



EL COLEGIO DE SONORA

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

Programa de Pago por Servicios Ambientales desde el Enfoque de
Gestión Ecosistémica del Agua: Caso de la Cuenca del Río Mayo,
Sonora, México

Tesina que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Gestión Integral
del Agua presenta el alumno

Rogelio Figueroa López

Director de Tesina
Dr. Luis Alan Navarro Navarro

Lectores
Dr. Alejandro Salazar Adams
Dr. Erik Misael Parra Armenta

Hermosillo, Sonora.

Mayo de 2018

Resumen

Este estudio analizó de manera crítica el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) con las 12 directrices del EE del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Aunque existe un amplio abanico de servicios ambientales, el esfuerzo se centró en los servicios hidrológicos, por lo que discute el potencial del PPSA como instrumento de política pública de la gestión ecosistémica del agua. Este análisis se realizó dentro de la delimitación geográfica del estudio de caso de la cuenca del río Mayo, localizada en el Noroeste de México, el área que la integra está comprendida en dos entidades federativas: Chihuahua y Sonora. Primeramente, la metodología de evaluación utilizada ofrece un instrumento objetivo para estimar el nivel aplicación, adopción y concordancia de una política o programa con las 12 directrices del EE. Aunque hace falta un mayor esfuerzo académico para integrar este enfoque al modelo actual de gestión del agua. Los resultados mostraron que el PPSA en sus reglas de operación no hace una mención explícita del EE, este modelo *stricto sensu* especificado por el CDB, no era suficientemente conocido y comprendido por ninguno de los actores entrevistados. Se encontró que el nivel de coincidencia o concordancia del PPSA con las 12 directrices del EE fue del 39.4%. Los principios que rigen el EE poseen rasgos notorios de desacuerdo con relación a la gestión de los ecosistemas que propone el PPSA.

Agradecimientos

La lista de personas a las cuales quiero agradecer es extensa y lamento no poder incluir a todas. Primeramente, quiero agradecer a mi esposa e hijos (Águeda, Rogelio y Roberto) por el importante papel que jugaron en esta etapa de mi vida ya que sin su comprensión, apoyo y empuje no lo hubiera logrado. A mis padres, los cuales soportaron con mucha paciencia mis acometidas cuando con entusiasmo les platicaba acerca de los avances que lograba. De igual forma, a mis compañeros de trabajo en la Asociación Civil Asesores de Desarrollo Sustentable (ADS A.C) que siempre me brindaron su apoyo, entregándose a las jornadas de trabajo, permitiendo mi ausencia en muchos momentos importantes. Un especial pensamiento dirijo a mi amigo Zapata, el cual me motivó a decidirme en esta aventura del conocimiento. También quiero agradecer a la Comisión Nacional Forestal, por la ayuda prestada ya que mucha información no hubiera sido posible de obtener sin su intervención. Estoy agradecido con personal de Comisión Nacional del Agua y del Consejo de Cuenca del Río Mayo ya que en ellos encontré eco a las ideas de hacer de este lugar un sitio mejor. Finalmente quiero agradecer al Dr. Luis Alan Navarro Navarro por interesarse en el tema de los servicios ambientales, además que supo ajustar (y asustar) en el momento correcto, ya que gracias a su importante y decisiva orientación pude concluir este primer posgrado de maestría.

Dedicatoria

A mi esposa.

A mis hijos.

A mis padres.

A mi familia.

A los amigos.

Índice general

Capítulo 1. Introducción.....	13
1.1 Objetivo general	15
1.1.1 Objetivos específicos	15
1.2 Hipótesis	15
Capítulo 2. Estudio de caso: cuenca del río Mayo.....	17
Capítulo 3. Marco conceptual.....	22
3.1 Modelo de gestión de recursos hídricos	22
3.1.1 Modelo de gestión de recursos hídricos (GRH) en México	22
3.1.2 Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)	23
3.2 Retos de la GIRH	24
3.2.1 Caudal ecológico	26
3.3 Enfoque ecohidrológico.....	27
3.3.1 Servicios ecosistémicos hidrológicos (SEH).....	27
3.4 Externalidades	29
3.5 Tragedia de los comunes (dilemas sociales).....	29
3.6 Pago por Servicios Ambientales (PSA).....	30
3.7 Enfoque Ecosistémico y Gestión Ecosistémica del Agua	32
3.7.1 El Enfoque Ecosistémico (EE).....	32
3.7.2 El EE aplicado a la gestión del agua	33
3.7.3 Las directrices o principios del EE.....	34
3.7.4 Aplicación de las directrices en México	36
Capítulo 4. Descripción y funcionamiento del PPSA	39

4.1 Antecedentes del PSA en México	39
4.2 Clasificación del PPSA.....	42
4.2.1 Concepto PSA	43
4.2.2 Mecanismos Locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (MLPSA).....	43
Capítulo 5. Metodología.....	45
5.1 Primera etapa	46
5.2 Segunda etapa	46
5.2.1 Actores primarios	47
5.2.2 Actores secundarios	47
5.2.3 Actores terciarios	48
5.3 Tercera etapa.....	49
5.4 Cuarta etapa	50
Capítulo 6. Análisis crítico y resultados	51
6.1 Funcionamiento del PPSA en el área de estudio.....	51
6.1.1 Análisis espacial	52
6.2 Nivel de aplicación de los principios de EE en el PPSA.....	55
6.2.1 Principio 2: Gestión descentralizada	55
6.2.2 Principio 3: Efectos en ecosistemas adyacentes	56
6.2.3 Principio 4: Contexto económico	57
6.2.4 Principio 5: Mantenimiento de los ecosistemas	58
6.2.5 Principio 6: Gestión dentro de los límites naturales	58
6.2.6 Principio 7: Escalas de manejo adecuadas	58
6.2.7 Principio 12: Holístico y trans/interdisciplinario	59
6.3 Matriz de evaluación del PPSA	60

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones	65
Bibliografía.....	71
Anexo 1. Clasificación de los Servicios Ambientales (SA).....	77
Anexo 2. Desarrollo histórico del estudio de los servicios ecosistémicos	78
Anexo 3. Descripción de la operación del PPSA	80
Anexo 4. Principios y directrices operacionales del EE	87
Anexo 5. Localización de polígonos apoyados con el PPSA (período 2003-2017) y su distribución en las áreas elegibles por tipo de SA (PSAH o PSA-CABSA).....	94
Anexo 6. Ecosistemas identificados en el área de estudio	95
Anexo 7. Zonas con distintos niveles de antropización en el área de estudio.....	95
Anexo 8. Políticas de uso de suelo sugeridas en el área de estudio, identificando los sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad	96
Anexo 9. Distribución de la propiedad según la tenencia de la tierra, con la distribución de localidades por grado de marginación.....	97
Anexo 10. Memoria fotográfica de tareas de mantenimiento y conservación	98
Anexo 11. Base de datos y análisis en R.....	105

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de los acuíferos en la cuenca del río Mayo	17
Tabla 2. Balance de aguas superficiales de la cuenca del río Mayo	19
Tabla 3. Evolución del PPSA administrado por la CONAFOR.....	41
Tabla 4. Codificación de las respuestas	49
Tabla 5. Escala de valoración de cada entrevista	50
Tabla 6. Acciones emprendidas con el PPSA en el área de estudio	54
Tabla 7. Principio 2.....	56
Tabla 8. Principio 3.....	56
Tabla 9. Principio 4.....	57
Tabla 10. Principio 5.....	58
Tabla 11. Principio 6.....	58
Tabla 12. Principio 7.....	59
Tabla 13. Principio 12.....	60

Índice de figuras

Figura 1. Localización de la cuenca del río Mayo	18
Figura 2. División de la cuenca del río Mayo de acuerdo con rasgos fisiográficos	20
Figura 3. Viviendas rurales típicas del área de estudio	21
Figura 4. Tipos de servicios ambientales que proveen los ecosistemas.....	28
Figura 5. Esquema gráfico de la lógica de los PSA.....	32
Figura 6. Esquema general del PPSA administrado por CONAFOR.....	42
Figura 7. PC&I para las directrices de EE del CDB	45
Figura 8. Asignación de recursos económicos y superficie apoyada por el PPSA en la cuenca del río Mayo.....	51
Figura 9. Distribución de la superficie apoyada por el PPSA por región hidrológica.....	52
Figura 10. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores primarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE	62
Figura 11. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores secundarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE	62
Figura 12. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores terciarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE	63
Figura 13. Agrupación de directrices.....	64

Abreviaturas y acrónimos

ANP	Área Natural Protegida
APFF	Área de Protección de Flora y Fauna
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBMM	Corredor Biológico Mesoamericano México
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CEA	Comisión Estatal del Agua
CECFOR	Centro de Educación y Capacitación Forestal
CIDE	Centro de Estudios y Docencia Económica
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CCRM	Consejo de Cuenca del Río Mayo
COP	Conferencia de las Partes
DOF	Diario Oficial de la Federación
EE	Enfoque Ecosistémico
ELAP	Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FFM	Fondo Forestal Mexicano
FIDECOAGUA	Fideicomiso Coatepecano para la Conservación del Bosque y el Agua

Abreviaturas y acrónimos (continuación)

FIPASAHM	Fideicomiso Público denominado Fideicomiso para el Pago Por Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C.
GEF	Global Environmental Facility (Fondo Mundial para la Protección de la Naturaleza)
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
GMPM	Guía de Mejores Prácticas de Manejo
GSAB	Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque de la CONAFOR
GWP	Global Water Partnership (Asociación Mundial para el Agua)
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LFD	Ley Federal de Derechos
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MEA	Millenium Ecosystem Assesment (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio)
MLPSA	Mecanismo Local de Pago por Servicios Ambientales
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas

Abreviaturas y acrónimos (continuación)

OSC	Organización de la Sociedad Civil
PECSE	Programa Estatal para la Compensación por Servicios Ecosistémicos
PMPM	Programa de Mejores Prácticas de Manejo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRONACOSE	Programa Nacional Contra la Sequia
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PPSA	Programa de Pago por Servicios Ambientales
PSA-CABSA	Programa para Desarrollar el Mercados de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales
PSAH	Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos
SA	Servicios Ambientales
UNESCO	United Nations Educational Scientific And Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura)
UCI	Universidad para la Cooperación Internacional
UICN	International Union for Conservation of Nature (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)

Capítulo 1. Introducción

Aquellos usuarios de agua con derechos para extraerla del ecosistema desean obtener ésta lo más limpia posible y libre de contaminantes. Sin embargo, hoy en día esto no es algo que puede tomarse por dado. La contaminación de ríos, lagos, presas y fuentes subterráneas, como los acuíferos es más la regla que la excepción.

Es común observar ríos que se convierten en desagües o cañerías para evacuar el agua contaminada de industrias y ciudades; así como aquellos otros que sirven de drenes agrícolas; o que reciben derrames accidentales de presas con jales mineros o de lagunas de oxidación de aguas residuales localizadas en comunidades rurales.

Existen múltiples fuentes de contaminación puntuales (específicas e identificables) más una vasta contribución “hormiga” de fuentes difusas, como es el caso del sobrepastoreo, deforestación, fosas sépticas, corrales de ganado, etc. Todas ellas contenidas en la unidad geográfica de una cuenca hidrológica o acuífero.

La falta de atención de las actividades económicas que se desarrollan en una cuenca hidrológica y que afectan la calidad y cantidad del agua, ha generado un costo económico que ya lo pagamos todos. La desmedida dependencia en agua embotellada¹ es un claro ejemplo de esto; considerando que, la tecnología de tratamiento de agua para uso doméstico se ha mantenido constante.

Lograr la coordinación y cooperación de los usuarios a nivel cuenca/acuífero es el reto del paradigma de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). En México, la GIRH pareciera estar más en función del uso sectorizado del agua; la GIRH con sus dos

¹ Según Montero-Contreras (2016) “México ocupa el primer lugar a nivel mundial en consumo de agua embotellada”.

instrumentos principales de gestión: 1) las concesiones de agua; y 2) el balance hídrico a nivel cuenca/acuífero; han dejado de lado el aseguramiento de los caudales ecológicos y la calidad del agua. Aunque, el otorgamiento de una concesión implica, en algunos casos la “descarga” de aguas de desecho, así como normas que regulan los niveles de contaminantes, el control de fuentes de contaminación difusa ha sido, prácticamente nulo.

El Enfoque Ecosistémico (EE) desafía el modelo de gestión actual de los recursos hídricos que ha llevado a degradar la salud de los ecosistemas² acuáticos, lo que obliga a muchos seres humanos a la ingesta de agua contaminada biológicamente, u otras que se intoxican lentamente, sin percatarse, debido a las descargas y derrames de metales pesados y otros tóxicos provenientes de la minería, la industria e incluso la actividad agrícola (Arrojo 2015). El EE precisa, según Pedro Arrojo (2015) “es necesario gestionar los ríos como ecosistemas y no como canales de H₂O”.

En México existen muchos programas y políticas de manejo de los recursos naturales que se alejan de un enfoque sectorial (basado en un recurso o una especie)³. Este tipo de programas y políticas contribuyen a mantener la estructura y funcionamiento natural de un ecosistema, contribuyendo a mantener el flujo de “servicios ambientales” (SA) que estos generan. Los SA son *per se* una externalidad positiva. Existe un programa de gobierno, operado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) que fomenta la provisión y pago de SA, para conservación de biodiversidad, captura de carbono y producción de agua limpia. Todos estos

² Ecosistema se define como una reunión geográficamente especificada de animales y plantas y de los procesos ambientales que les sirven de apoyo (Murawski 2010).

³ Por ejemplo, podemos mencionar las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) que para el año 2012 ocupaban una superficie de 33.6 millones de hectáreas; en el año 2017 había 8,384 UMAs extensivas (libres) y 1,844 intensivas; una UMA hace un manejo integral de conservación del hábitat (consulta a la página en Internet de la SEMARNAT el 24 de marzo de 2018).

programas destinados a conservar y mantener los ecosistemas contribuyen a una mejor gestión del agua, no solo desde el punto de vista del recurso mismo.

Esta tesina se orienta en analizar de manera crítica el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) con las 12 directrices del EE del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Aunque existe un amplio abanico de servicios ambientales, el esfuerzo se centró en los servicios hidrológicos, por lo que discute el potencial del PPSA como instrumento de política pública de la gestión ecosistémica del agua.

Este análisis se realizó dentro de la delimitación geográfica del estudio de caso de la cuenca del río Mayo, localizada en el Noroeste de México, el área que la integra está comprendida en dos entidades federativas: Chihuahua y Sonora.

1.1 Objetivo general

Evidenciar y visibilizar el Programa de PSA (PPSA) como una herramienta de política pública que se enmarca dentro de la gestión ecosistémica del agua (GEA).

