

## SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. FUNDAMENTOS DESDE EL MANEJO DE CUENCAS



**Servicios ecosistémicos. Fundamentos desde el manejo de cuencas.**

DR © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo, 11320,  
Ciudad de México.  
[www.gob.mx/semarnat](http://www.gob.mx/semarnat)

Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable  
Calle Progreso 3, planta alta, Col. Del Carmen, Del. Coyoacán, 04100,  
Ciudad de México.

Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas (REMEXCU)  
[www.remexcu.org/](http://www.remexcu.org/)

Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad  
[www.redsocioecos.org/](http://www.redsocioecos.org/)

WWF México  
Av. México 51, Col. Hipódromo, Del. Cuauhtémoc, 06100, Ciudad de México.  
[www.wwf.org.mx](http://www.wwf.org.mx)

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático  
Bulevar Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan,  
014210, Ciudad de México.  
[www.gob.mx/inecc](http://www.gob.mx/inecc)

Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.  
Boulevard Adolfo López Mateos 2009 Piso 1, Col. Los Alpes. Del. Álvaro Obregón,  
01010, Ciudad de México [www.fgra.org.mx/](http://www.fgra.org.mx/)

**Investigación y texto:** Pierre Mokondoko Delgadillo, Adriana Flores Díaz, Ignacio González Mora, Daniel Iura González Terrazas, José Machorro Reyes, Eduardo Ríos Patrón.

**Coordinación del proyecto:** Felipe Nemer Naime, Eva Susana Conzuelo González, Javier Lara Arzate, Ignacio Cuevas Garza, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU).

**Coordinación de contenidos serie “Manejo de cuencas”:** Eduardo Ríos Patrón, Ignacio Daniel González Mora (Remexcu).

**Diseño:** Marialejandra Sánchez Barrera, Servicio Social CECADESU.

Primera edición: 2018.

ISBN: Pendiente

**Distribución gratuita.**

# ÍNDICE

Introducción	7
1. Bienestar humano y servicios ecosistémicos	11
2. Servicios ecosistémicos hidrológicos y manejo de cuencas	17
3. Cuantificación, mapeo y valoración de los servicios hidrológicos	27
4. Proveedores y beneficiarios de los servicios ecosistémicos	33
5. Casos y experiencias de conservación de los servicios ecosistémicos	35
6. Retos para asegurar la provisión de servicios hidrológicos en las cuencas de México	43
Fuentes	45



# PRESENTACIÓN

El Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), desarrolla un proyecto editorial en apoyo a programas y acciones de educación, capacitación y comunicación ambiental.

En ese marco, el CECADESU diseñó la colección de Cuadernos de Divulgación Ambiental, que constituyen un acercamiento inicial a los tópicos ambientales de nuestro tiempo, abordados con una visión amplia y considerando diferentes ópticas. Se elaboran con rigor académico y pretenden contribuir al conocimiento y la difusión de la situación ambiental, así como al entendimiento de sus dilemas, retos y oportunidades.

En coordinación con instituciones del Gobierno Federal, de educación superior y de la sociedad civil se han puesto a disposición del público los siguientes títulos: Huella ecológica: datos y rostros; Calidad del aire: una práctica de vida; Tráfico ilegal de vida silvestre; Consumo sustentable: un enfoque integral; Consumo saludable: hacia nuevos hábitos de consumo; Riqueza lingüística y biológica de México; Los humedales en México. Oportunidades para la sociedad; Cuencas hidrográficas, fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión; Ríos libres y vivos, introducción al caudal ecológico y las reservas de agua; Costas y mares de México; Suelos, bases para su manejo y conservación; El agua en México; En un mar de residuos: el cambio necesario; Humanos y biodiversidad; Movilidad sustentable; Adaptación al cambio climático, fundamentos desde el manejo de cuencas y el proceso de fortalecimiento de capacidades; y Movilidad sustentable.

Ahora se suman a esta colección: Educación ambiental y cine debate; Turismo sustentable en México; Economía y medio ambiente, reflexiones desde el manejo de cuencas y Servicios ecosistémicos, fundamentos desde el manejo de cuencas.



---

## INTRODUCCIÓN

La subsistencia y desarrollo de toda sociedad humana dependen estrechamente del bienestar de los ecosistemas<sup>1</sup> y sus recursos naturales. Este vínculo fundamental se debe a que, cuando los ecosistemas permanecen con su vegetación original o natural, como los bosques y las selvas, desempeñan funciones ecológicas que contribuyen al bienestar humano y también satisfacen sus necesidades más básicas (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997).

Pero a pesar de la alta dependencia directa de nuestra economía en los ecosistemas y las cuencas<sup>2</sup>, la expansión de las actividades humanas (también llamadas actividades antropogénicas) ha modificado rápida y extensivamente gran parte de la superficie terrestre.

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio<sup>3</sup>, dichas transformaciones han tenido consecuencias negativas, muchas veces irreversibles, en el funcionamiento de los ecosistemas acelerando el deterioro de los recursos naturales y causando una pérdida considerable de la cobertura forestal (MEA, 2005; Daily y Matson, 2008).

Desde hace mucho tiempo, el cambio en el uso del suelo<sup>4</sup> ha demostrado ser uno de los motores más poderosos de la actividad económica y el principal factor de degradación de los ecosistemas, dando lugar a las más altas tasas de deforestación registradas a nivel mundial (Klugman, 2011). Entre otras consecuencias de su degradación se pueden citar (Cayuela *et al.*, 2006; IPCC, 2006):

- 
- 1 Los ecosistemas son el conjunto de poblaciones de diferentes especies en un área determinada, que interactúan entre sí y con el ambiente físico y químico en el que se desarrollan ([www.biodiversidad.gob.mx](http://www.biodiversidad.gob.mx)).
  - 2 Consulta: *Economía y medio ambiente. Reflexiones desde el manejo de cuencas* (<http://remexcu.org/index.php/publicaciones/itm-cuadernos-divulgacion>)
  - 3 La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment en inglés), es un esfuerzo internacional que tuvo como objetivo evaluar el estado y las consecuencias de los cambios en los ecosistemas del planeta sobre el bienestar humano ([www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org)).
  - 4 El cambio en el uso del suelo es la sustitución de la vegetación natural, motivada por la supuesta mayor rentabilidad del uso alternativo de la tierra para su uso agrícola, ganadero, industrial, minero y / o urbano.

- Pérdida de la diversidad biológica.
- Alteración del clima regional por los cambios en los recursos hídricos (disponibilidad del agua) y también en los ciclos bioquímicos (el ciclo del carbono<sup>5</sup>).
- Reducción de la fertilidad y pérdida de suelos (son el sustento para la producción de cultivos).
- Alteración del clima global, a causa de la liberación de gases de efecto invernadero y la deforestación de los bosques.

A medida que aumentan estas evidencias del cambio dramático en los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, la comprensión de la manera como la actividad antropogénica afecta al ambiente ha pasado a ser uno de los principales temas en la investigación científica y en la toma de decisiones de una gran variedad de países, México entre ellos, para desarrollar estrategias político-económicas orientadas al desarrollo sustentable (Egoh *et al.*, 2009). De esta manera, el enfoque de los Servicios Ecosistémicos (SE) tomó un fuerte protagonismo a nivel mundial.

Este enfoque evidencia la estrecha relación entre la naturaleza y el bienestar de las personas, generando a su vez oportunidades para entender las consecuencias presentes y futuras del proceso de toma de decisiones sobre el ambiente (Balvanera y Cotler, 2007; Balvanera *et al.*, 2012).

Sin embargo, la aplicación de este concepto se ha visto limitada por el escaso desarrollo de metodologías y la poca disponibilidad de información, elementos necesarios para valorar económica, cultural, social y ambientalmente los ecosistemas según su capacidad para brindar servicios en ámbitos productivos y sociales.

La valoración de los ecosistemas en México y los múltiples servicios que proveen es clave para asegurar su protección, reparar el daño ambiental y prevenir daños futuros. Dicho proceso parte de nuestra capacidad para

---

5 Es un ciclo bioquímico en el cual el carbono (cuarto elemento más abundante en el universo) circula a través de la atmósfera, la biósfera terrestre (incluye sistemas de agua dulce y material orgánico no vivo, como el carbono en el suelo), los océanos (incluyendo el carbono disuelto, los organismos marítimos y la materia no viva) y los sedimentos (que incluyen los combustibles fósiles; [www.inecc.gob.mx](http://www.inecc.gob.mx)).



identificar los atributos naturales, bienes y servicios tangibles e intangibles<sup>6</sup>, en los cuales se sustentan las actividades productivas de nuestra vida cotidiana. Este flujo de beneficios es resultado directo e indirecto de los múltiples y complejos procesos dentro de las cuencas del territorio nacional (Brauman *et al.*, 2007; Laterra *et al.*, 2011). La calidad y cantidad de estos beneficios son la base del patrimonio natural, del desarrollo regional y de nuestra propia identidad. Además, son en buena medida producto de la ubicación geográfica, la historia evolutiva, la diversidad de paisajes y la cultura, características que colocan a México en la privilegiada quinta posición mundial como país megadiverso<sup>7</sup> (CONABIO, 2017).

