

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320557384>

Agua dulce, conservación de la biodiversidad, protección de los servicios ambientales y restauración ecológica en México

Technical Report · August 2017

DOI: 10.13140/RG.2.2.10282.31685

CITATIONS

0

READS

172

8 authors, including:



Juan E. Bezaury-Creel

The Nature Conservancy

165 PUBLICATIONS 421 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Fernando Ochoa Pineda

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Colin Herron

The Nature Conservancy

6 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Froylan Hernández Ruiz

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Protegiendo la Biodiversidad mexicana [View project](#)



Healthy Reefs for Healthy People [View project](#)

AGUA DULCE

conservación de la biodiversidad,
protección de los servicios ambientales
y restauración ecológica en México





AGUA DULCE

conservación de la biodiversidad,
protección de los servicios ambientales
y restauración ecológica en México

JUAN E. BEZAURY CREEL - EDITOR

FERNANDO OCHOA PINEDA

MARÍA O. LLANO BLANCO

CRISTINA LASCH THALER

COLIN HERRON

DIANA VÁZQUEZ CASTAÑEDA

ALEJANDRO HERNÁNDEZ YAÑEZ

FROYLAN HERNÁNDEZ RUIZ

Autores

Juan E. Bezaury Creel (editor) Fernando Ochoa Pineda,
María O. Llano Blanco, Cristina Lasch Thaler, Colin Herron,
Diana Vázquez Castañeda, Alejandro Hernández Yañez,
Froylan Hernández Ruiz

Coolaboradores

Pronatura Noreste A.C., Mauricio de la Maza Benignos
Pronatura Noroeste, A.C., Osvel Hinojosa, Miguel Ángel Vargas Téllez
Raise the River Coalition: National Audubon Society, Restauramos
el Colorado A.C., Pronatura Noroeste A.C., Sonoran Institute,
The Nature Conservancy, The Redford Center.
Sonoran Institute: Francisco Zamora

Agradecimientos

Conabio: Laura de Lourdes Cárdenas Flores, Carlos Galindo Leal
Instituto Mora: José Ortiz Monasterio Prieto
TNC Arizona: Patrick Graham, Sonja Stupel, Dale Turner
TNC México y Norte de Centroamérica: Diana Bermudez,
Francisco Reyna Sáenz, Isabel Studer, Juan Francisco Torres Origel,
Elizabeth Vázquez
TNC Programa del Río Colorado: Taylor Hawes, Eloise Kendy
Universidad de Guadalajara: Sergio Graf Montero
Walton Family Foundation: Peter Skidmore

Esta publicación fue realizada con el invaluable apoyo
de la Walton Family Foundation.

Las opiniones aquí expresadas son responsabilidad exclusiva del editor y no reflejan,
necesariamente, aquellas de la Walton Family Foundation o The Nature Conservancy.

Se autoriza el uso, reproducción y distribución de este producto con fines no comerciales.
El uso, reproducción y distribución comercial de este producto o de cualquier porción o
porciones de su contenido requiere de la autorización expresa de The Nature Conservancy.

Forma de citar: Bezaury-Creel J.E. (Editor), F. Ochoa-Pineda, M.O. Llano-Blanco, C.
Lasch-Thaler, C. Herron, D. Vázquez-Castañeda, A. Hernández-Yañez, F. Hernández-
Ruiz. 2017. Agua dulce, conservación de la biodiversidad, protección de los servicios
ambientales y restauración ecológica en México. The Nature Conservancy. 72 pp.

CONTENIDO

5	EL AGUA EN MÉXICO
9	AGUA DULCE Y BIODIVERSIDAD MEXICANA
9	Evaluaciones de las ecorregiones dulceacuícolas en las Américas
13	Regiones Hidrológicas Prioritarias
17	Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales en México
19	INSTRUMENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, LA PROTECCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DULCEACÚICOLA EN MÉXICO
19	La Convención de Ramsar
22	Experiencias de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México
26	Caudal Ecológico y Reservas de Aguas Nacionales
29	Concesiones y Asignaciones
31	AGUA Y CUENCAS, PARTICIPACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL
31	El Programa Agua de la Fundación Gonzalo Río Arronte
32	El Programa Cuencas y Ciudades del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
33	El Programa de Agua del Fondo Mundial para la Naturaleza
33	Los Proyectos de Agua del Sistema Pronatura
34	FANMex Red de Acción por el Agua México
35	El Programa de Conservación de Agua de Amigos de Sian Ka'an
36	El Fondo de Conservación El Triunfo y el Fondo Semilla de Agua
36	Sonoran Institute en el delta del río Colorado
37	The Nature Conservancy y la conservación de agua dulce en México
47	TRES CASOS DE GESTIÓN DEL AGUA PARA CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN.
48	Concesión de aguas para uso ambiental, Pozas Azules, Cuatro Ciénegas, Coahuila
53	Proyecto para establecer una zona de reserva de aguas nacionales superficiales para uso ambiental en los ríos Acaponeta, Cañas, Rosamorada y Bejuco, en Sinaloa, Nayarit y Durango
57	Proyecto binacional para restaurar el delta del río Colorado en Baja California y Sonora
70	BIBLIOGRAFÍA



EL AGUA EN MÉXICO

México recibe aproximadamente 1,449,471 millones de m³ de agua al año. De esta cantidad, se estima que 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 21.2% escurre por los ríos o arroyos y el 6.4% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y los flujos de salida y de entrada de agua de países vecinos, México cuenta anualmente con aproximadamente 447,260 millones de m³ de agua dulce renovable, o sea, la cantidad máxima de agua que es factible aprovechar anualmente en el país (Uribe y Vázquez del Mercado 2017).

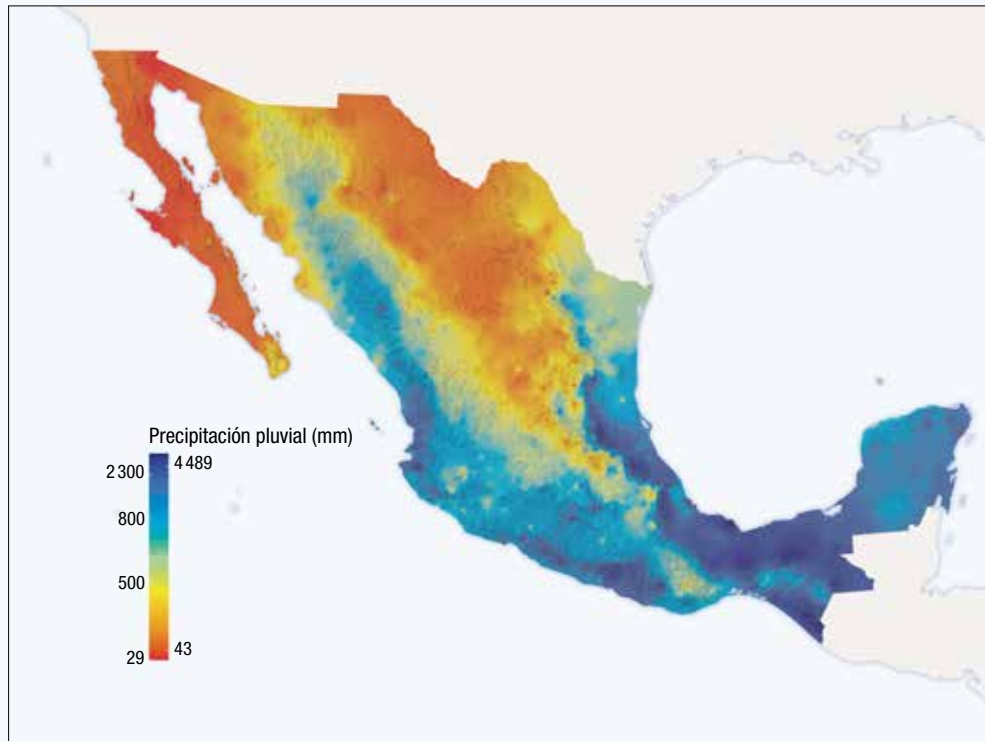
No obstante que México aún no se encuentra en una situación de vulnerabilidad, en sólo unas cuantas décadas, el país pasó de ser un país de alta disponibilidad de agua a uno de baja disponibilidad, debido principalmente al crecimiento demográfico, a la creciente demanda en los distintos usos y al manejo poco eficiente del recurso, situación que ha derivado en una mayor presión sobre los recursos hídricos. Para tener una idea del cambio sufrido, basta comparar la disponibilidad natural media per cápita de agua que se tenía en 1950, que era de 18,035 m³/hab/año y que en un poco más de sesenta años, pasó en 2013 a 3,982 m³/hab/año. El número de acuíferos sobre-explotados pasó de 36 en 1981, a 106 en 2014. (Uribe y Vázquez del Mercado 2017)

Por otra parte, la disponibilidad de agua real es muy variable dentro del territorio mexicano, la precipitación media anual en el periodo 1971 a 2000 fue de 760 mm, ocurriendo principalmente entre los meses de junio a septiembre. La precipitación se concentra en el sureste del país, mientras que, en el centro norte y noroeste llueve muy poco (mapa 1) (Uribe y Vázquez del Mercado 2017).

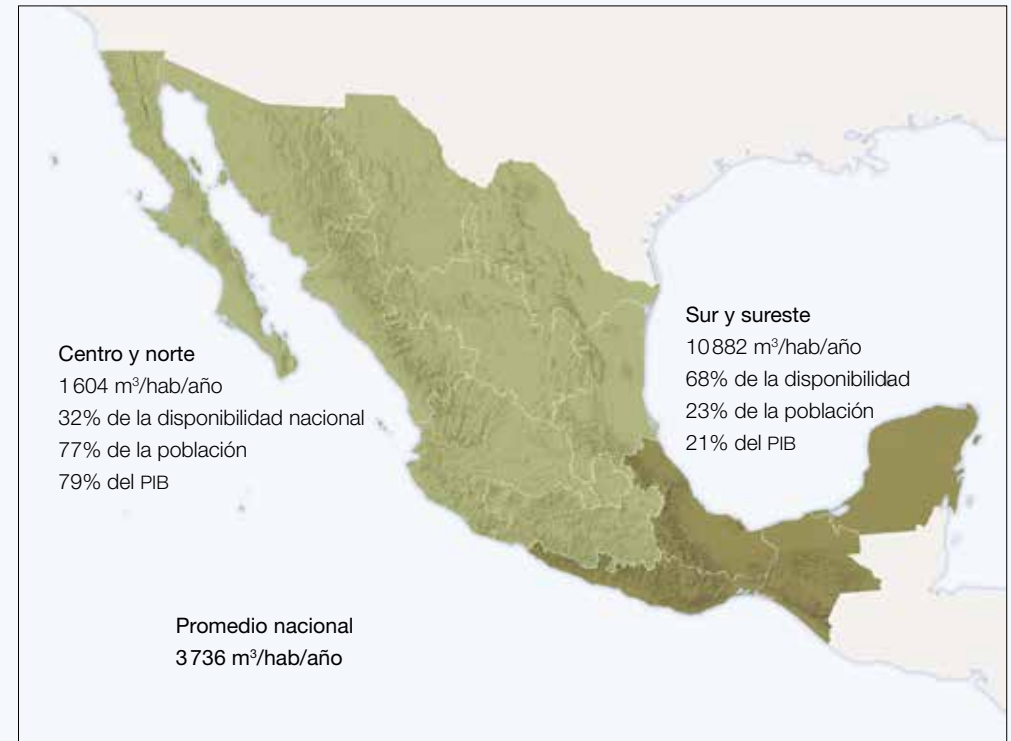
En este contexto de desequilibrio natural, el mayor crecimiento poblacional y económico se ha generado en las zonas con menor disponibilidad de agua. De esta manera, en el centro y el norte del país, donde se tiene 32% de la disponibilidad nacional, se concentra 77% de la población y se genera 79% del Producto Interno Bruto (PIB); situación que contrasta con la zona sur y sureste, donde existe 68% de la disponibilidad y únicamente se ubica 23% de la población con una aportación al PIB de 21% (mapa 2) (Uribe y Vázquez del Mercado 2017, Conagua 2014).

En estas condiciones, se ha producido una fuerte competencia por un recurso vital para la sobrevivencia humana. Se estima que 77% del volumen de agua consumido en nuestro país se destina al riego; 14% al uso público urbano, y 9% a las industrias autoabastecidas y termoeléctricas, usos considerados como consuntivos, que son aquellos en donde se consume un volumen de agua de una calidad determinada al llevar a cabo una actividad específica (gráfica 1). El 61.3% del agua utilizada para usos consuntivos, proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que el 38.7% restante corresponde a fuentes subterráneas (acuíferos). El uso intensivo del

Mapa 1. Distribución de la precipitación pluvial normal en México 1981-2010 (Conagua 2015a)



Mapa 2. Contraste regional de la disponibilidad del agua, población y economía (Conagua 2014 y 2015a)



No obstante que México aún no se encuentra en una situación de vulnerabilidad, en sólo unas cuantas décadas, el país pasó de ser un país de alta disponibilidad de agua a uno de baja disponibilidad, debido principalmente al crecimiento demográfico, a la creciente demanda en los distintos usos y al manejo poco eficiente del recurso.

Cuadro 1. Cuentas económicas y ecológicas en México
(Conagua 2015a)

A través de la colaboración internacional se ha desarrollado el Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE), que es un conjunto de tablas, reglas de contabilidad, clasificaciones, definiciones y conceptos estándares cuyo objetivo es producir estadísticas comparables a nivel internacional sobre el medio ambiente y su relación con la economía. El SCAE utiliza una estructura de contabilidad similar a los Sistemas de Cuentas Nacionales para facilitar la integración de las estadísticas ambientales y económicas.

En México el Inegi encabeza un esfuerzo interinstitucional para integrar las cuentas económicas y ecológicas de México, parte de las cuales son las cuentas ambientales y económicas integradas del agua. Como resultado de la integración de estas cuentas, se han identificado aspectos de la valoración económica del impacto ambiental como consecuencia de la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

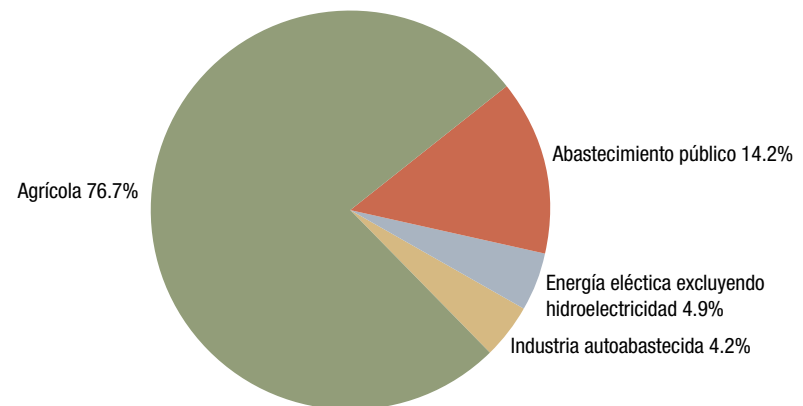
De esta forma, se puede cuantificar en valores monetarios el agotamiento anual del agua subterránea, que para el año 2012 fue estimado en casi 29.5 mil millones de pesos, lo que equivale a 1.5 veces el gasto de los hogares en cuidados de la salud. Otra comparación relevante es la estimación del costo de tratamiento del agua residual no tratada al 2012, por más de 64.6 mil millones de pesos. Al 2012 los costos totales por agotamiento y degradación del medio ambiente 985 mil millones de pesos, fueron casi siete veces mayores que los gastos en protección ambiental para ese año de 143 mil millones de pesos.

agua en las diversas actividades socioeconómicas ha dado lugar a: la consecuente contaminación, sobreexplotación de las aguas superficiales y subterráneas; la sobreconcesión de derechos de agua; el deterioro de los ecosistemas, lo que aunado a otros problemas como: la deforestación de los bosques; el aumento en el número de eventos hidrometeorológicos extremos; las deficiencias en la administración del agua; y, el manejo no sostenible del recurso en la mayoría de las cuencas, muestran una problemática que pone en riesgo la seguridad hídrica del país (Uribe y Vázquez del Mercado 2017).

El valor del agua consumida en México es de más de 35 mil millones de pesos y a nivel nacional se registraron un total de 122,798 personas ocupadas en actividades de administración y distribución del agua (INEGI 2015).

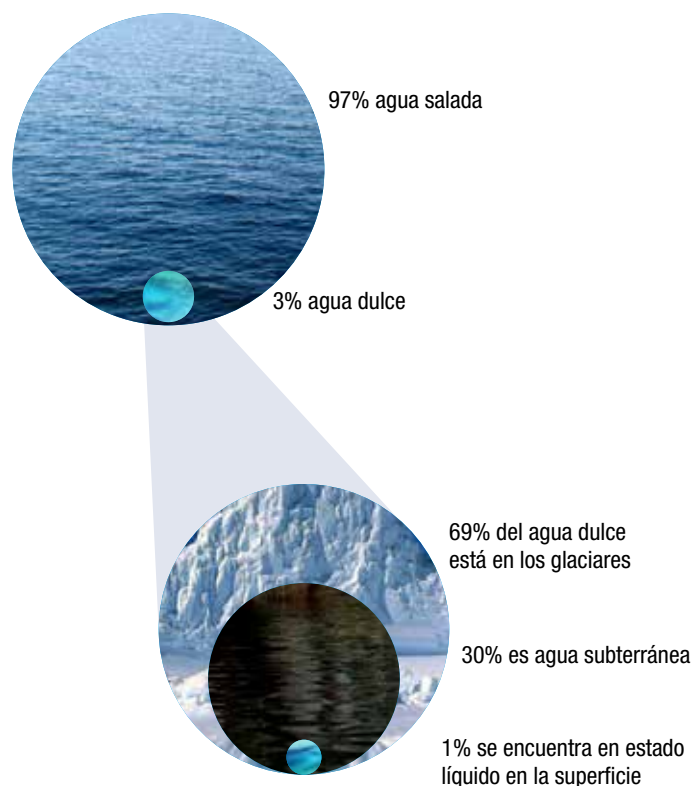
En este contexto de competencia, el uso del agua para la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ambientales y la restauración ecológica en México, se ubica en una posición sumamente desfavorable, ya que casi siempre las necesidades humanas inmediatas y cortoplacistas han sido privilegiadas, sin tomar en cuenta los altos costos ambientales que impactan negativamente a la economía nacional.

Distribución de los volúmenes concesionados para usos agrupados consuntivos
(Conagua 2014 y 2015)





AGUA DULCE Y BIODIVERSIDAD MEXICANA



(World Bank Water 2017)

Desde nuestra visión antropocéntrica hemos nombrado a nuestro planeta Tierra, no obstante que el agua cubre más de 70% de su superficie. Sin embargo, el agua dulce y la biodiversidad que ésta sustenta es relativamente escasa, ya que solamente 3% del agua existente en el planeta azul es agua dulce y solo 0.01% del total se encuentra en estado líquido sobre los continentes (World Bank 2017).

La diversidad de especies de agua dulce es muy alta comparada con la de otros ecosistemas. Los hábitats de agua dulce cubren menos de 1% de la superficie del planeta, sin embargo, son el hogar de más de 25% de todos los vertebrados descritos, más de 126,000 especies conocidas de animales. Los ecosistemas de agua dulce proporcionan bienes y servicios ambientales importantes a la sociedad: provisión de alimentos, agua limpia, materiales de construcción, así como el control de las inundaciones y de la erosión. Se ha calculado que el valor de estos bienes y servicios es de 70 billones de dólares. El crecimiento de la población humana junto con el desarrollo industrial y agrícola, ha sometido a los sistemas de agua dulce a una enorme tensión. Altos niveles de extracción de agua, el drenaje de los humedales, la canalización de los ríos, la deforestación que conduce a la sedimentación y la introducción de especies invasoras, han tenido sin excepción impactos negativos de gran relevancia. Además, el cambio climático, la creciente escasez de agua, y el cumplimiento de los objetivos del desarrollo: cómo lograr un mayor acceso al agua potable y al saneamiento tendrán repercusiones importantes en el futuro (UICN 2008).

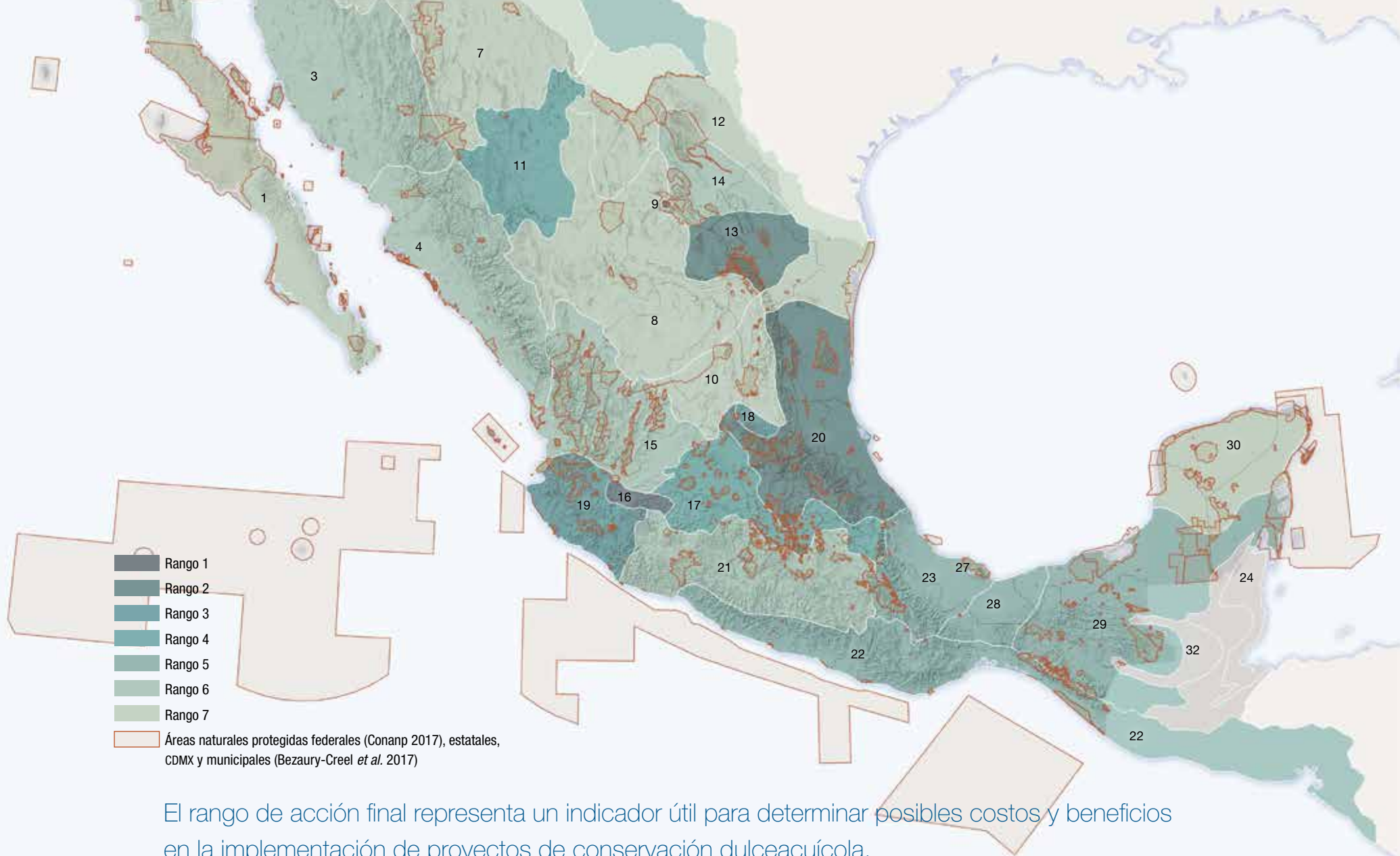
En este apartado se presentarán algunos de los esfuerzos realizados a nivel continental y nacional, para definir las prioridades de conservación de la biodiversidad dulceacuícola en México.

Evaluaciones de las ecorregiones dulceacuícolas en las Américas

El Programa de Apoyo a la Biodiversidad (Biodiversity Support Program o BSP), operó desde 1989 hasta 2001 como un consorcio entre el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC), y el World Resources Institute (WRI), con financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo (USAID). La misión del BSP era promover la conservación de la biodiversidad mundial y dentro de sus componentes fue incluida la definición y evaluación de ecorregiones terrestres, dulceacuícolas y marinas.

En la publicación *Biodiversidad Dulceacuícola de América Latina y el Caribe* (Olson *et al.* 1999) se identificaron un total de 42 complejos ecorregionales dulceacuícolas, y a partir de estas se definieron 117 ecorregiones (en México se presentan 9 complejos ecorregionales y 27 ecorregiones). Estas ecorregiones fueron clasificadas de acuerdo

Mapa 3. Rango de acción final combinado asignado a las Ecorregiones Dulceacuícolas en México



Carácter distintivo, estado de conservación y rango final combinados, asignados a las ecorregiones dulceacuícolas en México (Bezaury-Creel *et al.* 2000a)

Núm. de ecorregión	Ecorregiones dulceacuícolas presentes en México	Carácter distintivo	Estado de conservación	Rango de acción final	Observaciones sobre el rango de acción final
16	Chapala	G	A	1	Prioridad Global 1. Amenazada o vulnerable, identificada por ambos ejercicios con carácter distintivo global. 2. Amenazada, identificada por Olson <i>et al.</i> 1999 con carácter distintivo regional y por Abell <i>et al.</i> 2000 como global. 3. Vulnerable, identificada por Abell <i>et al.</i> 2000 con carácter distintivo global.
9	Cuatro Ciénegas	G	V	1	
13	Río San Juan	G	A	2	
20	Río Panuco, Tamps., Ver.	G	A	2	
27	Catemaco	G	V	3	
18	Cabecera del Río Verde	G	V	3	
19	Manantlán / Ameca	G	V	3	De Importancia Regional o Nacional 4. Identificada por Abell <i>et al.</i> 2000 como en estado crítico y disminuida en su rango de prioridad por su estado de amenaza, no obstante, su carácter distintivo global. 5. Amenazada o vulnerable en Olson <i>et al.</i> 1999 y con rango de prioridad II en Abell <i>et al.</i> 2000. 6. Crítica o amenazada y con rango de prioridad II en Abell <i>et al.</i> 2000. 7. Crítica o vulnerable y con rango de prioridad III en Abell <i>et al.</i> 2000.
11	Conchos	G	C	4	
17	Lerma	G	C	4	
22	Tehuantepec		A	5	
23	Sur de Veracruz		A	5	
28	Coatzacoalcos		A	5	
29	Grijalva-Usumacinta		V	5	
14	Río Salado		A	6	
3	Sonora		A	6	
15	Santiago		A	6	
21	Balsas		A	6	
4	Costa de Sinaloa		C	6	
30	Yucatán		V	7	
12	Bajo Río Bravo		C	7	
10	Llanos de El Salado		C	7	
2	Delta del Colorado		C	7	
7	Guzmán		C	7	
8	Mapimí		C	7	
1	Baja California		C	7	
24	Tierras Bajas Beliceñas		V	s/d	
32	Tierras Altas Kársticas de Centroamérica		A	s/d	

Carácter distintivo: G = Global; Estado de conservación: C = Crítico, A = Amenazado, V = Vulnerable

a su tipo de hábitat principal (en México se presentan 6 de estos tipos: grandes ríos, deltas de grandes ríos, grandes lagos, ríos y arroyos en zonas húmedas, ríos y arroyos de zonas áridas y cuencas endorreicas en zonas áridas) y posteriormente evaluadas de acuerdo a dos criterios principales:

- Su carácter distintivo (peculiaridad o singularidad) de su biodiversidad, fue evaluado a través de la riqueza de especies, endemismos, diversidad de ecosistemas y otras consideraciones especiales (rareza del tipo de hábitat principal y fenómenos ecológicos y evolutivos inusuales), asignando un puntaje a cada una de las características para definir las prioridades ecorregionales.
- El estado de conservación de las ecorregiones, contempló un estimado de la capacidad en su momento y hacia el futuro de mantener: poblaciones viables; mantener los procesos ecológicos; y su capacidad para responder ante cambios al corto y mediano plazo. Las determinantes del estado de conservación que fueron utilizadas para la clasificación de las ecorregiones incluyeron: pérdida de hábitat; calidad del agua; e, integridad hidrográfica.

Las ecorregiones clasificadas como “relevantes a nivel global” que aún se mantenían “relativamente intactas”, no fueron identificadas como las de más alta prioridad, debido a la urgencia requerida para actuar en ecorregiones con mayor nivel de amenaza. Asimismo, aquellas clasificadas como “relevantes a nivel global o regional” cuyo estado de conservación fue considerado como “crítico” fueron calificadas con un segundo y tercer nivel de prioridad respectivamente, en cuanto a la prioridad de implementar acciones de conservación, debido en parte a la extrema dificultad para restaurar los ecosistemas de agua dulce.

La publicación *Ecorregiones dulceacuícolas de Norte América, una evaluación de su conservación* (Abell *et al.* 2000) resulta de mayor utilidad para analizar las ecorregiones dulceacuícolas del Norte de México que se ubican dentro del Reino Neártico, a diferencia de aquellas del Sur del país, que si son comparables con aquellas del Reino Neotropical analizadas en *Biodiversidad de América Latina y el Caribe* (Olson *et al.* 1999). A diferencia de este último ejercicio que fue basado en una evaluación cualitativa conjunta realizada por expertos a través de un taller, el ejercicio para Norteamérica utilizó la mejor información disponible para peces, acociles/acamayaz y herpetofauna en México.

Las ecorregiones dulceacuícolas difieren de aquellas terrestres en dos cuestiones importantes e interrelacionadas. Primeramente, la gran interconectividad

de los hábitats dulceacuícolas y los fuertes vínculos espaciales y funcionales que presentan a lo largo de grandes distancias, determina que los efectos de las actividades que se realizan aguas arriba, se manifiesten aguas abajo. En segundo lugar, la conservación de un sitio de agua dulce en particular, casi siempre deberá llevarse a cabo a una escala de cuenca. Considerando que ecorregiones completas deben ser el enfoque de cualquier proyecto ambicioso de acción para la conservación, los expertos coincidieron en que las ecorregiones de agua dulce consideradas como bajo amenaza crítica, están más allá de las posibilidades reales de ser restauradas y que los mayores impactos positivos para la conservación pueden ser alcanzados enfocándose en ecorregiones en peligro o vulnerables con biodiversidad relevante a nivel global (Abell *et al.* 2000).