1.1.1 Objetivos específicos

- a) Describir el funcionamiento del PPSA operando dentro de la delimitación geográfica del estudio de caso.
- b) Evaluar el nivel de aplicación de los principios de EE en la instrumentación del PPSA.
- c) Identificar áreas de oportunidad y factibilidad de aplicación del EE en los procesos del PPSA.

1.2 Hipótesis

Aunque el PPSA, puede considerarse una herramienta de la GEA, la aplicación indirecta o coincidencia con los principios del EE es baja.

El resto de la tesina se estructura de la siguiente forma: el capítulo 2 describe el área de estudio donde se consultaron aspectos hidrológicos e información biofísica relevante, se describen los criterios usados para la determinación geográfica del área de influencia del PPSA, asimismo, se realizó una categorización de la cuenca en tres regiones; el capítulo 3 corresponde al marco conceptual de la investigación, discute el modelo de GIRH, su aplicación a nivel nacional, así como los retos que éste enfrenta para su implementación; continuando con el capítulo 3, se incluyen conceptos tales como: ecohidrología, externalidades, dilemas sociales, que contribuyen a explicar lo que se conoce como pago por servicios ambientales y EE; el capítulo 4 intitulado “Descripción y funcionamiento del PPSA” desarrolla ampliamente los procedimientos administrativos de la implementación de este programa; el capítulo 5 describe la metodología aplicada para analizar los datos obtenidos de entrevistas semi-estructuradas aplicadas a actores clave relacionados con el PPSA en el estudio de caso; el capítulo 6 discute los resultados obtenidos del análisis crítico de los datos cualitativos obtenidos; por último, el capítulo 7, hace un resumen de las conclusiones y hace algunas recomendaciones.

Capítulo 2. Estudio de caso: cuenca del río Mayo

En este capítulo se presenta el caso de estudio de la cuenca del río Mayo, ubicada en la parte sur del estado de Sonora, entre los paralelos 28° 20' y 26° 40' de latitud norte y los meridianos 110° 00' y 108° 20' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

La cuenca del río Mayo, fue delineada por la CONAGUA, se ubica en la Región Hidrológica 09 Sonora Sur, en la Región Hidrológico Administrativa de CONAGUA II Noroeste. Esta subdividida en siete subcuencas y tres acuíferos. El escurrimiento natural medio superficial de esta cuenca es de 1,222 hm³/año (CONAGUA 2016: 140) es conducido por corrientes tributarias hasta el cauce principal conocido como “río Mayo”, que corre en dirección suroeste, interrumpido por la presa Adolfo Ruíz Cortines (“Mocúzari”) que posee una capacidad al nivel de aguas mínimas de operación de 950.30 hm³, que para el año 2015, poseía un volumen útil de 739.73 hm³ (CONAGUA 2016: 140).

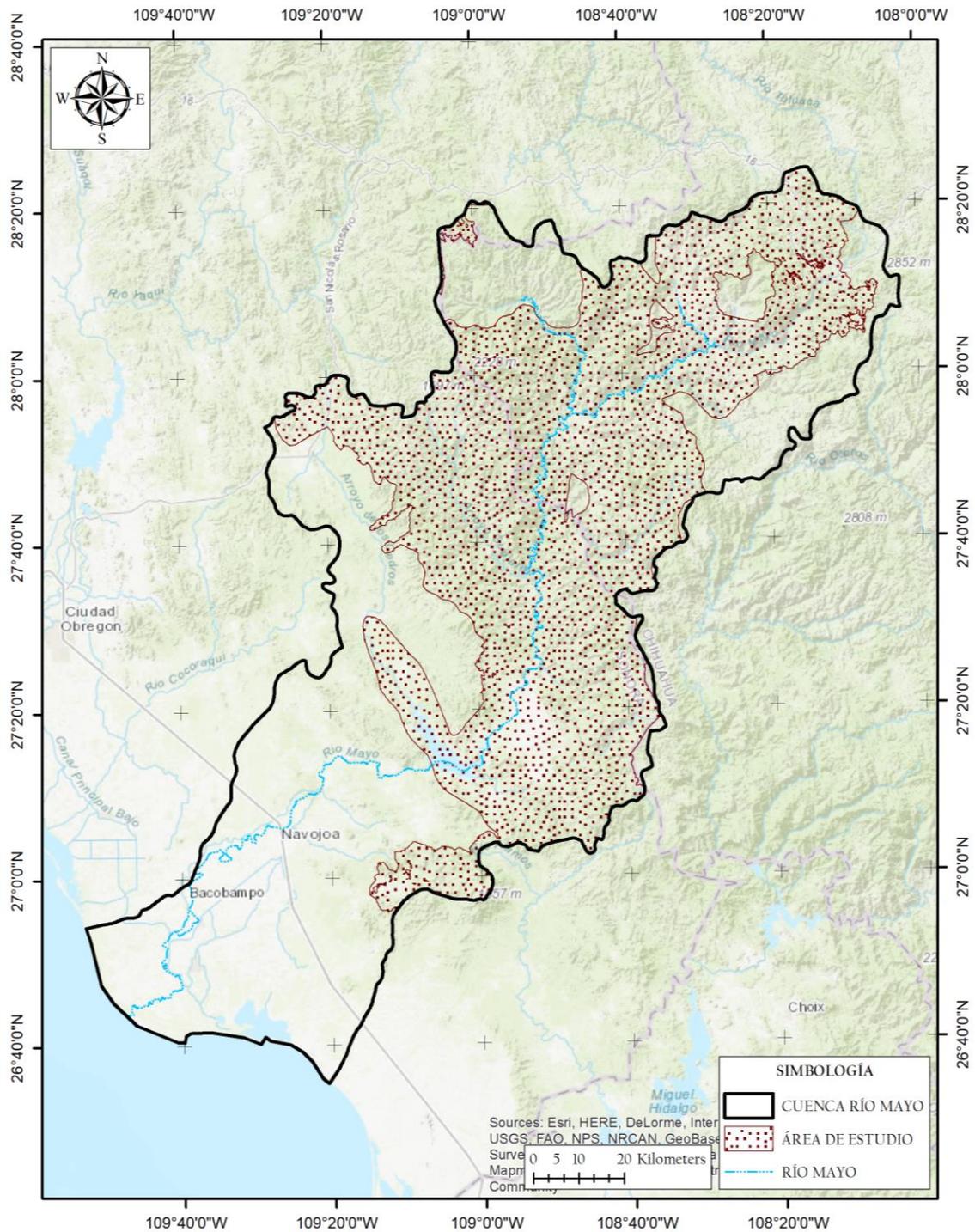
La cuenca del río Mayo posee un balance positivo entre la extracción y recarga de aguas subterráneas. Los datos de los acuíferos que lo constituyen se presentan en la Tabla 1 (DOF 2018).

Tabla 1. Relación de los acuíferos en la cuenca del río Mayo

Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA
			VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	Positiva
Valle del Mayo	370.0	78.1	280.047096	0.000000	0.060000	0.000000	11.792904
San Bernardo	39.7	6.5	8.963698	0.241146	0.000000	0.000000	23.995156
Rosario-Tesopaco -El Quiriego	27.7	7.7	1.591778	0.973790	0.004563	0.000000	17.429869

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPGA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo

Figura 1. Localización de la cuenca del río Mayo



Fuente: Elaboración propia basada en información cartográfica de PRONACOSE (2013), CONABIO (2016) y CONAFOR (2003-2017).

Así mismo, CONAGUA establece que la cuenca presenta un balance hídrico positivo respecto a sus aguas superficiales (véase Tabla 2).

Tabla 2. Balance de aguas superficiales de la cuenca del río Mayo

Nombre de la cuenca	Volumen medio anual de escurrimiento natural (hm ³)	Volumen anual de extracción de agua superficial (hm ³)	Disponibilidad media anual (hm ³)
Río Mayo 1	964.855	3.256	70.744
Río Mayo 2	151.605	1,033.71	159.734
Río Mayo 3	62.587	875.548	169.07
Arroyo Quiriego	24.556	0.189	1.793

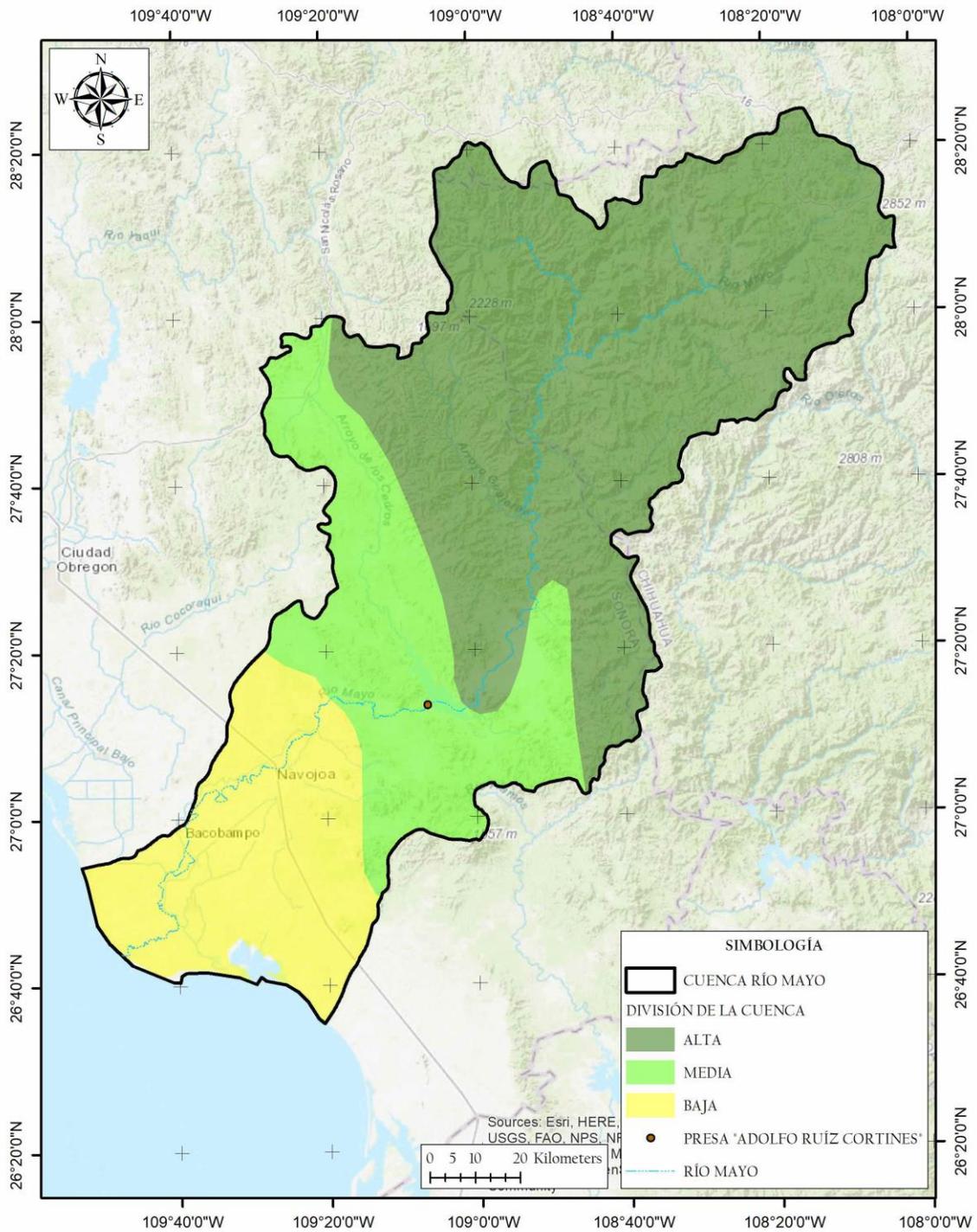
El principal usuario de las aguas nacionales es, sin lugar a duda, el Distrito de Riego 038 denominado distrito de riego “Río Mayo”, ubicado en la parte baja de la cuenca del río Mayo, comprendiendo una superficie total de 95,989 ha de las cuales 90,417 ha son regadas con aguas superficiales, con un volumen de distribución de dichas aguas de 800.1 hm³. Este distrito no contempla una superficie de riego con aguas subterráneas, aunque el volumen de distribución de este origen es de 114.9 hm³ (CONAGUA 2016: 140).

Para efectos de análisis, la cuenca del río Mayo, usando sus rasgos fisiográficos, puede dividirse en tres regiones: parte baja, media y alta (véase

Figura 2). Siendo la parte baja en donde se concentra el 88% de la población, específicamente en las localidades urbanas de Navojoa y Huatabampo, donde habita el 50% de la población total de la cuenca. La parte baja es también es donde se llevan a cabo la mayor parte de las actividades económicas: agricultura, ganadería, acuacultura, industria, comercio y servicios. La primera de ellas relacionada estrechamente con el Distrito de Riego.

La parte media y alta de la cuenca poseen el 12% de la población de la cuenca, localizándose ésta en comunidades de tipo rural (ver Figura 3), con actividades económicas de agricultura de temporal, ganadería de tipo extensivo, minería y comercio.

Figura 2. División de la cuenca del río Mayo de acuerdo con rasgos fisiográficos



Fuente: Elaboración propia basada en información cartográfica de PRONACOSE (2013)

Figura 3. Viviendas rurales típicas del área de estudio



Fuente: Fotografía proporcionada por la consultoría ADS AC (2016).

En conclusión, la configuración territorial que ha emergido en la cuenca del río Mayo es la comúnmente observada en muchas cuencas, con la población concentrada en las partes bajas (Navojua 163, 650 y Huatabampo con 80,524 habitantes según la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI), dónde también se desarrolla la mayor actividad económica: la agricultura; por otra parte, las porciones media y alta de la cuenca están escasamente pobladas, se llevan a cabo actividades económicas primarias en forma extensiva. Desde la parte baja a la parte alta, disminuye el gradiente de aridez (más lluvia en la parte alta) y aumenta la complejidad de la fisiografía. Esto último limita el acceso y el tipo de actividades económicas que se pueden desarrollar. Todo esto crea el potencial, en las partes media y alta, para captura, filtración y producción de agua. Susceptible a ser utilizada en la parte baja de la cuenca.

Capítulo 3. Marco conceptual

3.1 Modelo de gestión de recursos hídricos

Un modelo de gestión de recursos hídricos está representado por el arquetipo o estructura institucional a través de la cual los agentes sociales interactúan entre sí para apropiarse del agua para cubrir sus diversas necesidades. Por ejemplo, la emergencia de la doctrina de apropiación con prelación, que facilitó el desarrollo de la actividad minera y la agricultura (Colby 1998) durante la colonización del Oeste de los Estados Unidos durante el siglo XIX. A estos modelos de gestión se les han fijado múltiples expectativas, tales como: a) evitar conflictos sociales; b) maximizar las ganancias derivadas el uso del agua; c) distribución equitativa del recurso; e) uso sostenible; entre otros. Los modelos de administración de los recursos hídricos varían de nación en nación y muchas veces, dentro de un mismo país existen diversas escalas de gestión.

