



CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS, URBANOS Y
AMBIENTALES

“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS DEL SUELO DE
CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL. CASO DE ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE SAN
MIGUEL Y SANTO TOMÁS AJUSCO”

TESIS QUE PRESENTA:

ESTEBANIA TEYELIZ MARTÍNEZ JIMÉNEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN ESTUDIOS URBANOS

PROMOCIÓN 2013-2015

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. MARÍA PEREVOCHTCHIKOVA

LECTOR:

DR. ENRIQUE PÉREZ CAMPUZANO

Dedicatoria

A mi abuela Mémé.

A mi abuelo Elohim, al que recuerdo siempre aunque esté lejos.

A mi mamá por siempre alentarme...

Agradecimientos

Al Proyecto de investigación 155039 de Ciencia Básica CONACYT “Desarrollo de un esquema de evaluación de los beneficios socio-ambientales del programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en el Suelo de Conservación del Distrito Federal” por el apoyo con el trabajo de campo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para cursar el programa de Maestría en Estudios Urbanos en El Colegio de México, A. C.

A la comunidad del Ajusco, a los comuneros que participaron en la encuesta y en especial a Moisés Reyes Flores por su gran apoyo en el trabajo de campo y su tiempo brindado.

A mi directora María Perevochtchikova por su apoyo, paciencia y por ser mi guía en este proceso.

A mi lector Enrique Pérez por su apoyo, ayuda y comentarios para la realización de este proyecto.

A mis compañeros de maestría, que compartieron conmigo esta experiencia, en particular a los grumpygorkos: Mariana, Karen, Ulsía, Marcela, Gorka, Jaime, Diego, Damián y Apolo por su amistad. A Montse por su compañía.

A Lilia por su invaluable amistad y su ayuda siempre, grazie mille.

A mi familia, ma maman, mi hermana, mi papá, Citlali, mi abuela y Román, por su incondicional apoyo.

A ti, B. de la Mora, por tu aliento, tu apoyo, tu amor y por compartir el camino de la vida conmigo...

Gracias a todos los que me ayudaron, y contribuyeron directa o indirectamente.

Resumen

Los espacios periurbanos son áreas críticas en términos de transformación del uso del suelo, cambios socioeconómicos y ambientales, pues son franjas entre lo urbano y lo rural, no obstante han recibido poca atención desde el ámbito académico y político. Así el Distrito Federal, la capital mexicana, está dividido en suelo urbano y Suelo de Conservación (SC), el cual cubre poco más del 59% del territorio, y a pesar de ser fundamental para el mantenimiento del equilibrio ecológico y el medio ambiente urbano, está expuesto a una fuerte presión urbana. En este territorio se ubica la comunidad rural de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, nuestra zona de estudio, que posee una gran extensión de cobertura forestal (alrededor de 3000 ha), que provee múltiples servicios ambientales, entre ellos, los servicios ambientales hidrológicos (SAH) de captación, suministro del agua y regulación del ciclo hídrico.

En el presente trabajo se realiza un ejercicio experimental sobre la valoración económica de los SAH que potencialmente ofrece la comunidad de Ajusco. Para ello, por un lado se aplicó un cuestionario con el fin de estimar la disposición a aceptar (DAA) una compensación económica por parte de los comuneros, utilizando la valoración contingente. Por otro lado, se empleó el método de costo de oportunidad para estimar el valor económico del bosque, en términos de captación de agua y de su recuperación con el propósito de conservar dichos servicios ambientales.

Los resultados muestran que el monto de la compensación que se debería pagar por los SAH asciende a 9455.5\$ por hectárea en el año de inicio, y \$5298.3/ha para los años siguientes. Estas cifras son muy superiores a la cantidad que otorga la Comisión Nacional Forestal por la participación en el programa federal de Pago por SAH (en promedio 360\$/ha/año). A partir de estos datos se puede reflexionar acerca de la necesidad de revisar los montos del programa para poder cubrir el costo de oportunidad de la tierra en periferias urbanas; además de realizar la estimación de la disposición a pagar por los SAH y del costo de uso urbano del suelo.

Índice

Introducción.....	7
CAPÍTULO I. Valoración económico-ambiental de los servicios ambientales.....	12
LA CRISIS AMBIENTAL.....	12
BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES.....	14
Los servicios ambientales y el término de <i>bienes públicos</i>	17
Los bosques y los servicios ambientales.....	19
EL PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES.....	21
VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES.....	24
Los métodos de valoración económica.....	30
La valoración económico- ambiental en periferias urbanas.....	35
Estudios de valoración de los servicios ambientales hidrológicos (SAH).	35
CAPÍTULO II. Metodología.....	38
ZONA DE ESTUDIO: LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL Y SANTO TOMÁS AJUSCO.....	38
Características ambientales.....	44
Características socio-demográficas.....	52
PROPUESTA METODOLÓGICA.....	56
VALORACIÓN CONTINGENTE Y MUESTREO.....	56
Estructura del cuestionario.....	57
VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS.....	59
Valor del bosque.....	61
CAPÍTULO III. Valoración de servicios ambientales hidrológicos en la zona de estudio.....	66
VALORACIÓN CONTINGENTE.....	66
Análisis de la DAA con el cuestionario antecedente.....	66
Análisis de la DAA con la encuesta aplicada.....	66
VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO....	67
Valor del bosque.....	73
DISCUSIÓN.....	78
Conclusiones y Recomendaciones.....	80
Anexos.....	83

Anexo 1. Formato del cuestionario para comuneros de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, DF, aplicado 14-15 de mayo de 2015.	83
Anexo 2. Formato de la encuesta para comuneros de Bienes Comunales de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, aplicado dentro del proyecto 155039 de la Ciencia Básica del CONACYT, el 12 de agosto de 2012.	85
Anexo 3. Tipo de uso de suelo con la categoría del bosque separada por especie dominante.....	90
Bibliografía	91

Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación de los Bienes.....	17
Cuadro 2. Los servicios ambientales hidrológicos (SAH)	20
Cuadro 3. El programa de PSA de 2003 a 2010.....	23
Cuadro 4. Crecimiento demográfico de 1990 a 2010	53
Cuadro 6. Composición de la población en San Miguel y Santo Tomás Ajusco.....	54
Cuadro 7. Participación de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco en el programa de PSA.....	55
Cuadro 8. Costo de referencia para la restauración y mantenimiento de una zona forestal para el ecosistema templado frío	64
Cuadro 9. Tipos de uso de suelo de la comunidad del Ajusco	68
Cuadro 10. Importancia del bosque desde la percepción de los comuneros	73
Cuadro 11. Valor del bosque por cada metro cúbico (\$/m ³).....	76
Cuadro 12. Valor del bosque por hectárea según la importancia hídrica (\$/ha)	77

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del programa de Pago por Servicios Ambientales (Fuente: Elaboración propia).....	22
Figura 2. Tipología del Valor Económico Total (Fuente: Azqueta et al., 2007, 88).	26
Figura 3. Marco conceptual para una valoración de las funciones, bienes y servicios (Fuente: De Groot et al., 2002: 394).	29
Figura 4. Descomposición del VET y los Métodos de Valoración Económica (Fuente: Millenium Ecosystem Assessment, 2003: 132).	34
Figura 5. El Suelo de Conservación del Distrito Federal (Fuente: PAOT-SMA, 2012)	39
Figura 6. Ubicación de San Miguel y Santo Tomás Ajusco y del programa de PSAH (Fuente: Perevochtchikova y Rojo, 2014: 18).....	45
Figura 7. Relieve de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011).....	47
Figura 8. Climas de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011).	48
Figura 9. Vegetación y usos de suelo de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011). ...	50
Figura 10. Tasa de crecimiento demográfico en el D.F., la delegación Tlalpan y en la comunidad del Ajusco (Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI: Censos de 1990, 2000 y 2010 y Conteos de 1995 y 2005).....	53
Figura 11. Uso de suelo y vegetación en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).	69
Figura 12. Infiltración en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).....	71
Figura 13. Infiltración y cobertura del suelo en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).....	72

Introducción

El siglo XX se caracterizó por grandes avances médicos, económicos, tecnológicos y en comunicación, lo cual trajo consigo una impresionante explosión demográfica. Para el 2011 la población humana ya había alcanzado la cifra de 7 mil millones de personas, las cuales habitan cada vez más en núcleos urbanos. Si bien en ese siglo, la población urbana mundial aumentó muy rápidamente (de 220 millones a 2 840 millones), en los próximos decenios, en los países en desarrollo se espera un crecimiento urbano sin precedentes (UNFPA, 2007). Así, de acuerdo con el World Urbanization Prospects (ONU, 2014) en 2014, 54% de la población mundial era urbana (es decir alrededor de 3 900 millones de habitantes), con la estimación de alcanzar el 66% para el 2050. En menos de 15 años, el número de megaciudades (con una población mayor a 10 millones de habitantes) casi se ha triplicado, pasando de 10 megaciudades en 1990 a 28 en 2014, entre las que se encuentra la ciudad de México.

Se puede decir que las ciudades son el reflejo de la capacidad de transformación del medio natural, debido a que modifican diversos procesos ecológicos (hídricos, edáficos, de sucesión) del espacio que ocupan como de las zonas circundantes. Pues como señala Aguilar (2009: 7) “la urbanización contribuye a los cambios ambientales globales y locales mediante el consumo de recursos, el cambio de usos de suelo y la producción de residuos”. De esta manera, las ciudades tienen severos impactos ambientales como: la pérdida de los ecosistemas, causando desequilibrios en los ciclos biogeoquímicos del aire, agua y suelo; la disminución en la disponibilidad de los recursos naturales; los cambios en el régimen del funcionamiento físico del espacio, y con efectos secundarios como la erosión, la desertificación y el hundimiento del suelo (Perevochtchikova, 2011).

Sin embargo, el problema no sólo radica en el creciente número de ciudades en el mundo sino que presentan una acelerada expansión, que ha alcanzado los espacios rurales. De acuerdo con el UNFPA (2007) se prevé que durante los tres primeros decenios de este siglo, en los países en desarrollo, las

ciudades de 100 000 o más habitantes triplicarán su superficie edificada hasta llegar a 600 000 km². Así la expansión urbana afectará las zonas de cultivo, bosques, y áreas de interés ambiental que rodean a las ciudades, ya sea por el deterioro o la desaparición de recursos naturales fundamentales para el funcionamiento urbano y el equilibrio ambiental de la ciudad (Schteingart y Salazar, 2005: 68). Por estas razones, el tema del desarrollo sustentable y de la conservación de los ecosistemas resultan ser de gran importancia para el bienestar actual y futuro de la población mundial.

En el caso de los bosques, es reconocido que éstos brindan múltiples servicios ambientales, como la protección del suelo, el control de la erosión y de la calidad del aire, la regulación climática, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad, y la provisión de agua, entre otros (Núñez *et al.*, 2006; Krieger, 2001). No obstante, la superficie boscosa mundial ha disminuido enormemente en las últimas décadas. Entre 2000 y 2010 desaparecieron alrededor de 130 millones de hectáreas de bosque (cerca del 3,2 % de la superficie forestal total de 2000) (FAO, 2012: 17). México junto con Brasil, Gabón, Papúa Nueva Guinea e Indonesia, es uno de los cinco países que registraron la mayor disminución en el área de bosques primarios en los últimos 20 años con una pérdida de aproximadamente 200 000 ha al año entre el periodo 2000-2010 (FAO, 2010: 60).

Por ello, desde hace cuatro décadas, se han desarrollado diversos instrumentos de política pública ambiental (PPA), con la propuesta de esquemas de compensación económica por conservación o Pago por Servicios Ambientales (PSA), contemplados desde una lógica de mercado. Estos mecanismos resultan ser instrumentos financieros, que aseguran la conservación de los Servicios Ambientales (SA) al concederles un valor económico (NRC, 2005). Su objetivo consiste en articular el cobro de una externalidad, por ejemplo, la regulación del ciclo hidrológico y el suministro de agua potable a quienes desean adquirirla, empleando dichos fondos en la conservación de los bosques productores de SA (Martínez *et al.*, 2006).

En México, el Programa federal de Pago por Servicios Ambientales se estableció en 2003 bajo la modalidad de hidrológicos (con énfasis en la relación entre bosque y agua) y es administrado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (Balvanera *et al.*, 2012). Más adelante, los conceptos de apoyo se ampliaron a cinco categorías, las cuales incluyen a los servicios hidrológicos, de biodiversidad, sistemas agroforestales, captura de carbono y elaboración de proyectos REDD (Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación). Cabe mencionar que México cuenta con una particularidad en su territorio forestal, ya que la gran parte de las tierras de alto valor ecológico (alrededor de 70%) son de propiedad social (ejidal y comunal).

Este programa se ha implementado en general en zonas rurales, sin embargo, ha presentado dificultades en espacios peri-urbanos con relación al monto ofrecido que no cubre el costo de oportunidad por expansión urbana (Pérez, 2011: 232). Así, las comunidades rurales (con presencia de bosques) en un contexto peri-urbano, se enfrentan a distintos factores de presión que impiden la conservación ambiental. Motivo por el cual este estudio aborda el caso de estudio de la comunidad rural de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, formada por 604 comuneros y que ha participado en el Programa de Pago por Servicios Ambientales desde el 2004, ubicada en la zona peri-urbana del Distrito Federal, la capital mexicana.

Por todo lo anterior, la hipótesis que se plantea en este trabajo se refiere a que los programas ambientales como el de Pago por Servicios Ambientales no han podido revertir el proceso de cambio de uso de suelo (con un constante proceso de deforestación) en los espacios peri-urbanos por no considerar los costos de oportunidad y por una falta general de reconocimiento y valoración económica de los servicios ambientales de dichos espacios que permitan mejorar los instrumentos de política pública ambiental.

En este sentido, en la presente investigación se propuso como objetivo principal realizar un ejercicio experimental sobre la valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos del bosque que posee la comunidad de San

Miguel y Santo Tomás Ajusco. Para lo cual, por una lado, se aplicó un cuestionario para estimar la disposición a aceptar (DAA) por parte de los comuneros, utilizando la valoración contingente. Por otro lado, se empleó el método de costo de oportunidad para estimar el valor económico-ambiental del bosque, en términos de captación de agua y su recuperación con el fin de conservar los servicios ambientales.

Así, el estudio se divide en tres capítulos. En el primero se parte de un marco teórico-conceptual, que engloba y expone los principales conceptos que guiaron la investigación. En específico, se aborda la perspectiva de la economía ambiental acompañada por la revisión bibliográfica de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales (con énfasis en los SA hidrológicos). Asimismo, se explica el programa federal de Pago por Servicios Ambientales que se lleva a cabo en México y se presentan distintos métodos que se han empleado a nivel internacional para valorar económicamente los servicios ambientales. Por último, se expone con mayor detalle la valoración contingente y el método de costo de oportunidad que pueden ser utilizados para valorar los servicios ambientales hidrológicos.

El segundo capítulo está enfocado al desarrollo de la propuesta metodológica del análisis de caso de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Por ello, se describen las características ambientales y socio-económicas de la zona de estudio, y a continuación se explica el proceso a seguir en la valoración económica-ambiental de los servicios ambientales de la zona. Por un lado figura la valoración contingente, para determinar la disposición a aceptar una compensación económica por parte de los propietarios del bosque; y por otro, se muestra el método de costo de oportunidad que se emplea para asignarle un valor al bosque, al determinar los costos de captación hídrica y de su recuperación.

Por último, en el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. Un aspecto que cabe resaltar, es la dificultad de la obtención de los datos, a la que nos tuvimos que enfrentar. Tal vez este tema, no se aborde mucho, sin embargo en los estudios que involucran trabajo de campo

con las comunidades rurales, a veces recabar la información requerida, resulta complicado ya sea por problemas económicos, sociales, políticos y/o por conflictos internos comunitarios. Así en nuestro caso, nos vimos frente a la imposibilidad de aplicar el número de cuestionarios que se necesitaba para lograr una muestra estadísticamente significativa, debido a dificultades internas de la comunidad. No obstante, el aporte de la investigación se reflejó en la combinación de dos métodos de valoración económica-ambiental por lo que se logró el objetivo planteado al inicio del trabajo.

Finalmente se puede comentar que la valoración económica aplicada al caso de estudio de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, forma parte de la búsqueda científica sobre valoración económica de los diversos servicios ambientales que ofrecen los espacios peri-urbanos. Esto tal vez pueda influir en cambios sobre el planteamiento de los esquemas de compensación por conservación ambiental y otros instrumentos de política pública, con el único fin de evitar el cambio de uso de suelo (CUS) en estos espacios en beneficio de toda la sociedad.

CAPÍTULO I. Valoración económico-ambiental de los servicios ambientales

LA CRISIS AMBIENTAL

El deterioro ambiental se puso en evidencia a nivel internacional a partir de la década de los 1960's con la publicación del libro *Primavera silenciosa* de Carson (1962). Sin embargo, a pesar de haber logrado un papel en la agenda internacional, el problema ambiental no ha sido resuelto, al contrario, en muchos aspectos se ha agravado. Por ello, en las últimas décadas se han desarrollado diversas iniciativas internacionales (programas, acciones, esquemas de compensación, etc.) dirigidas hacia los principios del desarrollo sustentable y la conservación ambiental, con el fin de poder asegurar el uso de los recursos naturales en beneficio de las futuras generaciones (Perevochtchikova, 2014: 22).

Una manera ha sido el tratar de valorizar a la naturaleza. Así, han surgido diferentes disciplinas para vincular la economía con el medio ambiente, como la llamada *economía ambiental*, la cual estudia “el impacto de la economía en el ambiente, la significación del ambiente para la economía y la forma adecuada de regular la actividad económica para que se logre un equilibrio entre las metas ambientales, económicas y otras de tipo social” (Kolstad, 2000), realizando análisis desde la teoría neoclásica y estudios que se enmarcan en lo que se conoce como la «Economía de los Recursos Naturales».

También se ha desarrollado la *economía ecológica*, la diferencia es que ésta pone énfasis en la salud del ecosistema a largo plazo y trasciende la economía neoclásica ambiental, ya que incluye también, la evaluación física de los impactos ambientales de la economía humana (Martínez-Alier y Roca-Jusmet, 2000: 14). Existen asimismo, discrepancias en la forma de medir el valor del ambiente, pues regularmente se toma un criterio biofísico del valor (Kolstad, 2000: 5). De este modo, se considera la existencia de unos recursos poco disponibles, muy escasos, con valor económico, social y ambiental.

Viglizzo *et al.* (2011: 20) mencionan que la valoración de la naturaleza a través de su capacidad para producir bienes y servicios fue una estratagema hábil que introdujeron los ecólogos para llamar la atención de los economistas ortodoxos, y de alguna manera ha sido así, pues como señala Thampapillai (2002:3), los recursos naturales son indispensables para cualquier economía, pues sin ellos la actividad económica no se puede mantener. De esta forma, este enfoque gira en torno a una concepción antropocéntrica, pues la naturaleza sólo vale en la medida que sirva a los seres humanos, no obstante, se puede considerar como un parámetro para reconocer la estrecha dependencia que existe entre las características y procesos de los ecosistemas y de aquellos propios de las sociedades humanas (Balvanera *et al.*, 2011: 42).

Cabe mencionar que se pueden distinguir entonces dos tipos de paradigmas. Por un lado, figura el paradigma utilitario que está asociado a la expresión de valor y que se desprende de la teoría económica de la utilidad (o teoría del consumidor), relacionada estrechamente con el bienestar de los seres humanos, es aquí donde se ubica la valoración ambiental (Penna *et al.*, 2008: 8). Y por otro lado, están las corrientes de pensamiento dentro del paradigma no utilitario, como la ecología profunda, que cuestionan esta visión utilitarista sobre la naturaleza y proponen su valoración, independiente de si los seres humanos lo reconocen o no. Sin embargo esto es un tema que no se abordará aquí.

La importancia de asignar un valor económico a los bienes y los servicios ambientales cobró interés a partir de la década de 1990, ya que el funcionamiento de los sistemas naturales se da al margen del mercado, por ser bienes públicos o difíciles de medir y esto ocasiona, desde el punto de vista económico, externalidades importantes en las que no se reconoce su aporte a la generación de valor dentro del mercado (Balvanera *et al.*, 2011: 50). De esta manera, como indica Thampapillai (2002: 39), la valoración de los bienes y servicios ambientales se vuelve central para corregir las fallas de mercado, es decir, situaciones en las que el mercado no funciona como un asignador óptimo de recursos (Cristeche y Penna, 2008: 5).

Así, este trabajo se enfocará principalmente en explorar dos métodos de la economía ambiental, cuya tarea radica en proporcionar análisis e instrumentos que permitan corregir tales desvíos, al realizar ejercicios de valoración económica. Gómez-Baggethun y Ruiz-Pérez (2011: 613) destacan que, en las dos últimas décadas, la ciencia ambiental y la política pública han realizado esfuerzos para valorar los ecosistemas en términos monetarios, y de esa forma, articular dichos valores en los mercados con el fin de crear incentivos económicos para la conservación.

BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

No obstante, una cuestión fundamental consiste en entender qué es lo que nos brinda la naturaleza para poder valorarla. Se ha hecho la distinción entre bienes y servicios ambientales, aunque en la realidad no resulte tan sencillo realizar una clasificación. De acuerdo con Penna *et al.* (2008: 12), el paradigma de valor utilitarista antropocéntrico generalmente los cataloga de acuerdo a cómo se utilizan.

Los bienes ambientales podrían definirse como los recursos tangibles que se utilizan por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso. Por su parte, los servicios tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor, por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema (Carbal, 2009: 79). No obstante, ha habido diversas propuestas para definirlos, siendo la expresión de Servicios Ecosistémicos (SE) la que más se ha popularizado, y que abarca en cierta manera, tanto bienes como servicios. Gómez-Baggethun *et al.* (2010: 1209) señalan que el origen de la historia moderna de los servicios ecosistémicos se dio a finales de la década de los 1970, con el fin de aumentar el interés público sobre la conservación de la biodiversidad.

De este modo, el término propiamente surge en 1992 en la conferencia de Río de Janeiro. Tres investigaciones son muy importantes de mencionar: Daily *et al.* (1997), Costanza *et al.* (1997) y De Groot, *et al.* (2002). Donde Daily *et al.*

(1997: 3), los autores pioneros, definen a los servicios ecosistémicos como “las condiciones y procesos a través de los cuales, los ecosistemas naturales, y las especies que forman parte de ellos, sostienen la vida humana”, resaltando los aspectos ecológicos y apuntando la dependencia de las sociedades humanas con la naturaleza.

En ese mismo año, Costanza *et al.* (1997: 253), consideran a los bienes y servicios ecosistémicos (SE) como “los beneficios que obtienen las poblaciones humanas, directa o indirectamente de los ecosistemas”, denominándolos bajo el nombre de servicios ecosistémicos, agrupados en 17 categorías principales, excluyendo los combustibles y minerales no renovables, y a la atmósfera. Así, los SE son comprendidos como flujos de materiales, energía e información de capital natural en reserva, que se combina con capital humano y manufactura para producir el bienestar humano. Estos autores estimaron que los ecosistemas proporcionan en promedio 33 mil millones de dólares (en dólares de 1994) por los servicios de un año, un valor 1,8 veces mayor que el producto nacional bruto mundial de 1997, aunque actualmente esta suma nos pueda parecer pequeña, fue una primera aproximación para valorar el conjunto de bienes y servicios provistos por la naturaleza.

Por su parte, De Groot *et al.* (2002: 394) proponen un marco conceptual que incorpora la complejidad ecológica y la categorizan en 23 funciones ecosistémicas definidas como “la capacidad de los procesos naturales y componentes de proveer bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas, directa o indirectamente”.

En 2001, dio inicio la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés, 2005), que fue la primera estimación global de los efectos de las transformaciones y alteraciones de los ecosistemas sobre el bienestar humano (Quijas y Balvanera, 2014: 43) y el intento de obtener las bases científicas para las acciones necesarias que se deberían tomar para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos. La definición de la MEA (2003) de los servicios

ecosistémicos (SE), abarca todos los beneficios que las sociedades humanas obtienen de los ecosistemas.

De acuerdo a la MEA (2003: 53 y ss.), los SE se clasifican en cuatro tipos: 1) los servicios *de soporte* o *de base* que son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, estos son necesarios para la producción de los demás servicios (por ejemplo, la formación del suelo, los ciclos de nutrientes, la producción de materias primas); 2) los de *provisión* que son los productos que se obtienen de los ecosistemas, es decir son bienes o recursos tangibles y finitos de apropiación directa (por ejemplo los alimentos, el agua, la leña entre otros); 3) los de *regulación*, éstos representan los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas (tal es el caso de la regulación del clima, los ciclos hídrico y eólico, etc.) y finalmente, 4) los *culturales* que incluyen a los beneficios intangibles que surgen de la interacción entre los seres humanos y los ecosistemas (pueden ser religiosos, espirituales, recreativos, estéticos, etc.).