El “rango de acción final” asignado a cada ecorregión es entonces el resultado de la combinación entre su importancia para la conservación de la biodiversidad y el grado de amenaza al que está sujeta (Bezaury-Creel *et al.* 2000a). Es por esto que el rango final, representa simplemente un indicador útil para determinar posibles costos y beneficios en la implementación de proyectos de conservación dulceacuícola.





Regiones Hidrológicas Prioritarias (Conabio 2008)

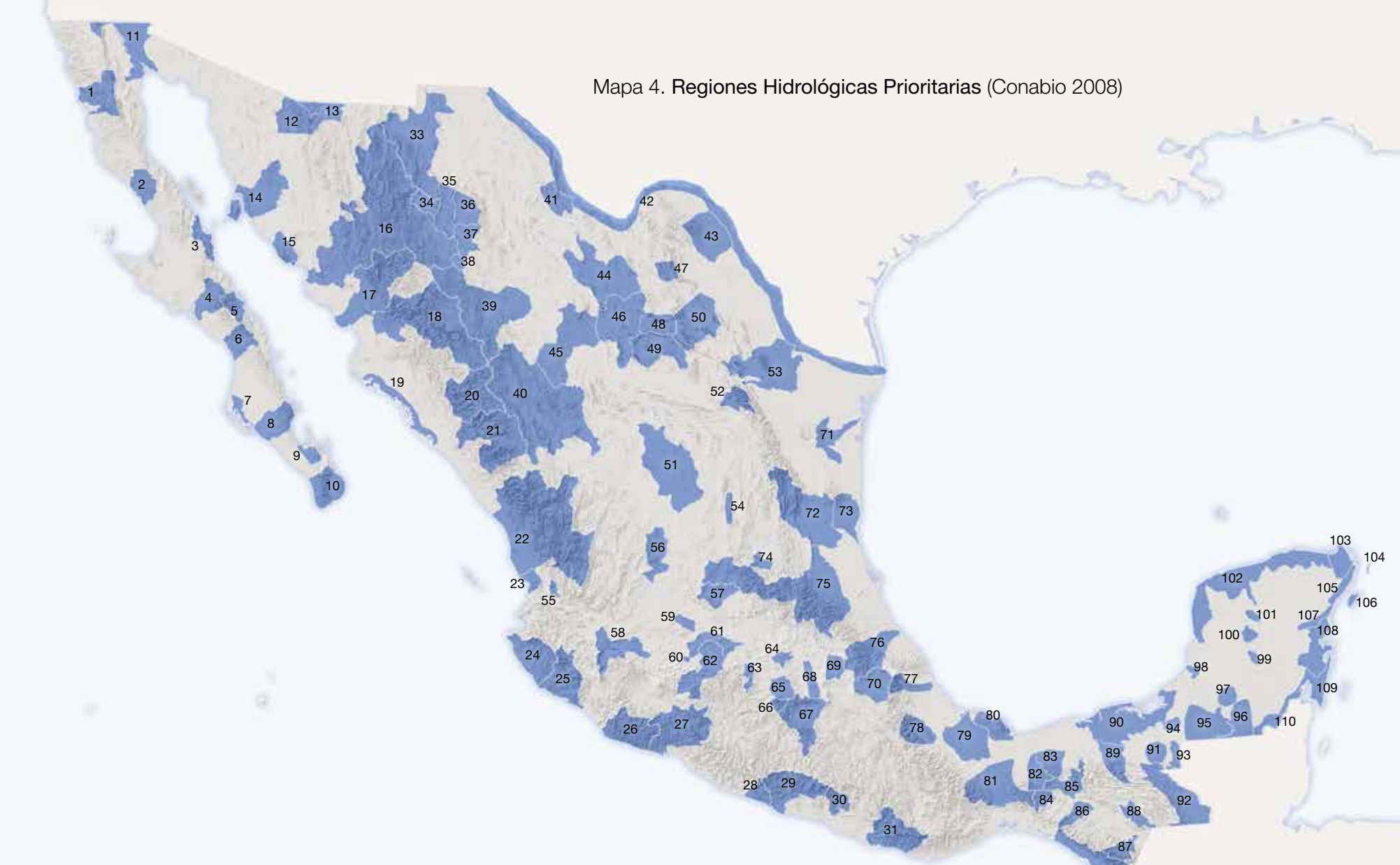
En mayo de 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido (Arriaga *et al.* 2002). Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la Conabio para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres interdisciplinarios con la participación de 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales, coordinados por la Conabio. Este programa contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation, USAID, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y WWF.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de su tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Mapa 4. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Conabio 2008)



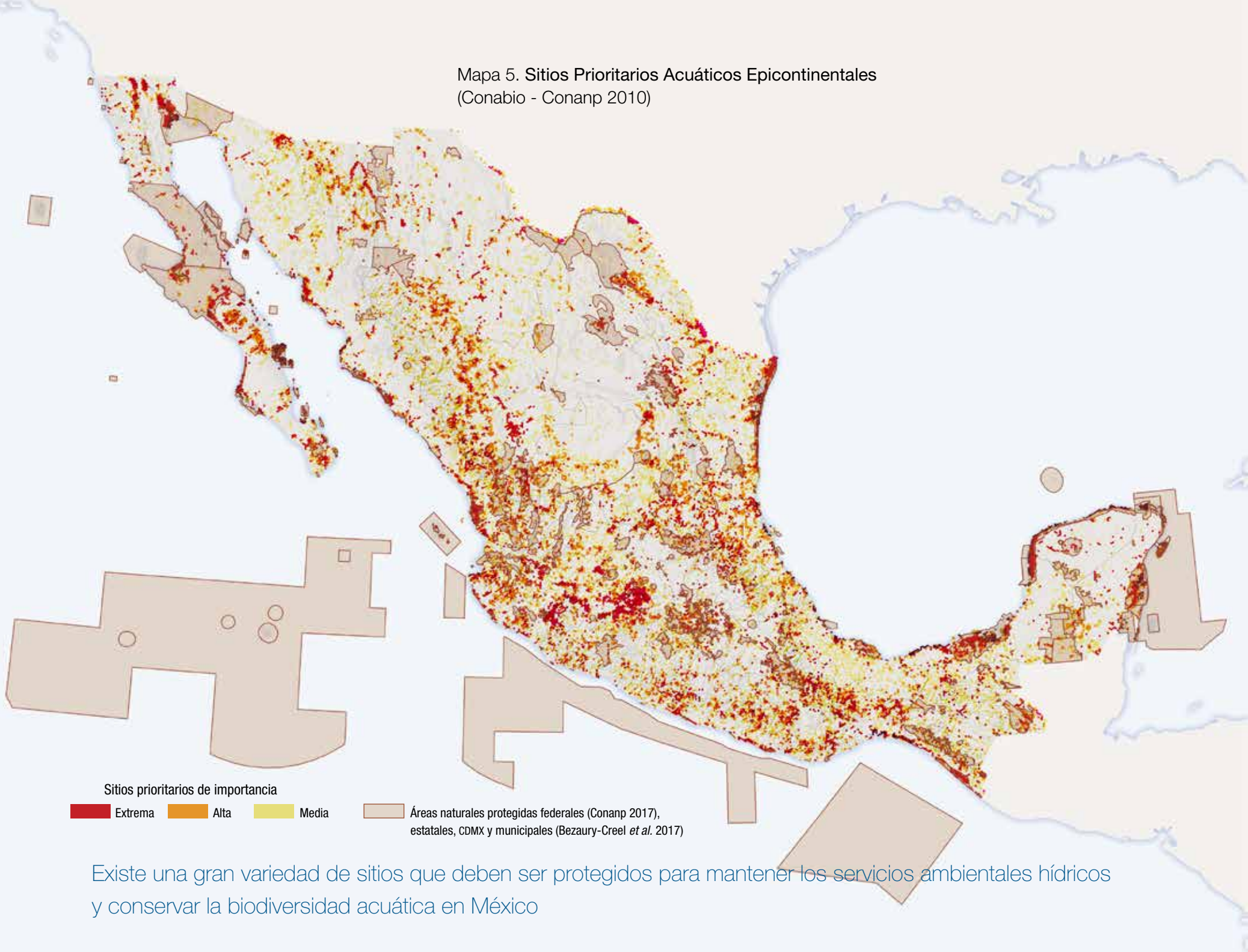
Regiones Hidrológicas Prioritarias											
Clave	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD	Clave	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
1	San Pedro Mártir	X	X			8	Oasis San Pedro de la Presa - El Pilar - Las Pocitas	X	X		
2	Ríos estacionales de Baja California - Cataviña				X	9	Sierra del Novillo - La Paz		X		
3	Sierra de la Libertad		X	X	X	10	Sierra de la Laguna y oasis aledaños	X	X		
4	Sierra de San Francisquito - Oasis San Ignacio	X	X			11	Delta del Río Colorado	X	X	X	
5	Mulegé - Santa Rosalía				X	12	Subcuenca del Río Asunción				X
6	La Purísima	X				13	Subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz	X	X	X	
7	Bahía Magdalena		X			14	Isla Tiburón - Río Bacoachi			X	X

AAB = Regiones de alta biodiversidad
AU = Regiones de uso por sectores
AA = Regiones amenazadas
AD = Regiones de desconocimiento científico

Clave	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
15	Cajón del Diablo	X		X	
16	Río Yaqui - Cascada Bassaseachic	X	X	X	
17	Río Mayo	X	X	X	
18	Cuenca alta del Río Fuerte	X	X	X	
19	Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón	X	X	X	
20	Cuenca alta de los Ríos Culiacán y Humaya	X	X	X	
21	Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla	X	X		X
22	Río Baluarte - Marismas Nacionales	X	X	X	
23	San Blas - La Tovar	X	X	X	
24	Cajón de Peñas - Chamela	X	X	X	
25	Ríos Purificación y Armería	X	X	X	
26	Ríos Coalcomán y Nexpa	X	X		
27	Cuenca baja del Río Balsas	X	X	X	
28	Río Atoyac - Laguna de Coyuca	X	X	X	
29	Río Papagayo - Acapulco	X	X	X	
30	Cuenca alta del Río Ometepe				X
31	Río Verde - Laguna de Chacahua			X	
32	Soconusco	X	X	X	
33	Samalayuca	X	X	X	
34	Lago Babicora	X	X	X	
35	Cuenca alta del Río Sta. María	X	X	X	
36	Cuenca alta del Río del Carmen	X	X	X	
37	Lago Bustillos	X	X	X	
38	Lago Los Mexicanos	X	X	X	
39	Cuenca alta del Río Conchos	X	X	X	
40	Río Nazas	X	X	X	
41	Cuenca baja del Río Conchos	X	X	X	
42	Río Bravo Internacional	X	X	X	
43	Río Bravo - Piedras Negras	X			X
44	El Guaje		X	X	X
45	La India		X	X	X
46	El Rey		X	X	X
47	Sierra de Santa Rosa		X		X
48	Cuatro Ciénegas	X	X	X	
49	Valle Hundido		X	X	X
50	Río Salado de los Nadadores	X	X	X	
51	Camacho - Gruiñidora		X	X	
52	Cumbres de Monterrey	X	X	X	
53	Río San Juan y Río Pesquería	X	X	X	
54	Venado - Moctezuma			X	X
55	Lagos-cráter de Nayarit		X		
56	Valle de Aguascalientes - Río Calvillo	X	X	X	
57	Cabecera del Río de la Laja	X			
58	Chapala - Cajititlán - Sayula	X	X	X	
59	Presas Río Turbio			X	
60	Zacapu	X	X		
61	Lagos-cráter del Valle de Santiago				X
62	Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas	X	X	X	
63	Los Azufres	X	X		

Clave	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
64	Humedales de Jilotepec - Ixtlahuaca	X			
65	Cabecera del Río Lerma	X	X	X	
66	Lagos cráter del Nevado de Toluca		X	X	
67	Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala	X	X	X	
68	Remanentes del complejo lacustre de la cuenca de México		X	X	
69	Llanos de Apan		X	X	X
70	Cuenca Oriental		X	X	
71	Río San Fernando	X	X		
72	Río Tamesí	X		X	
73	Cenotes de Aldama		X		
74	Lago de La Media Luna	X	X	X	
75	Confluencia de las Huastecas	X		X	
76	Río Tecolutla	X	X	X	
77	Río La Antigua	X			
78	Presa Miguel Alemán - Cerro de Oro		X	X	
79	Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan	X		X	
80	Los Tuxtlas	X	X	X	
81	Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos	X	X	X	X
82	Cuenca media y alta del Río Uxpanapa	X	X	X	X
83	Cabecera del Río Tonalá	X	X	X	
84	Chimalapas	X			X
85	Malpaso - Pichucalco	X		X	X
86	La Sepultura - Suchiapa	X	X		X
87	Motozintla	X			X
88	Comitán - Lagunas de Montebello	X			
89	Río Tulijá - Altos de Chiapas	X			
90	Laguna de Términos - Pantanos de Centla	X	X	X	
91	Balanacán		X	X	X
92	Río Lacantún y tributarios	X	X	X	
93	Río San Pedro		X		X
94	Cabecera del Río Candelaria				X
95	Sur de Campeche	X	X	X	
96	Calakmul	X		X	
97	Cabecera del Río Champotón				X
98	Boca del Río Champotón		X	X	
99	Laguna Chichancanab	X		X	X
100	Cono Sur - Peto		X		X
101	Zona citrícola		X	X	X
102	Anillo de cenotes	X	X	X	
103	Contoy	X		X	
104	Isla Mujeres		X		
105	Corredor Cancún - Tulum	X	X	X	
106	Cozumel		X		
107	Cenotes Tulum - Cobá	X	X	X	
108	Sian Ka'an	X	X	X	
109	Humedales y lagunas de la Bahía de Chetumal	X	X	X	
110	Río Hondo		X	X	

Mapa 5. Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales
(Conabio - Conanp 2010)



Existe una gran variedad de sitios que deben ser protegidos para mantener los servicios ambientales hídricos y conservar la biodiversidad acuática en México

Sitios Prioritarios Acuáticos Epicontinentales en México (Conabio-Conanp 2010)

La ubicación geográfica y la accidentada topografía del país, entre otros factores, han favorecido el desarrollo de una gran variedad de ecosistemas, entre ellos los acuáticos, con una biota diversa que destaca por estar compuesta de numerosas especies endémicas. La distribución espacial y temporal de los cuerpos de agua es muy heterogénea y no es aleatoria la estrecha relación que tienen con los asentamientos humanos y la actividad económica, lo que define un sistema de interacciones complejas que exige un amplio conocimiento y formas efectivas de manejo y protección tanto del recurso hídrico como de la biodiversidad acuática y sus servicios ambientales (Carabias *et al.* 2005). En México la mayor parte de los ambientes acuáticos ha sufrido transformaciones drásticas que han puesto en riesgo de extinción a numerosas especies y sus hábitats y han llevado a la pérdida y degradación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, comprometiendo el bienestar humano (Sánchez 2007).

En la Séptima Conferencia de las Partes (COP-7) del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), en el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas se acordó fortalecer los sistemas de áreas protegidas (ANP) con el fin de tener una red efectiva que represente de manera adecuada la biodiversidad, para lo cual se debían realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación, así como fortalecer los planes de manejo y los mecanismos de financiamiento (SCDB 2004). En México, para maximizar esfuerzos, se conformó un grupo de trabajo coordinado por la Conabio y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) al que se sumaron cerca de 260 especialistas de numerosas instituciones y organizaciones académicas, gubernamentales y conservacionistas nacionales e internacionales.

La identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales (SPAЕ) se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. Se llevaron a cabo dos talleres de expertos para consensuar criterios y compilar insumos para el análisis, así como para evaluar los resultados finales; asimismo el pro-

ceso de discusión y validación fue interactivo y continuo mediante un foro de discusión electrónico que contó con la participación de más de 40 expertos.

El resultado es un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598875 km² (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en las áreas protegidas y 21.7% son sitios de extrema prioridad. Los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental brindan un marco de referencia basado en la mejor información científica disponible actualmente, que puede usarse como guía para definir estrategias y acciones de conservación in situ que contribuyan a proteger y rehabilitar los sitios identificados como relevantes por su biodiversidad acuática.

Es ampliamente reconocida la necesidad de incrementar los esfuerzos para proteger, rehabilitar y manejar sustentablemente los ecosistemas acuáticos y su biodiversidad, así como el recurso hídrico de manera integral. Los SPAЕ son un marco de referencia para identificar oportunidades para la gobernanza hídrica a largo plazo que incorpore la visión ecosistémica y sobre un marco espacial a nivel de cuenca, que considere los procesos funcionales de los ecosistemas y su conectividad no sólo con otros ecosistemas acuáticos, sino con los terrestres y marinos, y que satisfaga las necesidades fundamentales de los usuarios dentro de un contexto de desarrollo social y económico equitativo.

Existe una amplia gama de oportunidades en las que los sitios prioritarios pueden ser un insumo importante en la planificación y gestión del recurso hídrico, como identificación de reservas de agua y determinación de caudales ecológicos; en aspectos de regulación en ordenamientos ecológicos y normas; en la conservación, como áreas protegidas, programas de pago por servicios ambientales y proyectos de rehabilitación y restauración; así como para orientar esfuerzos de investigación, monitoreo, pronósticos hidrometeorológicos, y sistemas de alerta y prevención de desastres y riesgos. Un factor que se suma a la presión sobre el recurso agua es el cambio climático, que tendrá efectos directos sobre la distribución espacial de la lluvia, los escurrimientos y los niveles de explotación de los acuíferos.



INSTRUMENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, LA PROTECCIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DULCEACÚICOLA EN MÉXICO

Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas

Ramsar, Iran, 02/02/1971, Modificada según el Protocolo de París, 03/12/1982 y las Enmiendas de Regina, 28/05/1987

ARTÍCULO 1

1. A los efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.
2. A los efectos de la presente Convención son aves acuáticas las que dependen ecológicamente de los humedales.

La conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ambientales y la restauración ecológica de la diversidad de los sistemas acuáticos epicontinentales, o sea aquellos que se ubican sobre la porción terrestre de México, representa no sólo un enorme reto socioeconómico debido a que el agua es un elemento esencial tanto para el desarrollo económico del país, como para la sobrevivencia de los ecosistemas y especies que constituyen su Capital Natural. La naturaleza presta servicios ambientales vinculados al agua, al incidir junto con los suelos y la cobertura vegetal en la captación del recurso hídrico, lo que determina la acumulación de los flujos superficiales y la recarga de acuíferos. Por lo que la conservación de suelos y cobertura vegetal ayuda a mantener la integridad y equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.

En este apartado se presentan algunos instrumentos que permiten proteger la biodiversidad y los servicios ambientales que el agua dulce nos provee. No obstante que las áreas naturales protegidas indudablemente juegan un papel muy importante en la protección de la biodiversidad y de los servicios ambientales y que estas actualmente constituyen el instrumento que otorga la mayor certeza jurídica para la gestión del territorio, este instrumento no será analizado en lo particular, debido a que, para la gestión integral del recurso hídrico, siempre será necesario recurrir a otros instrumentos, entre los cuales se incluyen los abordados en el apartado.

La Convención de Ramsar

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas llamada Convención de Ramsar, es el tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La Convención se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. Desde entonces, casi 90% de los Estados miembros de las Naciones Unidas de todas las regiones geográficas del planeta se han adherido al tratado.

Los humedales son zonas en donde el agua es el principal factor que controla el ambiente, así como la vegetación y fauna asociada. Existen en donde la capa freática se encuentra en o cerca de la superficie del terreno o donde el terreno está cubierto por agua. La conservación y manejo sustentable de los humedales puede asegurar la riqueza biológica y los servicios ambientales que éstos prestan, tales como almacenamiento del agua, conservación de los acuíferos, purificación del agua mediante la retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes, protección contra tormentas y mitigación de inundaciones, estabilización de litorales y control de la erosión. A pe-

sar de la importancia económica, ecológica y cultural de estos ecosistemas, estos siguen siendo afectados por los procesos de cambio provocados, por el cambio climático global (como el aumento global del nivel del mar, las sequías y las inundaciones) y por la presión inducida por el hombre al permitir el cambio en el uso del suelo, principalmente a través de la intensificación de la agricultura y el crecimiento urbano. Los humedales tienen un alto grado de complejidad biológica, que los hace realmente vulnerables al cambio. La mayoría de las transformaciones de los humedales costeros e interiores, se deben a cambios en el hábitat que tuvieron un mayor impacto sobre la biodiversidad en el siglo pasado (Conanp s/f).

La Comisión Nacional del Agua cuenta con las atribuciones directas en cuanto a la preservación, rehabilitación o restauración de los humedales, así como para delimitar y llevar el inventario de éstos. Por otro lado, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) cuenta con atribución para coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos que deriven de los acuerdos y compromisos adoptados con la Convención de Ramsar (Conanp s/f).

La Convención entró en vigor en México el 4 de noviembre de 1986 y a mediados de 2017 México tiene 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,643,579 hectáreas (Ramsar 2017). Estos sitios incluyen 71 áreas naturales protegidas federales, 29 de carácter estatal o de la Ciudad de México y 82 que cubren territorios afuera de áreas naturales protegidas, abarcando un total de 182 unidades geográficas.

El Plan Estratégico 2009-2015 de la Convención de Ramsar, indicaba que cada país debería establecer un Comité Nacional que apoyase a la aplicación nacional de la Convención y que incluyese, siempre que fuese posible, a representantes de instituciones académicas y de las OSC, además de contribuir positivamente para la obtención de resultados satisfactorios. En junio de 2005, la Conanp presentó la propuesta al Consejo Nacional de Áreas

LEY DE AGUAS NACIONALES (DOF 1992)

ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

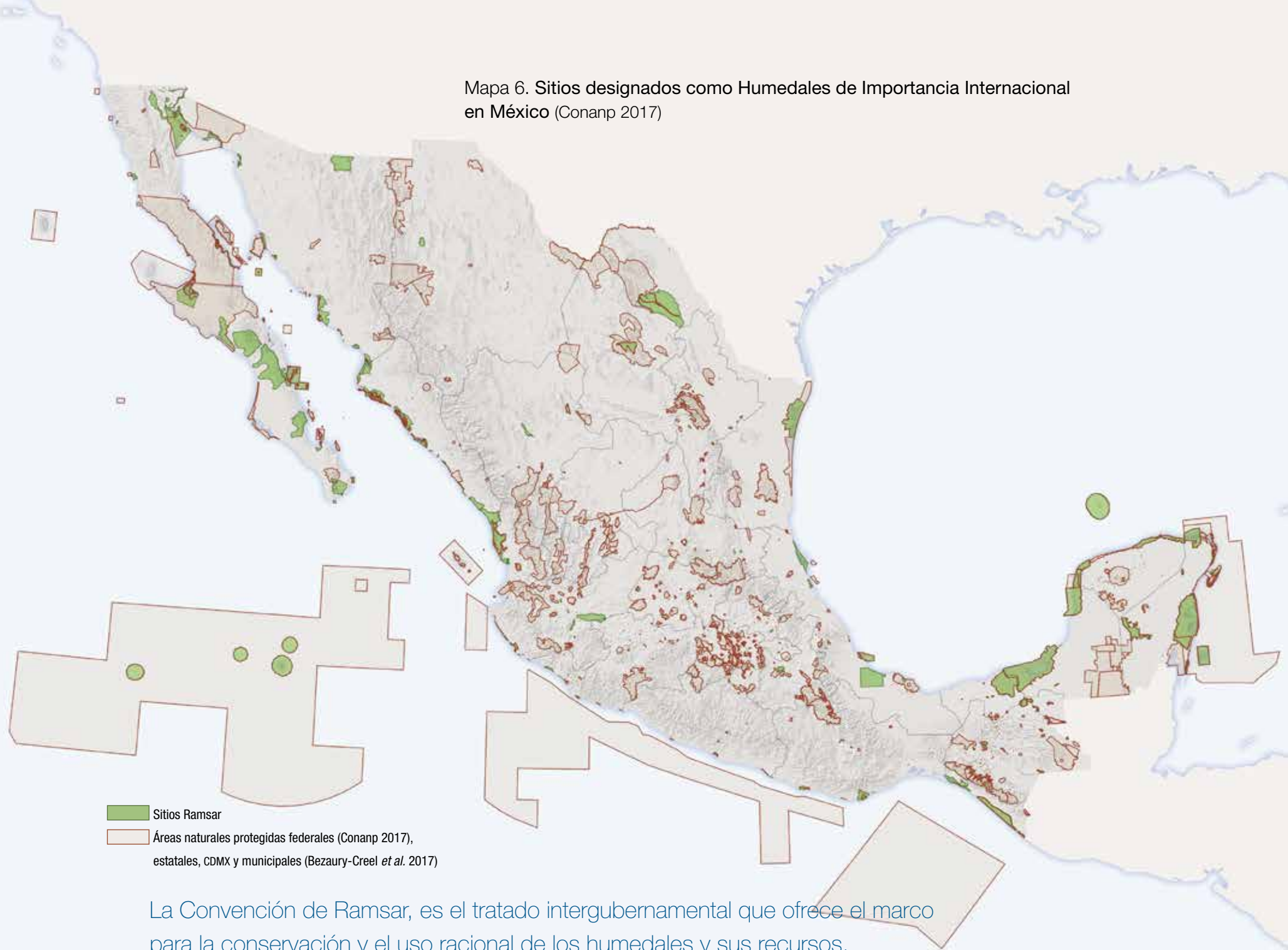
XXX. “Humedales”: Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos;

ARTÍCULO 86 BIS 1. Para la preservación de los humedales que se vean afectados por los regímenes de flujo de aguas nacionales, “la Comisión” actuará por medio de los Organismos de Cuenca, o por sí, en los casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que quedan reservados para la actuación directa de “la Comisión”. Para tales efectos, tendrá las siguientes atribuciones:

- I. Delimitar y llevar el inventario de los humedales en bienes nacionales o de aquéllos inundados por aguas nacionales;
- II. Promover en los términos de la presente Ley y sus reglamentos, las reservas de aguas nacionales o la reserva ecológica conforme a la ley de la materia, para la preservación de los humedales;
- III. Proponer las Normas Oficiales Mexicanas para preservar, proteger y, en su caso, restaurar los humedales, las aguas nacionales que los alimenten, y los ecosistemas acuáticos e hidrológicos que forman parte de los mismos;
- IV. Promover y, en su caso, realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema, y
- V. Otorgar permisos para desecar terrenos en humedales cuando se trate de aguas y bienes nacionales a su cargo, con fines de protección o para prevenir daños a la salud pública, cuando no competan a otra dependencia.

Para el ejercicio de las atribuciones a que se refiere el presente Artículo, “la Comisión” y los Organismos de Cuenca se coordinarán con las demás autoridades que deban intervenir o participar en el ámbito de su competencia

Mapa 6. Sitios designados como Humedales de Importancia Internacional en México (Conanp 2017)



La Convención de Ramsar, es el tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Naturales Protegidas, para conformar el entonces Comité Nacional de Humedales Prioritarios, ahora Comité Nacional de Humedales (CNH) de México, a manera de una de las comisiones del Consejo. Su primera reunión ordinaria se efectuó en septiembre de 2006. Entre los objetivos del CNH destaca el de asesorar al Sector Ambiental en asuntos relacionados con humedales, así como fomentar el intercambio de información y experiencias respecto al conocimiento, manejo y rehabilitación de humedales (Semarnat 2015).

México elaboró su Política Nacional de Humedales, la cual fue publicada por la Semarnat en 2014. Esta Política se deriva del reconocimiento de la importancia esencial de los humedales para el bienestar de los habitantes del país y que su pérdida tiene un costo económico, social y ecológico elevado. A través de esta Política, el Gobierno Federal establece un marco de actuación integral y transversal, así como un instrumento rector que define prioridades y que guía el cumplimiento de objetivos y metas para lograr el aprovechamiento sustentable y la protección de los humedales mexicanos (Plan Estratégico de la Convención Ramsar 2009-2015). La Política Nacional incluye a todos los humedales del territorio nacional, tanto los que están protegidos a través de algún decreto de área natural protegida federal y los que se encuentran enlistados en la Convención Ramsar, como aquellos que carecen de una figura de protección (Conanp 2014).

Experiencias de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en México

Los esquemas de pago por servicios ambientales hidrológicos, representan un espacio de confluencia entre las necesidades de conservar los ecosistemas forestales, el suelo y los flujos de agua, tanto aquellos superficiales como aquellos que recargan a los mantos acuíferos de los cuales depende el bienestar humano y su economía. Adicionalmente y como beneficios colaterales de estos esquemas se puede obtener la captura de carbono para la mitigación del cambio climático, la regulación del clima local y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, resulta importante aclarar que los bosques y selvas por sí mismos, no son quienes producen el agua, sino que las diferentes comunidades vegetales que existen en aquellos lugares en donde se presentan las condiciones climáticas y la precipitación que estos requieren, tanto en cantidad, como su estacionalidad. Es por esto que dentro de los servicios ambientales que brindan los bosques y selvas no se debe considerar la producción del agua, sino que, exclusivamente el servicio de captación y regularización de los regímenes hidrológicos, así como el control de la erosión. A continuación, se presenta un esbozo de la evolución de los programas de pago por servicios hidrológicos en México.



Las Juntas Intermunicipales de Medio Ambiente (JIME)

Las JIME son asociaciones de municipios constituidas como organismos públicos descentralizados intermunicipales (OPDI), que se crean por acuerdo de los ayuntamientos que las conforman. Constituyen organismos de gobernanza territorial local que promueven: el aprovechamiento del capital natural: la generación de cadenas de valor; la conservación y restauración del paisaje; y, el desarrollo social de los habitantes. El modelo de intermunicipalidad surge al reconocer que los ámbitos locales y los gobiernos municipales son espacios idóneos para (CAIEJ 2017):

- Atender problemas de desarrollo y manejo de recursos naturales.
- Establecer alianzas entre autoridades municipales y actores ligados al desarrollo local.
- Facilitar la gestión del territorio, la cooperación y el logro de acuerdos.
- Reconocer que los problemas ambientales trascienden los límites de los municipios.