Al ser el agua uno de los recursos más valiosos, es preciso reconocer que las cuencas y sus ecosistemas sufren un severo deterioro que afecta la economía, la salud de las personas y los organismos vivos. Por ello, es fundamental entender las interrelaciones ecológicas y sociales que hacen posible que los ecosistemas funcionen adecuadamente (Galán *et al.*, 2012). Esta visión práctica puede cristalizarse a través del manejo integral de cuencas, ya que busca la resolución de un complejo conjunto de problemas interrelacionados a través del aprendizaje colectivo, y reconoce la conexión funcional de los ecosistemas desde el parteaguas hasta la parte baja de las cuencas (Cotler *et al.*, 2013).

Esperamos que este nuevo material de la serie Cuadernos de divulgación ambiental motive a la reflexión, acción y valoración de los SE que proveen las cuencas de México. Este documento se suma a las cinco publicaciones de la serie cuyo objetivo es fomentar y difundir el manejo integral de cuencas: a) Cuencas hidrográficas, fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión; b) Ríos libres y vivos, introducción al caudal ecológico y reservas de agua; c) Suelos, bases para su manejo y conservación; d) Adaptación al cambio climático, fundamentos desde el manejo de cuencas y e) Economía y medio ambiente, reflexiones desde el manejo de cuencas.

---

6 Un bien o servicio tangible es aquél cuya cantidad puede medirse, cuyo abastecimiento es limitado y del cual nos beneficiamos directamente los seres humanos (tales como el agua, el suelo fértil, el petróleo, las plantas, etc.). Un bien o servicio intangible es aquél cuya cantidad no puede ser medida (como la belleza escénica).

7 Un país megadiverso posee la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas. ([www.biodiversidad.gob.mx](http://www.biodiversidad.gob.mx)).

Este cuaderno ofrece una descripción de los conceptos básicos de los SE enfatizando en los servicios hidrológicos; reconoce los retos de su cuantificación y explora las relaciones con sus proveedores y usuarios. A partir de ello, describe algunos casos en la conservación de dichos servicios en México.

La obra presenta información accesible dirigida principalmente a técnicos en conservación de ecosistemas, servidores públicos y tomadores de decisiones. Sin duda también resulta adecuada para maestros, alumnos, promotores ambientales y público en general que deseen aportar su vocación, capacidad y recursos para conservar los servicios que proveen los ecosistemas. Los invitamos a leer con interés las páginas de esta publicación que, con mucho empeño, sus autores y editores ponen a su disposición. Finalmente esperamos que, a partir de su lectura, conozcan, difundan, reflexionen y actúen en sus propias regiones y cuencas.



# 1. BIENESTAR HUMANO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Son muchos los bienes y servicios que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de las personas, generados de manera natural o por medio de su aprovechamiento sustentable. La base de estos beneficios, conocidos como servicios ecosistémicos (SE), se deriva de los componentes y procesos naturales de los ecosistemas. En años recientes el aprovechamiento y sobreexplotación de los recursos naturales ha fomentado, por un lado, la discusión y estudio del impacto que las actividades antropocéntricas tienen sobre la provisión de SE y, por el otro, la búsqueda de un manejo adecuado que asegure su provisión a largo plazo. Por ello, el conocimiento científico sobre la manera en que los ecosistemas proveen a los SE, además de cómo cuantificarlos y valorarlos, es relevante para promover procesos de desarrollo económico-social que nos permitan avanzar hacia su conservación y utilización sustentable.

## ¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Se han propuesto varias definiciones del concepto SE, generalmente refiriéndose a ellos como “los beneficios que generan los ecosistemas para las personas” (Costanza *et al.*, 1997). Se pueden entender como aquellas funciones<sup>8</sup> que resultan de las distintas combinaciones de procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en la regulación de los ecosistemas. A su vez, las distintas combinaciones de estas funciones resultan en beneficios tangibles e intangibles que sostienen y satisfacen el bienestar de las sociedades humanas (Daily, 1997; de Groot *et al.*, 2012). Cabe resaltar que los servicios y funciones ecosistémicas no tienen necesariamente una relación uno a uno. Muchas veces, un servicio es el producto de dos o múltiples funciones ecosistémicas, mientras que en otros casos una sola función contribuye a la provisión de distintos SE.

---

<sup>8</sup> Las funciones de los ecosistemas son el resultado de las interacciones químicas, físicas y biológicas de los componentes vivos o bióticos (organismos productores y consumidores) y sus elementos no vivos o abióticos (suelo, aire, agua, etc.).

## DEFINICIONES DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas (Constanza et al, 1997)

El conjunto de funciones de los ecosistemas que resultan útiles al ser humano (Kremen 2005)

Contribuciones directas a indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (de Groot et al., 2010)

El término sistemas ecosistémicos ha sido definido para representar un número sustancial de cosas, las cuales llevan a la pregunta: ¿Qué es un servicio ecosistémico? Nahlik et al., 2012

Los productos finales de los ecosistemas que son directamente consumidos o disfrutados por el ser humano (Boyd y Banzhaf, 2007)

Los procesos a través de los cuales los ecosistemas y las especies mantienen y satisfacen la vida humana (Daily, 1997)

El término de servicios de los ecosistemas representa un concepto complejo y diverso, con definiciones conflictivas (Reyes et al., 2003)

Fuente: Modificación de Lateralra, P. (2017).

## ¿Cómo se clasifican los servicios ecosistémicos?

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) provee el marco y la síntesis definitiva sobre el estado y las tendencias globales de los SE. La clasificación de los mismos es amplia y generalmente aceptada, agrupándolos en cuatro tipos :

- **Soporte.** Servicios necesarios para producir todos los demás servicios, incluyendo la producción primaria, formación y retención de suelos, producción de oxígeno, ciclo de nutrientes, entre otros.
- **Regulación.** Servicios derivados de la regulación de los procesos ecosistémicos: mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima, regulación del ciclo hidrológico, control de la erosión, mitigación de riesgos, control biológico, control de plagas y polinización de plantas.

- **Provisión o suministro.** Bienes producidos o proporcionados por los ecosistemas: alimentos, agua limpia, combustibles, maderas, fibras, recursos genéticos, medicinas, entre otros.
- **Culturales.** Beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida: diversidad cultural, valores religiosos y espirituales, conocimiento tradicional y formal, inspiración, valores estéticos, relaciones sociales, sentido de lugar, valores de patrimonio cultural, recreación y ecoturismo.

Desde una perspectiva social se reconoce que la provisión de los SE constituye un capital natural<sup>9</sup> con el valor social necesario para la prosperidad de la población, no sólo en su economía sino también en su salud, estabilidad, relaciones interpersonales, seguridad y libertades, entre diversos satisfactores conocidos como componentes del bienestar social. De esta manera, por ejemplo, los bosques y selvas no deben ser considerados como un simple recurso forestal, sino como el capital natural capaz de suministrar una variedad de servicios que van más allá de la provisión de bienes maderables.

Las funciones que proveen SE existen independientemente de su uso, demanda o valoración económica, cultural o ecológica. Sin embargo, dichas funciones sólo se traducen en SE cuando son aprovechadas por la población (de Groot *et al.*, 2012). Por lo anterior es importante distinguir entre consumo directo e indirecto de servicios al momento de cuantificar y localizar espacialmente los beneficios proporcionados por los ecosistemas. Dicho de otra forma, si únicamente se considera el aprovechamiento de aquellos de uso directo como los servicios de suministro, por ejemplo, la producción de alimentos, se está obviando la mayoría de los servicios utilizados de manera inconsciente o indirecta, como los de soporte, regulación y culturales.

Para incluir el concepto de SE en la toma de decisiones, resulta de vital importancia identificar la escala espacial y temporal en la cual son generados y aprovechados (Martín-López *et al.*, 2009). Dada la estructura del paisaje y características de los procesos ecológicos involucrados, los servicios son suministrados y aprovechados a diferentes escalas espacio-

---

<sup>9</sup> El capital natural se constituye por aquellos ecosistemas con integridad y resiliencia ecológica (capacidad para lidiar o recuperarse de perturbaciones), con capacidad de ejercer funciones y suministrar servicios que contribuyen al bienestar humano.

temporales. El estudio y comprensión de estas escalas es importante para determinar quiénes pueden beneficiarse de la provisión de un servicio en particular y, consecuentemente, otorgarle un valor.