Estos servicios son provistos por la naturaleza y están frecuentemente disponibles de forma gratuita para la sociedad, no obstante en ese documento se determinó que de los 24 servicios ecosistémicos, 15 de ellos están siendo utilizados de forma no sustentable, por lo cual es necesario encontrar mecanismos que ayuden a evitar su degradación.

La definición de la MEA es la que generalmente se toma como base (de Groot *et al.*, 2010: 261), sin embargo, diversos autores (Boyd y Banzhaf, 2007) han tratado de redefinir el concepto de SE, tratando de identificar y especificar las interacciones entre las funciones de los ecosistemas y su influencia en el bienestar humano; otros han propuesto clasificaciones de los SE para hacerlos cuantificables (Fisher *et al.*, 2009), aunque aún faltan estudios sobre este aspecto.

Perevochtchikova (2014: 9) señala que el concepto “servicios” con relación a los ecosistemas se ha usado de varias formas: a) inicialmente refiriéndose a los servicios de la naturaleza y a todos los beneficios que ofrece; b) después a los Servicios Ecosistémicos (SE) provenientes de la noción de “ecosistemas” desde la

ecología; c) y finalmente como los Servicios Ambientales (SA) relacionados con cuestiones políticas y de administración pública (en su sentido más amplio). Actualmente, los Servicios ecosistémicos (o ambientales desde el ámbito político) han tenido un creciente interés por parte de los tomadores de decisión, reflejado en la expandida promoción de instrumentos de conservación basados en principios de mercado.

Los servicios ambientales y el término de *bienes públicos*

Los recursos naturales generalmente se clasifican dependiendo de dos condiciones: 1) la rivalidad (el uso de una persona substraer beneficios que otro podría tener) y 2) la capacidad de exclusión (es decir, la posibilidad de excluir a usuarios potenciales), aunque esto puede considerarse un espectro, pues varía el grado dependiendo del recurso y la disponibilidad. Así, se distinguen cuatro tipos de bienes (Ver Cuadro 1): los bienes comunes, los bienes privados, los públicos y los bienes *tarifa o club*.

Cuadro 1. Clasificación de los Bienes

	Alta rivalidad	Baja rivalidad
Difícil exclusión	Recursos comunes	Recursos públicos
Fácil exclusión	Recursos privados	Recursos tarifa/club

Fuente: Ostrom (2000) tomado de Barton y Merino (2004: 35).

En primer lugar aparecen los bienes comunes o recursos de uso común (RUC, en inglés *common pool resources*) que son “sistemas de recursos naturales o hechos por el hombre que son lo suficientemente grandes como para volver costoso (pero no imposible) excluir a destinatarios potenciales de los beneficios de su uso” (Ostrom, 2009: 66). Algunos ejemplos de RUC son: los sistemas de

irrigación, las cuencas subterráneas, los lagos, los océanos, las áreas de pastizales y los bosques. Barton y Merino (2004: 36) mencionan que debido a las condiciones de alta rivalidad de los bienes comunes, sumadas a las dificultades que conlleva el excluir a usuarios potenciales, los vuelve el tipo de recursos que presenta mayor fragilidad, por lo que su gestión implica una mayor necesidad de regulación. Tal es el caso de las pesquerías, cuyo grado de rivalidad actualmente, es mayor que hace 100 años, debido a la sobreexplotación.

Esta categoría de recursos puede confundirse con la de bienes públicos, que presentan las características de no-rivalidad y no-exclusión (Turner *et al*, 1993: 25). La diferencia radica en el grado de rivalidad, pues se considera que en los bienes públicos el consumo que un individuo realiza de ese bien no impide ni reduce la cantidad disponible para el consumo de otras personas, como ejemplo se puede citar el alumbrado público en las calles. Algunos de los servicios ecosistémicos se consideran dentro de esta categoría, pues al ser servicios, se considera que no son rivales. No obstante, se debe tomar en cuenta de que servicio se trata, ya que el consumirlo puede afectar el consumo de otros.

En tercer lugar, se encuentran los bienes privados, los cuales son rivales y exclusivos en el consumo. Finalmente, los bienes tarifa o club poseen exclusividad pero no rivalidad, por ejemplo un concierto, ya que son bienes que requieren de un “derecho de acceso”, pero que pueden ser disfrutados por todos los usuarios autorizados (Hernández, 2006: 40).

Como la mayoría de los servicios ambientales y los recursos naturales se encuentran en la categoría de bienes públicos, se producen fallas de mercado. Esto se refiere a la situación en la que el mercado, por sí solo, no asigna los recursos de manera eficiente (Parkin y Esquivel, 2001: 5). También se generan externalidades, las cuales se definen como un efecto secundario no intencional de producción y/o consumo que afecta a un tercero, esto puede ser de forma positiva o negativa (Turner *et al.*, 1993: 25). Sin embargo, en el caso de los recursos naturales, generalmente son negativas. Así, se perturba el bienestar de otro (su función de producción o su función de producción de utilidad) sin que este último

haya elegido esa modificación y sin que exista un precio o contraparte monetaria que lo compense (Azqueta *et al.*, 2007: 44). Un ejemplo, se da cuando una empresa genera costos sociales al contaminar alguna zona o un río. No obstante, se debe tener en cuenta que para que exista una externalidad negativa, se debe considerar una parte responsable que cause el daño como una parte que sea la afectada.

Los bosques y los servicios ambientales

Los bosques se sitúan en la categoría de bienes comunes, aunque como menciona Hernández (2006: 36), algunos de sus recursos y servicios ambientales (SA) puedan entrar en la categoría de bienes públicos. Al respecto se han hecho múltiples investigaciones que resaltan los diversos SE que brindan los bosques, entre ellos se encuentran: la protección del suelo y control de la erosión, la calidad del aire, la regulación climática, la captura de carbono, el reciclaje interno de nutrientes, la conservación de la biodiversidad, y servicios de recreación y turismo (Núñez *et al.*, 2006; Krieger, 2001). Asimismo, los bosques ayudan a proteger las cuencas hidrográficas y proporcionan servicios hidrológicos, tales como el suministro de agua para uso doméstico e industrial, riego y generación de energía, además de la purificación del agua y el servicio de protección contra inundaciones (Ninan e Inoue, 2013: 139).

Los servicios ambientales hidrológicos (SAH o SEH)

Este apartado se enfocará principalmente a los servicios ambientales hidrológicos (SAH). Dentro de esta categoría, se incluye una variedad de beneficios como la provisión de agua, la regulación de los flujos pluviales, la protección de los suelos, el control de la erosión y sedimentación, así como de la calidad del agua tanto subterránea como superficial, entre otros (Ver Cuadro 2).

Dentro del territorio de una cuenca hidrográfica, la calidad, cantidad y distribución del agua, dependen de la interacción entre distintos elementos, como la geología, la topografía, el tipo de suelo, la vegetación, los cuerpos de agua, el uso del suelo y otras actividades humanas.

Cuadro 2. Los servicios ambientales hidrológicos (SAH)

De Provisión	Regulación
Servicios enfocados en proveer directamente alimento y otros productos por las corrientes de agua	Servicios relacionados con las regulación de las corrientes y la reducción de daños relacionados con las corrientes de agua
<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento de agua dulce • Producción agrícola • Producción de ganado • Producción acuícola • Provisión de madera y materiales de construcción • Medicamentos • Energía hidroeléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del ciclo hídrico (infiltración del agua en el suelo, recarga de los acuíferos, mantenimiento de los flujos principales). • Mitigación de desastres naturales (por ejemplo, prevención de corrientes, reducción de derrumbes). • Protección del suelo y control de la erosión y sedimentación. • Control de la calidad del agua subterránea y superficial.
De soporte	Culturales
Servicios que sirven para el mantenimientos de los hábitats y el funcionamiento de los ecosistemas	Servicios relacionados con la recreación y la inspiración humana
<ul style="list-style-type: none"> • Hábitat de vida silvestre. • Sistema de flujos necesarios para mantener los hábitats corriente abajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recreación acuática. • Belleza escénica y paisajística. • Herencia e identidad cultural. • Inspiración espiritual y artística.

Fuente: Traducido de Bergkamp y Smith (2006: 16).

El Cuadro 2 presenta los diferentes servicios ambientales hidrológicos (SAH), siguiendo la clasificación de la MEA. No obstante, este trabajo se enfocará exclusivamente en el servicio hidrológico de provisión de agua dulce del bosque de la comunidad del Ajusco. Al respecto Barrantes y Sánchez, (2007: 11) mencionan que dentro de los SAH, se considera la disponibilidad de agua como resultado de la capacidad que tienen los ecosistemas forestales y otros ecosistemas con alta cobertura vegetal para captar, retener y regular el flujo del agua. La presencia del bosque favorece la retención de agua, ya que el sistema

radicular permite una mayor y mejor infiltración, además de disminuir la escorrentía superficial (Barrantes y Sánchez, 2007). Se considera entonces que los bosques influyen en la cantidad de agua (tanto la cantidad total como las variaciones en el flujo estacional) por procesos interrelacionados, como el denominado “efecto albedo” que se refiere a la fase mediante la cual la vegetación forestal aumenta la evaporación del agua de la superficie de la tierra para causar un aumento de la formación de nubes y las precipitaciones (Krieger, 200: 8). Por ello, en general se acepta la idea de que hay una relación entre el uso de suelo y la provisión de dichos servicios, por lo que un cambio en el uso de suelo o si los ecosistemas que se encuentran dentro de una cuenca, se degradan o pierden, entonces su capacidad para proveer los servicios hidrológicos, también se verá modificada (Porrás *et al.*, 2008: 7).

EL PROGRAMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

A partir de la valoración de los distintos servicios ambientales, se propuso entonces, la creación de sistemas de compensación monetaria para conservar los ecosistemas que brindan dichos servicios. Perevochtchikova (2014: 9) señala que fue desde el Protocolo de Kyoto en 1997, donde se sentaron las bases para desarrollar los primeros esquemas de compensación o Pago por Servicios ambientales (PSA), que en un inicio consistían en el otorgamiento de financiamientos para realizar actividades de conservación forestal en los países en desarrollo, contribuyendo a la captura de carbono y de esta manera reduciendo la contaminación causada por los países industrializados.

Balvanera *et al.* (2011: 45), mencionan que el concepto de pagos por servicios ambientales (PSA) ha trascendido las fronteras académicas y se ha convertido en un instrumento de política pública importante y de gran influencia en varios países de AL, por ejemplo, estos programas se llevan a cabo en países como Costa Rica, México y Argentina. Además, se ha observado un creciente número de las publicaciones respecto a los SA. Balvanera *et al.* (2012) dan cuenta de ello al hacer una amplia revisión de los artículos publicados (más de 1000

referencias) respecto a los SA en América Latina, destacando que se ha hecho énfasis sólo en pocos servicios, en particular los de captura de carbono y agua.

Los programas de PSA se definen entonces, como mecanismos de compensación monetaria, o instrumentos financieros, que aseguran la conservación de los Servicios Ecosistémicos (para su posible aprovechamiento), al concederles un valor económico (NRC, 2005). De acuerdo con Perevochtchikova (2011: 182) “se han impulsado bajo la premisa de darle valor ambiental, social y económico a los Servicios Ambientales para crear mercados a través de la proporción de pagos provenientes de los fondos internacionales, federales o mixtos a los dueños de las zonas forestales para su conservación y evitar el cambio de uso de suelo”. Perevochtchikova y Rojo (2014: 17) explican que se trata entonces, de una transacción voluntaria bajo el uso de tierra condicionado, que se convierte en la “compra” por parte de al menos un usuario de los servicios a su proveedor. Por ello, se considera que en este esquema participan varios actores (Ver Figura 4).



Figura 1. Esquema del programa de Pago por Servicios Ambientales (Fuente: Elaboración propia).

Por una parte, figuran los proveedores de los SA (quienes obtienen el pago, renunciando a otros usos del suelo), y por otra, los usuarios (a menudo representados por el gobierno que administra y financia los programas federales), e intermediarios, como Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), gobiernos locales y el sector privado, en caso de iniciativas locales (Wunder, 2005;

Villavicencio, 2009; y Perevochtchikova y Rojo, 2014). Dado que se crea un mercado, es necesario entonces, encontrar el valor de los servicios ambientales ofertados, que esté al menos a la par del costo de oportunidad de otros usos de suelo, de ahí la importancia de realizar una valoración económica de los servicios ambientales.

En México, la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) inició en 2003, el programa de PSA en modalidad de hidrológicos (PSAH), inspirado en el esquema nacional de PSA de Costa Rica, con el fin de que los dueños de recursos naturales, al recibir un cantidad monetaria, apoyaran la conservación de los mismos (Perevochtchikova, 2014: 25). Así, el objetivo principal fue el de proveer incentivos económicos para reducir la deforestación en áreas con problemas severos de abasto de agua causados por el cambio de uso del suelo (Muñoz-Piña *et al.*, 2008). Actualmente, los conceptos de apoyo se agrupan en cinco categorías, las cuales son: servicios hidrológicos, biodiversidad, sistemas agroforestales, captura de carbono y elaboración de proyectos REDD.

El siguiente cuadro (Cuadro 3) ilustra el monto que se ha destinado a dicho programa hasta el año 2010. Se puede observar que el número de propietarios y el de hectáreas participantes ha ido en aumento año con año.

Cuadro 3. El programa de PSA de 2003 a 2010.

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total 2009	Total 2010
Superficie incorporada (miles de ha)	127	215	196	146	610	488	486	2.27 millones de ha	2.767 millones de ha
Propietarios	272	352	257	241	816	1 114	1 841	4 893	5 400
Pago PSA Millones de \$	192	288	257.8	204	925.9	981.6	1 443	4 293.68	5 289

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAFOR (2014).

Este programa se ha llevado a cabo sobre todo en zonas rurales, pero en zonas peri-urbanas, ha presentado dificultades debido a que el monto que los beneficiarios deberían percibir por preservar y/o remediar debería ser lo suficientemente alto como para compensar lo que recibirían si decidieran urbanizar, en otras palabras, el costo de oportunidad (Pérez, 2011: 232). Por ello, al realizar estudios sobre el valor de los servicios ambientales hidrológicos de estas zonas como es el caso de estudio, pueda quizás ayudar a establecer nuevos rangos en los montos otorgados a los propietarios, al hacer determinaciones económicas con mayor precisión. Y de esta manera se pueda contribuir a mejorar la política pública ambiental y a lograr que los programas de conservación sean más efectivos.

Para el caso de los SAH, De Groot *et al.* (2006: 21), sugieren que estos planes de pago tienen que vincular la gestión de cuencas con los impactos aguas abajo y por lo tanto, los intereses y motivaciones de todos los agentes implicados, se tiene entonces que considerar tanto a los proveedores como a los usuarios. No obstante, Perevochtchikova y Vázquez (2011: 22) señalan que en la actualidad, muchos de los actores involucrados desconocen la importancia de los SA, lo que ocasiona que el mercado presente imperfecciones; debido a que existe información asimétrica, pues gran parte de la población tiene la percepción de que el agua es inherentemente un bien público, por lo que no tiene un precio de mercado.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES

La valoración económica ambiental figura entonces como un instrumento que puede aportar información para programas de conservación ambiental. Constituye un conjunto de herramientas que tienen como sustento la teoría económica, la cual considera que el comportamiento de las personas está dirigido a maximizar su bienestar individual y surge dentro de una lógica de mercado, ya que los servicios y algunos bienes ambientales, como ya se mencionó previamente, se toman como bienes públicos y por lo tanto, carecen de un precio pues no existe un mercado donde puedan ser intercambiados. No obstante, como resalta Heal

(2000: 24), se tiene que considerar que el precio de un bien no refleja su importancia en cualquier sentido social o filosófico general, pero puede ser útil en la formulación de las políticas. Si bien la valoración económica del medio ambiente no es la solución a los procesos de degradación y explotación de los recursos naturales, como apuntan Penna *et al.* (2011: 88), “su aplicación brinda información valiosa para la toma de decisiones privadas o sociales en aspectos que involucren a los servicios que ofrecen los ecosistemas que no han sido considerados en su verdadera dimensión por el mercado en la producción y el consumo de bienes y servicios, o por el Estado en el establecimiento de políticas que regulen el accionar de los individuos, el mercado y del propio Estado”.

Daily *et al.*, (2000: 395) mencionan que, a pesar de que valorizar los ecosistemas presenta limitaciones, es indispensable conocer y caracterizar estas funciones ecosistémicas, como cuantificar sus interacciones. Y aunque valorar o poner un precio a la naturaleza parezca riesgoso, en las sociedades ya se le da un valor implícito, considerando a los servicios ecosistémicos a menudo como gratuitos. Se trata de develar el verdadero valor que la sociedad le otorga a estos servicios y de ayudar a incluir esta dimensión en la toma de decisiones para así evitar un uso ineficiente de los mismos y la pérdida innecesaria de ciertos ecosistemas (Kroeger y Casey, 2007). Asimismo, Costanza *et al.* (1997: 255) consideran que los ejercicios de valoración del capital natural “al margen” consisten en determinar las diferencias que pequeños cambios en los SE producen en el bienestar humano.

Lambert (2003, citado por Penna *et al.*, 2011: 89) define a la valoración como la “asignación de un valor cuantitativo y monetario a los bienes y servicios suministrados por los recursos o sistemas ambientales, ya sea que se cuente o no con precios de mercado que nos puedan prestar asistencia.” De este modo se trata de estimar un valor para tener un marco de referencia que pueda ser de utilidad en la toma de decisiones. Además esto permite medir y comparar –crematísticamente–, la ganancia o pérdida de bienestar que experimente una persona o la sociedad a causa de una mejora o daño ambiental (Hernández, 2006: 46).

Es importante determinar un valor pues, como señalan Costanza y Folke, (1997: 50) "no podemos evitar el problema de valoración, porque mientras estemos obligados a tomar una decisión, estaremos haciendo una valoración". De esta manera, cuando se elige una opción frente a otra, por ejemplo, el desarrollo urbano frente a la conservación de un hábitat particular, esa elección indica cuál alternativa se está considerando con un valor mayor, por esta razón se debe tener una estimación para elegir la mejor alternativa, de modo que cualquier decisión implica una valoración (Barde y Pearce, 1991: 1).

Se tiene que tomar en cuenta la diferencia entre bienes, servicios e impactos ambientales, pues esto determinará el uso de metodologías distintas para su valoración. Los bienes y servicios ambientales pueden poseer un valor desigual para diversos individuos y grupos de personas. Sin embargo, los economistas (desde la publicación de Krutilla, 1967), desarrollaron un concepto denominado valor económico total (VET) (Ver Figura 2), que trata de condensar la agregación de los distintos valores marginales por debajo de algún tipo de umbral mínimo (Cristeche y Penna, 2008: 8), aunque como señala Turner (1999: 22), el valor ambiental total no es necesariamente equivalente al VET.

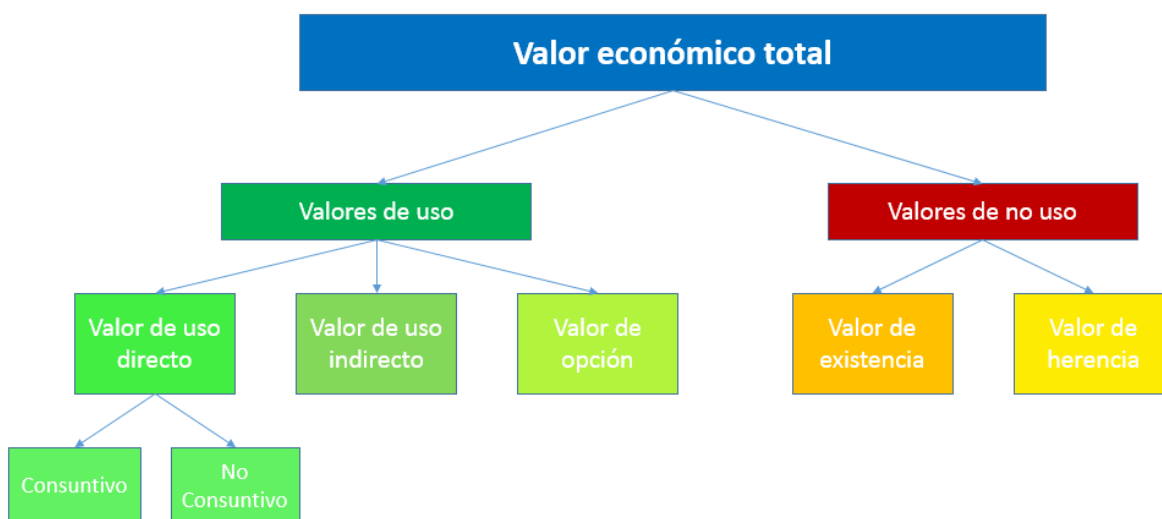


Figura 2. Tipología del Valor Económico Total (Fuente: Azqueta *et al.*, 2007, 88).

El VET se divide en dos categorías principales. Por un lado 1) el *valor de uso*, que hace referencia al carácter instrumental que adquieren los atributos de la naturaleza. Dado que las personas utilizan estos bienes o servicios, se verán afectadas por cualquier cambio que ocurra con respecto a la calidad, existencia o accesibilidad de los mismos (Azqueta *et al.*, 2007: 84). Este valor a su vez, se puede dividir entre *directo* e *indirecto*.

El *valor de uso directo* se refiere al valor de los bienes y servicios del ecosistema que son empleados de manera directa por los seres humanos con fines de consumo y producción (Penna *et al.*, 2011: 100), por ejemplo: la producción de alimentos, la producción de madera para utilizar como combustible o como insumo para la construcción, los productos medicinales derivados de sustancias naturales, entre otros. Se denomina “consuntivo” cuando la cantidad del bien disponible disminuye para otros usuarios y “no consuntivo” u “otros usos” cuando la utilización no reduce la disponibilidad del recurso; a esta característica se le conoce como “no rivalidad” en el consumo, y es una de las propiedades que definen a los bienes públicos, como se indicó previamente. Un ejemplo de ello, sería el disfrutar amenidades culturales y recreativas por la contemplación de un paisaje, o de alguna especie silvestre. De acuerdo al MEA (2003: 133), esta categoría corresponde a los SE culturales y de provisión. Se puede mencionar que la valoración para este tipo de valor, se verá reflejada a través de los precios de mercado.

Los *valores de uso indirecto* surgen de las funciones ecológicas del área a conservar (Barde y Pearce, 1991: 3), es decir, que se asocian a los servicios ambientales derivados de las funciones de soporte y de regulación de los ecosistemas y que se podrían considerar requisitos naturales o insumos intermedios para la producción de bienes y servicios finales. Por ejemplo, la intervención de los SE, como la provisión de agua y de nutrientes del suelo, la polinización y servicios de control biológico son fundamentales para la producción de alimentos. También, dentro de esta categoría se pueden incluir la filtración natural de agua que beneficia a las comunidades aguas abajo, la función de protección frente a tormentas que proveen los bosques brindando amparo a las

propiedades y a las obras de infraestructura adyacentes, y por último, el secuestro de carbono que beneficia a la comunidad entera mitigando el cambio climático (Cristeche y Penna, 2008: 10).

El *valor de opción* se refiere al bienestar que experimentan las personas por el hecho de preservar la oportunidad de utilizar en el futuro los bienes y servicios del ecosistema, ya sea por parte de las generaciones presentes (valor de opción) o de las generaciones futuras (valor de legado). De esta manera, como señalan Azqueta *et al.* (2007: 85) la desaparición de un parque natural (aunque no hayan estado en él jamás) supone una pérdida de bienestar, mientras que su conservación o mejora, lo eleva. Existe otro tipo de valor, que se llama de *cuasi-opción*, éste representa el beneficio que se percibe por postergar decisiones que en un contexto de elevado grado de incertidumbre puedan producir efectos irreversibles, hasta que surja nueva información que revele si ciertos servicios ambientales poseen valores que se desconocen hasta el momento (Cristeche y Penna, 2008: 10). Cabe resaltar que, algunos autores incluyen este valor dentro del conjunto de valores de no uso, aunque consideran la misma definición para este concepto. Dentro de esta categoría, se pueden incluir los SE culturales, de regulación y de provisión en el sentido de que no se están usando en la actualidad pero se pretenden usar en un futuro.

Por otro lado, 2) el *valor de no uso*¹, se divide a su vez en el *valor de existencia* el cual enmarca a las personas que valoran positivamente el simple hecho de que un bien exista, y en el *valor de herencia o legado* (“bequest value”) el cual engloba el deseo de preservar un bien ambiental para el disfrute por parte de las generaciones futuras (Azqueta *et al.*, 2007: 85-86), aunque a veces este valor no se menciona. Por sus características de intangible, estos valores resultan ser los más difíciles de estimar.