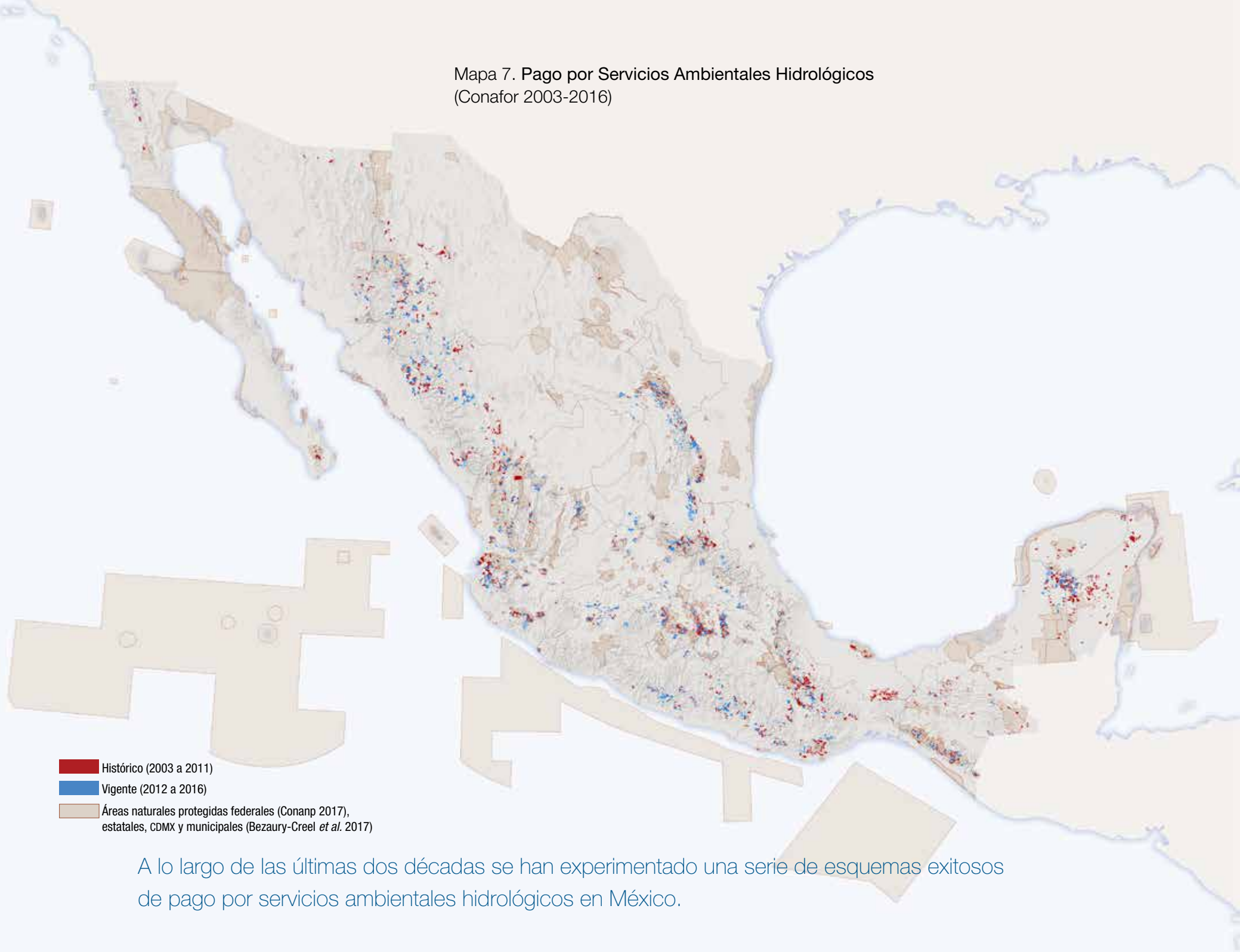
A partir del establecimiento de la primera JIME en el 2007 (Graf *et al.* 2009) , han constituido un mecanismo de gobernanza innovador, que ha permitido abordar de forma más coherente y efectiva en algunas de estas, la problemática de conservación de la biodiversidad, protección de los servicios ambientales y restauración ecológica de los recursos dulceacuícolas de abajo hacia arriba, ya que han logrado abordarlos con la visión territorial más amplia y que es requerida para el manejo las cuencas, ríos y otros cuerpos de agua. La colaboración entre las JIME o la creación de Juntas Interestatales permitirá el manejo de cuencas cada vez más amplias.

A finales de la década de 1990 y con base en experiencias desarrolladas en Costa Rica, conservacionistas, forestales, académicos y autoridades locales en el estado de Veracruz, empezaron a desarrollar una experiencia de gestión hídrica integral en el Municipio de Coatepec, la cual incluía un componente importante de compensación por servicios ambientales, situación que la convierte en el antecedente directo del Programa de Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos de la Comisión Nacional Forestal. Esta experiencia junto con otra que se desarrolló posteriormente en la cuenca del río Pixquiac (Paré y Gerez 2012), derivaron en un programa estatal para la Conservación y Restauración de Agua, Bosque y Cuencas (Iniciativa ABC) y la creación del Fideicomiso Público para la conservación, restauración y manejo del agua, de los bosques y las cuencas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, con el objetivo explícito de “promover el mercado de bienes y servicios ambientales” (GEV 2005). En 2012 este fideicomiso, fue substituido por Fideicomiso Público del Fondo Ambiental Veracruzano, contemplando como uno de sus objetivos el “fomentar, propiciar y generar esquemas para efectuar el pago por servicios ambientales” (GEV 2012). Como mecanismo de financiamiento local de servicios ambientales, se crearon el Fideicomiso coatepecano para la conservación del bosque y el agua (Fidecoagua) y el Programa de compensación por servicios ambientales de la cuenca del río Pixquiac (Prosapix).

La administración presidencial 2000-2006, manifestó abiertamente que el agua y los bosques representaban asuntos de seguridad nacional y les asignó una alta prioridad en su gestión. La Comisión Nacional Forestal (Conafor) fue creada en 2001, con la misión de: desarrollar, fomentar y promover actividades de producción, conservación y restauración forestal; participar en la creación de planes y programas; y, encargarse de la ejecución de la política de desarrollo forestal sustentable, a través de la implementación de una visión a largo plazo plasmada en el “Plan Forestal Estratégico 2025”. Este Plan presentaba un diagnóstico extenso del sector forestal y sus retos principales, uno de los cuales era la falta de financiamiento adecuado, especificando que los procedimientos de incentivos específicos son pocos y muy recientes. Varias estrategias fueron propuestas como resultado de este diagnóstico, incluyendo el desarrollo de mercados de servicios ambientales para compensar la tendencia hacia la reducción de la cubierta forestal (Bezaury-Creel e Iglesias 2007 actualizado).

El Programa de Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) inició en octubre de 2003 y fue diseñado como complemento de otras iniciativas, para proveer incentivos económicos que evitaran la deforestación en áreas donde los problemas de agua eran graves y en donde en el corto o mediano plazo las actividades forestales comerciales no cubriesen el costo de oportunidad ofrecido por el cambio de usos del suelo a la agricultura o la ganadería. Parte de su enfoque innovador consistió en que el PSAH

Mapa 7. Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
(Conafor 2003-2016)



A lo largo de las últimas dos décadas se han experimentado una serie de esquemas exitosos de pago por servicios ambientales hidrológicos en México.

surgió derivado de una reforma al artículo 223 de la Ley Federal de Derechos, mediante la cual se le dio un destino específico a una parte de lo recaudado por la Conagua por el uso y aprovechamiento del agua por usuarios distintos de los municipales y de los organismos operadores de los mismos. En 2003 le fueron asignados 200 millones de pesos y a partir de 2004, 300 millones de pesos que fueron transferidos al Fondo Forestal Mexicano. Posteriormente el monto dedicado por la Conafor para pago por servicios ambientales, se incrementó con fondos asignados a la Comisión por el Presupuesto de Egresos de la Federación. Este programa fue creado como un incentivo económico a los dueños de los terrenos en donde se generan estos servicios, con la finalidad de fomentar su conservación y compensar los costos de oportunidad por realizar actividades que dañan los ecosistemas y los gastos en los que incurren al hacer prácticas de buen manejo del territorio (Bezaury-Creel e Iglesias 2007 actualizado).

El PSAH consiste de pagos directos durante cinco años a los propietarios de bosques en buen estado de conservación. Los pagos son efectuados para la conservación, manejo y restauración de cuencas hidrográficas con miras a preservar bosques templados y tropicales (en particular los bosques nublados o mesófilos de montaña) asociados con el suministro de agua a las comunidades. En 2004 y como complemento del PSAH, México creó el Cabsa (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). En 2006, los dos programas se fusionaron bajo un solo concepto denominado Servicios Ambientales (PSA) y en 2010, se inició un esquema de pagos diferenciados, procurando acercar el monto del apoyo con el costo de oportunidad en que incurren los dueños de terrenos forestales, al realizar actividades de conservación. Desde 2006, el programa PSA recibió asistencia técnica y financiera del Banco Mundial y el GEF para incrementar su eficiencia con la implementación del Proyecto de Servicios Ambientales del Bosque (Bezaury-Creel e Iglesias 2007 actualizado).

Durante 2007, el Fondo Patrimonial de Conservación de la Biodiversidad fue agregado al esquema de PSA. Los intereses del capital de este fondo que se alberga en el Fondo Forestal Mexicano, actualmente brindan apoyo a tres sitios que contienen una biodiversidad globalmente significativa y que se ubican afuera de áreas protegidas y funcionan como corredores biológicos. Los recursos financieros de este fondo se asignan por una temporalidad de cinco años que pueden ser prorrogados indefinidamente por periodos adicionales de cinco años, siempre y cuando los beneficiarios hayan cumplido con las obligaciones

establecidas en el contrato de adhesión. Finalmente, para consolidar el pago por servicios ambientales en México, en 2008 se promovió la creación de Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales mediante un esquema de “fondos concurrentes”. Este esquema permite conjuntar recursos financieros de la Conafor y los de otras partes interesadas, para incentivar y fortalecer la creación de mecanismos locales de PSA. En este caso la Conafor aporta hasta un máximo de 50% sobre el monto necesario para establecer un acuerdo de pago por servicios ambientales a nivel local por periodos no menores a cinco años y no mayores a 15 años.

En la Ciudad de México, la Ley Ambiental del Distrito Federal de 2002, contemplaba la creación del fondo ambiental público cuyos recursos se destinarían entre otros a “la retribución por proteger, restaurar o ampliar los servicios ambientales” (GODF 2002). Sin embargo no es hasta 2005 que se publica el “Acuerdo por el que se expide el Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas Comunitarias”, en el cual se especifica que podrán ser beneficiarios del Programa los ejidos y comunidades del Distrito Federal, que sean propietarios de una extensión mínima de 100 hectáreas de bosque, libres de asentamientos humanos y que a través de su Asamblea decidan establecer todo o parte de su territorio como área natural protegida con la categoría de Reserva Ecológica Comunitaria (GODF 2005). En 2006 el Distrito Federal emitió la Ley para la Retribución por la Protección de los Servicios Ambientales del Suelo de Conservación del Distrito Federal y en 2010, su reglamento (GODF 2006 y 2010). Derivado de estas iniciativas han sido creadas seis áreas naturales protegidas en el suelo de conservación de la Ciudad de México que incluyen terrenos de: San Nicolás Totolapan, San Miguel Topilejo, San Bernabé Ocotepéc, Milpa Alta, San Miguel Ajusco y Santiago Tepalcatlán.

El Programa para el Pago de Servicios Ambientales Hidrológicos Ambientales del Estado de México fue creado con el objetivo de incrementar, conservar y mantener la cobertura boscosa, a través de una compensación de \$1,500 por hectárea a los dueños y poseedores de terrenos forestales. A finales de 2007 fueron emitidas la primera convocatoria y las Reglas de Operación del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (GGEM), realizándose los primeros pagos en 2008. Este programa es operado por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario a través de la Protectora de Bosques del Estado de México (Probosque). Previamente y también en 2007, se estableció el Fideicomiso Público para el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México

(Fipasahem) con una aportación inicial de 30 millones de pesos, de los cuales 5 se destinarían a la operación del programa y 25 al otorgamiento de pagos por servicios ambientales hidrológicos. Un aspecto innovador de este programa es el hecho de que conforme a lo estipulado en los decretos 94 y 233 del Código Financiero del Estado de México y Municipios, todos los municipios del estado tienen la obligación de aportar año con año al Fipasahem, 3.5% de las recaudaciones derivadas del cobro del servicio de agua a los usuarios. Sin embargo, es importante hacer notar que el cumplimiento de la obligación de los municipios al respecto ha sido bastante deficiente.

Caudal Ecológico y Reservas de Aguas Nacionales

Uso Ambiental o uso para conservación ecológica del agua (Conagua, WWF/FGRA, BID 2012)

En 2007 la Conagua integró un grupo de trabajo para desarrollar el procedimiento para la determinación de caudal ecológico en cuencas hidrológicas. En aquel entonces, las experiencias de determinación de caudal ecológico en el país se limitaban a estudios desarrollados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) alrededor de 1996; así como a los inicios de los trabajos de la Alianza creada entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) para proponer nuevos modelos de manejo del agua en México. En septiembre de 2012 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.

Esta Norma Mexicana establece el procedimiento y especificaciones técnicas para determinar el régimen del caudal ecológico en corrientes o cuerpos de agua nacionales en una cuenca hidrológica. La NMX-AA-159-SCFI-2012 aplica a todos aquellos que realicen estudios para solicitar asignaciones, construir infraestructura, realizar trasvases entre cuencas, similares a evaluación de impacto ambiental (EIA). Asimismo, para todas las corrientes o cuerpos de agua, cuyos acuerdos de disponibilidad del agua publicados en el Diario Oficial de la Federación, no consideren un caudal para la conservación de ecosistemas acuáticos. Esta norma es un instrumento indispensable para conservar y recuperar la funcionalidad ecológica del ciclo hidrológico, pero también es un instrumento para controlar de manera sistemática la alteración de este ciclo y sus efectos en la biodiversidad, ante el avance en los usos del agua. Entre sus aspectos más relevantes destaca el establecimiento de objetivos ambientales a partir de un balance entre la importancia ecológica (determinada a partir de instrumentos desarrollados por la Conabio, la Conanp y el INECC), la presión de uso del agua de cada una

LEY DE AGUAS NACIONALES (DOF 1992)

ARTÍCULO 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: ...

LIV. “Uso Ambiental” o “Uso para conservación ecológica”: El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema; ...

LXIV. “Zona de reserva”: Aquellas áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, en las cuales se establecen limitaciones en la explotación, uso o aprovechamiento de una porción o la totalidad de las aguas disponibles, con la finalidad de prestar un servicio público, implantar un programa de restauración, conservación o preservación o cuando el Estado resuelva explotar dichas aguas por causa de utilidad pública; ...

ARTÍCULO 6. Compete al Ejecutivo Federal: ...

III. Expedir las declaratorias de zonas de reserva de aguas nacionales superficiales o del subsuelo, así como los decretos para su modificación o supresión;

ARTÍCULO 41. El Ejecutivo Federal podrá declarar o levantar mediante decreto la reserva total o parcial de las aguas nacionales para los siguientes propósitos: ...

III. Garantizar los flujos mínimos para la protección ecológica, incluyendo la conservación o restauración de ecosistemas vitales. ...

de las 732 cuencas hidrológicas del país; así como la incorporación de distintas metodologías jerarquizadas según la complejidad de la cuenca a analizar.

En el grupo de trabajo para la elaboración de la norma mexicana participaron: la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Conagua, la Conanp, la Conabio, el IMTA, el Instituto Nacional de Ecología (INE ahora INECC), la Semarnat, TNC, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y WWF.

El Programa Nacional de Reservas de Agua para el Medio Ambiente (WWF 2011, Conagua 2015a)

La Comisión Nacional del Agua (Conagua), con el apoyo de la Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. (FGRA), han trabajado en la determinación de caudales ecológicos en cuencas modelo. Los resultados muestran que es factible estimar un balance sostenible de agua, representado por la determinación de un caudal ecológico que establece un equilibrio entre diferentes objetivos de conservación ambiental, funciones sociales y grados de presión sobre el recurso.

A través del conocimiento generado y con la finalidad de replicar las experiencias de caudal ecológico, la Alianza WWF-FGRA y la Conagua realizaron un estudio para identificar aquellas cuencas hidrológicas del país con disponibilidad de agua y que por su riqueza biológica, importancia ecológica y escasa presión hídrica, presentan condiciones favorables para establecer reservas de agua que —en los términos de la Ley de Aguas Nacionales— garanticen los flujos para la protección ecológica. La finalidad de las reservas de agua para el medio ambiente es lograr la conservación del medio ambiente y los ecosistemas de una cuenca, dando sustento a todas las actividades que en ella se desarrollen, fortaleciendo la gestión integrada de los recursos hídricos. Este estudio identificó 189 cuencas con factibilidad para establecer reservas de agua, que constituyen el área de enfoque principal del Programa Nacional de Reservas de Agua para el Medio Ambiente

(PNRA), cuyos objetivos son: establecer un sistema nacional de reservas de agua para el medio ambiente; demostrar sus beneficios como instrumento garante de la funcionalidad del ciclo hidrológico y sus servicios ambientales; y, fortalecer la aplicación de la norma mexicana de caudal ecológico en el país.

Entre los beneficios de las reservas de agua destacan que:

- Representan límites sostenibles de oferta de agua, que propiciarán un principio de ahorro del recurso y gestión de la demanda, y disminuyen el riesgo de escasez y conflictividad.
- Garantizan la conectividad a lo largo de toda la cuenca y el soporte de múltiples servicios ambientales que ofrece la conservación de los ecosistemas al manejo del agua y la sociedad, como almacenamiento, conducción y abastecimiento, mejora de la calidad del agua, y protección contra eventos extremos.
- Exigen la planeación y manejo conjunto de las aguas subterráneas y superficiales, de especial relevancia en zonas con baja disponibilidad, como el norte del país.
- Establecen la conservación o liberación controladas de avenidas que mejorarán las capacidades de evacuación de las cuencas, impedirán la invasión de cauces y en consecuencia disminuirán los riesgos ante eventos extremos.

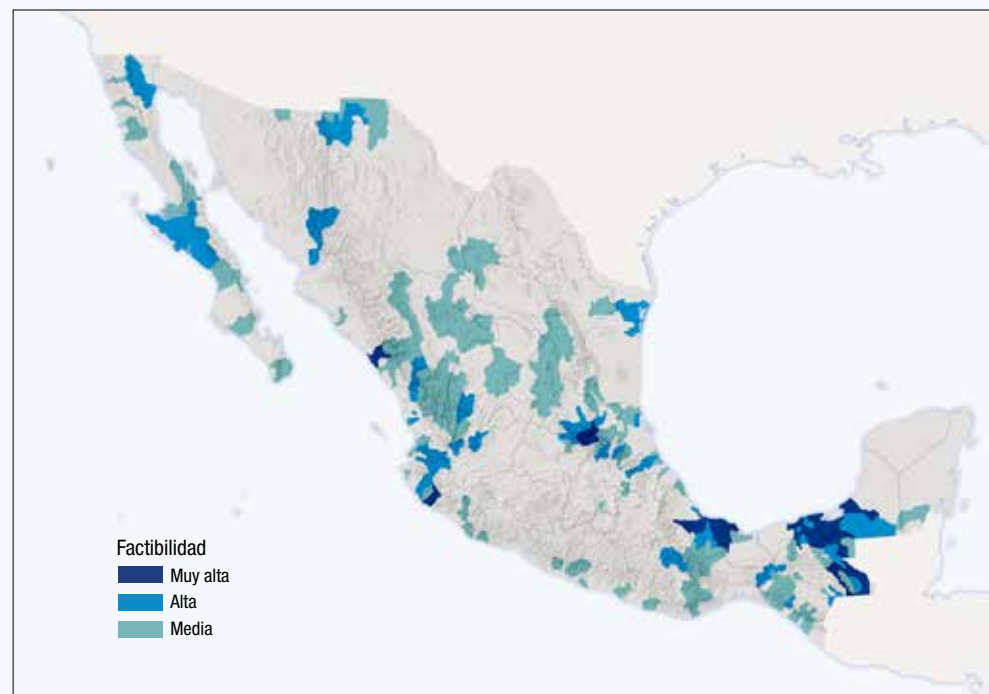
Otros beneficios derivados de las reservas de agua, incluyen: la conectividad hidrológica en las cuencas y humedales; la conservación de los humedales y las actividades presentes en ellos; mejores condiciones de resiliencia para la adaptación al cambio climático; la captura de carbono en humedales; la garantía legal de uso del agua que otorga el decreto, y la creación de capacidades y cultura del agua en términos de su conservación y protección (Conagua 2015a).

Una reserva de agua para el medio ambiente es un instrumento jurídico que garantiza un volumen de agua para el uso ambiental o de conservación ecológica en una cuenca hidrológica.

Mapa 8. Flujos de agua destinados a la protección de los ecosistemas acuáticos, uso ambiental o conservación ecológica en México



Mapa 9. Reservas potenciales de agua 2016
(Llano y Fernández 2017)



1. Río Presidio, a partir de la Presa Picachos, Sinaloa –13 millones de m³ anuales (DOF 2008).
2. Río Pánuco y sus afluentes, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, Puebla y Veracruz. - 30% de las aguas disponibles (DOF 2009).
3. Río San Pedro-Mezquital, Durango y Nayarit, – Laguna de Santiaguillo 0.32 m³ anuales (m³a), La Tapona 13.29 m³a, Río La Saucedá 16.34 m³a, Río El Tunal 32.97 m³a, Río Santiago Bayacora 8.22 m³a, Río Durango 34.67 m³a, Río Poanas 14.65 m³a, Río Súchil 1.82 m³a, Río Graseros 2.49 m³a, Río San Pedro-Mezquital 354.74 m³a y Río San Pedro-Desembocadura 2,296.66 m³a (DOF 2014).
4. Río Fuerte 2, Sinaloa – 113.8 millones de m³ anuales (DOF 2016b).

Concesiones y asignaciones (Ochoa y Llano 2017)

La legislación mexicana prevé que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por particulares o sociedades, únicamente podrá realizarse mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal. La principal diferencia entre una asignación y una concesión en este contexto, es que la primera es otorgada por la Conagua a los municipios, estados o a la Ciudad de México exclusivamente para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico, mientras que las concesiones son otorgadas por ese mismo Organismo para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes cuando el recurso no se destine a la prestación del servicio de agua con carácter público urbano y doméstico. En consecuencia, las concesiones pueden otorgarse tanto a personas físicas como morales, y tanto de carácter público (municipios, estados o a la Ciudad de México incluidos) como privado. Otra

diferencia relevante entre ambas es que mientras que sí se pueden transmitir los derechos amparados por las concesiones, la ley prohíbe expresamente que se puedan transmitir los derechos amparados por las asignaciones. La vigencia de las concesiones no puede ser menor de cinco años ni mayor de 30 (DOF 2016a).

Los títulos de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales legalmente vigentes y asentados en el Registro Federal de Derechos de Agua, pueden ser transmitidos en forma definitiva total o parcial. Para ello se sujetarán a lo establecido en la Ley, ya que serán nulas y no producirán ningún efecto las transmisiones que se efectúen en contravención a lo dispuesto por esta (DOF 1992).

Hasta mediados de 2017, solamente ha sido realizada una transferencia de agua para uso ambiental. Esta fue obtenida por Pronatura Noreste para el sistema de Pozas Azules con agua proveniente del Ejido Antiguos Mineros, por un plazo de 50 años a partir de 2006 (véase caso de gestión del agua pág. 46).

Los “bancos de agua” y la transmisión de derechos de uso del agua en México (Colin Herron)

El agua en México es propiedad de la nación, siendo facultad de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) administrar su uso para distintos usos, a través de títulos de concesión o de asignación. Dichos títulos le confieren derechos de agua y obligaciones a sus titulares. Para facilitar los intercambios de dichos derechos entre titulares dentro de un marco jurídico que promueve la administración racional y eficiente de los recursos hídricos del país, la Conagua ha establecido la figura de los “bancos de agua”, de naturaleza jurídica pública y cuyo ámbito de competencia son los organismos de cuenca y direcciones locales de la Conagua. Dichos bancos brindan información sobre la oferta y demanda de

agua en la región en cuestión, así como orientación a los usuarios sobre aspectos técnicos y jurídicos, para fomentar y regular la transmisión de los derechos de agua (Conagua 2012).

Cabe señalar que la transmisión de los derechos de agua se venía dando desde 1994. En el período de 2001 a 2007 se registró un total de 8 387 transmisiones, pero a partir de la creación de los bancos de agua, entre el 2008 y el 2010, se dio un sustento formal a esta transmisión, por lo que el número de transmisiones se incrementó para agosto de 2013 en 9,209 transmisiones, llegando a un total histórico de 17,596 transmisiones, correspondiendo

a 2.9% del volumen total de agua registrado en el Registro Público de Derechos de Agua (Repda) (Aguilar-Amilpa 2013). En 2016, existían 32 bancos de agua operando a nivel nacional (Conagua 2016). No obstante que los bancos de agua, aún no han sido utilizados para la transmisión de derechos destinados a un “uso ambiental” o “uso para conservación ecológica”, esta herramienta presenta un importante potencial para la acción directa por parte de organismos de la sociedad civil, empresas o individuos, que deseen involucrarse a nivel local en la conservación y restauración de la biodiversidad existente en los cuerpos de agua epicontinentales de México.



AGUA Y CUENCAS, PARTICIPACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

En México, como en otras partes del mundo, muchos proyectos de conservación incluían desde hace varias décadas elementos de agua dulce, pero todavía en los años 1990 la conservación de la naturaleza a nivel global se enfocaba principalmente en sistemas terrestres, con esfuerzos limitados en sistemas dulceacuícolas y marinos.

Actualmente existen en México organizaciones de la sociedad civil (OSC) que dedican una parte substancial de sus esfuerzos hacia la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ambientales y la restauración ecológica de la diversidad de los sistemas acuáticos epicontinentales presentes en el país. En este apartado se describen los esfuerzos de algunas de las OSC encaminados al tema, haciendo notar que de ninguna manera se pretende hacer un inventario exhaustivo de dichas iniciativas, sino solamente un esbozo de aquellas que se realizan a nivel nacional y aquellas a nivel local que fueron consideradas como importantes en el desarrollo de temas específicos. En este sentido, se aclara que la no inclusión de alguna de las múltiples iniciativas que actualmente se realizan en México para la gestión del agua, no implica de ninguna manera su falta de relevancia.

El Programa Agua de la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA 2017)

La visión que orienta las acciones del Programa Agua de la FGRA es la de aspirar a un México sostenible en agua, es decir, una sociedad autosuficiente en agua y consciente de la importancia integral del recurso, como resultado de una nueva cultura y por ende nuevas actitudes, sensatas, informadas y responsables en torno al agua. Su misión es incidir en la revalorización del agua a partir del apoyo a proyectos impulsados por organizaciones públicas o privadas que, con propósitos de beneficio social, desarrollen actividades de promoción de una cultura del agua, de cuidado de cuerpos, cauces y cuencas, de control-corrección u optimización del uso del agua, de minimización de los efectos negativos del exceso de agua y en proyectos de beneficio social particularmente dirigidos a comunidades rurales marginadas.

Lo que la FGRA apoya en materia de agua, va en la línea de buscar demostrar que la visión holística o integral y la corresponsabilidad, son las vías más eficaces para la búsqueda de soluciones a los problemas del agua. Por ello, se ha propuesto trabajar en seleccionar unos pocos proyectos en sitios o cuencas ilustrativas de la problemática del país, con la pretensión de lograr casos de éxito que detonen el proceso de manejo integral de cuencas por parte de muchos otros actores, incluyendo agencias gubernamentales. Para ello, se ha buscado concentrar estratégicamente los esfuerzos del Programa Agua en sitios donde la probabilidad de éxito sea mayor, preferentemente en

aquellos lugares donde ya hay trabajo previo, incluso de la propia FGRA, y por supuesto donde el impacto social sea más alto y mayor la población beneficiada. Se privilegia a aquellos proyectos que se desarrollen en las regiones identificadas por la Fundación como prioritarias, mismas que son: la Cuenca del Lago de Pátzcuaro en Michoacán; la Región Mixteca en Puebla, Guerrero, Oaxaca y Morelos; la Cuenca del Río Apatlaco en Morelos; la Cuenca del Valle de México en la Ciudad de México y en los estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; la Cuenca del Río Tijuana en Baja California, la Cuenca del Río Laja en Guanajuato; la Península de Yucatán en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo; las subcuencas Atoyac-Salado-Río Verde en Oaxaca; el Río San Juan en Nuevo León; y, el Alto Río Lerma en el Estado de México.

El Programa Cuencas y Ciudades del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN 2016)

Desde el 2001, el FMCN opera el Programa Cuencas y Ciudades, un modelo de incubación y aceleración de iniciativas para ayudar a proteger y recuperar las cuencas que abastecen de agua a ciudades importantes en México, mediante el fortalecimiento de la participación social, la coordinación y la concurrencia de inversiones entre actores clave en torno a un objetivo común. Esta iniciativa de alcance nacional busca transitar de la gestión sectorial de los recursos naturales hacia una gestión integrada del territorio bajo un enfoque de cuenca, el cual permite entender las interrelaciones entre los recursos naturales, las formas en que la población los usa y las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo.