3.1.1 Modelo de gestión de recursos hídricos (GRH) en México

El modelo actual de GRH de México se origina a partir de lo que estipula su Constitución Política de 1917. Particularmente, en el párrafo quinto del artículo 27, donde se menciona que las aguas y sus bienes públicos inherentes son propiedad originaria de la nación. Así, el Estado Mexicano debe administrarlos, gestionarlos y preservar su calidad y cantidad. De este artículo se derivó la Ley de Aguas Nacionales (DOF 1992), su reglamento en 1997 y las reformas a la LAN en el año 2004.

Esta tesina no pretende hacer una descripción detallada de la evolución histórica de la gestión del agua en México; los lectores interesados pueden revisar las obras de Luis Aboites Aguilar (1998; 2009). Más bien se centra la revisión de literatura en el funcionamiento de la GRH actual.

La administración del agua en México sigue un modelo por cuencas hidrológicas; 13 regiones hidrológico administrativas, que a su vez se subdividen en 37 regiones hidrológicas, que a su vez están formadas de 732 unidades de gestión o cuencas, que se sobreponen a 653 acuíferos (Barrios et al. 2015, 8). El administrador del agua es el gobierno federal, personalizado en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)⁴.

Es la CONAGUA la que, a través de su estructura vertical (“de arriba-abajo”) y centralizada (Sánchez 2008, 70), (Guerrero, 2008, 23), aunque desconcentrada geográficamente en 13 regiones hidrológicas u organismos de cuenca, toma las decisiones relacionadas con la política hídrica del país. Por ejemplo, otorga o retira concesiones de agua subterránea o superficial.

En este sentido la superficie territorial de cada acuífero/cuenca establecido por CONAGUA actúa como una verdadera unidad jurisdiccional para la legal administración del agua. Dependiendo del balance hídrico⁵ de cada una de estas unidades estará la posibilidad de poder adquirir agua; esto también afecta el pago de derechos por extracción que deben de pagar algunos usuarios, como es el caso del uso doméstico, industrial y minero.⁶

3.1.2 Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)

Uno de los modelos de gestión más populares y aceptados alrededor del mundo es lo que se conoce como la GIRH. La Asociación Mundial del Agua (GWP, Global Water Partnership por sus siglas en inglés) ha sido un promotor de la GIRH a nivel mundial (Biswas 2008), la define como: “un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la

⁴ Creada el 16 de enero de 1989.

⁵ La CONAGUA actualiza el balance de aguas al menos cada tres años en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

⁶ Consultar las disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales en Ley Federal de Derechos.

tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”.

En México la GIRH es el modelo que se debe de implementar para la administración de los recursos hídricos del país, así lo estipula la (DOF 2004) en su artículo 14 BIS 5, establece que la GIRH por cuenca hidrológica es la base de la política hídrica nacional.

Asimismo, la comunidad científico-académica ha promovido este modelo. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), cuerpo consultor de la CONAGUA, ha sido un promotor de la GIRH (Pacheco-Vega 2013). El IMTA ofrece un programa de postgrado a nivel maestría en GIRH. El Colegio de la Frontera Norte⁷ (Monterrey, Nuevo León) y El Colegio de Sonora (Hermosillo) ofrecen programas similares.

3.2 Retos de la GIRH

La administración de los recursos hídricos en México por un único ente regulador, CONAGUA, a nivel cuenca/acuífero, en teoría debería de tener la ventaja de superar la fragmentación jurídico administrativa del territorio de la cuenca. Esta fragmentación suele ser considerada un impedimento a la implementación de la GIRH.

Sin embargo, los territorios que componen las unidades de gestión están fragmentados socialmente, los diversos actores/usuarios de agua están aislados los unos de los otros, los organismos creados desde la CONAGUA para encauzar la participación son impopulares o no se conocen (Navarro et al. 2017) y como se dice, “solo patean el bote” (pasan asuntos/acciones para el futuro) ignorando, posponiendo asuntos de gestión del agua

⁷ Fundado en 1982, con sede en Tijuana, Baja California, es una institución dedicada a la investigación y docencia de alto nivel cuyo objeto es generar conocimiento científico sobre los fenómenos regionales de la frontera México-Estados Unidos.

importantes (Sánchez-Meza 2008). Las acciones coordinadas y la participación social siguen siendo un reto no superado en la implementación de la GIRH en México.

En materia de cuidado del medio ambiente, reducción de contaminación y sobreexplotación, también existen importantes deficiencias. El modelo de gestión actual incorpora dos lógicas importantes: el mercado y el medio ambiente. Aboites (2009) lo llama el modelo mercantil-ambiental, donde el estado adopta la función de regulador ambiental, por otra parte, el mercado asigna los usos del agua de manera eficiente. Aboites (2009:100) menciona: “en materia de medio ambiente la información disponible sugiere que uno de los principales componentes, la sobre explotación de acuíferos y la contaminación, distan de haberse reducido y ni siquiera moderado”. Aboites (Ibid) ofrece algunas cifras: “el número de acuíferos sobreexplotados se ha triplicado en las últimas décadas: 32 en 1975, 36 en 1981, 80 en 1985, 97 en 2001 y 102 en 2003, o sea se ha más que triplicado”⁸. En cuanto a la contaminación del agua, el autor menciona que el gobierno federal ha sido inconsistente y opaco en la forma de monitoreo de la contaminación de cursos y cuerpos de agua, aunque todo parece indicar que este indicador ha empeorado también.

Aunque el concepto de GIRH es realmente prometedor, como ya se mencionó, las estrategias establecidas en este modelo de gestión no han cumplido con la dimensión de sostenibilidad ambiental, esto lo define claramente Monforte et al. (2009) en su publicación “Escenario del Agua en México”, al citar que: “El proceso de la gestión integral de cuenca debe ser un trabajo colaborativo, multidisciplinario, en el que participen tanto las entidades de gobierno, así como todos los usuarios de todos los sectores, sin embargo el componente ambiental generalmente no tiene un representante como tal sino que es la normatividad la que señala

⁸ Al 31 de diciembre de 2015 existían 105 acuíferos con sobreexplotación (CONAGUA 2016).

los límites de extracción así como la calidad necesaria del agua para el mantenimiento del ecosistema, sin embargo el hecho de que no haya un representante que abogue por el ecosistema esto transfiere la responsabilidad a los usuarios de los otros sectores a mantener presente la necesidad de la conservación del medio ambiente”.

Una de las principales causas del deterioro de las cuencas hidrográficas, es el no considerar su manejo de forma integral y omitir en dicha gestión que las actividades que se implementan en la parte alta de la cuenca afectan de forma importante a la cuenca baja (Andrade et al. 2004).

El modelo actual de gestión de agua en México ha sido antropocéntrico, esto es ha privilegiado la apropiación del agua para el uso (directo) de los seres humanos. Lo que Arrojo (2006) llama “gestión del recurso”.

3.2.1 Caudal ecológico

El marcado enfoque sectorial en la gestión hídrica queda ejemplificado en el caso del “caudal ecológico”. Con la LAN (DOF 1992) se estableció el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). (Barrios et al. 2015, 9) mencionan que desde 1995 se han regularizado títulos de concesión de agua en todo el país. En este proceso se tomó como límite el 100% del escurrimiento medio anual (o recarga en el caso de acuíferos) como criterio de disponibilidad de agua. Así, la asignación y reserva de agua para el ambiente (caudal ecológico) no se tomó en cuenta.

Esto implica que, en un escenario de lluvias por debajo de la media, el agua dejada al ambiente, llámese ríos, humedales, tinajas, vegetación riparia, puede ser nulo. Muchas veces las afectaciones a estos ecosistemas pasan desapercibidas (por ejemplo, sucesiones a vegetación secundaria).

3.3 Enfoque ecohidrológico

La ecohidrología es una disciplina que proviene de integrar el conocimiento de dos ramas de la ciencia: la hidrología y la ecología; a través de la cual se logrará una nueva comprensión de la interrelación entre el agua y la biota. Aspecto importante ya que la cantidad de agua, su calidad y algunos procesos en el medio acuático están guiados principalmente por el clima, pero también en gran medida por factores bióticos, los cuales poseen el potencial de regular el flujo de agua y materia a través del paisaje (Zalewski et al. 1997, 58).

A través de su aplicación, es factible justificar técnicamente la generación de servicios ambientales hidrológicos y la conservación de los ecosistemas acuáticos. Por ejemplo, para la compensación de externalidades positivas (ver definición más adelante) dentro del ámbito de una cuenca hidrológica.

3.3.1 Servicios ecosistémicos⁹ hidrológicos (SEH)

Los ecosistemas son un complejo sistema dinámico, formado por un medio biótico (seres vivos) y el medio abiótico (ambiente físico). El concepto, que empezó a desarrollarse entre 1920 y 1930, fue acuñado por Tansley (1935; citado por Landell y Porras 2002) tiene en cuenta las complejas interacciones entre sus elementos, lo que da origen a una serie de funciones ambientales, o funciones ecológicas o ecosistémicas (ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes, la retención de sedimentos, etc.). Cuando una de estas funciones genera beneficios para una población (económicos, ecológicos y sociales), se dice que se ha transformado en un bien ambiental y en un servicio ambiental.

⁹ Servicios ambientales o ecosistémicos hacen referencia a lo mismo.

Dada la complejidad de las funciones ecosistémicas, es complicado lograr una clasificación única de los servicios ecosistémicos (Costanza 2008). Varios autores han propuestos diversas clasificaciones, Una de ellas propone 17 servicios ecosistémicos, que incluye bienes del ecosistema (Costanza et al. 1997, 253). Otra propone una clasificación de 23 funciones agrupadas en cuatro categorías generales, centrándose más en los subconjuntos de las funciones del ecosistema que en los servicios propiamente (De Groot et al. 2002, 393). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2003: 78) publica una clasificación en la que los servicios ecosistémicos son descritos como “aquellos beneficios que las poblaciones obtienen de los ecosistemas”, la cual es la más aceptada en la actualidad a pesar de otras clasificaciones que surgieron posteriormente (ver Figura 4 y Anexo 1).

Figura 4. Tipos de servicios ambientales que proveen los ecosistemas



Fuente: Tomado de internet de sitios: <http://www.ecovalor.mx/images/inicio/iconos/regulacion.jpg>, <http://www.ecovalor.mx/images/inicio/iconos/culturales.jpg>, <http://www.ecovalor.mx/images/inicio/iconos/provision2.jpg>, 2016.

Basado en esta última clasificación, se puede asumir que los servicios ecosistémicos hidrológicos se relacionan con la regulación y la calidad del agua, los cuales son de gran significancia por los impactos directos la regulación de caudales, la recarga de acuíferos, la purificación del agua y el control de la erosión (MEA 2005: 7).

3.4 Externalidades

Como se mencionó anteriormente los servicios ambientales son una forma de externalidad. Una externalidad surge cuando la persona “A” en su afán de prestar un servicio a la persona “B”, puede, eventualmente, crear un servicio o perjuicio a otras personas, de tal forma que no se puede obtener pago de aquellos beneficiados o proveer una compensación a aquellos afectados (Pigou 1932).

En la literatura de economía ambiental estos efectos externos al proceso de producción o consumo se les llama “externalidades”. Son “positivas” cuando benefician a otros actores sociales, como es el caso de los servicios ambientales de filtración y purificación de agua que proveen los bosques. Por otra parte, son “negativas” cuando perjudican o afectan a otros actores sociales, por ejemplo, una comunidad que vierta sus aguas negras sin tratar a un río. Un grupo de propietarios de terrenos en la parte alta de una cuenca, que decidan conservar la cobertura vegetal de sus suelos, evitar el sobrepastoreo, no contaminar los cauces de los ríos, etc., generan una externalidad positiva al producir escurrimientos de agua de calidad hacia fuera de sus predios.

3.5 Tragedia de los comunes (dilemas sociales)

El agua que fluye en una cuenca o está depositada en un acuífero es un Recurso de Uso Común (RUC), por lo que estos son una arena para la emergencia de problemas de acción

colectiva. Esto quiere decir que resulta poco probable que los actores de una cuenca posean los incentivos para generar servicios ambientales.

Reconociendo lo manifestado en “La Tragedia de los Comunes” (Hardin 1968), esta publicación es un dilema que expone que el razonamiento humano siempre persigue maximizar el beneficio personal al momento de “aprovechar” un RUC, obteniendo con ello dos tipos de situaciones, la positiva, en la que los individuos se ven favorecidos parcialmente por las acciones emprendidas, aunque dicho disfrute se limite a un sector de dichos actores, estimulando a los usuarios que comparten el RUC para que incrementen su proceder en busca de mayores beneficios. Esta situación se mantiene hasta llegar finalmente al escenario negativo, el cual se presenta en forma de degradación del RUC, afectación compartida hacia todos los actores involucrados y no a una fracción de ellos. De este modo, el comportamiento relacionado al manejo de los RUC concluye en la inevitable tragedia, que hace referencia el título de la citada publicación.

3.6 Pago por Servicios Ambientales (PSA)

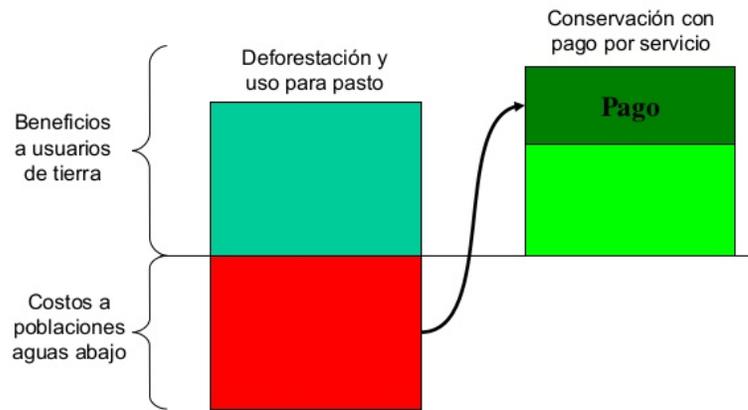
Pero “no hay almuerzo gratis” alguien debe de pagar para estimular el flujo de los SA. El PSA no es otra cosa que una institución creada para remediar las fallas de mercado ocasionadas por la generación de externalidades (positivas o negativas) y la emergencia de dilemas sociales en la arena de interacción de una cuenca o acuífero.

La lógica de este enfoque es que, dado que los SA ofrecidos por los ecosistemas están siendo amenazados, entonces su escasez los vuelve sujetos potenciales de comercialización. La idea es simple, contactar compradores y ofertantes de SA. Los primeros pueden estar representados por un actor social en particular (por ejemplo, una empresa) o por la sociedad

en general en voz del gobierno. Por otra parte, los oferentes generalmente son seleccionados, muchas veces en función de las características ecohidrológicas de la ubicación de sus predios. Así, el PSA se consolidó como un instrumento de mercado a través del cual se solucionan las fallas que estos provocan, en el sentido de que los servicios ambientales carecen de un precio, de un mercado, pero no de un valor. En el Anexo 2 se presenta una cronología de los eventos que han impulsado el estudio de los servicios ecosistémicos, elaborado por Perevochtchikova (2014).

