Los programas de monitoreo ecológico son necesarios para avanzar en el entendimiento básico de los componentes, patrones y procesos ecológicos y evolutivos, así como para evaluar y analizar si las actividades y acciones emprendidas han sido las adecuadas para lograr los objetivos de conservación, y en su caso, redefinirlas.

**Beneficio.**

**Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.**

Derivado de la protección y conservación de la biodiversidad, entendida esta como la diversidad de especies, poblaciones, genes, comunidades y ecosistemas, que alberga el APFF Cascadas de Agua Azul, biodiversidad que contribuye a la existencia de un banco mundial de **germoplasma *in situ***, colección de material vivo de gran valor científico y económico.

**Grupo beneficiado**

Población mundial y generaciones futuras.

**Importancia**

Alta.

**Evaluación cualitativa**

La conservación y protección de la biodiversidad presente en un hábitat determinado, fortalece la preservación de la diversidad genética, lo que permitirá conservar la diversidad biológica específica (número de especies) y que aunado al desarrollo de futuros programas de conservación, favorecerá la recuperación y manejo de especies en riesgo o endémicas y sus poblaciones silvestres.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La preservación de los **recursos genéticos *in situ*** y su depósito en **bancos de germoplasma *ex situ*** permitirá:

- Identificar los recursos genéticos de especies de plantas y animales en algún estatus de riesgo
- Preservar el material genético identificado
- Conocer, caracterizar y valorar el material recolectado
- Recuperar y mantener las poblaciones silvestres y su distribución natural
- Valorar los recursos genéticos de especies vegetales y animales de regiones específicas

La conservación de la diversidad genética de especies, a través de la protección del hábitat en que se encuentran tiene como objetivos:

- Protección y conservación del genoma de especies silvestres (en riesgo, endémicas).
- Posibilidad futura de la reproducción asistida de estas especies, principalmente de importancia económica y para el desarrollo de programas de recuperación o reintroducción de especies silvestres y de restauración de hábitat.

Por otra parte, los bancos de germoplasma constituyen depósitos en donde se guarda el material genético (células, semillas, tejidos, etc.) con capacidad de dividirse y reproducirse, y representan una importante alternativa de conservación *ex situ* para las especies silvestres, además, constituyen reservorios de material con potencial para la agricultura y/o la producción de alimentos, el desarrollo de la acuicultura y de investigaciones de carácter farmacéutico (bioprospección). La permanencia de la variabilidad genética, base de la diversidad biológica, es un elemento de gran importancia para el desarrollo futuro de la humanidad y requiere del manejo adecuado de los recursos genéticos por parte del hombre.<sup>73</sup>

Cabe señalar que dentro del APFF Cascadas de Agua Azul, no se tiene registro de experiencias en el campo de la bioprospección, por lo que no se cuenta aún con una referencia sobre el valor económico potencial de esta actividad y cuyos ingresos podrían destinarse al mantenimiento del área.

---

<sup>73</sup> Para mayor información sobre la bioprospección como estrategia de conservación consultar:  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/286/jcfernand.html>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

A nivel mundial existen experiencias que pueden dar una idea aproximada de los beneficios derivados del establecimiento de este tipo de acuerdos. En Brasil, por ejemplo, se firmó un convenio por bioprospección con un valor de 2.60 dólares por hectárea, en Perú se firmó algo similar para las islas Galápagos que reportaría un pago de 20 dólares por hectárea, para la extracción de muestras biológicas.<sup>74</sup>

### **Beneficio.**

#### **Descripción: Valor de uso indirecto. Servicios de provisión y soporte.**

Derivado de la **disponibilidad de recursos hídricos** por el mantenimiento de aproximadamente 309 hectáreas de superficie forestal bien conservada que corresponde a la subzona de preservación terrestre, integrada por selva mediana perennifolia, prevención de la **degradación del suelo, sequía** en la superficie y **desertificación** en el polígono del área protegida.

#### **Grupo beneficiado:**

Población del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul y del estado de Chiapas. Población del mundo y generaciones futuras. Interdependencias ecológicas que dependen de los servicios ambientales provistos por suelos tales como el soporte y suministro de nutrientes, medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos, y medio donde se realizan los ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos entre los que se encuentra el secuestro de carbono.<sup>75</sup>

#### **Importancia**

Alta.

#### **Evaluación cualitativa**

La **desertificación es la degradación de las tierras** de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las actividades humanas (como la sobreexplotación del suelo por la actividad agrícola, el sobrepastoreo, la deforestación, el uso de sistemas de irrigación inadecuados, las tendencias del mercado e incluso, las dinámicas sociopolíticas), y las variaciones climáticas (como la baja humedad del suelo, los patrones de precipitación cambiantes y la elevada evaporación).

---

<sup>74</sup> Ejemplo descrito en: Fernando León Morales. El Aporte de las Áreas Protegidas a la Economía Nacional. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Perú. 2007.

<sup>75</sup> Como resultado del proceso de reciclaje de compuestos orgánicos, se estima que el contenido de carbón almacenado en el primer metro del suelo es 1.5 veces mayor a aquel acumulado en la biomasa, constituyendo la tercera fuente más importante de carbono. Este secuestro de carbono en el suelo, reduce su liberación a la atmósfera como CO<sup>2</sup>, uno de los principales gases de efecto "invernadero".

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La **escasez de agua es el desequilibrio prolongado entre la disponibilidad de los recursos hídricos y la demanda de agua**. El aumento de situaciones de escasez de agua –ya sean naturales o provocadas por el hombre– hace que se desencadenen y exacerben los efectos de la desertificación a través de los impactos directos y a largo plazo en la calidad del suelo, su estructura física, textura, composición físico-química y biológica, características que determinan su uso actual y potencial, en función de su fertilidad, contenido de materia orgánica y humedad, entre otros parámetros.

Los efectos físicos directos de la degradación del suelo incluyen la pérdida de las partículas que lo conforman, la disminución de la cantidad y disponibilidad de agua dulce, el aumento de la frecuencia de las sequías y de las tormentas de arena y polvo y una mayor cantidad de inundaciones debido al drenaje inadecuado o a las prácticas de irrigación pobres (figura 44). Si esta tendencia continúa, se producirá una fuerte disminución de la cantidad de nutrientes del suelo, acelerándose así la pérdida de la cubierta vegetal. Esto conduce además a una mayor degradación del suelo y el agua, tales como la contaminación del agua subterránea y de la superficie, la sedimentación, la salinización y la alcalinización del suelo.<sup>76</sup>

**Figura 44. Efectos de la sequía y la afectación en la calidad de los suelos.**



Fuente: <http://blogdelagua.com/inicio/internacional/grupo-de-paises-de-america-latina-y-el-caribe-alertan-sobre-avance-de-la-desertificacion-en-la-region/>

<sup>76</sup> La escasez de agua y la desertificación. Serie de documentos temáticos de la CNUCL. Núm. 2.  
<http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertificationwater-spa.pdf>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La desertificación entonces, no puede ser concebida como la transformación de diversos ecosistemas en desiertos, sino como la pérdida, muchas veces irreparable, de las funciones productivas del suelo, la alteración de los ciclos biológicos y del ciclo hidrológico, así como la disminución del aporte y cantidad de servicios ambientales que generan los ecosistemas.<sup>77</sup>

La **degradación de suelos puede dividirse en dos grandes categorías**, la primera se refiere a la **degradación del suelo por desplazamiento del material edáfico**. En ella podemos encontrar a la erosión hídrica y eólica. Una **segunda categoría se refiere a la degradación de suelos como resultado de un deterioro interno, *in situ***. En esta categoría encontramos a la degradación química que engloba la pérdida de nutrientes, la contaminación, la acidificación y la salinización; a la degradación física, que abarca el encostramiento, la compactación y el deterioro de la estructura del suelo y finalmente, a la degradación biológica que es el resultado de un desequilibrio en la actividad biótica en el suelo, incluida la pérdida del banco de semillas y microorganismos de importancia para procesos de fertilidad y descontaminación. Es importante aclarar que muchos de estos procesos se encuentran intrínsecamente relacionados entre sí y operan frecuentemente de manera simultánea.<sup>78</sup>

De acuerdo al Análisis de la Degradación de Suelos en México,<sup>79</sup> en la superficie que abarca al área de protección de flora y fauna se registra un proceso dominante de degradación química que engloba la pérdida de nutrientes, la contaminación, la acidificación y la salinización; lo que implica una declinación en la fertilidad, por lo que se requieren tanto medidas correctivas como **medidas preventivas** que fomenten el manejo adecuado y sustentable del suelo. (Figura 45).

---

<sup>77</sup> Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. México, 2012.

[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_12/03\\_suelos/cap3\\_3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/03_suelos/cap3_3.html)

<sup>78</sup> Arturo Garrido y Helena Cotler. Degradación de suelos en las cuencas hidrográficas de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Sistema de Consulta de las Cuencas Hidrográficas de México.