¹ En la literatura también se puede encontrar el término valor de uso pasivo (“passive-use value”), que fue adoptado en 1989 para referirse al valor de no uso o de existencia en general (Carson *et al.*, 1999: 97).

Se definieron los componentes del VET, no obstante, hay autores que consideran otro tipo de valores. Por ejemplo, se puede citar el trabajo de De Groot *et al.* (2002: 394) que al desarrollar su marco conceptual, no sólo toman en cuenta el valor económico (basado en la eficiencia), sino que incluyen además, valores ambientales (basados en la sustentabilidad ecológica) y socioculturales (basados en la equidad) que conformarían entonces el valor total de los ecosistemas (Ver Figura 3), que no sólo queda restringido al valor económico.

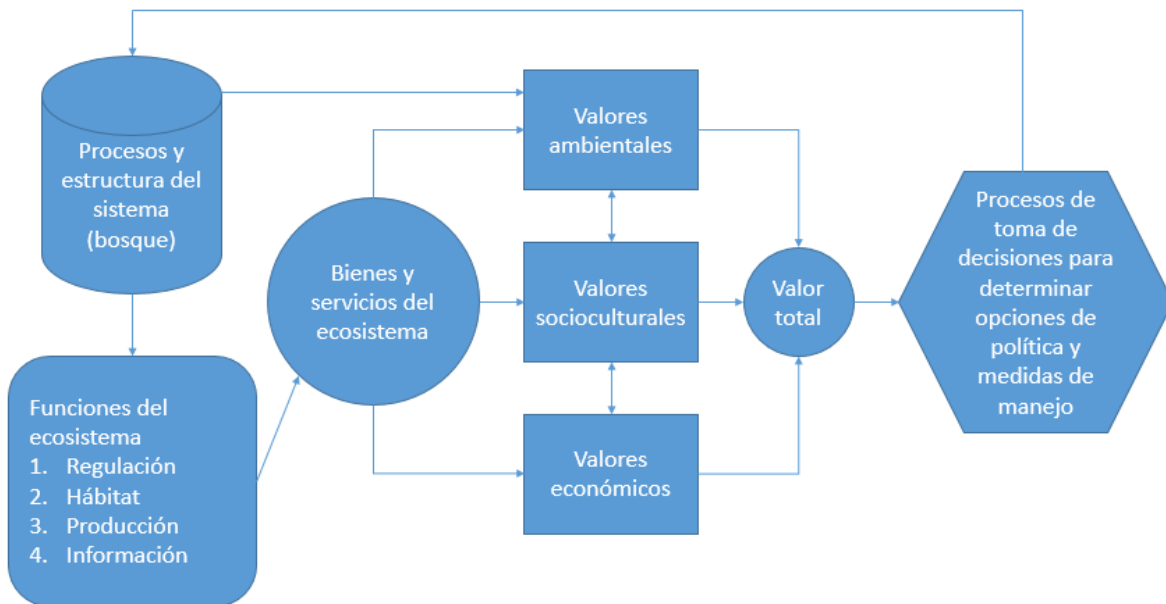


Figura 3. Marco conceptual para una valoración de las funciones, bienes y servicios (Fuente: De Groot *et al.*, 2002: 394).

Estos autores condensan lo que se denomina funciones ecosistémicas, resultado de procesos naturales y que son las que nos brindan los diferentes bienes y servicios ambientales, que serán sujetos de las valoraciones económico-ambientales y que podrán utilizarse en la toma de decisiones o en la creación de mercados ambientales. Para ello, se han desarrollado diferentes métodos que permiten estimar el valor, utilizando el dinero como denominador común para poder compararlo con otros bienes y servicios ambientales.

El análisis económico presenta métodos específicos para determinar el valor de los activos ambientales en unidades monetarias. El enfoque se basa en la noción fundamental de la economía de que los individuos tienen ciertas preferencias respecto de los bienes y servicios (Field y Field, 2003: 50). El concepto clave es estimar *la disposición a pagar* (DAP), directamente por un bien o indirectamente por lo que se renuncia al utilizar los distintos factores en la producción de dicho bien (es decir su costo de oportunidad) (Azqueta *et al.*, 2007: 89). Por lo tanto, el valor que le da una persona a un bien es lo que dicha persona esté dispuesta a sacrificar por él, es decir a pagar.

También, se puede estudiar la disposición a ser compensado o a aceptar (DAA), que consiste en determinar un monto a aceptar por renunciar a algún bien (o actividad productiva). Es decir, la DAA manifiesta la mínima cantidad de dinero que una persona estaría dispuesta a recibir por un cambio desfavorable en la calidad o cantidad del bien o servicio ambiental. Algunos trabajos han profundizado en la gran disparidad que existe entre la DAP y la DAA (Mitchell y Carson, 1989).

Otro trabajo que se puede mencionar, es el realizado por Hanemann (1999: 73), en donde se analizan algunas de las razones de esta discrepancia, las cuales pueden ser las diferencias en el ingreso, los costos de transacción, entre otras. Cabe mencionar que, la riqueza con que cuenta una persona puede ser un factor importante para su disposición a pagar, ya que puede reflejar la capacidad de pago de los individuos. En la teoría económica se ha observado que la disposición a pagar tiene un efecto decreciente, puesto que a medida que aumenta el número de unidades consumidas, lo normal es que la DAP por unidades adicionales del bien disminuya (Field y Field, 2003: 50).

Las técnicas de valoración económica que se utilizan para medir los diferentes bienes y servicios provistos por las funciones ambientales, se pueden clasificar en los métodos de valoración *indirecta* (de preferencias reveladas) que incluyen: i) los costos evitados o inducidos, ii) el costo de viaje, iii) el costo de

reemplazo y iv) los precios hedónicos; y los métodos *directos* (de preferencias declaradas), los cuales se basan en lo que las personas afirman al respecto, por ejemplo el hecho de tomar los precios directamente del mercado, tal es el caso del método de costo de oportunidad.

En esta categoría también se encuentra la valoración contingente (VC), siendo esta última de las técnicas más usadas. Con relación a esto Cristeche y Penna (2008: 7) señalan que la diferencia entre los métodos directos e indirectos, es que se ubican en una perspectiva temporal diferente. Mientras los métodos indirectos intentan inferir la valoración que hacen las personas de un hecho que ya ocurrió, a partir de la observación de su conducta en el mercado, el método de valoración contingente y sus variantes presentan una situación hipotética que aún no se ha producido.

A continuación, se describirá cada técnica brevemente. Dentro de los métodos indirectos, se encuentra el de los “costos evitados o inducidos” que incluyen a los métodos de “cambio de productividad” y “costo de reemplazo” o “costo de reposición”. A través del primero, se intenta estimar el valor de los servicios ambientales a partir de la contribución de los mismos a la producción de bienes y servicios que cuentan con un mercado (Penna *et al.*, 2011: 101).

Por su parte, el método de costo de reemplazo, en particular, busca precios y cantidades de bienes transados en el mercado que puedan operar como sustitutos de los bienes extra-mercado que se busca valorar. López-Morales (2012: 12) sugiere que se tienen que cumplir tres características para que este tipo de estudio sea válido, la primera característica obliga a que la alternativa al servicio en cuestión (por ejemplo, agua por trasvase) se provea en magnitud y calidad comparables al servicio o bien ambiental que está sustituyendo (por ejemplo, agua extraída del acuífero). La segunda característica impide sobreestimaciones del costo de reemplazo con alternativas cuyo costo supera al de la opción más barata disponible. La tercera opción requiere que realmente se necesita construir el sistema manufacturado si llegase a faltar el bien o servicio ambiental en cuestión.

Otro método es el de costo de viaje, el cual fue en un inicio sugerido por Hotelling (1947), y recoge el valor económico del uso del bien. Dado que la existencia del bien proporciona un beneficio directo a un usuario, se estima esto en términos de bienestar. De esta manera, el precio que se infiere, viene aproximado considerando los costos de desplazamiento del consumidor al sitio. Este método ha tenido múltiples aplicaciones, pero la más común ha sido para estimar los valores de uso recreativo de los espacios naturales, por ejemplo bienes y servicios turísticos o recursos escénicos (Farré y Duro, 2010: 112).

Por último, dentro de esta categoría de métodos de valoración indirecta, figura el análisis de los precios hedónicos que intenta estimar por medio de técnicas econométricas el valor de un determinado atributo o servicio ambiental a partir de su influencia en el precio de mercado de un bien “complejo” o “multiatributo”, como es el caso de la tierra o la vivienda (Penna *et al.*, 2011: 102). De esta manera, se “trata de inferir valores ambientales del comportamiento observado en ciertos mercados no ambientales, especialmente el mercado de la vivienda y, en cierto grado, el mercado laboral (Smith, 2011: 78-79). Este método utiliza entonces los precios de transacción (es decir, datos de mercado), para estimar el valor implícito de la tierra y los atributos importantes para la agricultura, los servicios ambientales, la estética, y la recreación (Larkin *et al.*, 2005 citado por Mashour *et al.*, 2005). Este análisis puede revelar los precios implícitos de los atributos específicos de la tierra y sus valores ambientales, pues está tomando los precios existentes en el mercado.

Dentro de los métodos directos, se encuentra el método valoración económica por costo de oportunidad. En economía, para subrayar que cuando se hace una elección en una situación de escasez, se renuncia a la oportunidad de hacer algo distinto, se utiliza el término “costo de oportunidad” que representa la actividad desaprovechada de mayor valor (Parkin y Esquivel, 2001: 4). Por lo tanto, el costo de oportunidad es una razón o cociente y representa la disminución de la cantidad producida de un bien, dividida entre el aumento de la cantidad producida de otro bien. Para realizar la valoración de un bien o servicio ambiental,

que carece de precio o mercado, se basa en el supuesto de que los costos de utilizar ese bien o servicio, para propósitos no comercializables pueden estimarse a través del ingreso perdido por no usar el recurso en otros usos que sí tienen mercado como variable proxy. Así, el costo de oportunidad es considerado como el costo de la preservación.

Por su parte, la valoración contingente (VC) se fundamenta en el concepto elemental de preguntar directamente a las personas su DAP o su DAA (de una compensación), por lo que el instrumento que se utiliza es un cuestionario. Se llama “contingente” porque trata de hacer que las personas expresen el valor monetario de lo que estarían DAP por una mejor calidad ambiental (o su DAA por un daño ambiental), si estuvieran en determinadas situaciones contingentes. Por ello, un punto importante para su aplicación es definir la población de estudio, en la cual se debe evaluar el grado de conocimiento del tema ambiental que se abordará.

Sin embargo, este método ha sido controvertido, ya que puede tener sesgos, pues como señala Viglizzo *et al.* (2011: 23), el valor absoluto de un bien o servicio ecosistémico derivado de la apreciación humana, corre el riesgo de acarrear una alta carga de subjetividad e incertidumbre. Por esta razón, Penna *et al.* (2011: 104) mencionan que en 1993, se llevó a cabo la elaboración de un informe conocido como el Blue Ribbon Panel, realizado por dos economistas Solow y Arrow, acerca de la confiabilidad del método. En tal informe, se sugieren algunas recomendaciones con el fin de minimizar los posibles sesgos, y se le reconoce como válido, es decir, capaz de brindar estimaciones confiables. Si bien, este método tiene limitaciones, las investigaciones que lo han utilizado han ayudado a su comprensión y maduración, por ello Cristeche y Penna (2008) recomiendan continuar estudiándolo para perfeccionar su eficiencia y eficacia.

En la Figura 4, se aprecian las diferentes categorías del valor económico total y los distintos métodos que se han usado para cada tipo de valor. Se observa que la valoración contingente (VC), puede ser utilizada tanto para el cálculo de valor de uso, consuntivo o no, como de los valores de no uso. Así mismo, este

método sirve para estimar valores económicos de todo tipo de ecosistemas y servicios ambientales asociados a ello, que dispongan de mercado o no.

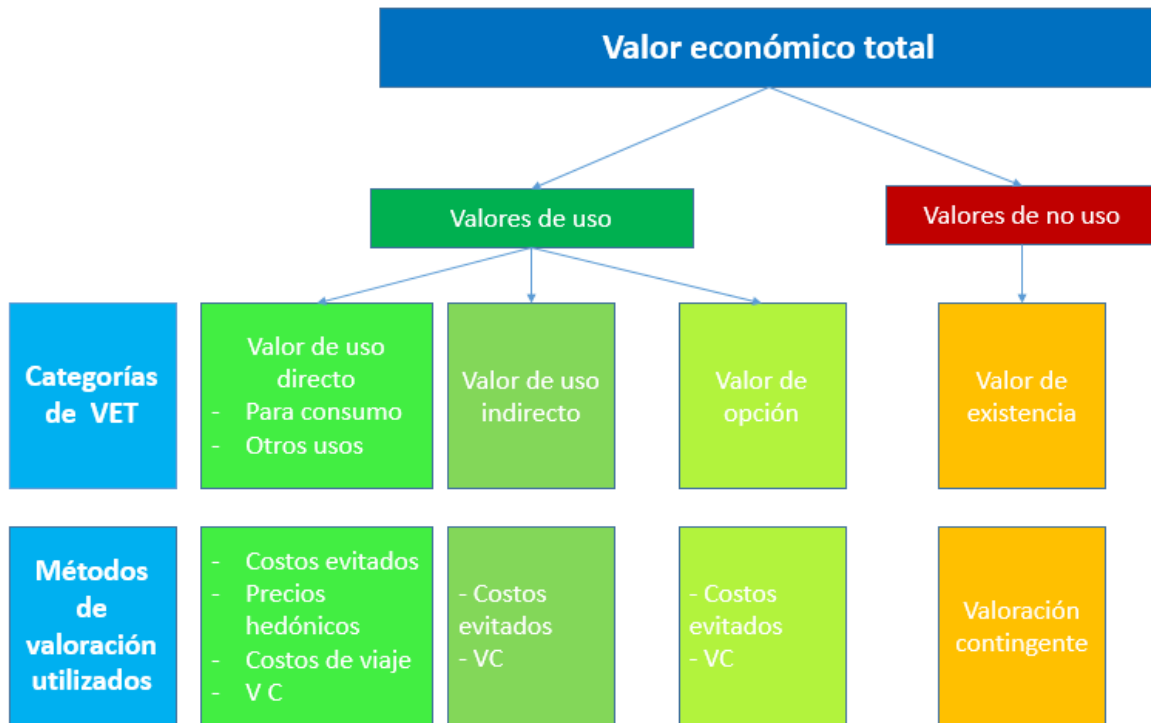


Figura 4. Descomposición del VET y los Métodos de Valoración Económica (Fuente: Millenium Ecosystem Assessment, 2003: 132).

La clasificación en métodos de preferencias reveladas y declaradas es la más usada, no obstante los métodos se pueden agrupar de distinta manera. Por ejemplo, Dosi (2001 citado por Hernández, 2006: 49), propone tres categorías con relación al mercado: 1) *precios de mercado*, en la cual el valor económico de los cambios ambientales se valora directamente de los precios vigentes, incluye el método de costo de oportunidad, la estimación de beneficios de consumo, análisis costo-beneficio y precios hedónicos; 2) *métodos de mercados sustitutos*, en el que se mide el valor de un bien o servicio ambiental carente de mercado utilizando el precio de bienes complementarios, relacionados o sustitutos, dentro de esta categoría se encuentran: los análisis de costo de viaje, costos de reposición y costos evitados; 3) la categoría de las *preferencias expresadas*, que se refiere a

preguntar a los individuos el valor que le otorgan a un bien o servicio ambiental, aquí figura el método de valoración contingente (Hernández, 2006; Chávez-Cortes y Mancilla-Hernández, 2014: 164).

La valoración económico- ambiental en periferias urbanas

Existen múltiples estudios sobre valoración económica de servicios ambientales de diversos ecosistemas como bosques, humedales (Sanjurjo, 2001), arrecifes de corales y ambientes marinos, entre otros. No obstante, las investigaciones enfocadas a ecosistemas en espacios urbanos o peri-urbanos son escasas. Para el caso del Distrito Federal, se han encontrado pocos trabajos y éstos apuntan principalmente a la delegación La Magdalena Contreras. Uno de ellos se refiere a la importancia de la Cuenca del Río Magdalena (Almeida-Leñero *et al.*, 2007). De igual forma, el análisis de Arreguín-Sámano y Torres-Pérez (2012) se basa en un modelo de valoración económica de los SAH de la delegación La Magdalena Contreras, que utiliza ecuaciones simultáneas para analizar la disposición a pagar (DAP) por el servicio. Sin embargo, se hace notar que prácticamente no hay estudios sobre la delegación Tlalpan, a pesar de ser la segunda delegación con mayor superficie de Suelo de Conservación, y con una gran extensión de cobertura forestal.

Estudios de valoración de los servicios ambientales hidrológicos (SAH).

Sobre la valoración de los servicios ambientales hidrológicos, se han realizado diversas investigaciones, utilizando métodos distintos. Por ejemplo, el trabajo de Núñez *et al.* (2006) quienes emplearon el método de cambio en la productividad para valorar los SAH de los bosques templados de una región en Chile. Se pueden citar los estudios sobre la valoración del SAH utilizando el método de costo de oportunidad para la cuenca del río Tempisque en Costa Rica (Barrantes, 2000), para la zona de Talamanca también en ese país (Barrantes y Sánchez, 2007), para el bosque de una alcaldía en Nicaragua (Barzev, 2004) y para una microcuenca en Perú (Pérez, 2013).

En México, Rodríguez *et al.* (2012), estimaron el costo por SAH en la cuenca del río Guayalejo, Tamaulipas, utilizando también el método de cambio en productividad para calcular el valor implícito del agua, y también estimaron el valor de recuperación de la cuenca hidrológica.

Otros estudios han utilizado la valoración contingente, como la investigación de Larqué-Saavedra *et al.* (2004), quienes utilizan este método para reconocer el valor de los servicios ambientales por parte de la población del bosque del municipio de Ixtapaluca, en el Estado de México. Asimismo, Pérez-Verdin *et al.* (2011) utilizan esa técnica para valorar los SAH de los bosques templados de México, al igual que Silva-Flores *et al.* (2010), quienes la combinan con el método de costo de oportunidad para la valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos (SAH) en Durango. Otro trabajo es el de Chávez-Cortes y Mancilla-Hernández (2014) quienes también usaron ese método pero aplicado a la cuenca alta del río Pixquiac en Veracruz.

Así, el método de costo de oportunidad se ha utilizado para calcular el valor económico-ambiental de los bosques como captadores de agua. En el caso de la captación y almacenamiento de agua, el costo de oportunidad se basa en el supuesto de que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen precios en el mercado o no son comercializados, pueden ser estimados usando como variable proxy el ingreso perdido por no emplear el recurso en otros usos. Entonces si un área boscosa se destina a la conservación, se deben tomar en consideración las actividades que ya no se realizarán en esa zona, las cuales pueden ser agrícolas o ganaderas. Los ingresos que se dejan de percibir en la actividad económica elegida representan entonces el costo de oportunidad del bosque. De esta manera, en vez de valorar directamente los beneficios del bosque, se estiman los ingresos dejados de ganar por preservar el área, y de esta manera se asigna un valor al bosque (Chávez-Cortes y Mancilla-Hernández, 2014: 164). Pues como menciona (Barrantes y Sánchez, 2007: 10) es necesario reconocer a los propietarios de los bosques los ingresos que estarían sacrificando por someter espacios de sus terrenos a la conservación natural de los

ecosistemas. De este modo, el valor de captación de agua se asigna según el costo de oportunidad de la actividad alternativa más rentable.

Cabe resaltar que las investigaciones realizadas se han enfocado en actividades económicas que compiten con el bosque, como pueden ser la ganadería, la agricultura o la silvicultura (para la extracción de productos maderables). No obstante, es importante señalar que en este trabajo se trata de un bosque ubicado en la periferia de la ciudad, es decir en un contexto periurbano, por lo que el factor principal que afecta al bosque es la urbanización, aunque esto no sea en sí, una actividad económica. El “valor de urbanizar”, se refiere al hecho de que los dueños del bosque venden sus terrenos y reciben un monto monetario por ello, no obstante como menciona Barzev (2004: 8) no se considera como una alternativa, ya que se trata de una actividad puntual que genera beneficios económicos una sola vez. Además, no se cuenta con algún indicador económico que sintetice el valor de la “actividad urbana” por ello se decidió tomar como referente a la agricultura para emplearla en el método de costo de oportunidad.

En este capítulo se definieron los conceptos de bienes y servicios ambientales, y en particular los servicios ambientales hidrológicos. Además, se presentó el programa de Pago por Servicios Ambientales y su aplicación en México. También, se expuso el concepto de valor económico total (VET), y se explicaron los diferentes métodos que se utilizan para llevar a cabo valoraciones económicas de los servicios ambientales, poniendo énfasis en la valoración contingente y en el método de costo de oportunidad, que son los métodos que se utilizaron en esta investigación para estimar la valoración de los servicios ambientales hidrológicos del bosque del Ajusco.

CAPÍTULO II. Metodología

ZONA DE ESTUDIO: LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL Y SANTO TOMÁS AJUSCO

El Distrito Federal, DF (donde se ubica nuestra zona de estudio) forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y cuenta con una población de 8 873 017 habitantes (INEGI, 2010). Por su parte el territorio del DF está dividido en suelo urbano, con una extensión de 60 868 ha (41%) y Suelo de Conservación(SC) que cuenta con 87 291.4 ha (59%), distribuidas en 9 delegaciones: Cuajimalpa de Morelos (7.5%), Álvaro obregón (3.1%), La Magdalena Contreras (5.9%), Tlalpan (29.4%), Xochimilco (11.9%), Tláhuac (7.2%), Milpa Alta (32.2%), Gustavo A. Madero (1.4%) e Iztapalapa (1.4%).

Donde Tlalpan resulta ser la segunda delegación de importancia por su extensión de SC, además es donde se encuentra la Sierra del Ajusco-Chichinauhtzin, en la cual se conservan las principales zonas boscosas de la ciudad, que además proveen importantes servicios ambientales, por lo cual es de gran importancia preservar esta área (PAOT-SMA, 2012) (Figura 5).

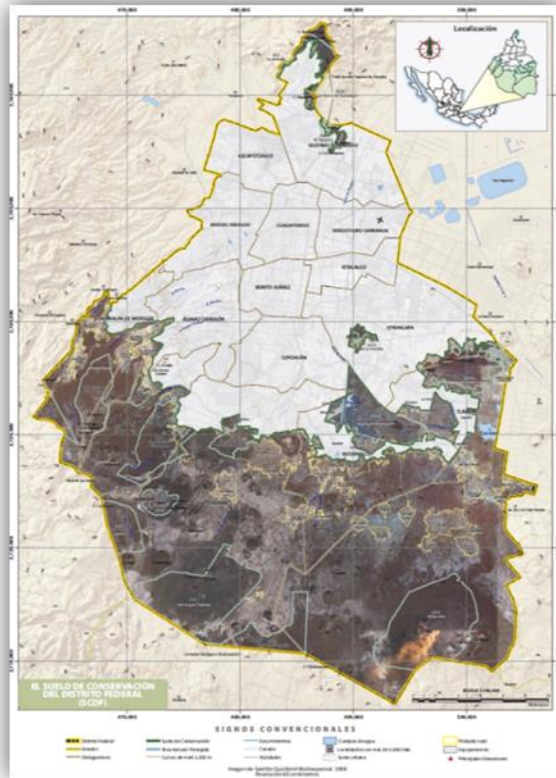


Figura 5. El Suelo de Conservación del Distrito Federal (Fuente: PAOT-SMA, 2012)

El origen del Suelo de Conservación se remonta a 1978, cuando el Plan Director para el Desarrollo Urbano del DF dividió el territorio en Espacios Urbanizados, Reservas Territoriales y Espacios dedicados a la Conservación, los cuales se reconocían como esenciales para mantener el equilibrio ecológico y el medio ambiente urbano (Sheinbaum, 2011). Así, como menciona Castelán y Mejía (2011), este territorio se refiere a las zonas en las que se establecen fuertes restricciones en el uso del suelo, ya que las características naturales de esta zona se traducen en ecosistemas importantes para la subsistencia de la ciudad de México.

Entre los servicios ambientales que presta este territorio están: el suministro de agua, ya que es la fuente principal de recarga del acuífero de la ciudad, provee alrededor de 60-70% del agua que se consume en la ciudad; la regulación del clima; asimismo es un reservorio de biodiversidad; y brinda posibilidades de

recreación, valores escénicos y culturales, además de contribuir a la producción de alimentos y materias primas (PAOT-SMA, 2012). También ayuda a la disminución en los niveles de contaminación. Por ejemplo, un estudio realizado por Vela *et al.* (2012) destaca la importancia del Suelo de Conservación del DF en el almacén de carbono orgánico en el suelo.