### ESCALA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los bienes y servicios ecosistémicos pueden ser consumidos localmente, exportados al resto de una cuenca o incluso fuera de ella, por lo cual se considera que la provisión de servicios tiene estos alcances:

- **Local:** los servicios son consumidos en el área donde se producen (como en las partes altas de las cuencas, donde usualmente se ubican los bosques).
- **Regional:** además de satisfacer el área donde se originan, también se consumen en el resto de una cuenca o sobrepasan los límites de la misma.
- **Nacional:** la población en general obtiene un beneficio de ellos y los consume más allá del área donde se generan (tales como la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad).
- **Global:** la sociedad humana en general se ve beneficiada de su adecuada conservación.

A pesar de la importancia de los SE, no sólo por su alto valor característico sino por su papel en el manejo integral de las cuencas de México, pocas veces se han realizado estudios para priorizar áreas de conservación que muestren el impacto de los cambios en el uso del suelo o en la toma de decisiones sobre la provisión de dichos servicios. Por lo anterior, se puede considerar que el enfoque en los SE tiene un gran potencial para añadir un valor a las estrategias de conservación (Perevochtchikova, 2014). El conocimiento sobre la distribución espacial<sup>10</sup> de estos servicios puede ser muy informativo y útil para la toma de decisiones de cara a la gestión integrada de cuencas.

10 Uno de los desafíos más importantes en el estudio de los servicios ecosistémicos es determinar la distribución espacial de su provisión. Los sitios que los proveen con mayor cantidad y calidad requieren de una representación espacial explícita, para que la toma de decisiones en el manejo integral de cuencas pueda ser ejecutado de manera informada y efectiva.

Para avanzar en el entendimiento y conservación de los servicios en las mismas, será necesario el desarrollo de un nuevo marco conceptual basado en experiencias y estudios que integren los valores ambientales con los valores culturales y las necesidades sociales. Esto permitiría definir áreas geográficas prioritarias que, gestionadas de una manera sustentable, asegurarían la provisión presente y futura de dichos servicios.







## 2. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HIDROLÓGICOS Y MANEJO DE CUENCAS

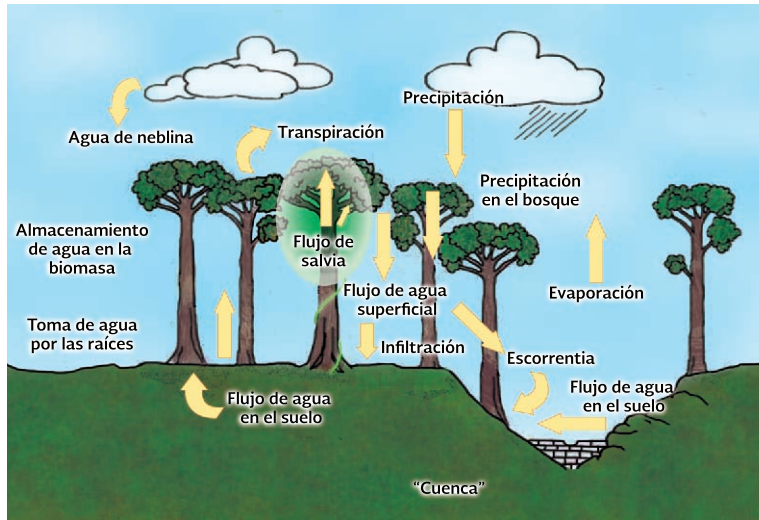
Las cuencas son vistas como sistemas complejos que interconectan todo el espacio geográfico y los elementos que las conforman, como la geología, la topografía, los suelos, la vegetación y los cuerpos de agua. Albergan diversos ecosistemas a lo largo de su gradiente altitudinal y sobrepasan los límites estatales de gestión administrativa que pueden ser locales (a nivel de comunidad, ejido o municipio), estatales, federales o nacionales.

El agua, como principal componente de las cuencas, es un recurso sumamente importante y estratégico para el desarrollo económico de la sociedad. Los recursos hídricos de los bosques y selvas de México que existen dentro de las cuencas y cubren 63.4 millones de hectáreas (cerca del 33 por ciento de la superficie del país), históricamente han provisto el agua necesaria tanto en calidad como en cantidad para consumo humano, agrícola e industrial, así como para mantener las funciones ecosistémicas. A medida que el agua se escurre en las cuencas, los ecosistemas proporcionan beneficios a los usuarios ubicados “aguas abajo” o “cuenca abajo”, conocidos como servicios hidrológicos (SH) o servicios ecosistémicos (SE) de cuenca. Están estrechamente ligados con el ciclo hidrológico y representan exactamente la importancia que tiene el agua para la gente (Manson, 2004; Porras *et al.*, 2008).

Entre dichos servicios se encuentran: el suministro de agua, incluyendo aquella para el consumo humano; el amortiguamiento del agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie; la infiltración del agua en el suelo; la regulación de regímenes de caudales requeridos para mantener el hábitat de especies acuáticas; la regulación de la calidad y cantidad de agua; la minimización de los efectos de inundaciones y sequías; la generación, protección y mantenimiento de los suelos y sus nutrientes; la estabilización de laderas con el fin de evitar deslaves y el azolve de los ríos, así como la recreación acuática y estética del paisaje.

Todos estos servicios dependen del buen estado de la cobertura vegetal y del suelo, del adecuado funcionamiento hidrológico de las cuencas y del manejo del recurso hídrico. La cobertura forestal en las cuencas intercepta el agua de lluvia, canalizándola lentamente a través de sus hojas, ramas y

## ESQUEMA DEL CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA EN LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS



Fuente: modificado de García y Vidriales, 2009.

troncos hacia el suelo (que usualmente es poroso, cuenta con una densa hojarasca y un alto contenido de materia orgánica). De esta forma, el escurrimiento pluvial recarga los mantos acuíferos<sup>11</sup>.

Como consecuencia de la remoción de la cobertura forestal, particularmente en las partes altas de las cuencas, se interrumpen estos procesos poniendo en riesgo la provisión adecuada de dichos servicios (Manson, 2004). En particular disminuye la disponibilidad y la calidad del agua. Otros factores que también afectan su provisión son: la sobreexplotación de los acuíferos, la descarga de sustancias contaminantes en los ríos (tanto industriales como domésticas), las prácticas agrícolas inadecuadas y el

<sup>11</sup> El acuífero es cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su aprovechamiento (Birkle et al., 2015).

crecimiento de las zonas urbanas. Por lo tanto, la provisión de servicios no se ve afectada exclusivamente por la deforestación de los bosques y selvas, sino también por la interacción de procesos naturales y sociales que resultan del manejo de las cuencas. La provisión de servicios se irá reduciendo y agravando si no comprendemos la relación entre los ecosistemas y las actividades productivas dentro de las cuencas. Este conocimiento es esencial para el manejo integrado de éstas y el desarrollo de políticas públicas que permitan la protección y restauración de los SH.

### ENFOQUE DE ECOSISTEMAS Y CUENCAS

El manejo integrado está representado por el diagnóstico de una cuenca que permite identificar los riesgos y amenazas, además de establecer las acciones requeridas para alcanzar un desarrollo sustentable y/o mejorar la provisión de los servicios hidrológicos.



## El pago por servicios hidrológicos en México

Se reconoce que la contaminación y mal uso de los recursos hídricos están agravando la situación de los SH en nuestro país. Como respuesta a este problema se han desarrollado estrategias económicas innovadoras y acciones de política pública conocidas como Programas de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) para amortizar el deterioro “aguas arriba” y “aguas abajo”. Se trata de contratos voluntarios para hacer transferencias económicas directas o indirectas, pagadas por los usuarios de los servicios cuenca abajo a favor de los dueños de los bosques (específicamente de bosque mesófilo, bosque de coníferas, selva caducifolia, bosque de pino y bosque de pino-encino) para que los protejan, reforesten y aprovechen de manera sustentable, porque así se favorece la recarga de los mantos acuíferos y se evita la erosión de los suelos (Muñoz-Piña *et al.*, 2008).

### RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO

México, en sus 1.959 millones de km<sup>2</sup> de superficie continental, tiene 1,471 cuencas hidrográficas (INEGI-INE-CONAGUA, 2007) integrando una red de ríos y arroyos de 633 mil kilómetros. De éstas, 1,389 son exorreicas desembocando en algún punto de sus 11,122 kilómetros de costa; 77 son endorreicas y 5 arreicas en la Península de Yucatán. Comparte ocho cuencas con países vecinos, cuatro con Guatemala (Grijalva-Usumacinta, Suchiate, Coatán y Candelaria), una con Belice y Guatemala (Río Hondo) y tres con los Estados Unidos de América (Bravo, Colorado y Tijuana). Tiene 653 acuíferos que aportan el 38.9% del volumen para usos consuntivos; 105 de ellos se encuentran sobreexplotados, 32 con presencia de suelos salinos y agua salobre y 18 con intrusión marina.

