



**Universidad Autónoma de Baja California  
Facultad de Ciencias Marinas**

**Caracterización de Servicios Ambientales del ANP  
“Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”  
Distrito Federal, México.**

Trabajo Terminal para obtener el diploma de:  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presenta:

**Raúl Castelán Cabañas**

Director: Dr. Roberto Ramón Enríquez Andrade

Ensenada B.C., Septiembre del 2011

## Contenido

Introducción .....	1
Antecedentes .....	2
Área de estudio .....	4
Justificación .....	5
Objetivo General .....	6
Objetivos Particulares .....	7
Metodología .....	7
Resultados .....	11
Caracterización de servicios ambientales del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” .....	11
Control de inundaciones.....	11
Recarga de Acuífero.....	13
Descarga de acuíferos .....	15
Exportación de biomasa (flora y fauna).....	17
Recreación/Turismo .....	20
Reservorio de Biodiversidad.....	23
Servicio Cultural .....	26
Importancia del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” como humedal. ....	29
Componente Ecológico. ....	30
Componente Económico.....	31
Métodos de Valoración económica.....	32
Pago por Servicios Ambientales. ....	33
Discusión y Conclusión .....	34
Referencias Bibliográficas .....	38
Referencias electrónicas.....	44
ANEXO 1. Especies del ANP bajo algún grado de protección. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 2. Cuestionarios de expertos. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **Introducción**

Los ecosistemas, especies y genes; expresiones de la biodiversidad en todos sus niveles, son los principales abastecedores de bienes y servicios para la sociedad. Estos se traducen en productos y otro tipo de beneficios, los cuales provienen de los ecosistemas por medio de los llamados servicios ambientales o servicios ecosistémicos. Los cuales según Wunder y otros autores (2007) los definen como los beneficios indirectos, generalmente no transados en mercados, que la sociedad obtiene de los ecosistemas; ejemplos típicos son el control de inundaciones, captura de carbono y la recarga de acuíferos.

De acuerdo con el MEA (*Millennium Ecosystem Assessment*) los servicios ambientales se dividen en cuatro categorías: servicios de soporte, regulación, suministro y culturales (MEA, 2005). Por lo tanto, observando todas las áreas que abarcan estos servicios, es de vital importancia comprender que prácticamente sin estos, la vida como la conocemos y entendemos no puede ser concebida. Así mismo es de relevancia identificar, conocer y regular la incidencia que tiene el hombre en los procesos ecosistémicos que generan dichos beneficios.

Según el MEA (2005) casi dos tercios de los ecosistemas del mundo se encuentran amenazados, lo que afecta inminentemente los servicios ambientales que estos posean. En este contexto México no es la excepción, sólo por mencionar un ejemplo, según la WWF (*World Wildlife Foundation*), los bosques y selvas se están perdiendo a una tasa anual estimada de entre 300,000 y 500,000 hectáreas. Como resultado, una gran cantidad de especies se encuentran en peligro de extinción y muchas más están amenazadas (WWF, 2007). En el caso de los humedales, México pierde aproximadamente anualmente el 2.5% de su superficie total (agua.org., 2010).

Los humedales son ambientes complejos y dinámicos que se caracterizan por alta productividad y diversidad biológica, juegan un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000). La importancia de estos ecosistemas es evidente.

En el caso de la Ciudad de México se considera que los humedales están casi extintos. El último remanente de la gran cuenca del valle de México se encuentra inmerso en la zona chinampera de

Xochimilco y parte de Tlahuac, la cual desde 1992 por decreto presidencial es una Zona Prioritaria de Preservación y Conservación del Equilibrio Ecológico y se declara como Área Natural Protegida (ANP), bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (GDF, 2004). No obstante la ANP así como la zona aledaña, ha venido sufriendo un continuo deterioro ambiental derivado del uso inadecuado de suelo, la presión y extensión de la mancha urbana, la sobreexplotación del manto acuífero para el abasto de la Ciudad, la descarga de aguas negras y el hundimiento diferencial del terreno, entre otros problemas (Ezcurra, 1996).

Rosa y otros autores (2004), señalan que en México se encuentran condiciones favorables para el desarrollo de iniciativas que busquen valorar los servicios ambientales y beneficien a las comunidades rurales. Mencionan como un gran potencial en el país: la captura del carbono, la diversidad genética, los grandes escenarios o atractivos naturales y el servicio ambiental hídrico. Los cuales, el ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” los posee, aunque aún no se tienen estudios concretos del funcionamiento de estos servicios.

La idea principal del pago por servicios ambientales (PSA) es que los que se benefician del ecosistema paguen de manera directa y contractual a quienes manejan la tierra para garantizar la conservación y restauración de los ecosistemas (Wunder, 2007), de esta manera se espera que quienes mantengan la tierra (ya sean dueños directos o no de las tierras, como por ejemplo una ONG) reciban un incentivo directo que les motive a considerar la conservación de los ecosistemas entre los usos rentables de la tierra.

El estudio de la zona chinampera es importante para entender el desarrollo cultural, ambiental y social de la Cuenca de México. Por mucho tiempo Xochimilco abasteció a la Ciudad de México de productos agrícolas, mediante las *chinampas* como forma de cultivo, así como la utilización de canoas y trajineras como transporte para el comercio regional. La zona lacustre, generadora de servicios ambientales, constituye igualmente la expresión de una cultura que está integrada por elementos básicos religiosos, relacionados con la agricultura y rituales que determinan en gran medida la vida, así como las relaciones familiares y comunales de sus pobladores (GDF, 2004).

## **Antecedentes**

La cuenca de México, por su característica endorreica, fue originalmente un sistema cerrado con

un sistema de valles y lagos en su interior, esta ocupaba un área de alrededor de 9600 km cuadrados (Izazola, 2001). En el lugar en donde ahora se localiza la zona metropolitana del Valle de México, existieron seis lagos, uno de ellos es el Lago de Xochimilco. El cual en 1986, se decretó una superficie de 89.63 km<sup>2</sup>, en las Delegaciones de Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta, como Zona de Monumentos Históricos, por ser un sitio de interés histórico, de grandes avances técnicos, sociales y económicos como la chinampa, y por la importancia de sus recursos acuíferos que han suministrado agua a la Ciudad de México (GDF, 2004).

Así mismo en 1987 la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) inscribió en la lista de Patrimonio Mundial Cultural y Natural a Xochimilco por su valor excepcional y universal, que debe ser protegido para beneficio de la humanidad; este reconocimiento incluye el sistema de chinampas de Xochimilco desarrollado por las culturas prehispánicas que aún se conserva en las zonas de Xochimilco y Tláhuac, al sur de la Ciudad de México (GDF, 2004).

En 1989, el Departamento del Distrito Federal hizo público el Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco, con el objetivo de revertir la degradación ecológica propiciada por la explotación de los mantos acuíferos, incentivar la producción agrícola y contribuir a la ampliación de espacios verdes y recreativos. Cabe resaltar que en este decreto se expropia por causa de utilidad pública, una superficie de 780 hectáreas de tierras del ejido de Xochimilco y 257.40 hectáreas al ejido San Gregorio Atlapulco para destinarlas al rescate ecológico de la zona (GDF, 2004).

En 1992 se establece como Zona Prioritaria de Preservación y Conservación del Equilibrio Ecológico (Sitio Ramsar) y se declara como Área Natural Protegida (ANP), bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”, una superficie de 2,657 hectáreas (figura 1) como zona que requiere la protección, conservación, mejoramiento, preservación y restauración de sus condiciones ambientales (GDF, 2004).

Para el 2004 se acuerda con el Gobierno del Distrito Federal (GDF), el Programa de Manejo del ANP bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica denominada “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”

Cabe resaltar que actualmente está ANP es estudiada y monitoreada por el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC), perteneciente a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, donde se llevan a cabo proyectos relacionados con la calidad de agua, ciclos biogeoquímicos, conservación de las especies endémicas de flora y

fauna, reciclaje de nutrientes, manejo del humedal, así como de educación ambiental y de vinculación social.

En cuanto a trabajos de servicios ambientales y valoración económica existen diversos estudios en México aplicados a sistemas hídricos: En el 2010 se realizó “Valoración económica de los servicios ambientales hidrológico en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango” de Silva-Flores y otros autores. En el 2001 se hizo la “Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México” de Sanjurjo-Rivera.

En la Ciudad de México existen varios trabajos de servicios ambientales, de los cuales se destacan dos: el primero sobre el uso de suelo hecho por Cram, S. y otros autores “Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal” en 2008, el cual nos brinda una visión general del uso de suelo de la ciudad.

El segundo ya más específico de la zona de trabajo realizado por Merlin, Y. “Evaluación de dos sistemas de manejo recursos naturales de Xochimilco con indicadores de sustentabilidad” del INECOL en el 2009.

## **Área de estudio**

El ANP “Ejidotes de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” se localiza en la porción centro y norte de la Delegación Política de Xochimilco, al sur del Distrito Federal.

Sus coordenadas geográficas extremas son: 19° 15' 11” y 19° 19' 15” de latitud Norte; 99° 00' 58” y 99° 07' 08” de longitud Oeste. Está integrada por un polígono con una superficie de 2,657-08-47 ha.



**Figura1.**Ubicación del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.

**Fuente:** elaboración propia.

## Justificación

Es evidente que el ANP de estudio se encuentra en gran deterioro a pesar de estar asignada para su conservación, las principales causas de dicho deterioro ya han sido mencionadas. Por lo tanto es urgente brindar alternativas que permitan mantener esta zona que es de suma importancia para la Ciudad de México y el mundo.

Una de las alternativas se encuentra en valorar los servicios ambientales del lugar. Al respecto Salas (2004) menciona que existen dos importantes razones para realizar una valoración de los

servicios y bienes que prestan los humedales, como es el caso del ANP de estudio:

1. La valoración de los humedales es una manera de calcular los beneficios que el ecosistema genera a la población y permite realizar un estudio donde se comparan los beneficios y los costos que tienen para la sociedad las políticas, los programas o las actividades encaminados a proteger o restaurar un ecosistema. Por lo tanto, es un instrumento importante para que quienes gestionan el medio ambiente, adopten decisiones justificadas de invertir en actividades de conservación y gestión de los humedales.
2. La otra razón es que la población en general no tiene el conocimiento para generar una conciencia del valor de los humedales. Si se generan pruebas objetivas de los beneficios monetarios y no monetarios que brindan los humedales, se puede obtener suficiente apoyo para el manejo responsable y conservación de los mismos. Al mostrar como los humedales ayudan a la población a mejorar sus condiciones de vida mediante el uso y la venta de bienes y servicios ambientales provenientes de los humedales, se obtiene mayor apoyo.

No obstante es necesario que en primera instancia se realice un catálogo de los servicios que genera el ANP a la sociedad, para después poder determinar qué servicios tienen el potencial para entrar al sistema del pago por servicios ambientales (PSA) y que beneficios traerían estos a la comunidad y al mismo ecosistema. Dicho esto, la relevancia del presente estudio es generar un informe en el cual se resalten los servicios ambientales específicos del área a detalle para identificar que servicios tienen la posibilidad de entrar al sistema de PSA de acuerdo con los programas vigentes en México y proponer los posibles métodos de valoración económica, de tal manera que sirva como la primera plataforma para intentar implementar esta nueva forma de conservar.

## **Objetivo General**

Identificar y caracterizar los principales servicios ecosistémicos del Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.

## **Objetivos Particulares**

- Determinar qué servicios ambientales genera el ANP a partir de la información documental disponible.
- Describir los servicios ambientales de la ANP.
- Determinar los posibles métodos de valoración económica de los servicios ambientales.
- Identificar los servicios ambientales con potencial de ser incluidos en el sistema de pago por servicios ambientales de acuerdo con las leyes de México.

## **Metodología**

Es muy importante resaltar que de acuerdo con Muñoz (2005) a pesar de la elaboración de varias propuestas para definir los bienes y servicios ambientales y el mercado que ellos conforman, no existe hasta la fecha una definición comúnmente aceptada ni un criterio único para su clasificación. Por lo tanto existen diferentes metodologías para realizar una caracterización de los servicios ambientales de un ecosistema. El presente trabajo se sustenta en dos componentes básicos: consulta bibliográfica y consulta con expertos de la zona, no obstante se recomienda utilizar un tercer factor, el cual es pieza clave para una caracterización, el componente social, es decir los usuarios directos de los servicios ambientales.

### **1.-Fase de Gabinete.**

Esta primera etapa es la base que sustenta la caracterización de los servicios ambientales. En primera instancia se llevó a cabo investigación sobre los siguientes temas: humedales, economía ambiental, bienes y servicios ambientales, gestión ambiental, valoración económica de servicios ambientales, así como el pago de estos.