Sin embargo, existen diversos elementos que ejercen presión sobre el SC, mismos que han alterado sus condiciones naturales y también disminuido su capacidad para proporcionar los servicios ambientales (Sheinbaum, 2011: 20), a continuación se mencionan algunos.

La expansión urbana es el principal factor de presión. Del 2003 a 2007 se encontró que la expansión urbana en todo el SC fue de 5 298.6 hectáreas, aproximadamente 1324.6 ha por año (Aguilar y Santos, 2011: 115). Schteingart y Salazar (2005) abordan cuatro casos de ocupación del suelo en la periferia, dos de ellos, por asentamientos humanos irregulares (AHI) en Suelo de Conservación del Distrito Federal. Estas autoras resaltan que estos AHI se caracterizan porque el acceso al suelo se produce de manera ilegal, ya sea a través de invasiones o bien de ventas por parte de fraccionadores ilegales, en terrenos ejidales y comunales. De igual manera, Aguilar (2008: 141) analiza las dinámicas de ocupación que se dan en el Suelo de Conservación y menciona que existen tres tipos: 1) expansión de los pueblos originarios, 2) los asentamientos irregulares y 3) una ocupación dispersa llevada a cabo por las clases medias.

También se puede aludir a los cambios que se presentaron a raíz de la modificación al artículo 27 Constitucional, y que fomentaron una nueva presión sobre el suelo peri-urbano. Tal es el caso, del trabajo realizado por Salazar (2014: 1) que indica que “la liberalización de la tierra de las comunidades agrarias (ejidos y comunidades) al mercado de suelo urbano, fruto de las reformas de 1992 y a la Ley Agraria, trajo consigo un incremento en la oferta de suelo para el crecimiento urbano vía mercado formalizado”, pues entraron nuevos actores que presionan sobre el precio del suelo.

De igual forma, Cruz-Rodríguez (2011: 67) enfatiza que las normas legales para liberalizar la propiedad ejidal (en 1992) determinaron un aumento en la incorporación de este tipo de tenencia al suelo urbano. En su estudio, al comparar datos del crecimiento urbano de 1980-90 en los que el 27% del área urbana estaba en tierras ejidales, se observa que para el 2000, casi el 50 % de las AGEB's urbanas estaban en este tipo de propiedad. Así debido a los cambios constitucionales, la expansión urbana se ha dado tanto de forma informal como formal. Si bien, legalmente se encuentra prohibido el establecimiento de vivienda urbana en el SC, la ampliación de los asentamientos irregulares continúa creciendo.

Otros factores de cambio de uso del suelo han sido relacionados con la veda forestal, la tala ilegal, la apertura de caminos y los incendios forestales. Debido a la restricción legal a los propietarios de los terrenos (en su mayoría colectivos en el SC) para explotar recursos maderables, ellos han recurrido a otras prácticas como la tala clandestina y la extracción de la tierra, en parte por sus reducidos ingresos pero también por un desinterés general por la conservación de los bosques ya que consideran que al no proporcionar ganancias no tienen mayor utilidad. Así, la veda forestal ha conducido a problemas como la extracción ilegal de tierra, plagas, la construcción de nuevas carreteras, la disminución de la cobertura natural, la extinción de especies, así como desconectividad con el resto de paisaje natural (Sheinbaum, 2011: 22)

Asimismo, se ha dado una sobreexplotación del acuífero del SC (zona lacustre de Xochimilco y Tláhuac) para el abastecimiento de agua a la Ciudad de México, lo que ha ocasionado que las fuentes naturales de recarga y descarga de agua subterránea se secan, además de problemas de hundimientos heterogéneos en la zona y problemas de contaminación.

Respecto a la legislación del SC, por un lado, el Programa General de Ordenamiento Ecológico Territorial del Distrito Federal (PGOEDF, 2000-2003), es el instrumento que norma los usos del suelo y las actividades productivas. Se contemplan 8 categorías, las cuales son: 1. Forestal de Conservación, 2. Forestal

de Conservación Especial, 3. Forestal de Protección, 4. Forestal de Protección Especial, 5. Agroforestal, 6. Agroforestal Especial, 7. Agroecológica y 8. Agroecológica Especial.

Por otro lado, en el SC tiene injerencia el Programa General de Desarrollo Urbano (2003) que se ocupa de los 36 poblados rurales. Debido a estos dos tipos de normatividades, la ambiental y la urbana, se ha dado una separación entre lo rural y lo urbano, lo que ha asignado políticas distintas para cada ámbito. Esto da lugar a la principal contradicción en el SC: a la vez que hay una excesiva regulación en el SC, ésta no ha sido suficiente para controlar las actividades productivas, el deterioro ambiental y los asentamientos irregulares (Aguilar y Santos, 2011: 103).

Para la conservación de diversos SA se han implementado diferentes programas, como PSA federal, PSA del DF, Programa de Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas (PROFACE), y otros anteriores como el Programa Integral de Empleo Productivo y Sustentable (PIEPS) y el Programa de Fondos Comunitarios para el Desarrollo rural Equitativo y Sustentable (FOCOMDES), 2001-2007; los cuales tienen el sentido de aportaciones económicas al fomento de los productores rurales, ejidos, comunidades y sociedades de producción y usufructuarios legales del SC (Perevochtchikova y Torruco, 2013), pero al parecer no han podido frenar el cambio de uso del suelo. Así Ímaz *et al.* (2011: 50), señalan que a pesar de que ha crecido el interés por la preservación de los ecosistemas que conforman este espacio, no se ha podido trascender de una política clientelar que incentiva y/o tolera el crecimiento de los asentamientos irregulares, reduciendo y segmentando los espacios naturales. Tampoco las políticas de apoyo a los poseedores de la tierra ha superado esta lógica, ya que prevalecen los criterios clientelares acerca de los beneficiarios de los programas.

Una razón importante es la que destacan Castelán y Mejía (2011) referente a la renta agropecuaria, que es muy baja en comparación con la renta urbana, por lo que el propietario del predio ubicado en SC, obtiene una ganancia mayor al

fraccionar su terreno y vender los lotes, en lugar de dedicarse a actividades agropecuarias o forestales, que le aportan menos ingresos, entonces prefiere deshacerse de sus propiedades, las cuales entran al mercado inmobiliario, cambiando el uso de suelo. Por ello, es importante encontrar nuevas maneras de valorar este territorio para poder incluir este aspecto en la adecuación de instrumentos de política como el programa de Pago por servicios ambientales (PSA).

La delegación de Tlalpan es la más grande del Distrito Federal, cuenta con una superficie de 30 449 hectáreas que representan el 20.52% respecto al total de la superficie del Distrito Federal (148,353 hectáreas). Se estima que el 16.5% de su territorio (5 023 ha) se encuentra en Suelo Urbano y el restante 83.5% (25 426 ha) se constituye como Suelo de Conservación (GDF, 2010: 6).

La demarcación está compuesta por 74 colonias, once barrios y ocho pueblos, cuya distribución tiene una connotación geográfica, histórica y social, pues los dos primeros se sitúan en la zona baja, rodeando el centro de Tlalpan, mientras que los pueblos se ubican en las laderas de la sierra del Chichinahuatzin y la sierra del Ajusco de Zilcuayo (Portal, 1994: 38). Estos pueblos son: San Andrés Totoltepec, San Miguel Topilejo, Parres El Guarda, San Miguel Xicalco, San Pedro Mártir, Magdalena Petlascalco, San Miguel Ajusco y Santo Tomás Ajusco.

Tlalpan cuenta con 26 mil hectáreas de Suelo de Conservación y pueblos rurales. Este territorio está integrado por diversos recursos naturales, historia, cultura y tradiciones que han ayudado a conservar su identidad rural. Por la importancia de conservar los recursos naturales y la sobrevivencia sociocultural los pueblos rurales originarios de Tlalpan, o cualquier planteamiento de estudio en el área rural de la región, requiere reconocer a los sujetos sociales que son dueños, poseedores y transformadores del territorio: los núcleos agrarios, esto es, los ejidos, comunidades y pequeñas propiedades radicadas en la delegación (Pérez, 2011: 28).

La principal característica de estos pueblos es que han conservado un conjunto de instituciones políticas, culturales y sociales derivadas de una relación con la defensa de la integridad territorial y de los recursos naturales (Camacho, 2012: 82). Estos poblados se fundaron durante la época colonial a partir de las congregaciones de indios de la zona, habitada principalmente por tepanecas (Portal, 1994: 39) y son entonces descendientes de las poblaciones que habitaban antes de la conquista, de ahí la denominación de “originarios”. Como ya se mencionó se rigen principalmente por sus usos y costumbres, y siguen preservando sus fiestas patronales y sus lugares tradicionales (Salgado, 2013: 77). Sin embargo, debido a la expansión urbana se han ido integrando poco a poco a la mancha urbana.

De acuerdo al Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito (GDF, 2010: 31) la delegación se divide en cuatro zonas homogéneas, la número 4 se nombra “poblados rurales”, en esta categoría figuran seis de los ocho pueblos originarios, entre ellos San Miguel y Santo Tomás Ajusco. En dicho programa se determinó que esas localidades muestran usos del suelo predominantemente habitacional rural con comercio y servicios básicos de influencia local, además manifiestan una traza urbana irregular adaptada a la topografía del lugar.

La comunidad del Ajusco está formada por San Miguel y Santo Tomás, a los cuales también se les denomina barrios. Su nombre se relaciona con el gran número de manantiales que se encuentran en las faldas de la sierra. Proviene del náhuatl *Axoch* (atl-xochitl-co) que significa, de acuerdo con el trabajo de Percherón (2008, citado por Ruiz, 2014: 5), “lugar de la flor de agua”, “floresta de aguas” o “lugar de manantiales”, o como lo conocen “lugar en donde florece el agua”.

Características ambientales

Localización geográfica y fisiografía

La comunidad del Ajusco se localiza al suroeste del Distrito Federal, en la parte sureste de la delegación Tlalpan, a una latitud de 19°13'17" y una longitud de

99°12'18'' (Camacho, 2012: 83), colinda al norte con San Nicolás Totolapan, San Andrés Totoltepec y con parte del pueblo de Huitzilac del Estado de Morelos, al oriente con los pueblos de la Magdalena Petlacalco y San Miguel Xicalco; y al poniente con el pueblo de Jalatlaco del Estado de México. Cuenta con 7 619.2 hectáreas reconocidas por el Registro Agrario Nacional (RAN, 2014).

Geográficamente, se encuentra en la porción oriental del límite meridional de la Cuenca de México, la cual es una formación hidrográfica endorreica (Ver Figura 6).

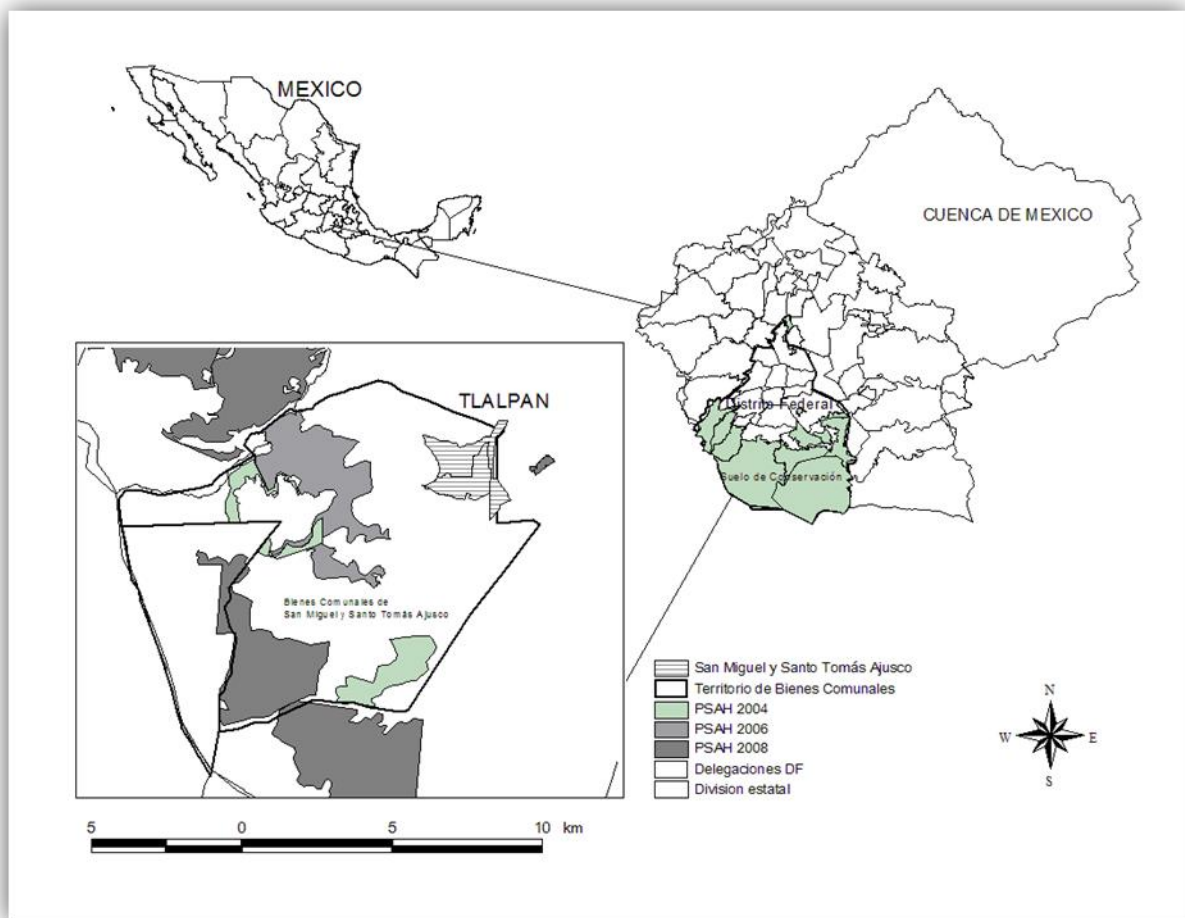


Figura 6. Ubicación de San Miguel y Santo Tomás Ajusco y del programa de PSAH (Fuente: Perevochtchikova y Rojo, 2014: 18)

La región se inserta en distintas clasificaciones, tanto bióticas como geomorfológicas, debido a su importancia en las diferentes escalas de estudio (Almaraz, 2014: 36). Así, por sus características ecológicas, figura como una región terrestre prioritaria que se llama Ajusco-Chichinautzin considerada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Arriaga *et al.*, 2000: 430); por las demográficas se incluye dentro de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM); y por último por sus rasgos fisiográficos, se considera parte de la Sierra de las Cruces y la Sierra del Chichinautzin (García-Palomo *et al.*, 2008) y también de la porción meridional de la provincia denominada Faja Volcánica Transmexicana (F.V.T.M.) o Cinturón Volcánico Mexicano (Torres y Luna, 2006).

Relieve

El área forma parte de la provincia del Eje Neovolcánico Transversal (ENT) el cual cruza el país de oeste a este en la latitud 19 Norte (Siebe, 2009) y de la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac (INEGI, 2011). El pueblo del Ajusco se sitúa en la sierra del mismo nombre, que pertenece a la Sierra de Las Cruces que constituye el límite occidental de la cuenca de México (García-Palomo *et al.*, 2008: 159) Se ubica a una altitud que va de los 2850 a los 3930 msnm y sus principales elevaciones son (Camacho, 2012: 84), (Figura 7):

- La Cruz del Marqués: 3 930 msnm
- Santo Tomás: 3 710 msnm
- Pico del águila: 3 880 msnm
- Mezontepec: 3 480 msnm

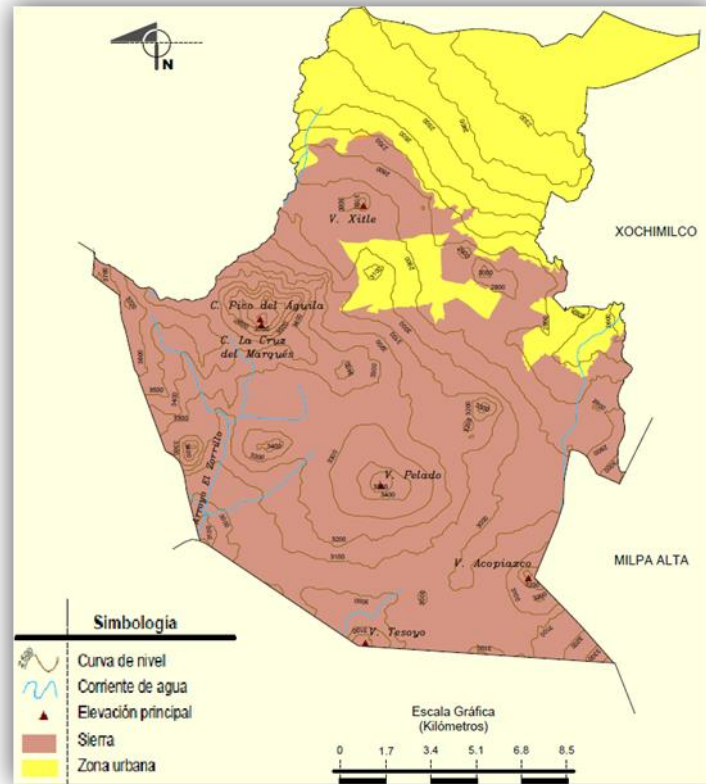


Figura 7. Relieve de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011).

Clima

Esta zona presenta clima templado y húmedo, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1988) es semifrío C (w₂)(w)(b') con temperatura media anual entre 5 y 12°C, lluvias en verano (Figura XX), es el más húmedo de los subhúmedos y tiene un promedio de precipitación anual de 1 340 mm (Lara-Reséndiz *et al.*, 2014: 887). De acuerdo a Toscana (1998: 12) el Ajusco repercute en el aspe climático de la cuenca de México, ya que los vientos locales del área metropolitana viajan del noreste al suroeste, donde chocan con el Ajusco, por lo que se ven forzados a ascender, enfriándose adiabáticamente y condensando su humedad, lo que produce la formación de nubes que originan precipitaciones abundantes. Por ello esta zona suroestes es la más lluviosa del Distrito Federal (Figura 8).

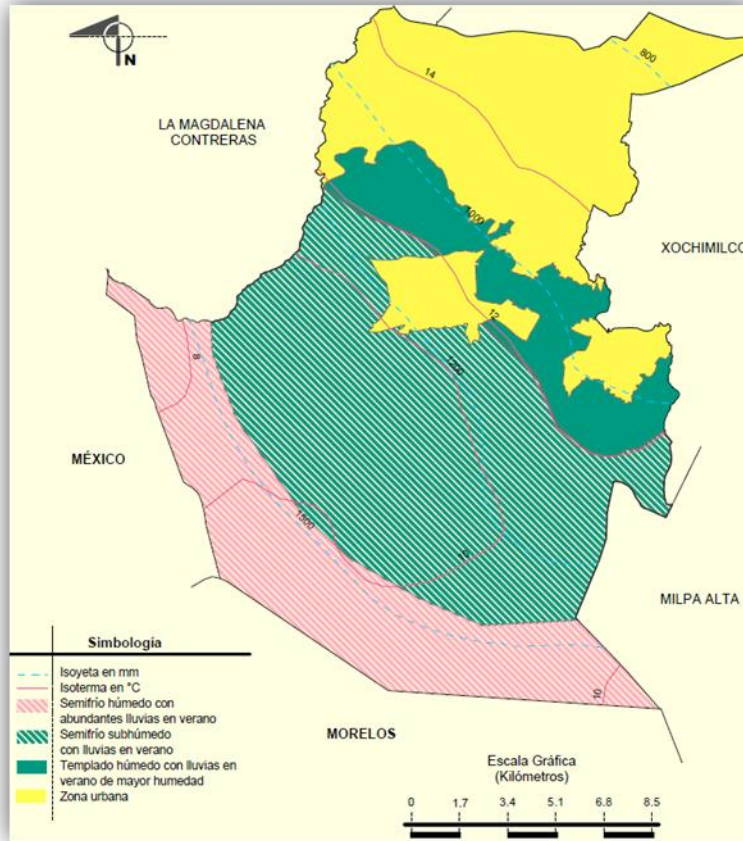


Figura 8. Climas de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011).

Geología

De acuerdo al INEGI (2011), la Sierra del Ajusco está compuesta por rocas ígneas extrusivas, que son rocas que se forman cuando hay derrames de magma y éste se enfría y solidifica. Se les llamas extrusivas cuando el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, en el caso de una erupción volcánica. Según Cserna *et al.* (1988, citados por Toscana, 1998: 14) el componente principal es la andesita, roca ígnea volcánica de composición intermedia, que constituye la Formación Ajusco, la cual cubrió a las rocas andesíticas de la Formación Xochitepec y a la Formación de las Cruces, que se considera ocurrió en el Plioceno tardío o en el Pleistoceno.

Vegetación

De acuerdo a Velázquez (2010: 11) esta región aún guarda una alta proporción de las condiciones originales, a pesar de estar influenciada por el crecimiento anárquico y acelerado de las zonas urbanas. En ella se encuentran reportados ocho tipos de vegetación: pastizal, bosque de coníferas, bosque mixto, bosque de encinos, bosque mesófilo, matorral xerófilo, tipos acuáticos y subacuáticos. Los bosques de coníferas y de latifoliadas (encinos) modifican el microclima (reducen la velocidad del viento, amortiguan los cambios de temperatura, reducen la cantidad de luz que llega al suelo) y proporcionan la heterogeneidad ambiental necesaria para soportar la diversidad de especies animales (Granados *et al.*, 2004: 114).

La zona de estudio cuenta con un 45% de cobertura forestal, correspondiente a bosques de coníferas con especies de pino (*Pinus hartwegii* y *Pinus spp.*) y oyamel (*Abies religiosa*); y bosques mixtos (5%) de pino y encino (*Quercus spp.*) (García-Aguirre *et al.*, 2007), entre los otros usos de tierra, está el agrícola con 15%, el pastizal con 20%, y finalmente el uso urbano con un 15% (Figura 9).

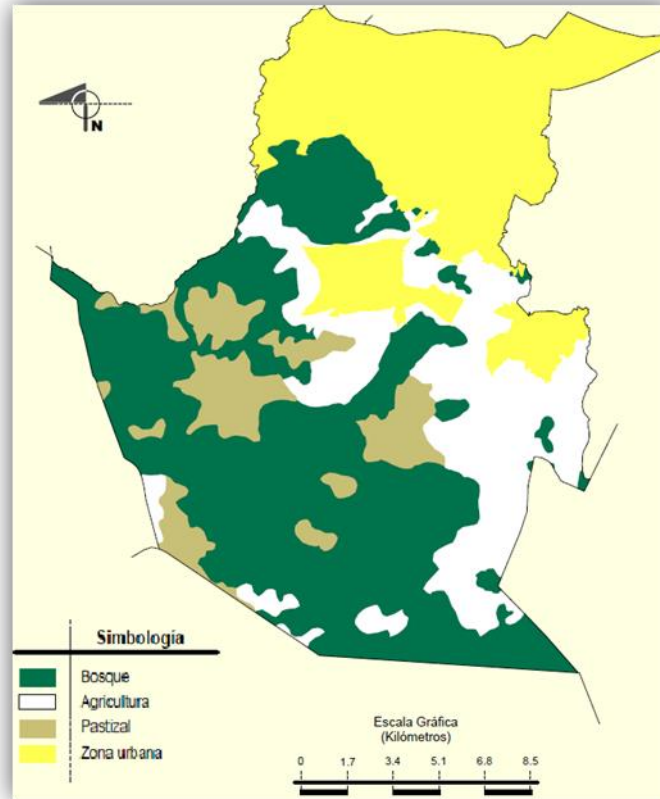


Figura 9. Vegetación y usos de suelo de la delegación Tlalpan (Fuente: INEGI, 2011).

Fauna

Este territorio se ubica dentro del corredor biológico Ajusco-Chichinautzin que abarca las sierras de las Cruces, del Ajusco, del Chichinautzin, de Zempoala y el sistema Cadera. Este corredor comprende un gradiente marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos, asegurando la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona (Arriaga *et al.*, 2000: 430). De acuerdo al estudio de Granados *et al.* (2004: 113) en esta región se estimaron alrededor de 16 familias, 37 géneros y 52 especies de mastofauna, de las cuales 21 son especies de roedores, 11 de carnívoros, 10 de murciélagos, 4 de insectívoros, 3 de lagomorfos (conejos) y finalmente figuran los tlacuaches, el armadillo y el venado cola blanca.

Además, en la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco existen 10 especies endémicas, entre ellas se pueden mencionar el conejo de los volcanes o zacatuche (*Romerolagus diazi*), que desafortunadamente se encuentra en peligro de extinción; la tuza (*Pappogeomys merriami*) y dos especies de ratones (*Neotomodon alstoni* y *Reithrodontomys chrysopsi*). Esta zona también tiene una gran riqueza en cuanto a aves y reptiles (Granados *et al.*, 2004: 113). Por ello, el Ajusco se considera de gran importancia para la preservación de la biodiversidad de flora (Velázquez *et al.*, 2010) y fauna (Velázquez y Romero, 1999).