Según datos de la Comisión Nacional del Agua, anualmente México recibe aproximadamente 1,449,471 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. De esta agua, se estima que el 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 21.2% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.3% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta los flujos

de salida (exportaciones) y de entrada (importaciones) de agua con los países vecinos, el país cuenta anualmente con 446,777 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable estimando para el año 2015 una disponibilidad de 3,592 metros cúbicos por habitante por día. Sin embargo, existen grandes variaciones temporales y espaciales en el territorio, requiriendo un análisis por cuenca para caracterizar y conocer la situación particular del recurso hídrico ya que la región norte y centro del país tiene menor agua disponible, mayor aportación al Producto Interno Bruto (PIB) y mayor población; mientras que la zona sur del país presenta una mayor cantidad agua disponible, menor aportación al PIB y menor población. Además, debe hacerse notar que cada cuenca presenta características socioecosistémicas únicas y por lo tanto el manejo debe ser diferenciado. Así deben reflejarlo las políticas hídricas y de cambio climático.

En 2015, se tenía concesionado un volumen de 266,559 millones de metros cúbicos, de los cuales 180,895 son para un uso no consuntivo (que no afecta el volumen), es decir para uso hidroeléctrico y 85,664 millones de metros cúbicos para los usos consuntivos (diferencia entre el volumen extraído y el descargado al llevar a cabo una actividad). De estos últimos la fuente del agua fue el 38.9% de origen subterráneo y 61.1% de origen superficial. El agua disponible en el país requiere satisfacer las demandas de 120 millones de habitantes y una economía integrada globalmente con fuertes presiones de producción y consumo en un contexto de cambio climático.

Fuente: Ríos, E., Gonzalez, D. I. y González, I. D., 2018

De acuerdo con Sven Wunder (2007) este tipo de programas tienden a funcionar mejor cuando:

- Están basados en una evidencia científica clara que vincula los usos de suelo con la provisión de servicios.
- Se define con claridad qué servicios son ofrecidos.
- Los contratos y pagos son flexibles, continuos y abiertos.
- Los costos de transacción<sup>12</sup> no exceden los beneficios potenciales.
- Se sustentan en fuentes de ingreso que proporcionan un flujo de recursos suficientes y continuos o sostenibles.

12 Un costo de transacción se refiere a aquél en el que se incurre para realizar un cambio económico.

- Se monitorean el cumplimiento, los cambios en el uso del suelo y la oferta de servicios.
- Son suficientemente flexibles para permitir ajustes que mejoren su efectividad y eficiencia.

En 2003 se inició en México el Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, uno de los más grandes e importantes a nivel mundial, implementado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y actualmente incorporado al Programa Nacional Forestal (PRONAFOR). El PSAH tiene como objetivos la conservación y restauración de los SH, además de fomentar la participación de los diversos sectores sociales en el cuidado del agua (Alix-García, *et al.*, 2012).

Lo anterior se realiza mediante la compensación de los costos de oportunidad<sup>13</sup> en los que incurren los propietarios de los bosques al dejar de realizar actividades productivas que afectan a los ecosistemas (los pagos fueron establecidos con base en un promedio obtenido del costo de oportunidad al dejar de producir maíz), y los costos asociados a buenas prácticas de manejo forestal, entre otras:

- Conservar la cobertura forestal y evitar la degradación de los predios.
- Limitar el pastoreo intensivo.
- Establecer programas de vigilancia y protección contra incendios.
- Señalizar las áreas sujetas al programa.
- Evitar el cambio de uso de suelo forestal.
- Establecer obras de conservación y manejo de agua y suelo.

Los recursos para financiar dicho programa provienen de las aportaciones que los usuarios del agua (personas físicas o morales de carácter privado) hacen al Fondo Forestal Mexicano (FFM) a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El FFM promueve el aprovechamiento sustentable, la conservación y la restauración de los recursos forestales facilitando el acceso a los servicios y recursos financieros; en este sentido, impulsa los proyectos de bosques que proveen tanto SH como SE (como la captura de carbono y la protección de la biodiversidad). Debido a que también es el mecanismo

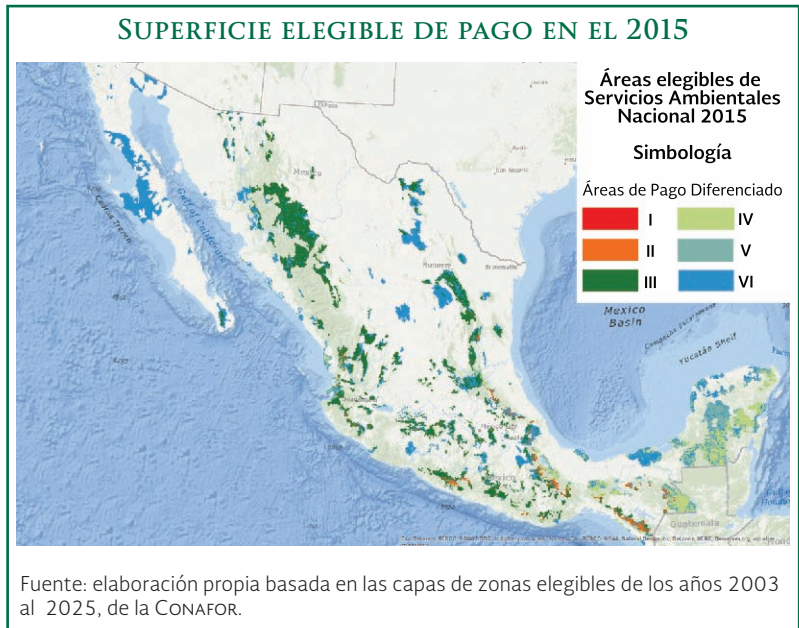
---

13 Costo de oportunidad: es valor de la última mejor opción que se desecha al elegir otra.

de cobro y pago, la meta del Fm es cuantificar y valorar económicamente los servicios que generan los bosques, permitiendo la diversificación de ingresos en las localidades para mitigar la pobreza y reducir la presión sobre los ecosistemas y sus recursos (CONAFOR, 2017).

## ¿En dónde se hacen los pagos por servicios hidrológicos?

El programa nacional incorpora los predios de los interesados en participar si se encuentran dentro de las zonas elegibles y cumplen los criterios socioeconómicos de selección. La definición de las zonas elegibles de pago consiste principalmente en la superposición de polígonos de coberturas geográficas con información sobre el uso del suelo, la cobertura vegetal, el índice de riesgo de deforestación y la distribución de las cuencas prioritarias y sobreexplotadas del país. Entre los criterios socioeconómicos se considera la condición de marginación según la CONAPO<sup>14</sup>, la pertenencia a una población indígena y el género femenino (Muñoz-Piña *et al.*, 2011).



14 Consejo Nacional de Población ([www.gob.mx/conapo](http://www.gob.mx/conapo)).

Las áreas elegibles (35 millones de hectáreas identificadas) y los criterios de selección se han redefinido y modificado con el paso de los años. A manera de resumen, el PSAH ha buscado: a) focalizar la asignación de apoyos o encontrar condiciones que optimicen la generación de los beneficios hidrológicos, y b) favorecer el buen manejo de los bosques para asegurar un mayor impacto económico en las comunidades.

<b>CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD Y SELECCIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE PAGO POR SERVICIOS HIDROLÓGICOS (2004-2010)</b>							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Criterios geográficos de selección</b>							
Localizados en acuíferos sobreexplotados	*	*	+	+	+	+	+
Dentro de zonas relacionadas a la provisión para centros urbanos	*	*	+	+	+	+	+
Dentro de un área con alta escases de agua			+	+	+	+	+
Dentro de un área natural protegida			+	+	+	+	+
Dentro de un área con alto riesgo de deforestación			+	+	+	+	+
Área con alta densidad de biomasa						+	+
Área con tasas bajas de degradación de suelos						+	+
<b>Criterios socioeconómicos de selección</b>							
Sin pelea legal sobre el predio seleccionado	*	*	*	*	*	*	*
Alto porcentaje de cobertura forestal	+	+	+	+	+	+	+
No ser seleccionado por el programa de PSE			*	*	*	*	*
Aplicante con programa de manejo forestal			+	+	+	+	+
Proviene de municipio con población indígena			+	+	+	+	+
Si el aplicante es una mujer de un municipio con alta pobreza			+	+	+	+	+
Si el proveedor y el comprador de SE cuentan con un mecanismo de pago			+	+	+	+	+
Si es una propuesta que involucra a varios participantes con tierras adyacentes				+	+	+	+
Si proviene de una cuenca donde hay programas locales de PSH							+
<b>Requerimientos mínimos de tierra</b>							
Área requerida (ha):	50-4000		20-3000				
Porcentaje de cobertura vegetal (%):	80		50				
Símbolos: *requerimientos de elegibilidad , + criterios para el sistema de puntos que establecen la prioridad de selección de los solicitantes elegibles.							
Fuente: Sims et al., 2014.							