La Figura 5 esquematiza el caso de dueños o poseedores de los terrenos forestales ubicados en la parte alta una cuenca. Estos incurren en un costo al llevar a cabo actividades de conservación, obteniendo más “ganancias” por los usos alternativos de esa tierra, como es la conversión de tierras a pasto o agricultura, para mantener altas cargas de pastoreo. A nivel cuenca se crea un dilema social (“Tragedia de los Comunes”) dónde nadie tiene incentivos para abandonar la maximización de su ingreso. En ese proceso de apertura de áreas agrícolas tienen que deforestar, esa acción genera costos a las personas ubicadas en las partes bajas de la cuenca ya que dejan de recibir beneficios ambientales que han tenido hasta ese entonces tales como la filtración del agua. Sin embargo, al lograr que los beneficiarios que se encuentran en la parte baja de la cuenca paguen para que se conserven los bosques, entonces los usuarios del bosque ubicados en la parte alta de la cuenca pueden considerar a la conservación como una actividad rentable de beneficio mutuo.

Figura 5. Esquema gráfico de la lógica de los PSA



Fuente: Pagiola (2003).

3.7 Enfoque Ecosistémico y Gestión Ecosistémica del Agua

3.7.1 El Enfoque Ecosistémico (EE)

El EE es un modelo de gestión que se aplica no solo a los recursos hídricos, el EE puede aplicarse en todos los procesos de decisiones que afectan el mundo natural. La gestión tradicional se ha planteado normalmente por sectores, considerando cada componente del ecosistema aisladamente.¹⁰

El EE o por Ecosistemas se define estrictamente como: “una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica 2004: 50).

¹⁰ Hacia la Sostenibilidad del Mar Céltico, Guía para aplicar el enfoque ecosistémico a través de la Directiva Marco sobre Estrategia Marina (sin fecha), publicado por PISCES (Partnerships Involving Stakeholders in the Celtic Sea Ecosystem). URL: http://assets.wwf.org.uk/downloads/la_guia_de_piscis_en_espanol.pdf (consultado 21 de febrero de 2018).

3.7.2 El EE aplicado a la gestión del agua

Aunque el EE pareciera estar contenido o ser un componente de la GIRH, el primero es considerado como un “nuevo” y avanzado modelo de gestión. Perevochtchikova (2010) menciona que “la adaptación del EE para el manejo de recursos hídricos, consiste en el cambio del concepto antes predominante de la gestión sectorial, con una visión puramente ingenieril a corto plazo, por un nuevo paradigma de gestión ecológica integral de ciclos más largos”. Guerrero et al. (2006) implica que la GIRH y el EE no son mutuamente excluyentes, más bien complementarios, pero el primero se enfoca más en el recurso y el segundo en los ecosistemas.

Arrojo (2006) describe el enfoque tradicional de gestión de agua basada en el recurso, que ve a los ríos como canales de agua, promueve su extracción y mercantilización, este modelo ha quebrantado y roto la salud de los ecosistemas acuáticos. El autor enfatiza que “esta es la razón por la que hoy en día, las legislaciones más avanzadas en materia de aguas exigen pasar de los tradicionales enfoques de gestión de recurso, a modernos enfoques de gestión ecosistémica”.

Con la pérdida de los ecosistemas acuáticos, se priva a la sociedad de las funciones de filtración y purificación de agua. Esto afecta la calidad de agua que una cuenca produce, lo que conduce al incremento de los costos de potabilización. En su caso, alimenta la desconfianza al agua potabilizada a través de las tecnologías convencionales usadas por las ciudades; la consecuencia, un aumento en la demanda de agua purificada embotellada.

Una gestión integrada a nivel ecosistémico sería la prescripción correcta, a escala cuenca hidrológica que internalice las externalidades positivas o negativas creadas por los usuarios del agua. Principalmente, que monitoree el estado de salud de los ecosistemas acuáticos y sus zonas riparias, así como la calidad del agua que la cuenca produce.

3.7.3 Las directrices o principios del EE

Con la finalidad de crear un consenso científico y técnico sobre el EE entre los hacedores de políticas públicas para el manejo y conservación de los recursos naturales, la Cuarta Reunión de las Partes (UNEP, CBD, COP 1998) requirió a su Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico, desarrollar principios y guías para el EE, en base a los resultados del “Taller de Trabajo sobre la Aproximación Ecosistémica” de la Reunión de Malawi, en Lilongwe, Malawi (Ramírez 2001). El resultado fue la estructuración de 12 principios conocidos como las directrices del EE. Estos principios han sido adaptados y operacionalizados por diversos autores y organizaciones para su aplicación en contextos y recursos (ecosistemas) diferentes. A continuación, se enlistan los principios:

Principio 1: La elección de los objetivos de la gestión de los recursos de tierras, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad.

Principio 2: La gestión de los recursos naturales debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.

Principio 3: Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.

Principio 4: Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico. Este tipo de programa de gestión de ecosistemas debería:

- Disminuir las distorsiones del mercado que repercuten negativamente en la diversidad biológica;
- Orientar los incentivos para promover la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica; y

- Procurar, en la medida de lo posible, incorporar los costos y los beneficios en el ecosistema de que se trate.

Principio 5: A los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del EE.

Principio 6: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.

Principio 7: El EE debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.

Principio 8: Habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas.

Principio 9: En la gestión debe reconocerse que el cambio es inevitable.

Principio 10: En el EE se debe procurar el equilibrio apropiado entre la conservación y la utilización de la diversidad biológica y su integración.

Principio 11: En el EE deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales

Principio 12: En el EE deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.

Por último, vale la pena mencionar que existen muchos modelos o paradigmas para el manejo de los recursos naturales que incluyen una visión ecosistémica. Una de las referencias más antiguas del concepto es Caldwell (1970). Un estudio de Long et al. (2015) hace un meta-análisis de artículos que discuten estos conceptos, los autores identificaron que, entre todos, éstos incluyen 26 dimensiones o variables que consideran importantes para la visión ecosistémica. Resulta curioso que, muchas de estas corrientes o disciplinas han evolucionado

independientemente del EE desarrollado por el CDB¹¹. El EE del CDB según Long et al. (2015) es el más incluyente, ya que adopta 18 de las 26 dimensiones; las dimensiones faltantes serían: los sistemas socio-ecológicos, la fragmentación territorial, el monitoreo, principio precautorio, la acumulación de impactos, cambio organizacional, el uso de incentivos, compensación y soluciones intermedias.

Lo importante del EE del CDB es que, a diferencia de los otros, con una esfera de influencia académica, los del CDB buscan ser vinculantes en las legislaciones y programas de los países participantes (“Países Parte”) en estos foros de discusión.

3.7.4 Aplicación de las directrices en México

El día 13 de junio de 1992 México firmó *ad referendum* el CDB; el 13 de enero de 1993 se publica en el DOF decreto donde la cámara de senadores aprueba dicha firma; el ejecutivo publica el texto en español del CDB en el DOF el día 7 de mayo de 1993; el seguimiento quedó a cargo de SEMARNAT, específicamente de la CONABIO. La discusión se ha centrado mayormente en temas de poblaciones silvestres, especies, endemismos, riqueza biológica.

El EE se considera como un tema transversal en el CDB, en general no ha recibido suficiente atención. Por ejemplo, Benítez y Bellot en una publicación del año 2003, mencionaban que el CDB había solicitado a los “Países Parte” que elaboraran estudios de caso o que informaran sobre experiencias de implementación de las 12 directrices del EE. Los autores informaban que no existían aún, casos de aplicaciones *stricto sensu* del EE, aunque existían diversas

¹¹ Por ejemplo el reporte: “Ecosystem Approaches in Integrated Water Resources Management (IWRM) A Review of Transboundary River Basins, elaborado por Dimple Roy, Jane Barr y Henry David Venema, del International Institute for Sustainable Development, en colaboración con UNEP-DHI Centre for Water and Environment, 2011”. Otro ejemplo es Slocombe (1998).

políticas y programas de manejo que cumplían indirectamente con muchas de las directrices del EE.

México ha elaborado a la fecha cinco reportes para el CDB. El primero en 1997 (Biodiversidad Mexicana), no hace mención al EE, más bien elabora un diagnóstico del país y la legislación ambiental disponible.

El segundo informe de 2001 (Biodiversidad Mexicana), hace mención explícita de la “Decisión V/6 Enfoque Ecosistémico”, reportan que éste se aplica en forma limitada, solo era posible encontrar algunas expresiones prácticas de éste en la política y legislación nacional, además no existían proyectos prácticos en curso aplicando el EE. Sin embargo, el segundo informe aseveraba que se estaban creando las capacidades técnicas con miras a la aplicación del EE.

El tercer informe del año 2005 (Biodiversidad Mexicana), incorpora el concepto de EE, aunque no ofrece muchos avances en su aplicación. Destaca su aplicación parcial en la gestión de bosques y en las UMAS. Pero menciona: “los ecosistemas acuáticos, tanto dulceacuícolas como marinos y costeros, aún padecen, en términos generales, la falta de incorporación del enfoque ecosistémico en las acciones de conservación y aprovechamiento de su biodiversidad y recursos naturales”.

En el cuarto informe del año 2009 (Biodiversidad Mexicana) no se menciona *stricto sensu* el EE. El quinto informe (Biodiversidad Mexicana), de 2014, se basó en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2012-2020 y las Metas de Aichi (temas fuera del alcance del presente estudio), igual que el reporte anterior no se hace mención al EE.

Por último, no fue posible encontrar casos de estudios en México que evaluaran detalladamente el nivel de aplicación de las doce directrices del EE propuestas por la CDB. Se puede concluir que la adopción ha sido limitada en: a) la incorporación a políticas

públicas; b) estudios para evaluar la adopción del EE; y c) discusiones académicas y científicas del tema. Por lo tanto, existen pocos o ningún precedente en México de un trabajo como el que se realizó en esta tesina.

Capítulo 4. Descripción y funcionamiento del PPSA

4.1 Antecedentes del PSA en México

En México, operan diversos esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) desde hace varios años, observando que en función del origen de su establecimiento se ubican cuatro tipos principales (Saldaña 2013). Primero, aquellos que establecen las Organizaciones de la Sociedad Civil, un ejemplo de este caso es el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, a través del cual se promovió el Programa de Cuencas y Ciudades que pretende construir una visión de manejo de cuencas para ayudar a migrar de una gestión sectorial de los recursos naturales hacia un enfoque más integral y en el que se contempla el establecimiento de mecanismos locales de pago por servicios ambientales.

El segundo tipo de esquema lo promueven los gobiernos municipales. Aquí se tiene el caso del municipio de Coatepec, Veracruz, con un modelo de pago por servicios ambientales que involucró el establecimiento de un fideicomiso específico para tal fin, llamado FIDECOAGUA, del cual se derivó el programa "Adopta una Hectárea"¹².

Tercero, existen pagos por servicios ambientales que surgen por iniciativa de gobiernos estatales. No existen muchos casos de este tipo, pero se pueden citar dos experiencias. En el 2007 se creó en el Estado de México un mecanismo denominado Fideicomiso para el Programa para el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos, con una aportación estatal de 30 millones de pesos para su establecimiento, contribuciones que se han repetido en los años siguientes. A ello se suma la formulación de mecanismos legales para que el fideicomiso

¹² El programa tiene por objeto el recaudar aportaciones (económicas o en especies) de empresas y de la misma ciudadanía, recursos que serán invertidos en la conservación de recursos naturales y el área boscosa de la microcuenca "Río Gavilanes" del municipio de Coatepec (ver H. Ayuntamiento de Coatepec, Veracruz, 2014, 42).

capte recursos de municipios y de los organismos descentralizados del agua (pago del servicio de agua potable), correspondientes al 3.5% del monto total del cobro del agua de los usuarios finales del recurso hídrico (Villavicencio 2011). El otro caso está en el Estado de Chiapas, entidad donde se constituyó en el 2009 el Programa Estatal para la Compensación por Servicios Ecosistémicos, el cual fue desarrollado con el objeto de fomentar la conservación y manejo de los recursos naturales, contemplando arreglos compensatorios entre los usuarios y los proveedores de los servicios ambientales (Vargas et al. 2009).

Por último, el cuarto esquema de pago por servicios ambientales está a cargo del gobierno federal, siendo éste el más importante, tanto por la superficie cubierta como por la inversión realizada. Su intervención inició con la realización de modificaciones legislativas en el año 2002 a las Ley Federal de Derechos, con lo que se logró destinar 200 millones de pesos provenientes de la recaudación de los derechos por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por usuarios distintos de los municipales y organismos operadores de los mismos, para operar un Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) (DOF 2002).