Posteriormente se busco información sobre todas las investigaciones realizadas en el ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” en diversos artículos científicos, libros, seminarios, etc. de la cual se generó la justificación del funcionamiento de los servicios. Dicha información consta principalmente de datos cuantitativos como la cantidad de especies que se comercializan, las especies tradicionales y endémicas, los volúmenes de agua potable que se

aportan a la ciudad de México, las aguas residuales que se depuran etc. Con esta información se realizó una descripción de algunos de los servicios ambientales que genera el área de estudio.

Cabe resaltar que los servicios ambientales descritos fueron elegidos de acuerdo a la disponibilidad de la información encontrada en la fase de gabinete, por lo que dichos servicios no deben considerarse como los únicos generadores de beneficios a la sociedad. Existen otros servicios que debido a la falta de información no pudieron ser caracterizados.

## **2.-Consulta con expertos de la zona.**

En esta etapa, por un lado se sometió a revisión con algunos expertos del área, la información bibliográfica recabada en la sección anterior para corroborar y en su caso omitir o agregar datos y opiniones respecto a la caracterización de los servicios.

Por otro lado, se preguntó a los expertos el nivel de importancia de cada servicio ambiental. De acuerdo con la metodología de la Secretaria de ambiente de Colombia en su Plan de Manejo Ambiental del Humedal Tibanica (2004) se contemplaron dos de los tres componentes básicos en el funcionamiento y la valoración de un humedal: el ecológico y el económico; el componente social no pudo ser evaluado. La escala utilizada en ambas tablas (1 y 2), es tomada y adaptada de Barbier y otros autores, en *Valoración económica de humedales, Guía para Decisores y Planificadores* (1997).

### a) Componente Ecológico

La valoración de los humedales se puede hacer en relación con los servicios que prestan a la sociedad humana. Los servicios reconocidos en Ramsar y, por tanto, a nivel internacional y nacional se resumen en la Tabla 1. Con esta tabla es posible determinar la productividad del humedal y la importancia que presenta, respecto a los beneficios generados a la sociedad. Por lo tanto el componente base es el ecológico, ya que los otros dos componentes dependen del buen funcionamiento de este.

**Tabla 1. Servicios de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el humedal.**

<b>Servicios y Productos de los Humedales</b>	<b>Importancia en el Humedal de Xochimilco</b>
<b>Servicios Ambientales</b>	
Control de Inundaciones	
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	
Retención de sustancias tóxicas	

Retención de nutrientes	
Exportación de biomasa (fauna y flora)	
Estabilización del microclima	
Transporte por agua	
Mitigación del cambio climático	
Depuración de aguas	
Reservorio de biodiversidad	
Productos de humedales	
Recreación / Turismo	
Valor Cultural	
<b>Productos</b>	
Forestales, vida silvestre, forrajeros, agrícolas, abastecimiento de agua	
<b>Atributos</b>	
Diversidad biológica	
Singularidad del patrimonio cultural	

Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992)

### b) Componente Económico

Para lograr valorar los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, en este caso los humedales, Barbier (1994) jerarquizó y definió diferentes tipos de valores de los humedales en el contexto del valor económico total (VET) y asignó técnicas apropiadas de valoración para cada categoría. La tabla 2 muestra los tipos de usos en el contexto del VET y su importancia en el área de estudio.

Tabla 2. Usos de las características del humedal (VET): Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, México.

Valores Económicos	Directos	Indirectos	De opción	De No Uso
<b>Componentes/Bienes</b>				
1.-Fauna y Flora Silvestre				
2.-Pesca				
3.-Recursos forrajeos				
4.-Recursos Agropecuarios				
5.- Abastecimiento de agua				
6.-Recursos Forestales				
<b>Funciones/Servicios</b>				
1.- Recarga de acuíferos				
2.- Control de inundaciones				
3.-Descarga de acuíferos				
4.- Exportación de Biomasa				
5.-Recreación/Turismo				
6.- Biodiversidad				
<b>Diversidad/Propiedades</b>				
1.- Diversidad Biológica				
2.-Singularidad/Patrimonio Cultural				

Fuente: Tomado y adaptado de Barbier y otros autores (1997).

**Escala:**

---

Sin importancia = **0 a 1**      Poco importante = **1.1 a 2**      Importante = **2.1 a 3**  
Muy importante = **3.1 a 4**

---

**3.- Métodos de valoración económica y pago por servicios ambientales (PSA).**

Una vez calificada la tabla 1 relacionada a la componente ecológica por los tres expertos, se hizo una relación aritmética muy sencilla para identificar los servicios que presentan mayor importancia para la sociedad: Se sumaron los puntos de cada servicio ambiental y se promediaron. Utilizando la misma escala, se consideraron sólo los que presentaron un nivel de importancia significativo (valores mayores a 3).

A partir de los resultados obtenidos de la tabla 1, se completó la tabla relacionada a la componente económica (tabla 2) la cual está planteada desde la perspectiva del VET, debido a que la componente económica depende enteramente de la ecológica.

Una vez completada la tabla 2, se propusieron las posibles técnicas de valoración económica de los servicios ambientales, atributos y propiedades del humedal que presentaron un puntaje mayor a 3. El método a seguir para la elección de los métodos de valoración económica, es el propuesto por Barbier y otros autores (1997), el cual se fundamenta en el concepto del VET. Este concepto muestra las técnicas comúnmente usadas para estimar valores monetarios para cada tipo de servicio de acuerdo a los usos que le da la sociedad.

El objetivo de conocer los métodos de valoración económica, radica en que una vez hecha la valoración, es posible utilizar los resultados con el propósito de incluir algunos servicios ambientales en el PSA, por lo que posteriormente se hizo una relación de dichos servicios con los mecanismos vigentes en México del PSA, para identificar posibles programas para el ANP de estudio.

## **Resultados**

### **Caracterización de servicios ambientales del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”**

#### **Control de inundaciones**

Uno de los servicios de regulación más importante que generan los humedales es el del control de inundaciones y las crecidas de los ríos. De acuerdo con la EM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio) por un lado las inundaciones constituyen un fenómeno natural importante para mantener el funcionamiento ecológico de los humedales (por ejemplo, como transportadores naturales de materiales y nutrientes disueltos o en suspensión hacia los humedales), y para mantener en funcionamiento muchos de los servicios que proveen los humedales a millones de personas, particularmente a aquellas cuyos medios de subsistencia dependen de las llanuras de inundación utilizadas para la agricultura, el pastoreo y la producción pesquera (EM, 2005).

En el caso de la zona lacustre de Xochimilco, la cual se considera un humedal de llanura dividido en tres zonas: lacustre, lacustre-salina y aluvial, los cuales han dado origen a diferentes tipos de inundaciones, es pertinente hacer una breve síntesis histórica de la evolución de la cuenca de México a partir de la conquista para comprender la situación actual de este servicio.

Con la Conquista, las ciudades de la cuenca fueron rediseñadas según la traza de los pueblos españoles y la superficie lacustre comenzó a ser considerada incompatible con el nuevo estilo de edificación y uso de la tierra. A partir del siglo XVII, comenzaron a construirse obras de drenaje de tamaño y complejidad crecientes, con el objeto de librar a la ciudad del riesgo de inundaciones y de secar el lodoso subsuelo del fondo del lago (Ezcurra, 1996, p. 4). Estas obras, a su vez, produjeron poco a poco cambios en el medio ambiente de la cuenca, principalmente la desecación de los lagos, estas obras de desecación de los lagos continuaron después de la independencia, principalmente en el Porfiriato. Posteriormente se realizaron diversos proyectos, desatacando la construcción del Drenaje Profundo en 1975, obra maestra que iba a resolver el reto del desagüe de una vez para siempre. En la actualidad se realiza el túnel emisor oriente, para resolver de fondo la problemática del sistema de drenaje y así reducir los riesgos de inundaciones, este tendrá una longitud aproximada de 62 kilómetros, siete metros de diámetro y

una capacidad de desalojo de hasta 150 metros cúbicos de aguas residuales por segundo (CONCAMIN, 2010).

La situación geográfica de la ciudad, ubicada a más de dos mil metros sobre el nivel del mar, en una cuenca cerrada sin salidas naturales para los escurrimientos y donde se presentan tormentas de alta intensidad y corta duración, ha provocado serios problemas para el desalojo y el control de las aguas desde la época prehispánica. Los sistemas de drenaje construidos desde entonces han tenido siempre un doble propósito: desalojar las aguas residuales del valle de México y dar salida a las aguas pluviales para evitar inundaciones. La evolución del sistema de drenaje ha estado condicionada por la necesidad de controlar y desalojar las aguas de lluvia, más que por la de eliminar las aguas residuales domiciliarias e industriales. (Ezcurra, 1996, p. 49).

En este contexto uno de los remanentes de la cuenca, es la zona lacustre de Xochimilco que almacena aguas pluviales y parte de las aguas del drenaje de la ciudad. Las primeras resultan trascendentales para la seguridad de la Ciudad, debido a que el exceso de agua en época de lluvias es desviado de la ciudad de México, a la zona de canales y chinampas de Xochimilco, sirviendo así como vaso regulador por medio de los cuales se evitan inundaciones (Merlín, 2009). En cuanto a las aguas del drenaje, estas son tratadas en plantas procesadoras y vueltas a incorporar al sistema de distribución de aguas de la ciudad. El volumen total de aguas tratadas es de 2 m<sup>3</sup>/s, que además de utilizarse en los canales de Xochimilco son usadas para riego o para uso industrial (Ezcurra, 1996).

Las principales zonas encargadas del control de inundaciones que conforman el ANP "Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco", se encuentran: la Ciénega Chica y la Ciénega Grande, que son lagunas de regulación artificiales cuya función es el control del agua y evitar inundaciones (GDF, 2006). La Ciénega Chica tiene una extensión 83.3 has. y la Ciénega Grande 196.6 has. La primera regula los escurrimientos del sur de la cabecera delegacional y del Río San Buena Ventura, además de aliviar indirectamente el sistema de drenaje del colector Miramontes y la segunda almacena de manera temporal las aguas pluviales y residuales de los Canales de Chalco y Nacional (Canabal, 1997). Existen otras zonas que coadyuvan al control de inundaciones en el ANP: el PEX (Parque Ecológico de Xochimilco), el cual tiene una superficie de 215 ha, divididas en cuerpos de agua, lagos, ciénegas y canales, el Lago de Conservación y otras lagunas (Tlilac, del Toro, Huetzalin, Apampilco y Tezhuilo), así como los 189 km de canales.

## **Recarga de Acuífero**

Uno de los servicios ambientales más relevantes generados por los humedales, es la recarga de acuíferos del subsuelo. Para conocer la renovabilidad del recurso hídrico, lo cual es muy importante para saber el estado del acuífero y con esto poder tomar de manera más eficiente las decisiones del manejo de estos, se tiene una medida conocida como balance hídrico del acuífero, la cual se obtiene de la diferencia entre el bombeo y la recarga. Es decir, la diferencia entre lo que entra al acuífero y lo que se extrae de él. Cabe resaltar que la calidad natural del agua subterránea variará de un tipo de roca a otro y también entre acuíferos, dependiendo de los recorridos subterráneos del agua.

En el caso del acuífero de la zona sur del Valle de México ha sido dividido en tres subsistemas de acuerdo con su ubicación y tipo de rocas que lo conforman: 1) Zona Metropolitana incluyendo Xochimilco, 2) Valle de Chalco y 3) Ex Lago de Texcoco (DDF, 1992). El primero es donde se encuentra el área de estudio, ya que el acuífero además de estar conformado por prácticamente toda la zona urbana de la capital, también abarca la zona de Xochimilco, lugar donde se encuentran los remanentes de lo que fue el gran lago del mismo nombre.

Esta zona a su vez se encuentra en la subcuenca Xochimilco-Chalco perteneciente a la Cuenca del Valle de México, la cual se encuentra dividida en tres zonas hidrológicas principales: la zona lacustre, el piedemonte o zona de transición y la zona montañosa. En este sentido el ANP presenta dos de estas zonas. En primer lugar la zona lacustre (que corresponde a las elevaciones de menor altura) la cual abarca la mayor parte del territorio del ANP, principalmente en la zona centro y norte de esta. Por otro lado de acuerdo con el INECOL (2002) la zona de influencia en la porción sur del ANP se considera como región de piedemonte, la cual se encuentra por lo general entre el lecho de los antiguos lagos y las montañas de mayor pendiente. Aquí, las capas de arcilla lacustre se intercalan con las de sedimento y arena; en las áreas más cercanas a la base de las montañas. El piedemonte está compuesto en gran medida por basalto fracturado de flujos volcánicos. La formación de basalto es altamente permeable, con una buena capacidad de almacenamiento y es considerada como el componente principal del acuífero en explotación; se encuentra expuesta cerca de la porción superior del piedemonte y se extiende por debajo de los depósitos aluviales del valle. El piedemonte, es importante para la recarga natural del acuífero (*National Research Council, et al., 1995: cap. 3*).