Actualmente, en México se implementan pagos por servicios ambientales (PSA) a diferentes escalas, desde el nivel de microcuenca<sup>15</sup>, administrado generalmente por asociaciones no gubernamentales y/o municipios, hasta programas regionales administrados por las entidades federativas, por ejemplo:

- Programa de Pago por Servicios Ambientales o Ecosistémicos (PSA).
- Fondo Patrimonial de Biodiversidad.
- Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes (basados en la creación de fideicomisos o fondos con la incorporación de diversos actores, a diferentes niveles políticos y administrativos).
- Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación (REED).

Estos programas promueven y propician un marco institucional para la conservación de bosques que proveen SE, tanto de forma individual (por ejemplo, un programa dirigido a detener la erosión del suelo, promover el almacenamiento de carbono, proteger la biodiversidad o asegurar la provisión de agua a una ciudad), como en forma de paquetes (programas que incluyen agua, biodiversidad y emisiones evitadas).

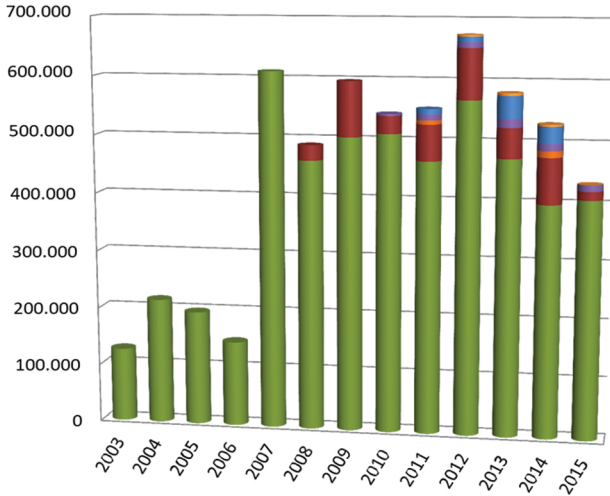
Se reconoce que dichos programas tenderán a ser más manejables y eficientes si están implementados a escalas locales y regionales (por ejemplo, a nivel de microcuenca). Los fondos concurrentes que se implementan en un ámbito local/regional pueden disminuir los costos de transacción y administrativos. Además de propiciar un mayor flujo de información entre los actores (al incrementar el interés de los proveedores), definen claramente el servicio que se está brindando y favorecen la entrada de empresas u organizaciones interesadas en financiar estos pagos a largo plazo.

En el proceso de mejora de los Programas de PSA en México es importante reconocer la necesidad de generar más información científica para identificar, clasificar, cuantificar y monitorear los servicios ecosistémicos y conocer más sobre los procesos que permiten su provisión.

---

15 Las cuencas se pueden clasificar, por su tamaño, en microcuencas que pertenecen a una subcuenca y éstas a su vez conforman una cuenca.

### SUPERFICIE DE PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS/HIDROLÓGICOS PARA EL PERIODO 2003-2015 (HECTAREAS)



- Península de Yucatán (programa local)
- Fondo Patrimonial de la Biodiversidad
- Cuencas Costeras Jalisco (programa local)
- Mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes
- Selva Lacandona (programa local)
- Pagos por servicios hidrológicos (Programa Nacional)

Fuente: Graf y Bauche, 2015.

### 3. CUANTIFICACIÓN, MAPEO Y VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS HIDROLÓGICOS (SH)

Valorar, cuantificar y ubicar espacial/temporalmente los servicios de provisión, regulación, soporte y culturales asociados al agua como recursos clave en las cuencas de México, es un paso imprescindible para implementar acciones que incorporen integralmente el aporte de los ecosistemas al desarrollo regional sustentable y promuevan su conservación con datos que sean objetivos.

En la toma de decisiones es necesario considerar las implicaciones ecológicas, sociales y económicas del funcionamiento de los ecosistemas en las cuencas. Estos costos y/o beneficios no asumidos representan las externalidades<sup>16</sup> que se traducen en una pérdida o beneficio neto del bienestar social, el cual puede manifestarse de diferentes maneras y es necesario internalizar<sup>17</sup>. La estimación del valor económico de los ecosistemas y su ubicación espacial puede ser información útil y práctica para impulsar la conservación y protección de los servicios ecosistémicos.

#### **¿Por qué se cuantifican y mapean los servicios hidrológicos?**

Actualmente, los métodos de cuantificación (Nelson *et al.*, 2009) se basan en patrones espaciales de provisión de los servicios ecosistémicos por medio de mapas, por ello, analizar la dinámica de oferta y demanda del recurso hídrico utilizando la cuenca como unidad territorial es el mejor enfoque para comprender los servicios hidrológicos. En este contexto, los mapas son herramientas muy útiles para:

---

16 Para saber más sobre el tema, lee *Economía y medio ambiente, reflexiones desde el manejo de cuencas* de esta misma serie.

17 La internalización implica que lo que era considerado como un costo externo (o no asumido) de una actividad, se transforme en un costo interno de la misma. Es decir, se toman en cuenta todos aquellos costos no asumidos que pueden tener repercusiones en la economía o en el bienestar social.

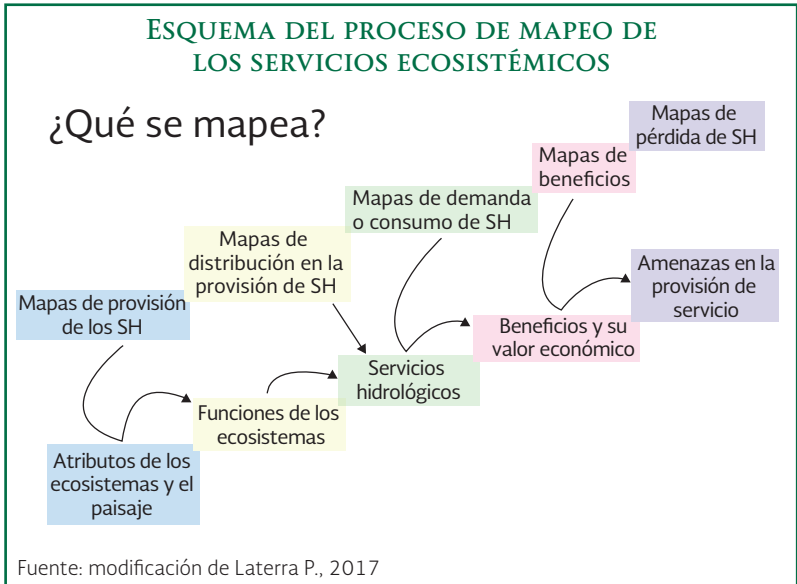
- Visualizar a dónde se deben focalizar acciones para salvaguardar las relaciones funcionales de los elementos del paisaje que permiten la provisión de los servicios ambientales hidrológicos;
- Ubicar los beneficiarios (consumidores) y establecer en qué lugares el manejo de cuencas tendrá un impacto sobre la oferta y demanda de estos servicios con base en la conectividad hidrológica.
- Facilitar la comunicación entre la población de la cuenca, las organizaciones civiles, la comunidad científica y los tomadores de decisiones.

Para lograr lo anterior se han desarrollado diversas herramientas tecnológicas, desde hojas de cálculo hasta programas computacionales para la cuantificación y mapeo de la provisión de servicios. Son comúnmente utilizadas para identificar áreas geográficas prioritarias donde las acciones de manejo pueden tener un máximo beneficio socioeconómico y ambiental (Egoh *et al.*, 2009; Nelson *et al.*, 2009). Sin embargo, muchas de estas herramientas son poco conocidas por los tomadores de decisiones, o bien, requieren una mayor especialización para manejarlas.

Cuantificar y mapear los servicios hidrológicos es fundamental para dimensionar la importancia de las interacciones agua-biota en la sustentabilidad ambiental, así como los beneficios sociales, culturales y económicos en el contexto de la cuenca hidrográfica. Al cuantificar estos beneficios es posible identificar la conexión funcional y las implicaciones del manejo con la mejora o deterioro del recurso hídrico en la cuenca y la correlación que tiene con la conservación de los ecosistemas.

Caracterizar, diagnosticar y vincular proveedores (los dueños y poseedores o responsables del manejo del ecosistema y sus procesos) y beneficiarios (los grupos o personas y/o los ecosistemas “aguas abajo”) de los servicios hidrológicos de las cuencas, es muy útil para asociar costos y beneficios con los beneficiarios o perjudicados por los impactos indirectos, positivos o negativos, del manejo de los ecosistemas.

Un elemento fundamental para comprender las decisiones individuales y colectivas en el manejo de recursos naturales asociados a la producción de servicios ecosistémicos hidrológicos es el conocimiento espacial del costo de oportunidad, es decir, el valor de la última mejor opción de manejo (conservación, aprovechamiento o protección) que se desecha para decidir otra.



Muchas veces el beneficio económico inmediato motiva actividades económicas y de manejo que impactan la calidad y cantidad de los SE hidrológicos, por eso mapear el costo de oportunidad de las actividades económicas ayuda a incentivar la conservación.