Hidrología

En términos hidrológicos la zona de estudio se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa (RHA) XIII Aguas del Valle de México, y pertenece a las Regiones Hidrológicas (RH) 18 Río Balsas y 26 Río Pánuco (CONAGUA, 2011); forma parte de la cuenca del Río Grande de Amacuzac, y de la micro-cuenca de Tres Marías y Santiago (PAOT-SMA, 2012).

Como se mencionó el Ajusco es una estructura volcánica compuesta por rocas andesíticas; por lo que la red hidrográfica local está conformada por arroyos de carácter intermitente que recorren trayectos cortos por la permeabilidad alta de la roca. Actualmente, existen sólo dos en cercanía al sitio que son ríos San Buenaventura y San Juan de Dios, que en otros tiempos fueron caudalosos, sin embargo, ahora ya no lo son. También se encuentra el río Eslava que es intermitente y pasa por el límite de las delegaciones Tlalpan y Magdalena Contreras. De acuerdo a (Grupo Metropolitano en Ingeniería, 2009: 15), existen además las corrientes Regaderas y Viborillas que son de régimen perenne, y se captan casi en su totalidad durante los meses de estiaje y en forma parcial durante la época de lluvias, debido a lo caudaloso de su flujo. La sucesión de depósitos de andesitas, que en muchos casos son afectados por fallas y/o fracturas, provocan variaciones verticales y horizontales en la permeabilidad, lo cual permite la generación de manantiales. Su recarga ocurre en las partes altas, debido a la infiltración del agua de lluvia o a la fusión de la nieve. Existen diferentes procesos que propician la aparición de manantiales. El primero es por fracturamiento en rocas andesitas y brechas volcánicas que permiten la infiltración pluvial. Otro es

por cambios litológicos o tectónicos y por último, en algunos casos se debe al intemperismo físico (Grupo Metropolitano en Ingeniería, 2009: 11).

En cercanía a la zona del Ajusco, se encuentran ocho manantiales permanentes, los cuales son: Agua Grande, El Sauco, La Sauceda, Monte Alegre, Potrero Chico, Rancho Viejo, Tulmiac y Viborillas (Grupo Metropolitano en Ingeniería, 2009: 22). Los manantiales se encuentran divididos en sistemas y subsistemas, de acuerdo a la subcuenca o al sitio en que se ubican o bien por estar interconectados mediante una red principal de captación y distribución, o por la corriente superficial principal a la vierten sus caudales o la instalación a donde llegan los mismos, como son tanques o plantas de bombeo.

Características socio-demográficas

La comunidad del Ajusco, compuesta por dos pueblos San Miguel y Santo Tomás Ajusco cuenta con una población total de 29781 habitantes (INEGI 2010).

Crecimiento demográfico

El crecimiento demográfico en el DF, Tlalpan y en la comunidad de Ajusco se ve reflejado en el Cuadro 5 y en la Figura 10. Se observa que el DF tuvo un crecimiento poblacional de 3.08% en el periodo de 1990 a 1995, y en los datos de los siguientes censos y conteos mantuvo un crecimiento promedio alrededor de 1.40%. Respecto a la comunidad de Ajusco, ésta presenta mayores variaciones temporales, así como una tasa de crecimiento superior a la del DF y la de la delegación Tlalpan. Su tasa promedio de los últimos veinte años se ubica en 25.23%, siendo en el censo del 2005 donde mostró el valor más alto de 32.89%.

Cuadro 4. Crecimiento demográfico de 1990 a 2010

Año	DF (Número de habitantes)	Tasa de crecimiento DF (%)	Tlalpan (Número de habitantes)	Tasa de crecimiento Tlalpan (%)	Ajusco (Número de habitantes)	Tasa de crecimiento Ajusco (%)
1990	8235744		484866		12173	
1995	8489007	3.08%	552516	13.95%	15729	29.21%
2000	8605239	1.37%	581781	5.30%	19301	22.71%
2005	8720916	1.34%	607545	4.43%	25649	32.89%
2010	8851080	1.49%	650567	7.08%	29781	16.11%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI: Censos de 1990, 2000 y 2010 y Conteos de 1995 y 2005.

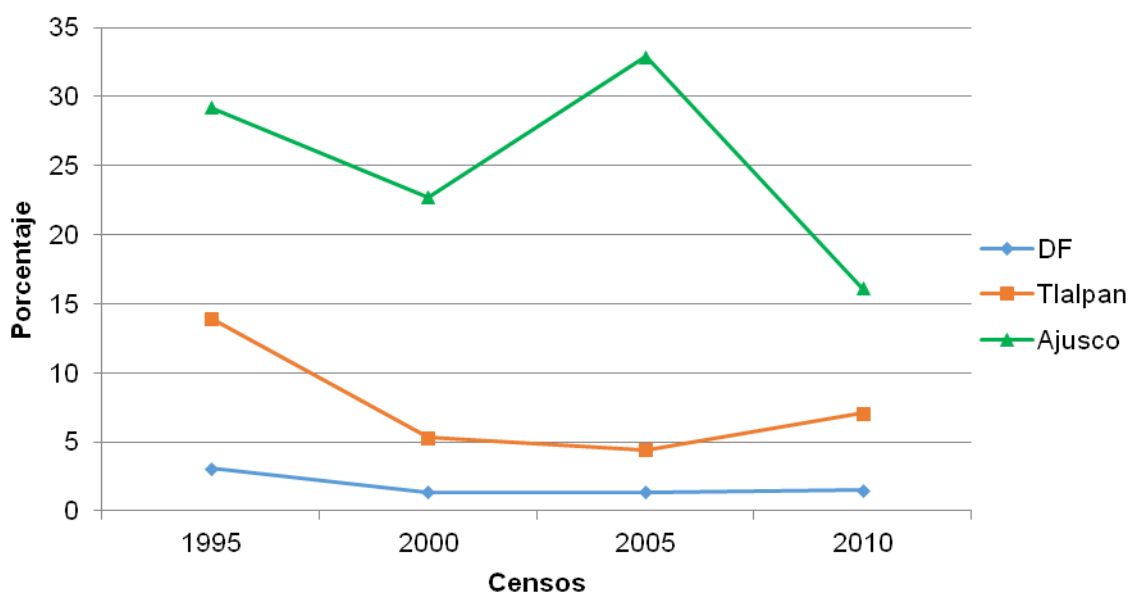


Figura 10. Tasa de crecimiento demográfico en el D.F., la delegación Tlalpan y en la comunidad del Ajusco (Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI: Censos de 1990, 2000 y 2010 y Conteos de 1995 y 2005).

Composición de la población por sexo y edad

La comunidad del Ajusco ha tenido una tasa de crecimiento muy alta comparada con el crecimiento demográfico del DF, ocasionado principalmente por la urbanización, industrialización y asentamientos irregulares (Schteingart y Salazar, 2005). Por lo que determinar la composición de su población es importante, ya que con base en esta información se determinan la demanda de servicios y actividades.

De acuerdo con el Cuadro 6, la comunidad cuenta con 62% de la población en edad productiva (entre los 15 y 64 años de edad) por lo que la búsqueda de empleo en diferentes sectores y vivienda es prioritaria en la región, por ello, hay una gran presión para el Suelo de Conservación.

Cuadro 5. Composición de la población en San Miguel y Santo Tomás Ajusco

	San Miguel	Santo Tomás	Ajusco	Porcentaje (%)
Composición	10 217	9 084	19 301	
Mujeres	5 145	4 556	9 701	50.3%
Hombres	5 058	4 469	9 527	49.4%
Población de 0 a 15 años	3 579	3 218	6 797	35.2%
Población de 15 a 64 años	6 304	5 619	11 923	61.8%
Población de 65 y más	334	247	581	3.0%
Empleo				
Población económicamente activa	3 936	3 429	7 365	35.3%
Población económicamente inactiva	3 293	2 961	6 254	30.0%
Población Ocupada (P.O.)	3 872	3 379	7 251	34.7%
Total			20 870	
Salud				
Población derechohabiente a servicio de salud	3 482	2 718	6 200	32.1%
Vivienda				
Total de viviendas habitadas	2 308	2 095	4 403	
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	10 039	8 885	18 924	
V.P. con drenaje	1 340	1 139	2 479	56%
V.P. con agua entubada en la vivienda	924	596	1 520	35%
V.P. con agua entubada en el predio	803	971	1 774	40%

Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema de información del desarrollo social (SIDESO), con datos del XII Censo general de población y vivienda 2000 a nivel manzana del INEGI.

La población económicamente activa equivale al 35% de la población, al igual que la población ocupada, mientras que la población inactiva representa el 30%. Por otra parte, únicamente el 32% de la población del Ajusco tiene acceso a servicios de salud, lo cual la ubica en un grado de marginación muy alto. El 98% de la población tiene vivienda, sin embargo el acceso a los servicios es limitado, ya que sólo el 56% de la población tiene drenaje y el 75% de la población cuenta con servicio de agua potable.

Organización política

Su organización política está representada por un Comisariado de Bienes comunales, que está conformado por un tesorero, secretario y un presidente, que constituyen a la Comunidad Agraria de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, nombre oficial de la comunidad. Se rige por una Asamblea comunal (el órgano de máxima autoridad comunitaria) constituida por 604 comuneros, de los cuales 122 son mujeres, donde todos ostentan un título de posesión de la tierra.

Participación en programas de conservación ambiental

La comunidad ha tenido una participación activa en diversos proyectos y programas ambientales y sociales a nivel federal y local, incluyendo al PSA federal en modalidad de hidrológicos desde 2004 (Ver Figura 6), juntando en la actualidad cerca de 5000 hectáreas, con un promedio de pago de 360 pesos por hectárea al año (Perevochtchikova y Rojo, 2014: 19). En el Cuadro 7 se aprecia cómo el número de hectáreas que han sido incorporadas al programa de PSA, ha ido en aumento.

Cuadro 6. Participación de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco en el programa de PSA

Periodo del PSA	Hectáreas incorporadas
2004-2009	430
2006-2010	895.99
2008-2012	947.11
2009-2013	1 156.9
2011-2015	2120

Fuente: Sandoval y Gutiérrez 2012: 74-79

PROPUESTA METODOLÓGICA

Este trabajo consiste en la realización de un ejercicio experimental de valoración económica de servicios ambientales aplicado en un caso de estudio mexicano. Así, para poder estimar el valor económico de los servicios ambientales hidrológicos (SAH) de la comunidad de San Miguel y Santo Tomás del Ajusco (en adelante Ajusco), se utilizaron dos metodologías complementarias. En específico el método de valoración contingente se complementa con la cuantificación de costos incurridos en el proceso de la productividad hídrica del bosque (en función de la captación y producción de agua), y costos de protección y mantenimiento del bosque (protección de la cuenca, restauración de los ecosistemas, gastos administrativos y de operación) (Barzev, 2004; Cevallos *et al.*, s.f.).

Por esta razón, se utilizó en la primera etapa la metodología de valoración contingente, la cual permitió determinar la disposición a aceptar (DAA) incentivos y/o compensación por parte de los comuneros del Ajusco, propietarios del bosque con alta importancia hídrica.

Por otro lado, se consideró el método de costo de oportunidad del cultivo o actividad principal productiva y los costos de recuperación del bosque, con el cual se estimó el valor de protección (valor de captación) y el valor de recuperación de los servicios hídricos.

VALORACIÓN CONTINGENTE Y MUESTREO

De esta manera se procedió para la valoración contingente a calcular el tamaño de la muestra necesaria para poder aplicar el cuestionario de la DAA con base en el número total de comuneros (604), con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 8%. El tamaño de la muestra se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{[t^2 \cdot (N - 1) + (z^2 \cdot p \cdot q)]}$$

Donde:

N: Tamaño de la población

n: Tamaño muestral

z: Valor estandarizado (distribución normal); 1.96 para $\alpha= 0.5$ y 2.58 para $\alpha= 0.01$

p: probabilidad de éxito del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse se asume $p= 0.5$

q: $1-p$

i: Error que se prevé cometer o error posible de estimación

Con el cálculo realizado el tamaño de la muestra representativa sería de 120 cuestionarios aplicados.

Estructura del cuestionario

El cuestionario desarrollado espacialmente para el análisis del caso consta de 29 preguntas (Anexo 1) y está estructurado de la siguiente forma. El primer apartado se enfoca a los aspectos socioeconómicos del entrevistado que darían la base necesaria para el análisis de fondo y que podrían correlacionarse con las respuestas a otras preguntas más específicas sobre el recurso forestal e hídrico. En particular, se incluyeron preguntas avocadas a averiguar las características socioeconómicas como la edad, ingreso mensual, actividad laboral, género, edad y nivel de escolaridad.

El segundo apartado se enfoca en las actividades productivas que los comuneros desarrollan en sus terrenos asignados, su importancia para el ingreso familiar, entre otros aspectos. La tercera parte se refiere al conocimiento de los recursos naturales (bosque y manantiales), su importancia para la comunidad y poblados vecinos, igual que las actividades de conservación. El apartado cuarto consiste en la disposición a aceptar por preservar los manantiales (como fuentes de abastecimiento de agua potable de las comunidades aledañas) y el bosque. Finalmente, el último componente se relaciona con el servicio de agua que se presta a esa comunidad (Anexo 1).

Respecto al formato de la pregunta de la DAP o DAA, se puede realizar de dos maneras: (i) abierta y (ii) cerrado (Whitehead, 2000). El formato abierto permite a cada entrevistado contestar a su libre albedrío una pregunta directa acerca de su DAP; sus variantes pueden ser de referendo (lista valores) o subasta (Riera, 2001, citado por Hernández, 2006: 87). Sin embargo, se optó por utilizar este tipo, debido a que se puede crear un sesgo al poner una cantidad dada, pues como se trata de la disposición a aceptar, los encuestados pueden estar tentados a elegir el monto más elevado.

Los cuestionarios desarrollados se aplicaron en la comunidad de Ajusco, los días 14 y 15 de mayo de 2015, a los comuneros reunidos para su sesión ordinaria de trabajo de grupo de conservación. Se utilizó el formato de acercamiento personal (aplicación del cuestionario uno por uno), ya que se considera que con esta modalidad se puede tener un mejor control sobre las respuestas a todas las preguntas y su comprensión completa.

No obstante, el número estimado anteriormente de la muestra estadísticamente representativa no se logró alcanzar, ya que la situación en la comunidad en los últimos meses se tornó muy tensa, debido a que muchos comuneros no están conformes con el desempeño del actual comisariado. Por esta razón, el número de cuestionarios que se consiguió aplicar fue de 18, por lo que esto se considera entonces sólo como la prueba piloto de la aplicación del formato del cuestionario.

Para complementar la investigación en valoración contingente, se utilizó también la información recabada por el equipo de trabajo COLMEX-UNAM que realizó una encuesta sobre los efectos del programa federal de Pago por Servicios Ambientales hidrológicos en la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, dentro del proyecto 155039 de la Ciencia Básica del CONACYT (Anexo 2). Dicha encuesta se aplicó el día 12 de agosto de 2012 durante el inicio de la asamblea de comuneros de 10 a 11 de la mañana, a 132 personas. Se procesaron 130 cuestionarios (por su legibilidad), de un total de aproximadamente 250 comuneros presentes en la asamblea. En ese momento la comunidad contaba con otra

administración, encabezada por el comisario César Camacho (periodo 2010-2013).

La encuesta cuenta con cinco apartados diferentes, el primero es sobre los datos generales del encuestado, el segundo sobre la implementación de los programas, el siguiente sobre los efectos en la conservación ambiental (éste fue el que se utilizó) y finalmente los últimos que tratan los efectos sociales y económicos de los programas en la comunidad.

En relación con el análisis de DAA se analizaron los datos basados en la siguiente pregunta para estimar la DAA de los comuneros (Anexo 2, Bloque de efectos económicos):

3. ¿Cuánto cree que sería justo percibir mensualmente por participar en las actividades de programas de conservación ambiental? \$ _____ pesos

A lo que se procedió con la comparación entre los valores obtenidos para ambos cuestionarios, con el fin de determinar si ha habido cambios en la percepción de los comuneros entre dos periodos administrativos internos.

VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

La valoración económica de SAH comprende la combinación del cálculo de los costos de captación de agua del bosque y de recuperación de los espacios que tiene otro tipo de uso de suelo.

De acuerdo a Barrantes y Castro (2007: 16) para estimar el valor de captación como un componente que determina la productividad hídrica del bosque, se utiliza:

- El volumen anual de agua captada y fijada por los bosques en las zonas de recarga de la cuenca
- Cálculo del costo de oportunidad del uso de la tierra en esas zonas
- Ponderación de la importancia del bosque en términos de su productividad hídrica, al compararla con los otros servicios de la biodiversidad.

Cobertura de suelo del área de estudio

Así para el primer paso de valoración económica de SAH, se procedió a obtener los números de la superficie de cobertura boscosa para poder después estimar la captación del agua por el bosque de la comunidad de Ajusco. Para esto se utilizaron las capas de uso de suelo y vegetación (USV) de la PAOT-SMA (2012), que empleó el sistema de información geográfica (SIG) y tiene datos para toda la superficie del Suelo de Conservación.

Con el programa *Arcmap* versión 10.1, se recortó la cobertura de USV por el área de estudio y se calculó el número de hectáreas para las siguientes categorías de USV: urbano o asentamientos humanos, agricultura, bosque primario (que considera los tipos de bosque (encino, oyamel, pino, y mixto), bosque perturbado (encino, oyamel, pino, y mixto), bosque inducido, vegetación secundaria, pastizal, pedregal y sin vegetación. Si bien la superficie de la comunidad en hectáreas es de aproximadamente 7619 ha (reconocidas por la Reforma Agraria Nacional), más 1410 ha, es decir un total de 9029 ha, en el mapa de la PAOT-SMA (2012), se trabajó con un total de 9638.9 ha.

Volumen de captación de agua del área de estudio

Para estimar el volumen de agua que se capta en la zona de estudio, se utilizaron los datos de infiltración del agua disponibles en las capas del sistema de información geográfica (SIG) de la PAOT-SMA (2012). Se observó que en el territorio de interés sólo se encuentran valores de infiltración del agua media (que oscilan entre 2 y 2.4 mm/día) y alta (con valores que van de 2.5 a 3.6 mm/día). A partir de los datos de infiltración, se realizó una aproximación hídrica por el área y tiempo, y se obtuvo un valor promedio de la lámina de 2.66 mm/día; el que se multiplicó después por los 365 días del año.

El volumen de agua se calculó, con la siguiente fórmula:

$$V = \text{Área (ha)} * \text{Lámina (m}^3\text{/año)}$$

Valor del bosque

Para el cálculo del valor económico del bosque se adecuó el modelo de valoración del recurso hídrico, considerado como uno de los servicios ambientales proporcionado por los bosques, propuesto por Barrantes y Castro (2000, 2002 y 2007: 16). El cual se basa en el costo de oportunidad del uso del suelo, es decir que se considera el costo de oportunidad de uso productivo del bosque frente a la conservación del área forestal.

La fórmula para la valorización comprende la suma de valores de captación del agua y de recuperación de suelos:

$$VB = VC + VR$$

Donde VB representa el valor del bosque, y VC es el valor o costo de captación de agua de los bosques y VR el valor o costo de recuperación (VR) de suelos dedicados a otra actividad que puede ser agricultura, ganadería o descubiertos.

Valor de captación

En específico el costo de captación (VC) en [\$/m³] se calcula de la siguiente manera²:

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i A_{bi}}{O_{di}} (1 + \beta)$$

Dónde:

VC: Valor de captación hídrica del bosque (\$/m³).

Bi: Costo de oportunidad de cualquier actividad económica que compite con el bosque por el uso del suelo (\$/ha/año).

Abi: Área ocupada por vegetación de importancia hídrica (ha).

²Silva-Flores *et al.* (2010) señalan que esta fórmula se considera para una cuenca en general, como en el caso de estudio sólo se aplicó para un área, el signo de sumatoria para dos o más zonas se puede ignorar.

Oci: Volumen de agua captada por el área boscosa dentro de la región de estudio *i* (m³/año).

oi: Importancia del bosque en la región de estudio *i* en función de la cantidad y calidad del recurso hídrico (%). Este valor debe estar comprendido entre 0 y 1.

β: calidad del recurso hídrico (%). Este valor debe estar comprendido entre 0 y 1.

Hay que aclarar que en el presente modelo el porcentaje de la importancia del bosque, tiene un valor perceptivo. En algunos trabajos (Barrantes y Castro, 2007; Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández, 2014) para determinar este valor se usa una encuesta de disposición a pagar (DAP), realizada exclusivamente para este tipo de estudios, en la que se pregunta a los encuestados las razones por las cuales es importante conservar el bosque, entre ellas figuran diversos bienes y servicios ambientales, como protección del agua, conservación de flora y fauna, purificación del aire, entre otros.

Por ello, se consideraron los datos obtenidos de la encuesta diseñada por el equipo de trabajo COLMEX-UNAM antes mencionada, ya que cuenta con un apartado sobre el conocimiento de la importancia de los bosques. Y se utilizó la pregunta siguiente (Anexo 2, bloque de efectos ambientales):

III. EFECTOS EN LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

1. ¿Conoce la importancia ambiental del bosque que tiene su comunidad? Sí No

¿Cuál es? _____

Valor de recuperación

El Valor de Recuperación está integrado por los costos de prácticas de conservación y restauración del bosque que permitan rescatar, mantener e incluso incrementar la captación e infiltración de agua en el área de estudio, y que puedan disminuir los riesgos de erosión de suelos.

Para calcular el costo de recuperación se utilizó la fórmula de:

$$VR = \frac{\alpha_i C_i A_{ri}}{O_{di}}$$

Dónde:

VR: Valor de recuperación hídrica del bosque (\$/m³).

C_i: Costo para la actividad destinada a la recuperación del bosque dentro del área de estudio (\$/ha/año).

A_{ri}: Superficie a recuperar en el área de estudio (ha).

O_{ci}: Volumen de agua captada por el área boscosa dentro de la región de estudio *i* (m³/año).

α_i: Importancia del bosque en la cuenca *i* en función del recurso hídrico (%).

En la metodología de Barrantes y Castro (2002), se utiliza un periodo de cinco años para el establecimiento y manejo inicial de los bosques, sin embargo, este estudio siguiendo las recomendaciones de Silva-Flores *et al.* (2010) y de Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández, 2014, se aplicó para un periodo de 10 años, considerando los gastos de recuperación de un primer año con una inversión inicial, y gastos de mantenimiento para los años posteriores (a partir el segundo año hasta el año 10).

Para el análisis se consideraron prácticas de conservación que permiten la captación de agua y al mismo tiempo conservan al bosque y suelo, económicas y factibles de realizar en el campo. Se tomaron entonces las propuestas por el DOF (2011), que se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 7. Costo de referencia para la restauración y mantenimiento de una zona forestal para el ecosistema templado frío

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad	Costo final (\$)
Restauración de suelos	Terrazas o Zanjas a nivel construidas manualmente.	metros	14.08	683 m	9 617
Reforestación	Producción de planta	Piezas	2.22	1 150	2 553
	Plantación inicial (incluye distribución de planta y plantación)	Planta	2.06	1 150	2 369
Mantenimiento	Transporte de planta	Planta	0.11	1 150	127
	Producción de planta para reposición de plantas muertas.	Planta	2.22	460	1 021
	Transporte de planta para reposición de plantas muertas.	Planta	0.11	460	51
	Replante de plantas que murieron en la plantación inicial (40% de la plantación inicial)	Planta	2.06	460	948
	Asistencia técnica	Hectárea	613.76	1	614
Costo total		Hectárea		1	17 300

Fuente: Basado de Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández (2014) con los datos del DOF (2011).

Así, el monto necesario para recuperar una hectárea del suelo se divide al final en un costo inicial para invertir en el primer año, y otro para los nueve años subsecuentes.

En suma, en este capítulo se presentaron las características ambientales y sociodemográficas de la comunidad y de la zona de estudio. Y se explicó la

metodología utilizada. Por una parte el primer método empleado se refiere a la valoración contingente, para determinar la disposición a aceptar una compensación económica por parte de los propietarios del bosque de la zona de estudio. Por otra parte, se explicó el método de costo de oportunidad para asignarle un valor al bosque, determinando los costos de captación hídrica y de recuperación del bosque.

CAPÍTULO III. Valoración de servicios ambientales hidrológicos en la zona de estudio

VALORACIÓN CONTINGENTE

Análisis de la DAA con el cuestionario antecedente

Debido a la complicación de aplicar el cuestionario propuesto a un número de comuneros representativo estadísticamente, se utilizó como antecedente (con propósitos de comparación con datos actuales) la encuesta sobre los efectos del programa federal de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en la comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. Dado que ésta cumple con el requisito del tamaño de muestra estadísticamente significativa de 130 cuestionarios aplicados.