Esto se presenta principalmente en las proximidades de la zona chinampera, donde los suelos son de tipo aluvial, a lo largo de una franja que corre de Este a Oeste sobre el límite sur del Sistema, se componen de grava y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto, localizados sobre todo al sur del poblado de Santa Cruz Acalpixca (INECOL. 2002). Se estima que la recarga por infiltración en la zona de canales es de  $6.7\text{m}^3/\text{s}$  en las áreas de canales, sin embargo del acuífero de Xochimilco y Tlahuac se extrae un caudal  $14.3\text{m}^3/\text{s}$  el cual es el doble del que se recarga, por lo que se considera un proceso de sobreexplotación (INECOL, 2002).

Por otro lado, es importante mencionar que debido al incremento de la demanda de agua resultado del crecimiento demográfico de la ciudad, el acuífero situado en la subcuenca Xochimilco-Chalco desde principios del siglo XX ha sido sobreexplotado, aunado a esto la deforestación en las laderas y la creciente erosión han ocasionado un descenso drástico de los niveles del manto acuífero de la región (Romero, 1993). Por esta razón se han hecho esfuerzos desde la década de los 40 por recargar de manera artificial las aguas subterráneas de la zona. En 1970 se perforaron alrededor de 56 pozos con el propósito de infiltrar el agua de lluvia. Estos pozos tenían la capacidad de manejar en conjunto hasta  $35\text{m}^3/\text{s}$  de agua. Aunque los pozos no estaban diseñados para la recarga, el agua de lluvia llegó probablemente al acuífero. Cabe mencionar que el proyecto más reciente en el 2008 de recarga artificial en la delegación Xochimilco, es el de 3 pozos de absorción, con 10 cárcamos para captación agua pluvial, el cual de acuerdo a la literatura mas reciente no se han podido evaluar los resultados de dicho proyecto (Burns, 2009). Sin embargo este proceso de recarga artificial de aguas subterráneas no ha cumplido con los cometidos, por el contrario, ha generado diversas afectaciones en la región, principalmente porque las aguas utilizadas para la recarga no cumplen con los estándares de calidad y el volumen no satisface las necesidades de la zona. Por otro lado existe una gran cantidad de descargas de drenajes domésticos, las cuales no han podido erradicarse hasta la fecha. En conjunto estos fenómenos han propiciado una serie de deterioros socioambientales.

También es importante resaltar que a pesar de tener datos de infiltración de los canales que aportan a la recarga del acuífero, por el momento no es posible medir exactamente qué porcentaje de esta infiltración corresponde al ANP exclusivamente, ya que los canales se encuentran también en la delegación Tlahuac, la cual no pertenece al ANP. Al respecto Martínez (2006) menciona que del total del volumen de lluvia que cae sobre la cuenca, el escurrimiento mensual oscila entre el 8.4% y el 1.15%, lo que significa que entre el 99% y el 92% del volumen

de agua que llueve se infiltra. Por lo tanto el ANP está generando indirectamente un beneficio más a la sociedad, ya que la cuenca resulta tener una gran permeabilidad, permitiendo así la recarga del acuífero.

### **Descarga de acuíferos**

La descarga de acuíferos está relacionado directamente con la recarga, por consiguiente es posible decir que la descarga depende de la recarga, la cual fue mencionada en la sección anterior. Esto se debe a que la descarga es el resultado de niveles altos de recarga, ya que se considera que la descarga de acuíferos es aquella que permite que el agua subterránea salga o brote de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas en forma de manantiales, ríos y otras formaciones.

En el contexto de los humedales, la función de descarga se produce cuando el nivel freático del terreno adyacente es superior al nivel del agua del humedal, de modo que se produce un flujo subterráneo del terreno adyacente hacia el humedal. El beneficio de esta función es drenar el exceso de agua del suelo manteniendo el equilibrio de aire y agua de modo que los macroporos sean una fuente adecuada de oxígeno de las raíces (Sención, 2002).

Es pertinente mencionar cómo ha evolucionado a partir de principios del siglo XX la transformación de este servicio ambiental en el antiguo lago de Xochimilco, ya que la intervención del hombre ha sido crucial en dicho proceso.

La zona de Xochimilco fue una región privilegiada y hasta cierto punto autosuficiente, debido a que contaba con diversos recursos naturales. Uno de estos recursos era la gran cantidad de manantiales que brotaban con un estándar de calidad muy alto. Estos manantiales fueron el principal objetivo para terminar con el problema del abastecimiento de agua en la creciente urbe de la Ciudad de México a principios del siglo XX. En 1905 se comenzaron los trabajos en los manantiales de Xochimilco, con el objetivo de transportar 2000 l/s a través de un acueducto de 27 kilómetros de extensión (Rojas, 1995). No obstante este proyecto fue concluido hasta 1913.

Así pasaron los años y Xochimilco abastecía las necesidades de la creciente ciudad aumentando la extracción en la década de los 30 a los 2600 l/s aunque 1000 l se perdían en el trayecto (Rojas,

1995). Ya en la década de los 40 a pesar de comenzar con el proyecto de extracción del Río Lerma, el cual supuestamente disminuiría la extracción, en los manantiales de Xochimilco no cesaba la explotación del vital líquido, aumentando ahora en 3000 l/s, lo que representaba casi la mitad de la demanda de toda la ciudad que en esos tiempos era de 7300 l/s (Rojas, 1995).

Debido a la constante sobreexplotación de los manantiales, estos comenzaron a disminuir hasta que según Peña (1978) la Comisión Hidrológica del Valle de México declaró a principios de los 60 que *“los manantiales de Xochimilco ya no pueden ser considerados como tales, en virtud de que el nivel de las aguas fue abatido por debajo del terreno donde afloraban”*. Únicamente el manantial de Nativitas se mantendría en explotación hasta 1975, que fue el año en que se seco por completo (Romero, 1993). Pese a esta situación el Departamento del Distrito Federal para 1982 contaba ya con 122 pozos que suplirían a los manantiales, estos pozos producían un caudal de 7700 l/s (Rojas, 1995).

En la actualidad la extracción de agua en la Delegación Xochimilco se produce mediante 77 pozos con una profundidad promedio entre 200 y 400 m. El volumen de agua que se extrae del acuífero por medio de dichos pozos es de 3200 l/s de este se distribuye en la delegación Xochimilco 1000 l/s, lo demás se envía a las delegaciones: Iztapalapa, Benito Juárez, Coyoacán, Tlalpan, Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc (Espinosa y Mazari, 2008).

Irónicamente el origen del lago de Xochimilco y sus canales proviene en gran medida de sus manantiales debido a que esta zona es el resultado, principalmente, de la descarga de aguas subterráneas a través de flujos locales (manantiales) e intermedios (carga hidráulica ascendente). El agua subterránea recorre cierta distancia desde la zona de captación de lluvia, la llamada zona de recarga, hasta su descarga en la zona lacustre; el agua infiltrada satura las capas superiores hasta encontrarse con capas impermeables, propiciando que ésta fluya hacia las partes bajas y alcance la superficie en forma de manantiales, los cuales, a su vez, alimentan los lagos de la planicie. Esta situación dio origen a la zona de canales (INECOL, 2002).

Los principales sistemas hídricos de la región son superficiales y subterráneos. Los sistemas superficiales, los cuales son la principal aportación de descarga de acuífero, se componen de manantiales que fueron entubados desde principios del siglo XX y extintos en su totalidad en la década del setenta. También la oferta hídrica incluye ríos (temporales) provenientes de las montañas y el agua de los canales (lago) que en su mayoría se trata de agua de reúso (SACM, 2000). Al respecto Martínez (2006) menciona que se destina mensualmente un promedio de

1268400 m<sup>3</sup> de agua tratada, lo que representa el 50% de capacidad de almacenamiento del sistema lagunar.

### **Exportación de biomasa (flora y fauna)**

Antes de iniciar con la caracterización de este servicio es importante mencionar que existen dos percepciones distintas del concepto de biomasa, de acuerdo con las definiciones de la RAE (Real Academia Española). La primera, parte desde la concepción de la Ecología: “*Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen*” y la segunda la cual es más restringida, se refiere a la biomasa útil en términos energéticos: “*Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía*”.

En el contexto de los servicios ambientales y en particular de la exportación de biomasa, se usará el segundo concepto, el cual se refiere a la biomasa útil en términos energéticos que generen beneficios a la sociedad. Cabe resaltar que a pesar de que la literatura se refiere exclusivamente a “biomasa útil” como la recuperación de la energía química de la biomasa transformada en combustible de las cuales destacan las energías renovables como el biodiesel, en este estudio se considera también como fuente de energía el alimento que se deriva de los diferentes estados de la biomasa (flora y fauna), producida en el caso del ANP de estudio en los agroecosistemas llamados Chinampas, las cuales dependen ampliamente de la biomasa de la región

Es importante mencionar que se hace énfasis en este sistema de producción agrícola, ya que es la principal fuente de energía (como alimento) que presenta el ANP y uno de los rasgos más peculiares, que hacen de esta zona un lugar único y como se mencionó anteriormente está íntimamente relacionado con la exportación de biomasa.

Por otro lado es de suma importancia aclarar, que el servicio ambiental de la exportación de biomasa, no debe considerarse como la cantidad de biomasa producida por la agricultura del ANP, esto se considera como un bien que genera este servicio. No obstante, es importante mencionar la producción agrícola que se genera en gran medida por la exportación de biomasa en la zona.

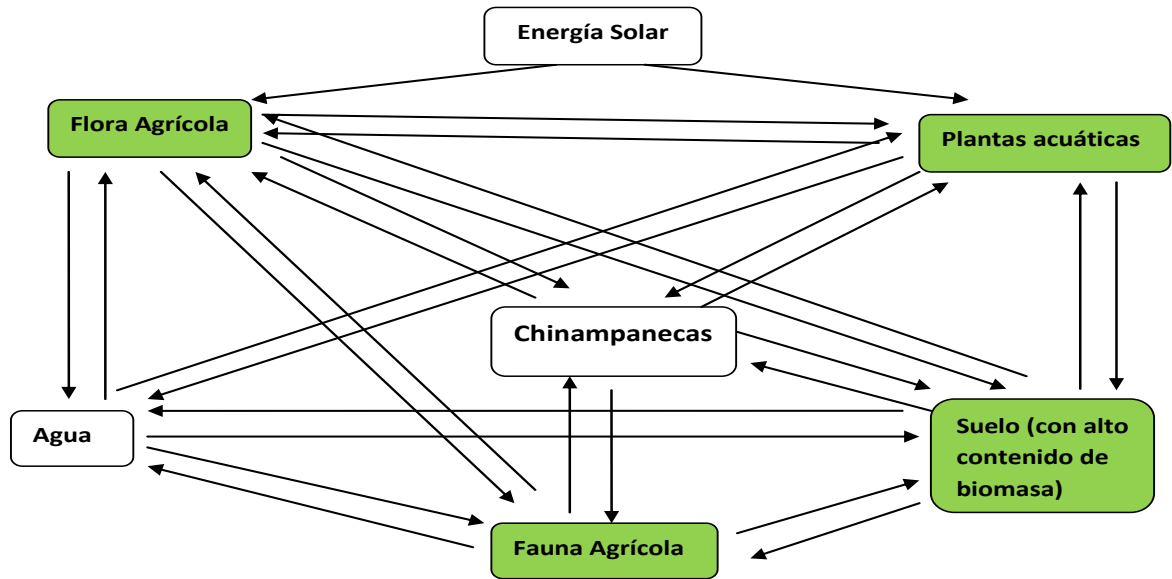
Uno de los motivos más importantes, si no es que el más importante, por el cual esta zona se decreto ANP, así como Patrimonio de la Humanidad, es sin duda el método prehispánico de

agricultura por medio de las chinampas. Estas técnicas de cultivo además de sus valores culturales que se detallan en capítulos posteriores, son considerados desde la perspectiva agrícola, como el agroecosistema sostenible más diverso y productivo que se conoce hasta la fecha (Rojas, 1995). Estudios recientes han calculado que una chinampa de Xochimilco es cinco veces y media más productiva por unidad de superficie, que una tierra de temporal (Martínez, 2004).

Se considera un agroecosistema, porque de acuerdo con la definición propuesta por Bautista y Sommer (1995) la chinampa representa la utilización integrada de los sistemas acuático y terrestre, que es manejado de manera tal que se conservan los atributos similares a un sistema natural. En estos ambientes se pueden encontrar especies endémicas, tanto animales como vegetales.

De acuerdo con Rojas (1995), la chinampa es un sistema integral de producción agropecuaria y forestal, en el que se incluye la pesca en los canales, la siembra de árboles en la orilla de las parcelas, la ganadería estabulada alimentada con malezas y restos de cultivo. Al respecto, Pozo (2010) menciona que hasta hace poco los chinamperos aprovechaban la abundante vida acuática: peces, ranas, tortugas y pequeños crustáceos para consumo propio. Las aves de corral, cerdos y ganado vacuno que crían en sus poblados podían ser alimentados con los desperdicios y malezas de las chinampas; el estiércol y otros desechos que producían, a su vez, los usaban como fertilizante.