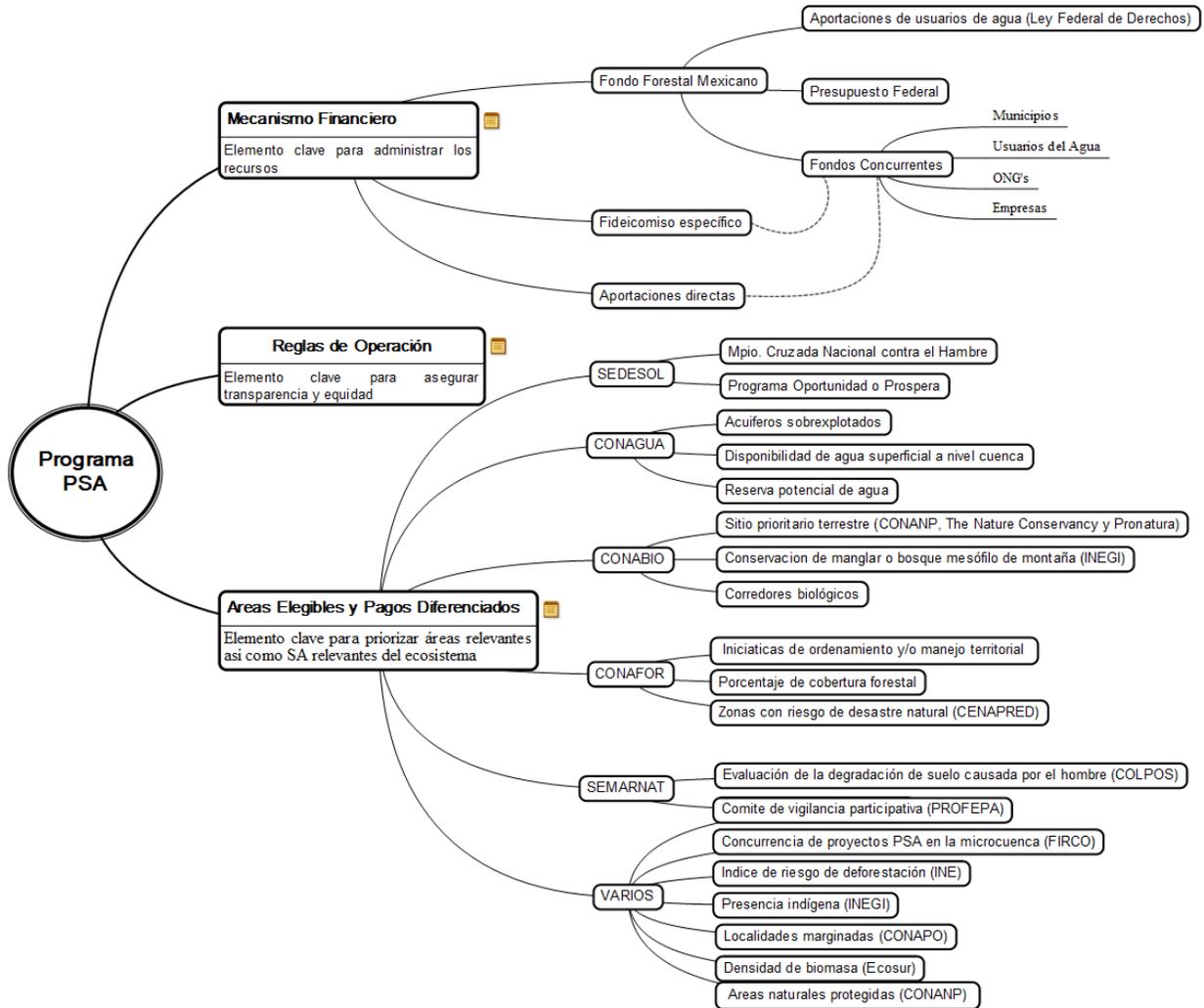
Otra actividad importante en el tema fue la constitución de la CONAFOR, organismo público descentralizado de la administración pública federal con personalidad jurídica y patrimonio propios; con el objeto de desarrollar, e impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración forestal, así como el participar en la formulación de planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. Destacando entre sus funciones el apoyar la ejecución de programas de bienes y servicios ambientales que generen los recursos forestales (DOF 2001). En la Tabla 3 se muestra el desarrollo que ha tenido en México la gestión del PPSA por parte del gobierno federal.

Tabla 3. Evolución del PPSA administrado por la CONAFOR

Año o período	Descripción
2001-2003	Se diseñó un esquema de PSA, participando el Instituto Nacional de Ecología (INE), un equipo de académicos de la Universidad Iberoamericana, el Centro de Estudios y Docencia Económica (CIDE), la Universidad de California en Berkeley y la CONAFOR.
	Un equipo del Departamento Ambiental del Banco Mundial (BM) contribuyó con el financiamiento para la recolección de datos, otorgó asesoría y retroalimentación (con recursos donados por el Gobierno de Francia)
	El BM apoyó con la realización de consultas a expertos en materia hidrológica y forestal de diversas instituciones nacionales e internacionales.
2003	Se implementó el esquema de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH). CONAFOR fue la responsable de implementar, dar seguimiento y evaluar las políticas de PSAH en el territorio nacional. El programa operó con fondos federales (US\$18.2 millones anuales) provenientes de la recaudación anual del cobro por uso de agua (DOF 2003).
	El programa consideró pagos a los propietarios de terrenos forestales (pequeños propietarios y núcleos agrarios), para mantener los bosques ubicados en áreas relevantes desde la perspectiva hidrológica.
2004	Se incrementó el alcance del PSAH al incorporar mecanismos para desarrollar el mercado de SA por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistema agroforestales (denominado como PSA-CABSA).
	El PSAH y el PSA-CABSA operó a través de reglas de operación (RDO) específicas.
	Se incrementaron los recursos para su operación por la aportación de los grandes usuarios del agua (US\$27.3 millones anuales)
2005	El PPSA siguió operando bajo la misma modalidad.
2006	CONAFOR gestionó un financiamiento de US\$45 millones que fue otorgado por el BM y un donativo del Fondo Mundial para la Protección de la Naturaleza por US\$15 millones.
	Este flujo de recursos aumentó el presupuesto para la ejecución del programa de US\$27.3 a casi US\$100 millones anuales, que se aplicaría para los años 2007 y 2008.
	CONAFOR sustituye las RDO del PSAH y el PSA-CABSA, para operar bajo el procedimiento de los Programas de Desarrollo Forestal.
	Debido a que la sociedad mexicana no reconocía ni valoraba los SA, aunado a una falta de cultura de pago de los beneficiarios de los SA hacia los proveedores de los mismos, la CONAFOR inició gestiones para promover mecanismos locales de PSA.
2007	CONAFOR gestionó los apoyos de todos sus programas, incluidos los de PSA a través de un programa rector al que denominó ProÁrbol.
	Las categorías consideradas fueron similares a las incluidas en el año anterior, presentando ligeros cambios al incluir una modalidad adicional.
2008	En las RDO se observan cambios en el funcionamiento del PSA que se reflejan en modificaciones en las modalidades de operación.
	CONAFOR implementó un programa para impulsar a los mecanismos locales de PSA, con la publicación de los “lineamientos para promover el mercado de los SA hidrológicos a través de fondos concurrentes”. De esta manera, la dependencia inició con la operación de dos PPSA.
2009	CONAFOR continuó con leves cambios sobre los procesos del PSA, los cuales se observan en las modalidades o categorías.
2010	Las RDO del programa ProÁrbol redujeron las modalidades de PSA a solo dos tipos de categorías: los SA hidrológicos y la conservación de la biodiversidad
	Se modificaron los estatutos a los lineamientos para la implementación de los mecanismos locales de PSA.
2011-2012	CONAFOR continuó con la operación de los dos PPSA, con ligeros cambios en el proceso de ejecución de los mismos.
2013	El programa ProÁrbol, bajo el cual operan los apoyos de PSA es sustituido por el Programa Nacional Forestal (PRONAFOR).
2014-2015	CONAFOR continua con la operación de los PPSA, uno bajo RDO y otro bajo lineamientos para promover mecanismos locales de PSA a través de fondos concurrentes.
2016-2017	CONAFOR modifica el PPSA al incluir su gestión en un solo documento (RDO), manteniendo las características particulares de operación de cada uno de ellos

Fuente: Elaborada en base a Chagoya, Jorge e Iglesias Leonel (2009).

Figura 6. Esquema general del PPSA administrado por CONAFOR



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Clasificación del PPSA

En la actualidad el PPSA considera dos tipos de mecanismos de ejecución, uno de ellos es el "concepto PSA" y el otro es el "mecanismos locales de PSA a través de fondos concurrentes" todos ellos dentro del PRONAFOR (véase Figura 6). Para el lector interesado, en el Anexo 3 se muestra información específica de la operación del PPSA bajo los dos tipos de mecanismos.

4.2.1 Concepto PSA

Consiste en el otorgamiento de incentivos económicos dirigidos a los propietarios y poseedores de terrenos forestales por los beneficios que estos ecosistemas forestales generan a la sociedad, tales como la captación de agua, el mantenimiento de la biodiversidad, la captura y conservación del carbono.

Es indispensable que las áreas elegibles para este concepto mantengan una cobertura forestal en buen estado de conservación y condiciones de alto valor ambiental. Las reglas de operación del PPSA determina que para Sonora (región norte-centro), el polígono propuesto para esta modalidad debe de poseer una cobertura arbórea igual o mayor al 50% .

Este concepto de PSA posee dos modalidades:

- Modalidad servicios ambientales hidrológicos.

Está conformada por actividades enfocadas a la conservación activa de los ecosistemas, con el objeto de mantener el ciclo hidrológico con una visión de manejo de cuenca, además de lograr otros beneficios vinculados a los procesos hídricos (control de erosión, recarga de acuíferos, etc.).

- Modalidad de conservación de la biodiversidad.

Se enfoca en preservar la flora y fauna silvestre de los ecosistemas forestales y sistemas agroforestales, promover el mejor uso de los recursos naturales, procurar su manejo sustentable, aumentar la captura de carbono y proveer de SA a la sociedad.

4.2.2 Mecanismos Locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (MLPSA)

Se basa en concentrar recursos económicos de la CONAFOR y de partes interesadas (personas físicas o morales) en impulsar la constitución los MLPSA; procurando la intervención de instituciones de gobierno, organizaciones privadas y de la sociedad civil, así

como cualquier persona moral. Mediante este arreglo institucional, el mecanismo permite la transferencia de esos recursos a los dueños y/o poseedores de terrenos forestales con el objeto de que estos adopten prácticas de manejo sostenible en sus territorios y continúe el abastecimiento de servicios ambientales. Es importante mencionar que este último esquema de PSA no tiene precedente de ejecución en el área de estudio.

Finalmente, para efectos de este estudio, se consideró que, independientemente de la fuente de financiamiento y modalidad del PPSA operado por la CONAFOR, éste contribuye en mayor o menor medida a la conservación y mantenimiento de los ecosistemas hidrológicos, promoviendo los servicios ambientales que estos generan.

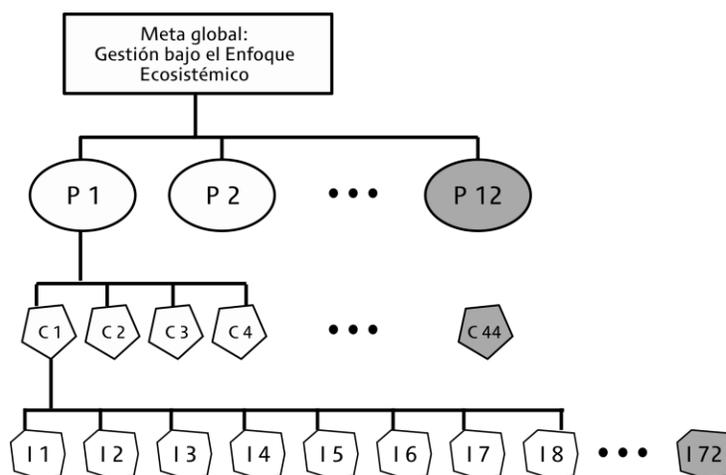
Capítulo 5. Metodología

Para determinar el grado de aplicación (indirecta) o coincidencia del PPSA con el EE, se utilizaron los doce principios, conocidos como los principios de Malawi o Directrices del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica) (UNEP/CBD/SBSTTA 2000). Estos principios son flexibles y pueden adaptarse a muchos contextos.

Con estos doce principios que componen diversas dimensiones del EE, se formuló un marco lógico jerárquico usando la metodología de Principios, Criterios e Indicadores (PC&I) propuesta de Lammerts y Blom (1997).

Cada uno de los doce principios se descompone en criterios, cada criterio a su vez se divide en indicadores. En total se tienen 12 principios, 44 criterios y 72 indicadores, estos fueron tomados de la Decisión VII/11 de la Séptima Reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica. Estos se esquematizan en la Figura 7 y se describen a detalle en el Anexo 4.

Figura 7. PC&I para las directrices de EE del CDB



Fuente: Lammerts van Bueren y Blom (1997) modificado por el autor.

En este sentido tenemos que: a) un principio es una regla o ley fundamental, son elementos explícitos de la meta superior (el EE); b) los criterios, son una situación o un aspecto del proceso dinámico del ecosistema, o una situación del sistema social que interactúa con él, un criterio es un medio para juzgar si un principio se ha cumplido o no; c) por último, un indicador es un parámetro cualitativo que sirve para verificar el cumplimiento de un criterio (Morán-Montaña et al. 2006).

La metodología se desarrolló en cuatro etapas:

5.1 Primera etapa

La primera etapa consistió en una revisión documental extensiva dónde se recogió información relacionada con el funcionamiento del PPSA. También se consultó a diversos especialistas en el tema y conocedores del área de estudio, a fin de conocer la problemática relacionada con el programa. Se obtuvo información cartográfica biofísica que se intersectó mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el área de estudio. También fue posible obtener cartografía básica digital relacionada con la operación del programa.

5.2 Segunda etapa

En esta etapa, se identificaron los "actores clave" susceptibles a ser entrevistados, los cuales están estrechamente relacionados con el proceso del PPSA e intervienen directamente en su ejecución. Los actores se categorizaron de acuerdo a su cercanía con los recursos naturales: Actores primarios: se refiere a los dueños y usufructuarios de los terrenos forestales beneficiados por el PPSA, llamados también "beneficiarios", compuestos por pequeños propietarios, grupos agrarios (ejidos o bienes comunales) u otro tipo de asociaciones; estos actores son responsable de realizar el manejo en sus territorios.

Actores secundarios: corresponden a aquellas personas que viven cerca de los recursos pero que no dependen directamente de ellos, pero tienen cierto grado de influencia en el PPSA.

Actores terciarios: son los que están más alejados de los recursos, no dependen de éstos pero que gozan de una participación activa en la toma de decisiones del PPSA.

5.2.1 Actores primarios

Se eligieron 10 beneficiarios provenientes de grupos agrarios y cinco beneficiarios de pequeñas propiedades. Las características de los actores fueron las siguientes:

- Fueron beneficiados por diferentes convocatorias, de tal manera que la evaluación consideró el mismo programa pero condiciones particulares de operación.
- Si bien es cierto que todos ellos poseen o usufructúan propiedades ubicadas en la cuenca del río Mayo, los predios están distantes entre sí.
- Se procuró mantener una igualdad en términos de género (cinco hombres y cinco mujeres).
- Se mantuvo una equidad respecto al régimen de propiedad (cinco núcleos agrarios y cinco pequeños propietarios).

5.2.2 Actores secundarios

Los actores identificados fueron:

- Las Organizaciones Sociales del Sector Forestal, que fungen de enlace entre los "beneficiarios" y la CONAFOR, por lo que su función los hace ejecutar estrategias con las cuales se logren los objetivos que en materia de conservación de los ecosistemas establece la CONAFOR.
- Los asesores técnicos certificados, personas físicas o morales que sin ser servidores públicos de la CONAFOR, brindan asistencia técnica a los beneficiarios. Su relación

con los ecosistemas no es tan estrechas como en el caso de los actores primarios pero colaboran de manera muy cercana con su gestión.

- Los gobiernos municipales, cuya participación es más de soporte, brindando las condiciones adecuadas para la ejecución del programa en el ámbito de su territorio.
- CONAGUA a través del Consejo de Cuenca del río Mayo.

Finalmente, se incluyeron dos actores de esta categoría: un representante de la Asociación de Silvicultores del municipio de Álamos y un técnico que asesora el PPSA en el área de estudio.

5.2.3 Actores terciarios

Entre estos actores está el personal de la CONAFOR, en sus diferentes niveles, desde la dirección general, gerencia estatal y así sucesivamente. Los actores terciarios más destacados son:

- La Coordinación General de Producción y Productividad.
- El Consejo Nacional Forestal.
- Los Comités Técnicos Nacionales, integrados por ocho sectores: académico, consejos estatales, comunidades indígenas, gobierno, industria, no gubernamental, social y profesional.
- La gerencia estatal de la CONAFOR (Sonora y Chihuahua).
- Los Comités Técnicos Estatales, integrados por representantes de CONAFOR (gerente estatal, subgerente, área jurídica y órgano interno de control), SEMARNAT, gobierno estatal, sector industrial forestal, profesional forestal, sector académico, comunidades indígenas y expertos en los temas a tratar.