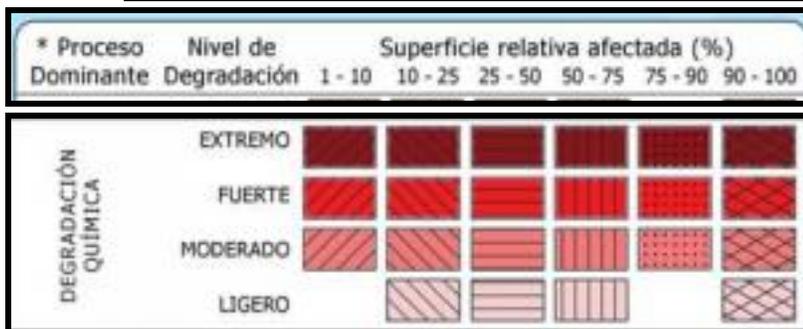
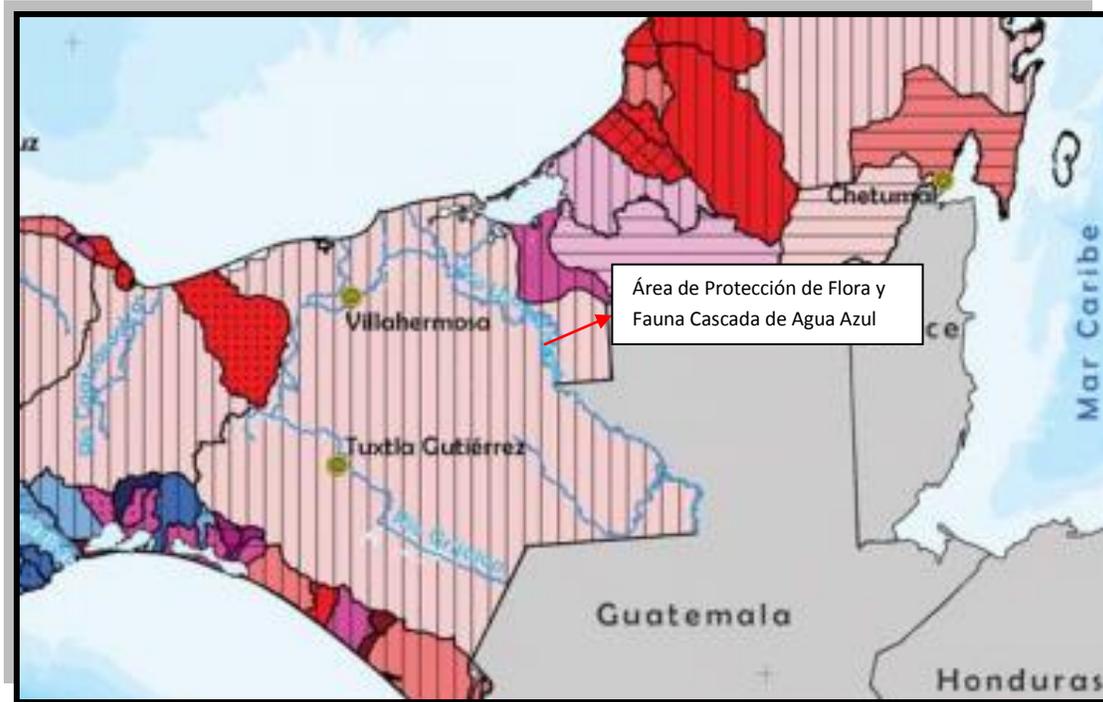
<http://cuencas.inecc.gob.mx/cuenca/diagnostico/21-degradacion-suelos.pdf>

<sup>79</sup> Tomado de: Arturo Garrido y Helena Cotler. Degradación de suelos en las cuencas hidrográficas de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Sistema de Consulta de las Cuencas Hidrográficas de México.

<http://cuencas.inecc.gob.mx/cuenca/diagnostico/21-degradacion-suelos.pdf>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 45. Degradación de suelos en México, ampliación para el estado de Chiapas.



Fuente: Degradación de suelos en las cuencas hidrográficas de México.

<http://cuencas.inecc.gob.mx/cuenca/diagnostico/21-degradacion-suelos.pdf>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Cabe señalar que el suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes, como la de constituir un medio filtrante que permita la recarga de los acuíferos, influyendo también en la calidad del agua. Así mismo, constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de compuestos orgánicos. Como resultado de este proceso, se estima que el contenido de carbón almacenado en el primer metro del suelo es 1.5 veces mayor a aquel acumulado en la biomasa, constituyendo la tercera fuente más importante de carbono. Este secuestro de carbono en el suelo, reduce su liberación a la atmósfera como CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases de efecto “invernadero”.

Funciona también como hábitat para gran cantidad de organismos, desde células microscópicas y especies vegetales hasta pequeños mamíferos, reptiles e insectos, contribuyendo así con la existencia de la biodiversidad, por lo que con el establecimiento de medidas preventivas para evitar se degradación, directamente se está contribuyendo a la conservación de la biodiversidad del área de protección de flora y fauna.

**Figura 46. Humedad y nutrientes que favorecen el crecimiento de hongos de cornisa, área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez, 2015.**

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Estas características y funciones de los suelos, determinan como prioritaria su conservación, así como el mantenimiento y la recuperación de su calidad, entendida ésta como la capacidad para funcionar dentro de los límites naturales, para sostener la productividad de las plantas y animales, mantener la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana.

**Tabla 12. Principales consecuencias de la degradación de los suelos.**

<p><b>Pérdida de estructura</b></p> <p><b>Disminución de la infiltración y retención de agua</b></p> <p><b>Mayor riesgo de compactación</b></p> <p><b>Pérdida selectiva de partículas finas y materia orgánica</b></p> <p><b>Pérdida de productividad</b></p> <p><b>Disminución de profundidad del suelo / baja en la capacidad de soporte</b></p> <p><b>Efectos sobre la permanencia de la diversidad</b></p>
<p>Fuente: INECC, Gaceta Ecológica núm. 83. México, 2007.</p>

Dado que las causas principales de los procesos de degradación dentro del área protegida se encuentran relacionadas principalmente con las actividades agrícolas, pecuarias y relacionadas con la actividad turística, con la subzonificación propuesta en el anteproyecto regulatorio, se restringirá el desarrollo de éstas únicamente a las subzonas de uso tradicional y uso público evitando así la expansión de la frontera productiva. Con esta herramienta de manejo se logrará preservar servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana.<sup>80</sup>

### **Beneficio**

**Descripción: Valor de uso indirecto, servicios de soporte.**

Derivado del establecimiento de medidas para conservar las especies y poblaciones de musgos distribuidas en el área de protección de flora y fauna Cascada de Agua azul.

**Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población local y mundial.

**Importancia**

Alta.

<sup>80</sup> Cotler *et al.* La Conservación de Suelos, un asunto de interés público. Gaceta Ecológica INE-SEMARNAT. Número 50. México. 2007.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

### **Evaluación cualitativa**

Los musgos o briofitas, son plantas pequeñas que carecen de tejido vascular o leñoso. El término proviene del griego *brion* que significa musgo y del latín *phyton* planta. Prosperan en sitios muy húmedos, en desiertos, bosques y selvas, en altitudes que van desde cerca del nivel del mar hasta zonas montañosas, en desiertos, bosques y selvas crecen en el suelo, en los troncos y ramas de los árboles, sobre rocas, en la orilla de ríos o arroyos, en los techos de las casas y paredes. Son abundantes en la naturaleza, se estima que existen 19,900 especies en el mundo y 1,480 en México, son el segundo grupo más importante de plantas verdes.<sup>81</sup>

La humedad es el factor determinante para la sobrevivencia y reproducción de los musgos. Son plantas pequeñas, sus tejidos son delgados y carecen de una cubierta o cutícula que evite la pérdida de agua y la desecación, lo que favorece la deshidratación de las plantas. Por otra parte, el agua es un elemento fundamental para su reproducción, ya que para que ocurra la fertilización el esperma nada desde el anteridio (órganos masculinos) hasta el arquegonio (órganos femeninos), proceso que no puede realizarse en ausencia de agua, impidiendo la reproducción de las plantas y la permanencia de las especies.

Algunas especies de musgos pueden sobrevivir deshidratados observándose marchitos durante la época seca y, al iniciar las lluvias se rehidratan y recuperan sus funciones, aprovechando además la humedad para reproducirse. Los musgos proveen diversos servicios ecosistémicos, retienen la humedad del suelo y evitan su degradación, forman parte de la base de la cadena trófica como productores primarios, constituyen el hábitat de microorganismos e invertebrado y sitios de refugio y alimentación para la fauna edáfica; tienen un papel importante en el ciclo del agua como regulador hídrico, captan y almacenan el agua y la liberan lentamente, forman mantos o tapetes que cubren el suelo evitando la erosión por acción del viento y la lluvia, retienen las partículas en la orilla de las corrientes de agua disminuyendo el riesgo de azolvamiento e inundaciones, forman microambientes que permiten la germinación de semillas y establecimiento de plántulas, incorpora materia orgánica al ciclo biogeoquímico.

Los musgos también son plantas con un gran potencial ornamental, son usados para decorar los nacimientos durante la época navideña, también son muy apreciados para la elaboración de arreglos florales.