Para lograrlo, el programa apoya iniciativas locales que facilitan la participación de la sociedad, la inversión conjunta y el desarrollo de corresponsabilidad entre las ciudades y las cuencas que las abastecen de agua. Mediante el programa se seleccionan cuencas en las que FMCN establece una alianza con una OSC que desempeña el papel de socio local. Estas organizaciones asumen el liderazgo de las iniciativas para mejorar el manejo de su cuenca a partir de la planeación, la inversión de recursos y la colaboración institucional. Por su parte, el FMCN brinda asistencia técnica, financiera y de articulación para la construcción de capacidades locales y arreglos institucionales que apoyen proyectos y procesos de largo plazo. Las cinco líneas de trabajo orientan las acciones de las iniciativas apoyadas incluyen: comunicación y sensibilización; creación y consolidación de espacios de concertación y coordinación; desarrollo de mecanismos de financiamiento y apoyo; implementación de acciones en campo y, una comunidad de aprendizaje, como espacio para promover experiencias replicables en la gestión del agua y de las cuencas.



Adicionalmente, y con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), a través del Banco Mundial y conjuntamente con la Conanp, la Conafor y el INECC, el FMCN participa en el Proyecto C6 - Conservación de cuencas costeras en el contexto de cambio climático, el cual se enfoca en 16 cuencas costeras en dos regiones del país que serán fuertemente impactadas por el cambio climático. Este proyecto incluye en la región del Golfo de California las cuencas de los ríos: Piaxtla, Presidio y Baluarte en Sinaloa; Acaponeta y San Pedro en Nayarit; Cuale en Nayarit y Jalisco; y, Ameca, Las Juntas, Pitillal y el Tuito en Jalisco. En la región del Golfo de México incluye adicionalmente las cuencas de los ríos: Tuxpan, La Antigua, Jamapa, Huazuntlán y Temoloapa en Veracruz; y Usumacinta en Tabasco (Proyecto C6 2017).

El Programa de Agua del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF 2017)

El objetivo del Programa de Agua de WWF en México es consolidar un manejo del agua fundamentado en la extracción sustentable que considere las reservas necesarias para los ecosistemas, impulsando un uso más eficiente por parte de los distintos sectores y el acceso equitativo al recurso, con la participación informada y el apoyo de la sociedad, así como la inversión pública que asegure su continuidad y sostenibilidad (Ver ver caso de gestión del agua pag. 48).

Las metas de este programa incluyen el consolidar: los procesos de cambio iniciados en las tres cuencas modelo para capitalizar las inversiones y garantizar su permanencia en el mediano y largo plazo (río Conchos, río San Pedro Mezquital y ríos Copalita-Zimatán-Huatulco) así como la adopción de caudales ecológicos como reservas de agua en estas tres cuencas; el desarrollo de nuevos instrumentos que promuevan el uso eficiente, la gestión de la demanda y la conservación y valoración de servicios ambientales de cuenca, las reservas de agua, un protocolo para la evaluación de la sustentabilidad de proyectos hidroeléctricos, la integración del manejo de aguas superficiales y subterráneas, el uso de la infraestructura natural, planes de adaptación al cambio climático y manejo comunitario del agua; los procesos de gobernanza del agua en la cuenca, orientados al seguimiento de los acuerdos para lograr una extracción y balance sustentable (caudal ecológico); los procesos sociales y experiencias de los proyectos demostrativos en comunidades rurales y su réplica en las políticas y programas de gobierno; y, los mecanismos de comunicación para apoyar la participación informada de los usuarios y la sociedad.

Los Proyectos de Agua del Sistema Pronatura

Pronatura México es una organización ambiental con larga y reconocida trayectoria en el país, cuya misión es conservar la flora, la fauna y los ecosistemas prioritarios, promoviendo el desarrollo de la sociedad en armonía con la naturaleza. Desde su creación, en 1981, por un grupo de empresarios y académicos mexicanos, ha impulsado cambios de comportamiento en la sociedad para lograr mejores modelos de uso y manejo de recursos naturales, los cuales han permitido enfrentar problemas como el desempleo, la migración, la pobreza y otros desafíos que amenazan a las comunidades dueñas de los terrenos prioritarios para la conservación de la biodiversidad. El Sistema Pronatura está conformado por seis asociaciones civiles con programas en todo el territorio nacional (PAC 2016). Entre los trabajos que realizan las OSC integrantes del Sistema Pronatura para la conservación y restauración de los ecosistemas dulceacuícolas destacan:

- Pronatura Noreste ha realizado importantes trabajos de conservación de agua en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas en Coahuila. El más grave problema hidrológico en la zona ha sido el hecho que desde los años 60 se realizaron canales para dar salida al agua hacia fuera del Valle, para ser empleada en uso agrícola. Esto dio por consecuencia que gran parte de las pozas y ríos que sustentan importantes especies endémicas del valle se secaran. Pronatura Noreste logró en 2014 el cambio del título de derechos de agua para uso agrícola a uso ambiental con la Conagua para proteger Pozas Azules, siendo éste el primer título para uso ambiental existente en México (PNE 2017, ver caso de gestión del agua pag. 48).
- Pronatura Sur trabaja en la conservación de humedales desde hace más de 10 años. A la fecha el programa ha generado conocimiento a través de la publicación del *Catálogo tipológico de humedales lacustres y costeros del Estado de Chiapas* que presenta fichas detalladas de 49 humedales de Chiapas. Asimismo se ha generado experiencia sistematizada de técnicas de restauración y rehabilitación de manglares en la costa de Chiapas con datos de monitoreo desde 2006 a la fecha (PS 2017). Para proteger estos hábitats, Pronatura Sur desarrolla acciones de apoyo a la conservación de humedales en los centros urbanos, a la difusión y educación ambiental sobre los humedales y las cuencas hidrológicas, a la promoción de acciones de restauración y conservación de sitios de humedales que son hábitat importante para aves y otros recursos en las costas de Chiapas y Oaxaca,

así como a la incidencia en políticas públicas para la conservación de estos ambientes naturales.

El área de trabajo de Pronatura Noroeste abarca 50 humedales y 10 cuencas prioritarias en el noroeste de México, y se enfoca en la conservación y restauración de sitios claves, la protección de flujos de agua dulce y la cosecha de agua por medio de la reforestación. Los sitios prioritarios de trabajo de Pronatura Noreste incluyen: Marismas nacionales, el Delta del Río Colorado (ver caso de gestión del agua pag. 57), Ensenada Pabellón, el Corredor costero La Asamblea / San Francisquito, Bahía Magdalena, Sierra la Laguna, el Complejo lagunar Guerrero Negro / Ojo de Liebre y la Laguna San Ignacio (PNO 2017).

FANMex Red de Acción por el Agua México (FANMex 2017)

FANMex trabaja para mejorar el manejo sustentable del agua y saneamiento fortaleciendo las capacidades de la sociedad civil para incidir en la toma de decisiones en políticas y programas públicos a nivel local y nacional. Al compilar experiencias y capacidades de los miembros de la red, FANMex promueve políticas desde un punto de vista social, ambiental, de salud y económico. FANMex promueve la implementación del derecho al agua y al saneamiento, así como la gestión integral del agua con un amplio enfoque a la participación.

FANMex es una red de organizaciones civiles afiliada al Freshwater Action Network (FAN) que es una red global de organizaciones sociales que promueve el fortalecimiento de las capacidades locales mediante: el intercambio de experiencias; talleres para el desarrollo de capacidades; fomento a la apropiación de tecnologías apropiadas; y, divulgación y difusión de sus actividades, experiencias y logros.

Los miembros de FANMex son organizaciones de la sociedad civil comprometidas con la transformación de la sociedad hacia estilos de vida sustentables. Trabajan en diferentes estados del territorio nacional con proyectos de investigación, comunicación y acción comunitaria para promover el manejo integral del agua y saneamiento. Los miembros de la red incluyen a: Alianza Cívica Chiapas, El Taller Artes y Oficios de Tepoztlán, Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo A.C., Grupo de Estudios Ambientales A.C., Guardianes de los Volcanes A.C., Isla Urbana, Pronatura México A.C., Pueblo Sa Bio A.C., Red de Cuerpos de Agua del Distrito Federal, Sociedad de Historia Natural Niparájá A.C.



El Programa de Conservación de Agua de Amigos de Sian Ka'an (ASK 2017)

Amigos de Sian Ka'an se fundó en 1986 como una respuesta de la sociedad para dar viabilidad a la recién creada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo, México. A lo largo de los años la organización ha extendido su labor a todo el estado. El objetivo general de su Programa de Conservación de Agua es: conservar la salud ambiental del acuífero de la Península de Yucatán y de esa manera contribuir a la preservación integral de los demás ecosistemas y de las fuentes de agua para el desarrollo sostenible del principal destino turístico de América Latina. Los objetivos específicos de este programa incluyen: ampliar el conocimiento técnico y científico sobre el acuífero de la región como base para incidir en la conservación y buen aprovechamiento de los recursos hídricos; incidir en el diseño de políticas públicas locales y nacionales para reducir la contaminación del agua y proteger las selvas captadoras de agua, cenotes, ríos subterráneos y otros cuerpos de agua; motivar la preservación de zonas selváticas mediante el establecimiento de áreas naturales protegidas públicas y privadas, así como de la creación de un esquema financiero para el pago de servicios ambientales como la recarga de acuíferos; promover la construcción y mejoras en la infraestructura de tratamiento y manejo de aguas residuales a nivel público y doméstico; y, proveer al público con información sobre las características, problemática y soluciones para conservar el acuífero de la Península de Yucatán.

Entre los resultados alcanzados por el programa destacan; el trabajo de investigación ha generado nuevos paradigmas sobre la geohidrología de la Península de Yucatán al describir la influencia de las estructuras kársticas sobre los flujos de agua subterránea, información que a la fecha ha influido significativamente en el proceso de diseñar o actualizar al menos 6 instrumentos de política pública; se integró a los ríos subterráneos como un elemento del paisaje en el diseño del ordenamiento ecológico de Tulum; se trabaja en el marco regulatorio a nivel nacional y local para la conservación y uso sustentable de los cenotes; a través de fondos concurrentes de pago por servicios ambientales, se sumaron 1,000 hectáreas de selvas protegidas por sus dueños manteniendo la recarga de los acuíferos y la biodiversidad de la selva y se trabaja para dar sustentabilidad al fondo a través de la inclusión del servicio ambiental en el cobro del servicio de agua potable; se cuenta con el proyecto ejecutivo para dotar de drenaje y tratamiento de aguas residuales a través de un humedal artificial a 500 habitantes de la comunidad de Punta Allen en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, eliminando una fuente de contaminación; se avanzó de 17% a 44% de casas conectadas al drenaje en un barrio de la ciudad de Tulum en un esfuerzo piloto en 200 casas; y, se lanzó la campaña "Eres Agua. Toma Conciencia" a través de talleres, medios de comunicación, publicaciones y redes sociales.

El Fondo de Conservación El Triunfo (Foncet) y el Fondo Semilla de Agua (FSA)

Para asegurar la conservación de la Reserva El Triunfo en el largo plazo, en 2002 se crea en el Foncet, un fondo privado patrimonial que ha ido generando parte de los ingresos requeridos para asegurar que todos los programas y proyectos que la reserva contempla, cuenten con los gastos básicos de operación y que las actividades de la reserva se lleven a cabo sin limitantes financieras. A este esfuerzo se unen la sociedad civil, los gobiernos federales y estatales, empresarios locales, investigadores, y académicos.

A principios de 2011, el Foncet y TNC, inician conversaciones sobre la idea de crear un fondo de agua en Chiapas, desarrollando la idea y realizando las gestiones para crear un Grupo Promotor del Fondo Semilla de Agua, el cual empieza a funcionar a partir de ese mismo año. El FSA se estableció como un instrumento técnico y financiero que busca proteger los ecosistemas origen del agua dulce y mejorar la salud de las cuencas y bosques del Alto Grijalva, Sierra Madre y Costa de Chiapas, para el bienestar de los chiapanecos y de México. Surge de la asociación entre los sectores público, privado, la sociedad civil y las comunidades, con una visión en común: el desarrollo integral de la sociedad y los ecosistemas, para la vida de las generaciones futuras. El FSA es la primera iniciativa en México que integra el mecanismo de Fondos de Agua.

Sonoran Institute en el delta del río Colorado (SI 2014 a y b)

La misión del SI es conectar a la gente y las comunidades con los recursos naturales de los cuales dependen. En México colaboran con otros socios en la planeación y ejecución del Proyecto del Delta del Río Colorado. Entre las acciones que ejecutan en el delta destacan, los trabajos en el humedal de tratamiento Las Arenitas y en la zona de restauración Laguna Grande (ver caso de gestión del agua pag. 36).

La planta de tratamiento de aguas residuales Las Arenitas empezó a funcionar en el 2007 para dar tratamiento al agua de la región de Mexicali, Baja California. En 2008, el Sonoran Institute entró en contacto con agencias estatales a fin de construir un humedal de tratamiento artificial para mejorar la calidad del agua de los efluentes de la planta. Se estableció un acuerdo que asigna un porcentaje del agua de los efluentes de Las Arenitas anualmente al río Hardy, afluente del río Colorado. Estos flujos han mejorado el hábitat a lo largo del río Hardy, y el humedal en sí constituye un oasis para diversas especies de aves. La Zona de restauración Laguna Grande se ubica en el corazón del corredor ripario del río Colorado en México. Sonoran Institute y Pronatura Noroeste iniciaron la restauración en 2006 y a la fecha, han restaurado más de 61 hectáreas de



hábitat ripario. La zona de restauración es ahora el área más grande y densa de hábitat ripario nativo a lo largo del río en México. El objetivo de restauración en el largo plazo es crear una reserva natural de más de 485 hectáreas en beneficio de la comunidad y de la fauna y flora silvestres del delta del río Colorado.

The Nature Conservancy y la conservación de agua dulce en México

En la década de 1990 The Nature Conservancy (TNC) comenzó a incorporar de manera más explícita y sistemática la conservación de agua dulce y la biodiversidad dulceacuícola en sus programas. Reconociendo la relevancia de los sistemas de agua dulce para la gente, para la diversidad biológica, así como su vulnerabilidad, la organización comenzó a enfocar mayores recursos y atención al manejo y fortalecimiento de capacidades en proyectos de agua dulce en México.

A lo largo de los años TNC ha apoyado a sus socios locales con la contratación y capacitación de técnicos e investigadores, adquisición de equipo para estudios y monitoreo, establecimiento de infraestructura básica, acceso a metodologías y herramientas de punta, participación en foros nacionales e internacionales de aprendizaje, asesoría de expertos, intercambios y cursos con profesionistas dedicados a la conservación de sistemas de agua dulce, documentación de lecciones aprendidas, así como oportunidades de comunicación, difusión y recaudación. A continuación, se describen los principales programas a través de los cuales TNC ha contribuido a la conservación de la biodiversidad de agua dulce en México.

Iniciativa de Agua Dulce (Cristina Lasch-Thaler)

En 1998 TNC lanzó la Iniciativa de Agua Dulce (Freshwater Initiative), un programa de cinco años enfocado en incrementar substancialmente la conservación de agua dulce en el continente americano. La iniciativa se centró en tres componentes: acción directa en las cuencas; ciencia para la conservación del agua; y, la documentación de las lecciones aprendidas. En cinco años este esfuerzo detonó un creciente interés y experiencia profesional hacia la conservación de agua dulce en más de 40 sitios, tres de los cuales se ubican en México, la Cuenca Alta del Río San Pedro en Sonora, el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas en Coahuila (ver caso de gestión del agua pag. 48) y la Reserva de la Biosfera La Encrucijada en Chiapas. Esta iniciativa fortaleció tanto al personal de campo de TNC, como a sus socios con habilidades nuevas, capacidad y acceso a es-

pecialistas y brindó a otros actores involucrados en el manejo de agua y tierras un nuevo conocimiento y soluciones adecuadas para la conservación dulceacuícola.

La Iniciativa de Agua Dulce incluía una red de aprendizaje que se dedicó a desarrollar y difundir estrategias efectivas, transferibles y de alto impacto agrupando a los participantes en las siguientes dos amenazas de la biodiversidad dulceacuícola: alteración hidrológica y contaminación de fuentes no puntuales. En la red de aprendizaje se; elaboraron guías y materiales de referencia sobre diversas estrategias; se identificaron, desarrollaron y aplicaron herramientas útiles para comprender el funcionamiento de los ecosistemas y las amenazas; y, se brindó asistencia a profesionales de la conservación con asesorías técnicas, científicas y de procesos de planificación útiles en sus áreas de trabajo. Los esfuerzos de la Iniciativa de Agua Dulce fueron financiados conjuntamente con fondos de la iniciativa global de TNC y de sus socios en los programas locales.

Los tres sitios que participaron en la Iniciativa de Agua Dulce en México desde 1999 a 2003, recibieron financiamiento, capacitación y asesoría técnica para: completar estudios técnicos y análisis legales; llevar a cabo procesos de planificación y monitoreo; e, implementar estrategias de conservación de agua y de la biodiversidad dulceacuícola. Además del apoyo para áreas específicas, la Iniciativa de Agua Dulce contribuyó al establecimiento y la coordinación de un grupo interinstitucional y facilitó el intercambio de experiencias y aprendizaje colectivo con otros proyectos dentro y fuera de México. Durante esta época TNC compiló y difundió una colección básica de material de referencia para personas dedicadas a la conservación de la biodiversidad en México con interés en ecosistemas dulceacuícolas y/o la relación agua/biodiversidad. Durante la vida de la Iniciativa, personal del Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (Imades), Biodiversidad y Desarrollo Armónico A.C. (Bida), el Instituto de Historia Natural de Chiapas (IHN), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), el Instituto para el Desarrollo Sustentable de Mesoamérica A.C., Pronatura Noreste A.C. y del Comité Pigua, participaron en cursos e intercambios de experiencias. Además de fortalecer las capacidades de las instituciones antes mencionadas, los proyectos ayudaron a fortalecer lazos con productores y representantes de gobierno locales en temas de manejo de agua. También se establecieron alianzas estratégicas con investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Rochester Institute of Technology, el capítulo Centro-Oeste de Nueva York y el capítulo de Illinois de TNC, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, entre otros.

Red de Humedales (Cristina Lasch-Thaler)

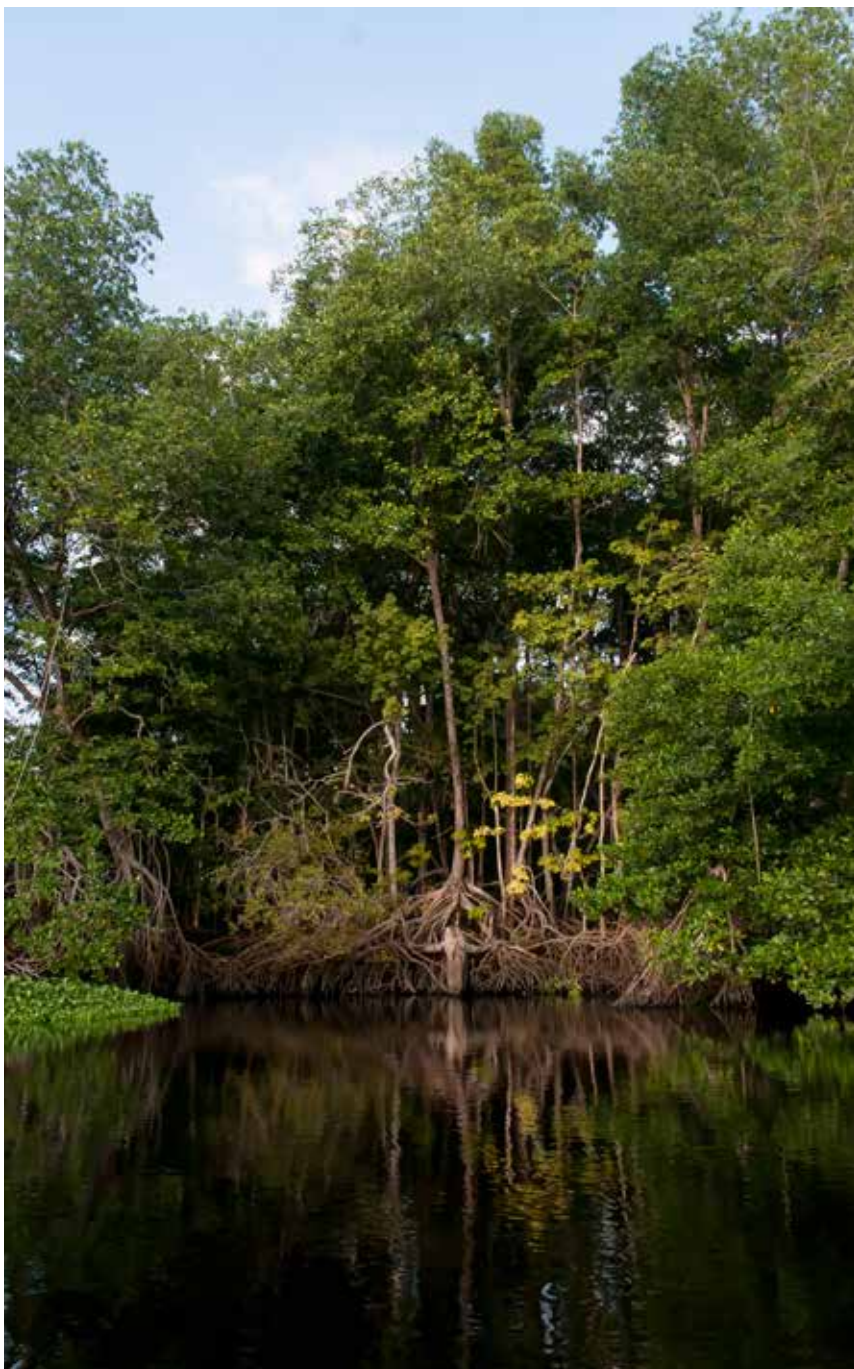
Reconociendo la importancia y vulnerabilidad de los humedales y la necesidad de incorporar la mejor ciencia disponible en los esfuerzos de conservación, en el año 2000 TNC inició una Red de Aprendizaje para el Manejo de Humedales. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo fue el sitio seleccionado para la participación de México en esta red. A través de talleres, un foro de discusión, una página web y asesoría individual, esta red juntó a científicos expertos en humedales, personal de TNC y organizaciones socias involucradas en el manejo de humedales en el continente americano. La meta de este esfuerzo era desarrollar y probar un proceso para producir planes de manejo y monitoreo de manera adaptativa, práctica, científicamente creíble y aplicable a un amplio rango de ecosistemas de humedales. Un aspecto central de esta red era el concepto del entorno hidrogeológico, que ofreció un marco de trabajo para el desarrollo de planes de manejo y de monitoreo, ligando los humedales con su paisaje circundante. El personal de Amigos de Sian Ka'an A.C. y de la Conanp participaron en una serie de talleres y recibieron asesoría de expertos para comprender mejor la geología, hidrología y ecología de Sian Ka'an.

Cuencas Costeras de Chiapas

(Cristina Lasch-Thaler, Alejandro Hernández-Yañez)

El Programa Parques en Peligro fue un proyecto ejecutado por TNC y sus socios, con el apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID) entre 1990 y 2007. Como parte de este proyecto, en 1994 el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto de Historia Natural (a partir de 2001, Instituto de Historia Natural y Ecología o IHNE), realizaron los primeros talleres para analizar las amenazas a los ecosistemas y su biodiversidad en las reservas de la biosfera El Triunfo y La Encrucijada en el Estado de Chiapas.

Cuando se realizó un primer análisis de amenazas para La Encrucijada, inmediatamente se identificó que gran parte de los impactos ambientales (presiones) que afectan la salud de sus ecosistemas de humedales, se originan en las porciones media y alta de las cuencas hidrográficas que drenan a los sistemas lagunares de la reserva. Esta situación se tradujo en que, para lograr conservar los humedales de La Encrucijada, era necesario realizar acciones de conservación en otras partes de la cuenca, involucrando a nuevos actores sociales e institucionales y creando nuevas alianzas. La Reserva de la Biosfera El Triunfo, situada en las partes altas de la Sierra Madre de Chiapas, comparte varias



cuencas hidrológicas, por lo que se efectuó una alianza entre ambas reservas para unir esfuerzos en la conservación de la integridad funcional de dichas cuencas y de la biodiversidad compartida.

En 1996, el personal de La Encrucijada planteó el proyecto “Manejo y Conservación de Cuencas Hidrográficas”, a través del cual se plantearon acciones basadas en un modelo de manejo integral de cuencas hidrográficas para contrarrestar las amenazas a los humedales costeros originados en los distintos pisos altitudinales de las cuencas compartidas. El enfoque inicial de este proyecto fueron las cuencas de los ríos Coapa y Margaritas, aunque posteriormente, debido a la magnitud de trabajar en dos cuencas, se decidió enfocar acciones en una sola cuenca que sirviera como modelo para el resto de la región. La cuenca del río Coapa fue seleccionada debido a que: era representativa de las demás cuencas costeras; se ubicaba en un solo municipio, Pijijiapan; y, existía un interés manifiesto por parte de la población local para participar.

Para la elaboración del plan de conservación y manejo para la cuenca del río Coapa, se formó un equipo planificador constituido por personal de La Encrucijada y El Triunfo (Conanp), el IHNE y TNC, el cual contó con asesoría y apoyo de personal de Pronatura Península de Yucatán, A.C. y del Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (Idesmac). Este equipo se dio a la tarea de desarrollar un plan de manejo y conservación para la cuenca del río Coapa que incorporara la visión de los actores que usan y manejan los ecosistemas y recursos naturales presentes en la misma, utilizando las herramientas para la conservación de sitios propuestas por TNC, adaptándolas al proceso para asegurar la participación activa de pobladores que no necesariamente pudieran leer y escribir (Flores y Lasch, 2001).

El resultado de este proceso fue el “Plan de Manejo y Conservación de la Cuenca del Río Coapa” de 2001. Los representantes de las comunidades de la cuenca que participaron en el proceso de planificación antes mencionado, conformaron el Comité Comunitario de la Cuenca del Río Coapa con la representación de nueve comunidades: Unión Pijijiapan, Rincón del Bosque, Nueva Flor, Guanajuato, Coapa / Echeagaray, Salto de Agua, Ceniceros, El Zapotal y El Palmarcito (Flores y Lasch, 2001). Más adelante se formaron comités adicionales en cuencas de la región, como el del Río Lagartero y Zanatenco. Bajo el liderazgo de la Conanp-La Sepultura y con apoyo de Conanp-La Encrucijada, se apoyaron actividades de reforestación, restauración, monitoreo y evaluación, así como procesos de ordenamiento territorial y comunitario, incluyendo un proceso conducido por Idesmac (Idesmac 1998, 2002). En ese periodo se completaron diversos estudios tanto técnicos como legales, para contar con el sustento necesario para un mejor manejo de los cuerpos de agua, la biodiversidad dulceacuícola, así como las zonas riparias y de humedales, con apoyo del capítulo de

TNC del Centro-Este de Nueva York y se fortalecieron lazos con múltiples instituciones académicas locales, nacionales e internacionales.

Empezando en el año 2001 TNC estableció una nueva estrategia de trabajo con sus socios para la identificación de sitios plataforma, seleccionados en función: de su importancia biológica; de las oportunidades que presentaban para el desarrollo de nuevas estrategias o mecanismos de conservación; en donde se generaran y aplicaran métodos innovadores de conservación enfocados a diversos temas; y, que sirvieran de apoyo y aprendizaje para otros sitios en circunstancias ecológicas y sociopolíticas similares. Así es como el enfoque basado en sitios de Parques en Peligro, se convirtió en un enfoque de múltiples sitios, con una visión a nivel de paisaje. Esta fase de trabajo fue apoyada por el Proyecto Leader With Associates (LWA), con financiamiento conjunto de TNC y USAID). En el caso de Chiapas, se eligió el Sitio Plataforma las Cuencas Costeras de Chiapas, abarcando 763,598 ha, incluyendo la totalidad de la reserva de la biosfera El Triunfo y La Encrucijada, así como las cuencas hidrográficas de 14 ríos (Lasch 2006). En esa época TNC convocó a sus aliados para formar un Grupo Institucional Cuencas Costeras de Chiapas, integrado por la Dirección Regional y las Reservas de la Biósfera de El Triunfo, La Encrucijada y La Sepultura de Conanp, la Conagua, el IHNE, Pronatura Sur A.C., Idesmac y Conservación Internacional (CI). Varias organizaciones de este grupo formalizaron su esfuerzo conjunto bajo el nombre de Comité Pigua, y como tal, entre mediados del 2002 y mediados del 2003 realizaron un proceso de planificación a gran escala para la región de las cuencas costeras de Chiapas, con el apoyo técnico de TNC. Este esfuerzo culminó en 2006 con la elaboración del Plan de Conservación para el Sitio Plataforma Cuencas Costeras de Chiapas 2004 – 2008.

En el 2004, se realizó el Taller de Intercambio de Experiencias en Manejo de Cuencas en Chiapas, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, donde se presentaron y analizaron experiencias provenientes de seis cuencas de la región (TNC 2004). El esfuerzo por aplicar buenas prácticas a escala de paisaje, se efectuó ese mismo año con el apoyo del Proyecto LWA. En esta etapa se completaron dos planes de conservación de cuencas en áreas ligadas a la Reserva de la Biosfera La Sepultura, la cuenca del Río Zanatenco y la del Río Lagartero. Entre el 2005 y 2006 se desarrolló el Plan de Gestión de la Cuenca del Río Coapa (GICCOH 2007), sustentado en el “enfoque de planificación territorial basada en paisajes manejados” (Imbach 2003, 2005). En esta época también se desarrolló una herramienta para la evaluación de cuencas, la cual se documentó en la Tarjeta de Evaluación de Cuencas Hidrográficas (TECH) y su aplicación piloto en la Cuenca del Río Coapa (TNC - Imbach 2007). Parte de los retos identificados en este taller, fueron los temas asociados al cambio climático. Chiapas ya había enfrentado eventos climáticos extremos como fueron los huracanes Javier y Mitch en 1998 y pos-





teriormente en 2005, Stan provocó fuertes inundaciones y deslizamientos de tierra en laderas, afectando a miles de personas en el Estado, el resto del Sur de México y el Norte de Centroamérica. En contraste con las inundaciones, la anticipación y prolongación de la temporada de secas, empezó a afectar a la producción agropecuaria y la disponibilidad local de agua. A partir del 2007, TNC empezó a incorporar el enfoque de adaptación y mitigación al cambio climático en su visión de cuencas.