Adicional al conocimiento espacial y la consiguiente implementación de incentivos, la aplicación efectiva del marco normativo ambiental es una base sólida para proteger la provisión del recurso hídrico y los procesos ecológicos que lo soportan, pero es necesario que las políticas públicas locales, regionales y nacionales impulsen esta visión socioecosistémica vinculada al desarrollo regional sustentable en forma efectiva.

Ante un contexto de cambio climático y como una estrategia para actualizar los instrumentos de política ambiental, también es necesario incorporar las interacciones geográficas y funcionales entre las zonas de oferta y demanda de servicios ambientales hidrológicos, por ejemplo: el ordenamiento ecológico territorial en sus diferentes modalidades, la regulación de los asentamientos humanos o las manifestaciones de impacto

ambiental. Lo anterior tiene como objetivo garantizar la sustentabilidad de las actividades humanas sin comprometer la funcionalidad de los ecosistemas en la cuenca.

## ¿Por qué y cómo se valoran los servicios hidrológicos?

El valor de un SH dependerá del conocimiento que tenga la sociedad sobre el mismo, de la percepción y el valor que como grupo social le otorguen, así como de la capacidad relativa del servicio para satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, para una sociedad con alta demanda de agua potable, un sitio con alto valor ecoturístico puede ser menos valioso.

La valoración no monetaria, como la socio-cultural, permite identificar el valor de un conjunto de servicios por parte de los distintos sectores sociales, el cual no es resultado de las preferencias individuales sino de la discusión e intercambio en un proceso democrático poblacional. Es decir, la importancia de un ecosistema por su capacidad de proveer un servicio resulta de la percepción social sobre el valor relativo del mismo, independientemente del reconocimiento, cuantificación y capacidad del ecosistema para proveer distintos servicios (Lattera *et al.*, 2011). En resumen, el análisis de la oferta y demanda de los servicios ambientales hidrológicos bajo un enfoque de cuenca, incluyendo la cuantificación y valoración de los mismos, promueve:

- El diseño de estrategias y focalización de acciones de conservación y rehabilitación de zonas prioritarias para la provisión de SH.
- La alineación de esfuerzos institucionales con base en una visión común del territorio para atender problemáticas específicas que comprometen la disponibilidad de agua en calidad y cantidad suficiente para la población humana y las actividades económicas.
- Evaluar los impactos (positivos o negativos) de las políticas de desarrollo, producto de la toma de decisiones sobre la provisión de servicios y, en consecuencia, sobre el bienestar humano.
- La identificación de la relación geográfica entre las zonas de provisión y demanda de SH, con el objetivo de reorientar y focalizar las compensaciones ambientales.

- Evaluar la pérdida de un servicio en particular ante escenarios de cambio en el uso del suelo o cambio climático<sup>18</sup>.
- Comparar la rentabilidad y beneficios entre el establecimiento de áreas de conservación de servicios y el uso alternativo de la tierra para actividades productivas.
- Crear mercados para los SH con el fin de movilizar recursos económicos destinados a maximizar beneficios socioeconómicos/ambientales y propiciar la conservación y protección de los diversos ecosistemas que los soportan.

Para revisar el enfoque de la valoración económica y sus metodologías, lee de esta misma serie: *Economía y medio ambiente, reflexiones desde el manejo de cuencas*<sup>19</sup>.



- 
- 18 Se entiende por cambio climático a las diferencias en las características del clima, como temperatura, humedad, lluvia, viento y fenómenos meteorológicos severos en un periodo. Éste puede afectar la provisión de los recursos hídricos, al modificar los patrones de lluvia.
- 19 Disponible en: <http://remexcu.org/index.php/publicaciones/itm-cuadernos-divulgacion>





## 4. PROVEEDORES Y BENEFICIARIOS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Para lograr un acuerdo o contrato de pago por SH debe involucrarse a las partes interesadas en el proceso de ejecución. Casi por regla general, cuanto más grandes y sanos sean los ecosistemas dentro de una cuenca, brindarán mayores y mejores SH. Las actividades productivas que resultan en esta provisión (como la restauración y conservación), son remuneradas económicamente mediante los programas de pago y efectuadas por los propietarios privados, familias, ejidos y comunidades rurales que poseen el derecho de propiedad sobre las tierras cuenca arriba (conocidos como proveedores individuales o colectivos).

De igual manera pueden ser considerados como proveedores los gobiernos u organizaciones no gubernamentales (ONG) que poseen tierras bajo un régimen exclusivo de conservación (como las Áreas Naturales Protegidas). Cuando se realiza un pago para conservar o restaurar las áreas que proveen un servicio en particular, los proveedores renuncian a la implementación de actividades antropogénicas que puedan competir con la conservación o, en su caso, utilizan técnicas que reduzcan el impacto sobre el ambiente.

Así como debe existir un proveedor u oferente por cada servicio, es necesario un beneficiario o comprador final del mismo. Sin embargo, para vincular ambas partes hay un intermediario que ayuda a concretar y poner en marcha los contratos de pago. Los intermediarios generalmente son entidades gubernamentales (como la CONAFOR), organizaciones internacionales u organizaciones no gubernamentales (ONG) que brindan asesoría a las partes (particularmente con la identificación y cuantificación de los servicios), diseñan los mecanismos de pago, facilitan las negociaciones, asignan los pagos y monitorean los resultados e impactos derivados de éstos últimos.

En este sentido, es fundamental identificar las relaciones territoriales entre actores que proveen y demandan SH en diferentes escalas geográficas (local, regional, nacional y/o global). Generalmente los pagos a los dueños de las tierras que conservan SH provienen de industrias, gobiernos, organizaciones ambientalistas y usuarios privados de los servicios. En muchos

casos, específicamente el caso del México, los gobiernos se encargan directamente del diseño de los pagos y cumplen con el importante papel de ser intermediarios y compradores.



---

## 5. CASOS Y EXPERIENCIAS DE CONSERVACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

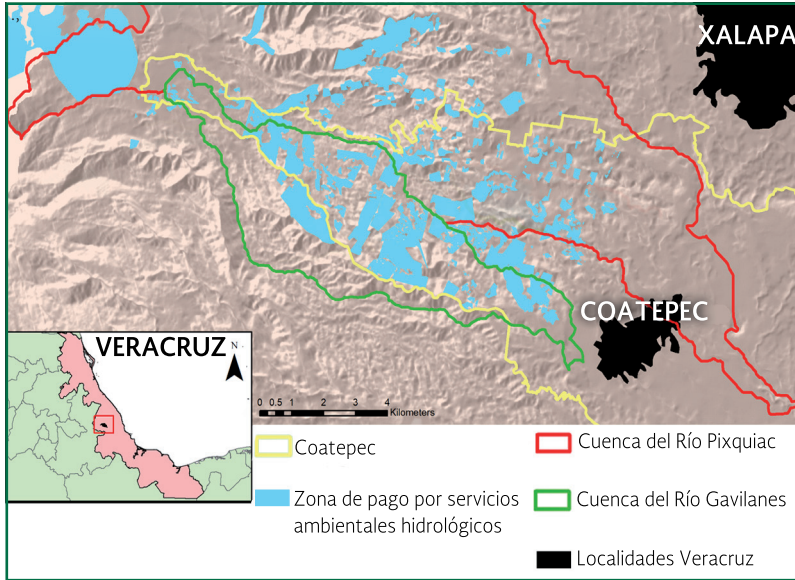
Dentro de las experiencias de manejo de cuencas que han logrado tanto la conservación como el bienestar de la población local, destacan ejemplos en los que se reconoce la contribución de los proveedores de servicios. Es importante insistir en que la valoración económica es sólo una forma de medición de la naturaleza que ha resultado ser práctica, aunque no es la única ni la más importante.

### **Programa de Pago por Servicios Hidrológicos de FIDECOAGUA**

Una de las primeras experiencias en México en la que los beneficiarios de los SH se unieron para financiar acciones de mantenimiento de estos servicios, se encuentra en Coatepec, Veracruz. Se conformó un fondo que buscaba ligar a un mercado específico los servicios que prestan los bosques, es decir, hacer visible el cuidado de los pobladores del municipio con los bosques particulares de su región. Estos esquemas financieros buscan sostener el esfuerzo de conservación a través de pagos, partiendo de reconocer que los beneficios de la naturaleza se traducen en dinero, trabajo y bienestar para la población.

El fondo FIDECOAGUA se creó a partir de presupuestos de la Comisión Nacional Forestal y del municipio, con la participación de la sociedad a través de contribuciones relativamente bajas incluidas en el recibo de agua. De manera voluntaria, los ciudadanos aportaron un peso por cada m<sup>3</sup> de agua (Manson, 2004) y el dinero del fondo permitió pagar a los poseedores de los predios boscosos. En este caso de éxito tenemos bien identificados los bosques asociados al agua limpia (con calidad y cantidad), y a los usuarios del recurso (los habitantes de Coatepec).