---

<sup>81</sup> Delgadillo, C. 1998. Diversidad de la brioflora mexicana. En: Rammamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. Diversidad biológica de México. Instituto de Biología, UNAM, pp. 355-368.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

La modificación del hábitat como consecuencia de actividades productivas como la agricultura, la ganadería y el turismo que se desarrollan en el área protegida, y la incidencia de fenómenos naturales, impactan las especies y poblaciones silvestres de las briofitas que se distribuyen dentro del área protegida y su área de influencia ocasionando cambios en las poblaciones, alteración del hábitat de especies asociadas de fauna (microorganismos, invertebrados), hongos y plantas, pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica por la ausencia de cubierta vegetal y, el arrastre del mismo por las corrientes de agua, entre otros.

Esto aunado a la eliminación de la cubierta forestal original propicia la deshidratación y muerte de los musgos como consecuencia de la pérdida de humedad por evaporación causada por la incidencia directa de los rayos solares sobre el suelo y las comunidades de musgo, lo que trae como consecuencia la alteración de los procesos naturales dentro del ecosistema, la pérdida de la biodiversidad y el deterioro del paisaje.

### **Beneficio.**

#### **Descripción: Valor de uso directo, valor de opción**

Derivado del establecimiento de acciones para prevenir el aprovechamiento ilegal de la biodiversidad que alberga el APFF Cascada de Agua Azul, principalmente especies de flora y fauna. El aprovechamiento ilegal incluye la cacería, captura, recolecta, transporte y comercio no autorizado de ejemplares, partes y derivados.

#### **Grupo beneficiado**

Población mundial y generaciones futuras. Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de la permanencia de las especies silvestres.

#### **Importancia**

Alta.

#### **Evaluación cualitativa**

El aprovechamiento ilegal de la biodiversidad en cualquiera de sus modalidades, puede ocasionar alteraciones en el área de distribución, número de poblaciones silvestres, tamaño y estructura poblacional de las especies involucradas, proporción de hembras y machos, su potencial y características reproductivas y su composición genética, además de las repercusiones en el flujo y dinámica de las cadenas tróficas de las comunidades de que forman parte.<sup>82</sup>

---

<sup>82</sup> Adaptado de: Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México. Indicador Básico 6\_4-1: Biodiversidad.  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/conjuntob/conjunto\\_basico/10.100.8.236\\_8080/ibi\\_apps/06\\_biodiversidad/6\\_4\\_esp\\_ecies/indicador\\_6\\_4-1.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/conjuntob/conjunto_basico/10.100.8.236_8080/ibi_apps/06_biodiversidad/6_4_esp_ecies/indicador_6_4-1.html)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Dentro del área de protección de flora y fauna Cascada de Agua Azul, el aprovechamiento de los recursos naturales no está permitido de conformidad con lo establecido en el Artículo 54 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), por lo que el aprovechamiento, recolección, cacería, captura, transporte y comercio de ejemplares, partes y derivados se constituyen como una actividad ilícita. La presión de uso de los recursos naturales del área protegida ésta determinada por el aprovechamiento que realizan los residentes del área, visitantes y vecindados, e incluso visitantes.

El aprovechamiento de especies maderables está encaminado a la obtención de tablas, polines, viguetas, etc., empleados para la construcción de viviendas, cercos, fabricación de muebles y para leña, entre otros, esta actividad se realiza para satisfacer las necesidades de materia prima de los habitantes del área natural protegida y, para su comercialización, además del recursos forestales no maderables (alimento, medicina) es una práctica que los habitantes del área natural protegida realizan tanto para autoconsumo como para comercialización..<sup>83</sup>

Para la construcción de viviendas, cercos e infraestructura de apoyo se utilizan: chicle (*Manilkara zapota*), canshán (*Terminalia amazonica*), hormiguillo (*Platymiscium dimorphandrum*), corazón azul (*Swartzia cubensis*), guanacaste (*Schyzolobium parahyba*); mientras que para la fabricación de muebles, puertas y ventanas se utilizan cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), bari (*Calophyllum brasiliense*) y ramón (*Brosimum alicastrum*), entre otras especies nativas; y, para leña bari (*Calophyllum brasiliense*), cocoite (*Gliricidia sepium*), jinicuil y tzelel (*Inga spp.*).<sup>84</sup> Muchas de estas especies son de gran valor comercial por ser consideradas maderas preciosas o por su resistencia (humedad, plagas, etc.), tal es el caso de:

- ✓ *Manilkara zapota* (chicle). Es una especie nativa del área natural protegida, sin embargo, es escasa. La madera del chicle es resistente al ataque de insectos, hongos y, a la humedad, además de que conserva su firmeza con el paso del tiempo, las viguetas y los postes se utilizan en la construcción de viviendas, cercos, y como leña.

<sup>83</sup> Dirección del APFF Cascadas de Agua Azul. 2015. Inédito.

<sup>84</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto de Programa de Manejo del APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

- ✓ *Terminalia amazonia* (canshán). Su madera se emplea para la obtención de tablas usadas para la construcción de casas, muebles, mangos de herramientas (azadones, barretas, cabos para martillo, hachas, etc.), una madera ligera, resistente y muy durable. Es escasa dentro del área natural protegida.
- ✓ *Cedrela odorata* (cedro). Es una madera preciosa que se usa de forma exclusiva para la fabricación de muebles, debido a su resistencia, durabilidad, aroma y al acabado. Se comercializa como planchón o tabla o muebles. Se estima que en el APFF Cascadas de Agua Azul existen cerca de ocho carpinteros que trabajan el cedro para la elaboración de muebles y otros artículos. Es escasa. La especie se encuentra inscrita en la categoría sujeta a protección especial de la Norma Oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ✓ *Swietenia macrophylla* (caoba). Su madera se emplea para la fabricación de muebles y puertas, su bello acabado, resistencia y durabilidad la convierten en una madera preciosa de alto valor comercial. Los árboles de esta especie son escasos dentro del área protegida.
- ✓ *Calophyllum brasiliense* (bari). Es una madera muy atractiva por su acabado, dureza y resistencia, se usa para la construcción de muebles rústicos, la obtención de viguetas y tablas para la construcción de viviendas y cercos. Los árboles de esta especie son escasos dentro del área protegida. Se encuentra inscrita en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada.
- ✓ *Schyzolobium parahyba* (guapurubu). Especie de madera blanda cuyas tablas se emplean para cubrir la periferia de las viviendas, y ocasionalmente para la estructura del techado. Es una especie de rápido crecimiento y es muy abundante en el área natural protegida.

La extracción y comercialización de la madera de estas especies es local, ocasionalmente se traslada a ciudades cercanas para su venta. Las tablas, postes, viguetas, troceo o leña se compran en los aserraderos locales, los árboles son extraídos de predios particulares o de áreas de uso común, empleando motosierras<sup>85</sup> a través de la libre apropiación del recurso.

---

<sup>85</sup> Dirección del APFF Cascadas de Agua Azul. 2015. Inédito.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

El valor de la madera ha propiciado la extracción selectiva de los árboles más vigorosos, longevos y grandes que son de los que se obtienen más y mejores productos (tablas, viguetas, etc.), modificando el hábitat de numerosas especies de fauna y flora que han perdido sus sitios de reproducción, anidación, descanso, protección y alimentación, su área de distribución, número de poblaciones y densidad poblacional, provocando alteraciones en las redes tróficas, pérdida de la biodiversidad, erosión, modificación en la calidad y cantidad de agua y, disminución o pérdida de los servicios ecosistémicos que el área provee.

El aprovechamiento forestal desregulado, ha traído como consecuencia la disminución de la cubierta forestal en diversas zonas del área natural protegida, por la extracción selectiva de las especies vegetales apreciadas por su madera, lo que ha favorecido el incremento en las densidades poblacionales de otras especies forestales nativas de rápido crecimiento como el cocoite (*Gliricidia sepium*), por ejemplo, impactando a las especies de flora y fauna asociadas, las relaciones tróficas, la distribución de especies de fauna que son desplazadas por la modificación de su hábitat, pérdida de suelo por el efecto erosivo de la lluvia y el viento, además del riesgo latente de incendios por la existencia de material combustible residual de la tala clandestina realizada por los habitantes de las comunidades asentadas dentro del área protegida y su zona de influencia.

**Forraje.** En el APFF Cascadas de Agua Azul, crecen numerosas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que resultan palatables para los animales y se aprovechan para la alimentación del ganado que es introducido a pastar dentro del polígono del área protegida, durante la época seca del año se incrementa el consumo de plantas silvestres, ampliándose la diversidad que incluye especies perennes cuyos órganos, flores y frutos proporcionan alimento y agua a los animales.

En las localidades de Progreso Agua Azul, Xumulja, Mirador, Venustiano Carranza, Danubio, La Providencia e Ignacio Allende dentro de la subzona de uso tradicional existe una asociación de especies forrajeras como *Inga* spp., cocoite (*Gliricidia sepium*), guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), guásima (*Guazuma ulmifolia*), moté (*Erythrina goldmanii*), guash (*Leucaena leucocephala*), amate (*Ficus glabrata*) y diversos pastos inducidos (Poaceae spp.), que sirven de alimento al ganado.<sup>86</sup>

---

<sup>86</sup> Dirección del APFF Cascadas de Agua Azul. 2015. Inédito.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

El cocoite (*Gliricidia sepium*) tiene un elevado potencial de producción de biomasa para el consumo y elevado valor nutritivo que se presenta como una alternativa práctica y económica para incrementar la productividad animal y contribuir, de esta manera, a disminuir los costos de producción para la ganadería.<sup>87</sup>

*Gliricidia sepium* (cocoite, matarratón), es una leguminosa que al igual que el resto de la familia, contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico en sus nódulos radicales para luego almacenarlos por medio de su metabolismo a su componente forrajero tales como tallos tiernos, hojas, peciolo y frutos en forma de proteína cruda (N x 6.25), cuyo contenido varía entre 10 a 35%. Su forraje contiene fibra larga, nitrógeno no proteico (NNP), proteína y grasa.<sup>88</sup> Características que lo convierten en un forraje de gran calidad, palatable y muy abundante en el APFF Cascadas de Agua Azul.