Al respecto se realizó un ejercicio experimental con las respuestas obtenidas de la pregunta de interés sobre “cuánto les parecería justo percibir por conservar el bosque”. Se obtuvo que un 13.6% (es decir 18 personas) contestó que le gustaría recibir en promedio \$5 000 al mes, en un rango 5 a 15 mil pesos.

Se consideró también la pregunta sobre el ingreso que perciben los comuneros, 25.4% de los encuestados contestó que obtienen en promedio \$6 720 mensuales por su actividad productiva, sin participar en el programa de PSA.

Análisis de la DAA con la encuesta aplicada

Como se mencionó anteriormente, sólo se pudo aplicar 18 cuestionarios debido a la situación de conflicto entre los comuneros. Debido a la falta de asistentes, se procedió entonces a realizar la prueba piloto del formato, y se observó que los encuestados sienten entusiasmo al ser escuchados, pues quieren expresar su opinión y empiezan a hablar sobre el tema.

La primera observación importante fue que el formato del cuestionario sí es entendible para ellos, aunque prefieren responder a las preguntas oralmente. Otra observación fue que ellos están muy conscientes del alto aporte del bosque y de sus terrenos para la captación del agua y provisión de los servicios hidrológicos,

por lo que están convencidos de que no deben vender sus terrenos. También con base en las respuestas, se detectó que tienen problemas principales en la comunidad con relación al servicio de agua, pues varios de ellos contestaron que reciben agua potable en sus casas cada 15 días y que en ocasiones tarda en llegar hasta un mes, por ello, deben recurrir a la utilización de pipas.

En resumen, se puede decir que no se notó complejidad con las preguntas y se plantea entonces como un reto a futuro el poder llevar a cabo su aplicación al tamaño de la muestra que se requiere para ser estadísticamente significativo.

Por otro lado, se analizaron las respuestas de los cuestionarios en un ejercicio experimental igual a la encuesta de 2012. Así se obtuvo un promedio de \$8 777.8 en la disposición a aceptar en un rango de 5 000 a 20 000 pesos. Cabe resaltar que se consideró exactamente el mismo número de respuestas (18) en ambos cuestionarios. Y se observa que el promedio por lo que estarían dispuestos a aceptar por conservar el bosque, a casi 3 años de diferencia, aumentó considerablemente, es decir en un 75%. Esto puede deberse a que durante este lapso del tiempo el discurso sobre conservación se ha extendido, y un número mayor de comuneros tienen ahora conocimiento de que se puede obtener un beneficio por conservar, lo cual explica tal vez el incremento en la cantidad que desean recibir (Pérez, 2011).

VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Cobertura del suelo del área de estudio

Para empezar la valoración económica de los SAH se estimó la superficie en hectáreas de cada tipo de uso de suelo (ver cuadro 8) a partir de los datos obtenidos de la PAOT-SMA (2012), y se preparó el mapa de los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación en la zona de estudio (Figura 11).

Cuadro 8. Tipos de uso de suelo de la comunidad del Ajusco

Tipo de suelo	Hectáreas	Porcentaje
Agricultura	1 088.18	11.29%
Asentamiento humano	796.70	8.27%
Bosque inducido	57.31	0.59%
Bosque perturbado	2 295.81	23.82%
Bosque primario	3 199.95	33.20%
Pastizal	1 964.92	20.39%
Pedregal	152.55	1.58%
Sin vegetación aparente	41.98	0.44%
Vegetación secundaria	41.48	0.43%
Total de hectáreas	9 638.88	100%

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la PAOT-SMA (2012).

En el cuadro 8, dentro de la categoría “bosque primario”, se incluyó cuatro tipos de bosque, el de encino con 35.49 ha, oyamel con 948.33 ha, el de pino con 1 209.75 ha y 1 006.38 ha de bosque mixto (el Anexo 3 contiene el mapa de los tipos de bosque). Se puede observar que la categoría de “bosque” es la que cuenta con una mayor superficie, así al sumar las hectáreas de bosque primario, bosque perturbado y bosque inducido se obtiene un total de 5 553.08 ha, que representa el 59% del territorio. El pastizal cubre una superficie de poco más de 20% y la agricultura de alrededor de 11%.

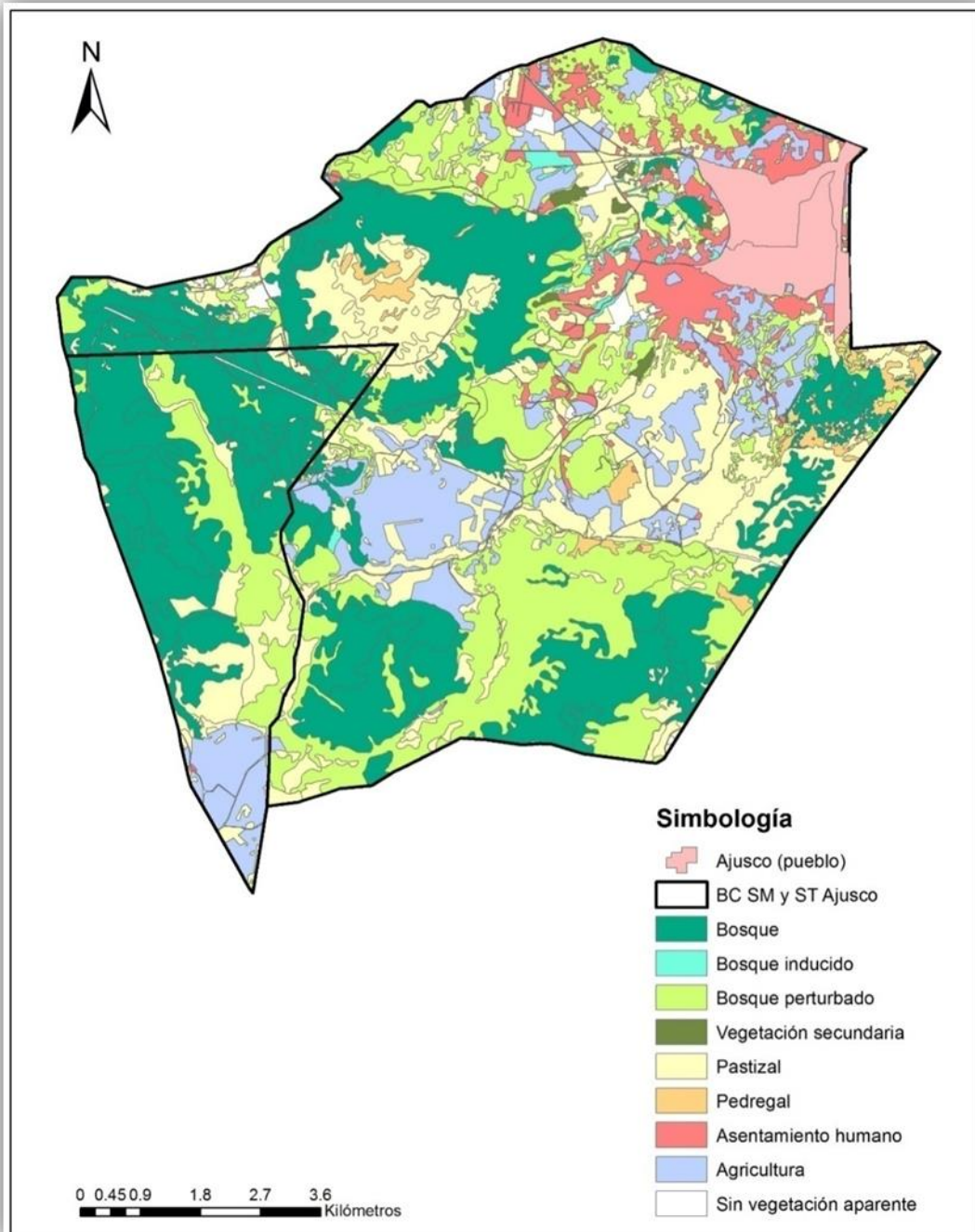


Figura 11. Uso de suelo y vegetación en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).

Volumen de captación de agua del área de estudio

Para calcular el volumen de agua, se utilizó el *shape* de infiltración de la PAOT-SMA (2012), que se recortó al límite de la zona de estudio, y se calculó el número

de hectáreas que tienen un valor de infiltración. Hay que puntualizar que en los datos de la PAOT-SMA (2012) se considera que en esta zona sólo hay valores de infiltración media (que oscilan entre 2 y 2.4 mm/día), e infiltración alta (con valores que van de 2.5 a 3.6 mm/día). Se consideraron entonces 4 661.6 ha pues son las hectáreas que cuentan con un valor de infiltración medio y alto en los datos disponibles. De esta manera, se determinó el promedio de lámina de la precipitación (PAOT-SMA, 2012), que fue de 2.66 mm/día. Al multiplicar la lámina por 365 días, se obtuvo un total de 970.9 mm/año, y al transfórmalo a metros cúbicos fue de 0.971 m³/año.

Después, se tomó la superficie de infiltración, que en este caso es de 4661.6 ha, y se usó la fórmula siguiente para calcular el volumen del agua que se infiltra en la zona de estudio:

$$V = 4661.6 \text{ ha} * 0.971 = 45.264 \text{ hm}^3$$

Por lo tanto, el volumen de captación de agua de la zona de estudio es de 45 264 136 m³. Este valor se utilizó para calcular el valor del bosque (VB). Asimismo, con los datos de infiltración de la PAOT-SMA (2012) se realizó el siguiente mapa para el área de estudio (Figura 12).

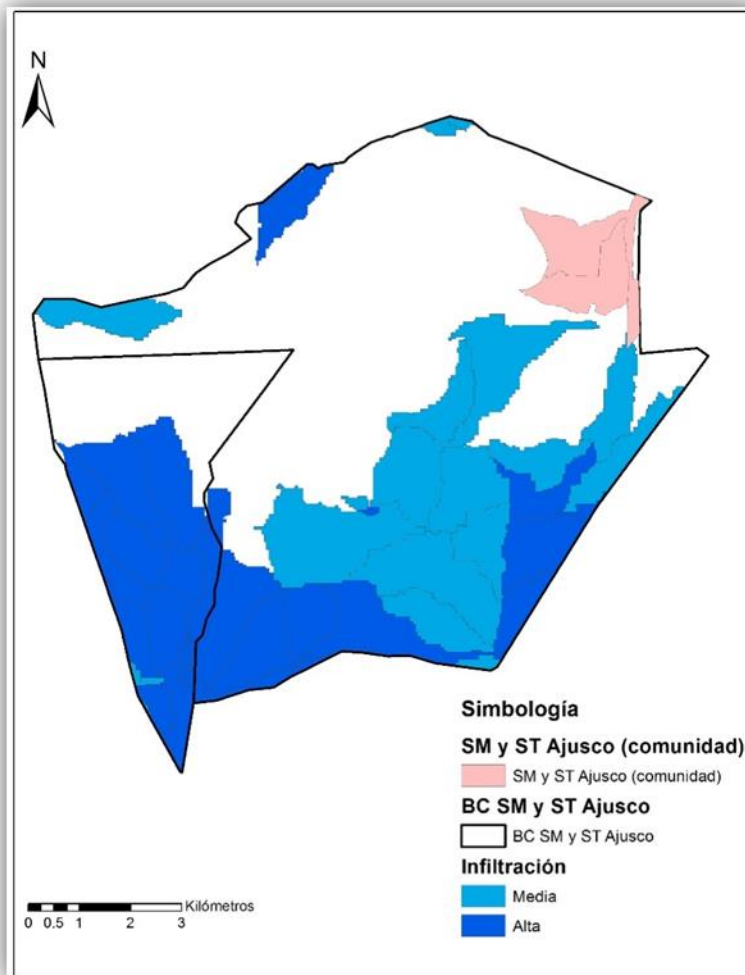


Figura 12. Infiltración en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).

Para contrastar si el área forestal corresponde con la zona de mayor infiltración, se construyó un mapa (Figura 13) en el cual se superpusieron las capas de infiltración y las de bosque (primario y perturbado) y de agricultura y pastizal.

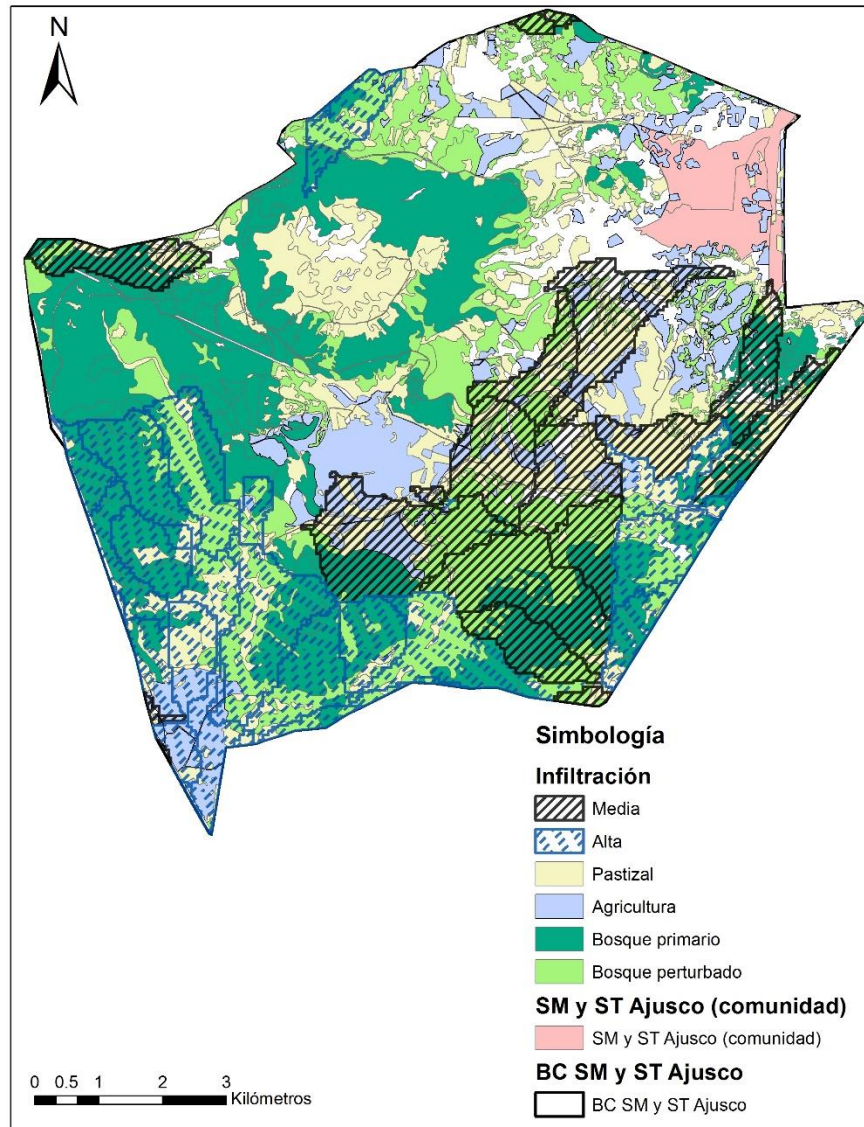


Figura 13. Infiltración y cobertura del suelo en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA, 2012).

Como se puede observar la zona de mayor infiltración concuerda con el área de cobertura forestal, lo que confirma que la captación de agua, está relacionada con la presencia del bosque. También se puede resaltar que si se recobran (se rescatan al uso forestal) los espacios destinados a la agricultura y pastizal, se estaría recuperando también el establecimiento de una zona de infiltración alta, lo cual beneficiaría la provisión de servicios ambientales hidrológicos, entre otros.

Valor del bosque

Costo de captación

Para el valor de la importancia del bosque se consideró la encuesta diseñada por el equipo de trabajo COLMEX-UNAM antes mencionada. Se obtuvo que el porcentaje de la población encuestada que conocían la importancia del bosque que posee su comunidad fue de 72% (94 personas), quienes no conocen dicha importancia fue de 10% (trece personas) y 18% (23 personas) de los encuestados no contestaron. Así, el valor de 0.72 se consideró como el porcentaje de la importancia total del bosque.

No obstante, la fórmula utiliza sólo el valor con relación al recurso hídrico. Dado que la pregunta era abierta, los encuestados describieron brevemente la importancia que posee el bosque de su comunidad, por ello incluyeron diversos beneficios del bosque (como aire, agua, suelo, biodiversidad, conservación, servicios ambientales, etc.). Estas respuestas se agruparon en cinco categorías principales (Cuadro 8), por lo que para la importancia del bosque relacionado con el recurso hídrico, se obtuvo entonces de 35%, es decir 0.35, que se empleó en los cálculos para la valoración económica del bosque.

Cuadro 9. Importancia del bosque desde la percepción de los comuneros

Razón de importancia del bosque	Proporción
Protección del agua	35%
Conservación de flora y fauna	24%
Purificación del aire	38%
Protección del suelo	1.5%
Paisaje (Belleza escénica)	1.5%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la encuesta del Anexo 2.

Por otro lado se sabe que la principal actividad económica que compite con el bosque en el área de estudio es el uso urbano, por ubicarse en la periferia. No

obstante, por el momento no se cuenta con datos que se refieran al “costo de oportunidad urbano”; por lo cual se consideró a la agricultura como referente para estimar la valoración económica de los SAH. Como en la zona de estudio se realizan cultivos de maíz y avena (esta información se determinó de la encuesta de 2012), se tomó el precio medio (SIAHP-SAGARPA, 2013) por hectárea de cultivo de maíz en áreas rurales, que es de \$3 385 al año. De acuerdo con la misma fuente se estima que el rendimiento de una hectárea es de 3.2 toneladas de maíz, por lo tanto este valor se multiplicó por el precio de la tonelada de maíz, obteniendo el monto de \$10 832 al año, que se utilizó para calcular el costo de captación del bosque.

Con relación a β : el porcentaje de la calidad del recurso hídrico. Este valor debe estar comprendido entre 0 (mala) y 1 (muy buena). Se tomó el valor de 1 (muy buena calidad) con base en datos obtenidos en trabajo de campo 2013-2014.

Así se pudo realizar el cálculo para el costo de captación, para la superficie que cuenta sólo con bosque primario.

El costo de captación VC en [\$/m³] fue de:

$$VC = \frac{\text{Importancia híd. del bosque (\%)} * \text{Costo de op. agrícola (\$)} * \text{Ha de bosque primario}}{\text{Volumen de captación (m3)}} * (1 + \beta)$$

$$VC = \frac{0.35 * 10832 * 3200}{45264136} * (1 + 1) = 0.5360$$

Con un porcentaje de importancia del bosque de 35%, es decir 0.35, el resultado fue VC= 0.54 \$/m³.

Valor de recuperación

Los costos para las actividades de recuperación del bosque se tomaron del Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales (DOF, 2011) que se presentaron en el Cuadro 4. El costo total de las actividades asciende entonces a un monto de \$17 300/ha para un ecosistema de

bosque templado como lo presenta la Comisión Nacional Forestal en el Diario Oficial de la Federación (2011).

De acuerdo a lo sugerido por Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández (2014) se debe realizar un ajuste en estos gastos, considerando un 4.05% de inflación. Así, se obtiene que en el primer año el egreso suma el 84.69% del total, es decir lo que equivale a \$14 652.1/ha. A partir del segundo año, hasta el año décimo, los costos sólo son para el mantenimiento del bosque y se reducen a un monto fijo de \$2 648.44/ha. Estos dos valores (\$14 652.1/ha y \$2 648.44/ha) se emplearon para el cálculo de recuperación del bosque (VR), refiriéndose a los gastos de las actividades de reparación y restauración que se necesitan para el primer año y para el mantenimiento del bosque en los años siguientes (del año 2 hasta el 10).

Dentro de la superficie a recuperar, se incluyeron las hectáreas de agricultura, pastizal, bosque perturbado, bosque inducido, vegetación secundaria y las ha que no cuentan con vegetación, dando un total de 5 489.7 ha.

Al reemplazar se obtiene:

$$VR = \frac{0.35 * 14\ 652.1 * 5489.7\ ha}{45264136} = 0.622$$

Así el valor de recuperación es 0.62 \$/m³ para el primer año. Y a partir del segundo año hasta el año décimo, se calcula de la siguiente manera:

$$VR = \frac{0.35 * 2648.44 * 5489.7\ ha}{45264136} = 0.112$$

Por lo tanto el valor de recuperación es 0.11 \$/m³ a partir del segundo año.

Utilizando la ecuación del valor total del bosque: $VB = VC + VR$ y sustituyendo los valores, se tiene que el valor del bosque en el primer año suma \$1.16/m³ y para los siguientes nueve años \$0.97/m³, tal como se muestra en las siguientes ecuaciones:

$$VB\ 1 = VC + VR_1 = 0.54 + 0.62 = 1.16\ \$/m^3.$$

$$VB\ 2-10 = VC + VR\ [2-10] = 0.54 + 0.11 = 0.65\ \$/m^3.$$

Tomando en cuenta el total de m³ del área de estudio (es decir un total de 45 264 136m³), se tiene lo siguiente:

VB 1= 1.16 * 45264136 = 52 506 397.76. Por lo tanto como resultado se obtiene un monto de aproximadamente 52. 5 millones de pesos. Si se divide entre el número de hectáreas de bosque primario, se obtiene un valor de 16 408.25 \$/ha para el primer año, y si se divide entre todas las hectáreas de bosque (5553ha), el valor obtenido es de 9455.5 \$/ha.

El siguiente cálculo se refiere a los años sucesivos (del segundo año hasta el diez), tenemos lo siguiente:

VB 2-10 = 0.65 * 45264136 = 29 421 688.4. Es decir que a partir del segundo año, se necesitan alrededor de 29.4 millones de pesos. Al dividir esta cifra entre las hectáreas de bosque primario, se alcanza un monto de 9 194.3\$/ha y entre el total de hectáreas de cobertura boscosa (5 553ha), se obtiene un valor de \$5 298.3 por hectárea por año, para los 9 años siguientes a la inversión inicial.

En los siguientes Cuadros 10 y 11 se presentan los resultados del ejercicio pero con la variación del porcentaje de importancia hídrica del bosque.

Cuadro 10. Valor del bosque por cada metro cúbico (\$/m³)

Importancia del bosque	Periodo	VC (\$/m³)	VR (\$/m³)	VB total (\$/m³)
0.35	VB 1 año	0.54	0.62	1.16
0.5	VB 1 año	0.77	0.89	1.66
0.72	VB 1 año	1.1	1.28	2.38
0.35	VB 2-10 años	0.54	0.11	0.65
0.5	VB 2-10 años	0.77	0.16	0.93
0.72	VB 2-10 años	1.1	0.23	1.33

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

Cuadro 11. Valor del bosque por hectárea según la importancia hídrica (\$/ha)

Importancia hídrica	1 año (\$/ha)	2 – 10 años (\$/ha)
0.35	9 455.50	5 298.34
0.5	13 531.15	7 580.70
0.72	19 400.08	10 841.22

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

Los valores obtenidos son muy superiores a la cantidad (\$360) que ofrece la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con el programa federal de Pago por Servicios Ambientales. Así, el monto de \$9455 por hectárea por año, representa 26 veces el otorgado por dicho programa.

Cálculo a partir de los ejercicios sobre la disposición a aceptar

En el ejercicio 1, a partir de la encuesta sobre los Programas de Pagos por Servicios Ambientales en las comunales de B. C. Santo Tomás y San Miguel Ajusco (anexo 2), el valor estimado de la Disposición a aceptar (DAA) tuvo un promedio de \$5 000, dentro de un rango de \$1 000 a \$15 000. En el ejercicio 2, a partir de los datos obtenidos con el cuestionario propuesto en esta investigación, la disposición a aceptar presentó un promedio de \$8 777.8 en un rango de \$5 000 a \$20 000. Considerando el resultado del ejercicio 1, éste se multiplicó por 12 meses, y por el número de comuneros (604), $5000 * 12 * 604 = 36240000$, y se dividió por el número de hectáreas de bosque, lo que arrojó el valor de \$6526.2. Por lo tanto, para el periodo de 2012, la estimación de la disposición a aceptar por parte de los comuneros fue de \$6 526.2 pesos por hectárea al año de toda el área forestal.

De igual manera, el valor del ejercicio 2, se multiplicó por 12 meses, y por el número de comuneros (604), en la siguiente fórmula: $8777.8 * 12 * 604 = 63 621 494.4$ Este valor se dividió en el número total de hectáreas de cobertura boscosa (5 553ha) y se obtuvo un valor de \$11 457.2 pesos por hectárea de toda el área forestal. Por lo tanto, se estima entonces que los comuneros estarían dispuestos a

aceptar \$11 457.2 pesos para la conservación de cada hectárea del bosque al año.