La figura 2, muestra los elementos principales del sistema de la chinampa, los cuales se consideran componentes interdependientes y la eficacia del sistema depende de las interacciones de estos. Alguna modificación de alguno de estos afecta a todo el sistema. También se observa que de los siete componentes básicos, cuatro están relacionados directamente con la biomasa: flora agrícola, plantas acuáticas, fauna agrícola y suelos (representados en color verde). Por lo tanto la exportación de biomasa es fundamental para el funcionamiento del sistema. En este sentido es muy importante la producción de biomasa del lugar, ya que las altas tasas de acumulación de biomasa en el suelo, entre otros factores generan un activo de nutrientes en el suelo (Merlín, 2009).



**Figura 2.** Subsistema del agroecosistema chinampero. Los chinampanecas funcionan como controladores del sistema.

Fuente: Tomada de Rojas (1995). Presente, Pasado y Futuro de las Chinampas.

Por lo tanto el suelo de la región tiene estas características en gran medida por la inmensa materia orgánica (biomasa) que se genera en este ecosistema, el cual representa un servicio ambiental sumamente importante para la economía de la región, ya que en gran medida gracias a este servicio es posible generar un bien a través de los productos generados de este tipo de agricultura.

En este sentido, los principales productos que se generan en el ANP son de tipo agrícola, aunque también en menor medida se producen diferentes productos de origen animal, los cuales por su baja producción (salvo la cuenca lechera localizada en la región) no se tomarán en cuenta como productos característicos de la región, estos productos tienen un carácter de autoconsumo más que de productos de mercado. En cuanto a los cultivos, la producción está orientada hacia las hortalizas, en segundo lugar a la floricultura y en menor medida al maíz (López *et al.*, 2006)

Esta actividad económica, a pesar de las diferentes fuentes de degradación del ambiente, aun es de suma importancia para la comunidad asociada al ANP y en particular, la que se dedica al cultivo de diversas especies como medio de subsistencia, ya sea de la forma tradicional en chinampas o en invernaderos. Cabe resaltar que un estudio realizado por López y otros autores (2006) indican que en promedio el ingreso *per cápita* anual de un productor chinampero de

Xochimilco es de \$53,512 y la relación costo-beneficio de una chinampa es de 2.44, lo cual indica que este método es altamente rentable.

## **Recreación/Turismo**

La belleza natural que ofrecen los humedales por la diversidad de animales y plantas atrae a miles de turistas cada año. Muchos de estos lugares son considerados patrimonios de la humanidad y otros tantos se les ha protegido como parques nacionales o áreas naturales protegidas. Toda una gama de actividades se realizan en los humedales: paseos en bote, deportes acuáticos, pesca, caza, admiración de flora y fauna, entre otras (López, 2004).

En el caso de Xochimilco, dada la belleza de sus paisajes, siempre ha sido un lugar de recreo, que atrae a gente de todo el país, así como a una gran cantidad de turistas del extranjero que llegan atraídos por la leyenda, por la imagen que en miles de carteles y guías se muestra en diversos idiomas; se considera una postal clásica de la oferta visual de la Ciudad de México (Garzón, 2002). Las crónicas de la época señalan a esta zona como uno de los sitios predilectos de la gente de la ciudad. Que principalmente para los extranjeros era una idealización de un ambiente rural que rodeaba una ciudad con un crecimiento demográfico acelerado, conectados por un tranvía. La urbe simbolizaba la modernidad y Xochimilco representaba la tradición, con sus canales, chinampas, flores, trajineras y un fondo majestuoso con volcanes nevados (Caraballo y Leal, 2006).

La zona de estudio presenta ambos grados de protección, en primer lugar fue considerada parte del Patrimonio de la Humanidad de Xochimilco (1987) y posteriormente se decreto Área Natural Protegida (1992). Estas condiciones, irónicamente consideradas para su protección, generan mayor presión sobre la zona, aunque es importante tener en cuenta que el turismo bien planificado puede coadyuvar a conservar sitios con características como la del ANP de estudio.

En este contexto las áreas naturales protegidas están presionadas a abrir sus espacios a turistas en busca de aventura y ecoturismo; Hails y Dwight (2002) indican que el ecoturismo fue el sector industrial que más rápidamente creció: 20% al año, a un ritmo cinco veces mayor que el resto del comercio turístico. Mientras que los sitios con patrimonio cultural, son cada vez más atractivos, principalmente por la promoción de los medios masivos de comunicación, por lo que se

encuentran con diversos problemas para adaptarse a los miles y miles de visitantes que buscan acercarse a una experiencia donde la historia se disfruta en vivo (Caraballo y Leal, 2006).

La principal actividad es el paseo en trajinera, que es un tipo de embarcación que en primera instancia se utilizó como medio de transporte y para el acarreo de mercancías desde la época prehispánica. Actualmente se utilizan básicamente como actividad recreacional y en mucho menor medida como transporte. Estas tienen capacidad de llevar desde diez, hasta treinta personas y se caracterizan por tener un arco de flores en la parte de enfrente con un nombre femenino. Esta actividad aun es posible gracias a los relictos que quedan en forma de canales del lago de Xochimilco y hoy considerado como un humedal de importancia internacional.

Existen nueve embarcaderos donde se ofrece el servicio aunque solamente uno se encuentra estrictamente dentro del ANP (Embarcadero Cuemanco), los ocho restantes dependen en su totalidad del funcionamiento del humedal. Respecto a esto, cabe mencionar que los canales por donde se ofrece este servicio se encuentran interconectados en su totalidad con el ANP y a pesar de que la gran mayoría del agua de la zona proviene de recargas artificiales, en época de lluvias la recarga pluvial del humedal es de suma importancia para el mantenimiento de dichos canales. Por otro lado, debido a las características paisajísticas, la zona de estudio permite que la región desarrolle con mayor éxito esta y otras actividades turísticas. No obstante el ANP presenta actividades propias que no pueden disfrutarse en los otros embarcaderos, las cuales se mencionan a continuación.

En cuanto a la actividad principal que es el paseo en trajinera, el ANP ofrece un servicio distinto a los demás, ya que el Embarcadero Cuemanco es considerado como el único embarcadero ecológico de la región, esto se debe a las características del recorrido, pues atraviesa la zona ecológica y chinampera, por lo que aquí no se ofrecen los servicios que se encuentran en los canales, tales como música, comida, etc. (Delegación Xochimilco, 2011). Con este recorrido se intenta que el usuario valore más las características originales de la región y tal vez así generar un momento de reflexión que permita la concientización de la importancia de conservar la región.

Uno de los servicios turísticos que considero como uno de los más importantes del ANP, aunque poco o no explotado, es la observación de aves migratorias. De acuerdo con Espinosa y Mazari (2008), a pesar de que el sistema se encuentra dentro de una megalópolis, cada año llega una gran cantidad de aves migratorias. Por ejemplo, en los últimos años se han registrado 800

individuos de pelícano blanco. En la actualidad en el PEX (Parque Ecológico Xochimilco) perteneciente al ANP, cuenta con una reserva natural de aves, la cual pretende ser un nicho ecológico para fomentar la vida animal y vegetal representativa de la zona sur de la Cuenca de México (Soria, 2004).

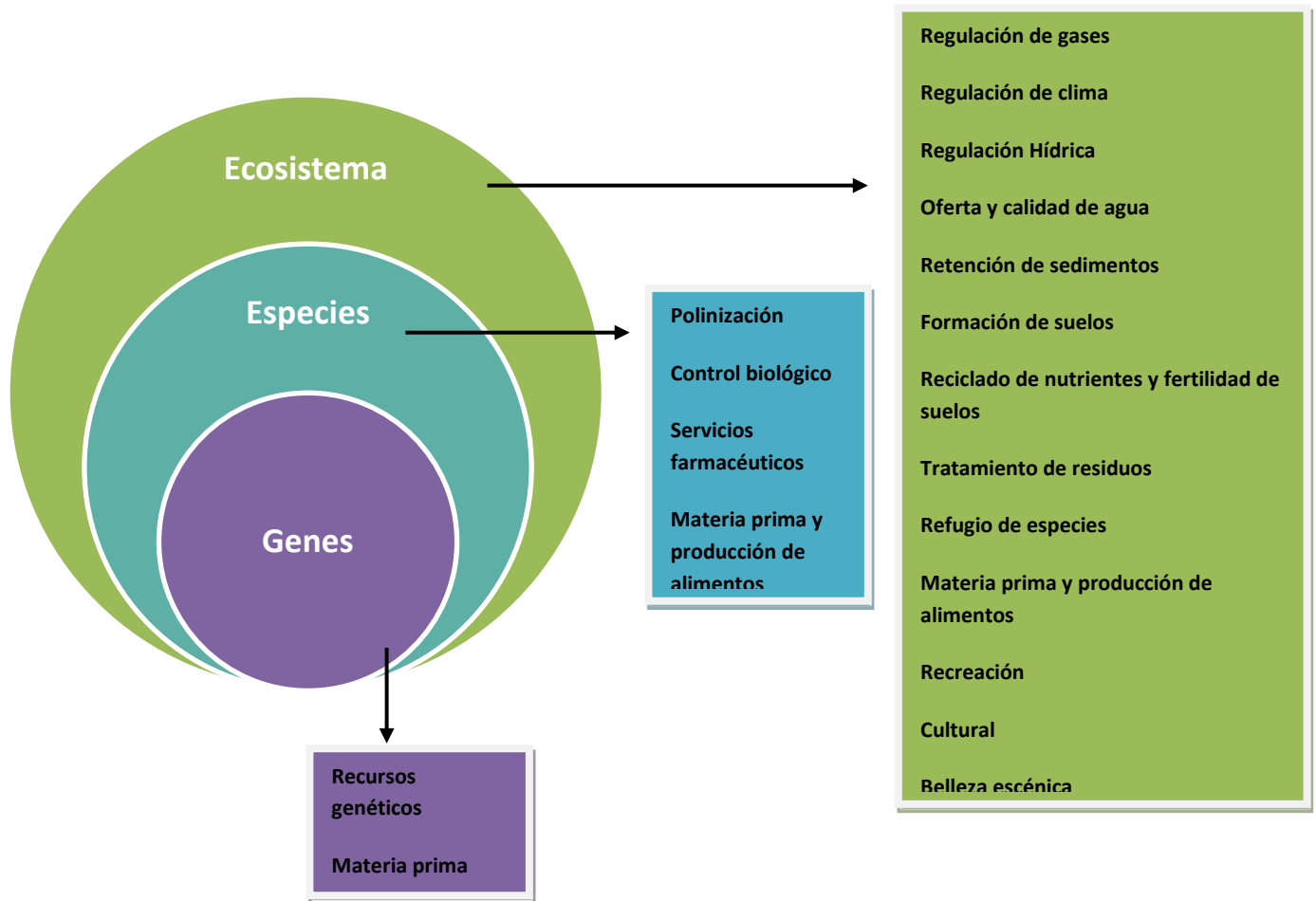
El PEX juega un papel importante en el turismo y la difusión de esta región, ya que además de la reserva de aves, en el lugar se pueden hacer diversas actividades como: caminatas por senderos interpretativos, ciclismo, remo, entre otras actividades deportivas. Otro atractivo del PEX es el Mercado de Plantas, Flores y Hortalizas de Cuemanco, considerado como el más grande América Latina (Delegación Xochimilco, 2011). Este tipo de servicio aunque no es un servicio ambiental directo, debido a que estos productos dependen de la intervención del hombre, se incluye (como un bien derivado de una serie de servicios ambientales de la zona) por la importancia económica en el sector turismo.

Por otro lado en la parte sur del conjunto del PEX, se encuentran las áreas destinadas a recrear las chinampas tradicionales. Mediante las “chinampas demostrativas” se pretende dar a conocer a un público más amplio esta forma de cultivo tradicional que data de la época prehispánica. Esto es de vital importancia para la labor de difusión del parque, debido a que las chinampas tan famosas, no pueden observarse, porque como toda el área de uso productivo es particular, no está abierta al público en general (Soria, 2004).

Otro servicio de recreación que se genera en el ANP, gracias a la fusión de las características ambientales del lugar y a la gran cantidad de ritos y tradiciones inmersas en la zona, es la representación escénica de “La Llorona” en la Laguna de Tilac. Esta representación es muy peculiar, ya que la obra es disfrutada a bordo de una trajinera y se efectúa el día de muertos (2 de noviembre) por la noche. Cabe resaltar que a pesar de que este servicio no depende en su totalidad de las características del medio ambiente, se considera como un beneficio indirecto, ya que debido a los rasgos ambientales tan distintivos de la zona, en parte es posible realizar este tipo de expresión única en el mundo. La oferta múltiple que presenta y la importancia tanto cultural como económica, hace que este servicio sea una pieza clave para el desarrollo de la comunidad asociada al ANP.