## Caso FIDECOAGUA



## Fondo Semilla de Agua (Fsa) de Chiapas<sup>20</sup>

Este es otro caso que ha logrado la colaboración de sectores muy diversos para la realización de obras de conservación de suelo y agua, así como el pago de retribuciones por el buen manejo de la cuenca en las zonas más importantes de los ríos Grijalva y Usumacinta. El dinero que reúne el FSA se enfoca en la conservación de los recursos hídricos, a través de acciones definidas con base en estudios técnicos y en la relación con los ejidos y comunidades de la zona. Es prioritario, por ejemplo, detener la erosión del suelo que causa la pérdida de agua y azolva las presas dedicadas a la generación de energía hidroeléctrica.

Dado que el agua es un factor importante para todos los actores sociales, este fondo es un ejemplo de la diversidad de instituciones que se reúnen en

20 Más información en: <https://fondosemilladeaguamx.wordpress.com/>

torno a la conservación: secretarías y oficinas de gobierno federal y estatal, empresas privadas, académicos y organizaciones de la sociedad civil. Se tienen identificadas las grandes zonas que intervienen en la regulación de los bosques, en la calidad del agua y en la erosión del suelo, y los beneficiarios de las acciones de conservación están distribuidos en las cuencas de la Sierra Madre y Costa de Chiapas.

Como en los dos casos mencionados, es importante que exista claridad en las reglas de operación de los fondos (cuáles acciones se financiarán y a quién se pagará el mantenimiento del bosque), así como respeto a los acuerdos en las comunidades, ejidos y propiedades privadas del país, que son poseedoras de los bosques y zonas naturales. En algunos casos, los pagos se emiten a las áreas naturales protegidas porque tienen el mandato de conservación de la biodiversidad y de la dinámica natural de los ecosistemas que albergan.



Foto: Legado Verde ®

## El Proyecto Mixteca

Este proyecto<sup>21</sup> se hizo para integrar de manera armónica los SE y el uso de la riqueza natural a los esfuerzos para mitigar la pobreza y planificar el desarrollo. Su área de influencia abarcó 160 municipios con poco más de 522 mil habitantes en el estado de Oaxaca (Mixteca alta, Mixteca baja y una porción de la Sierra Sur). Su objetivo fue integrar la conservación de la biodiversidad y el uso de los recursos naturales con medios de vida sustentables<sup>22</sup> y con los enfoques y herramientas de los SE. El proyecto se apoyó en metodologías para la identificación, evaluación y valoración social de los SE, y aplicó ejercicios de planeación participativa de acuerdo con las necesidades de los actores específicos y sus tiempos disponibles.

Por lo que respecta a los métodos del análisis biofísico, para los procesos de cambio en los ecosistemas de la Mixteca se desarrolló un módulo que evaluó la tasa de transformación entre 1979 y 2010, a partir de sistemas de información geográfica (SIG) y de percepción remota (PR). Se adoptó la herramienta Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (INVEST), que ayuda a evaluar diferentes servicios ecosistémicos y a perfilar escenarios para fortalecer la toma de decisiones. También, con ayuda del programa Corridor Design se definieron zonas propicias para gestionar el sostenimiento de corredores biológicos.

El proyecto utilizó las herramientas Soil and Water Assessment Tool (SWAT) y Agricultural Policy–Environmental extender (APEX) manejadas por el Colegio de Posgraduados (COLPOS) para la valoración biofísica de los suelos y la erosión, las actividades agropecuarias y sus impactos. Paralelamente, con la herramienta Análisis Espacial de la Oferta y Demanda de Combustibles de Madera (WISDOM, por sus siglas en inglés), se estableció el balance entre la oferta y la demanda de leña y los sitios que funcionan como reservorios de ese servicio energético.

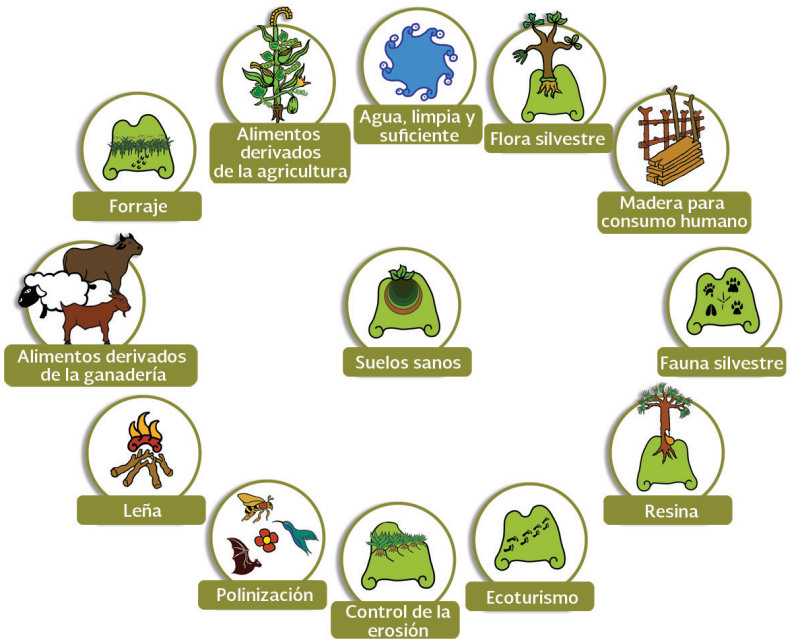
---

21 El Proyecto Mixteca fue creado por iniciativa y gestión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ante el Fondo Mundial para el Medio Ambiente, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Comisión Nacional Forestal y la Comisión Nacional del Agua.

22 Más información en: <http://www.proyectomixteca.org.mx/> y [www.youtube.com/watch?v=qZ0OCw\\_49xQ](http://www.youtube.com/watch?v=qZ0OCw_49xQ)

Por otra parte, se elaboró un plan de manejo de la cuenca alta del río Mixteco y se determinó el 8 por ciento del escurrimiento medio anual como caudal ecológico para el buen funcionamiento de los ecosistemas dulceacuicolas y terrestres asociados a la corriente principal y, en consecuencia, para la conservación de los SH. Asimismo, se desarrolló un estudio sobre la valoración económica de algunos de los principales servicios ecosistémicos en la región. Actualmente se están desarrollando las bases para monitorear especies clave.

La definición adoptada para la caracterización de los servicios ecosistémicos en este proyecto es la que plantean Galán et al. (2012) y Balvanera et al. (2012) como las contribuciones de los productos y procesos de los ecosistemas al bienestar de la sociedad. Para la región Mixteca se determinaron cuatro unidades territoriales y los servicios ecosistémicos relevantes que se muestran a continuación:



## **Planes de Acción de Manejo Integrado de Cuencas (PAMIC)**

El PAMIC es un instrumento de planeación territorial diseñado por la Dirección de Servicios Ambientales Hidrológicos y Adaptación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), que promueve la conectividad funcional de las cuencas hidrográficas a través de la identificación de las relaciones territoriales entre las zonas de oferta y demanda de servicios ambientales hidrológicos (SAH). Tiene como objetivo focalizar acciones de conservación, rehabilitación y uso sustentable de zonas con alto potencial de SAH que están relacionadas hidrográficamente con zonas de alta demanda de estos servicios.

El instrumento tiene tres componentes: analítico, relacional y participativo. El primero corresponde a la modelación e identificación geográfica de zonas con alto potencial para suministrar agua superficial y conservación de suelos, es decir, de las zonas prioritarias con oferta de SAH. El componente relacional identifica los usos y volúmenes de agua concesionados y determina la relación hidrográfica entre las zonas de oferta y demanda de SAH para identificar aquellas cuya intervención es prioritaria. El componente participativo recupera el conocimiento tradicional local y las capacidades comunitarias e institucionales, para implementar acciones de conservación del capital natural y de adecuación de prácticas productivas en las zonas prioritarias de oferta de SAH.

La propuesta de conservación en los PAMIC prioriza las zonas con alta oferta de SAH considerando las proyecciones de cambio climático, contribuyendo así a la disminución de la vulnerabilidad de las poblaciones y de las actividades productivas de las cuencas.

A la fecha, en el marco del proyecto “Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático” (C6) se han desarrollado los PAMIC de las cuencas costeras de los ríos Tuxpan, Jamapa y Antigua, en el estado de Veracruz; del sistema de cuencas que desemboca en Bahía de Banderas, Jalisco, así como de las cuencas de los ríos San Pedro y Baluarte, en Nayarit y Sinaloa. En el proyecto C6, los PAMIC proveen información para focalizar los programas de pago por servicios ambientales de CONAFOR y para implementar acciones de conservación de la CONANP y de diversos proyectos con enfoque ambiental, operados por fondos regionales.



El C6 opera con recursos donados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility) y gestionados por el Banco Mundial. Colaboran tres instituciones públicas (INECC, CONANP, CONAFOR) y una privada (el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza). La coordinación del proyecto constituye un componente innovador que busca iniciar procesos de colaboración y sinergias en el territorio para promover el manejo integral de las cuencas costeras, conservar su biodiversidad, detonar procesos de adaptación y contribuir a la mitigación del cambio climático. Todas las acciones en el marco del C6 pretenden contribuir a la recuperación de la funcionalidad de las cuencas y al mantenimiento de servicios ecosistémicos de regulación y provisión.