Estos actores se vinculan con los ecosistemas de una manera administrativa y en el caso de algunos de ellos, de tipo operativo. De este tipo de actores se eligieron tres funcionarios de

la gerencia estatal de Sonora de la CONAFOR, éstos tienen la particularidad de tratar de manera directa el PPSA, estos son: el departamento de producción, el enlace de servicios ambientales y la promotoría de desarrollo forestal ubicada en el sur del estado de Sonora. Debido a las limitaciones de este estudio, no fue posible contactar a funcionarios de CONAFOR del estado de Chihuahua.

5.3 Tercera etapa

En esta etapa de la metodología, se contactaron a los actores seleccionados, se les explicó acerca del estudio y se les invitó a participar. Una vez obtenido su consentimiento informado, se agendaron las fechas de las entrevistas.

Se creó una guía o cuestionario semi-estructurado con los 72 indicadores descritos al principio de este capítulo (Anexo 4).

Las respuestas se codificaron según se describe en la Tabla 4. Los valores se almacenaron en una variable de tipo ordinal (0 a 3) donde a mayor valor, más concordancia con los criterios y principios del EE.

Tabla 4. Codificación de las respuestas

Calificación	Descripción	Situación
0	Cuando la respuesta es un rotundo “no”. El tema en cuestión no existe materialmente (como programa, política, sistema, etc.) por lo que no hay nada que corregir, sino que hay que empezar a hacer, a incorporar, a trabajar.	Son temas que requieren de intervención analizando cómo empezar a implementarlas.
1	Cuando la respuesta es negativa, pero no del todo mal. Esto es, el tema en cuestión se ha tratado y existen avances materiales. Por lo que hay algo que corregir o mejorar, no hay que empezar de cero.	Son temas que requieren de intervención analizando cómo mejorarlas prioritariamente
2	Cuando la respuesta es “sí”, pero requiere de ser mejorado para que funcione mejor.	Son temas de intervención que requieren mejorarse, pero no de forma prioritaria.
3	Cuando la respuesta es un rotundo “sí”, es algo que, aunque perfectible, se está haciendo bien, cumple con las expectativas y necesidades.	Son temas que no requieren de intervención por el momento.

Fuente: Andrade 2011.

5.4 Cuarta etapa

Después de aplicar la encuesta se obtiene un valor por cada indicador, y al realizar una sumatoria simple resulta una valoración final que se expresa en porcentaje. De esta manera se ubica el grado de afinidad del modelo de gestión de los ecosistemas que propone el PPSA en relación con lo que establece el EE, aplicando un criterio numérico similar al usado para responder las preguntas (véase Tabla 5). Con ello se establecen pautas para en caso de requerirlo, emprender acciones con las cuales se logre establecer procesos de mayor sustentabilidad.

Tabla 5. Escala de valoración de cada entrevista

Criterio	Puntuación	Descripción
Resultado < 25%	0	Hay diferencias notables entre lo que se realiza y lo propuesto por el EE, por lo que se requieren realizar cambios radicales en la manera como se gestionan los recursos naturales del territorio. También se requieren modificar a fondo las decisiones políticas y económicas. Se debe de analizar si la sociedad puede asumir los costos de una reingeniería total en su forma de gestión, ya que el reto es muy grande y requiere de mucho apoyo. Finalmente se debe analizar el impacto sufrido a los ecosistemas por el mal manejo y la restauración de los posibles daños ocasionados.
25% <= Resultado < 50%	1	Se observa el trabajo realizado, aunque es necesario desarrollar enormes ajustes, se requerirá de mucha voluntad política y de abundantes recursos económicos por todos los actores claves involucrados.
50% <= Resultado < 75%	2	Se tiene una buena base de trabajo. Hay elementos que están realizando un buen manejo de los recursos naturales, los cuales es importante identificarlos y respaldarlos para mejorar lo logrado.
Resultado >= 75%	3	Se está efectuando una muy buena gestión del territorio, se observa una muy buena organización regional y basta incorporar algunas acciones nuevas y mejorar otras para lograr los buscados niveles de excelencia

Fuente: Andrade 2011.

Por último, se hace sistematización cualitativa de los resultados obtenidos. También se hace un análisis usando técnicas de la estadística descriptiva.

Capítulo 6. Análisis crítico y resultados

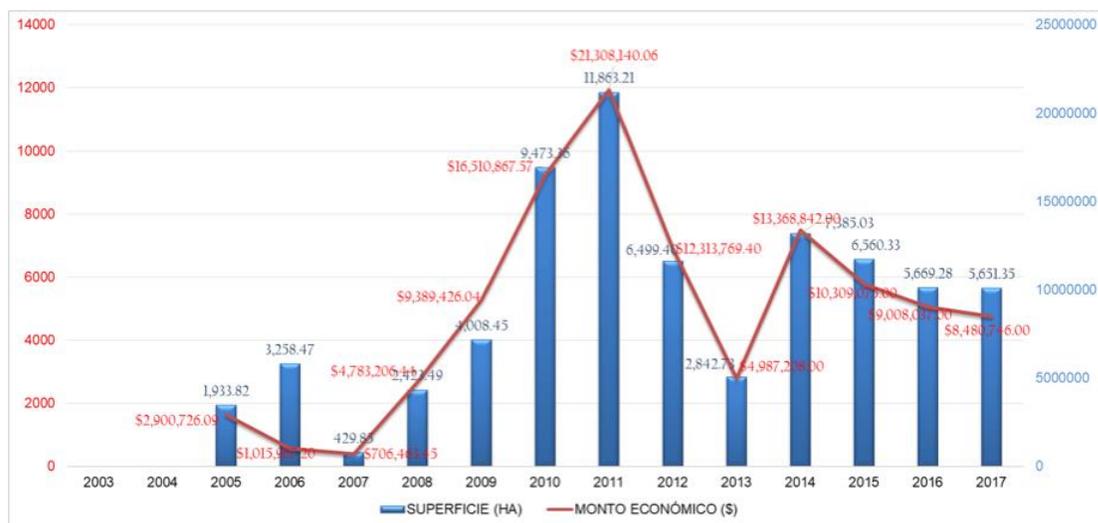
Este capítulo se divide en dos acápite correspondientes a los dos primeros objetivos específicos establecidos en la sección de introducción.

6.1 Funcionamiento del PPSA en el área de estudio

En el estado de Sonora, la cuenca del río Mayo es la región hidrológica donde se ha concentrado mayormente la operación del PPSA (véase Figura 9). El PPSA inició en el año 2003 y desde entonces ha tenido presencia en la cuenca del río Mayo¹³.

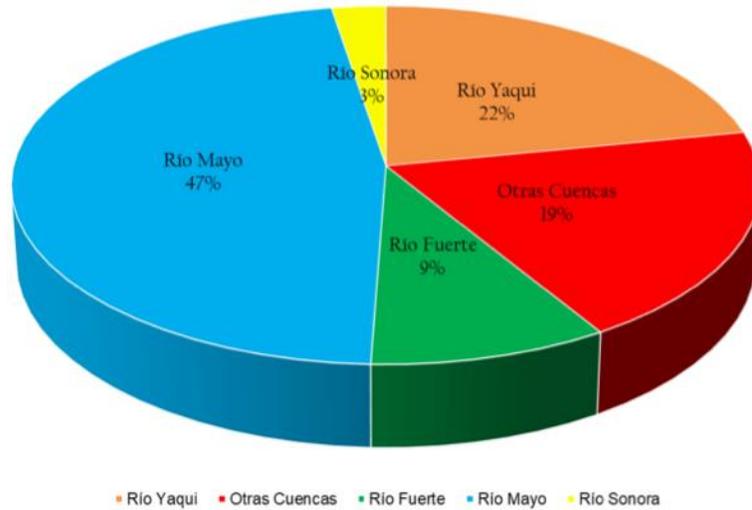
Para la realización del presente estudio fue importante identificar el territorio de la cuenca en la que los criterios de elegibilidad se han mantenido durante años (con ligeros cambios geográficos) y que ha derivado en la asignación de recursos por parte del PPSA en esas áreas (véase Figura 8). En el apartado de anexos se exhibe el mapa de áreas elegibles por el programa (ver Anexo 5).

Figura 8. Asignación de recursos económicos y superficie apoyada por el PPSA en la cuenca del río Mayo



¹³ La cuenca del río Mayo posee registros de PSA en los años 2003 y 2004 en el estado de Chihuahua, sin embargo, estos fueron omitidos de la gráfica 7 ya que no fueron proporcionados por la Unidad de Transparencia de la CONAFOR.

Figura 9. Distribución de la superficie apoyada por el PPSA por región hidrológica



Fuente: Elaboración propia con información de la CONAFOR.

6.1.1 Análisis espacial

El territorio de la zona de estudio comprende dos grandes regiones, aquellas en las que se tienen identificados los servicios ambientales enfocados a la conservación de la biodiversidad y los denominados servicios ambientales hidrológicos. En el primero de los casos se observa una superficie elegible de 469,373.46 ha, mientras que en el segundo de ellos es de 344,328.39 ha (ver Anexo 5).

Como resultado de la caracterización del área de estudio, se identificaron los ecosistemas presentes en la zona de estudio, destacando la presencia de ecosistemas templados y tropicales en el 38% y 37% de la superficie bajo estudio, respectivamente (ver Anexo 6). En los territorios ocupados por los ecosistemas templados, la CONAFOR tiene identificados a las áreas elegibles que proveen servicios ambientales de tipo hidrológicos, mientras que los ecosistemas tropicales corresponden a las áreas generadoras de servicios ambientales tipo “conservación de la biodiversidad”.

Respecto a las diferentes políticas de uso de suelo sugeridas por la misma CONAFOR se observa que esta dependencia recomienda en el 80% de la superficie el establecimiento de prácticas orientadas a la producción y que solo el 8% del área de estudio se enfoque a las acciones de conservación (Anexo 8). Este dato viene a confirmar que la CONAFOR orienta primordialmente sus procesos hacia la promoción del desarrollo forestal sustentable e incluso en el caso de la conservación ya que través del PPSA la dirige hacia una conservación activa. En relación con la distribución de propiedades en función de la tenencia de la tierra (Anexo 9), se aprecia un balance entre la tenencia privada y la de carácter comunal. También se identificaron los sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad (ver Anexo 8); la distribución de localidades rurales, así como aquellas catalogadas como marginadas (Anexo 9); y las diferentes zonas del área con sus respectivos niveles de antropización (Anexo 7).

Otros elementos importantes que se obtuvo al analizar el PPSA, son las evidencias de obra que en la cuenca del río Mayo se han realizado en materia de conservación. Destacando aquellas orientadas a aumentar la infiltración, reduciendo los escurrimientos y el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua (véase Tabla 6 y Anexo 10).

Tabla 6. Acciones emprendidas con el PPSA en el área de estudio

Categorías	Subcategorías	Actividades
Conservación	Manejo de fuego	Apertura y mantenimiento de brechas cortafuego.
		Manejo de combustible (acumulación de materia vegetal en el bosque).
		Integrar una brigada para combate de incendios.
		Adquisición de equipo para una brigada de incendios forestales.
	Vigilancia	Pago a integrantes de brigada para prevención y combate de incendios.
		Construcción de torre de vigilancia.
		Recorridos de vigilancia.
		Mantenimiento de antena repetidora.
	Restauración	Adquisición de equipo de radiocomunicación.
		Restauración de suelos.
		Barrera de piedra en curva a nivel.
		Presa de morillos.
		Acomodo de material muerto sobre curvas a nivel.
		Conservación y mantenimiento de caminos.
		Evitar cambios de uso de suelo (“desmontes”).
		Conservar la cubierta forestal y evitar la degradación.
		Evitar sobrepastoreo.
		Reforestación y su mantenimiento.
		Protección de reforestación.
		Mantenimiento de agujajes (manantiales).
		Presas de piedra acomodada (“gaviones”).
	Presa de ramas.	
	Cabeceo de cárcavas.	
Fauna silvestre	Comedero para fauna silvestre.	
	Nidos para aves.	
	Monitoreo de plagas y enfermedades forestales.	
Capacitación y difusión	Curso/taller sobre PSA.	
	Capacitación sobre prevención de incendios.	
	Colocación y mantenimiento de letreros.	
Actividades Productivas	Construcción de vivero.	
	Unidades de Manejo Ambiental Sostenible de vida silvestre (UMAS).	
	Adquisición de equipo fotográfico para monitoreo de fauna.	
	Ejecución de proyectos ecoturísticos.	
	Estudio técnico para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables.	
	Plantación de agave.	
	Estudio técnico para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables.	
Silvicultura Comunitaria	Elaboración del Programa Predial de Desarrollo Integral de Mediano Plazo (PROGRAMA PREDIAL).	
	Formulación de reglamento interno.	
	Ordenamiento territorial comunitario.	

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Nivel de aplicación de los principios de EE en el PPSA

Desde el principio, esta tesina dejó claro que el PPSA no hace una aplicación formal (explícita) del EE. Más bien surge de una política sectorial instrumentada por la CONAFOR. Por lo que el trabajo de investigación se centró en identificar y visibilizar la aplicación indirecta, las coincidencias, la adopción “no intencional” de los principios del EE por parte del programa.

Implícitos en el diseño del PPSA están los principios 3, 4 y 5. El programa en su diseño, toma en cuenta las externalidades positivas que crean las prácticas de conservación implementadas en un predio, así como el mantenimiento de una cobertura vegetal adecuada, esto es, el efecto en los ecosistemas adyacentes, tal como lo establece el principio 3. Asimismo, el programa instrumenta un mecanismo para internalizar estas externalidades, crea una forma para que los interesados en proveer los servicios ambientales reciban contraprestación, resultando en un contexto económico favorable, en concordancia con el principio 4. Por último, promueve el mantenimiento y conservación de los ecosistemas, como prioridad, por ejemplo, la reducción de la carga animal, que en muchos casos es una fuente difusa de contaminación (sedimentos, turbiedad, erosión) además de que contribuye a la pérdida de cobertura vegetal del estrato herbáceo, dando así práctica al principio número 5.

Si analizamos los resultados obtenidos de manera específica en cada uno de los principios del EE se observa que los incumplimientos más importantes se registran en los principios 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 12; estos se discuten a continuación.

6.2.1 Principio 2: Gestión descentralizada

La instrumentación del PPSA requiere una visión amplia a gran escala, a nivel cuenca hidrológica. Incluso, para el caso de la captura de carbono, se necesita de una perspectiva

global. La operación del PPSA desde una lógica descendente (arriba-abajo) en este sentido es deseable.