Por una parte, el ejercicio de valoración contingente realizado recientemente, para determinar la disposición a aceptar arrojó un valor de \$11 457.2 como compensación económica para los dueños del bosque por su preservación ambiental. Por otra parte, con el método de costo de oportunidad para asignarle un valor al bosque, considerando los costos de captación hídrica y de recuperación del bosque, se estimó un valor de \$1.16/m³ para el primer año y \$0.65/m³ a partir del segundo hasta el año décimo, es decir un monto de 9 455.5 \$ por hectárea en el año de inicio, y \$5 298.3 por hectárea para los años sucesivos; lo que es menor que la DAA, pero sólo en un 18%.

DISCUSIÓN

En el trabajo de Rodríguez *et al.*, (2012) el análisis realizado para la cuenca del río Guayalejo en Tamaulipas, mostró que el costo de oportunidad (valor económico-ambiental) de los servicios ambientales hidrológicos, utilizando de referente de uso del suelo la agricultura fue de \$0.39 (pesos mexicanos) por metro cúbico de agua y el costo de recuperación fue de \$0.12 por metro cúbico. El estudio de Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández (2014) indican que la principal actividad económica que compite con el uso de suelo forestal para el bosque de Veracruz, es la ganadería, y que el monto de la compensación que deben pagar los usuarios por los servicios hídricos que presta el bosque asciende a \$0.473/m³ durante el primer año y \$0.232/m³ del año dos al diez.

Así, los valores que se obtuvieron en este trabajo de captación y recuperación del bosque, aun sin considerar el cambio del suelo para uso urbano, son mayores que los de otros trabajos, dado el alto índice de infiltración del agua de este territorio. Además, si se tomara en cuenta el porcentaje de percepción de la importancia del agua como un 50% (valor que se aplica en otros trabajos que usan la misma metodología, pero no realizan encuestas) o más (como el de Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández (2014) quienes consideran un 97%, es decir un valor de 0.97 para la importancia hídrica del bosque), el valor económico del

bosque aumentaría a tal grado que estaría incluso por arriba del valor estimado de la DAA por parte de los comuneros. Esto es importante de resaltar, dado que en los trabajos se supone que la DAA siempre es superior a la DAP, por el grado de incertidumbre que expresan las personas respecto a la situación que viven. Este hecho se atribuye a factores económicos y psicológicos (Penna *et al.*, 2011: 103).

Conclusiones y Recomendaciones

Los dos ejercicios de estimación de la disposición a aceptar (DAA), que se realizaron en este trabajo, demuestran que en un lapso de 3 años, el monto que los comuneros de San Miguel y Santo Tomás Ajusco estarían dispuestos a aceptar por conservación del bosque y sus servicios ambientales ha aumentado en un 37.5% (con un valor actual de \$11 457.2 por hectárea al año). Lo cual se puede explicar dado que en este tiempo se ha extendido y popularizado el discurso sobre conservación ambiental, y el uso del término de servicios ambientales se ha generalizado (Pérez, 2011). Así, los resultados preliminares provenientes de este estudio nos indican que la población de la comunidad está consciente de la importancia de su bosque y de los diversos servicios ambientales que brinda, incluyendo los hidrológicos.

Los resultados finales del ejercicio de valoración económica-ambiental de los SAH aplicado al caso de estudio, indican que para la recuperación y conservación del bosque se necesita una inversión inicial de \$52 506 397.76 de pesos mexicanos (3 423 991,562 USD) tomando en cuenta el total de m³ del área de estudio (es decir un total de 45 264 136m³), y de \$29 421 688.4 (1 918 615, 963 USD) para los años siguientes. Este monto dividido entre los comuneros y hectáreas del bosque de la comunidad daría un valor de 9 455.5 \$ por hectárea al primer año con posterior mantenimiento de \$5 298.3 anuales; lo que es menor que la DAA, pero en tan sólo un 18%. Este resultado sugiere que la DAA realmente no está tan alejada del valor del bosque, pues si se tomara en cuenta un porcentaje de percepción de la importancia hídrica mayor (50% o más) el valor económico del bosque aumentaría a tal grado que estaría incluso por arriba del valor estimado de la DAA por parte de los comuneros.

En este sentido, cabe señalar que el monto otorgado por la CONAFOR dentro del financiamiento del programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de \$360 por hectárea al año, es insuficiente para cubrir el costo de oportunidad de las actividades que compiten con el bosque (incluso considerando el valor de la percepción de la importancia hídrica más bajo, de 35%). Este valor

de CONAFOR representa el 3.80% de la estimación obtenida en este estudio para el primer año y 6.8% del valor obtenido a partir del año 2 hasta el año 10, lo cual demuestra que estas sumas son muy bajas.

Asimismo, para realizar valoraciones económicas en zonas peri-urbanas es necesario considerar el cambio de uso de suelo a tipo urbano, ya que el costo de oportunidad de tipo urbano es el factor principal que compite con el uso de suelo forestal. De este modo, se requiere estimar un valor económico de uso urbano, aunque sea en una sola exhibición por la compra de terrenos. Al obtener este valor, se podría incluir en la fórmula de Barrantes y Castro (2002) y utilizar el valor para hacer la estimación en un periodo de tiempo. Con ello, se lograría hacer una valoración más precisa para este tipo de espacios peri-urbanos. Pues como señalan Chávez-Cortés y Mancilla-Hernández (2014) se debe tener cuidado en querer extrapolar los resultados de otros trabajos a lugares o regiones distintas, ya que cada área de estudio cuenta con características biofísicas, sociales y económicas específicas.

Como principal limitante del estudio y un reto a futuro sería la aplicación del cuestionario de DAA conforme al tamaño de la muestra estadísticamente significativa. Se espera que al resolverse la situación de tensión en la comunidad, se pueda alcanzar este objetivo, aunque dichos resultados ya no puedan figurar en esta tesis.

Otra limitante que señala Perevochtchikova, es la falta de determinar la parte de la demanda, es decir de los usuarios que estén en la disponibilidad de compensar por los beneficios recibidos. Ya que para el caso de los SAH no existe un esquema de mercado claramente definido para su pago, a diferencia del mercado de carbono. Por estas razones, se ve la necesidad de ampliar la investigación para que se pueda realizar un análisis de la disposición a aceptar (DAP) por parte de los pobladores del Distrito Federal (DF). Esto con el fin de hacer la propuesta de una nueva tarifa por el servicio del agua que incluya el pago por la conservación de los servicios ambientales hidrológicos en la parte alta de la cuenca donde se ubica la comunidad del Ajusco. Se sugiere que ese estudio se

haga por estrato social, y por nivel de consumo como se cobra la tarifa del agua en el DF.

Pérez (2011: 230) señala que se ha impuesto un nuevo modelo que incentiva la valorización económica de los bienes y servicios ambientales, por ello es necesario que los instrumentos de gestión ambiental se basen en un sistema de precios de los costos y beneficios ambientales. Así este ejercicio contribuye a la discusión acerca de valorar los SA. Si bien los resultados del valor del bosque obtenidos en esta investigación conforman una primera aproximación, puede ser un parámetro de referencia para trabajos posteriores que no sólo consideren un caso de estudio, sino que puedan aplicarse a toda la superficie del Suelo de Conservación que ofrece servicios ambientales.

En conclusión, la valoración económica de los servicios ambientales en general, no únicamente hidrológicos, es una herramienta, que de ser adecuadamente implementada, puede reestructurar los rangos establecidos para diversos mecanismos de compensación por conservación ambiental, incluyendo el de Pago por Servicios Ambientales, para que de esta manera se puedan conservar de forma más eficiente los ecosistemas en las periferias urbanas, considerando el largo plazo y el equilibrio ecológico.

Anexos

Anexo 1. Formato del cuestionario para comuneros de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, DF, aplicado 14-15 de mayo de 2015.

El cuestionario se aplica dentro de las actividades del Proyecto 155039 de Ciencia Básica, CONACYT. Responsable técnico es Prof. María Perevochtchikova, El Colegio de México A.C. Sus resultados servirán para la tesis de maestría de Teyeliz Martínez (alumna de CEDUA-COLMEX).
-Sus respuestas serán estrictamente confidenciales para uso único de la investigación mencionada-

1. Datos socio-económicos

1. Género (femenino/masculino): _____
2. Edad (años): _____
3. Escolaridad: ¿cuál fue el último año que cursó? (*marque X*)
 - a. Primaria _____
 - b. Secundaria _____
 - c. Preparatoria/Técnico _____
 - d. Licenciatura _____
 - e. Posgrado _____
 - f. Sin escolaridad _____
4. Ocupación (*marque X*):
 - a. Empleado _____
 - b. Comerciante _____
 - c. Agricultor _____
 - d. Profesionista _____
 - e. Otra _____
 - f. ¿Cuál? _____
5. ¿Cuál es el ingreso a la semana por su ocupación principal (*marque X*)?
 - a. Menos de 1 mil _____
 - b. 1-3 mil _____
 - c. 3-5 mil _____
 - d. más de 5 mil _____

2. Actividades productivas

6. ¿Cuántas hectáreas de terreno tiene en uso personal? _____ (ha)
7. ¿Qué uso tiene en su terreno (parcela individual)? (*marque X*)
 - a. Agricultura _____
 - b. Ganadería _____
 - c. Servicio _____
 - d. Otro _____
 - e. ¿Cuál? _____
8. ¿Le produce ganancias el uso actual del terreno?
 - a. Sí _____
 - b. No _____
9. ¿Cuánto le produce de ganancias el uso actual (al mes)? _____ (en pesos)
10. ¿Ha pensado usted en dar la cesión de derechos de su terreno?
 - a. Sí _____
 - b. No _____

3. Manantiales y bosque

11. ¿Sabe usted que la comunidad de Ajusco posee varios manantiales en su territorio?
 - a. Sí _____
 - b. No _____
12. ¿Conoce donde están ubicados? a. Sí _____ b. No _____
13. ¿Considere que hay una conexión entre los manantiales y el bosque?
 - a. Sí _____
 - b. No _____
 - c. ¿Cuál es? _____
14. ¿Cree que hay que preservar el bosque para que haya el agua en los manantiales?
 - a. Sí _____
 - b. No _____

En caso afirmativo ¿Cómo podrían ser cuidados? (*marque X*)

- a. Cuidando el bosque _____
 - b. Recogiendo basura _____
 - c. Vigilando _____
 - d. Otro _____
 - e. ¿En qué forma más? _____
15. ¿Usted estaría dispuesto a realizar estas actividades? (*marque X*)
 - a. Sí _____
 - b. No _____
 16. ¿Si estaría dispuesto a realizar las actividades, con qué condiciones sería? (*marque X*)
 - a. Sin pago _____
 - b. Por pago _____

4. Disposición a aceptar

17. ¿Sabe usted que los manantiales proveen de agua a la comunidad y a otros poblados?
a. Sí _____ b. No _____
c. ¿A cuáles? _____
18. ¿Cree usted que los poblados que se benefician del agua deberían pagar por esto?
a. _____
19. Sí _____ b. No _____
20. Suponiendo que el gobierno le diera un apoyo ¿Cuánto estaría dispuesto a aceptar por cuidar los manantiales y el bosque de la comunidad al mes? _____ (cantidad en pesos).
21. ¿Mediante qué organización podría ser efectuado el pago? (*marque X*)
a. Gobierno federal _____ b. Gobierno estatal _____ c. Delegación _____
d. ONG _____ e. Otro _____ f. ¿Cuál? _____
22. ¿Si tuviera ese ingreso cuánto (en qué porcentaje) lo destinaría para diferentes usos?
a. Para uso individual _____ %
b. Para bienestar de la comunidad _____ %
23. Para "uso individual" ¿Podría comentar en qué actividades podría utilizarse el ingreso obtenido? (*marque X*)
a. Alimentos _____ b. Servicios de agua y drenaje _____ c. Ropa _____
d. Escuela de los niños _____ e. Otros _____
f. ¿Cuáles? _____
24. Para "bienestar de la comunidad" ¿En qué actividades podría utilizarse el ingreso obtenido?
a. Fiestas de la comunidad _____ b. Mejoramiento de las calles _____
c. Sistema de agua potable _____ d. Drenaje _____
e. Actividades de recolección de basura en el bosque _____ f. Reforestación _____
g. Otro _____ h. ¿Cuál? _____

5. Servicio de agua

25. ¿En su casa, tiene servicio de agua potable? (*marque X*)
a. Sí _____ b. No _____
26. ¿En qué forma obtiene el servicio del agua en su casa? (*marque X*)
a. Tubería centralizada en su casa _____
b. Tubería que llega al terreno _____ c. Pipas _____ d. Otro _____
e. ¿Cómo? _____
27. ¿Con qué frecuencia es el servicio? (*marque X*)
a. Constante _____ b. Varios días a la semana _____
c. Varios días al mes _____
28. ¿Sabe usted de dónde proviene el agua que consume en su casa? (*marque X*)
a. Manantiales de la comunidad _____
b. Manantiales de otras comunidades _____
c. Servicio centralizado del gobierno _____
d. Otras fuentes _____
e. ¿Cuáles? _____
29. ¿Cuánto paga por el servicio del agua al mes? _____ (en pesos)

¡Muchas gracias por su cooperación y tiempo!

Anexo 2. Formato de la encuesta para comuneros de Bienes Comunes de San Miguel y Santo Tomás Ajusco, aplicado dentro del proyecto 155039 de la Ciencia Básica del CONACYT, el 12 de agosto de 2012.

Por favor conteste las siguientes preguntas, marcando con una "X" en los recuadros que contengan la respuesta que usted ha elegido y/o escribiendo los comentarios sobre las líneas.

I. DATOS GENERALES

1. Nombre _____ Comunero ___ Familiar ___
2. Edad (años): _____ Género: Masculino ___ Femenino ___
3. Grado de estudios (favor de indicar si es completo o no)
 - a) Primaria _____
 - b) Secundaria _____
 - c) Preparatoria _____
 - d) Posgrado _____
 - e) Licenciatura _____
 - f) Otro _____
4. ¿Vive dentro de la comunidad SM y ST Ajusco? Sí ___ No ___
5. ¿Nació usted dentro de la comunidad? Sí ___ No ___
6. ¿Cuántos años lleva viviendo dentro de la comunidad? _____
7. Indique el número de miembros de su familia viven en su casa: _____
8. ¿Quiénes son?
 - a) Madre ___
 - b) Padre ___
 - c) Esposo/Esposa ___
 - d) Hijos ___
 - f) Otros ___
9. ¿Qué actividades realiza para sostener a su familia?
 - a) Agricultura ___
 - b) Ganadería ___
 - c) Comercio ___
 - d) Otra ___
10. Si es actividad agrícola, ¿qué produce?
 - a) Avena forrajera ___
 - b) Maíz ___
 - c) Nopal ___
 - d) Papa ___
 - e) Frijol ___
 - g) Alguna hortaliza ___
 - f) Jitomate ___
 - g) Mixto ___
 - h) Otro ___
11. Si tiene actividades de ganadería, ¿cuál es?
 - a) Ganado en pie ___
 - b) Productos derivados del ganado ___
 - c) Ambos ___
 - d) Otro ___
12. Si tiene actividades de comercio ¿Qué vende? _____
13. ¿Cuánto tiempo tiene realizando estas actividades? _____ años _____ meses _____ días
14. ¿Cuántos días a la semana usted dedica a la actividad principal? _____
15. Dentro de su familia ¿alguien más trabaja? Sí ___ No ___
16. ¿Quién es la otra persona que trabaja?
 - a) Padre ___
 - b) Madre ___
 - c) Esposo(a) ___
 - d) Hermano(s) ___
 - e) Hijo(s) ___
 - f) Otro (especifique) _____
17. ¿A qué actividad se dedica la otra persona que trabaja?
 - a) Agricultura ___
 - b) Comercio ¿Qué vende? _____
 - c) Ganadería ___
 - d) Otra ¿cuál? _____
18. ¿Cuál es el ingreso mensual de toda la familia? \$ _____ (pesos)
19. ¿Cuál es el ingreso por la venta de productos de actividad principal? \$ _____ (pesos)
20. ¿Cuál es el ingreso por las actividades externas? \$ _____ (pesos)

II. IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROGRAMAS

1. ¿Conoce en qué programas sociales participa su comunidad? Sí ___ No ___
¿Cuáles son? _____

2. ¿Conoce en qué programas de conservación ambiental participa su comunidad? Sí___ No___
¿Cuáles son? _____
3. ¿Conoce los objetivos principales de los programas de conservación ambiental? Sí___ No___
¿Cuáles son en términos generales? _____
4. ¿Cómo se enteró de la existencia de programas de conservación ambiental en su comunidad?
___ a) Por comunicado de la Comisaría
___ b) Anuncio (cartel, folleto, etc.)
___ c) Plática o taller
___ d) Vecino(s)
___ e) Familiar
___ f) Otro ¿cuál? _____
5. ¿Cree que es importante difundir la información acerca de los programas de conservación en que participa la comunidad? Sí___ No___
6. ¿La difusión actual de los programas es suficiente? Sí___ No___
7. ¿De qué manera se podría mejorar la difusión acerca de la participación en los programas?
a) Periódico___ b) Radio___ c) TV___ d) Internet___ e) Asamblea___
e) Taller___ f) Otro (especifique) _____
8. ¿Considera importante que la gente que vive en el Distrito Federal conozca la labor de la conservación ambiental que realiza la comunidad? Sí___ No___
¿Por qué? _____
9. ¿Usted participa en las actividades de programas de conservación ambiental? Sí___ No___
10. Si no participa, ¿Por qué? _____
11. ¿Algún familiar participa en estas actividades? Sí___ No___
12. ¿Quién es? a) Padre___ b) Madre___ c) Esposo(a)___ d) Hermano(s)___ e) Hijo(s)___
f) Cuñado(a)___ g) Yerno(a)___ h) Otro (especifique) _____
13. ¿Cuál es la principal motivación para participar en programas de conservación ambiental?
a) Necesidad económica___ b) Ayuda a la comunidad___
c) Conservación ambiental___ d) Otro ¿cuál? _____
14. *En caso de participar en los programas de conservación ¿Qué actividades realiza usted?* _____
15. ¿Cuánto tiempo lleva realizando estas actividades? _____ años _____ meses _____ días
16. ¿Considera seguir participando en los programas de conservación ambiental? Sí___ No___
¿Por qué? _____

III. EFECTOS EN LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

1. ¿Conoce la importancia ambiental del bosque que tiene su comunidad? Sí___ No___
¿Cuál es? _____
2. ¿Conoce la importancia ambiental de las zonas agrícolas? Sí___ No___

¿Cuál es? _____

3. ¿Su comunidad tiene alguna problemática ambiental? Sí___ No___

4. En caso de detectar alguna ¿Con que está relacionada esta problemática?

a) Agua___ b) Aire___ c) Suelo___ d) Vegetación___ e) Otra ¿cuál? _____

5. ¿Cuál problemática es la más importante en su opinión? Asígnale un valor en escala de 1 a 5 (considerando el "1" como más importante y el "5" como menos)

a) Agua___ b) Aire___ c) Suelo___ d) Vegetación___ e) Otro ¿cuál? _____

6. Escriba por favor en cada línea si se trata del problema de contaminación, degradación, falta del servicio, mala administración, u otro que considere importante.

a) Agua _____

b) Aire _____

c) Suelo _____

d) Vegetación _____

e) Otro _____

7. ¿Sabe si en los últimos 10 años se han talado árboles en el bosque de su comunidad?

Sí___ No___

8. ¿Sabe cuál ha sido el motivo de la tala?

a) Venta de madera___ b) Uso para leña___ c) Uso urbano___

d) Uso para actividades agrícolas, ganaderas, etc. ___ e) Otro ¿cuál? _____

9. ¿Conoce cómo se aprovecha o se usa el bosque de su comunidad? Sí___ No___

¿Cómo? _____

10. ¿Conoce qué actividades están permitidas realizar dentro de él? Sí___ No___

¿Cuáles son? _____

11. ¿Cree que es importante conservar el bosque de su comunidad? Sí___ No___

12. ¿Cree que los programas de conservación ambiental son una buena opción para su comunidad? Sí___ No___

13. ¿Considera que la participación de la comunidad en los programas genera una mayor conciencia acerca de la importancia de la conservación ambiental? Sí___ No___

14. ¿Le gustaría poder conocer más de los beneficios ambientales de su bosque? Sí___ No___

15. ¿Con qué tipo de estudios, conocimiento y/o capacitación le gustaría contar? _____

IV. EFECTOS EN LA SOCIEDAD

1. ¿Considera que los programas de conservación ambiental generan efectos positivos en la comunidad?

Sí___ No___

¿Cuáles son? _____

2. ¿Considera que generan efectos negativos? Sí___ No___
 ¿Cuáles son? _____
3. ¿Cuántas personas conoce que participen en las actividades de los programas? _____
4. ¿Considera que con la participación en los programas se ha logrado alguno de los siguientes efectos? (puede marcar varios puntos si así lo considera)
- ___ a) Mayor unión a dentro de la comunidad
 - ___ b) Más trabajo en equipo
 - ___ c) Más comunicación entre los miembros de la comunidad
 - ___ d) Mayor comunicación entre las autoridades y la comunidad
 - ___ e) Mayor organización interna para realizar los trabajos
 - ___ f) Mayor participación de los jóvenes
 - ___ g) Mayor participación de las mujeres
 - ___ h) Mayor generación de conflictos con otras comunidades
 - ___ j) Mayor conflictividad al interior de la comunidad
 - ___ i) Otro (especifique) _____
5. ¿Considera que es importante que los niños y los jóvenes participen en los programas de conservación ambiental? Sí___ No___
 ¿Por qué? _____
 ¿Con que actividades? _____
6. ¿Considera que es importante que las mujeres participen en los programas de conservación ambiental? Sí___ No___
 ¿Por qué? _____
 ¿Con que actividades? _____
7. ¿Cómo se puede aumentar la participación de los niños, los jóvenes y las mujeres? _____
8. ¿Considera que la comunidad necesita más espacios de participación y comunicación interna?
 Sí___ No___

V. EFECTOS ECONÓMICOS

1. ¿Sabe qué tipo de ingresos se obtienen por participar en los programas de conservación ambiental?
 a) Temporales___ b) Permanentes___
2. ¿Cuánto se obtiene por participar en las actividades de los programas? \$ _____ pesos mensuales
3. ¿Cuánto cree que sería justo percibir mensualmente por participar en las actividades de programas de conservación ambiental? \$ _____ pesos
4. ¿Bajo qué condiciones sería la participación justa en los programas?