El trabajo de varios años impulsando el enfoque de manejo integrado de cuencas en Chiapas, fue fortalecido con la visita de expertos del Servicio Forestal de los Estados Unidos, quienes recorrieron la región y emitieron recomendaciones sobre temas relacionados a: los deslizamientos de tierra; la erosión de canales y sedimentación; y, como prevenir, mitigar o manejar estos temas (de la Fuente *et al.* 2008), así como aquellos asuntos relacionados al manejo de las cuencas de la Costa de Chiapas (Lisle *et al.* 2009). Con base en estas recomendaciones, se fortaleció la visión de manejo integral de cuencas para enfrentar los viejos y nuevos retos para la conservación y el bienestar de Chiapas. A partir de entonces se impulsó lo que hemos llamado “Paisajes y Comunidades Resilientes”, cuyo enfoque es el manejo integrado de cuencas (territorios y paisajes) para lograr el desarrollo rural regional sustentable. Este enfoque permite atender los temas de: seguridad alimentaria; seguridad hídrica; reducción de la vulnerabilidad a eventos climáticos; y, mitigación y adaptación al cambio climático, con base en el mantenimiento de la resiliencia de los ecosistemas y sus servicios ambientales.

El proyecto de adaptación al cambio climático en Chiapas fue financiado inicialmente por la Iniciativa Climática Internacional (ICI o IKI BMU) del Ministerio Federal para el Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear del Gobierno Alemán. Posteriormente el proyecto MéxicoREDD+, financiado por la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos (USAID), permitió darle continuidad a esta visión. Estos apoyos permitieron mejorar los procesos de producción de café, maíz y ganadería con fines de producción lechera, incrementando la producción, reduciendo la superficie ocupada por las áreas productivas y mejorando las condiciones ambientales mediante el incremento de la cobertura arbórea. La colaboración con los productores de leche permitió liberar hasta 37% de las áreas destinadas al ganado, e incrementar la cobertura de árboles, estableciéndose 16,000 ha de ganadería con sistemas sostenibles, que incrementaron la producción lechera en 35% y revegetando de esa superficie alrededor de 5,000 ha. Hoy día la visión es como mejorar los procesos productivos, siempre con una visión de manejo integrado del paisaje, lo cual comprende entender: que la producción depende de la salud y resiliencia de los ecosistemas; el rol que juegan los bosques como proveedores de servicios ambientales; la dinámica de las cuencas hidrológicas; y, las tendencias climáticas en la región.

Acceso a los recursos de la red internacional de TNC

TNC trabaja en 72 países y en los 50 estados de Estados Unidos de América, por lo que la red internacional que conforma permite tener acceso a amplias capacidades que no necesariamente tiene cada una de sus unidades operativas. Esta situación ha sido especialmente propicia para las acciones de conservación y restauración de ecosistemas dulceacuícolas, aprovechando las capacidades de algunos de los más de 600 científicos y de múltiples practicantes de proyectos de conservación que se ejecutan en campo. Como ejemplos de los beneficios derivados del acceso a la red internacional de TNC en materia de agua dulce destacan dos ejemplos.

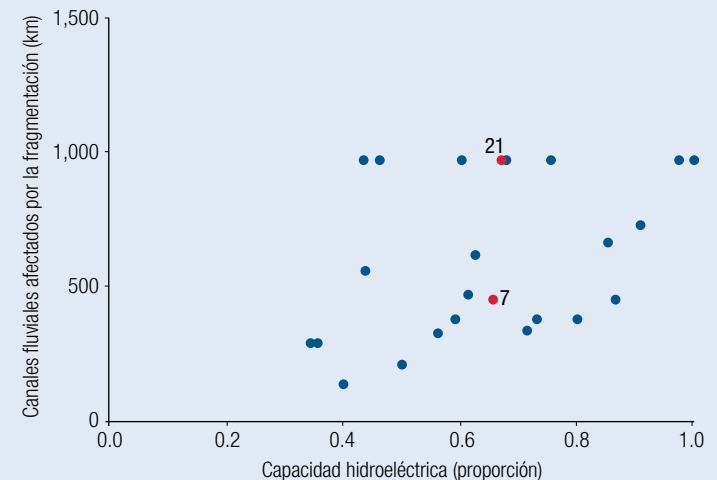
Para la definición de la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas, el programa de México carecía de la experiencia científica para aportar substancialmente a la elaboración de esta norma. En este caso, una de las autoridades internacionales sobre el tema, Rebeca Tharme, apoyó al programa en la elaboración de la norma.

Considerando que ecoregiones completas deben ser el enfoque de cualquier proyecto ambicioso de acción para la conservación, los expertos coinciden en que las ecoregiones de agua dulce consideradas como bajo amenaza crítica (Olson *et al.* 1998), Abell *et al.* 2000), están más allá de las posibilidades reales de ser restauradas en su totalidad, como es el caso del delta del río Colorado. Soluciones creativas para restaurar sistemas dulceacuícolas hacia una condición ecológicamente funcional básica, que aborde simultáneamente los requerimientos de agua de las comunidades que dependen de estos, deben ser planteados a escala de toda la cuenca. Es por esto que la red internacional de TNC y sus socios, actuando coordinadamente en siete estados de los Estados Unidos y dos estados en México, constituye la plataforma ideal para abordar la restauración funcional del río Colorado y su delta, a una escala adecuada para lograr impactos positivos y significativos sobre el manejo del agua la cuenca. (ver caso de gestión del agua pag. 57).

Planeación Temprana para el Desarrollo de Energía Hidroeléctrica Sustentable, cuenca del río Coatzacoalcos (Diana Vázquez-Castañeda)

El uso de recursos renovables para la producción de energía es uno de los principales retos para lograr la diversificación de la matriz energética en México, por lo que el país busca incrementar la participación de la energía hidroeléctrica como principal fuente de energía limpia. TNC en colaboración con la CFE y la Conabio han desarrollado una estrategia de planeación temprana para la producción de energía hidroeléctrica sustentable bajo un enfoque integral de cuenca. Esta estrategia combina aspectos técnicos,

La cuenca del río Coatzacoalcos (Mapa 10a) aún no presenta presas importantes, por lo que su red fluvial más larga conectada, que incluye el río principal y sus principales afluentes, es de 1,400 km (Mapa 10b). Para analizar los impactos sobre la red fluvial, se examinaron 25 diferentes escenarios o combinaciones de construcción de diferentes presas y para cada escenario se cuantificó tanto la capacidad de generación de energía hidroeléctrica, como el impacto sobre la conectividad de los ríos en la cuenca. Como un ejemplo, se puede apreciar en la gráfica que los escenarios 7 (Mapa 10c) y 21 (mapa 10d) proporcionan una cantidad casi idéntica de capacidad potencial de generación de energía (aproximadamente 67 por ciento del total), pero el escenario 21 provoca más del doble de la fragmentación fluvial que el escenario 7 (Opperman *et al.* 2015).



Los dos escenarios comparados en los mapas 10c y 10d se resaltan en rojo.

Mapa 10a. Localización de la cuenca del río Coatzacoalcos



sociales y ambientales en un análisis basado en la jerarquía de mitigación propuesta por Kiesecker (2010) con la finalidad de identificar potenciales riesgos sinérgicos y acumulativos en etapas tempranas de desarrollo que permitan mantener la salud hídrica de la cuenca. Esta metodología se ha implementado con éxito como caso piloto en la cuenca del río Coatzacoalcos, en la que con la creación de distintos escenarios de aprovechamiento se logró identificar un “portafolio sustentable” con un potencial instalable de 173 MW con cinco proyectos que representan una alta viabilidad técnica para su potencial desarrollo e inversión por parte del sector público y privado; y cuya localización geográfica permite una importante reducción en los impactos ambientales y sociales, manteniendo alrededor de 70% de la conectividad fluvial de la cuenca dejando libres dos cauces principales y asegurando el funcionamiento de la cuenca así como el caudal ecológico. Actualmente TNC, CFE y Conabio trabajan de cerca con la Secretaría de Energía (Sener) para implementar este enfoque sustentable a otras cuencas con una posible diversificación a otras fuentes de energías renovables con la intención de asegurar el capital natural y social de las cuencas de México.

Mapa 10b. Conectividad de los canales fluviales principales del río Coatzacoalcos actualmente sin presas. Línea base.



Red fluvial más larga conectada, 1,400 km

Mapa 10c. Escenario 7



▲ Presas analizadas
Red fluvial más larga conectada, 948 km

Mapa 10d. Escenario 21



▲ Presas analizadas
Red fluvial más larga conectada, 430 km

Fondos de Agua y Gestión Sostenible Corporativa del Agua en México (Colin Herron)

Conscientes de la importancia de preservar los servicios ambientales hidrológicos para las ciudades, como una contribución para lograr la seguridad hídrica, TNC desarrolló en el 2000 el concepto de los “Fondos de Agua”, con la creación del Fondo para la Protección del Agua (Fonag) para la Ciudad de Quito, Ecuador. Los Fondos de Agua proponen soluciones naturales para abordar los principales problemas relacionados con el agua dentro del ámbito geográfico de su competencia, ya sea en cuanto a la calidad o la cantidad de agua, ésta última tanto desde el punto de vista del exceso que provoca desastres naturales, como de su escasez para la población y las actividades económicas. En este sentido los Fondos de Agua protegen los ecosistemas que brindan servicios hidrológicos a la sociedad. Para abordar esta problemática, un Fondo de Agua suma cuatro componentes que lo convierten en un esquema sostenible: cierra la brecha de evidencia al realizar y centralizar estudios científicos que orienten la definición de acciones; influye en la toma de decisiones para generar un cambio sistémico en las estructuras de gobernanza; realiza y apoya la realización de proyectos de infraestructura verde, con una visión de seguridad hídrica y, convoca a distintos actores —nuevos y existentes— para facilitar un impacto de escala significativa, por medio de un diálogo robusto, estructurado y continuo que construye consenso e impulse la acción colectiva.

Después de haber visto el potencial de réplica de este modelo en otras latitudes, se comenzó a probar en Brasil, Chile, Colombia, México y Perú, entre otros. Para acelerar el proceso de réplica, en el 2011 se suscribió la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, entre Fundación FEMSA, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Fondo del Medio Ambiente Mundial (GEF) y TNC. La Alianza permite sumar las fortalezas de sus integrantes para hacer mejores planes de negocios y planes operativos, convirtiendo de esta forma a los Fondos en instituciones con una visión de largo plazo. A partir de la creación de la Alianza, en México el concepto de los Fondos de Agua fue probado en primera instancia con socios locales en Chiapas, Quintana Roo y Monterrey. Más de 60 socios crearon el Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey (FAMM), mismo que ha sido el caso más exitoso hasta la fecha en México, reuniendo más de 8 millones de dólares, además de recibir la solicitud por parte del Gobierno del Estado de Nuevo León de realizar el plan hídrico estatal. El FAMM busca reducir el riesgo de inundaciones como resultado de eventos hidrometeorológicos extremos, así como incrementar la infiltración para la recarga de los acuíferos,

Mapa 11. Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, sitios en México





por medio de intervenciones en las montañas que rodean el área metropolitana de Monterrey. Dichas acciones incluyen la protección y restauración de la cubierta vegetal; el control de la erosión; la restauración hidrológico-forestal; y el desarrollo de buenas prácticas agropecuarias. Adicionalmente el FAMM buscar generar una mayor cultura del agua y desarrollar las capacidades para la gestión efectiva de los recursos financieros destinados a la conservación de la cuenca.

Por otra parte, por medio del FAMM se ha podido alinear importantes inversiones de empresas que depende del agua para sus operaciones en Monterrey, como ARCA Continental, Cuauhtémoc Moctezuma - Heineken México y PepsiCo, bajo una estrategia que TNC denomina la Gestión Sostenible Corporativa del Agua, alineada con los objetivos particulares de cada empresa. El objetivo de esta estrategia es realizar acciones de conservación y restauración que repongan a la naturaleza los volúmenes de agua correspondientes a los que utilizan dichas empresas en sus procesos productivos, como una contribución no solamente a las metas de sostenibilidad de cada una de las empresas, sino también a las del Fondo de Agua.

Con base en el éxito obtenido por el FAMM, se realizaron los análisis para establecer otros posibles Fondos de Agua en México, en particular para Guanajuato, Toluca, Aguascalientes y la Ciudad de México. En esta última el Fondo de Agua fue creado con el nombre de Por el Agua de la Ciudad de México, el cual ya cuenta con un Consejo Directivo fuerte y una serie de alianzas estratégicas, así como un Comité de Ciencia, el cual reúne algunas de las personalidades académicas más brillantes en sus respectivos ramos. Al priorizar acciones en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, este Fondo, que forma parte de la Estrategia de Resiliencia Hídrica de la Ciudad, busca incrementar la recarga de los acuíferos que abastecen de agua a la ciudad; reducir la demanda de agua, para mejorar la calidad y cantidad del agua disponible; y reducir la sobreexplotación del acuífero y sus afectaciones como el daño a la infraestructura por hundimientos diferenciales, en la ciudad más grande de la región en términos económicos y de población, la cual enfrenta uno de los grados más severos de estrés hídrico.

A la fecha se cuenta con 21 Fondos de Agua en toda América Latina, y el concepto se ha exportado a otras geografías, incluyendo África, Estados Unidos y China. Con casos de éxito como Monterrey y la Ciudad de México, los Fondos de Agua en México están a la vanguardia a nivel mundial. Para facilitar un proceso de adopción a mayor escala en México, se está trabajando actualmente en una priorización de futuros sitios, así como en el desarrollo de una caja de herramientas que conjunte las mejores prácticas, al mismo tiempo que se está analizando el marco de políticas públicas que facilite el éxito de la estrategia a largo plazo.



TRES CASOS DE GESTIÓN DEL AGUA PARA CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN

(Recopilación - Fernando Ochoa-Pineda y María Llano-Blanco 2017)

En este apartado se describen los procesos y logros obtenidos en tres casos de gestión del agua para la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ambientales y la restauración ecológica en México:

- El primero se refiere al otorgamiento de la concesión de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación ecológica, en la Reserva Ecológica Pozas Azules, ubicada dentro del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cuatrociénegas,¹ Coahuila.
- En el segundo caso, se describen los procesos de elaboración de los estudios para la creación de una reserva de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación ecológica en los ríos Acaponeta, Cañas, Rosamorada y Bejuco, ubicados en los estados de Sinaloa, Nayarit y Durango.
- Finalmente, se aborda el proyecto de alcance binacional para restaurar el delta del río Colorado, ubicado en los estados de Baja California y Sonora.

En los tres casos expuestos se han utilizado instrumentos o mecanismos considerados jurídica y ambientalmente novedosos en México, al tiempo que se han combinado con otros más tradicionales. Resalta en todos ellos el papel fundamental que juega la Conagua, como la autoridad federal facultada para administrar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes en el país. En el proyecto de restauración del delta del río Colorado, además de la Conagua, también el Gobierno estatal de Baja California y un organismo binacional, la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), que se encarga de la vigilancia y aplicación de los tratados internacionales sobre estos temas entre México y Estados Unidos, han jugado un papel que representa un hito histórico en la colaboración binacional desde el punto de vista ambiental.

Entre los tres proyectos existen diferencias y similitudes. Respecto a las diferencias, se podrían resumir en que los métodos utilizados para conseguir los objetivos propuestos han variado sensiblemente. Así, en el proyecto de creación de la reserva de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación ecológica en los ríos Acaponeta, Cañas, Rosamorada y Bejuco, las actuaciones promovidas por las OSC representan un apoyo directo a la labor de la Conagua, en cuanto al instrumento legal que se requerirá para su establecimiento. Por otro lado, tanto para el caso del

¹ Tanto en el Decreto de creación del APFF, como en el Decreto por el cual se estableció una zona reglamentada en el acuífero de la zona, se utiliza el nombre de “Cuatrociénegas”, mientras que el municipio donde se ubican ambos se denomina “Cuatro Ciénegas”. En este documento se utilizará la primera acepción para referirnos al APFF y al acuífero, y la segunda para el municipio, la región o el valle.

otorgamiento de la concesión de aguas nacionales superficiales para uso ambiental en la Reserva Ecológica Pozas Azules, como en el caso de la restauración del delta del río Colorado, se gestionaron y aplicaron distintas herramientas para que las iniciativas planteadas por OSC, facilitaran la incorporación de las autoridades nacionales (e internacionales, en el caso del río Colorado) para lograr los objetivos planteados.

La principal similitud entre los tres proyectos, consiste en que todos suponen actuaciones pioneras, en las que se han utilizado herramientas jurídicas de vanguardia, las cuales, a pesar de ya estar previstas en el marco jurídico nacional, en la práctica casi no se habían aplicado con fines de conservación, protección y restauración del recurso hídrico. Su uso en estos casos representa un avance sustancial en el contexto de la conservación ambiental y por tanto, estas experiencias sientan las bases para ser replicadas en otros lugares del país. Finalmente, los tres proyectos demuestran que mediante la colaboración entre las agencias públicas encargadas de la gestión y cuidado del agua y la sociedad civil organizada, es posible lograr una gestión más efectiva y la conservación de este importante recurso.

Concesión de aguas para uso ambiental, Pozas Azules, Cuatro Ciénegas, Coahuila²

Antecedentes y problemática

En el valle de Cuatro Ciénegas se presenta el sistema de humedales más importantes dentro del desierto chihuahuense y uno de los más importantes a nivel global. Pertenece a la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos y la combinación de su origen oceánico, su aislamiento, las condiciones extremas de sequedad, humedad, salinidad, y la presencia de suelos yesosos, hacen que esta zona presente una gran cantidad de especies endémicas. La Conabio lo incluye entre los sitios prioritarios para la conservación y el APFF Cuatrociénegas se encuentra designada como un humedal de importancia internacional bajo la Convención de Ramsar.

El APFF fue decretada en 1994, con el objetivo de: preservar los hábitats naturales de la región y los ecosistemas más frágiles; asegurar el equilibrio y la continuidad de sus procesos evolutivos ecológicos; aprovechar racional y sostenidamente sus recursos naturales; salvaguardar la diversidad genética de las especies (particularmente

² Se agradece el apoyo del Dr. Mauricio De la Maza Benignos, Director General de Pronatura Noreste A.C., quien proporcionó la información para la integración de este apartado.

La concesión de aguas nacionales superficiales para uso ambiental o conservación ecológica fue promovida por Pronatura Noreste A.C. (PNE), con el objetivo de restaurar y proteger el flujo de agua de uno de los sistemas de pozas ubicado dentro del APFF de Cuatrociénegas, considerado como el humedal más importante del desierto chihuahuense y también uno de los más importantes de México. Esta concesión representa un hito en la conservación y restauración ambiental del agua en México.

En términos generales, las concesiones de aguas nacionales son títulos que otorga el Ejecutivo Federal, a través de la Conagua o del Organismo de Cuenca correspondiente, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes a personas físicas o morales de carácter público y privado. En este caso, el hecho novedoso es que se trata de la primera, y a la fecha, única, concesión de aprovechamiento de aguas nacionales otorgada por la Conagua en todo el país para uso ambiental o conservación ecológica, lo cual representa un importante precedente para futuros proyectos que persigan el mismo objetivo. El procedimiento que se llevó a cabo implicó la transformación del uso del agua para el que se había otorgado la concesión original, que era agrícola, a un uso ambiental o para conservación ecológica



de las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción); y, proporcionar un campo propicio para la investigación científica, el estudio del ecosistema y su equilibrio. El área natural protegida presenta una superficie de 84,347 hectáreas y el piso del valle incluye ambientes acuáticos, representados por manantiales conocidos localmente como “pozas” (DOF 2000), con diámetros que varían desde menos de un metro hasta más de cien, mientras que sus profundidades oscilan entre los 50 cm y hasta 18 m. Algunas de estas pozas están comunicadas natural o artificialmente entre sí por un complicado sistema de drenaje y también encontrándose en el área arroyos permanentes y zonas inundadas donde se concentra el agua de los manantiales. En 2013 fue declarada una Zona Reglamentada en el acuífero de Cuatrociénegas, con el objeto de: restablecer el equilibrio hidrológico; lograr la protección, mejoramiento, conservación y restauración del acuífero; controlar la extracción, explotación y el uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo; y, sujetarlo a las restricciones establecidas en el Programa de Manejo del APFF (DOF 2013a).

El sistema hidrológico superficial del valle de Cuatro Ciénegas se mantuvo aislado debido a que es una cuenca cerrada, pero para fines de aprovechamiento del agua esta fue interconectada artificialmente por medio de canales con los municipios de Lamadrid y Sacramento, ubicados al oriente del mismo. Como resultado de la exportación de agua fuera del valle, así como de su uso intensivo dentro del mismo, se han producido serias afectaciones ambientales, entre las que destacan: cambios en el nivel freático, lo cual provoca el desecamiento de algunas pozas y/o la disminución de la superficie y profundidad del espejo de agua; el intercambio de especies endémicas que previamente habían evolucionado en aislamiento, debido a la interconexión artificial de los manantiales y pozas; y, la disminución de la superficie de las áreas inundadas. Además, las prácticas que disminuyen el nivel de agua afectan directamente a la conservación de la biodiversidad, no solo acuática sino también terrestre. Así, actualmente se han perdido más de 70% de las lagunas poco profundas, las cuales representan un hábitat crítico para las aves acuáticas y otras formas de vida endémicas, como es el caso de la tortuga bisagra (*Terrapene coahuila*) y han desaparecido el río Garabatal y su humedal.

Descripción del proyecto

A partir de 1999, The Nature Conservancy (TNC) y PNE, con el apoyo del Programa Parques en Peligro de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) colaboraron con la Dirección del APFF Cuatrociénegas para implementar un programa de conservación a largo plazo en la región. Durante los primeros años, se

realizaron procesos de planeación estratégica y participación comunitaria, ayudando ambas organizaciones a enfrentar y resolver las cuestiones referentes a las necesidades básicas de los ejidos ubicados en el valle mediante diagnósticos comunitarios participativos (Cabral y Cruz 2007). El trabajo se enfocó en obtener la confianza de las comunidades mediante la identificación de propuestas que las beneficiasen económicamente y a su vez, a la conservación de los sistemas hidrológicos de la zona.

Como punto de partida, se trabajó con el ejido Antiguos Mineros del Norte, dentro del cual se ubican aproximadamente 20% de las pozas del valle de Cuatro Ciénegas. En este ejido se identificó la necesidad de rehabilitar la red de agua doméstica, para reducir la ruda faena de mujeres y niños consistente en acarrear el agua para realizar las labores básicas del hogar. También se trabajó para obtener mejores rendimientos en sus cultivos tradicionales, ya que las familias cultivaban mediante canales de riego a cielo abierto, por lo cual se perdía más de 70% del agua a través de la evaporación, infiltración o desperdicio. En este sentido, y conscientes de que los sistemas de producción en las comunidades rurales han sido adoptados desde hace mucho tiempo y cualquier cambio brusco no es aceptado fácilmente por las mismas, se decidió desarrollar un proyecto para mejorar e incrementar la producción utilizando tecnologías ahorradoras de agua, promocionando huertos familiares de traspatio con irrigación por goteo. Además, se realizó un seguimiento muy estrecho con el productor, consistente en: entrenamiento, organización, asesoría, transferencia tecnológica, comercialización y evaluación, por lo que después de la primera cosecha se fueron uniendo al proyecto más familias, hasta llegar a integrar a casi toda la comunidad en la producción de hortalizas para autoconsumo. También se llevó a cabo un programa de educación ambiental, con énfasis en el cuidado y aprovechamiento racional del agua en la comunidad y la generación de beneficios a la biodiversidad.

Una vez lograda la confianza de los ejidatarios y que los productores adoptaron la nueva tecnología, el siguiente paso consistió en proponerles producir a nivel de parcela familiar, utilizando diferentes modalidades de riego eficiente. El resultado fue un éxito rotundo, ya que los productores duplicaron y triplicaron sus ganancias y también disminuyeron en 400% el volumen de agua requerido por el riego tradicional. Más adelante, se propuso unir a toda la comunidad para producir a una mayor escala, ahorrando mano de obra e insumos, especialmente en el uso de agua. El resultado fue una producción comunitaria en la mayoría de las parcelas individuales y en el área de uso común del ejido, llegando a manejar volúmenes nunca vistos en la historia de la comunidad. Al mismo tiempo, se desarrolló un Centro Agrícola de Aprendizaje y Comercialización, para hacer más eficientes los procesos y que los productos alcanzasen mercados a los cuales no se tenía acceso anteriormente.

El proceso requerido para el otorgamiento de la concesión y el cambio de uso de las aguas consta de los siguientes pasos (Adaptado de De la Maza 2017):

- Acuerdo previo con el concesionario original del agua (OSC)
- Solicitud para la transmisión del título (OSC)
- Solicitud de cambio de uso de la concesión de aguas para uso agrícola a uso ambiental o para conservación ecológica (OSC)
- Autorización de cambio de uso de aguas superficiales nacionales (Conagua)

Con mayor detalle, los pasos seguidos en este proyecto fueron:

- Obtención por parte de PNE el 20 de julio de 2006 de una concesión por un volumen de 9,460,800 m³/año de agua del sistema de Pozas Azules (título núm. 06COA101562/24A0GE02), procedente del ejido Antiguos Mineros del Norte, por un plazo de 50 años.³
- Reunión entre el jurídico de PNE y el jurídico de la Conagua, con el objeto de analizar la viabilidad de modificar el uso de las aguas de la concesión, de agrícola a ambiental o para conservación ecológica. Los argumentos utilizados por PNE para la consecución del objetivo fueron los siguientes: el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, previsto en el Artículo 4, párrafo quinto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; que mediante esta concesión, la Conagua estaría trasladando a PNE la defensa del derecho sobre el agua ante terceros; y el reconocimiento del uso ambiental o para conservación ecológica en la LAN, la cual establece de una manera explícita que se trata de un uso válido, legal y factible, junto con otros usos no consuntivos del recurso, como también lo son la producción de energía eléctrica o el uso turístico, por ejemplo.

- Integración del expediente con la solicitud de autorización para la modificación de la concesión de aprovechamiento de aguas nacionales de uso agrícola a uso ambiental o para conservación ecológica, incluyendo una exposición de motivos, así como el pago del derecho por el cambio de uso del agua. En el apartado de la solicitud denominado “Otros”, se especificó: “uso ambiental o uso para conservación ecológica, fundamentado en el Artículo 3, fracción LIV, de la LAN”, motivándose el trámite a razón de que el uso sería destinado única y exclusivamente para fines ambientales, constituyendo un uso no consuntivo, por tanto, que no afectaría a usuarios tanto aguas arriba como aguas abajo y no vulneraría derecho alguno de terceras personas, puesto que su objeto único sería y debería ser mantener y proteger el medio natural y su riqueza ecológica.
- Presentación de la solicitud de cambio de uso del agua de la concesión el 2 de julio de 2013 en las oficinas del Organismo de Cuenca Río Bravo, ubicadas en Monterrey, Nuevo León y comunicación a las autoridades de Conagua sobre el inicio del trámite.
- Otorgamiento el 21 de marzo de 2014 de la autorización de cambio de uso en la concesión de aguas superficiales, para dedicarla a un uso ambiental. Adicionalmente, el título señaló que el gasto de descarga natural de los manantiales sería de 300 litros/segundo, y que no se haría extracción del agua, con el fin de conservar las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema.

* La concesión de aguas para uso agrícola se otorgó originalmente al Ejido Antiguos Mineros del Norte en el año 1996, cuando la LAN, preveía un término máximo para las mismas de cincuenta años. Sin embargo, en 2004 la LAN fue reformada y el término máximo de las concesiones y asignaciones de aguas nacionales se redujo a treinta años.

Aprovechando esta sinergia, se solicitó a la comunidad apoyo para poder canalizar el agua sobrante hacia los humedales, ríos y pozas que necesitaban restauración, obteniendo una respuesta positiva, por lo que, con apoyos económicos del Gobierno Federal para pagar jornales a los ejidatarios, se llevó a cabo la tarea de construir vertederos y compuertas, cerrar los canales que estaban en desuso, entubar los canales en uso y dirigir los excedentes de agua hacia las zonas de restauración.

De manera paralela, se procedió a analizar el uso de las concesiones de aguas para uso agrícola y la posibilidad de transformarlas hacia fines de conservación y restauración de los humedales de Cuatro Ciénegas. Este proyecto finalmente fructificó en 2014, año en el que PNE obtuvo una concesión de aguas superficiales para uso ambiental o conservación ecológica en la reserva privada que dicha OSC gestiona en el interior del APFF, denominada “Rancho San Pablo” o “Pozas Azules”, la cual ocupa una extensión de 12,800 hectáreas y alberga 120 pozas, que ocupan a su vez una extensión de 2,700 hectáreas.

Esta concesión de aguas para uso ambiental fue la primera en su tipo otorgada en México. Sin embargo, y como antecedente, en el año 2009 la OSC denominada Amigos del Pandeño A.C., fundada por agricultores miembros de una sociedad agrícola con el objeto de defender el manantial geotermal de San José de Pandos, conocido localmente como El Pandeño, en Julimes, Chihuahua, solicitó a la Conagua, con el apoyo de WWF, la concesión de un volumen de agua para uso no consuntivo, ecológico, con fines de preservación de la fauna endémica del manantial y otra concesión para el uso de la ribera asociada al mismo con fines de conservación (De la Maza et al. 2014). La fundamentación jurídica de dichas solicitudes se basó en que el agua que brotaba del manantial proporcionaba una gama de servicios ambientales y beneficios sociales que eran del interés público. En este caso, la Conagua resolvió no otorgar la concesión de aguas superficiales para uso ambiental, debido a la existencia de una veda vigente en los ríos Bravo del Norte y toda su cuenca tributaria y de otra más en el río Conchos y sus afluentes, en el estado de Chihuahua. No obstante, la Conagua sí otorgó la concesión para uso ambiental del terreno federal asociado al manantial, por una superficie de 12,731.36 m².

Evaluación del uso de las concesiones de aguas para uso ambiental

Ventajas del uso de las concesiones de aguas para uso ambiental

- Son oponibles jurídicamente frente a dependencias gubernamentales y frente a terceros, al generarse un derecho (en este caso, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes).