La extracción de plantas silvestres (maderables y no maderables), es uno de los factores que impacta de forma directa los recursos naturales del APFF Cascadas de Agua Azul, siendo la consecuencia más importante la **modificación del hábitat por la extracción selectiva de especies vegetales** que constituyen el hábitat de la fauna silvestre (insectos, reptiles, aves, mamíferos) y otras especies de flora como epífitas (helechos, bromelias, orquídeas, etc.), trepadoras (dioscóreas, sapindáceas, etc.) y hongos.

La cantidad y tamaño de las plantas extraídas de las poblaciones silvestres representa un riesgo para la permanencia de estos recursos y la biodiversidad del área protegida, y tratándose de prácticas tradicionales y fuentes de ingreso complementarias para los pobladores del área natural protegida, es necesario desarrollar estrategias que permitan el aprovechamiento sustentable, garantizando la regeneración natural de las especies y las poblaciones silvestres.

---

<sup>87</sup> Clavero (1996) citado en Cardozo, V.J. 2013. **El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes**. Tesis. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, 65 p.

<sup>88</sup> Leng (1988) citado en Cardozo, V.J. 2013. **El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes**. Tesis. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, 65 p.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

La extracción de individuos o partes de las especies de flora (flores, frutos, semillas) de las poblaciones silvestres, altera la dinámica poblacional de las plantas y animales silvestres afectando la producción de semillas y con ello el reclutamiento de nuevas plantas y la regeneración natural de las especies, el número y tamaño de las poblaciones naturales, la estructura poblacional (plántulas, juveniles, adultos), el área de distribución de las especies aprovechadas, además, de la pérdida del hábitat y alimento para los herbívoros en el área y especies asociadas (musgos, líquenes, helechos, hongos, insecto, escarabajos, aves, etc.). Además, de afectar las interacciones tróficas; provocar la erosión del suelo por la pérdida de la cubierta vegetal y la eliminación de semillas y plántulas, lo que limita la regeneración natural.

**Cercos vivos.** El cocoite o matarratón (*Gliricidia sepium*), es el árbol que con mayor frecuencia se emplea para el establecimiento de cercos vivos en el APFF Cascadas de Agua Azul y su zona de influencia. Otros árboles de uso común para delimitar terrenos o parcelas son el cuahulote o guásima (*Guazuma ulmifolia*), el ramón (*Brosimum alicastrum*), el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), entre otras.

La utilidad de estas especies vegetales propicia que los habitantes promuevan su permanencia a través de su propagación, lo que favorece el aumento de su densidad poblacional y el número de poblaciones. El uso de estas plantas, modifica la distribución de las especies en cuestión y sus poblaciones silvestres así como de la flora y fauna asociadas, además, propicia la pérdida de suelo por la remoción de las plantas, y ocasiona la pérdida de hábitat para la fauna edáfica, pequeños roedores y algunos insectos. La cantidad y tamaño de las plantas extraídas de las poblaciones silvestres de algunas especies puede representar un riesgo para la permanencia del recurso y la biodiversidad del área protegida.

**Fauna.** Aun cuando no se cuentan con registros cuantitativos sobre el aprovechamiento de la fauna silvestre que habita en el APFF Cascada de Agua Azul, se infiere que numerosas especies de fauna silvestre es realizado por los habitantes del área natural protegida y su zona de influencia para autoconsumo y para comercialización destacando el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jabalí (*Pecari tajacu*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), tepescuintle (*Cuniculus paca*), iguanas (*Ctenosaura similis*, *Iguana iguana*), tortuga jicotea (*Trachemys venusta*), pochitoque (*Kinosternon acutum*) y tortuga casquito (*Kinosternon leucostomum*) los animales muy apreciados por su carne y son los que se consumen preferentemente.

## **Análisis de Beneficios**

### **Programa de Manejo**

### **Área de Protección de Flora y Fauna**

### **Cascada de Agua Azul**

En lo que se refiere a la fauna acuática, las principales especies aprovechadas son pez bobo (*Joturus pichardi*), mojarra (*Thorichthys socolofi*, *Theraps* spp.), camarón de río (*Macrobrachium*), por citar algunas.<sup>89</sup>

Entre las especies que son extraídas de forma ilegal por el valor comercial de su carne, están el jabalí (*Pecari tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el tepezcuinte (*Cuniculus paca*), o de su piel, como el jaguar (*Panthera onca*).<sup>90</sup> Otros animales son comercializados vivos como mascotas o animales de compañía destacando las aves (aguilillas, halcones), loros (*Amazona albifrons*, *Amazona autumnalis*), tucaneta verde (*Aulacorhynchus prasinus*), tucán pico de canoa (*Ramphastos sulfuratus*) y el mono saraguato (*Alouatta pigra*). Otras especies comercializadas por su carne y como mascotas son las tortugas jicotea (*Trachemys venusta*), pochitoque (*Kinosternon acutum*) y tortuga casquito (*Kinosternon leucostomum*) cuyos ejemplares se llegan a vender hasta en un precio de \$ 250.00.<sup>91</sup>

Este uso aunado a la destrucción o modificación del hábitat originada por el cambio de uso del suelo para actividades agrícolas y ganaderas constituye un factor de riesgo para las poblaciones de diversas especies de fauna, por desplazamiento, reducción del área de distribución, eliminación de sitios de alimentación, refugio y reproducción. Esta situación es preocupante considerando que actualmente, numerosas especies de vertebrados e invertebrados distribuidas en el área natural protegida se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (tabla 13).

En México, los listados de especies en riesgo han sido empleados como indicadores de la biodiversidad y representan un referente para conocer su estado de conservación actual o potencial. Los grupos taxonómicos con mayor número de especies en riesgo son los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos con un 53.7, 54.4, 33.5 y 45.2 respectivamente, como porcentaje del total de especies de cada grupo conocidas para México, grupos representados en el APFF Cascadas de Agua Azul, por lo que resulta de especial relevancia el establecer mecanismos para garantizar su protección y conservación.

---

<sup>89</sup> CONANP. 2015. **Anteproyecto Programa de Manejo del APFF Cascadas de Agua Azul**. México.

<sup>90</sup> *Op. cit.*

<sup>91</sup> Dirección del APFF Cascadas de Agua Azul. 2015. Inédito.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 13. Especies mexicanas en riesgo.**

Especies mexicanas en riesgo			
Grupo taxonómico	Especies en riesgo	Especies conocidas en México	Porcentaje del grupo en riesgo
Invertebrados	49	ND	ND
Anfibios	194	361	53.7
Peces	203	2716	7.5
Reptiles	437	804	54.4
Aves	367	1096	33.5
Mamíferos	242	535	45.2
Ginmospermas y angiospermas	948	23941	4.0
Pteridofitas	30	1067	2.8
Briofitas	6	1482	0.4
Algas	2	3256	0.1
Hongos	46	7000	0.7

\* Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México. Indicador Básico 6\_4-3: Biodiversidad, Especies en Riesgo con base en la NOM-056-SEMARNAT-2010.  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/conjuntob/conjunto\\_basico/10.100.8.236\\_8080/ibi\\_apps/06\\_biodiversidad/6\\_4\\_especies/indicador\\_6\\_4-3.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/conjuntob/conjunto_basico/10.100.8.236_8080/ibi_apps/06_biodiversidad/6_4_especies/indicador_6_4-3.html)

Cabe resaltar que en el área protegida se distribuyen numerosas especies de flora y fauna en riesgo, que son también vulnerables al aprovechamiento ilegal. Con base en lo expuesto en párrafos anteriores, es necesario establecer medidas para disminuir el aprovechamiento ilegal, desde las áreas de distribución natural de las especies, hasta los sitios de recolecta, extracción o captura.

**Beneficio:**

**Descripción: Valor de uso directo, de opción, de legado, de existencia y valor de uso indirecto**

Derivado del establecimiento de medidas para prevención y control de fuego dentro del APFF Cascada de Agua Azul.

**Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población asentada dentro del área protegida y en las zonas de influencia, población del mundo y generaciones futuras.

**Importancia relativa**

Alta.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

### **Evaluación cualitativa**

El fuego es un elemento que ha moldeado, de manera natural, algunos ecosistemas y la biodiversidad que contienen: los paisajes, la distribución de algunas especies, el ciclo del carbono, las propiedades de retención de agua y los nutrientes del suelo. Sin embargo, cuando el régimen de fuego se ve alterado por acciones humanas, en más zonas y en momentos equivocados, los cambios son repentinos y alteran los equilibrios. Estas consecuencias se acentúan cuando los incendios ocurren al interior de áreas protegidas, ya que estos territorios contiene reservorios de especies y ecosistemas que ya no se encuentran representados en otros sitios y que además salvaguardan bienes y servicios ambientales de gran relevancia.<sup>92</sup>

Respecto a los efectos ambientales del fuego no controlado para ecosistemas sensibles, es posible identificar que cuando los intervalos entre incendios son más cortos o prolongados del régimen normal, puede generarse la pérdida de biodiversidad como resultado de la alteración (modificación o pérdida) del hábitat.