Tabla 7. Principio 2

Principios	Hallazgos
Principio 2: La gestión de los recursos naturales debe estar descentralizada al nivel apropiado más bajo.	Se observa una desconexión clara y evidente de los actores primarios con el proceso de PSA, de tal manera que estos solo se comportan como ejecutores del programa de conservación y no como elementos claves del proceso.
	Se aprecia un manejo centralizado del programa.
	La gestión que sobre el territorio hace el PPSA no considera las estructuras presentes en el territorio que se encuentran enfocadas a la conservación o bien que mantienen un interés sobre el desarrollo de esas prácticas.

En Sonora, el PPSA es operado a nivel federal por la CONAFOR, cuya oficina central se ubica en la ciudad de Guadalajara. Además, cuenta con 32 gerencias estatales, una en cada entidad federativa. La cuenca del río Mayo se encuentra dividida en dos gerencias estatales de CONAFOR: Chihuahua en la parte alta y Sonora en la parte media y baja de la cuenca. Las oficinas se localizan en la ciudad de Chihuahua y Hermosillo, respectivamente. A pesar de que se trabaja en una misma cuenca, las respectivas jurisdicciones limitan su ámbito de acción, sometiéndose a las barreras que de manera central están previamente establecidas, por lo que el ecosistema es fragmentado en términos de gestión.

6.2.2 Principio 3: Efectos en ecosistemas adyacentes

No obstante que este principio es parte fundamental del diseño del programa, en la práctica no se da como tal.

Tabla 8. Principio 3

Principios	Hallazgos
Principio 3: Los administradores de ecosistemas deben tener en cuenta los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.	Se carece de un sistema de monitoreo efectivo a través del cual se observen los impactos sobre ecosistemas adyacentes o el éxito en el manejo de los ecosistemas. Sin embargo, es importante mencionar que el PSA a través de fondos concurrentes (MLPSA) si lo incluye en su gestión del territorio, aunque no existen ejemplos de este último en el área de estudio correspondiente a la parte media de la cuenca.

6.2.3 Principio 4: Contexto económico

Los participantes en el PPSA, aunque están conscientes de que generan y “venden” un servicio ambiental, no forman parte de una estructura orgánica local a nivel cuenca, que vincule oferentes y beneficiarios de estos servicios. Esto es, no existe un tejido social que interconecte los actores de una cuenca.

Tabla 9. Principio 4

Principios	Hallazgos
Principio 4: Dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico.	A pesar de que el PPSA gestiona el ecosistema desde un contexto económico, su proceso exhibe omisiones importantes, tales como: El programa solo identifica dos tipos de servicios y la valoración que sobre ellos existe se definió a nivel nacional. Se carece de elementos para asegurar que el programa ha mejorado las condiciones del ecosistema. Los individuos u organizaciones privadas relacionadas con el manejo del ecosistema no contribuyen con la compensación de daños a los mismos.

En concordancia con varios estudios¹⁴, en el PPSA no se cuenta con un diagnóstico o línea base sobre el estado que guardan los ecosistemas; tampoco se tienen estudios sobre la disponibilidad a pagar de los supuestos beneficiarios de las actividades de conservación; y para la determinación del pago no se usan costos de oportunidad reales.

¹⁴ Para mayor información al respecto, se pueden consultar las publicaciones de Rojas et al. (2012); Zúñiga et al. (2018) y Silva et al. (2010)

6.2.4 Principio 5: Mantenimiento de los ecosistemas

De nuevo, este principio, aunque está implícito en el diseño del PPSA, no se verifica en la práctica. No se conoce, ni se han establecido indicadores relacionados con la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, por lo que no se conoce el efecto directo y acumulativo de las acciones implementadas (revisitar Tabla 6).

Tabla 10. Principio 5

Principios	Hallazgos
Principio 5: A los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del EE.	Es correcto que las áreas que requieren de procesos de restauración están identificadas y existen esquemas que las apoyen, estas raras veces coinciden en espacio geográficos con las áreas identificadas como zonas de PSA, por lo que la restauración solo se logra a través de la ejecución del PPSA y no por otras vías alternas de apoyos de la CONAFOR. El monitoreo que existe solo evalúa la gestión del programa y el nivel de aplicación del mismo, sin considerar la revisión de impactos ambientales o indicadores que evidencien la salud de los ecosistemas.

6.2.5 Principio 6: Gestión dentro de los límites naturales

Al igual que el principio anterior, no se posee información sobre cuáles serían los límites (resiliencia u homeostásis) de los sistemas que se manejan.

Tabla 11. Principio 6

Principios	Hallazgos
Principio 6: Los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.	El programa no monitorea los ecosistemas involucrados en la gestión que el PSA propone, por lo que no hay información acerca de los límites de resiliencia de los mismos.

6.2.6 Principio 7: Escalas de manejo adecuadas

Existen escalas temporales heterogéneas entre los actores involucrados en el PPSA. Por ejemplo, un actor social en estado de alta marginación tiene necesidades básicas que busca cumplir en forma inmediata; por otra parte, los actores terciarios (funcionarios de gobierno), es probable que respondan a horizontes de corto y mediano plazo, como los periodos

electorales y de cambio de administración; por último, están los ecosistemas, los que se quiere sean sostenibles, por definición su horizonte de planeación sería intergeneracional.

En este sentido, el PPSA según las RDO, permite a una comunidad participar por cinco años consecutivos, después de este periodo puede participar nuevamente, aunque sus posibilidades de repetir el beneficio son menores por el diseño de las reglas del programa. Esta escala temporal obedece más al horizonte de planeación de la administración pública y no a la de la conservación de los ecosistemas.

Tabla 12. Principio 7

Principios	Hallazgos
Principio 7: El EE debe aplicarse a las escalas espaciales y temporales apropiadas.	La planificación del territorio esta segmentada geográfica y políticamente hablando ya que su ámbito de acción está definido por el establecimiento de áreas elegibles, sin importar la extensión de los ecosistemas, además de que el manejo del PSA se realiza por entidades federativas.

Es importante mencionar que los denominados pago por servicios ambientales hidrológicos están orientados hacia la conservación de los ecosistemas bajo una visión de manejo de cuenca y aunque ello pudiera sugerir una visión compartida con el manejo de la cuenca por parte de la CONAGUA , esto no ocurre así.

6.2.7 Principio 12: Holístico y trans/interdisciplinario

El PPSA existe “stand-alone” en forma autónoma, separada e independiente de muchos otros instrumentos de conservación y fomento de la salud de los ecosistemas. Existe nula transversalidad entre programas y dependencias de gobierno, como CONAGUA, Consejo de Cuenca, CONANP, SAGARPA, etc.

Tabla 13. Principio 12

Principios	Hallazgos
Principio 12: En el EE deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes.	Existe una desconexión total del PPSA con los demás sectores que intervienen el ecosistema. En el caso del esquema de PSA a través de fondos concurrentes si se establece un vínculo, aunque este se enfoca a solo aquellos actores que intervienen como “partes interesadas”.
	No existen compromisos de gestión compartida entre los actores, ejemplo la CONAFOR y la CONAGUA a través del consejo de Cuenca del río Mayo, o inclusive con la CONANP.
	El esquema de PSA incluye en su proceso la generación de estudio de ordenamiento territorial, sin embargo, por decisiones centralizadas no se permite la realización de estos estudios.

Adicionalmente, no existe un plan comprensivo que de manera explícita incluya toda el área de estudio: la cuenca hidrográfica. Los ordenamientos territoriales pueden fungir como un documento de planeación que vincule el PPSA con otros instrumentos de gestión ambiental, tales como: “el caudal ecológico”, la administración de los derechos de agua, los Consejo de Cuenca, etc.

6.3 Matriz de evaluación del PPSA

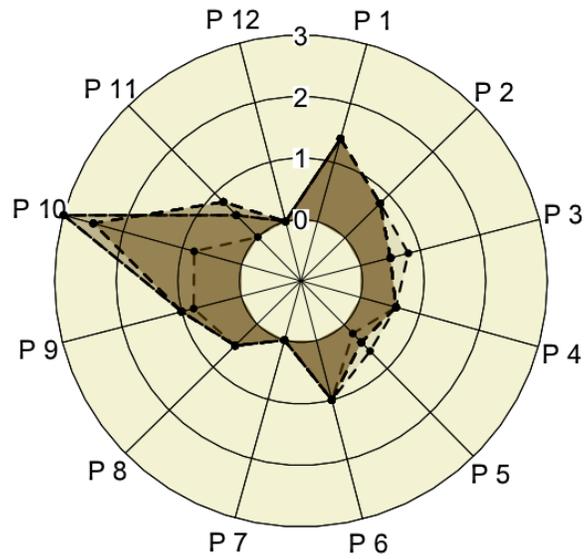
Los PC&I para las directrices de EE del CDB se operacionalizaron en 72 indicadores, cada uno de estos se evaluó en forma cualitativa de tipo ordinal que podía adquirir cuatro valores (0, 1, 2, 3); la entrevista buscó captar el conocimiento, percepción y experiencia que cada actor poseía respecto a cada uno de los indicadores. Se asignaba un “0” cuando el actor desconocía totalmente los conceptos, acciones, sistemas, políticas incluidas en un indicador, esta situación podría ser por: a) falta de información de parte del actor; o b) por que el PPSA no incluía en la práctica este indicador. El entrevistador, como experto y conocedor del PPSA explicó en lenguaje sencillo muchos de los conceptos técnicos, económicos, políticos y sociales, contenidos en los indicadores. Así, en el otro extremo del espectro “3”, estaban aquellos actores que estuvieron familiarizados en un indicador, dónde éste existe en la

práctica funcionando adecuadamente. Aplicando la escala descrita en la Tabla 4 a cada uno de los 72 indicadores, se puede alcanzar un puntaje máximo de 216, en el caso de que el PPSA siguiese fielmente, en la práctica, las directrices del EE. No obstante, para ser más objetivos se usa la escala de valoración ordinal descrita en la Tabla 5 en la sección de metodología. La muestra de actores entrevistados no fue lo suficientemente grande como para hacer inferencias estadísticas, por lo que tan solo se hace un análisis gráfico descriptivo. El PPSA obtuvo una valoración general de 39.4%, esto es, el programa no empieza desde cero, sin embargo, se requeriría invertir ingentes recursos económicos, administrativos y políticos para poder avanzar el programa hacia las directrices del EE. Los resultados y las gráficas de esta sección se pueden replicar con el código de R del Anexo 11.

Los valores promedio asignados por los actores a cada uno de los principios se muestran en las Figuras 9-11. El promedio general fue de 25.7, 39.5 y 53.2%, para los actores primarios, secundarios y terciarios, respectivamente. Cabe destacar que ninguno de los actores estaba familiarizado con el concepto de EE, no obstante, los actores terciarios y asesores técnicos, por su nivel de educación relacionado mayormente con las ciencias biológicas, fueron capaces de desarrollar al momento de la entrevista, una definición aproximada de los que es el EE.

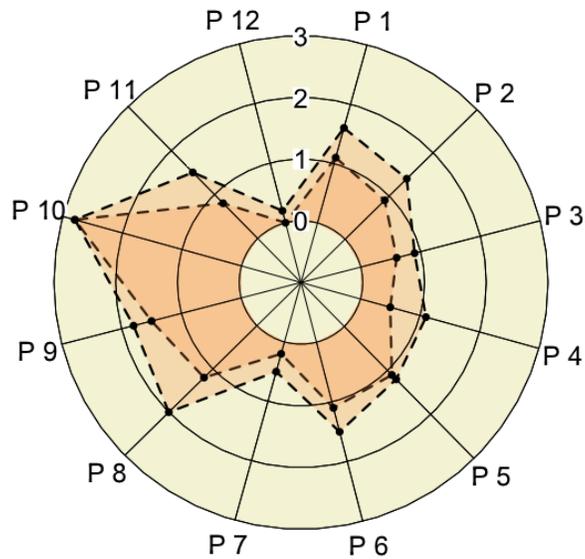
Derivado del análisis crítico del PPSA y de la información empírica recabada a través de las entrevistas a actores clave, se concluye que no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis cualitativa planteada en esta tesina: “aunque el PPSA, puede considerarse una herramienta de la gestión ecosistémica del agua, la aplicación indirecta o coincidencia con los principios del EE es baja”.

Figura 10. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores primarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE



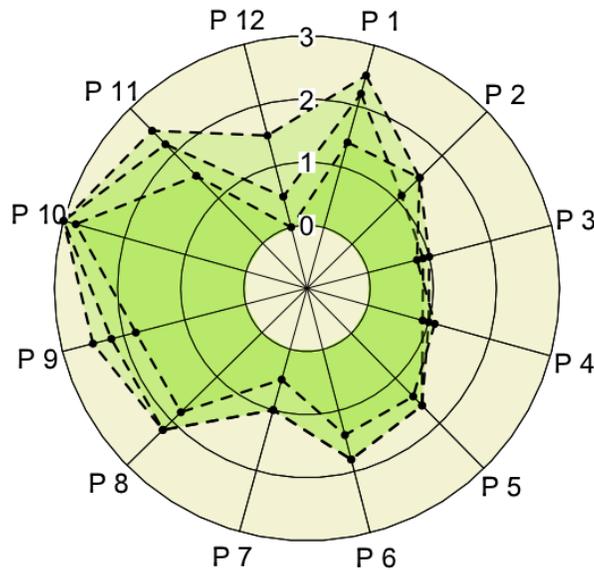
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores secundarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Grafica radial con los valores promedio de la percepción de los actores terciarios de la coincidencia del PPSA con las directrices del EE



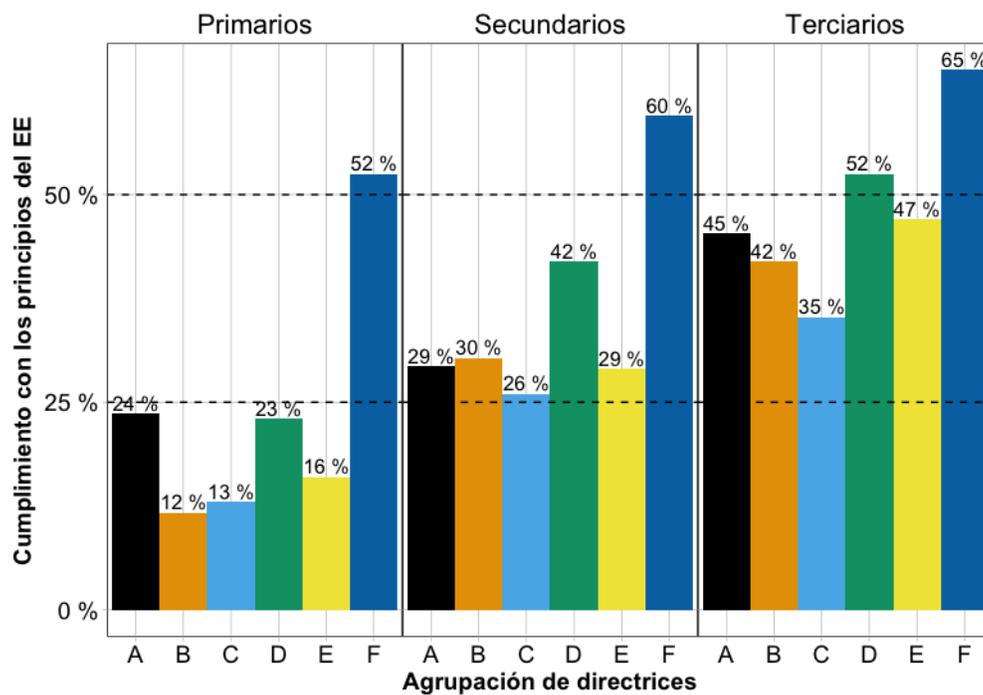
Fuente: Elaboración propia.