## 6. RETOS PARA ASEGURAR LA PROVISIÓN DE LOS SERVICIOS HIDROLÓGICOS EN LAS CUENCAS DE MÉXICO

Los servicios hidrológicos de las cuencas de México (provisión, regulación, soporte o cultural) son la base del desarrollo, del patrimonio natural y el bienestar social. Para lo anterior es preciso que se articulen en forma efectiva las políticas públicas con la conservación y protección de los ecosistemas y sus servicios, y ello se traduzca en calidad y cantidad del agua. Algunos retos fundamentales para el logro del mantenimiento o mejora de la provisión de los servicios hidrológicos en México son:

- La cristalización del derecho humano al agua a partir de la conservación de los servicios ecosistémicos hidrológicos y la gestión/manejo integral de cuencas. Se reconoce como un derecho de toda persona al “acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible”. “El Estado garantizará y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, entidades federativas, municipios y ciudadanía para la consecución de dichos fines”<sup>23</sup>. Lograr lo anterior no sólo requiere arreglos institucionales y normativos como acciones de fortalecimiento local; se necesita vigorizar también la visión integral de los ecosistemas para el bienestar de la sociedad y para la provisión de agua, y que ello se pueda traducir en políticas públicas que sean integrales.
- Priorizar e impulsar más investigación científica que permita entender mejor cómo funcionan los procesos hidrológicos en las cuencas y que los esfuerzos como el Programa de Pago por Servicios Ambientales mejore los servicios hidrológicos con evidencia clara y objetiva, orientando el pago directo del usuario al proveedor y fomentando modelos reales de pago por servicios ambientales que monitoreen los beneficios físicos reales de los SH.

23 Artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, párrafo sexto adicionado el 8 de febrero de 2012.

- Considerar que son integrales las contribuciones que hacen los ecosistemas y los recursos naturales a la sociedad. No podemos comprenderlas en su totalidad si las tratamos de manera aislada; el reto en el diseño de los esquemas de conservación es mantener esa integridad y reflejar, a la vez, los diversos valores sociales y culturales que las personas atribuyen a los SH.
- Incrementar el uso de herramientas y metodologías que permitan la cuantificación y mapeo de servicios ecosistémicos hidrológicos, con el fin de maximizar los recursos económicos destinados a la conservación de SH y favorecer su mejora paulatina.
- Actualizar los instrumentos de política ambiental al incorporar el enfoque de cuenca a la normatividad de los instrumentos de política ambiental, como son: el ordenamiento ecológico del territorio y la evaluación de impacto ambiental, entre otros.
- Insertar procesos educativos a todos los niveles y modalidades para la valoración de los servicios ecosistémicos, en particular de los hidrológicos. Es necesario que el usuario final tenga la información clara del origen y procesos que lo han llevado a disfrutar de los mismos y conozca las implicaciones individuales y colectivas para su conservación y manejo, con el fin de activar la corresponsabilidad y participación informada en la conservación. Es así que el usuario del agua en una ciudad, el consumidor de productos agropecuarios, el productor del campo o el usuario de agua industrial deben saber de dónde vienen los servicios ecosistémicos hidrológicos y cómo conservarlos. También es necesario que el sistema educativo incorpore en forma transversal la valoración de los servicios ecosistémicos para contribuir a la formación de una ciudadanía participativa, informada y responsable desde las etapas más tempranas del desarrollo.

---

## FUENTES

- Alix-García, J. M., Shapiro, E. N., y Sims, K. R. (2012). “Forest conservation and slippage: Evidence from Mexico’s national payments for ecosystem services program”. *Land Economics*, 88(4): 613-638.
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). *Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos*. *Gaceta ecológica*, (84-85).
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., Matos, D. M. S., et al. (2012). *Ecosystem services research in Latin America: The state of the art*. *Ecosystem Services*, 2, 56-70.
- Birkle, P., Torres, V., & González, E. (2015). “Evaluación preliminar del potencial de acuíferos profundos en la cuenca del Valle de México”. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 10(3), 47-53.
- Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. E., y Mooney, H. A. (2007). *The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services*. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 32: 67-98.
- Cayuela, L., Benayas, J.M., Justel, A., y Salas-Reyes, J. (2006). “Modelling tree diversity in a highly fragmented tropical montane landscape. *Global Ecology and Biogeography*”, 15:602-613.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2016), “Estadísticas del Agua en México. Edición 2016”, Capítulo 2. Situación de los recursos hídricos, página 31, Capítulo 3. Usos del agua, 70, 71 Capítulo 8. Agua en el mundo, página 195.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2017). “Fondos concurrentes para la conservación de la biodiversidad”. [www.gob.mx/conafor](http://www.gob.mx/conafor)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.htm> Página consultada el 17 de julio de 2017.

- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. y Raskin, R. G. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature, 387(6630), 253-260.
- Cotler, H., A. Galindo, I.D. González, R.F. Pineda y E. Ríos (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*, Cuadernos de Divulgación Ambiental. México: Cecadesu/Semarnat, 32 pp. En: [http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas\\_final\\_2014.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf)
- Daily, G. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC (1997).
- Daily, G. C., y Matson, P. A. (2008). *Ecosystem services: From theory to implementation*. Proceedings of the national academy of sciences, 105(28): 9455-9456.
- De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., ... y Hussain, S. (2012). *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units*. Ecosystem services, 1(1), 50-61.
- Egoh, B., Reyers, B., Rouget, M., Bode, M., y Richardson, D. M. (2009). *Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa*. Biological conservation, 142(3), 553-562.
- Galán, C., P. Balvanera y F. Castellarini (2012). *Políticas públicas hacia la sustentabilidad: Integrando la visión ecosistémica*. Conabio. México.
- García, I., y Vidriales, G. (2009). "Balance hídrico, la cuenca del río Pixquiac". Estudio técnico.
- Graf, S y Bauche, P. (2015). "El pago por servicios ambientales como instrumento de conservación". Trabajo presentado en el Curso Internacional de Bosques, recursos vegetales y servicios ambientales. Santiago de Chile, 16 y 17 de noviembre.

- INEGI-INE-CONAGUA (2007), *Mapa de cuencas hídricas de México* (escala 1: 250 000). En: “*Cuencas Hídricas de México*, escala 1:250,000”. INE 2003, autores Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L.
- Klugman, J. (2011). *Human Development Report (2011). Sustainability and Equity: A better future for all.*
- Laterra, P., Jobbagy, E., y Paruelo, J. (2011). *Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial.* INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Laterra, P., Nahuelhual, L., Barral, P. y Manson, R. (2017). *Trabajo presentado en curso Evaluación y manejo de servicios ecosistémicos: Conceptos y aproximaciones metodológicas y casos.* Instituto de Ecología A.C.
- Manson, R. H. (2004). *Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México.* Madera y Bosques, 10 (1).
- Martín López, B., Gómez-Baggethun, E., y Montes, C. (2009). *Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza y sociedad en un mundo cambiante* (A conceptual framework to manage interactions between nature and society in a changing world). Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible (CUIDES), (3), 229-258.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-Being. Synthesis.* Island Press, Washington, DC.
- Muñoz-Piña, C., Guevara, A., Torres, J. M., y Braña, J. (2008). *Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results.* Ecological economics, 65(4): 725-736.
- Muñoz-Piña, C., Rivera, M., Cisneros, A., y García, H. (2011). *Retos de la focalización del Programa de Payment for the Servicios Ambientales en México.* Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 228 (1): 87-113.

- Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., et al. (2009). *Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales*. *Front Ecol Environ*, 7(1): 4-11, doi: 10.1890/080023.
- Perevochtchikova, M. (2014). *Pago por servicios ambientales en México: Un acercamiento para su estudio*. El Colegio de México AC.
- Porras, I. T., Grieg-Gran, M., y Neves, N. (2008). *All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries* (No. 11). IIED.
- Ríos, E., González, D. I., González, I. D. (2018). Chapter 14. Climate Change and Vulnerability of Water Resources in Mexico: Challenges for Basin Management. En: *Global Issues in Water Policy*, Vol. 20, Hilda R. Guerrero García Rojas (Eds): Water Policy in Mexico
- Sims, K. R., Alix-Garcia, J. M., Shapiro-Garza, E., Fine, L. R., Radeloff, V. C., Aronson, G., et al. (2014). *Improving environmental and social targeting through adaptive management in Mexico's payments for hydrological services program*. *Conservation Biology*, 28(5): 1151-1159.
- Wunder, S. (2007). *The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation*. *Conservation biology*, 21(1), 48-58.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, HS, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, and K. Tanabe (eds). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan. <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>









**Servicios Ecosistémicos  
Fundamentos desde el manejo de cuencas.**

Editado en la Ciudad de México en abril de 2018