- Pueden tener una vigencia de hasta treinta años, y ser objeto de prórroga hasta por igual término y características del título vigente por el que se hubieran otorgado.
- Se pueden otorgar donde hay disponibilidad de agua o donde existe la posibilidad de transmisión de derechos de agua por parte de terceros.

Desventajas del uso de las concesiones de aguas para uso ambiental

- Se requiere un mayor desarrollo jurídico en la LAN y su reglamentación sobre las concesiones para uso ambiental o conservación ecológica.
- Representan aún un mecanismo novedoso en el país, por lo que en ocasiones puede existir reticencia y también desconocimiento de las instituciones competentes respecto a su implementación.
- Es habitual que exista disconformidad de otros usuarios del agua en el otorgamiento de este tipo de concesiones en zonas donde se presenta una elevada presión sobre el recurso y escasa disponibilidad del mismo.
- No se encuentra expresamente mencionada en la Ley Federal de Derechos (LFD) (DOF 1981) la exención en el pago de derechos para este tipo de concesiones, a diferencia de las concesiones o permisos otorgados por la Conagua sobre terrenos federales administrados por la misma a las asociaciones y sociedades civiles sin fines de lucro que realicen acciones destinadas a la conservación o restauración del medio ambiente en la superficie concesionada. Así, de acuerdo con el Artículo 233, fracción IV, de la LFD (DOF 1981): “No pagarán las asociaciones y sociedades civiles sin fines de lucro que tengan concesión o permiso para el uso de las playas, la zona federal marítima terrestre o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, así como la zona federal administrada por la Conagua, y que realicen acciones destinadas a la conservación o restauración del medio ambiente en la superficie concesionada, entendiendo por conservación lo establecido en la fracción IX del artículo 3o. de la Ley General de Vida Silvestre y por restauración lo establecido en la fracción XXXIV del artículo 3o. de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”.
- A pesar de tratarse de un asunto de interés público, la aplicación de la negativa ficta asociada a los cambios de uso de consuntivo a no consuntivo representa un obstáculo en materia económica procesal, pues la carga de exigir el derecho frente una omisión por parte de la autoridad recae sobre el solicitante.

Lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del proyecto (De la Maza 2017)

- Las leyes en la materia disponen, en principio, de los medios suficientes para dar certeza jurídica a la protección de cuerpos de agua con valor ecológico, por lo



Este caso ejemplifica el proceso para el establecimiento de una zona de **reserva de aguas nacionales para uso ambiental o conservación ecológica**. El proyecto está siendo actualmente ejecutado por Pronatura Noroeste, A.C. (PNO) y la Alianza WWF-Fundación Carlos Slim, en colaboración con la Conagua y la Conanp. Su fundamento legal se encuentra en el Artículo 3, fracción LXIV, de la LAN, que prevé la creación de estas zonas de reserva de aguas, mediante las cuales se definen volúmenes asignados para el uso o aprovechamiento de una porción o la totalidad de las aguas disponibles en acuíferos, cuencas o regiones hidrológicas, con la finalidad, entre otras, de implantar un programa de restauración, conservación o preservación. En este caso, el objetivo es proteger el flujo de agua de varios ríos que desembocan en la Reserva de la Biosfera (RB) Marismas Nacionales. En este contexto, las OSC han llevado a cabo los estudios requeridos para la declaración de la zona de reserva, que son: los de caudal ecológico, de acuerdo con lo previsto en la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, para la determinación del régimen de caudal ecológico; el estudio técnico justificativo, que permite identificar la situación integral de la región hidrológica y de la cuenca/s o subcuenca/s que se pretenden declarar en reserva (Vargas *et al.* 2015); y, el análisis costo-beneficio, donde se refleja que los programas y proyectos que las dependencias y entidades del Gobierno federal tengan a su cargo son susceptibles de generar un beneficio social neto bajo supuestos razonables (DOF 2013b).

que la transmisión y salvaguarda de concesiones de aguas con fines de conservación se encuentra plenamente justificada, de hecho y de derecho.

- Es necesario concretar el concepto de uso ambiental del agua mediante la asignación de un volumen correspondiente al gasto ambiental o caudal ecológico.
- Para que sea exitoso, el proceso de conversión de concesiones de aguas a uso ambiental debe ser adecuado, participativo, sustentado, fundamentado y bien motivado.
- El rescate de derechos de agua de usos consuntivos para cambiarlos a uso ambiental, ya sea entre particulares o por la vía de la indemnización —cuando lo lleva a cabo la Conagua— es una excelente medida para llevar a cabo una nueva forma de gestión del agua en humedales y zonas ribereñas de México, entre otros supuestos.

Proyecto para establecer una zona de reserva de aguas nacionales superficiales para uso ambiental en los ríos Acaponeta, Cañas, Rosamorada y Bejuco, en Sinaloa, Nayarit y Durango³

Antecedentes y problemática

Los ríos Acaponeta, Cañas, Rosamorada y Bejuco forman parte de los siete ríos que alimentan y sustentan con sus aguas, nutrientes y sedimentos al sistema lagunar estuarino Marismas Nacionales, uno de los más importantes del Pacífico mexicano. Marismas Nacionales es reconocido a nivel nacional y global por su importancia ecológica, siendo un sitio designado como humedal de importancia internacional en la Convención de Ramsar, que incluye a la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Nayarit y a la propuesta de Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales Sinaloa.

Las fuentes de amenaza a la integridad hidrológica de estas cuencas en su parte alta son distintas a las existentes en la parte baja y su grado de intensidad también es diferente. Por ejemplo, en la porción alta se presenta: contaminación de los cuerpos de agua, provocada por las descargas de aguas residuales provenientes de diferentes fuentes (servicios, uso público urbano, acuícola, industrial) así como otras fuentes de contaminación más localizadas, en función de las actividades que realiza la población

³ Se agradece el apoyo del Ocean. Miguel Ángel Vargas Téllez, Director de Operación de Pronatura Noroeste, A.C., quien proporcionó la información para la integración de este apartado, así como a su organización y a la Alianza WWF-Fundación Carlos Slim.

a lo largo de las orillas del río; contaminación proveniente de la minería, que ha provocado en ciertas épocas serios problemas relacionados con enfermedades en la gente y mortalidad de ganado; rellenos o invasiones en las orillas de los ríos, principalmente para realizar actividades agrícolas; extracción de materiales; y, deforestación. En cuanto a la parte baja de las cuencas, donde la densidad de población es mayor y también la presión sobre los recursos naturales, las amenazas más significativas son: contaminación provocada por la actividad acuícola, que descarga sus aguas con exceso de nutrientes; contaminación agrícola, generada por los productos químicos utilizados en la actividad; uso de sustancias prohibidas en pesquerías ilegales; fragmentación del paisaje en la cuenca, provocada por la actividad agrícola y acuícola; y, la extracción de materiales pétreos. La construcción de presas representa también una amenaza muy importante, ya que provoca una modificación substancial del régimen hidrológico natural de los ríos, tanto en el tiempo como en los volúmenes de descarga, así como la disminución del aporte de sedimentos de estos a las planicies costeras y las costas.

En el caso de las cuencas del río Acaponeta y el río Bejuco, el mayor volumen de agua está concesionado para uso acuícola, principalmente para el cultivo de camarón, mientras que en las cuencas de los ríos Cañas y Rosamorada, el mayor volumen está destinado a la actividad agrícola.

Un antecedente importante de los trabajos que se realizan en estas cuencas es el Decreto de 2014 que estableció una zona de reserva de aguas nacionales en el río San Pedro, otro de los ríos que aporta su caudal a Marismas Nacionales. Dicha reserva incluye tres tipos de usos del agua: doméstico y público-urbano; generación de energía eléctrica; y, uso ambiental o para conservación ecológica (DOF 2014).

Descripción del proyecto

El objetivo de este proyecto es reservar un volumen de agua para uso ambiental en las cuencas hidrológicas Acaponeta 1 y 2, Cañas 1 y 2, Rosamorada 1 y 2, y Bejuco 1 y 2, utilizando la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 para la determinación del régimen de caudal ecológico. Con ello se pretende beneficiar positivamente una superficie estimada de 141,190 hectáreas.

El proyecto se enmarca dentro del Programa Nacional de Reservas de Agua (PNRA), que es coordinado por la Subdirección General Técnica de la Conagua, con la colaboración de la Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.,

y la participación de la Conanp y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Conagua, WWF/FGRA, BID 2011).

Las cuencas de los ríos Acaponeta 1 y 2, y Rosamorada 2, se encuentran dentro de las 189 identificadas como zonas de reserva viables, mientras que el resto no presenta una excesiva presión hídrica y el hecho de reservar volúmenes de agua para el ambiente incrementaría la oportunidad de mantener los múltiples servicios ambientales que proporcionan a la Reserva de la Biosfera Marismas Nacionales. Entre éstos destacan: reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático, regulación del clima y captura de dióxido de carbono; mantener la cobertura vegetal para el control de la erosión del terreno, cosecha y suministro de agua, tratamiento de desechos y recarga de acuíferos; proteger los criaderos naturales de las pesquerías ribereñas y de alta mar; mantener los aportes de sedimentos que se almacenan en playas y que constituyen una barrera natural contra huracanes y, proteger los terrenos federales, evitando los asentamientos irregulares, controlando los daños por inundaciones y la extracción de materiales pétreos (grava, arenas, tierra).

Hasta la fecha, las OSC han elaborado los estudios técnicos que requiere la LAN en su Artículo 38 para decretar una zona de reserva de aguas. Se encuentran aún pendientes la publicación de los estudios técnicos realizados y la consulta por parte del Organismo de Cuenca de la Conagua al Consejo de Cuenca, además del resto de pasos descritos en el recuadro siguiente, que son los que se requieren para la declaración de toda zona de reserva de aguas.

Estudio de caudales ecológicos

En general, este estudio consta de una caracterización de la zona y su sistema hidrológico (ríos, cuencas hidrológicas, etc.), sus indicadores socioeconómicos y de uso del suelo/cobertura vegetal y, en segundo lugar, de una aproximación metodológica para determinar el caudal ecológico mediante la NMX-AA-159-SCFI-2012, con una evaluación a detalle del mismo, integrando —en el caso del río Acaponeta— información actualizada del sitio mediante la participación de un grupo multidisciplinario de expertos, que abarcó las siguientes áreas de conocimiento: hidrología, hidráulica, geomorfología, calidad del agua, geohidrología, vegetación, peces, macroinvertebrados acuáticos y aspectos socioeconómicos, así como un resumen general de la importancia ecológica, presión de uso, estado de conservación deseado y objetivo ambiental de las ocho cuencas hidrológicas, una propuesta de caudales ecológicos y reserva de aguas, y finalmente unas conclusiones y recomendaciones al respecto. La información

El proceso requerido para declarar una zona de reserva de aguas nacionales consta de los siguientes pasos:

- Elaboración de los estudios: caudales ecológicos, estudio técnico justificativo y análisis de costo-beneficio (OSC)
- Revisiones técnicas/correcciones y adecuaciones (Conagua)
- Consulta al Consejo de Cuenca (Conagua)
- Validación jurídica (Conagua)
- Aprobación por la Dirección General Adjunta de Política y Regulación Ambiental (Semarnat)
- Autorización de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, Cofemer (Secretaría de Economía, SE)
- Firma del Director (Conagua)
- Envío a la Unidad de Asuntos Jurídicos de la Semarnat para su revisión y validación (Conagua)
- Publicación del ETJ en el DOF (Conagua)
- Publicación en diario de mayor circulación (Conagua)
- Adecuaciones derivadas de la consulta y validación (Conagua)
- Elaboración del proyecto de Reserva (Conagua)
- Validación jurídica (Conagua)
- Validación de la Unidad de Asuntos Jurídicos (Semarnat)
- Aprobación por la Dirección General Adjunta de Política y Regulación Ambiental (Semarnat)
- Autorización de la Cofemer (SE)
- Dictamen de no impacto presupuestario (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, SHCP)
- Validación de la Consejería Jurídica (Ejecutivo Federal)
- Firma del Presidente de la República
- Publicación en el DOF del Decreto de la Zona de Reserva de Aguas

hidrológica provino, principalmente, de los datos de caudales colectados en la red de estaciones hidrométricas que tiene Conagua en la zona de interés.

Estudio técnico justificativo (ETJ)

El ETJ permitió identificar la situación integral de la región hidrológica y de la cuenca/s o subcuencas que se pretendían declarar en reserva y consta de: la delimitación geográfica del área y del sistema hidrológico; una caracterización socioeconómica; usos del suelo y cobertura vegetal; usos y disponibilidad del agua; un apartado específico dedicado a describir el caudal ecológico y los resultados de los estudios llevados a cabo para todas las cuencas hidrológicas implicadas; un apartado sobre la calidad del agua; una descripción de los instrumentos normativos ambientales aplicables en la zona; la regulación del uso, explotación o aprovechamiento de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes (superficiales y subterráneos) y los instrumentos que regulan la misma en el área de estudio; problemática existente (restricciones legales y contaminación); y, finalmente las conclusiones y recomendaciones.

Análisis costo-beneficio

Este análisis consiste en una evaluación donde se refleja que los programas y proyectos que las dependencias y entidades del Gobierno federal tienen a su cargo son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables.

Evaluación del uso de las reservas de agua nacionales

Ventajas del uso de las reservas de agua

- Representan beneficios para la gestión del agua, además de ser un instrumento que apoya la funcionalidad del ciclo hidrológico y sus servicios ambientales, así como una medida de adaptación al cambio climático.
- Permiten reducir el escenario de escasez y de conflictos por el agua, y aportan certeza a los diferentes sectores de usuarios, lo cual brinda la oportunidad de trabajar de manera conjunta en la planeación y administración del recurso a largo plazo.
- Otorgan una protección jurídica ante el otorgamiento de concesiones y asignaciones por parte de la Conagua, ya que estas no deben afectar al volumen de agua reservado.
- Aunque la LAN no prevé un término mínimo ni máximo para su vigencia, las reservas de agua que han sido declaradas hasta la fecha fueron por 50 años.

Desventajas del uso de las reservas de agua

- No se ha desarrollado a detalle el marco jurídico establecido en la LAN y su Reglamento para las reservas de agua. Por ejemplo, un procedimiento más detallado para declararlas o los requisitos que deben cumplir los estudios técnicos.
- Los estudios necesarios para su establecimiento son complejos y requieren de una buena inversión tanto en tiempo como en cuanto a su costo, especialmente los que se llevan a cabo utilizando el método holístico, además de requerir de una buena coordinación entre todos los participantes en el proceso.
- En ocasiones no se dispone de datos hidrométricos suficientes para llevar a cabo los estudios requeridos.
- El desarrollo de las zonas de reserva para uso ambiental o conservación ecológica se ha enfrentado, en ocasiones, a una falta de entendimiento y voluntad política por parte de las instancias locales encargadas de promoverlas.
- En zonas con alta presión sobre el recurso hídrico y escasa disponibilidad existe un rechazo por parte de otros usuarios a declarar zonas de reserva para uso ambiental y también la tendencia a relegar su declaración, priorizando aquellas relacionadas con la generación de energía eléctrica o uso doméstico y público-urbano. Esto último puede provocar que la Conagua, durante el proceso de las revisiones técnicas, decida reducir el volumen a reservar con fines ambientales o para conservación ecológica.
- Las cuencas con alta presión hidrológica, sin disponibilidad de agua superficial o en mal estado de conservación no son candidatas idóneas para el establecimiento de reservas de agua.

Lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del proyecto

- Es imprescindible mantener actualizado el Registro Público de Derechos de Agua (Repda) o base de datos de los títulos o concesiones y asignaciones de aguas superficiales y subterráneas, para que las autoridades y

la sociedad conozcan exactamente quiénes extraen agua y en qué cantidad, y así poder evaluar la oferta y demanda del recurso, así como prever y solucionar potenciales conflictos por el mismo. También es importante que los volúmenes reservados sean medidos regularmente para poder comprobar su efectividad.

- Es importante socializar con los diferentes usuarios del agua el concepto y beneficios de las zonas de reserva para uso ambiental, así como trabajar estrechamente con ellos, con el objeto de establecer una visión común del desarrollo regional incorporando la dimensión ambiental a la gestión del agua.
- La participación de OSC con capacidad técnica y/o de los miembros del Consejo de la Cuenca es muy importante durante el proceso de la elaboración de los estudios, ya que permite tener una opinión calificada e informada para “defender” los volúmenes de caudal ecológico.
- Es importante vincular las zonas de reserva de aguas con otros instrumentos de conservación, para que otras entidades públicas se conviertan también en garantes de las mismas, como es el caso de la Conanp, órgano desconcentrado de la Semarnat que se encarga de fomentar y desarrollar actividades tendentes a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las ANP y en sus zonas de influencia, entre otras funciones.
- Se considera recomendable complementar la administración del recurso hídrico mediante la constitución de los Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas (Cotas) en aquellos lugares donde no existen aún, o donde existen, pero no están operando de forma efectiva, para lograr un mejor manejo integral de los acuíferos y del agua superficial.
- Es recomendable establecer un programa de pago por servicios ambientales de largo plazo en las zonas prioritarias proveedoras de servicios hidrológicos, para incentivar el cuidado de los bosques que captan el agua y asegurar el suministro y la conectividad de las cuencas.



Proyecto binacional para restaurar el delta del río Colorado, en Baja California y Sonora⁴

Antecedentes y problemática

El río Colorado nace en las Montañas Rocallosas, en el centro-norte del estado de Colorado, y a partir de ahí comienza a fluir hacia el suroeste a través de Utah, Arizona, Nevada, California, en Estados Unidos, y Baja California y Sonora, ya en territorio mexicano. En total, recorre 2,334 km hasta su desembocadura en el golfo de California, drenando una cuenca de aproximadamente 637,137 km², en la que se incluye parte de Wyoming y Nuevo México, lo que representa 7% de la superficie de Estados Unidos (Geoenciclopedia 2017). Más de 85% del volumen de agua disponible en la cuenca es captada en las montañas del estado de Colorado, en un área que cubre tan sólo 15% de la misma, mientras que el volumen de agua producido en la cuenca es de alrededor de los 17,000 millones de metros cúbicos (Mm³) anuales. Sin embargo, 70% de dicho volumen anual fluye en la temporada de deshielo, de mayo a julio (Hinojosa *et al.* 2010). El río presenta más de 25 afluentes que lo proveen de un flujo continuo de agua y drena principalmente zonas áridas y semiáridas. Su curso está interrumpido por varias presas que desvían el agua, la cual se utiliza en 80% para regar cultivos, mientras que otra parte se utiliza para proveer de agua potable a las principales ciudades del Oeste de Estados Unidos, dentro y fuera de la cuenca, incluyendo a Denver, Los Ángeles, Las Vegas, Phoenix y San Diego (Geoenciclopedia 2017). Se calcula que el río y sus afluentes suministran agua a cerca de 40 millones de personas e irrigan cultivos en 2.2 millones de hectáreas. Su cuenca en México incluye la región del valle de Mexicali y el delta, que se extienden sobre una superficie de 12,700 km², lo cual supone aproximadamente 2% del área total de la misma y al igual que ocurre en Estados Unidos, el agua está asignada por completo para distintos usos, entre los cuales destaca la agricultura, a la que se destina aproximadamente 85% del caudal, y el resto sirve para satisfacer las necesidades de las ciudades de Baja California, incluyendo a Mexicali, Tecate, Tijuana y Ensenada (Hinojosa y Carrillo 2010). La región del delta abarca el cauce principal desde la presa Morelos hasta el estuario ubicado en el Alto Golfo de California, en un tramo de 140 km, además de un área de humedales de aproximadamente 100,000 hectáreas, incluyendo el corredor ripario del río Colorado, el río Hardy, la Ciénega de Santa Clara, los humedales El Doctor y la zona estuarina intermareal.

⁴ Se agradece el apoyo del Dr. Osvel Hinojosa Huerta, Director del Programa de Agua y Humedales de Pronatura Noroeste, A.C., quien proporcionó la información para la integración de este apartado, así como a los miembros de la Coalición Raise the River, quienes han realizado trabajos en la región a lo largo de 20 años, misma que incluye a las siguientes instituciones: National Audubon Society, Restauremos El Colorado, Pronatura Noroeste, Sonoran Institute, The Nature Conservancy y The Redford Center.

A pesar del deterioro que ha sufrido, el delta del río Colorado continúa teniendo una importancia ecológica continental, ya que es un punto donde se detienen las aves durante sus rutas de migración por el corredor del Pacífico, con más de 380 especies documentadas que representan 55% de todas las especies de Norteamérica, incluyendo algunas aves endémicas y protegidas, como el Palmoteador de Yuma (*Rallus obsoletus yumanensis*), y en peligro de extinción, como el Ralito Negro (*Laterallus jamaicensis coturniculus*) (Hinojosa *et al.* 2007). Además, sus áreas estuarinas son un lugar importante de reproducción, cría y alimentación de numerosas especies marinas con un elevado valor económico, como son el camarón y la curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), así como de especies en riesgo, como la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (Zamora *et al.* 2007).

Durante más de seis millones de años, el delta se extendió por más de dos millones de hectáreas, con extensos humedales y cursos de agua desde la punta suroeste de los Estados Unidos hasta el golfo de California. Sin embargo, hoy en día y a medida que la región del oeste americano exigía más del río, los flujos disminuyeron y el río se secó, las plantas, animales y la vida marina comenzaron a desaparecer, y las comunidades nativas que una vez prosperaron a lo largo de sus riberas también decayeron.

Fundamentalmente esto fue causado porque tanto en México como en Estados Unidos se repartió el total del agua disponible en la cuenca para distintos usos consuntivos y no se asignó agua para la protección ambiental del delta. La situación se vuelve más compleja, ya que existe una sobreasignación de aproximadamente 16% del agua del río y además, los pronósticos de cambio climático indican posibles reducciones importantes en la cantidad de agua que fluye anualmente en la cuenca. A pesar de esto, en el delta del río Colorado aún existen humedales remanentes de importancia para la conservación y con potencial de ser restaurados.

La conservación de este ecosistema es una responsabilidad compartida entre México y Estados Unidos, entre instituciones gubernamentales y no gubernamentales y entre todos los usuarios del agua. Como mínimo, la cooperación binacional es necesaria para proveer el marco legal requerido para que los esfuerzos de colaboración sean exitosos, ya que el Tratado de Aguas que rige la distribución de este recurso natural entre ambos países, que fue suscrito el 3 de febrero de 1944 y entró en vigor el 8 de noviembre de 1945 (DOF 1946), no tomó en consideración la necesidad de proteger los valores ambientales del delta. Respecto a quiénes son los responsables de su conservación, los puntos de vista predominantes en ambos países son, como se podría esperar, opuestos. Así, mientras Estados Unidos considera que, dado que el delta se encuentra esencialmente en territorio mexicano, debe ser México el principal responsable de protegerlo y restaurarlo, México, por su parte, asume lo anterior,

El caso de la **restauración del delta del río Colorado** incluye una zona del cauce principal del río a partir de la presa Morelos, ubicada en la frontera entre México y Estados Unidos, hasta su estuario en el golfo de California y sitios aledaños, que forman parte de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y de áreas designadas como humedales de importancia internacional en la Convención de Ramsar. Durante más de cincuenta años, el río Colorado dejó prácticamente de fluir hacia su desembocadura a causa de la sobreexplotación del agua, destinada principalmente a uso urbano y agrícola en ambos lados de la frontera. Sin embargo y a pesar del deterioro, esta zona continúa teniendo una extraordinaria importancia ecológica, ya que, entre otras cosas, en ella encuentran refugio las aves que migran a través del corredor del Pacífico y sus áreas estuarinas son un lugar importante de reproducción, crianza y alimentación de numerosas especies marinas con un elevado valor económico y también de especies en riesgo.

En este caso, la estrategia adoptada por las organizaciones participantes se ha enfocado en distintas actuaciones orientadas a recuperar una dinámica fluvial que permita mantener sistemas ecológicos funcionales, entre las que destacan: la creación de un Fideicomiso de Agua; la colaboración binacional Estados Unidos-México para la obtención de una cantidad de agua adicional a la otorgada a México en el Tratado firmado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de

América de Distribución de las Aguas Internacionales de los Ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América, hasta el Golfo de México (Tratado de Aguas); la gestión en el otorgamiento de concesiones de terrenos federales cuya administración compete a la Conagua para la protección de sitios de restauración de vegetación riparia; la firma de un Convenio de Concertación con el Gobierno del Estado de Baja California y la Conagua para destinar una parte del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) “Las Arenitas” para recuperar el caudal ecológico del río Hardy, que es un tributario del Colorado; y, la creación de un humedal artificial en dicha PTAR para incrementar la efectividad del tratamiento y mejorar la calidad del agua que llega al río.

Para los fines del presente documento, se deben diferenciar las concesiones de aguas superficiales, que otorga la Conagua a las personas físicas o morales para el uso, aprovechamiento y explotación de las aguas que se encuentran en la superficie del territorio nacional, como ríos, presas, arroyos, lagos, manantiales, esteros, canales, etc., de aquellas concesiones para la ocupación de terrenos federales, que también otorga la Conagua con base en los Artículos 113 y 118 de la LAN, a las personas físicas o morales, para ocupar las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos, entre otros bienes de propiedad nacional, toda vez que en el proyecto de restauración del delta del río Colorado se han utilizado ambos tipos de concesión para lograr sus objetivos.

pero también argumenta que el río Colorado es controlado fundamentalmente por los Estados Unidos y que ha sido su gestión la que ha provocado la severa degradación de la calidad y cantidad de agua que llega al mismo, lo que provoca el deterioro de sus hábitats. Sin embargo, en las últimas décadas se ha incrementado el interés por comprender mejor el funcionamiento y resiliencia del delta, resultando en un aumento en los esfuerzos de investigación que se realiza al respecto, tanto por los gobiernos de ambos países, como por los académicos y las OSC, incorporando también los conocimientos tradicionales procedentes de las comunidades locales, lo cual ha llevado a una mayor comprensión de la gran importancia de esta área entre los actores involucrados en el río Colorado.

Descripción del proyecto (Hinojosa 2007)

Una coalición binacional de OSC, que incluye a National Audubon Society (NAS), Pro-natura Noroeste, A.C. (PNO), Restauremos El Colorado, A.C. (REC), Sonoran Institute (SI), The Nature Conservancy (TNC) y The Redford Center (TRC), han llevado a cabo en los últimos años un proyecto cuyo objetivo general es restaurar el delta del río Colorado mediante la recuperación de su dinámica fluvial para desarrollar sistemas ecológicos funcionales, incluyendo el corredor ripario y las áreas estuarinas.

En 2002 se convocó un taller con especialistas de ambos países, en el cual se identificaron las quince prioridades de conservación para el delta, divididas entre las áreas con necesidad de restaurarse, como el corredor ripario y las áreas estuarinas, y aquellas áreas que necesitaban acciones de protección, como la Ciénega de Santa Clara y los humedales El Doctor. Además de la identificación de las áreas prioritarias de atención, el documento identificó sus principales amenazas y las oportunidades existentes para reducirlas o eliminarlas. A partir de ese proceso, se generó una visión binacional y un entendimiento común sobre los alcances de esta iniciativa. En particular, los participantes definieron que la meta no era restaurar el delta a su condición de hace 100 años, antes de la construcción de las presas y el desarrollo hídrico de la cuenca, sino, por una parte, proteger los humedales remanentes, y por otra parte, restaurar los tipos de hábitats más vulnerables, en particular el sistema ribereño y los bosques nativos de sauces, álamos y mezquites (Zamora *et al.* 2005), planteando como meta a largo plazo el mantener un sistema funcional de sitios y corredores biológicos ecológica e hidrológicamente funcionales, representando la diversidad de tipos de hábitats en la región, sustentando la biodiversidad nativa y las comunidades humanas del delta del río Colorado (Raise the River 2016). Así, las principales intervenciones del proyecto se han centrado en:

Asegurar volúmenes de agua para fines ambientales que permitan restaurar y conservar los bosques de galería y humedales del río Colorado, determinando que una de las mejores estrategias para conseguirlo en el corto plazo era mediante el uso de agua procedente de derechos de riego del Distrito de Riego 014 Río Colorado, ubicado en el valle de Mexicali. Para asegurar estos volúmenes, se creó en el año 2008 el Fideicomiso de Agua para la Restauración del Delta del Río Colorado, siendo algunos objetivos específicos del mismo obtener terrenos y la transmisión de derechos de agua, con el propósito de: conservar el ecosistema y la riqueza natural de la región para el beneficio de las generaciones presentes y futuras; trabajar con las instituciones municipales, estatales y federales para implementar un programa de restauración científicamente diseñado destinado a garantizarla conservación de los ecosistemas de la región; establecer zonas de demostración para restauración, manejo, investigación, monitoreo y educación ambiental; realizar contratos con propietarios para garantizar acciones de conservación y restauración en el largo plazo, como compra de tierras, servidumbres ecológicas, usufructos y arrendamientos; establecer estrategias para la obtención de fondos que permitieran lograr los objetivos del Fideicomiso; y, establecer lineamientos para la administración de los bienes del Fideicomiso para garantizar la restauración, conservación y monitoreo de los humedales del delta, asegurando así la generación de servicios ambientales que provean beneficios para la sociedad.

Derivado de cambios efectuados en la normatividad fiscal en México y de las experiencias obtenidas durante la implementación de los mecanismos por medio de la figura del Fideicomiso, las organizaciones socias decidieron migrar el proceso e implementar las acciones por medio de una nueva asociación civil, denominada Restauremos El Colorado A.C. (REC), que se creó con el fin específico de cumplir con las mismas metas que se establecieron para el Fideicomiso de Agua. Todas las actividades que realiza REC están autorizadas por su Consejo Directivo y se rigen por un Plan Anual, que es generado por un Comité Directivo de Agua, integrado por un representante de cada una de las OSC implicadas, además de considerarse actuaciones prioritarias y cumplir con la normatividad vigente.