## Reservorio de Biodiversidad

Se considera que la biodiversidad se presenta en tres niveles distintos (genes, especies y ecosistema) y de acuerdo con Figueroa (2011) cada uno de estos provee una serie de servicios que son importantes por dos razones. Una es ecológica: Los ecosistemas mantienen el equilibrio de funciones vitales para la vida de las especies, incluyendo al ser humano. La otra es económica, o más ampliamente socioeconómica, por el sostén que ésta brinda en términos de materia primas para procesos de producción o bienes para el consumo y servicios ambientales (figura 3).



**Figura 3.** Estructura analítica para los servicios ambientales que ofrece la biodiversidad al sistema socioeconómico.

Fuente: Adaptada de Barrantes 2001.

México es uno de los 12 países que en conjunto albergan entre el 60 y 70 % de la diversidad biológica y por si mismo reúne al menos del 10% del total de las especies. A este grupo de países se les denomina megadiversos (Macias, 2000). Varios autores atribuyen la alta riqueza de especies de México a la posición geográfica del país, su historia, variabilidad geológica, diversidad de clima y orografía (Ramammorthy *et al.*, 1993). Por la biodiversidad que alberga el Eje Neovolcanico Trasversal se considera como una de las zonas con gran importancia en el país, siendo una de los principales centros de endemismo y riquezas de especies (Romero y Velázquez, 1993). Dentro del cual se encuentra ubicada la zona chinampera de Xochimilco (la cual se encuentra en el ANP), por lo que la diversidad que se encuentra en esta zona es de suma importancia.

De acuerdo con el Programa de Manejo del ANP “Ejidios de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” realizado por la SMADF (Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal) aceptado en el 2006, las especies que se encuentran dentro del ANP se dividen de la siguiente manera:

**Flora.-** Se han registrado 180 especies, distribuidas en 135 géneros y 63 familias, siendo Asteraceae la mejor representada, con 23 especies. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT- (2001), cuatro especies se encuentran en alguna categoría de riesgo: ninfa (*Nymphaea mexicana*) y colorín (*Erithrina coralloides*), que se encuentran Amenazadas; cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), Sujeta a Protección Especial; y, acezintle (*Acer negundo var. mexicanum*) que está Sujeta a Protección Especial y es endémica. En la zona se presentan 27 (4%) de las 689 especies reportadas para la Cuenca de México con alguna importancia especial (Rzedowski, 1993), ya sea porque se consideran raras, vulnerables o aparentemente extintas, entre las que destacan la ninfa (*Nymphaea odorata Ait. ssp. Odorata*) y el chilacastle (*Spirodela polyrrhiza*), aparentemente extintas; y el chichicastle o lentejilla de agua (*Lemna valdiviana*), considerada como rara.

**Fauna.-** A partir de los trabajos realizados por el INECOL (2002), así como otras fuentes, se obtuvo un registro de 139 especies de vertebrados para el Área Natural Protegida: 21 de peces, 6 de anfibios, 10 de reptiles, 79 de aves y 23 de mamíferos. De éstas, 11 se encuentran enlistadas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM- 059-SEMARNAT-2001.

En cuanto a las aves, cabe resaltar que aun cuando el Área no está considerada a escala internacional como zona prioritaria para su conservación (de acuerdo con RAMSAR, son aquellas que sustentan de manera regular una población de 20.000 ó el 1% de los individuos de

una población de una especie o subespecie de aves acuáticas), constituye uno de los sitios más importantes dentro del Distrito Federal para el refugio de especies de aves locales y migratorias, principalmente acuáticas, con un probable registro hasta de 193 especies (Meléndez, 2005). En este contexto el ANP es una zona importante para las aves migratorias en el área del D.F., ya que ahí arriban noventa especies migratorias a México, principalmente en la época invernal. El ANP es un importante reservorio de biodiversidad de aves, debido a que en la zona se distribuyen una gran cantidad de especies, principalmente en los cuerpos de agua situados en el Parque Ecológico de Xochimilco, Lago de Conservación y en la Ciénega Grande. Se calcula que cerca del 40% de las especies depende de estos ambientes acuáticos. Por otro lado, las chinampas con sus arbolados particulares favorecen a 112 especies de hábitos terrestres (Melendez y Romero, 2009).

Otra singularidad de la fauna de la zona, es el mítico anfibio llamado por nuestros antepasados “axolotl” (monstro o perro de agua) en la actualidad es conocido como ajolote, este se encuentra sujeto a protección especial y es el icono del lugar. Actualmente existen diversas instancias haciendo un gran esfuerzo por preservar esta especie, desde organizaciones internacionales como la fundación Darwin de la Gran Bretaña, hasta las nacionales como el CIBAC perteneciente a la UAM, la UNAM, entre otros. El ajolote es un anfibio, del orden Caudata, endémico del Valle de México, aunque en la actualidad sólo se le puede encontrar en los canales de Xochimilco inmersos en el ANP.

Una de las características por las cuales se considera un organismo sujeto a investigación de gran importancia, es su capacidad de regeneración, lo cual significa que si este pierde algún miembro o parte de su cuerpo este puede comenzar a desarrollarla nuevamente, inclusive las células cerebrales, así como células cardíacas, por lo que su estudio es muy importante en cuestiones de biomédica, ya que puede llegar a curar, por ejemplo, la enfermedad de Alzheimer, entre otras (CIBAC, 2010). Por otro lado este organismo contiene una fuerte carga cultural desde épocas prehispánicas. La mitología Azteca describe al animal que se dice haber nacido cuando el dios Azteca, Xolotl, temiendo su inminente sacrificio, se arrojó al agua y fue transformado en la criatura que vemos hoy en día (Iniciativa Darwin, 2004).

Cabe resaltar que esta zona es de gran relevancia por los endemismos que presenta y por las especies que se encuentran con algún grado de protección, las cuales se muestran en el anexo 1.

## Servicio Cultural

Los humedales además de sus propiedades físicas, bióticas y abióticas, presentan una característica muy importante, que de acuerdo con López (2004), no existe documentación suficiente y por ende no es tarea sencilla su caracterización, principalmente por la gran variedad de expresiones que se pueden presentar. Esta característica, en el contexto de los servicios ambientales, se denomina: servicio cultural, el cual es definido por el EM (2005), como aquellos aspectos de tipo recreativo, espiritual, estético, educacional y otros beneficios no materiales, que tienen lugar o se derivan de estos ecosistemas.

En este contexto, los humedales han y siguen siendo fuente de inspiración. Muchas religiones vinculan valores espirituales y religiosos a estos ecosistemas. También, una gran cantidad de personas encuentran belleza y valores estéticos en ciertos aspectos de los humedales. Por otro lado, los humedales son considerados como fuente de oportunidades para la educación formal y no formal.

En cuanto a la zona de estudio, en definitiva hablar de Xochimilco nos remite inmediatamente a pensar en tradiciones, mitos, leyendas, fiestas y una serie de atributos culturales. Basta mencionar que Xochimilco junto con el Centro de la Ciudad de México tienen el estatus de Patrimonio de la Humanidad de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, por sus siglas en inglés UNESCO. No obstante, es importante mencionar brevemente cuales son las singularidades que han dado origen a que el Centro de Xochimilco y en particular la zona chinampera, la cual se encuentra dentro del ANP, sea considerada como prioritaria para su conservación a nivel mundial.

En diciembre del año 1987, México obtuvo seis inscripciones en la Lista de Patrimonio Mundial, uno de estos fue el de: Ciudad de México-Xochimilco. Este listado precede una serie de evaluaciones realizadas por la UNESCO las cuales se basan en una serie de criterios; para que un sitio sea inscrito tiene que tener un valor excepcional, de acuerdo a uno (o varios) de diez criterios mencionados en los requisitos de la UNESCO.

Aunque los criterios con los que fue posible la inscripción en la lista, no corresponden en su totalidad a cualidades específicas de la zona chinampera de Xochimilco (casi en su totalidad dentro del ANP), debido principalmente por la postulación conjunta con el Centro Histórico de la Ciudad de México, el cual por obvias razones presenta cualidades muy diferentes a las de

Xochimilco, a continuación se muestran los criterios culturales que estrictamente son cubiertos por la zona chinampera según Pozo (2010):

- Criterio I y V.- Los asentamientos, contruidos ganando terrenos desde islotes y desde las orillas de un gran lago, encerrado en un extenso valle a 2200 metros de altitud, son muestra elocuente del espíritu creador y de los esfuerzos del hombre para formar un hábitat en un medio poco favorable.
- Criterio II.- La traza urbana materializa la fusión del asentamiento de la época colonial sobre la estructura de calzadas y canales de la ciudad prehispánica que sólo se conserva en algunos sectores y particularmente en Xochimilco. Algunos barrios y pueblos antiguos, incorporados frecuentemente a la Ciudad de México en su expansión, constituyen establecimientos, ambientes y paisajes tradicionales de excepcionales características, como en el caso de Xochimilco, aun separado de la aglomeración urbana.

Es importante mencionar que la UNESCO hasta antes de 1992 concebía sólo dos categorías en la Lista de Patrimonio de la Humanidad; una era el patrimonio cultural y la otra el patrimonio natural. Xochimilco y su zona de humedal (sitio Ramsar), que es donde se encuentran las chinampas, están catalogadas como patrimonio cultural. Principalmente por la estrecha vinculación que se hizo en la nominación con el Centro Histórico de la Ciudad de México y por haber sido postulada antes de que la categoría de “Paisaje Cultural” entrara en vigor en 1992 (Schulze, 2006).

De acuerdo con diversos autores (Pozo, 2010, Shulze, 2006 y Carballo, 2006) Xochimilco debe ser considerado un paisaje cultural, el cual es definido en el artículo 1º de la Convención *como “obras conjuntas del hombre y la naturaleza” que ilustran la evolución de la sociedad y de los asentamientos humanos a lo largo de los años, bajo la influencia de las limitaciones y los incentivos que presenta el entorno natural, así como las fuerzas sociales, económicas y culturales tanto internas como externas.* Esta definición encaja perfectamente con la realidad de Xochimilco y en particular con el ANP y su zona de influencia. En este sentido es muy importante mencionar que según Carballo y Schulze (2006), el valor “excepcional universal” que presenta Xochimilco en la Lista de Patrimonio Mundial, reside en la existencia de las Chinampas.

Al respecto, Mendez (2005) menciona que Xochimilco es en realidad un paisaje cultural complejo, ya que está formado por un excepcional ecosistema social y ambiental que integra chinampas, canales y una particular actividad agrícola lacustre, completada con un amplio catálogo de bienes monumentales, arqueológicos y tradiciones culturales que se viene desarrollando desde hace más de once siglos, dando origen y sustento temporal a múltiples asentamientos humanos. Se trata del remanente del paisaje lacustre transformado por la cultura prehispánica que predominó en la Cuenca de México hasta la conquista española, el cual logró mantenerse en forma sustentable hasta la segunda mitad del siglo XX.

Además de todos estos atributos mencionados en la Lista de la UNESCO, se encuentran otras características asociadas al ANP por las cuales el servicio cultural que genera el lugar es de suma importancia. Una de estas son las tradicionales fiestas y eventos que están vinculados directamente con el ciclo agrícola y por ende con el humedal, que comprenden de más de 400 fiestas anuales que se realizan en los 18 barrios y 14 pueblos (Carballo *et al*, 2006). Aunado a estas festividades existe una inmensa cantidad de mitos, leyendas y relatos asociados al humedal. En cuanto al estudio y registro arqueológico existe una gran cantidad de hallazgos. De acuerdo con el (GDF, 2006) como resultado de un estudio realizado en el ANP en 1992, por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), se han venido registrando vestigios culturales de gran interés. El Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del INAH menciona oficialmente 6 sitios arqueológicos dentro y en la zona adyacente al polígono del ANP los cuales se ubican desde la zona de Tulyehualco y San Luis Tlaxialtemalco, al sureste; en San Gregorio Atlapulco, desde el límite sur del sitio “Nuevo Japón”, hasta el canal de San Sebastián, y en la laguna de regulación Ciénega Chica.

Sin embargo, se calcula que en el ANP existen hasta 41 sitios arqueológicos, compuestos por montículos con una altura no mayor a 1.50 metros y 20 metros de radio, en los Ejidos de Xochimilco, desde la Ciénega Grande hasta el vivero Nezahualcóyotl. Algunos asentamientos tienen una antigüedad aproximada de 3,000 años, entre ellos se han descubierto chinampas fósiles y diversos materiales culturales, como pisos estucados, muros de piedra, cerámica, sílex y hueso (Parsons, 1982 y Ávila, 1995).