5. ¿Considera que los programas de conservación ambiental deben realizarse durante todo el año?
 Sí___ No___
6. ¿Considera que los habitantes del Distrito Federal deberían colaborar en la conservación ambiental del Ajusco? Sí___ No___

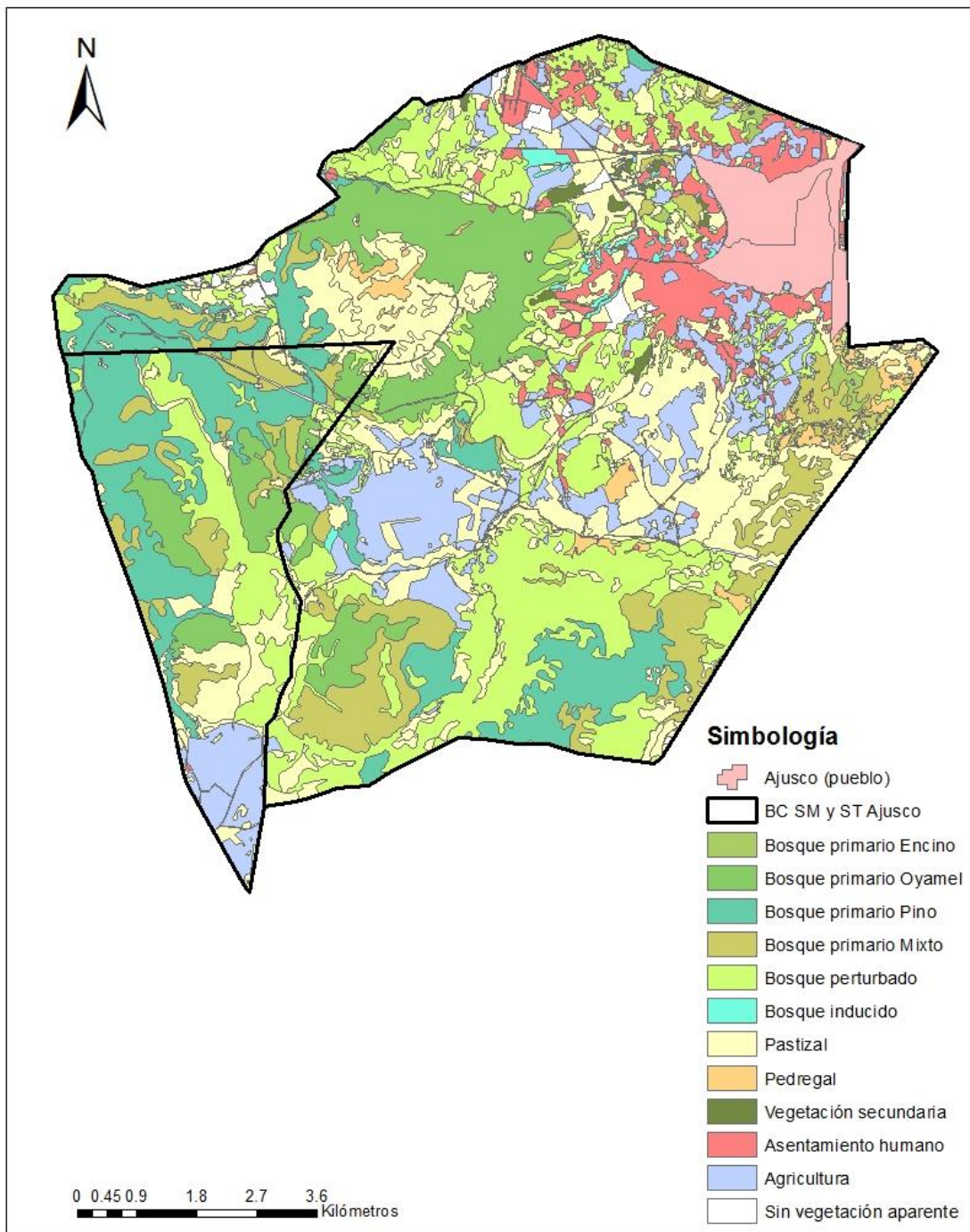
7. Si considera que sí debería de colaborar, ¿En qué forma?
a) Compensación económica___ b) Aportación de infraestructura___ c) Trabajo social___
d) Campañas gubernamentales___ e) Otro (especifique) _____
8. ¿Le gustaría participar en los talleres de capacitación? Sí___ No___
9. ¿Sobre cuál temática?
a) Técnicas agroforestales___ b) Silvicultura forestal___ c) Agroecología___
d) Captación y tratamiento de agua___ e) Diversificación productiva___ f) Otro_____
10. ¿Qué actividades a realizar propondría usted para obtener más conocimiento de los beneficios del bosque que puede traer a su comunidad ambiental y económicamente? _____
-

VI. ORDENAMIENTO TERRITORIAL

1. ¿Usted ha traspasado los derechos de parte de su terreno? Sí___ No___
2. ¿A quién? a) A un familiar___ b) A un conocido___ c) A un desconocido___
3. ¿Obtuvo algún beneficio del traspaso de tu terreno? Sí___ No___
¿Cuál? a) Económico___ b) En especie___ c) Moral___ d) Otro___
4. ¿Estaría dispuesto a seguir traspasando los derechos de su terreno? Sí___ No___
5. ¿Qué requeriría para no traspasar su derecho
a) Mayor cantidad de programas___ b) Mayor aporte económico por los programas ya existentes___ c) mayores ingresos de tu producto en la venta por hectárea___ d) Otro___
6. ¿Le interesaría que la comunidad participara en un aparcamiento? Sí___ No___

¡MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo 3. Tipo de uso de suelo con la categoría del bosque separada por especie dominante



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la PAOT-SMA (2012).

Bibliografía

- Aguilar, A. G. (2008). Peri-Urbanization, Illegal Settlements and Environmental Impact in Mexico City. *Cities*, 25: 133–145.
- Aguilar, A. G. (2009). Urbanización Periférica e Impacto Ambiental. El Suelo de Conservación en la Ciudad de México. En Aguilar, A.G. y Escamilla, I. (Coords.) *Periferia urbana, Deterioro Ambiental y Reestructuración Metropolitana* (pp. 21–52). México: Instituto de Geografía-UNAM; Miguel Ángel Porrúa. Serie: Estudios Urbanos.
- Aguilar A. G y Santos, C. (2011). Asentamientos informales y preservación del medio ambiente. En Pérez, E. (Coord.) *Suelo de Conservación de Distrito Federal, ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* México: Instituto Politécnico Nacional; Porrúa.
- Almeida-Leñero L., Nava M., Ramos A., Espinosa M., Ordoñez M., y Jujnosky J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta ecológica*, núm. especial 84–85: 53–64.
- Arreguín-Sámamo, M. y Torres-Pérez, J. (2012). Modelo de valoración económica del servicio eco sistémico hídrico, delegación La Magdalena Contreras, Distrito Federal. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, XII(2): 9–23.
- Arriaga, L.; Espinoza, J.M.; Aguilar, C.; Martínez, E; Gómez, L. y Loa, E. [coordinadores] (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Azqueta, D. Alviar, M. Domínguez, L. y O’Ryan, R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. México: McGraw Hill.
- Balvanera, P.; Castillo A., Lazos E. y Caballero K. (2011). Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. En Laterra, P., E. Jobbágy y Paruelo, J. (Eds.), *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (p. 740) Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Balvanera P., Uriarte M., Almeida-Leñero L., Altesor A., DeClerck F., Gardner T., Hall J., Lara A., Laterra P., Peña-Claros M., Matos D.M.S., Vogl A.L., Romero-Duque L.P., Arreola L.F., Caro-Borrero A.P., Gallego F., Jain M., Little C., Xavier RO, Paruelo J.M., Peinado J.E., Poorter L., Ascarrunz N., Correa F., Cunha-Santino MB., Hernández-Sánchez A.P. y Vallejos M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: the state of the art. *EcosystemServices* 2:56–70.
- Barde, J-P. y Pearce, D. (1991). *Valuing the environment*. Londres: Earthscan Publications Limited.
- Barrantes, G. (2000). *Metodología para la Valoración Económica del Recurso Hídrico como un Servicio Ambiental: caso de aplicación Cuenca del Río Tempisque*. Costa Rica: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS).
- Barrantes, G., y Castro, E. (2002). Experiencias replicables de valoración económica de bienes y servicios ambientales y establecimiento de sistemas de pago por servicios ambientales. Implementación de un esquema de cobro y pago por servicio ambiental hídrico: el caso de la empresa de servicios públicos de Heredia S.A. En R. Barsev (Ed.). *Guía metodológica para la valoración de bienes, servicios e impactos ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el*

- CBM. Serie Técnica 04 (pp. 108–112) Managua, Nicaragua: Corredor Biológico Mesoamericano-CCAD-PNUM/GED.
- Barrantes, G. y Sánchez, A. (2007). *Valoración del Servicio Ambiental Hídrico en la Zona de Talamanca, Costa Rica. Preparado para el Corredor Biológico Talamanca – Caribe*. Costa Rica: s.n.
- Barton, D. B. y Merino L. P. (2004). *La Experiencia de las Comunidades Forestales en México*. México: SEMARNAT; Instituto Nacional de Ecología y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.
- Barzev, R. (2004). Estudio de la valoración económica de la oferta y demanda hídrica del bosque en que nace la fuente del río Chiquito (Finca El Cacao-Achuapa), Nicaragua - Implementación de mecanismos de pagos por servicios hídricos [en línea]. Recuperado el 10/03/2015 de: http://201.116.60.96:8080/b/ceaaa/ficha_de_estudio_economico?id=298
- Bergkamp, G. y Smith, M. (2006). Chapter 1 Incentives for Water Security. En Smith, M.; De Groot, D.; Perrot-Maître, D. y Bergkamp, G. *Pay – Establishing pay ments for watershed services*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Boyd, J. y S. Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? *Ecological Economics*, 63: 616–626.
- Camacho, G. (2012). Modelado y simulación de sistemas urbanos complejos basados en autómatas celulares. Caso de estudio: Los cambios de uso de suelo y crecimiento urbano en el pueblo de Ajusco. (Tesis Maestría en Urbanismo). UNAM. México.
- Carbal, A. (2009). La valoración económica de bienes y servicios ambientales como herramientas estratégicas para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas: Coveñas-Sugre. *Criterio libre*, 10: 71–89.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- Carson, R. (2005) Chapter 1 Contingent Valuation: a user's guide. En Kalof, L. y Stterfield, T. *Environmental values*. London: Earthscan.
- Carson, R.; Flores, N. y Mitchell, R. (1999). Chapter 4 The theory and measurment of passive-use value. En Bateman, I. y Willis, K. *Valuing environmental preferences*. Oxford: PressUniversity.
- Castelán, J.E. y Mejía, A. (2011). Política ambiental en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. En Aguilar, A.G. y Escamilla, I. (Coords.) *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades* (pp. 253–276). México: Instituto de Geografía-UNAM; CONACYT; Miguel Ángel Porrúa. Serie: Estudios Urbanos.
- Cevallos, A.; López, C. y Torres, D. s.f. Estudio de valoración económica del recurso hídrico en la cuenca del rio Nanay, Loreto, Perú. Iquitos: S.e. 37 p. Recuperado el 22/04/2015 de:
- Chávez-Cortés, M. M., y Mancilla-Hernández, K. E. 2014. Esquema de cobro del servicio hidrológico que provee la cuenca alta del Pixquiac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(5): 161–177.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2014). Consultado el 10/08/2014 www.conafor.gob.mx
- CONAGUA (2011). *Estadísticas del agua en México, edición 2011*. México: Comisión Nacional del Agua.

- Costanza R.; D'Arge R.; De Groot R.D.; Farberk S.; Grasso M.; Hannon B.; Limburg K.; Naeem S.; O'Neill RV.; Paruelo J.; Raskin R.G.; Suttonkk P. y Belt, V.D. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6630): 253–260.
- Costanza, R. y Folke, C. (1997). Valuing ecosystems services with efficiency, fairness, and sustainability as goals. En Daily, G.C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* (pp. 49–69). Island Press: Washington, DC.
- Cristeche, E.R. y Penna, J.A. (2008). *Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y de los Recursos Naturales. Documento de Trabajo N° 3*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Cruz-Rodríguez, M. S. (2011). Expansión urbana en Suelo de Conservación y propiedad de la tierra en el Distrito Federal. En Pérez, E.; Perevotchkova, M. y Ávila-Foucat, V. S (Coords.) *Suelo de Conservación del Distrito Federal: ¿hacia una gestión y manejo sustentables?* (pp. 65–91). México: Miguel Ángel Porrúa.
- Daily, G.C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press: Washington, DC.
- Daily, G.C.; Söderqvist, T.; Aniyar, S.; Arrow, K.; Dasgupta, P. *et al.* (2000). The value of nature and the nature of value. *Science* 289:395-396.
- De Groot, R.S., Alkemade, R.; Braat, L.; Hein, L.; Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision-making. *Ecological Complexity* 7: 260–272.
- De Groot, D.; Tassone V. y Sampurno B. (2006) Chapter 2 Valuing and Managing Watershed Services. En Smith, M.; De Groot, D.; Perrot-Maïte, D.y Bergkamp, G. *Pay – Establishing payments for watershed services*. Gland, Switzerland: IUCN.
- De Groot, R.S.; Wilson M.A. y Boumans, R.M.J. (2002). A tipology for the classification, description and valuation of ecosystems functions, goods and services. *Ecological economics* 41: 393–408.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal*. Roma: Estudio FAO.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2012). *El Estado de los bosques del mundo*. Roma: FAO.
- Farré, F. y Duro, J. (2010). Estimación del valor económico del uso recreativo del parque natural del Delta del Ebro a través del método del coste de viaje zonal. *Cuadernos de Turismo* 26: 111–128.
- Field, B. y Field, M. (2003). *Economía ambiental*. México: McGraw Hill.
- Fisher, B.; Turner, K.R. y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision-making. *Ecological Economics* 68(3): 643–653.
- Gobierno del Distrito Federal (GDF) (2010). Tomo II, Administración Pública del Distrito Federal, Delegación Tlalpan. En *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Décima séptima época. N° 904.

- García-Aguirre, M. C.; Ortiz, M. A.; Zamorano, J. J. y Reyes, Y. (2007). Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management* 239:1–12.
- García-Palomo (2008). El arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México central. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 25(1): 158–178.
- Gómez-Baggethun, E.; De Groot, R.; Lomas, P. y Montes C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 6:1209–1218.
- Gómez-Baggethun, E. y Ruiz-Pérez, M. (2011). Economic valuation and the commodification of ecosystem services. *Progress in Physical Geography* 35(5) 613-628.
- Granados S. D.; López, G.F.; Hernández, M. A. y Sánchez, A. (2004). Ecología de la Fauna Silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo*, Serie Horticultura 11(1): 111–117.
- Grupo Metropolitano en Ingeniería S.A. de C.V. (2009). *Aforo de manantiales de opciones de su utilización temporal*. Informe final. México: GDF – Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
- Hanemann, M. (1999). Chapter 3 The economic theory of WTP and WTA. En Bateman, I. y Willis, K. *Valuing environmental preferences*. Oxford: Press University.
- Heal, G. (2000). Valuing Ecosystem Services. *Ecosystems*, 3(1): 24-30.
- Ímaz Gispert, M; Camacho, R. y Ruiz E. (2001). Política pública ambiental en la Ciudad de México. Suelo de Conservación una ruta ambientalmente incorrecta. En Pérez, E.; Perevotchkova, M. y Ávila-Foucat, V. S (Coords.) *Suelo de Conservación del Distrito Federal: ¿hacia una gestión y manejo sustentables?* México: Miguel Ángel Porrúa.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Tlalpan, Distrito Federal Clave geoestadística 09012. Recuperado de:
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/09/09012.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Censo general de Población y Vivienda 2010*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2005). *Conteo de población 2005*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2000). *Censo general de Población y Vivienda 2000*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1995). *Conteo de población 1995*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1990). *Censo general de Población y Vivienda 1990*. México: INEGI.
- Kolstad, C. (2000). *Environmental Economics*. New York: Oxford University Press.
- Krieger, D. (2001). *The economic value of forest ecosystem services: a review*. Washington, D. C.: The Wilderness Society.
- Kroeger, T. y Casey, F. (2007). An assessment of market-based approaches to providing ecosystem services on agricultural lands. *Ecological Economics*, 64(2):321–332.

- Lara-Reséndiz, R.; Larraín-Barrios, B.; Díaz de la Vega-Pérez, A. y Méndez-De la Cruz, F. (2014). Calidad térmica en una comunidad de lagartijas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(3): 885–897.
- Larqué-Saavedra, B.S.; Islas, F.; Valdivia, R. y Romo, J.L. (2004). Valoración económica de los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca, Estado de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 20(4): 193–202.
- López-Morales, C. (2012). Valoración de servicios hidrológicos por costo de reemplazo: Análisis de escenarios para el Bosque de Agua. Documento de trabajo de la Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. México, D.F: Instituto Nacional de Ecología. Recuperado de: http://ine.gob.mx/descargas/dgioece/doc_bosque_de_agua.pdf
- Martínez-Alier J. y Roca-Jusmet, J. (2000). *Economía ecológica y política ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, P.; Rivera, S.; Beneitez J. y Cruz, F. (2006). Establecimiento de un mecanismo de pago por servicios ambientales sobre un soporte GIS en la Cuenca del Río Calán, Honduras. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* 7: 152-181.
- Mashour, T.; Alavalapati, J.; Matta, R.; Larkin, S. y Carter, D. (2005). A hedonic analysis of the effect of natural attributes and deed restrictions on the value of conservation easements. *Forest Policy and Economics*, 7: 771–781.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2003). *Ecosystems and Human Well-Being: A framework for assessment*. Washington, DC: Island Press.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Mitchell, R.C. y Carson, R.T. (1989). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Washington, D.C.: Resources for the future.
- Muñoz-Piña, C.; Guevara, A.; Torres, J.M. y Braña, J. (2008). Paying for the hydrological services of Mexico's forest: analysis, negotiations and results. *Ecological Economics*, 65: 725–36.
- National Research Council (NRC) (2005). *Valuing Ecosystem Services. Toward Better Environmental Decision-making*. Washington, DC: NRC of the National Academies; The National Academy Press.
- Ninan, K.N. y Inoue, M. (2013). Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. *Ecological Economics*, 93: 137–149.
- Núñez, D.; Nahuelhual, L. y Oyarzún, C. (2006). Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. *Ecological Economics*, 58: 606–616.
- ONU. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. Recuperado de: <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>
- Ostrom, E. (2009). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: FCE.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial – Secretaría de Medio Ambiente (PAOT-SMA) (2012). *Atlas Cartográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. México: PAOT.

- Parkin, M. y Esquivel, G. (2001). *Microeconomía. Versión para Latinoamérica*. México: Pearson Educación.
- Penna, J.; De Prada, J. y Cristeche, E. (2011). Capítulo 4. Valoración económica de los servicios ambientales: Teoría, Métodos y Aplicaciones. En: Laterra, P.; Jobbágy, E. y Paruelo, J. (Eds.). *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Penna, J. y Cristeche, E. (2008). *La valoración de servicios ambientales: diferentes paradigmas*. Buenos Aires: Ediciones INTA. Estudios socio-económicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales (2).
- Perevochtchikova, M. (2014). Aproximación teórico-conceptual a los estudios de servicios ecosistémicos, ambientales y esquemas de compensación. En Perevochtchikova, M. (coord.) *Pago por servicios ambientales en México. Un acercamiento para su estudio* (pp. 17–40). México: El Colegio de México.
- Perevochtchikova, M. (2011). Programa de Pago por Servicios Ambientales en México. En Pérez, E. (coord.) *Suelo de Conservación de Distrito Federal, ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* (pp. 175–202). México: Instituto Politécnico Nacional; Porrúa.
- Perevochtchikova, M. y Beltrán, A. V. (2011). Los Servicios Ambientales Hidrológicos como instrumento alternativo para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el Distrito Federal. Proyecto: Instrumentos de Política Pública Ambiental y expansión urbana: los casos del Pago por servicios Ambientales, las UMAs y los FOCOMDEs en el contexto de la expansión urbana de la ZMCM. México: Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales.
- Perevochtchikova, M. y Rojo, I. (2014). La percepción del Programa de Pago por Servicios Ambientales en la Comunidad de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 23: 15–30.
- Perevochtchikova, M. y Torruco Colorado, V. (2013). Análisis comparativo de dos instrumentos de conservación ambiental aplicados en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. *Sociedad y Ambiente* 1(3): 3–25.
- Pérez, D. (2013). Valoración económica del servicio ambiental hídrico proveniente de la microcuenca Botijas, San Ignacio, Cajamarca. Recuperado de: <http://www.claveverde.org/attachments/article/518/Valoraci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20Botijas.pdf>
- Pérez, E. (2011). Expansión urbana e instrumentos de gestión ambiental en Suelo de Conservación de la Ciudad de México. El caso del Focombes. En Pérez, E. (coord.) *Suelo de Conservación de Distrito Federal, ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* México: Instituto Politécnico Nacional; Porrúa.
- Pérez-Verdin, G.; Navar-Chaidez, J.; Kim, Y.; Silva-Flores, R. (2011). Valuing Watershed Services in Mexico's Temperate Forests. *Modern Economy*, 2: 769–779.
- Porrás, I.; Grieg-Gran, M. y Neves, N. (2008). All that glitters: A review of payments for watershed services in developing countries. *Natural Resource Issues*, No. 11. London, UK: International Institute for Environment and Development.
- Portal, M. A. (1994). Práctica religiosa e identidad social entre los pueblos de Tlalpan, México, D.F. *Alteridades*, 4(7): 37–44.

- Quijas, S. y Balvanera, P. (2014). Biodiversidad y Servicios Ambientales. En Perevochtchikova, M. (coord.) *Pago por servicios ambientales en México. Un acercamiento para su estudio* (pp. 41–64). México: El Colegio de México.
- Registro Agrario Nacional (RAN) (2015). Padrón e historial de núcleos agrarios. PHINA. Consulta en línea: <http://phina.ran.gob.mx:8080/phina2/Sesiones>
- Rodríguez, H.; García, N.; Cantero, D.; Carreón, A. y Andrade, E. (2012). Pago por servicios hidrológicos ambientales en la cuenca del río Guayalejo, Tamaulipas, México. *Papeles de Geografía* 55–56: 167–178.
- Ruiz, A. (2014). Participación y compromiso comunitario en el cuidado del ojo de agua de los pueblos originarios de San Miguel y Santo Tomás Ajusco. (Tesis Licenciatura en Psicología). UNAM. México.
- Salazar, C. (2014). Suelo y política de vivienda en el contexto neoliberal mexicano. En Guiorguli, S. y Ugalde, V. *Gobierno, territorio y población: las políticas públicas en la mira*. México: El Colegio de México.
- Salgado, J. A. 2013. *El acceso al agua y la construcción de la ciudadanía. Caso de estudio Delegación Tlalpan*. Tesis doctoral en Ciencias Sociales con Mención en Sociología. México: Facultad Latinoamérica de Ciencias Sociales.
- Sandoval, E. y J. Gutiérrez. 2012. *Servicios Ambientales, experiencia federal en el Distrito Federal*. En: Pérez Campuzano, E., M. Perevochtchikova, y S. Ávila Foucat (Coord). 2011. *¿Hacia un manejo sustentable del Suelo de Conservación del Distrito Federal?* IPN, M.A. Porrúa, México, DF.74-79.
- Sanjurjo, E. 2001. *Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: Humedales en México*. México: INE-SEMARNAT.
- Schteingart, M. y Salazar, C. (2005). *Expansión urbana, sociedad y medio ambiente*. México: El Colegio de México.
- Sheinbaum, P. C. (2011). La compleja problemática del Suelo de Conservación del Distrito Federal: apuntes para su conservación. En Pérez, E.; Perevotchikova, M. y Ávila-Foucat, V. S. (coords.) *Suelo de Conservación del Distrito Federal: ¿hacia una gestión y manejo sustentables?* México: Miguel Ángel Porrúa.
- Secretaría de Medio Ambiente SMA-GDF (2000). *Programa General de Ordenamiento Ecológico Territorial del Distrito Federal 2000-2003*. México, DF: SMA-GDF.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). 2014. *Producción de maíz en México*. Recuperado el 8/4/2015 de: [http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ma%C3%ADz%20\(may%202014\).pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ma%C3%ADz%20(may%202014).pdf)
- Sistema de información del desarrollo social (SIDESO). (2001). Recuperado el 31/03/2015 de: <http://www.sideso.df.gob.mx/index.php?id=68>
- Siebe, C. (2009). La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1670 +/- 35 años AP y sus implicaciones. En Lot, A. y Cano-Santana, Z. (eds.) *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel* (pp. 43–49). México, D. F.: Coordinación de la Investigación Científica; Universidad Nacional Autónoma de México.
- Silva-Flores, R.; Pérez-Verdín, G., Nívar-Cháidez, J. (2010). Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y Bosques*, 16(1): 31–49.

- Smith, S. (2011). *Environmental Economics. A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Thampapillai, D. (2002). *Environmental Economics. Concepts, Methods and Policies*. Melbourne: Oxford University Press.
- Torres-Lima, P; Rodríguez Sánchez, L. (2006). Dinámica agroambiental en áreas periurbanas de México. Los casos de Guadalajara y *Distrito Federal*. *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 60: 62–82.
- Torres, A.; Luna, I. (2006). Análisis de trazos para establecer áreas de conservación en la faja volcánica transmexicana. *INCI* 31(12): 849–855. Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006001200005&lng=es.
- Turner, K. (1999). Chapter 2 Economic values in environmental valuation. En Bateman, I. y Willis, K. *Valuing environmental preferences*. Oxford: Press University.
- Turner, K.; Pearce, D. y Bateman, Ian (1993). *Environmental Economics. An elementary introduction*. Baltimore. EE.UU: The John Hopkins University Press.
- UNFPA. Fondo de Población de la Naciones Unidas (2007). *El Estado de la Población Mundial 2007. Liberar el Potencial del Crecimiento Urbano*, México: UNFPA.
- Vela, G.; López, J. y Rodríguez, M.L. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas*, Boletín 77: 18–30.
- Velázquez, A.; Medina, C. y Reyes, D. (2010). Síntesis geobotánica de las sierras Ajusco-Chichinautzin. *Investigación ambiental*, 2(1): 5–24.
- Velázquez, A. y Romero, F.J. [Eds.] (1999). *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México*. México: UAM-X; SEMARNAP.
- Viglizzo, E.; Carreño, L.; Volante, J. y Mosciaro, M. (2011). Valuación de bienes y servicios ecosistémicos: ¿verdad objetiva o cuenta de la buena pipa? En Laterra, P.; Jobbágy, E. y Paruelo, J. (Eds.) *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Villavicencio, A. (2009). Propuesta Metodológica para un Sistema de Pago por Servicios Ambientales en el Estado de México. *Cuadernos Geográficos* 44 (2009-1): 29-49.
- Whitehead, J.C. (2000). *A Practitioner's Primer on Contingent Valuation*. Departamento de Economía. Universidad de Carolina. EE.UU.
- Wunder, S. (2005). Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR). *Occasional Paper*, 42(s): 2.