Uno de los problemas de mayor importancia en las áreas protegidas es el uso no controlado del fuego por parte de los pobladores o usuarios con diversas finalidades. Esta práctica causa daños en el ambiente por la destrucción del hábitat, la pérdida de la cubierta vegetal original y la regeneración natural, el desplazamiento de la fauna silvestre, la generación de gases y partículas a la atmósfera y la disminución de la fertilidad del suelo, además de representar un riesgo potencial para la propagación del fuego hacia otras áreas con vegetación primaria.

Aun cuando no se han registrado incendios forestales dentro del APFF Cascada de Agua Azul, el fuego es un riesgo latente, sobre todo en la época de secas que abarca de noviembre a mayo, meses en los que la cubierta vegetal del área es más susceptible a los incendios de origen natural o antropogénico, como los provocados por el sistema de producción agrícola de roza-tumba-quema, en el que el fuego juega un papel importante en la limpieza y fertilización de los terrenos agrícolas antes de la siguiente siembra. Otro factor de riesgo para la ocurrencia de incendios forestales son los residuos de la tala clandestina (ramas, tallos, follaje), este riesgo se incrementa durante el período de sequía, cuando la humedad ambiental es baja.

---

<sup>92</sup> Un régimen de fuego se define como un conjunto de condiciones recurrentes que caracteriza a un ecosistema y que están inscritas en un rango de frecuencia, comportamiento del fuego, severidad, modelo de propagación y distribución de la quema. Tomado de: Ronald L. Myers. Iniciativa Global para el Manejo del Fuego. *The Nature Conservancy*. USA. 2006.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Dentro de las acciones para atención a contingencias se encuentra el tema de control de incendios y mantenimiento de los regímenes de fuego ecológicamente aceptables en las áreas protegidas.<sup>93</sup> El establecimiento de medidas de control y combate de incendios es una actividad para la que se requiere la participación de los distintos sectores de la población involucrados con la protección, conservación, manejo y uso del área natural protegida, por lo que es necesario establecer de forma clara y coordinada las acciones a desarrollar y la responsabilidad de cada uno de los actores gubernamentales y sociales, lo que redundará en la permanencia de los recursos.

### **Beneficio**

#### **Descripción: Valor de uso indirecto.**

Derivado del establecimiento de disposiciones administrativas para evitar el depósito de residuos sólidos dentro del APFF Cascada de Agua Azul.

#### **Importancia**

Alta.

#### **Grupo Beneficiado**

Biodiversidad. Población en general y generaciones futuras.

#### **Evaluación Cualitativa**

En el APFF Cascada de Agua Azul, los residuos sólidos pueden ser clasificados por su origen, naturaleza y volumen, de conformidad con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en la categoría de residuos sólidos urbanos.<sup>94</sup>

Los residuos sólidos urbanos son aquellos generados por las actividades de los grupos humanos asentados dentro del área natural protegida, que se generan en sus actividades domésticas diarias así como por el resultado de las actividades turísticas. (Figura 47). Lamentablemente en el área protegida, los residuos son dispuestos de forma inadecuada en tiraderos a cielo abierto, en las diferentes subzonas.

---

<sup>93</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Estrategia y Lineamientos de Manejo del Fuego en Áreas Protegidas. México. 2011.

<sup>94</sup> D.O.F. 8 de octubre de 2003. Artículos 5 fracción XXIX, XXX, XXXIII, 18 y 19 fracción III.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Figura 47. Residuos sólidos depositados a cielo abierto a un costado del área de uso público, APFF Cascadas de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez, 2015.**

Las actividades productivas preponderantes en el APFF Cascada de Agua Azul son la agricultura a través del sistema de milpa y, la ganadería de autoconsumo practicando el libre pastoreo en las zonas boscosas del área protegida, por lo que la generación de residuos sólidos producto de estas prácticas es reducida, ya que no se utilizan insumos (fertilizantes, plaguicidas, etc.) externos.

No obstante, es necesario establecer disposiciones para promover la separación selectiva disposición y manejo de residuos sólidos urbanos, para minimizar el riesgo de enfermedades y daños físicos a las especies silvestres y los grupos humanos. Las disposiciones contenidas en el instrumento regulatorio materia de la presente descripción, permitirán reducir la presencia de residuos sólidos dentro del APFF Cascada de Agua Azul y evitar los efectos que altas concentraciones de éstos pueden ocasionar, tales como:

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

- Daños físicos o la muerte de especies de fauna silvestres al quedar atrapados dentro de bolsas de plástico, latas y envases metálicos, o muerte por asfixia al ingerir bolsas de plástico o envolturas de productos alimenticios.
- Contaminación de corrientes de agua (superficial y subterránea), suelos y aire por materia orgánica y compuestos químicos (detergentes, aceites, etc.).
- Taponamiento y represamiento de caudales y cambios en los flujos de agua.
- Malos olores por descomposición, generación de humos y material particulado por quema.
- Cambios en la estructura, composición y productividad de los suelos.
- Proliferación de fauna nociva (ratas, moscas, cucarachas).
- Deterioro del paisaje.

Respecto a la gestión, las disposiciones contenidas en el anteproyecto contribuirán a la separación, disposición y manejo de residuos desde la fuente de generación, como inicio del proceso de manejo integral, y a reducir en el futuro, los costos de tratamiento y remediación de suelos dentro del área protegida.

### Beneficio

#### Descripción: Valor de uso indirecto

Beneficios derivados de la conservación del capital natural, definidos como costos evitados para la Administración Pública Federal.

#### Importancia

Alto Impacto.

#### Grupo Beneficiado

Directamente: Gobierno Federal, por la reducción en las asignaciones presupuestales destinadas a la remediación ambiental. Economía Mexicana, por la reducción en las erogaciones del Ejecutivo en defensa y remediación del medio ambiente.<sup>95</sup>

---

<sup>95</sup> Para una referencia sobre los montos presupuestales asignados a la protección ambiental por rama de actividad en México, consultar: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas. Gastos de Protección Ambiental por rama de actividad.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Indirectamente: Población de la República Mexicana por el aumento en la disponibilidad de presupuesto federal que puede asignarse a diferentes programas de política pública financiados por el Gobierno Federal (costo de oportunidad del Presupuesto Federal).

### **Evaluación Cualitativa**

La conservación *in situ* del capital natural en México, con independencia de la ubicación o tipo de ecosistema del que se trate, contribuye a nivel agregado a reducir los costos totales por agotamiento y degradación de los recursos naturales. Para el caso del APFF Cascadas de Agua Azul, con base en los servicios y funciones ecosistémicas proporcionadas por sus ecosistemas y como resultado de la aplicación de la regulación propuesta, es posible identificar:

- Costos evitados por reemplazo y restauración de ecosistemas forestales, incluyendo actividades de restauración de suelos, reforestación, mantenimiento, protección y asistencia técnica.
- Costos evitados por limpieza y retiro de sedimentos de los afluentes de los ríos Xumulhá y Paxilhá, así como de otros escurrimientos permanentes e intermitentes.
- Costos evitados por el tratamiento de agua, utilizada por pobladores del área de protección de flora y fauna y la zona de influencia.
- Costos evitados por daños en la atmósfera ocasionados por liberación natural o inducida de bióxido de carbono.
- Costos evitados por la operación y seguimiento de programas de combate y erradicación de especies exóticas.
- Costos evitados por tratamiento y remediación de suelos.
- Costos evitados por control y atención de incendios forestales.
- Costos evitados por reposición de ejemplares de vida silvestre, es decir, el costo de reproducción por individuo, en el que debería incurrir el Gobierno Federal para repoblar sitios de distribución natural de la especie de interés, por ejemplo de *Alouatta pigra*.

### **Beneficio**

**Descripción: Valor de uso directo, de existencia y de legado. Valor de uso indirecto**

Derivado del establecimiento de medidas para combatir y controlar especies invasoras dentro del área.

### **Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población local y mundial.

### **Importancia**

Alta.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

### **Evaluación cualitativa**

Las especies invasoras son especies con una gran capacidad de colonización y de dispersión.<sup>96</sup> Tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales, pueden producir importantes pérdidas económicas como consecuencia de la modificación del hábitat de las especies de flora y fauna, la alteración en la dinámica poblacional de las especies infestadas por cambios en su densidad y abundancia poblacional, estructura de edad, área y patrones de distribución, reducción de la tasa de crecimiento, producción y viabilidad de sus semillas, disponibilidad de polinizadores entre otros, lo que se traduce en la modificación de la composición específica, diversidad, abundancia y dominancia, con la consecuente afectación en la biodiversidad del área y la disminución en la cantidad y calidad de los servicios ambientales que produce, además de la transformación del paisaje. Todo esto sin contar con el alto costo que genera instalar, operar y dar seguimiento a programas de combate y control.<sup>97</sup>

### **Beneficio**

#### **Descripción: Valor de uso directo, valor de opción**

Derivado del establecimiento de acciones para la **conservación del hábitat de las especies de flora y fauna silvestre que se distribuyen en el APFF Cascada de Agua Azul.**

#### **Grupo beneficiado**

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población mundial y generaciones futuras.