En cuanto a las oportunidades de educación formal e informal, parte fundamental de los procesos culturales, el ANP cuenta con tres instancias oficiales, las cuales ofrecen de distintas maneras la

transmisión y la concientización de la importancia ambiental y cultural del lugar, a personas inmersas en el ANP, así como a turistas nacionales y extranjeros,. Estas instancias son:

1. Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC). El cual es administrado por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Este centro cuenta con laboratorios, aulas, áreas verdes para investigación, estanques, medios de transporte acuático, salas de exposición, talleres y áreas para educación ambiental.
2. Parque Ecológico de Xochimilco (PEX). Es administrado por el Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco, A.C., mediante un Permiso Administrativo Temporal Revocable (PATR) expedido en 1993. Aquí se realizan actividades de restauración ecológica, investigación hidrológica, botánica, productiva y cultural; cuenta con un Centro de Educación Ambiental y de información sobre las tradiciones Xochimilcas en cultivo chinampero, cuidado y protección de los recursos naturales.
3. Centro de Educación Ambiental Acuexcomatl. Este Centro depende de la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental de la Secretaria del Medio Ambiente. Las actividades educativas que ofrece son: charlas y conferencias; talleres y visitas interactivas, cursos de verano y cursos especializados.

### **Importancia del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” como humedal.**

Una vez caracterizados los servicios ambientales del ANP, es posible determinar la importancia que representa cada servicio para la sociedad de acuerdo con las opiniones de los expertos (tabla 3 Componente ecológico). Cabe mencionar que dicha tabla es el resultado final de la suma de todas las opiniones vertidas por los expertos, las tablas individuales por investigador se muestran en el anexo 2. La tabla 4 (componente económico) se deriva de los resultados obtenidos en la tabla anterior, por razones antes expuestas en la metodología, desde la perspectiva del VET. Es importante mencionar que esta valoración se realiza desde la perspectiva del ecosistema como un humedal dicha tabla se basa en los servicios, productos y atributos sugeridos por la Convención de Ramsar.

## Componente Ecológico.

**Tabla 3.** Servicios de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el humedal

Fuente: Tomado y adaptado de UICN (1992).

Servicios y Productos de los Humedales	Importancia en el Humedal de Xochimilco
<b>Servicios Ambientales</b>	
Control de Inundaciones	4
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	3.6
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	3.6
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	3.6
Retención de sustancias tóxicas	3.3
Retención de nutrientes	3.6
Exportación de biomasa (fauna y flora)	2.3
Estabilización del microclima	4
Transporte por agua	2.6
Mitigación del cambio climático	3.6
Depuración de aguas	3
Reservorio de biodiversidad	3.3
Productos de humedales	3.3
Recreación / Turismo	4
Valor Cultural	4
<b>Productos</b>	
Forestales	2
vida silvestre (flora y fauna)	3
Forrajeros	1
Agropecuarios	3.6
abastecimiento de agua	2.6
Pesca	2.3
<b>Atributos</b>	
Diversidad biológica	3.3
Singularidad del patrimonio cultural	4

### Escala:

Sin importancia = **0 a 1**      Poco importante = **1.1 a 2**      Importante = **2.1 a 3**

Muy importante = **3.1 a 4**

## Componente Económico

Tabla 4. Usos de las características del humedal (VET): Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, México.

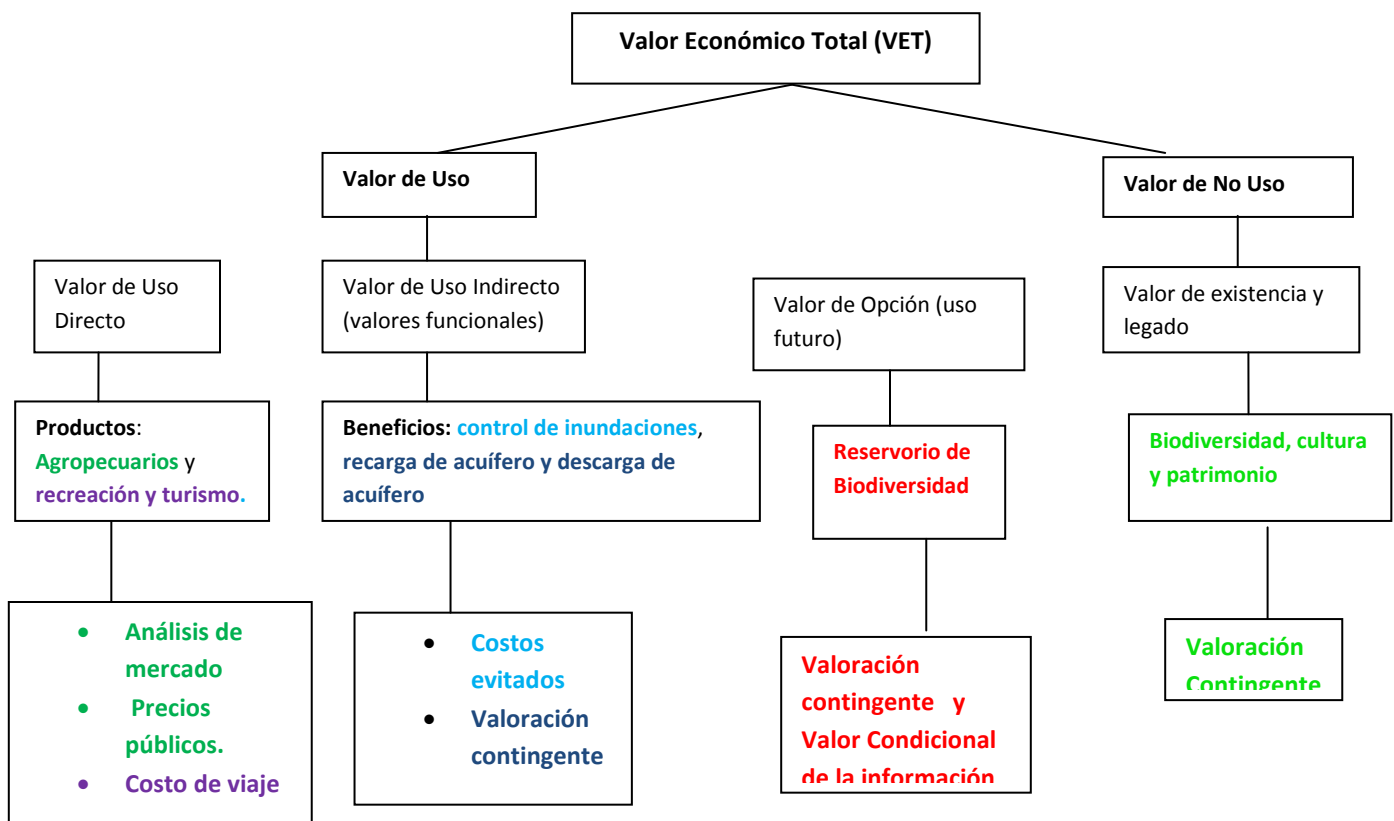
Valores Económicos	Directos	Indirectos	De opción	De No Uso
<b>Componentes/Bienes</b>				
1.-Fauna y Flora Silvestre	◆ ◆			
2.-Pesca	◆ ◆			
3.-Recursos forrajes	X			
4.-Recursos Agropecuarios	◆ ◆ ◆			
5.- Abastecimiento de agua	◆ ◆			
6.-Recursos Forestales	◆			
<b>Funciones/Servicios</b>				
1.- Recarga de acuíferos		◆ ◆ ◆		
2.- Control de inundaciones		◆ ◆ ◆		
3.-Descarga de acuíferos		◆ ◆ ◆		
4.- Exportación de Biomasa		◆ ◆		
5.-Recreación/Turismo		◆ ◆ ◆		
6.- Biodiversidad		◆ ◆ ◆	◆ ◆ ◆	◆ ◆ ◆
7.- Cultural		◆ ◆ ◆		◆ ◆ ◆
<b>Diversidad/Propiedades</b>				
1.- Diversidad Biológica		◆ ◆ ◆		◆ ◆ ◆
2.-Singularidad/Patrimonio Cultural				◆ ◆ ◆

Fuente: Tomado y adaptado de Barbier y otros autores (1997).

Clave: X =Sin importancia ◆ = Poco importante ◆◆ = Importante ◆◆◆ =Muy importante

## Métodos de Valoración económica

Como se observa en la tabla 4 todos los servicios ambientales caracterizados presentan un nivel de importancia mayor a 3.1, con excepción del servicio de exportación de biomasa (con 2.3). Por lo que se muestran las posibles técnicas de valoración económica para los seis servicios ambientales, atributos y propiedades que se determinaron como muy importantes en la figura 4 de acuerdo con la teoría del VET.



**Figura 4.** Descomposición del VET y los métodos de valoración económica asociados de los bienes y servicios ambientales ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.

Fuente: Adaptada de Cristeche y Pena (2008) y de Barbier (1989).

La figura 4 muestra las posibles técnicas de valoración económica para cada servicio ambiental, cada una relacionada a su color respectivo. Cabe resaltar que no son las únicas técnicas existentes, pero si las más comunes. Una vez que la valoración se realiza, es posible utilizar los resultados para diferentes propósitos. En el caso de México el Instituto Nacional de Ecología

(2007) ha recibido diversas solicitudes de valoración de los ecosistemas por parte de diversos tomadores de decisiones, de las cuales las más recurrentes tienen los siguientes propósitos: definición de multas, establecimiento de compensaciones por daños ambientales, evaluación de proyectos, justificación de presupuesto, PSA o simplemente porque hacer valoración “es importante” para la política ambiental (Sanjuro e Islas, 2007). En el caso del presente trabajo se propone la utilización de esta herramienta para el PSA en el ANP de estudio.

### **Pago por Servicios Ambientales.**

En primera instancia es importante señalar que en México la Comisión Nacional Forestal es la que se encarga de diseñar los programas de pago por servicios ambientales, evaluar proyectos y determinar montos que serán asignados a los participantes de estos programas (beneficiarios), así como la revisión periódica de sus reglas de operación. Y el Fondo Forestal Mexicano es quien se encarga de promover la conservación, impulsando proyectos que contribuyan a la integración y competitividad de la cadena productiva, y desarrollando los mecanismos de cobro y pago de bienes y servicios ambientales. (Diario Oficial de la Federación, Acuerdo de PSA-CABSA, 24 de noviembre de 2004).

Para el 3 de octubre de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos por el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. Y para el 24 de noviembre de 2004 publicó el Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales. Ambos programas a cargo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Cabe resaltar que a través de ProÁrbol, el gobierno actual de México, fusiona el Programa de Servicios Ambientales, los conceptos de apoyo por servicios hidrológicos, por captura de carbono, los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales, pero sólo cambió el nombre, ya que las bases son las mismas de los dos programas mencionados anteriormente.

Una de las posibles limitaciones para poder hacer valer el cobro y pago de estos programas para el Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” es que en las reglas

de operación de estos programas se especifica que son para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales, agrícolas y agroforestales, pero no se menciona en ningún momento a los humedales. Por otro lado hace referencia a sus recursos asociados, aquí es donde se podrían incluir a los humedales naturales, como un recurso principal asociado para la manutención de recursos forestales, agrícolas y agroforestales, pero esto depende del Comité Técnico del Programa de la CONAFOR.

Para los servicios ambientales hidrológicos que enmarca el Acuerdo del 3 de octubre de 2003, se podrían tomar dos servicios caracterizados en este trabajo, tal es el caso del servicio ambiental de recarga de mantos acuíferos (capacidad de recarga de los mantos acuíferos) y el control de inundaciones (reducción del riesgo de inundaciones). El problema radica en que especifica que este programa es sólo para los recursos forestales, montaña (bosque nublado) y para otros bosques o selvas. Por lo tanto, como los humedales son ecosistemas diferentes no entran en este programa, a pesar de brindar los mismos servicios ambientales. El Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos promueve la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales, bosques y selvas, haciendo también referencia a sus recursos asociados, aquí es donde se podrían incluir nuevamente a los humedales naturales, como un recurso principal asociado para la manutención de recursos forestales, agrícolas y agroforestales, pero esto depende del Comité Técnico del Programa de la CONAFOR.

## **Discusión y Conclusión**

Una de las etapas más importantes para poder estimar el valor, ya sea total o parcial de un ecosistema (en el contexto económico), es haciendo una caracterización de los servicios ambientales. Esta caracterización se puede entender como una justificación, basada en diversos trabajos científicos de diferentes disciplinas y en la opinión de expertos de la zona. Con estos elementos es posible estimar si los servicios ambientales en efecto están generando beneficios a la sociedad. Al respecto, es muy común que a pesar de que en teoría los ecosistemas generan una serie de beneficios, en realidad estos ya no generan dichos beneficios a la sociedad por diversas causas, como el deterioro ambiental.

El ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” es un humedal con un alto nivel de modificación, que de hecho es una de las peculiaridades por las cuales es considerado Patrimonio de la Humanidad. No obstante presenta diversos servicios ambientales, los cuales no han sido considerados desde el punto de vista económico. Desde esta óptica es posible implementar una serie de herramientas, las cuales en conjunto con otras estrategias de gestión, coadyuven a conservar y/o a aprovechar el área de manera más eficiente.