Asegurar un flujo base para el río Hardy, río tributario del Colorado que hasta el año 2007 únicamente se abastecía de aguas de retorno agrícola del Distrito de Riego 014 Río Colorado. A pesar de su alta salinidad, este río fue considerado una de las áreas de conservación prioritarias, con un gran potencial para su restauración, siempre que se contara con más agua y de mejor calidad. La prin-

cipal estrategia utilizada ha sido el acuerdo de algunas OSC con el Gobierno del Estado de Baja California, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali y la Conagua, mediante el cual se garantiza que 30% del efluente tratado de la PTAR “Las Arenitas” se destine como caudal ecológico para el río Hardy.

Asegurar flujos ambientales para el estuario. Para asegurar la restauración del delta es imprescindible que se complementen los esfuerzos de restauración del río con los del estuario y con este objetivo SI y TNC, con la participación de instituciones académicas, otras OSC y dependencias de gobierno, han coordinado un esfuerzo para integrar la información biofísica de la zona y generar estrategias de restauración. Los planteamientos incluyen la rehabilitación de canales para facilitar la conexión entre los flujos de los ríos Hardy y Colorado con las mareas del Alto Golfo, y la asignación de volúmenes de los derechos de riego, de tal forma que el agua alcance a llegar a esta zona. Estos flujos ambientales incluyen a los llamados flujos pulso, también conocidos como flujos de inundación de primavera, los cuales son fundamentales para fomentar la germinación y reclutamiento de plantas nativas, simulando el hidropereodo natural del río. Sin embargo, mientras que los flujos base pueden, potencialmente obtenerse en México, para asegurar los flujos pulso se ha necesitado de una colaboración binacional, dado que la cantidad necesaria de agua no es posible obtenerla periódicamente bajo las previsiones del Tratado de Aguas, ya que el agua entregada a México está prácticamente asignada en su totalidad.

Proteger y gestionar las zonas federales o de ribera. Para conseguir este objetivo, tanto instituciones gubernamentales como las OSC implicadas concluyeron que las dos mejores maneras de hacerlo era a través de la obtención de concesiones de la ribera o zona federal que se encuentra a cargo de la Conagua, la cual está definida en el Artículo 3, fracción XLVII de la LAN, para implementar trabajos de restauración en zonas críticas y gestionarlas con propósitos de conservación y también mediante la implementación de algún instrumento público de conservación a nivel estatal o federal, como por ejemplo un parque estatal, con las cuales se asegurara la participación del sector público y se garantiza en el largo plazo la protección de las zonas restauradas.

Colaboración a nivel comunitario, con el objetivo de generar el sustento social que permita contribuir al éxito del proyecto a largo plazo, por medio de la reconexión de las personas de la región con el río y su entorno natural. Las actuacio-

El proceso de restauración del delta del río Colorado ha sido complejo y dinámico, por lo que se ha basado en principios del manejo adaptativo. Así, en términos generales, ha constado de las siguientes etapas:

- Instrumentos de protección y reconocimiento internacional
- Inventario, investigación, identificación de prioridades y generación de estrategias
- Implementación de las estrategias:
 - a) Proceso binacional para la asignación de flujos ambientales (OSC/CILA);
 - b) Desarrollo de mecanismos para transmisión de derechos de agua (OSC);
 - c) Desarrollo de mecanismos de gestión y participación en políticas públicas (OSC);
 - d) Constitución del Fideicomiso de Agua (OSC);
 - e) Protección de humedales clave por medio de servidumbres (OSC);
 - f) Protección de sitios de restauración por medio de concesiones de terrenos federales administrados por Conagua (OSC);
 - g) Convenio de Concertación PTAR “Las Arenitas” (OSC/ Gobierno estatal de Baja California/Conagua);
 - h) Construcción del humedal artificial en PTAR “Las Arenitas” (OSC/Gobierno estatal de Baja California);
 - i) Conservación y restauración de hábitat (OSC/Varias dependencias de gobierno)

nes en este sentido han consistido en la implementación de proyectos de restauración comunitaria en el río Colorado y en el río Hardy, así como el desarrollo de campañas de educación ambiental y jornadas con voluntarios, para las cuales se buscó la participación de grupos locales no específicamente implicados en la protección del ambiente, con el objeto de que, a través de su colaboración en diferentes componentes de un programa de restauración, fuese integrada la perspectiva de la comunidades locales y sus necesidades en la iniciativa, asegurando así su compromiso a largo plazo. El objetivo final consiste en trasladar la responsabilidad de la administración de dichos sitios a instituciones locales y grupos comunitarios.

Instrumentos de protección y reconocimiento internacional

Los instrumentos de política ambiental, tanto nacionales como aquellos derivados de la participación de México en Convenios internacionales, otorgan a los proyectos de conservación y restauración ecológica un marco sólido de gobernanza que facilita su implementación en campo y permiten lograr mejores resultados a largo plazo. En el delta del río Colorado se cuenta con los siguientes instrumentos:

- El ANP denominada Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, que cuenta con una superficie de 934,759.25 hectáreas, fue establecida el 10 de junio de 1993. Su primer programa de manejo se publicó en el DOF el 2 de julio de 1996 y fue actualizado el 25 de septiembre de 2009.
- Dos sitios designados como Humedales de Importancia Internacional bajo la Convención de Ramsar: los Humedales del Delta del Río Colorado, ubicados en Sonora y Baja California, sitio inscrito el 20 de marzo de 1996 y que tiene una superficie de 250,000 hectáreas, y el Sistema de Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado, ubicado en los mismos estados e inscrito el 2 de febrero de 2008, con una superficie de 127,614 hectáreas.

Inventario, investigación, identificación de prioridades y generación de estrategias

- El trabajo de restauración en el delta del río Colorado se inició con la elaboración de los inventarios de flora y fauna presentes en la región y la investigación científica para documentar el estado de los humedales remanentes, su relación con los flujos de agua y las oportunidades binacionales de conservación y restauración de la región. Esto se consolidó mediante el desarrollo de una visión binacional

consensuada respecto a las prioridades de restauración (Zamora *et al.* 2005). Toda la información se documentó por medio de la publicación de los siguientes trabajos, que han sido puntos de referencia a lo largo del tiempo en el proceso de recuperación de este ecosistema:

- Wetland Management and Restoration in the Colorado River Delta: the First Steps (Valdés *et al.* 1998).
- A Delta Once More (Luecke *et al.* 1999).
- Volumen especial del Journal of Arid Environments, con quince artículos que contienen los resultados de investigaciones realizadas en el delta del río Colorado (Glenn *et al.* 2001a, Glenn *et al.* 2001b, Stromberg 2001, Cohen *et al.* 2001, Zamora *et al.* 2001, García *et al.* 2001a, Nagler *et al.* 2001, Levine *et al.* 2001, Marler *et al.* 2001, Vandersande *et al.* 2001, García *et al.* 2001b, Hinojosa *et al.* 2001, Rodríguez *et al.* 2001, Varady *et al.* 2001, Pitt 2001).
- Prioridades de Conservación en el Delta del Río Colorado en México y los Estados Unidos (Zamora *et al.* 2005).

Implementación de las estrategias

a) Proceso binacional para la asignación de flujos

Dentro del marco del Tratado de Aguas y previo a la firma del Acta 319 el 20 de noviembre de 2012, que tiene una vigencia de 5 años, se firmaron entre México y los Estados Unidos otras tres Actas que allanaron el terreno y favorecieron la cooperación binacional en materia de aguas, siendo estas:

- El Acta 306 “Marco Conceptual entre México y Estados Unidos para el Desarrollo de Estudios que Permitan Emitir Recomendaciones Respecto a la Ecología Ribereña y del Estuario del Tramo Limítrofe del Río Colorado y su Delta”, que se firmó el 12 de diciembre de 2002 y representó el primer paso acordado entre ambos países en cuanto a cuestiones ambientales (CILA 2002).
- El Acta 316 “Uso del Dren de desvío Wellton Mohawk y de la infraestructura necesaria en Estados Unidos para la conducción de agua de México y las organizaciones no gubernamentales de ambos países, hacia el Estero de Santa Clara, durante la prueba piloto de la planta desaladora de Yuma”, firmada el 16 de abril de 2010, mediante la cual se aprobó el uso del dren de desvío Wellton Mohawk y de la infraestructura necesaria en los Estados Unidos para la conducción temporal de 12.3 Mm³ de agua hacia el estero de Santa Clara, durante la prueba piloto de la planta desaladora de Yuma, ubicada en el estado de Arizona (CILA 2010a).



- El Acta 317 “Marco conceptual para las conversaciones México-Estados Unidos, relativas a las acciones de cooperación sobre el Río Colorado”, que se firmó el 17 de junio de 2010 y mediante la cual se establecieron las bases para continuar con las conversaciones entre los dos países relativas a las acciones de cooperación binacional sobre el río Colorado, en materias tales como: la conservación del agua; la identificación de nuevas fuentes de suministro; la mejora en la operación del sistema hidrológico e hidráulico; y, la búsqueda de fuentes de agua para propósitos ambientales, entre otros (CILA 2010b).

El Acta 319 “Medidas Interinas de Cooperación Internacional en la Cuenca del Río Colorado hasta 2017 y Ampliación de las Medidas de Cooperación del Acta 318, para Atender los Prolongados Efectos de los Sismos de Abril de 2010 en el Valle de Mexicali, Baja California” (CILA 2012) se encuentra vigente hasta finales de 2017, mediante la misma Estados Unidos y México acordaron un programa piloto para proporcionar agua en el tramo limitrofe del río Colorado y su delta, mediante flujos base y de pulso, habilitando también el intercambio de “Agua Mexicana Creada Intencionalmente” (ICMA, por sus siglas en inglés) y “Excedentes Creados Intencionalmente” (ICS, por sus siglas en inglés), a través de la participación de los dos países y de las OSC. Es importante resaltar que este acuerdo supone un parteaguas en el manejo binacional de la cuenca, ya que por primera vez se destinó agua para fines de restauración del delta del río Colorado en el Tratado de Aguas. El Acta también reconoce la necesidad de acompañar el envío de agua con esfuerzos de restauración en campo, por lo que se asignaron \$3 millones de dólares para proyectos de restauración y ambos gobiernos acordaron financiar acciones de investigación científica y monitoreo, con el objeto de determinar los efectos hidrológicos y biológicos de los flujos ambientales en el ecosistema.

De los 195 Mm³ que se acordaron aportar para el componente ambiental del Acta 319: un tercio lo aportaría México, procedente de Agua Mexicana Creada Intencionalmente, que se encontraba almacenada en el lago Mead, Nevada y que es agua que México no había utilizado debido a las obras que tuvo que llevar a cabo en el valle de Mexicali para reparar la infraestructura dañada en el Distrito de Riego 014 a causa de los sismos de 2010; otro tercio lo aportaría Estados Unidos, de Agua Mexicana Creada Intencionalmente convertida en Excedentes Creados Intencionalmente y finalmente, el otro tercio (65 Mm³) sería aportado por la coalición de OSC mediante el Fideicomiso de Agua para la Res-

tauración del Delta del Río Colorado. En cumplimiento del Acta, un flujo pulso de aproximadamente 130 Mm³ fue liberado a través de la presa Morelos en la frontera entre México y Estados Unidos hacia el corredor ripario del delta del río Colorado durante un periodo de ocho semanas, desde el 23 de marzo del 2014 hasta el 18 de mayo del 2014. Los flujos máximos fueron liberados cerca del inicio de este periodo, para simular una inundación de primavera y parte del agua del flujo pulso fue liberada hacia el corredor ripario por medio de los canales de riego del valle de Mexicali. El volumen de flujo base aportado por las OSC se está entregando cada año, durante un periodo que abarca desde diciembre del 2012 hasta diciembre del 2017, de manera diaria, en sitios de restauración nuevos o preexistentes, como son: Miguel Alemán, El Chausse, Laguna Grande y hacia el río Colorado. El compromiso de las OSC es entregar los 65 Mm³ en este periodo de cinco años, variando los volúmenes de entrega anual aportados entre los 5 y los 25 Mm³.

b) Desarrollo de mecanismos para transmisión de derechos de agua

Una de las estrategias fundamentales para la restauración de este ecosistema es asegurar fuentes de agua para el medio ambiente y uno de los mecanismos identificados para lograr dicha estrategia fue la transmisión de derechos de riego en el valle de Mexicali. Entre los años 2004 y 2007 se realizaron acciones para entender los procesos legales, culturales, sociales y económicos relacionados con la transmisión de estos derechos, de acuerdo a: la LAN y su Reglamento; el Reglamento del Distrito de Riego 014; los Estatutos y forma de operación de la Asociación de Usuarios del Agua y los Módulos de Riego del Distrito 014; y, los distintos acuerdos del Comité Hidráulico del Distrito de Riego 014. Con esta información, se generaron los protocolos para poder transmitir derechos de riego para la restauración con certeza jurídica, llevándose a cabo las primeras transmisiones de los mismos en 2007 por PNO, con apoyo de la Ley de Conservación de Humedales de América del Norte (North American Wetlands Conservation Act) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service), constituyéndose como el antecedente del proceso que aún continúa siendo utilizado para estos fines.

c) Desarrollo de mecanismos de gestión y participación en políticas públicas

El apoyo institucional de las dependencias de gobierno, fundamentado en instrumentos de legislación, políticas públicas o convenios, brinda el sustento que ha permitido avanzar en los logros de asignación de agua para el ambiente y en

la restauración del hábitat. En particular, se ha trabajado con la Conagua y la CILA, así como con las asociaciones de usuarios del agua del valle de Mexicali. En este sentido, el grupo de las OSC logró tener representación en el Consejo de Cuenca de la Península de Baja California en el año 2009, por parte de la sociedad civil, y gestionaron en el 2012 la creación del Grupo Especializado de Trabajo en Humedales del Delta del Río Colorado (GETH), presidido por PNO, como un órgano asesor del Consejo de Cuenca. Esto ha resultado en la formalización con las dependencias de gobierno y usuarios del agua de un consenso sobre la visión de restauración del delta del río Colorado, de los acuerdos para la implementación del envío de flujos ambientales y de las acciones de restauración del hábitat.

A su vez, PNO ha firmado una serie de convenios de colaboración con la Conagua: en el año 2011, para colaborar a nivel nacional en la protección y recuperación de humedales; en 2012, para colaborar específicamente en la restauración del delta del río Colorado y para la implementación del Acta 319; y en 2014 y 2015, para la implementación del programa de flujo base para el río Colorado en el marco del Acta 319, con la participación también de la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego del Valle de Mexicali. Asimismo, PNO ha firmado convenios de colaboración en 2014, 2015 y 2016 directamente con los Módulos de Riego, que son manejados por los agricultores del valle de Mexicali, para la conducción y entrega de volúmenes de agua con fines ambientales, que sirven de base legal para hacer llegar el agua a los sitios de restauración y al río.

Respecto a la CILA, en el año 2010 las OSC fueron parte de las negociaciones binacionales y la implementación del Acta 316 del Tratado de Aguas, para la protección de la Ciénega de Santa Clara por medio del envío de flujos ambientales. Posteriormente, formalizaron su posición en las negociaciones binacionales entre México y Estados Unidos acerca del río Colorado por medio del Acta 317, bajo la cual se integra el Grupo Binacional de Trabajo Ambiental, copresidido por PNO y Environmental Defense Fund (posteriormente substituido por NAS).

d) Constitución del Fideicomiso de Agua

Como ya se ha comentado, el Fideicomiso se estableció en el año 2008 como un mecanismo financiero y legal para la implementación del proceso de transmisión de derechos de agua, con el objetivo de permitir la participación conjunta de las diferentes OSC con transparencia, efectividad, certeza jurídica y cumplimiento fiscal. Después de seis años de experiencia, una evaluación de su funcionamiento y tras algunos cambios en la normatividad fiscal en México, el grupo decidió migrar el proceso de implementación hacia una asociación civil creada con el fin específico de cumplir los mismos ob-



jetivos para los cuales se creó el Fideicomiso de Agua. De esta manera se creó REC, lo que ha permitido dar continuidad al proceso de transmisión de derechos de agua con mayor efectividad.

e) Protección de humedales prioritarios por medio de servidumbres ecológicas

A la par del aseguramiento de las fuentes de agua, es fundamental establecer los mecanismos de protección que den certeza sobre la conservación de los sitios prioritarios a largo plazo. Para este fin, PNO ha implementado la firma de contratos de servidumbre ecológica con propietarios de predios en los sitios de mayor importancia ambiental, incluyendo los humedales de la Ciénega de Santa Clara y El Doctor. Con este mecanismo, se han protegido 600 hectáreas de humedales de marisma.

f) Protección de sitios de restauración por medio de concesiones de terrenos federales

Una gran parte de los sitios con potencial de restauración se encuentran en la planicie de inundación del río Colorado, en terrenos federales cuya administración compete a la Conagua, por lo que para garantizar la protección de estos sitios y poder asignar derechos de agua hacia estas zonas, PNO ha gestionado la obtención de concesiones de terrenos federales para uso de conservación ambiental en una extensión de 540 hectáreas en dicha planicie, tanto en la zona de Laguna Grande como en El Chausse. También se iniciaron las gestiones para obtener 250 hectáreas en el tramo limítrofe del río Colorado, en el sitio Miguel Alemán. El plan de la coalición es seguir incrementando la superficie protegida por medio de concesiones en terrenos federales, conforme avancen los esfuerzos de restauración, con la meta de alcanzar las 2,500 hectáreas.

g) Convenio de Concertación para destinar 30% del efluente de la PTAR “Las Arenitas” como caudal ecológico para el río Hardy

La necesidad de asegurar fuentes adicionales de suministro al río Hardy fue una de las acciones identificadas en el Plan de Manejo del Río Hardy, desarrollado en el año 2006 mediante un proceso de colaboración entre instituciones de gobierno, OSC y ciudadanos interesados. Finalmente, en el año 2007 se firmó un Convenio de Concertación entre varias OSC (PNO, SI y la Asociación Ecológica de Usuarios del Río Hardy, A.C., o AEURHYC), Conagua, el Gobierno del Estado de Baja California y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), mediante el cual 30% del efluente procedente de la PTAR “Las Arenitas”,

ubicada en la ciudad de Mexicali, sería destinado como caudal ecológico del río, que se traduce en un aporte estimado de 240 litros por segundo hacia el Hardy. El Convenio fue el primero de este tipo firmado en México, y en el mismo cada parte se comprometió a realizar diversas actividades para asegurar su efectiva y eficaz implementación.

h) Construcción de un humedal artificial en la PTAR “Las Arenitas” para el tratamiento del efluente

En el interior de la PTAR fue construido un humedal artificial de 100 hectáreas, con el propósito de mejorar la calidad del agua que se descarga al río Hardy y generar así un flujo ambiental en beneficio del medio ambiente, al servir de hábitat para especies de vida silvestre y brindar, además, oportunidades recreativas y de educación ambiental (Zamora y Santiago 2010).

Actualmente, este humedal se encuentra al 60% de avance en cuanto a su proyecto inicial, y ha generado un hábitat de excelente calidad para una diversidad de especies, incluyendo más de 150 especies de aves, algunas de ellas protegidas, como al Palmoteador de Yuma (Hinojosa *et al.* 2016). Por otra parte, en 70% de los análisis realizados para comprobar la calidad de su agua se cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 (DOF 1998), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. La CESPM, SI y TNC están actualmente negociando la terminación y/o ampliación del humedal de tratamiento.

La creación de humedales en plantas de tratamiento de aguas residuales es un mecanismo que poco a poco se está implementando a nivel nacional. Así, en el año 2015 había ya en todo el país 68 humedales de este tipo, siendo el estado de Oaxaca el que concentra más de la mitad, con 39 de estos (Conagua 2015b).

i) Conservación y restauración de hábitat

Las labores para la creación de un sustento legal y de las voluntades para la recuperación del delta del río Colorado han permitido avanzar en la conservación y restauración del ecosistema. En particular, diferentes estrategias, como el establecimiento de la RB y servidumbres ecológicas y el otorgamiento de concesiones en terrenos federales cuya administración compete a la Conagua, han permitido la conservación de aproximadamente 60,000 hectáreas de humedales de marisma salobre, lagunas someras, planicies lodosas y humedales estuarinos en la parte más baja del delta, incluyendo la región de la Ciénega de Santa

Clara, el río Hardy, los humedales de El Doctor y la zona estuarina. Estos humedales se han mantenido con aportes de agua de drenaje agrícola, efluente tratado, flujos subterráneos y las mareas del Alto Golfo, ya que el tipo de vegetación presente tolera la salinidad, lo que ha permitido que se mantenga con este tipo de fuentes de agua.

Por otra parte, las marismas de agua dulce, el hábitat ribereño y los bosques riparios requieren flujos de agua del río de mejor calidad y por lo mismo son más escasos se encuentran más amenazados. A partir de 2011 se iniciaron acciones de restauración de estos tipos de hábitat a lo largo de la planicie de inundación del río Colorado, que ha consistido en la remoción de especies exóticas como el pino salado (*Tamarix ramosissima*), la reforestación con plantas nativas (incluyendo juncos, álamos, sauces y mezquites) y el mantenimiento de flujos de agua en meandros y el cauce principal del río. Estas acciones han sido implementadas por SI, PNO y REC y a la fecha se han logrado restaurar y proteger 540 hectáreas de hábitat ripario. Además, otro de los componentes con necesidad de ser restaurados en el delta es la zona de interacción entre los flujos de agua dulce con las mareas del Alto Golfo en la parte estuarina. En el año 2015, SI y TNC, junto con otros socios de Raise the River e instituciones académicas, iniciaron los trabajos para restaurar 2,000 hectáreas de lagunas estuarinas donde se facilite esta interacción, que están en sus primeras etapas de planeación, diseño, implementación y monitoreo.

Evaluación de los instrumentos utilizados en la restauración del delta del río Colorado

Ventajas de los instrumentos utilizados en la restauración del delta

- El proceso colaborativo binacional entre México y Estados Unidos ha evolucionado favorablemente y ha creado condiciones para sustentar la asignación de agua para el ambiente a través de las Actas del Tratado de Aguas.
- La creación de una asociación civil sin fines de lucro como mecanismo para la transmisión y salvaguarda de derechos de agua permite gestionar fondos destinados a la protección y conservación ambiental, asegurando que los recursos invertidos sean utilizados para los propósitos para los que estaban destinados.
- La transmisión de derechos de riego es una herramienta que da certeza jurídica sobre estos volúmenes y garantiza su uso para fines de conservación y restauración ecológica.
- Las servidumbres son instrumentos muy efectivos de conservación de sitios prioritarios en terrenos privados y/o sociales donde existe la voluntad de los propietarios para participar en la conservación.



- Las concesiones de terrenos federales cuya administración compete a la Conagua para restauración y conservación ambiental son instrumentos oponibles frente a terceros, con vigencia de hasta por 30 años, con opción a ser renovados y están exentas del pago de derechos, de acuerdo con lo previsto en la LFD.
- Los convenios de concertación permiten celebrar acuerdos entre entidades públicas y el sector social y privado para definir estrategias conjuntas, alinear la visión de restauración e implementar acciones de manera coordinada a favor del ecosistema.
- El aprovechamiento del efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales para destinarlo a restauración y conservación ambiental es un mecanismo novedoso en México y un medio excelente para obtener volúmenes de agua para estos fines.
- Los humedales artificiales actúan como filtros naturales, además de que requieren muy poco mantenimiento y en su caso, consumo de energía eléctrica, por lo que cuestan mucho menos que los sistemas de tratamiento tradicional de aguas residuales.



Desventajas de los instrumentos utilizados en la restauración del delta

- No obstante que la LAN y su Reglamento ya contemplan el uso ambiental, así como las facultades y obligaciones de la Conagua para lograr el balance ecológico de las cuencas y los humedales, aún hay muchos vacíos respecto a la implementación de los mecanismos para poder asignar agua con fines ambientales, tanto en el caso de reservas de agua, como en los derechos de riego y las concesiones de agua para uso ambiental.
- Lo mismo sucede con los mecanismos de defensa del agua cuando esta fluye por un cauce federal, ya que aunque existe un sustento legal para asegurar que esa agua no sea extraída, los procesos para evitar actos de extracción ilegal de agua son aún poco eficientes.
- La cuenca del río Colorado está sobre-asignada y bajo un fuerte estrés hídrico como resultado de una sequía regional de larga duración. Adicionalmente, las predicciones de cambio climático indican que la producción de agua en la cuenca puede disminuir significativamente en los próximos 50 años. Por otra parte, en toda la cuenca aumentan las necesidades de agua; tal es el caso de Baja California, donde ciudades como Tijuana, Rosarito, Ensenada y Mexicali demandan cada vez más agua para uso doméstico, urbano e industrial, con la consecuente presión sobre el uso agrícola y el ambiente.
- La LFD aún no contempla la exención en el pago de derechos a los concesionarios de agua para uso ambiental, tal y como ya está estipulado para los concesiona-

rios de terrenos federales administrados por la Conagua que realicen acciones destinadas a la conservación o restauración del medio ambiente en la superficie concesionada, supuesto que se encuentra previsto en el Artículo 233 de dicha Ley.

- El proceso de restauración del delta se sustenta en gran parte en mecanismos implementados por OSC, con sus respectivas obligaciones. Esto genera muchas ventajas, pero a la vez genera el reto de requerir la participación continua y a largo plazo de la sociedad civil, incluyendo la necesidad de contar con mecanismos de defensa legal de los sitios y de los derechos de agua.

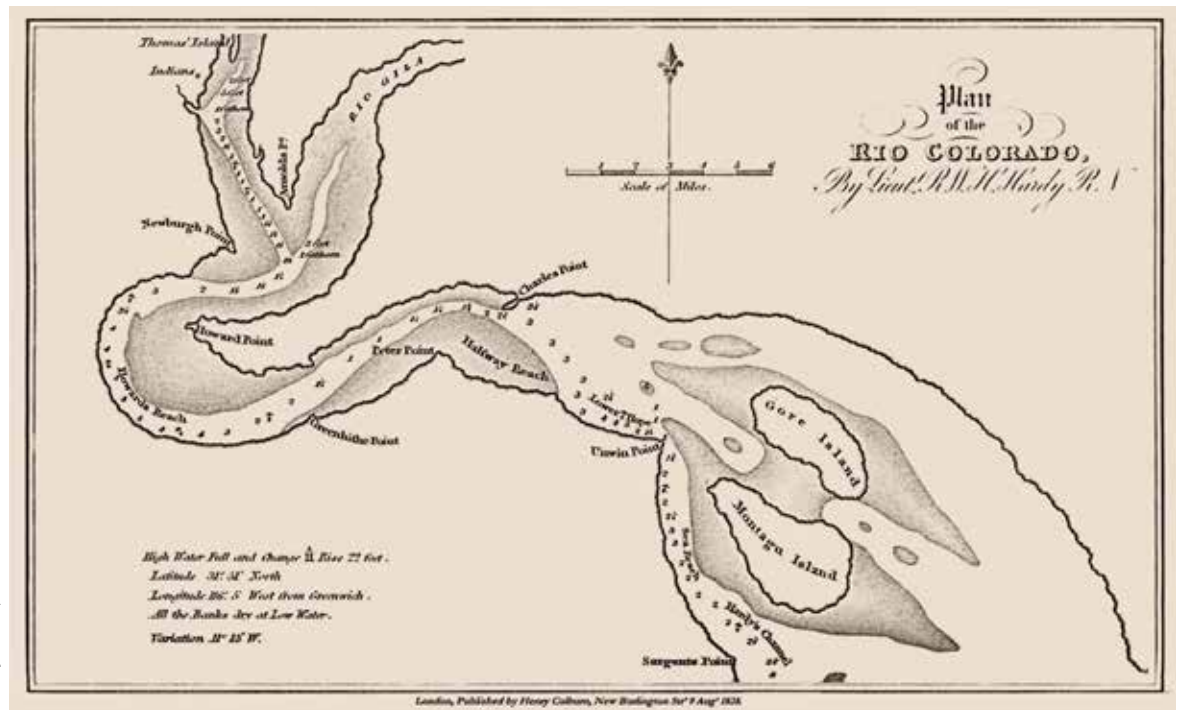
Lecciones aprendidas a lo largo del desarrollo del proyecto:

- Es posible establecer un diálogo positivo con las instituciones gubernamentales mediante la aportación de alternativas proactivas para resolver problemas ambientales. En este caso, ese diálogo hizo posible explorar el uso creativo de los instrumentos existentes en la legislación mexicana y el Tratado de Aguas, como marco de referencia para la restauración del delta del río Colorado.
- No es necesario esperar a tener un marco de colaboración formal antes de comenzar a actuar. Así, los primeros proyectos deben centrarse en los resultados y comenzar a involucrar a la comunidad y los interesados lo antes posible, ampliando su participación y estableciendo los marcos de colaboración formales según sean requeridos.
- Un factor clave para mantener la colaboración en materia de conservación es la planeación de éxitos a corto plazo, los cuales estimulan a los participantes y atraen a su vez a nuevos colaboradores. Sin embargo, es importante mantener la visión de conservación de los ecosistemas a largo plazo, como el marco de actuación para el diseño de las actuaciones a corto plazo.
- Es muy importante incrementar el conocimiento público sobre la problemática ambiental, con el objeto de poder incrementar el apoyo social a los esfuerzos de conservación, lo cual requiere una inversión en tiempo y en recursos.
- La colaboración toma tiempo para desarrollarse y requiere un facilitador para mantener el enfoque del grupo. Esta función puede ser desempeñada, al menos al principio, por una OSC. Sin embargo, esto puede representar un importante desafío de financiamiento, debido al personal, tiempo y recursos necesarios para facilitar el proceso con éxito. Como tal, los esfuerzos de colaboración deben ser apoyados por agencias, fundaciones y líderes empresariales interesados.
- Los proyectos implementados han creado un impulso importante, ya que han generado resultados que demuestran que la restauración es posible, creando apoyo entre los escépticos e inspirando a las comunidades locales a mantener viva la iniciativa.

No obstante los avances substanciales que se han obtenido a lo largo de las últimas tres décadas en la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ambientales y la restauración ecológica de los hábitats dulceacuícolas en México, es mucho lo que aún queda por hacer. Es por esto que debemos de acelerar los esfuerzos para fomentar sinergias positivas entre las dependencias gubernamentales, las OSC, los usuarios y los beneficiarios directos del uso del agua, para que podamos seguir contando con los beneficios sociales, económicos y medioambientales que nos brinda este vital recurso.