#### **Importancia**

Alta.

### **Evaluación cualitativa**

El continuo crecimiento poblacional, la expansión económica y el cambio de uso del suelo son factores que contribuyen de forma directa a la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial y la extinción local de especies. Se estima que en el 2000, quedaba cerca del 73% de la biodiversidad mundial original en la tierra, siendo las praderas, los bosques templados y los tropicales los más afectados. Entre 2000 y 2050 se prevé una pérdida de aproximadamente 11% de la biodiversidad a nivel mundial, aunque para algunos biomas y regiones, se proyectan pérdidas cercanas a un 20% (figura 48). Lo anterior debido al cambio de uso del suelo de terrenos naturales a superficies agrícolas, expansión de la infraestructura y por el cambio climático.<sup>98</sup>

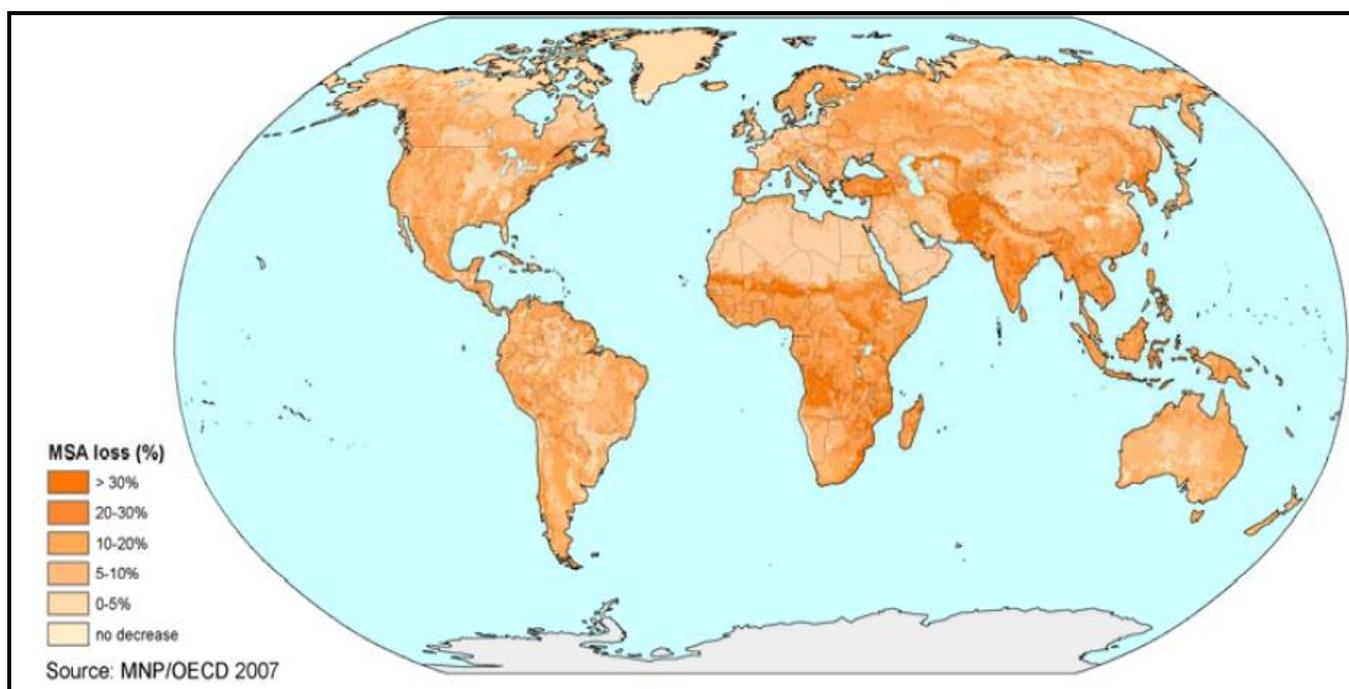
<sup>96</sup> Álvarez-Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 518 pp.

<sup>97</sup> *Op. cit.*

<sup>98</sup> Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. [http://www.ieep.eu/assets/395/copi\\_final\\_report\\_jun.pdf](http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Figura 48. Pérdida de biodiversidad desde el 2000 y hacia el 2050.



Fuente: *Alterra-rapport 1718 (2008)*<sup>99</sup>

Los ecosistemas del APFF Cascada de Agua Azul constituyen el hábitat de numerosas especies de flora que incluyen helechos, briofitas, selaginelas, gimnospermas y angiospermas, y de fauna representada por mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Del total de especies registradas en el área natural protegida **155 taxones se encuentran inscritos en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010**, en las categorías de en peligro de extinción (14 spp.), amenazada (60 spp.) y sujeta a protección especial (81 spp.), siendo **diez endémicas de México** (tabla 14).

<sup>99</sup> Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPi): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. [http://www.ieep.eu/assets/395/copi\\_final\\_report\\_jun.pdf](http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf)

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Además de algunas especies de flora y fauna inscritas en los Apéndices I y II de la CITES (Convención sobre el Comercio internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres Amenazadas). *Herpailurus yagouaroundi* (jaguarundi, leoncillo), *Leopardus pardalis* (tigrillo, ocelote), *Lontra longicaudis* (nutria neotropical, perro de agua), *Alouatta pigra* (mono aullador), *Falco peregrinus* (halcón peregrino) y *Zamia lacandona* (cícada, palmilla) en el Apéndice I de CITES; mientras que *Ramphastos sulfuratus* (tucán pico de canoa), *Boa constrictor* (boa), las especies de águilas (Accipitridae spp.) y halcones (Falconidae spp.) del orden Falconiformes conocidas como rapaces diurnas y las rapaces nocturnas como lechuzas y búhos (Strigidae spp.) del orden Strigiformes, así como los colibríes (Trochilidae spp.), los loros (Psittaciformes spp.), las tortugas (Testudinae spp.) y las familias de plantas Orchidaceae spp. y Cactaceae spp., se encuentran inscritas en el Apéndice II.

**Tabla 14. Especies en riesgo en el APFF Cascadas de Agua Azul.**

Grupo	Categorías de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010			Total	Endémicas
	P	A	Pr		
Flora	2	13	3	18	3
Mamíferos	3	3	2	8	0
Aves	9	38	62	109	2
Reptiles		4	10	14	1
Anfibios			2	2	1
Peces		2	2	4	3
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>60</b>	<b>81</b>	<b>155</b>	<b>10</b>

P=En peligro de extinción; A=Amenazada; Pr=Sujeta a protección especial.

El Apéndice I incluye todas aquéllas especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio internacional. En tanto que las especies incluidas en el Apéndice II son aquéllas que no se encuentran en peligro de extinción pero podrían llegar a estarlo si no se reglamenta de forma estricta su comercio.<sup>100</sup>

<sup>100</sup> <http://www.cites.org/esp/disc/text.php#II>

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Preservar las interacciones entre las especies distribuidas en el área natural protegida es fundamental para mantener la producción de servicios (alimento, madera, combustible, etc.) a largo plazo, misma que depende de la capacidad de los especímenes para completar su ciclo de vida, proceso para el que se requiere la interacción con otros organismos (polinizadores, diseminadores de semillas, herbívoros, depredadores, etc.), en consecuencia, actividades como el cambio de uso del suelo, la extracción selectiva de especies, establecimiento de cultivos agrícolas, ganadería y sobrecarga en actividades turísticas entre otras, impiden o limitan estas interacciones.

### Beneficio

#### Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado

Derivado del establecimiento de acciones de manejo que permitan conservar el hábitat y valores de las especies de fauna silvestre que se distribuyen en el APFF Cascada de Agua Azul. Mantenimiento de los valores de los vertebrados silvestres (Tabla 16).

#### Grupo beneficiado

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población asentada dentro del área y en las zonas de influencia, población del mundo y generaciones futuras.

#### Importancia

Alta.

#### Evaluación cualitativa

Los ecosistemas del APFF Cascada de Agua Azul, conforman el hábitat de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Del **total de vertebrados que habitan en el área natural protegida 137 especies se encuentran inscritas en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010** en las categorías en peligro de extinción (12 spp.), amenazada (47 spp.) y sujeta a protección especial (78 spp.), siendo siete taxa endémicos de México.

#### Mamíferos

En el APFF Cascada de Agua Azul se distribuyen grandes mamíferos como: venados (*Mazama*, *Odocoileus*), jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y gato montés (*Lynx rufus*), pequeños mamíferos entre los que se encuentran: zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), cacomixtle (*Bassaricus astutus*), conejos y liebres (*Sylvilagus*, *Lepus*), zorrillos (*Conepatus*, *Mephitis*, *Spilogale*), ratas y ratones (*Sigmodon*, *Heteromys*, *Nyctomys*, *Peromyscus*) y murciélagos (*Carollia*, *Glossophaga*, *Mimon*, *Mycronictis*) por citar algunos.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Ocho especies en riesgo de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en las categorías de en peligro de extinción (3 spp.), amenazada (3 spp.) y sujeta a protección especial (2 spp.), *Herpailurus yagouaroundi* (jaguarundi, leoncillo), *Leopardus pardalis* (tigrillo, ocelote), *Lontra longicaudis* (nutria neotropical, perro de agua) y mono aullador (*Alouatta pigra*) en el Apéndice I de CITES, y Felidae spp. en el II.