Los servicios ambientales y la cadena de bienes generados por estos, que se caracterizaron en el presente trabajo, fueron elegidos de acuerdo a la información con la que se contaba, así como por las opiniones de las autoridades en el tema. Por lo tanto, no pueden considerarse como los únicos servicios ambientales que genera el ANP. Al respecto, dos de los servicios más importantes, en el contexto del PSA, que en teoría se presentan en el ANP, no fue posible su caracterización, debido a que no se contaba con la información suficiente para justificar objetivamente su funcionalidad, estos son: captura de carbono y regulación del microclima. Sin embargo se logró caracterizar siete servicios, de los cuales seis son de vital importancia en la región: recarga de acuífero, control de inundaciones, descarga de acuífero, belleza escénica traducida en recreación y turismo, biodiversidad y el servicio cultural. Esto puede observarse en las tablas 3 y 4.

Respecto a los posibles métodos de valoración económica de los servicios ambientales descritos para la zona de estudio, representan el primer paso para intentar calcular los beneficios que el ANP, concebido como un ecosistema, genera a la población. En consecuencia, es un instrumento útil para que las personas encargadas del medio ambiente, adopten decisiones justificadas en la disyuntiva de conservar, transformar o en su caso una mezcla de estas.

Por otro lado además de vislumbrar cuestiones económicas, deja ver una serie de elementos los cuales pueden ser considerados de utilidad para la concientización de la población asociada a este ecosistema. Es decir, con la valoración económica precedida de una caracterización de los servicios ambientales, es posible mostrar a la población todos los beneficios que genera un lugar que por lo regular no estamos acostumbrados a valorar. En el caso del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” es muy común que para la mayoría de las personas que la visitan, sólo represente un lugar de recreación o bien para las comunidades inmersas en la zona un medio de subsistencia, cuando en realidad el lugar está generando una cantidad de beneficios tal vez intangibles, pero que son sumamente importantes, a tal grado que como en el caso del control de inundaciones, el servicio está evitando desastres inmensurables, o simplemente

evidenciar que con la pérdida de una zona del humedal (en este caso la zona de chinampas), es posible que una serie de tradiciones antiquísimas se desvanezcan por el simple hecho de no realizar un manejo adecuado de la zona como un ecosistema.

En este sentido, de acuerdo con Salas (2004) la valoración económica es sólo una de tantas maneras que se pueden utilizar para definir y medir valores de un ecosistema. Otros tipos de valores (religiosos, sociales, culturales, mundiales, intrínsecos, etc.) también son importantes, pero en la mayoría de los países el valor económico es el más importante, especialmente entre los tomadores de decisiones y en buena parte del público en general. Por lo tanto la influencia que representa esta herramienta es muy potente al momento de decidir entre que hacer o dejar de hacer con un ecosistema. Aunque se tiene que hacer énfasis en que al momento de abordar el tema de valores, es importante recordar que el valor completo en este caso de un humedal, va más allá de la valoración económica.

Por lo tanto la valoración económica del ANP solamente constituye una herramienta que proporciona información para tomar decisiones. Por consiguiente no se debe considerar como un plan de gestión ambiental, pero si puede considerarse como un proceso que motiva a cambiar el comportamiento de la gente, respecto al uso de los recursos.

En cuanto a los servicios ambientales caracterizados en este trabajo, se encontró que no pueden ingresar de manera directa a los actuales programas de PSA, debido principalmente a que en los programas actuales del gobierno mexicano, los humedales no son contemplados como ecosistemas generadores de servicios ambientales directos, la razón es desconocida y a la vez desconcertante, ya que los humedales son considerados ecosistemas de prioridad para su conservación a nivel mundial. Por lo tanto la incursión del PSA en el área de estudio, requiere de una serie de acciones de los diversos sectores. En primera instancia de acuerdo con García (2006) se debe dar a conocer por medio de estudios científicos ante instituciones gubernamentales y no gubernamentales la importancia económica y ecológica de la preservación y conservación de los recursos naturales para poder negociar la apertura de nuevos programas de pago a diferentes ecosistemas y/o ampliar la gama de incentivos económicos que ya se estén suministrando. También el sector privado junto con las autoridades deben intentar definir la tenencia de la tierra, ya que esta presenta diversas irregularidades, sobretodo en la zona chinampera , debido a que se hereda de generación en generación, sin realizar los trámites oficiales para formalizarla, sólo algunos propietarios cuentan con título de propiedad formal. Por

esta razón es muy difícil acceder a los posibles programas de apoyo. Por otro lado corresponde al Gobierno del Distrito Federal hacer programas de monitoreo con estándares establecidos (basados en estudios científicos formales), para certificar el manejo del ecosistema, con los cuales se garantice el funcionamiento correcto de los potenciales servicios ambientales que se propongan para el PSA.

En conclusión el ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” a pesar de todos los problemas ambientales que prevalecen (descargas clandestinas en la zona lacustre, hundimientos diferenciales, pérdida de biodiversidad, crecimiento de la mancha urbana, etc.) y sociales (tenencia de la tierra, pérdida de costumbres agrícolas, intereses políticos, migración, etc.) aun es una zona generadora de servicios ambientales muy importantes a escala local, regional y mundial. Es muy importante enfatizar que esta región no sólo representa un ecosistema complejo, su importancia trasciende, debido a que la interacción entre la sociedad y el ecosistema ha generado una serie de expresiones tanto físicas como sociales que son únicas en la orbe, las cuales tienen su origen en una cultura hoy casi extinta.

Por lo tanto es necesario proponer otras herramientas que ayuden al manejo sustentable de los recursos naturales, como los diferentes instrumentos económicos establecidos en la ley, de los cuales emanan nuevas formas de conservar como el PSA. Sin embargo para proponer alternativas para su conservación se debe comprender que esta región tiene un sistema de valores dividido en cinco subsistemas: ambiental, social, cultural, tecnológico y económico. Al respecto Carballo y otros autores (2006) concluye *“Xochimilco es mucho más que canales y trajineras, es un complejo patrimonio (natural y cultural) donde confluyen distintos intereses y presiones que deben ser equilibrados para asegurar la permanencia de sus valores”*. Si no se tiene en cuenta esta concepción al momento de tomar decisiones, el ANP a pesar de tener dos estatus de protección muy importantes, seguirá el camino que hasta la fecha ha seguido, que es el de un continuo deterioro.

## Referencias Bibliográficas

- Avila, R. 1995. *Informe de excavaciones arqueológicas en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México, D.F. 537 pp. 37 fotos, 1 mapa.
- Barbier, E. B., Acreman, M. C. y Knowler, D. 1997. *Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza. 143 pp.
- Barbier, E.B. 1989b. *The Economic Value of Ecosystems:1 - Tropical Wetlands*. LEEC Gatekeeper Series 89-02. London Environmental Economics Centre, Londres
- Barbier, E.B. 1994. *Valuing Environmental Functions: Tropical Wetlands*. Land Economics. 70 (2): 155-73.
- Barrantes, G. 2001. *Capitalización y sostenibilidad de los activos naturales y sus servicios ambientales*. 156 pp. Heredia, Costa Rica.
- Bautista, F y Sommer, I., 1995. *Análisis sobre los Sistemas de Producción Agrícola en la Zona de Chinampas de Xochimilco, D.F.* En: *Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. Tomo I*. Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco A.C. México, D.F. 287-293.
- Burns, E. (coor.) 2009. *Repensar la Cuenca: La Gestión de Ciclos del Agua en el Valle de México*. Universidad Autónoma Metropolitana, México. 152 pp.
- Canabal, B., 1997. *Xochimilco Una Identidad Recreada*. ed. Interlinea, México, D.F. 347 pp.
- Caraballo, C. y Leal M. 2006. *Patrimonio, Turismo y Actividades Productivas Sostenibles. Un Potencial por Activar*. en: Caraballo, C. coords. *Xochimilco un Proceso de Gestión Participativa*. UNESCO. México. 293-301.
- Carballo, C. y Schulze, N. 2006. *Xochimilco: Un Sistema de Valores Patrimoniales, Atributos y Amenazas*. en: Caraballo, C. coords. *Xochimilco un Proceso de Gestión Participativa*. UNESCO. México 101-112.
- Carballo, C., Cervantes, M. y Schulze, N. 2006. *El Centro Histórico y los Pueblos Lacustres: Xochimilco, un Espacio Social de Enorme Riqueza Cultural*. en: Caraballo, C. coords. *Xochimilco un Proceso de Gestión Participativa*. UNESCO.

- México. 255-259
- Convención de Ramsar 1996. *Plan Estratégico 1997-2002*. Oficina de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza.
  - Cram, S., Cotler H., Morales, L., Sommer, I., Carmona E., 2008. *Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, México. Núm. 66, pp. 81-104.
  - Cristeche, E. y Penna, J. A. 2007. *Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales*. Una primera revisión bibliográfica. INTA/IES. Buenos Aires.
  - Departamento del Distrito Federal (DDF), 1992 .Dirección General de Operación y Dirección Hidráulica. Secretaria General de Obras Hidrología Subterráneas en el Valle de México.
  - Diario Oficial de la Federación, 2003. SEMARNAT. Reglas de operación para el otorgamiento de pagos del programa de servicios ambientales hidrológicos.
  - Diario Oficial de la Federación, 2004 (Segunda Sección). Reglas de operación para el otorgamiento de pagos del programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA).
  - Espinosa, A. y Mazari, M., 2008. *Pueblos Indígenas de México y Agua: Xochimilcas*. En *Atlas de Cultura del Agua en América Latina y el Caribe*. Instituto de Ecología, UNAM, México.
  - Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), 2005. *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua. Informe de Síntesis* World Resources Institute, Washington, DC. Copyright © 2005 World Resources Institute.
  - Exequiel Ezcurra. 1996. *De Las Chinampas a la Megalópolis. El Medio Ambiente en la Cuenca de México*. ed. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. pp. 85
  - Garcia-Garcia, A., 2006. *Valoración Económica de Servicios Ambientales en los Humedales del Área Natural Protegida “Ciénegas de Lerma”, Estado de México*. Tesis para obtener el grado de biólogo. UNAM, Distrito Federal, México. pp 93.
  - Garzón, L.E. 2002. *Xochimilco Hoy*. Instituto de Investigaciones Dr. Jose Maria Luis Mora. México, D.F. 93 PP.
  - GDF, 2004. *Programa de Manejo de “Ejidros de Xochimilco y San Gregorio*

- Atlapulco*” Gobierno del Distrito Federal.
- GDF, 2006. *Actualización del Programa de Manejo de “Ejidotes de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”* Gobierno del Distrito Federal.
  - INECOL, 2002. *Informe Final. Programa rector de restauración ecológica área natural protegida zona sujeta a Conservación ecológica ‘Ejidotes de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.* México. 323.
  - INEGI, 2003. *Cuaderno Estadístico Delegacional Xochimilco del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.* México D.F.
  - Iniciativa Darwin, 2004. *La Conservación del Ajolote (Ambystoma mexicanum) Un Plan de Especie/Hábitat en Xochimilco, Ciudad de México.* En Seminario/Taller Internacional de la Iniciativa Darwin. Distrito Federal, México.
  - Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), 1992. *Proyecto Arqueológico Xochimilco.* México, D.F.
  - Izazola, H. 2001. *Agua y Sustentabilidad en la Ciudad de México. Estudios Demográficos y Urbanos.* 2: (16), pp 285-320. En tesis de grado de Merlin, Y. 2009 “*Evaluación de dos sistemas de manejo recursos naturales de Xochimilco con indicadores de sustentabilidad*” INECOL, Xalapa, Veracruz, México.
  - Lopez, A., Guerrero, M., Hernandez, C. y Aguilar, A. 2006. *Rehabilitación de la Zona Chinampera.* En: Caraballo, C. Coords. *Xochimilco: Un Proceso de Gestión Participativa.* UNESCO. México. 201-218.
  - López, V. 2004. *Biodiversidad y Servicios Ambientales de los Ecosistemas Dulceacuícolas de México; Una aproximación.* Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México. 155 pp.
  - Lovejoy, T.E. 1980. *Conservation Biology: An evolutionary-ecological perspective.* Sinauer Associates. Sunderland, England.
  - Macias, M.J. 2000. *Biodiversidad.* SEMARNAT. México.
  - Martinez, J.L., 2004. *Manual de Construcción de Chinampas.* IMTA. Juitepec, Morelos. 44 pp.
  - Martinez-Santoyo, G.,2006. *Sistema de Canales de Xochimilco.* en: Caraballo, C. coords. *Xochimilco un Proceso de Gestión Participativa.* UNESCO. México. 195-

196.