- La colaboración entre México y los Estados Unidos ha sido esencial para la creación de un marco que pueda atender las necesidades ambientales del delta.
- El éxito de otros esfuerzos de colaboración que involucran a las instituciones estatales y federales, a las OSC y a otras partes interesadas, ha sido clave para catalizar un diálogo binacional exitoso entre Estados Unidos y México sobre el manejo del río Colorado a través del proceso de la CILA.
- Sin la creación de capacidades y una participación local activa de las comunidades no es posible llevar a cabo programas de restauración que perduren a largo plazo.
- El ecosistema del delta del río Colorado es muy resiliente. Todavía hay grandes oportunidades de restauración y la naturaleza responde favorablemente a las acciones de restauración.
- Es más barato y eficiente conservar que restaurar. A nivel nacional, debe ser una prioridad proteger las cuencas, ríos y humedales que están en buen estado.
- La inversión en ciencia y monitoreo es muy importante. Genera conocimiento sólido para apoyar la toma de decisiones, definir estrategias, ajustar el rumbo del proceso y demostrar los avances con datos tangibles.

(Hardy 1829)



Bibliografía

- Abell R., D. Olson, E. Dinerstein, P. Hurley, J. Diggs, W. Eichbaum, S. Waters, W. Wettengel, T. Allnutt, C. Loucks, P. Hedao, 2000. Freshwater Ecoregions of North America a Conservation Assessment, World Wildlife Fund - Island Press, Washington D.C., 321 pp.
- Aguilar-Amilpa E. 2013. Transmisión de derechos de uso del agua en México: Diagnóstico preliminar. Instituto de Ingeniería, UNAM, preparado para el Taller sobre el Sistema Mexicano de Derechos para la Gestión del Agua. 23/09/2013. 33 pp.
- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Formato cartel.
- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Mapa. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hmapa.html> Última actualización 19/12/2008
- ASK – Amigos de Sian Ka'an. 2017. Programa de Conservación de Agua de Amigos de Sian Ka'an A.C., 2005 – 2017. <www.amigosdesiankaan.org/images/pdf/ProgramaAgua2017.pdf>.
- Bezaury-Creel, J., R. W. Waller, X. Li, S. Anderson, R. Sayre, B. Houseal. 2000a. Conservación de la biodiversidad en México: ecorregiones, sitios y objetos de conservación. Síntesis de los ejercicios de identificación y priorización. Borrador 09/2000. <www.researchgate.net/publication/281359459_DRAFT_Conservation_of_biodiversity_in_Mexico_ecoregions_sites_and_conservation_targets_Synthesis_of_identification_and_priority_setting_exercises_092000_-_BORRADOR_Conservacion_de_la_biodiversidad_en_>.
- Bezaury-Creel, J., R. W. Waller, L. Sotomayor. 2000b. Mexico Freshwater Ecoregions, CONABIO Freshwater Priority Regions and Protected Areas <www.researchgate.net/publication/281361377_Mexico_Freshwater_Ecoregions_CONABIO_Freshwater_Priority_Regions_and_Protected_Areas>.
- Bezaury-Creel J. E., L. Iglesias-Gutiérrez. 2007. El papel de los servicios ambientales para evitar la deforestación en México (Modificado y actualizado a 2017). pp. 17-26. En: Cavalier J., J. Yunis. 2007. Servicios de Ecosistemas en América Latina – Lecciones Aprendidas en Agua Bosques y Ecoturismo. The Nature Conservancy, USAID, Alex C. Walker Foundation. 115 pp. <www.researchgate.net/publication/236262825_El_papel_de_los_servicios_ambientales_para_evitar_la_deforestacion_en_Mexico>.
- Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres-Origel, L.M. Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos, M. Llano, C. Flores, N. Moreno-Díaz. 2017. Base de Datos Geográfica de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, de la Ciudad de México y Municipales. Versión 4.0. 01/05/2017. The Nature Conservancy. México.
- Cabral-Perdomo, H. y M.A. Cruz-Nieto. 2007. Iniciativa de conservación de agua dulce en Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. En: Servicios de Ecosistemas en América Latina. Lecciones aprendidas en agua, bosques y ecoturismo. The Nature Conservancy, USAID y Alex Welicer Foundation, Cartagena de Indias, febrero 14-16 2007. pp. 48-54.
- CAIEJ – Comité de Asociaciones Intermunicipales del Estado de Jalisco. 2017. Foro Internacional de Gobernanza Ambiental, Gobierno del Estado de Jalisco. Folleto. Guadalajara 27/07/2017. México.
- Carabias, J., R. Landa, J. Collado y P. Martínez. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. Universidad Nacional Autónoma de México–El Colegio de México–Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. 2000. Acta 306, Marco conceptual entre México y Estados Unidos para el desarrollo de estudios que permitieran emitir recomendaciones respecto a la ecología ribereña y del estuario del tramo limítrofe del río Colorado y su delta, firmada el 12 de diciembre de 2000, en Ciudad Juárez, Chihuahua. <www.cila.gob.mx/actas/306.pdf>.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. 2010a. Acta 316, Uso del dren de desvío Wellton Mohawk y de la infraestructura necesaria en Estados Unidos para la conducción temporal de 12.3 Mm³ de agua de México y las organizaciones no gubernamentales de ambos países, hacia el estero de Santa Clara, durante la prueba piloto de la planta desaladora de Yuma, firmada el 16 de abril de 2010 en Yuma, Arizona. <www.cila.gob.mx/actas/316.pdf>.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. 2010b. Acta 317, Marco conceptual para las conversaciones México-Estados Unidos, relativas a las acciones de cooperación sobre el río Colorado, firmada el 17 de junio de 2010 en Ciudad Juárez, Chihuahua. <www.cila.gob.mx/actas/317.pdf>.
- CILA – Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos. 2012. Acta 319, "Medidas interinas de cooperación internacional en la cuenca del río Colorado hasta el 2017 y ampliación de las medidas de cooperación del Acta 318, para atender los prolongados efectos de los sismos de abril de 2010 en el Valle de Mexicali, Baja California", firmada el 20 noviembre de 2012 en Coronado, California. <www.cila.gob.mx/actas/319.pdf>.
- Cohen. M.J., Christine Henges-Jeck, Gerardo Castillo-Moreno. 2001. A preliminary water balance for the Colorado River delta, 1992–1998. pp. 35-48. Journal of Arid Environments, Volume 49, Issue 1, September 2001. 220 pp.
- Conabio – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Regiones Hidrológicas Prioritarias. <www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>. Última actualización 19/12/2008.
- Conabio - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Lista de las regiones hidrológicas prioritarias. www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>. Última actualización 02/02/2012
- Conabio – Conanp - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: cuerpos de agua, ríos y humedales. Escala: 1:000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas. México.
- Conagua - Comisión Nacional del Agua. 2012. Bancos del Agua en México <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104935/Libro_Bancos_del_Agua_Espa_ol.pdf>.
- Conagua - Comisión Nacional del Agua. 2015a. Programa Nacional de Reservas de Agua (PNRA) para el Medio Ambiente. 31/05/2015. <www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-de-reservas-de-agua-pnra-para-el-medio-ambiente>.
- Conagua - Comisión Nacional del Agua. 2015b. Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diciembre 2015. pp. 73-74; 81 y 88-230.
- Conagua - Comisión Nacional del Agua. 2016. Bancos Establecidos. <www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/bancos-establecidos-64619>.
- Conagua - Semarnat - Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Estadísticas del Agua en México, edición 2015. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Planeación. México. <www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>- 01/05/2017.
- Conagua, WWF/FGRA, BID - Comisión Nacional del Agua, Alianza Fondo Mundial para la Naturaleza/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P., Banco Interamericano de Desarrollo. 2011. Identificación de Reservas Potenciales de Agua para el Medio Ambiente en México. <www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGT-3-11Media.pdf>.
- Conagua, WWF/FGRA, BID - Comisión Nacional del Agua, Alianza Fondo Mundial para la Naturaleza/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P., Banco Interamericano de Desarrollo. 2013. Norma Mexicana NMX-AA-159 SCFI-2012 Que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas. Cuaderno de Trabajo. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/229246.pdf>.
- Conanp – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2014. Política Nacional de Humedales <http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/PNH_SEMARNAT.pdf>.
- Conanp – Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas. s/f. Humedales de México. <http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php>.
- Conanp – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2017. <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm>.
- De la Maza Benignos, M. (ed.). 2017. *Cuatro Ciénegas y su estado de conservación a través de sus peces*. Pronatura Noreste, A.C., 1a. ed., marzo 2017, p. 151. (adaptación del Modelo Conceptual descrito en la publicación).
- De la Fuente, J., T. Lisle, J. McKean. 2008. Deslizamientos de tierra, erosión de canales y sedimentación en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de

- Chiapas, México, durante el huracán Stan en 2005. Reseña de campo con recomendaciones. Informe Final. Febrero 2008. The Nature Conservancy, US Forest Service (USFS), US Agency for International Development (USAID).
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 1946. Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, publicado 30/03/1946. <http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=195964&pagina=1&seccion=2>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 1981. Ley Federal de Derechos, Publicada 31/12/1981, última reforma 07/12/2016. <www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107_231216.pdf>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada 01/12/1992, última reforma 24/03/2016 <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 1998. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Publicada 21/09/1998. <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4893449&fecha=21/09/1998>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2000. Aviso por el que se informa al público en general que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región denominada Cuatrociénegas, ubicada en el municipio del mismo nombre, Estado de Coahuila. la cual fue establecida por Decreto Presidencial publicado el 7 de noviembre de 1994. Publicado 24/03/2000. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2052745&fecha=31/12/1999
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2012. Declaratoria de vigencia de la norma mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012. Publicada 20/09/2012. <www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5269489>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2013a. Decreto por el que se establece como zona reglamentada aquella que ocupa el acuífero denominado Cuatrociénegas, ubicado en el Estado de Coahuila. Publicado 02/09/2013. <www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5312514&fecha=02/09/2013>.
- DOF – Diario Oficial de la Federación. 2013b. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Publicado 30/12/2013, <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21174/Lineamientos_costo_beneficio.pdf>.
- García-Hernández, J., Kirke A. King, Anthony L. Velasco, Evgueni Shumilin, Miguel A. Mora, Edward P. Glenn. 2001a. Selenium, selected inorganic elements, and organochlorine pesticides in bottom material and biota from the Colorado River delta. *Journal of Arid Environments* 49(1) 65-89.
- García-Hernández, J., Osvel Hinojosa-Huerta, Vanda Gerhart, Yamilet Carrillo-Guerrero, Edward P. Glenn. 2001b. Willow flycatcher (*Empidonax traillii*) surveys in the Colorado River delta: implications for management. *Journal of Arid Environments* 49(1) 161-169.
- Geociclopedia. 2017. Río Colorado. <www.geoenciclopedia.com/rio-colorado/>.
- Glenn E.P., C. Lee, C. Valdés-Casillas. 2001a. Introduction. *Journal of Arid Environments* 49(1) 1-4.
- Glenn, E.P., Francisco Zamora-Arroyo, Pamela L. Nagler, Mark Briggs, William Shaw, Karl Flessa. 2001b. Ecology and conservation biology of the Colorado River Delta, Mexico. pp. *Journal of Arid Environments* 49(1) 5-15.
- GGEM - Gaceta del Gobierno, Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México. 2007. Convocatoria 2007 y Reglas de Operación del Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Gaceta de Gobierno 03/12/2007.
- GODF - Gobierno del Distrito Federal. 2002. Ley Ambiental del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal 13/01/2002.
- GODF - Gobierno del Distrito Federal. 2005. Acuerdo por el que se expide el Programa de Retribución por la Conservación de Servicios Ambientales en Reservas Ecológicas Comunitarias. Gaceta Oficial del Distrito Federal 19/10/2005.
- GODF - Gobierno del Distrito Federal. 2006. Ley para la Retribución por la Protección de los Servicios Ambientales del Suelo de Conservación del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal 04/10/2006.
- GODF - Gobierno del Distrito Federal. 2010. Reglamento de la Ley para la Retribución por la Protección de los Servicios Ambientales del Suelo de Conservación del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal 13/10/2010.
- GOV - Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. 2005. Decreto que establece las bases para la creación del Fideicomiso Público para la conservación, restauración y manejo del agua, de los bosques y las cuencas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Gaceta Oficial del Estado 19 de octubre de 2005.
- GOV - Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. 2012. Decreto que modifica al diverso que establece las bases para la creación del Fideicomiso Público para la conservación, restauración y manejo del agua, de los bosques y las cuencas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, modificando su denominación por la de Fideicomiso Público del Fondo Ambiental Veracruzano. Gaceta Oficial del Estado 15 de agosto de 2012.
- GICCC - Grupo Institucional Cuencas Costeras de Chiapas. 2007. Plan de Gestión de la Cuenca del Río Coapa, Chiapas, México. The Nature Conservancy. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. <https://issuu.com/parachico007/docs/plan_de_gestion_de_la_cuenca_del_r>.
- Graf-Montero S., E. Santana-Castellón, A. Pizano-Portillo, A. Zamora. 2009. Gobernanza para el desarrollo territorial en el contexto de manejo de cuencas: el caso del Río Ayuquila. En: Padilla-López J.T., S. Graf-Montero, E. Santana-Castellón (Compiladores). 2009. Alternativa para una Nueva Gobernanza Social: Intermunicipalidad y Desarrollo Territorial. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. México. <www.researchgate.net/publication/306183413_Gobernanza_para_el_desarrollo_territorial_en_el_contexto_de_manejo_de_cuencas_el_caso_del_Rio_Ayuquila>.
- Hardy, W.H. 1829. Travels in the Interior of Mexico in 1825, 1826, 1827 & 1828. Lieut. Robert William Hale Hardy R.N. London, Henry Colburn and Richard Bentley. 540 pp.
- Hinojosa-Huerta, O., Stephen DeStefano, William W. Shaw. 2001. Distribution and abundance of the Yuma clapper rail (*Rallus longirostris yumanensis*) in the Colorado River delta, México. *Journal of Arid Environments* 49(1) 171-182.
- Hinojosa-Huerta, O., J. García-Hernández, Y. Carrillo-Guerrero y E. Zamora-Hernández. 2007. Hovering over the Alto Golfo: the status and conservation of birds from the Rio Colorado to the Gran Desierto. En: R.S. Felger, B. Broyles, (eds.) *Dry Borders: Great Natural Reserves of the Sonoran Desert*. Salt Lake City, Utah. University of Utah Press, 2007. pp 383-407.
- Hinojosa-Huerta, O. y Y. Carrillo-Guerrero. 2010. La Cuenca Binacional del Río Colorado. En: *Las Cuencas Hidrográficas de México, diagnóstico y priorización*. H. Cotler Ávalos (ed.). Instituto Nacional de Ecología, México., 2010. pp. 180-187.
- Hinojosa-Huerta, O., I. Hernández-Morán, A. Calvo-Fonseca, R. Guzmán-Olachea, J. Butrón-Méndez y J.J. Butrón-Rodríguez. 2016. Monitoreo de Aves en el Humedal Artificial Las Arenitas. Reporte Técnico de Pronatura Noroeste. Ensenada, Baja California, México.
- Idesmac - Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. 1998. *Estudio socioeconómico en la cuenca hidrológica de Pijijiapan, Chiapas*. Chiapas, México, INE / IHN. 279 pp.
- Idesmac - Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. 2002. Ordenamiento ecológico del territorio de la microcuenca del río Coapa, Municipio de Pijijiapan, Chiapas. Chiapas, México, DFD, Semarnat, Conanp. 100 pp.
- Imbach, A. 2003. Landscape management. Power Point Presentation. 78 láminas.
- Imbach, A. 2005. Planificación de cuencas hidrográficas con base en paisajes manejados. Costa Rica, Geolatina. 6 pp.
- INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2015. Censos Económicos, 2014. Resultados Definitivos, 2015. Información Ambiental. Consumo de agua y personal ocupado y Organismos operadores de agua del sector privado y paraestatal. En: INEGI. 2016. Estadísticas a propósito del día mundial del agua. 18 de marzo 2016. Aguascalientes, Ags. 10 pp. <www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agua2016_0.pdf>.
- Lasch-Thaler, C. (comp.). 2006. *Plan de Conservación para el Sitio Plataforma Cuencas Costeras de Chiapas, México: 2004 - 2008*. The Nature Conservancy. Chiapas, México. 268 pp.
- Levine, C.M., J.C. Stromberg. 2001. Effects of flooding on native and exotic plant seedlings: implications for restoring south-western riparian forests by manipulating water and sediment flows. *Journal of Arid Environments* 49(1) 111-131.
- Lisle, T.E., J. de la Fuente, C. Suárez, A. Hernández. 2009. Perspectiva general de asuntos relacionados con el manejo de las cuencas costeras de Chiapas.

- Informe de visita técnica, junio 2009. The Nature Conservancy, US Forest Service (USFS), US Agency for International Development (USAID).
- Llano, M., H. Fernández. 2017. *Análisis y propuestas para la conservación de la biodiversidad en México 1995-2017*. Ciudad de México. 120 pp.
- Luecke D., Pitt J., Congdon C., Glenn E., Valdes-Casillas C., Briggs M. 1999. *A Delta Once More: Restoring Riparian and Wetland Habitat in the Colorado River Delta*. Environmental Defense Fund. Washington, D.C. 51 pp.
- Marler, R.J., Juliet C. Stromberg, Duncan T. Patten. 2001. Growth response of *Populus fremontii*, *Salix gooddingii*, and *Tamarix ramosissima* seedlings under different nitrogen and phosphorus concentrations. *Journal of Arid Environments* 49(1) 133-146.
- Nagler, P.L., Edward P. Glenn, Alfredo R. Huete. 2001. Assessment of spectral vegetation indices for riparian vegetation in the Colorado River delta, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49(1) 91-110.
- Ochoa-Pineda J.F., M.O. Llano-Blanco. 2017. Experiencias y lecciones aprendidas sobre uso ambiental y conservación de cuerpos de agua en México. Reporte presentado a The Nature Conservancy por Defensa Ambiental del Noroeste (DAN) – Centro Mexicano para la Defensa del Medio Ambiente A.C. Documento interno. Junio 2017. 38 pp.
- Olson, D., E. Dinerstein, P. Canavari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell y E. Toledo (eds.). 1998. *Freshwater Biodiversity of Latin America and the Caribbean, A Conservation Assessment*. Biodiversity Support Program, Washington D.C.
- Opperman, J., G. Grill y J. Hartmann. 2015. *El Poder de los Ríos. Encontrando el equilibrio entre la energía y la conservación en el desarrollo hidroeléctrico*. The Nature Conservancy. Washington D.C. 54 pp.
- PAC - Pronatura A. C. 2016. Quienes Somos y Restauración Ecológica y Captación de Agua. <<http://www.pronatura.org.mx/quienes-somos/>>, <<http://www.pronatura.org.mx/restauracion-ecologica/>>, consultada el 15 de julio de 2017.
- Paré, L. y P. Gerez (coords.). 2012. *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz*. Universidad Nacional Autónoma de México, Sendas, A.C., Universidad Veracruzana, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Iberoamericana, campus Puebla, Juan Pablos Editores. 344 pp + fotografías. <www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Al_filo_del_aguacogestion_de_la_subcuenca_del_rio_Pixquiac_Veracruz.pdf>.
- PNE - Pronatura Noreste. 2017. Historias de éxito. <www.pronaturane.org/historias-de-exito/>.
- PNO - Pronatura Noroeste, 2017. Programa de Conservación de Agua y Humedales. <<http://pronatura-noroeste.org/conservacion-de-agua-y-humedales/>>.
- Proyecto C6 - Cuencas Costeras. 2017. Localización de la Cuencas <www.c6.org.mx/cuencas-costeras/localizacion-de-las-cuencas/>.
- PS - Pronatura Sur. 2017. Humedales y Sistemas Acuáticos <www.pronatura-sur.org/web/p.php?id=3&ids=16>.
- Raise the River. 2016. Restoring the Colorado River Delta: a Restoration Vision and Goals 2015-2020. Report of the Raise the River Coalition: National Audubon Society, Pronatura Noroeste, Restauramos El Colorado, Sonoran Institute, The Nature Conservancy and The Redford Center.
- Ramsar - Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 2017. México. <www.ramsar.org/es/humedal/mexico>.
- Rodriguez, C.A., Karl W. Flessa, Miguel A. Téllez-Duarte, David L. Dettman y Guillermo A. Ávila-Serrano. 2001. Macrofaunal and isotopic estimates of the former extent of the Colorado River estuary, upper Gulf of California, México. *Journal of Arid Environments* 49(1) 183-193.
- Pitt J. 2001. Can we restore the Colorado River delta? *Journal of Arid Environments* 49(1) 211-220.
- Stromberg, J.C. Restoration of riparian vegetation in the south-western United States: importance of flow regimes and fluvial dynamism. 2001. *Journal of Arid Environments* 49(1)17-34.
- Sánchez, O. 2007. Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación, en O. Sánchez, M. Herzog, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (eds.), *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología. México.
- SCDB -. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2004. Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, Montreal.
- Semarnat – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Informe Nacional a la COP12 de Ramsar sobre la Aplicación de la Convención de Ramsar Sobre los Humedales (México). <<http://ramsar.rgis.ch/pdf/cop12/nr/COP12NRFMexico.pdf>>.
- SI – Sonoran Institute. 2014a. Humedal de tratamiento Las Arenitas. <<https://sonoraninstitute.org/files/pdf/Colorado-River-Delta-Program-Restoration-Project-Las-Arenitas-09152013-versión-español.pdf>>.
- SI – Sonoran Institute. 2014b. Zona de restauración Laguna Grande <<https://sonoraninstitute.org/files/pdf/COLORADO-RIVER-DELTA-PROGRAM-RESTORATION-PROJECT-LAGUNA-GRANDE-09152013-VERSIÓN-ESPAÑOL.pdf>>.
- TNC – The Nature Conservancy. 2004. Memoria del Taller de Intercambio de Experiencias en Manejo de Cuencas en Chiapas. 83 pp.
- TNC -The Nature Conservancy, A. Imbach. 2007. Tarjeta de Evaluación de Cuencas Hidrográficas (TECH) y su aplicación piloto en la Cuenca del río Coapa, Pijijiapan, Chiapas, México. The Nature Conservancy. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. <<http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000048542>>.
- UICN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2008. La biodiversidad de agua dulce - un recurso escondido y amenazado. Comisión de Supervivencia de Especies. <https://cmsdata.iucn.org/downloads/freshwater_biodiversity_a_hidden_resource_under_threat_factsheet_sp.pdf>.
- UNESCO - Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1994. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 13/07/1994. <www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>.
- Uribe-Visoso R. y R. Vázquez del Mercado-Arribas. 2017. La Huella Hídrica de México. pp 55-82. En: Vázquez del Mercado-Arribas, R. y Lambarri-Beléndez (eds.), *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. 2017. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México. 255 pp. <www.conacytprensa.mx/index.php/libro/14337-huella-hidrica-en-mexico-analisis-y-perspectivas>.
- Valdés-Casillas, C., E.P. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, Y. Carrillo-Guerrero, J. García-Hernández, F. Zamora-Arroyo, M. Muñoz-Viveros, M. Briggs, C. Lee, E. Chavarría-Correa, J. Riley, D. Baumgartner y C. Congdon. 1998. *Wetland management and restoration in the Colorado River delta: the first steps*. Special Publication of CECARENA ITESM Campus Guaymas and NAWCC. México. 32 pp.
- Vandersande, M.W., Edward P. Glenn, James L. Walworth. 2001. Tolerance of five riparian plants from the lower Colorado River to salinity drought and inundation. *Journal of Arid Environments* 49(1) 147-159.
- Varady, R.G., Katherine B. Hankins, Andrea Kaus, Emily Young, Robert Merideth. 2001. ...to the Sea of Cortés: nature, water, culture, and livelihood in the Lower Colorado River basin and delta – an overview of issues, policies, and approaches to environmental restoration. *Journal of Arid Environments* 49(1) 195-209.
- Vargas, M.A., M.A. Cruz., A. Cervantes, G. Cordero (comps.). Estudio Técnico Justificativo de reserva de agua de las Cuencas Hidrológicas río Acaponeta 1, río Acaponeta 2, río Cañas 1, río Cañas 2, río Bejuco 1, río Bejuco 2, río Rosamorada 1 y río Rosamorada 2. Pronatura Noroeste, A.C. y Alianza WWF-Fundación Carlos Slim, Programa Nacional de Reservas de Agua, Revisión enero 2015 (sin publicar).
- World Bank Water on Twitter. 2017. Where is the Water? 0:10 - 24 feb. 2017 <<https://pbs.twimg.com/media/C5aMjHAWYAADCPI.jpg>>.
- WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza. 2007. Agua. <www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/programa_agua/>.
- WWF – Fondo Mundial para la Naturaleza. 2011. Programa de Reservas de Agua, una estrategia de adaptación ante el cambio climático. 2 pp. <http://awsassets.panda.org/downloads/fs_reservas_de_agua_esp_2.pdf>.
- Zamora-Arroyo, F., P.L. Nagler, M. Briggs, D. Radtke, H. Rodriguez, J. Garcia, C. Valdes, A. Huete y E.P. Glenn. 2001. Regeneration of native trees in response to flood releases from the United States into the delta of the Colorado River, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49(1) 49-64.
- Zamora-Arroyo, F., J. Pitt, S. Cornelius, E. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, M. Moreno, J. Garcia, P. Nagler, M. de la Garza y I. Parra. 2005. Conservation Priorities in the Colorado River delta Mexico and the United States. Reporte preparado por Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste, CIAD y WWF. 103 pp.
- Zamora-Arroyo F., O. Hinojosa-Huerta, E. Santiago, E. Brott y P. Culp. 2007. Collaboration in Mexico: Renewed hope for the Colorado River Delta. *Nevada Law Journal* 8:87-873.
- Zamora Arroyo F. y E. Santiago. 2010. Diseño de un humedal artificial para el tratamiento del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Las Arenitas, Mexicali, Baja California. Reporte Final, abril 2010, México.

Todas las ligas web confirmadas el 15 de agosto de 2017.



Diseño: ROSALBA BECERRA

Franja portada arriba, de izquierda a derecha:

1. Ajolote, del náhuatl *axolotl*, “monstruo acuático” (*Ambystoma mexicanum*), Ciudad de México.

© Raúl Iván Martínez Becerril/Banco de Imágenes CONABIO

2. Santiago Comaltepec, Oaxaca. © Miguel Ángel Sicilia Manzo/Banco de Imágenes CONABIO

3. Pescadores, Pátzcuaro, Michoacán © Emmanuel Olvera Contreras/Banco de Imágenes CONABIO

4. Ciudad Valles, San Luis Potosí. © Dian Luz Trejo/Banco de Imágenes CONABIO

5. Reserva de la Biosfera la Sepultura, Chiapas. © The Nature Conservancy (Mark Godfrey)

Portada abajo. Laguna Bacalar, Quintana Roo. Christian Dreckmann/Banco de Imágenes CONABIO

Segunda y tercera de forros. Las Nubes, Chiapas. Christian Dreckmann/Banco de Imágenes CONABIO

Página 4. Santa María Regla, Hidalgo. © Gerardo Barrera/Banco de Imágenes CONABIO

Página 8. Las Nubes, Chiapas. © Monserrat Hernández Peña/Banco de Imágenes CONABIO

Página 12. *Ptychohyla acrochorda*. © Cynthia Grisell Ramírez González/Banco de Imágenes CONABIO

Página 13. Michoacán. © José Alfonso García González/Banco de Imágenes CONABIO

Página 18. Helécho (Cyatheales), Querétaro. © Jesús Salgado/Banco de Imágenes CONABIO

Página 22. Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, Estado de México.

© Iván Montes de Oca/Banco de Imágenes CONABIO

Página 30. Oaxaca. © Iván Sinuhé Castellanos Mercado/Banco de Imágenes CONABIO

Página 32. Pátzcuaro, Michoacán. © Adalberto Ríos Szalay/Banco de Imágenes CONABIO

Página 35. Cenote, Yucatán. © Mattia Cannatà/Banco de Imágenes CONABIO

Página 36. Humedal artificial de tratamiento de aguas residuales Las Arenitas. © Erika Nortemann/TNC

Página 39. *Pachira aquatica*, La Encrucijada, Chiapas. © Isaí Domínguez Guerrero/Banco de Imágenes CONABIO

Página 41. Al fondo la Reserva de la Biósfera El Triunfo en donde nace el Río Coapa, Chiapas.

Christiana Ferris/© TNC

Página 46. Presa Morelos durante la máxima descarga de agua del flujo pulso en marzo de 2014.

El río Colorado en primer plano. © Francisco Zamora/Sonoran Institute

Página 49. Rancho Pozas Azules R.B. Cuatrociénegas, Coahuila. © Colleen Marzec/TNC

Página 52. Mojarra de Cuatro Ciénegas *Herichthys minckleyi*, Cuatrociénegas, Coahuila.

© Iván Montes de Oca/Banco de Imágenes CONABIO

Página 57. Al fondo el río Colorado unos días antes de que se conectara con el mar, cerca del final del flujo pulso en mayo 24 de 2014. © Francisco Zamora/Sonoran Institute

Página 62. Personal de Sonoran Institute colectando datos en el Río Hardy

© Nick Hall para The Nature Conservancy

Página 64. El humedal artificial de tratamiento de aguas residuales Las Arenitas, constituye un hábitat apropiado para las aves acuáticas. © Erika Nortemann/TNC

Página 66. Vista aérea del humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales. Arriba a la derecha la planta Las Arenitas, julio 2015. © Francisco Zamora/Sonoran Institute

Página 67. Trabajos de Sonoran Institute en sitios de restauración ubicados en concesiones de terrenos federales. © Nick Hall para The Nature Conservancy

Contraportada. Cauce seco del río Colorado cerca de la ciudad de Mexicali, Baja California en mayo de 2013.

© Erika Nortemann/TNC

Impresión: OFFSET REBOSÁN SA DE C.V