**Tabla 15. Especies de mamíferos en riesgo que habitan el APFF Cascadas de Agua Azul.**

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi, leoncillo	Amenazada
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	tigrillo, ocelote	En peligro de extinción
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	mico de noche, martucha, kinkajou	Sujeta a protección especial
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Dermanura watsoni</i>	murciélago de hoja nasal	Sujeta a protección especial
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Mimon cozumelae</i>	murciélago	Amenazada
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	oso hormiguero dorado también conocido como miquito dorado	En peligro de extinción
Primates	Atelidae	<i>Alouatta pigra</i>	mono aullador, saraguato yucateco	En peligro de extinción
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	puerco espín tropical	Amenazada

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Tabla 16. Valores de los vertebrados silvestres.

Valor de uso		Valor de no uso		
Directo	Indirecto	Opción	Herencia	Existencia
<b>Usos extractivos</b>		Continuidad de la especie	Herencia cultural	Conocimiento de la existencia
Cacería	Autopreservación y evolución	Obtención de nueva materia prima		Protección del hábitat
Materia prima	Ciclaje de Nutrientes	Nuevos conocimientos		
Alimentos	Investigación científica	Bancos de semen		
Colecta y captura	Indicadores del estado del ecosistema	Recursos de emergencia		
Medicina	Banco genético			
Religión				
Criaderos				
Mascotas				
<b>Usos no extractivos</b>				
Recreación				
Actividades culturales				
Producción audiovisual				

Fuente: Adaptado de Pérez-Gil R. et al. 1996.

Figura 49. Oso hormiguero dorado. *Cyclopes didactylus*.



Fuente: <http://www.arkive.org/pygmy-anteater/cyclopes-didactylus/image-G88339.html>

Autor: Juan M. Renjifo.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

### **Aves**

La avifauna del APFF Cascadas de Agua Azul está representada por numerosas especies, entre ellas: colibríes (*Abeillia*, *Amazilia*, *Campylopterus*, *Eugenes*), aguilillas y gavilanes (*Buteo*, *Accipiter*), zopilotes (*Cathartes*, *Coragyps*), patos y cercetas (*Anas*, *Aythya*), trogloditas (*Henicorhina*, *Thryothorus*, *Troglodytes*), trogones (*Trogon*), mirlillos y zorzalitos (*Catharus*, *Hylocichla*), mosqueros y papamoscas (*Empidonax*, *Legatus*, *Leptopogon*, *Myiarchus*), tiranos (*Tyrannus*), vireos (*Vireo*), chipes y mascaritas (*Basileuterus*, *Dendroica*, *Geothlypis*), palomas y zenaidas (*Leptotila*, *Patagioenas*, *Zenaida*), gorriones (*Ammodramus*, *Melospiza*, *Zonotrichia*), bolseros y tordos (*Dives*, *Icterus*, *Molothrus*), búhos, lechuzas y tecolotes (*Ciccaba*, *Megascops*, *Otus*, *Tyto*), entre otras. **(Revisar Anexo Aves en riesgo Cascada de Agua Azul).**

Del total de especies registradas en el área natural protegida, 109 taxa se encuentran en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en las categorías de en peligro de extinción (9 spp.), amenazada (38 spp.) y sujeta a protección especial (62 spp.). Entre las endémicas de México destacan *Pionus senilis* (loro cabeza blanca), y *Streptoprocne semicollaris* (vencejo nuca blanca). *Falco peregrinus* (halcón peregrino), inscrita en el Apéndice I de la CITES y *Ramphastos sulfuratus* (tucán pico de canoa) en el Apéndice II, mientras que las especies de águilas (Accipitridae spp.) y halcones (Falconidae spp.) del orden Falconiformes conocidas como rapaces diurnas y las rapaces nocturnas como lechuzas y búhos (Strigidae spp.) del orden Strigiformes, así como los colibríes (Trochilidae spp.), y los loros (Psittaciformes spp.) se encuentran en el Apéndice II.

La regulación propuesta contribuirá no solo a evitar la pérdida de las **funciones y beneficios económicos de las aves, derivada de las perturbaciones y pérdidas en el hábitat, sino también de esos otros factores que pueden dañar su integridad funcional**, reducir sus áreas de distribución y sus poblaciones, incrementando el riesgo de desplazamiento de las especies silvestres del área o su posible extinción, (tabla 17).

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 17. Funciones ecológicas y beneficios económicos de diferentes grupos de aves.**

Contribuciones económicas y ecológicas de las aves				
	Grupo funcional	Proceso ecológico	Servicio ambiental y beneficio económico	Consecuencias negativas de la pérdida de aves
1	Frugívoros	Dispersión de semillas	Remoción de semillas de los árboles de origen, protección de semillas de depredadores naturales, germinación mejorada, incremento en producción económica, movimiento de flujo genético, recolonización y restauración de ecosistemas perturbados.	Perturbación de dispersión de mutualismos, reducción de movimiento de semillas, aglomeración de semillas debajo de los árboles de origen, aumento en la depredación de semillas, reducción del flujo genético y germinación, reducción o extinción de especies dependientes.
2	Nectarívoros	Polinización	Nacimiento de especies de importancia económica.	Polinización limitada, baja en la producción de frutos, consecuencias evolutivas y extinciones.
3	Carroñeros	Consumo de carroña	Remoción y consumo de cuerpos muertos, reciclaje de nutrientes y saneamiento de suelos.	Descomposición tardada, incremento de cuerpos muertos en los suelos, incremento de especies no deseadas, brotes no deseados de enfermedades y cambios en las prácticas culturales.
4	Insectívoros	Depredación de invertebrados	Control de poblaciones de insectos y reducción de daños en plantas (alternativas a insecticidas).	Pérdida de controles naturales de plagas, pérdidas de cosechas y ruptura de cadenas tróficas.
5	Piscívoros	Depredación de peces e invertebrados y producción de guano	Control de especies nocivas, depósito de nutrientes alrededor de sitios de crianza, formación de suelos en ambientes polares, indicadores del estado de pesquerías y monitoreo ambiental.	Pérdida de guano y nutrientes asociados, empobrecimiento de comunidades asociadas, pérdida de recursos económicos, pérdida de monitores ambientales y de cadenas tróficas.
6	Aves de rapiña	Depredación de vertebrados	Regulación de poblaciones de roedores y dispersión secundaria.	Brote de plagas de roedores y ruptura de cadenas tróficas.
7	Todas las especies	Miscelánea	Monitoreo ecológico, turismo asociado a avistamientos y observación y reducción de residuos agrícolas.	Pérdidas de recursos de importancia económica y pérdida de señales de monitoreo biológico.

Fuente: Çağan H. Şekercioğlu et al. *Center of Conservation Biology. Department of Biological Sciences, Stanford University. PNAS. USA. 2004.*

### Reptiles

Este grupo está representado por anolis (*Anolis*), lagartijas (*Ameiva*, *Lepidophyma*), escinelas y gecos (*Sphenomorphus*, *Sphaerodactylus*), iguanas (*Ctenosaura*, *Iguana*), turipaches (*Basiliscus*, *Corytophanes*), las culebras (*Drymarchon*, *Leptodeira*, *Leptophis*, *Spilotes*), serpientes y víboras (*Micrurus*, *Bothrops*) y tortugas (*Kinosternon*, *Trachemys*). 14 especies se encuentran inscritas en el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en las categorías de amenazada (4 spp.) y sujeta a protección especial (10 spp.), siendo *Micrurus diastema* (serpiente coralillo variable) endémica de México (tablas 3, 10). Por otro lado, *Boa constrictor* (boa) y las tortugas de la familia Testudinae se encuentran inscritas en el Apéndice II de CITES.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Tabla 18. Especies de reptiles en riesgo en el APFF Cascadas de Agua Azul.**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010</b>
Sauria	Corytophanidae	<i>Corytophanes cristatus</i>	turipache cabeza lisa	Sujeta a protección especial
Sauria	Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandezii</i>	turipache de hernández	Sujeta a protección especial
Sauria	Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	cuija yucateca, geko manchado	Amenazada
Sauria	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana espinosa rayada, iguana negra	Amenazada
Sauria	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	Sujeta a protección especial
Sauria	Polychrotidae	<i>Anolis pentaprrion</i>	anolis liquen	Sujeta a protección especial
Sauria	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	geco enano collarejo	Sujeta a protección especial
Sauria	Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	lagartija nocturna puntos amarillos, escorpión nocturno puntos amarillos	Sujeta a protección especial
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	boa constrictor, boa	Amenazada
Squamata	Colubridae	<i>Imantodes cenchoa</i>	culebra cordelilla chata	Sujeta a protección especial
Squamata	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	culebra perico mexicana	Amenazada
Squamata	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	serpiente coralillo variable	Sujeta a protección especial, endémica
Testudinae	Kinosternidae	<i>Kinosternon acutum</i>	tortuga pecho quebrado de Tabasco, pochitoque negro	Sujeta a protección especial
Testudinae	Kinosternidae	<i>Kinosternon leucostomum</i>	tortuga pecho quebrado labios blancos, tortuga casquito	Sujeta a protección especial

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

**Anfibios**

En el APFF Cascada de Agua Azul se distribuyen 18 especies de salamandras, ranas y sapos (*Bolitoglossa*, *Craugastor*, *Incilius*, *Rhinella*). *Bolitoglossa mexicana* (salamandra lengua hongueada mexicana) y *Lithobates brownorum* (rana de Brown) inscritas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría sujeta a protección especial. *Lithobates brownorum* (rana de Brown), endémica de México.