- Melendez, A. 2005. *Proyecto Unesco-Xochimilco (PUX), en la Ciudad de México.* en *Programa de Manejo de “Ejidotes de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”* Gobierno del Distrito Federal.
- Melendez, A. y Romero, F.J., 2009. *Humedales del Centro de México 2º parte: Aves de Xochimilco.* Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-X). Distrito Federal, México.
- Mendez, S.A. 2005. *Plan Integral y Estructura de Gestión de Xochimilco como Sitio Inscrito en la Lista de Patrimonio de la UNESCO.* Gobierno del Distrito Federal en Xochimilco y enlace con el proyecto UNESCO-Xochimilco.
- Merino, L. 2005. *El Desarrollo Institucional de Esquemas de Pago por Servicios Ambientales.* Gaceta Ecológica, enero-marzo, núm. 074. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. pp. 29-42
- Merlin, Y., 2009. *Evaluación de dos sistemas de manejo recursos naturales de Xochimilco con indicadores de sustentabilidad.* Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. INECOL, Xalapa, Veracruz, México
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis.* Island Press, Washington D.C.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink 2000. *Wetlands,* John Wiley and Sons Inc., Nueva York. En *Investigaciones Geográficas,* Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, Núm. 66, 2008, pp. 25-46
- Muñoz-Villareal, C., 2005. *Bienes y servicios ambientales en México: caracterización preliminar y sinergias entre protección ambiental, desarrollo del mercado y estrategia comercial.* CEPAL-SERIE Medio Ambiente y Desarrollo. núm. 119. Santiago, Chile.
- National Research Council, Academia Nacional de la Investigación Científica, A.C. Academia Nacional de Ingeniería, A.C. National Academy Press. 1995. *Mexico City's Water Supply Improving the Outlook for Sustainability.* Washington, D.C.
- Parsons, J. 1982. *La agricultura chinampera del periodo prehispánico en el lago de Xochimilco, México.* Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México, D.F. 237 pp.

- Pearce, D.W. y Warford, J.J. 1993. *World Without End*. Oxford University Press, Oxford.
- Peña, E., 1978. *El Trabajo Agrícola en un Pueblo Chinampero: San Luis Tlaxialtemalco. México*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Etnología, 223pp.
- Pozo, A. (coord.), 2010. *Las Chinampas de Xochimilco al despuntar el siglo XXI: Inicio de su Catalogación*. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X). México, D.F. 279 pp.
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa., 1993. *Biological Diversity of Mexico: Origins And Distribucion*. Oxford University Press. New York.
- Rojas, T. (coord.), 1995. *Presente, Pasado y futuro de las Chinampas*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social (CIESAS) y Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco A. C., México D. F. 324 pp.
- Romero, F. Y Velazquez, A. 1999. *Biodiversidad De La Región De Montaña Del Sur De La Cuenca De México*. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X), Secretaria Del Medio Ambiente. México, D.F.
- Romero, P., 1993. *Impacto Socioambiental, en Xochimilco y Lerma, de las Obras de Abastecimiento de la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X). México, D.F. 151 pp.
- Rosa, H., S. Kandel y L. Dimas. 2004. *Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales*. Lecciones de las Américas. en *Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos críticos para fortalecer estrategias comunitarias*. Ed. Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Prisma); Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat); Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. (CCMSS). México, D.F. 125 p.
- Rzedowski, G.C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª. Ed., Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Patzcuaro, Michoacán. 1406 pp.
- Rzedowski, J. 1993. *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*. pp. 129-148 en T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, editors, *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Mexico: Instituto de Biología, UNAM.
- Salas, D.A. 2004. *Principios de la Valoración Económica de Humedales*. IV Jornadas

- iberoamericanas sobre enfoques integrados de la problemática del agua. Fundación Moisés Bertoni. Paraguay.
- Sanjurjo-Rivera, E., 2001. *Valoración Económica de Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México*. Instituto Nacional de Ecología (INE). Distrito Federal, México.
  - Sanjurjo, E. e islas, I. 2007. *Las Experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la Valoración Económica de los Ecosistemas para la Toma de Decisiones*. Gaceta Ecológica, julio-diciembre, núm. especial 84-85. SEMARNAT. Distrito Federal, México. pp. 93-105.
  - Schulze, N. 2006. *La convención del Patrimonio Mundial: Un Instrumento de Protección del Patrimonio de Todos*. en: Caraballo, C. coords. *Xochimilco un Proceso de Gestión Participativa*. UNESCO. México. 35-41.
  - Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). *Carta Nacional Pesquera 2004*. México.
  - Secretaria de Ambiente de Colombia, 2004. *Plan de Manejo Ambiental Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica*. Bogota, colombia. pp. 206.
  - Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2001. *NOM-059-SEMARNAT. Norma oficial mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección*. Diario Oficial de la Federación, miércoles 6 de marzo de 2002, segunda sección: 1-78.
  - Sención, G.J. 2002. *Evaluación económica de humedades: estudio de caso de humedades de Petexbatún-Petén, Guatemala*. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Economía. 37 pp.
  - Silva-Flores, R., G. Pérez-Verdín, J. Návar-Cháidez, 2010. *Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango*. Madera y Bosques, Vol. 16, Núm. 1, 2010, pp. 31-49 Instituto de Ecología, A.C. México
  - Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), 2000. *Plan Hidráulico Xochimilco*. Gobierno del Distrito Federal (GDF). México D. F.
  - Soria, F.J. 2004. *Espacio Natural y Tiempo Histórico: Una Fusión de Horizontes: Parque Ecológico de Xochimilco en el Distrito Federal, México*. en *Investigación y Diseño. Anuario de Posgrado 01*. 261-286. Universidad Autónoma Metropolitana

- Xochimilco.
- Stiglitz, J.E. 1986. *Economics of the Public Sector*. Norton, EE.UU. en Sanjuro, E. e islas, I. 2007. Las Experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la Valoración Económica de los Ecosistemas para la Toma de Decisiones.
  - Tietenberg, T. 1984. *Environmental and Natural Resource Economics*. Scott Foresman and Company, EE.UU. en Sanjuro, E. e islas, I. 2007. en INE, 2007. *Las Experiencias del Instituto Nacional de Ecología en la Valoración Económica de los Ecosistemas para la Toma de Decisiones*.
  - UICN – Dugan, P. (Editor). 1992. *Conservación de Humedales: Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*. Unión Mundial de la Naturaleza. Gland, Suiza. 100 p.
  - Wunder, S. 2007. *The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conesevation*. *Conservation Biology* 21 (1): 48-58
  - Wunder, S., Wertz S. y Moreno, R. 2007. *Pago por Servicios Ambientales: Una nueva forma de Conservar la Biodiversidad*. Gaceta Ecológica, julio-diciembre, núm. esp. 84-85, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Distrito Federal, México. pp. 39-52.

## Referencias electrónicas

- Agua.org.mx., 2010 en URL [http://www.agua.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=4049](http://www.agua.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=4049) consultado por última vez el 18 de febrero de 2011.
- Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC), 2010. en URL <http://coplada.xoc.uam.mx/CIBACWEB/axolotl.htm> consultado por última vez el 13 de mayo de 2011.
- Confederación de Cámaras Industriales (CONCAMIN), 2010. en URL [www.concamin.org.mx/agua-ecologia/TUNEL.doc](http://www.concamin.org.mx/agua-ecologia/TUNEL.doc) consultado por última vez el 3 de abril de 2011.
- Delegación Xochimilco. Gobierno del Distrito Federal, 2011. En URL

- <http://www.xochimilco.df.gob.mx/turismo/embarcaderos.html>) consultado por última vez el 3 de mayo de 2011.
- Figueroa, J., 2011. En URL [http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/informesEspeciales/008\\_InformesEspeciales\\_ValorizacionEconomicaBiodiversidad\\_JuanaFigueroa.php3](http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/informesEspeciales/008_InformesEspeciales_ValorizacionEconomicaBiodiversidad_JuanaFigueroa.php3) consultado por última vez el 10 de mayo de 2011.
  - Hails, S. y Dwight, P. 2002. *Día Mundial de los Humedales*, document0 informativo. Ramsar. En URL [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org). Consultado por última vez el 27 de abril de 2011.
  - Real Academia Española (RAE), 2011. En <http://www.rae.es/rae.html> consultado por última vez el 4 de mayo de 2011.
  - UNESCO, 2011. en URL <http://whc.unesco.org/en/criteria> consultado por última vez el 1 de junio de 2011..
  - WWF, 2007 en URL [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog\\_bosques.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_bosques.php) consultado por última vez el 17 de febrero de 2011

## ANEXO 1. Especies del ANP bajo algún grado de protección.

**Tabla 4.** Flora y Fauna Silvestre Bajo Alguna Condición de Protección, de acuerdo a la de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 para el Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”.

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Protección
<b>Fauna acuática</b>		
<i>Ambystoma mexicanum</i>	Ajolote	Sujeta a protección especial
<i>Rana tlaloci</i>	Rana de Tláloc o de Xochimilco	Peligro de extinción
<i>Rana montezumae</i>	Rana de Moctezuma	Sujeta a protección especial y endémica
<b>Fauna terrestre</b>		
<i>Tamnophis scaliger</i>	Culebra listonada de montaña	Amenazada y endémica
<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate	Amenazada
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	Amenazada y endémica
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel cola negra	Sujeta a protección especial
<i>Crotalus polystictus</i>	Cascabel	Sujeta a protección especial
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Sujeta a protección especial
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rojo	Sujeta a protección especial
<i>Rallus limicola</i>	Rascón limícola	Sujeta a protección especial
<b>Flora</b>		
<i>Nymphaea mexicana</i>	Ninfa	Amenazada
<i>Erithrina coralloides</i>	Colorín	Amenazada
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco	Sujeta a Protección Especial
<i>Acer negundo var. Mexicanum</i>	Acezintle	Sujeta a Protección Especial y endémica

Fuente: Modificada de Programa de Manejo del ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” GDF, 2006.



## ANEXO 2. Cuestionarios de expertos.

De acuerdo a la escala de la parte inferior, determinar el nivel de importancia de los servicios, productos y atributos en el humedal “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”

**Lic. Claudia Ortiz Juarez.** Subsecretaria de la Dirección de Medio Ambiente de la Delegación Xochimilco.

**Tabla 1. Servicios de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el humedal**

Servicios y Productos de los Humedales	Importancia en el Humedal de Xochimilco
<b>Servicios Ambientales</b>	
Control de Inundaciones	4
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	3
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	3
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	4
Retención de sustancias tóxicas	3
Retención de nutrientes	4
Exportación de biomasa (fauna y flora)	3
Estabilización del microclima	4
Transporte por agua	2
Mitigación del cambio climático	3
Depuración de aguas	3
Reservorio de biodiversidad	3
Productos de humedales	3
Recreación / Turismo	4
Valor Cultural	4
<b>Productos</b>	
Forestales	2
vida silvestre	3
Forrajeros	1
Agrícolas	4
abastecimiento de agua	3
Pesca	2
<b>Atributos</b>	
Diversidad biológica	3
Singularidad del patrimonio cultural	4

### Escala:

---

Sin importancia = **1**   Poco importante = **2**   Importante = **3**   Muy importante = **4**

Sin información = ¿?

**M en C. José Luis García Calderón.** Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa. Área de limnología, cuerpos pequeños de agua, productividad y manejo de embalses del departamento de Hidrobiología.

**Tabla 1. Servicios de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su**

<b>Servicios y Productos de los Humedales</b>	<b>Importancia en el Humedal de Xochimilco</b>
<b>Servicios Ambientales</b>	<b>4</b>
Control de Inundaciones	4
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	4
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	4
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	4
Retención de sustancias tóxicas	4
Retención de nutrientes	4
Exportación de biomasa (fauna y flora)	2
Estabilización del microclima	4
Transporte por agua	4
Mitigación del cambio climático	4
Depuración de aguas	4
Reservorio de biodiversidad	4
Productos de humedales	4
Recreación / Turismo	4
Valor Cultural	4
<b>Productos</b>	<b>4</b>
Forestales	2
vida silvestre (flora y fauna)	4
Forrajeros	1
Agropecuarios	4
abastecimiento de agua	4
Pesca	4
<b>Atributos</b>	<b>4</b>
Diversidad biológica	4
Singularidad del patrimonio cultural	4

**importancia en el humedal.**

**Dr. Omar Tapia Silva.** Profesor-investigador del centro CONACYT CentroGEO. Área: Geomatica aplicada a la hidrología.

**Tabla 1. Servicios de los humedales interiores epicontinentales, sugeridos por la Convención de Ramsar y su importancia en el humedal.**

<b>Servicios y Productos de los Humedales</b>	<b>Importancia en el Humedal de Xochimilco</b>
<b>Servicios Ambientales</b>	
Control de Inundaciones	4
Reposición de aguas subterráneas (recarga de acuíferos)	4
Descarga de acuíferos (almacenamiento de agua)	4
Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes	3
Retención de sustancias tóxicas	3
Retención de nutrientes	3
Exportación de biomasa (fauna y flora)	2
Estabilización del microclima	4
Transporte por agua	2
Mitigación del cambio climático	4
Depuración de aguas	2
Reservorio de biodiversidad	3
Productos de humedales	3
Recreación / Turismo	4
Valor Cultural	4
<b>Productos</b>	
Forestales	2
vida silvestre (flora y fauna)	2
Forrajeros	1
Agropecuarios	3
abastecimiento de agua	1
Pesca	1
<b>Atributos</b>	
Diversidad biológica	3
Singularidad del patrimonio cultural	4