**Peces**

En el APFF Cascada de Agua Azul se distribuyen diversas especies de peces de los géneros *Astyanax*, *Brycon*, *Profundulus*, *Poecilia*, *Xiphophorus*, entre otros. Cuatro taxones se encuentran inscritos en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Priapella compressa* (guayacón de Palenque) y *Thorichthys socolofi* (mojarra de Misalá) en la categoría de amenazada, *Rhamdia guatemalensis* (juil de cenote, juil descolorido) y *Poecilia sphenops* (topote del Pacífico) sujetas a protección especial. *P. compressa* (guayacón de Palenque), *T. socolofi* (mojarra de Misalá) y *Rhamdia guatemalensis* (juil de cenote, juil descolorido) endémicas de México. En el área natural protegida habitan además dos especies introducidas *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo) y *Parachromis managuensis* (guapote tigre).

**Tabla 19. Especies de peces en riesgo en el APFF Cascadas de Agua Azul.**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	juil de cenote, juil descolorido	Sujeta a protección especial, endémica
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i>	topote del pacífico	Sujeta a protección especial
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Priapella compressa</i>	guayacón de palenque	Amenazada, endémica
Perciformis	Cichlidae	<i>Thorichthys socolofi</i>	mojarra de Misalá	Amenazada endémica

Considerando el estado actual del área natural protegida, las actividades productivas que se desarrollan y la incidencia de factores de perturbación (ondas tropicales, deslaves, sequía, etc.), se requieren acciones para conocer la riqueza de especies de fauna del APFF Cascada de Agua Azul y el estado actual de conservación de sus poblaciones silvestres, así como para garantizar la conservación de su hábitat, lo que permitirá asegurar la permanencia de la diversidad biológica del área.

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

## Beneficio

**Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado.**

Derivado del establecimiento de acciones para la **conservación del hábitat de *Zamia lacandona* (cícada) especie en peligro de extinción**, se protegerá la biodiversidad no solo del APFF Cascada de Agua Azul, pero del mundo entero.

### Grupo beneficiado

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población mundial y generaciones futuras.

### Importancia

Alta.

### Evaluación cualitativa

*Zamia lacandona*, especie perteneciente a la familia Zamiaceae del orden Cycadales, es una de las plantas que han sido descritas como fósiles vivientes, por su larga historia de vida que se remonta a la época de los dinosaurios. Considerando el número total de plantas y la diversidad de especies, las cícadas modernas son solo una fracción de sus ancestros, que alcanzaron su máximo en el Jurásico y principios del Cretácico dominando la vegetación, formando bosques. Son plantas que han sobrevivido más de 200 millones de años de evolución con muy pocos cambios.<sup>101</sup>

Las cícadas son las únicas gimnospermas conocidas que establecen relaciones simbióticas con organismos fijadores de nitrógeno como las algas verde-azules que se encuentran en sus raíces y fijan el nitrógeno de la atmósfera. Otra característica exclusiva de las cícadas es su capacidad de contraer las raíces y tallos, estrategia que les permite hacer frente a factores de disturbio como el fuego, calor, aridez y depredación.<sup>102</sup>

*Zamia lacandona* (cícada), planta con tallos subterráneos 17-40 cm de largo, 4.5-8 cm de diámetro; número de hojas reducidas 1 (-3), ascendentes, foliolos 7-12 pares por hoja, anchos y lisos, rojizos a café-rojizos. Plantas unisexuales, con dimorfismo sexual; microstrobilo decumbente, cilíndrico a cónico, beige oscuro a café claro, apiculado, tomentuloso, 6.5-7.4 cm de largo, 1.8-2.5 cm de diámetro; pedúnculo puberulento, 10-12 cm de largo, 0.5-0.8 cm de diámetro; megastrobilo cilíndrico, en forma de barril con el ápice apiculado, café, de 12-14 cm de largo, 6-7 cm de diámetro. Semillas irregulares angulares, tornándose rojo brillante al madurar.

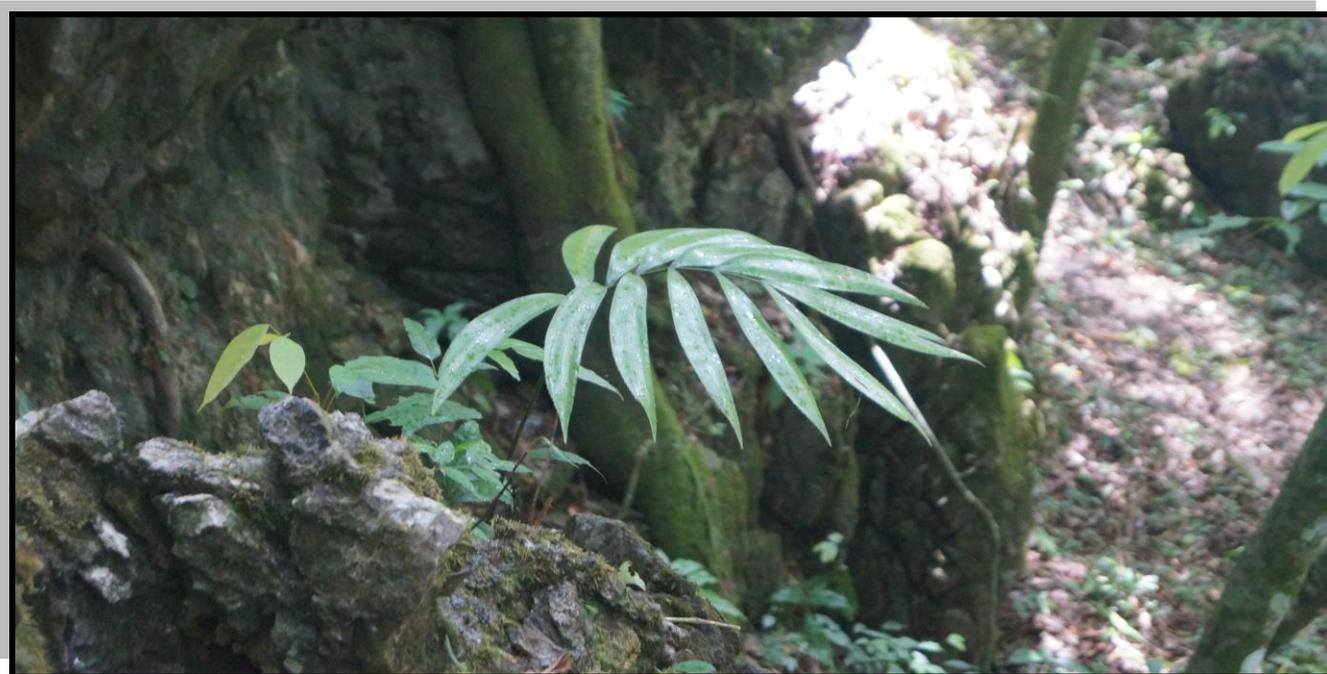
<sup>101</sup> Jones, D.L. 1993. *Cycads of the world. Ancient plants in today's landscape.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 312 pp.

<sup>102</sup> *Op cit.*

**Análisis de Beneficios**  
**Programa de Manejo**  
**Área de Protección de Flora y Fauna**  
**Cascada de Agua Azul**

Se distribuye en el sureste de México, y en un área disyunta en Honduras.<sup>103</sup> Habita en vegetación primaria de bosque tropical perennifolio, en vegetación secundaria, en áreas de cultivo abandonadas y en zonas alteradas o a la orilla del camino,<sup>104</sup> sobre suelos arcillosos ricos en materia orgánica. Su tallo subterráneo protege a las plantas de la destrucción ocasionada por el sistema agrícola de roza-tumba-quema que se practica de forma tradicional en el área de distribución de *Z. lacandona*.<sup>105</sup> El área de distribución de *Zamia lacandona* se ha visto reducida como consecuencia del cambio de uso del suelo para actividades agrícolas y ganaderas. Las poblaciones de importancia conocidas son las que están en la zona arqueológica de Palenque y alrededores.<sup>106</sup>

**Figura 50. *Zamia lacandona* (cícada, palmilla) creciendo en el APFF Cascadas de Agua Azul.**



**Fotografía: Irma Sonia Franco Martínez, 2015.**

<sup>103</sup> Schutzman, B. y A. Vovides, 1998. A new *Zamia* (Zamiaceae, Cycadales) from eastern Mexico, Chiapas. *Novon* 8 (4): 441-446.

<sup>104</sup> *Op. cit.*

<sup>105</sup> *Op. cit.*

<sup>106</sup> [http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/zamia\\_lacandona](http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/zamia_lacandona)