Es común hacer una agregación de directrices del EE y relacionarlas con conceptos más desarrollados de manejo. Aunque muchos estudios hacen un análisis interpretativo a nivel discusión crítica, la utilización de la metodología de PC&I y la valoración ordinal de los criterios hace posible asignar un grado de cumplimiento a cada uno de estos agregados.

Los principios 1, 2, y 12 (categoría “A” Figura 13) se relacionan con una “participación social efectiva”; los principios 3, 7 y 8 (categoría “B” Figura 13) con una “escala temporal y espacial adecuada”; los principios 3-5 y 7 (categoría “C” Figura 13) representan, como ya se mencionó, los principios de diseño del PPSA; las directrices 5 y 6 (categoría “D” Figura 13) se vinculan con “conservar los ecosistemas dentro de sus límites”; las directrices 9 y 12 (categoría “E” Figura 13) se refieren a conceptos relacionados con un manejo adaptativo: cambios dinámicos, enfoque holístico e interdisciplinario; por último, los principios 4 y 10

(categoría “F” Figura 13) se relacionan con la existencia de un entorno económico equilibrado entre el uso y conservación de los recursos. Un resumen de este análisis por tipo de actor se ofrece en la siguiente Figura.

Figura 13. Agrupación de directrices



Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones

En esta tesina se evaluó el PPSA con las doce directrices del EE de la CDB. Aunque existe un amplio abanico de servicios ambientales, el análisis se centró en los servicios hidrológicos, por lo que discute el potencial del PPSA como instrumento de política pública de la gestión ecosistémica del agua.

El PPSA en sus reglas de operación no hace una mención explícita del EE. Se encontró que el nivel de coincidencia o concordancia del PPSA con las doce directrices del EE fue del 39.4%. Los principios que rigen el EE poseen rasgos notorios de desacuerdo con relación a la gestión de los ecosistemas que propone el PPSA. A continuación, se enlistan y describen dichos hallazgos.

La primera área de oportunidad radica en que el EE como modelo de gestión y su aplicación al caso de los recursos hídricos, no era suficientemente conocido y comprendido por ninguno de los actores entrevistados.

Respecto al principio 1, el PPSA ofrece un esquema de participación a través del cual los interesados se involucren de manera voluntaria con el objeto de conservar sus territorios y recibir el beneficio económico en el proceso. Sin embargo, no es suficiente solo el deseo y las ganas de conservar los terrenos, para ello, también hay que esperar que dichas áreas se ubiquen en regiones “agraciadas” por PPSA. Por ello, el PPSA incumple en estos preceptos del EE al no considerar los intereses de todos los sectores de la sociedad. Por ejemplo, está el caso de áreas propuestas para ser incorporadas como elegibles que buscan combinarse con otros instrumentos de gestión como las áreas naturales protegidas, y otras que, a pesar de permanecer en ellas durante años, los intentos por alcanzar los beneficios han sido infructuosos, hasta que cesan en sus intenciones al no ser tomados en cuenta.

El PPSA funciona a través de una especie de toma de decisiones fragmentada, de tal manera que las decisiones de organización y administración son asumidas por la CONAFOR federal, las decisiones enfocadas a la operatividad del programa y su seguimiento son gestionadas a través de sus oficinas regionales y la ejecución de trabajos se asume a nivel local con los beneficiarios como la pieza fundamental. El único sesgo al EE es la falta de libertad al momento de tomar una decisión durante la ejecución, esta tendría que ser consultada hasta el nivel más alto de la CONAFOR para poder ser realizada. Ejemplos de esta situación son aquellos en los que las obras de construcción de presas filtrantes de piedra acomodada se realizan en un cauce distinto al que se había propuesto en el programa operativo anual. El no haber consultado dicha decisión “local” ocasiona sujetarse al “criterio” del supervisor (CONAFOR estatal). Esto se contrapone con el principio 2 que prescribe una descentralización al nivel más bajo.

Otro aspecto importante que señala problemas de centralización es que el PPSA no incluye, de manera visible, mecanismos a través del cual los ejecutores del programa (beneficiarios) intercambien información, sugerencias y den a conocer necesidades respecto a la operación del programa. De este modo, la fragmentación de toma de decisiones no cuenta con un diseño que pueda mantener la cohesión de dicha estructura.

Las deficiencias en la implementación práctica del principio 3 que estipula que se deben de tomar en cuenta los efectos en los ecosistemas adyacentes también son evidentes. A pesar de que la naturaleza del PPSA involucra mejorar los territorios forestales con el objeto de asegurar el aprovisionamiento de los diferentes servicios ambientales, creando una externalidad positiva a los habitantes de las partes más bajas de la cuenca, es observable que limita sus procesos de conservación al territorio beneficiado, sin contemplar los efectos de esas decisiones en los ecosistemas o territorios vecinos que se encuentran fuera de áreas

elegibles. Esta situación se evidencia en el momento mismo en el que un “magueche” o pequeño desmonte para prácticas agrícolas de temporal no es observable por el PPSA por el simple hecho de que se ubica fuera de las áreas aprobadas. De igual forma, el PPSA no considera en la gestión de los ecosistemas involucrados el análisis de los efectos (negativos y positivos) hacia aquellos ecosistemas adyacentes.

Si bien es correcto que el PPSA incluye en su operación la incorporación de variables económicas en la gestión del ecosistema, tal como lo señala el principio 4, es importante señalar que la relación económica costo-beneficio no está planteada en términos reales o suficientes para que estas puedan superar las distorsiones del mercado que subvaloran los beneficios de los servicios ambientales, cediendo mayor peso a los “beneficios” que se obtienen al convertir el uso de la tierra a otros esquemas ajenos a su potencial real. Lo anterior se demuestra al observar que los beneficiarios ubicados en la cuenca del río Mayo reciben hoy en día el mismo monto económicos por hectárea desde el año 2010 (\$280 para el área 6), e inclusive éste se redujo en comparación con los años anteriores. El EE señala que hay que tasar de manera real el valor de los ecosistemas dada la importancia que su conservación reviste, sin embargo, el PPSA no cumple a cabalidad con este principio, al no involucrar de manera clara sistemas de valorización de los servicios ambientales generados.

Muy acorde a lo establecido en el principio 5, el PPSA promueve la conservación de los ecosistemas con acciones variadas que van desde la conservación hasta la protección, el desarrollo de proyectos productivos, etc. Sin embargo, a pesar de ello, se observa la falta de atención del PPSA sobre las poblaciones de especies “sensibles”, este aspecto no es reflejado en el programa de actividades donde se lista la ejecución de acciones específicas. En este sentido, el PPSA no aborda ni promueve el desarrollo de iniciativas orientadas a conocer, registrar y mejorar la dinámica de los ecosistemas. Como ejemplo práctico se tiene el caso

hipotético del análisis del impacto de las obras de suelo, tales como las presas filtrantes, sobre el acuífero en términos de recarga; y en las aguas superficiales en términos de captación de sedimentos; esta propuesta no tiene cabida en las obras del PPSA, por lo que no es factible comprometer recursos económicos orientados a su estudio de monitoreo.

El principio 6 del EE señala la importancia de lograr una óptima gestión de un ecosistema, conocer elementos del mismo para mantener los impactos antropogénicos dentro de los límites de su funcionamiento, para ello es fundamental el monitoreo de indicadores estratégicos; sin embargo, el PPSA que históricamente ha estado trabajando en la cuenca del río Mayo no cuenta con éstos, por lo que los esfuerzos hasta ahora realizados no han generado registros que apoyen lo establecido en este principio.

Respecto a los principios 7 y 8, las escalas espaciales y de temporalidad del EE, carecen de validez al momento de aplicar el PPSA; solo así se puede comprender que las operaciones de conservación de los ecosistemas se sujeten a un periodo de solo cinco años y que los ecosistemas sean fragmentados por la elegibilidad de sus áreas o por divisiones político-administrativas (Sonora y Chihuahua en el caso de estudio).

Tal y como lo establece el principio 9, los cambios que de manera natural operan en los ecosistemas son considerados por el PPSA, pero esto solo es con el objeto de respaldar con datos la decisión de trazar una nueva frontera en las áreas elegibles. Esto es que no se cuenta con una visión a futuro que contemple las dinámicas que el ecosistema experimenta en plazos largos. Ejemplo palpable en la cuenca del río Mayo es la evolución del territorio en su composición florística y climatológica, observándose que los bosques de encino han cedido territorio a la selva baja o a las selvas espinosas (conocida como “monte mojino”) en un periodo de aproximadamente 40 años, lo que ha ocasionado que extensos territorios ya no sean considerados como opciones viables para el PPSA.

El PPSA cubre el principio 10 al momento de promover una conservación activa en la que se den las pautas para incentivar el desarrollo de procesos productivos y de gran sostenibilidad con los ecosistemas. Lo único observable es que en sus inicios el PPSA no consideraba este aspecto importante, pero desde hace algunos años forma parte indispensable de la gestión del ecosistema. Ejemplo de esta situación se observa al reconocer los proyectos de plantaciones forestales en los beneficiarios del programa, así como el establecimiento de planes de manejo para Unidades de Manejo Ambiental Sostenible para la conservación de la vida silvestre (UMAS).

El PPSA no incluye de manera clara procesos para incorporar el conocimiento local, intercambio de experiencias y tecnologías de grupos indígenas, en la forma que propone el EE en su principio 11. Aunque si se cuentan con estrategias para sostener seminarios de comunidades con otras comunidades, estos llevan un enfoque muy distinto a los objetivos que se persiguen con el programa, además de que es exclusivo de los beneficiarios que provienen de los grupos agrarios, dejando por fuera de estos a los beneficiarios reconocidos como pequeños propietarios.

Respecto al principio 12, tal y como se señala en apartados anteriores, la gestión del territorio que promueve el PPSA, aparentemente se realiza de manera aislada a las distintas gestiones que en materia de conservación se promueven en la cuenca del río Mayo, tales como CONANP en sus áreas naturales protegidas y otras creadas por Organizaciones No Gubernamentales como Naturalia y su “Reserva Monte Mojino”. Es tan evidente el distanciamiento de sus políticas de gestión de los ecosistemas que en el pasado han sido actores de disputas y desacuerdos entorno a sus procesos. Situación que se ha resuelto, aunque es evidente el desinterés por combinar esfuerzos en favor de los ecosistemas. Por otra parte, los foros de participación se mantienen exclusivos para ciertos actores a nivel local.

Por último, la implementación de las directrices del EE a la gestión del agua impone muchos retos. El EE incluye muchos paradigmas de manejo, cuando se han discutido y tratado de implementar por separado, han sido una tarea difícil; incluso para algunos de ellos, tales como la GIRH y el manejo adaptativo, aún desatan debates intensos entre académicos y hacedores de política pública.

Aquí aplica aquel conocido relato del juez Potter Stewart (1915-1985) de la Suprema Corte de Justicia en los Estados Unidos, en el caso *Jacobellis contra Ohio* en 1964, donde éste admitió que “él no sabía cómo definir pornografía explícita” (“hardcore pornography” en inglés) pero “era capaz de identificarla cuando la veía”. Lo mismo pasa con el EE aplicado a la gestión del agua. Los principios, criterios e indicadores del EE, pudieran parecer confusos y complejos, sin embargo, no hay que olvidar que existen realidades tangibles, por ejemplo, al observar ríos, arroyos y cañadas contaminados, con caudales reducidos; zonas riparias desecadas, deforestadas, contaminadas con residuos sólidos; y una desconfianza generalizada en la calidad del agua, incluso aquella supuestamente “potable” que proveen los organismos operadores de agua municipales; claramente nos percatamos que algo no se está haciendo bien y el modelo de gestión dista mucho de las directrices del EE.

Bibliografía

- Aboites Aguilar, Luis. 1998. *El Agua de la Nación, Una Historia Política de México (1888-1946)*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social.
- Aboites Aguilar, Luis. 2009. *La decadencia del agua de la nación: Estudio sobre la desigualdad social y cambio político en México (Segunda Mitad del Siglo XX)*. México: El Colegio de México.
- Andrade Pérez, Ángela, Stanley Arguedas Mora y Roberto Almonacid Vides. 2011. *Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico*. Bolivia: CEM-UICN, CI-Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB
- Andrade Pérez, Ángela y Fabián Navarrete Le Blas. 2004. *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental).
- Arrojo Agudo, Pedro, Leandro del Moral Ituarte y Tony Herrera Grao (coordinadores). 2015. *El agua: Perspectiva ecosistémica y gestión integrada*. España: Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Arrojo, Pedro. 2006. Los retos éticos de la nueva cultura del agua. *Polis Revista Latinoamericana* 5 (14).
- Barrios Ordóñez, Eugenio J., Sergio A. Salinas Rodríguez, Anuar Martínez, Mario López Pérez, Ricardo Alain Villón Bracamonte, Fabiana Rosales Ángeles, Revisión: María Eugenia de la Peña, Gmelina Ramírez y Carolina Alcalá. 2015. *Programa Nacional de Reservas de Agua en México: Experiencias de caudal ecológico y la asignación de agua al ambiente*. México: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Benítez Hesiquio y Mariana Bellot Rojas. 2003. Biodiversidad: Uso, Amenazas y Conservación. En *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México*. Editado por Oscar Sánchez, Ernesto Vega, Edward Peters. 93-106. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Biodiversidad Mexicana. Implementación del CBD en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/implementacion_cbd_mex.html (consultada el 10 de marzo de 2018)
- Biswas, Asit K. 2008. Integrated Water Resources Management: Is It Working? *International Journal of Water Resources Development*, 24(1), 5–22.
- Caldwell, Lynton K. 1970. Ecosystem as a Criterion for Public Land Policy. *Natural Resources Journal* 10 (2): 203-221.
- Chagoya, Jorge y Leonel Iglesias. 2009. Esquema de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal, México. En *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Colby, Bonnie G. 1998. Negotiated Transactions as Conflict Resolution Mechanisms: Water Bargaining in the U.S. West. In: *Markets for Water: Potential and Performance*. Edited by: K. William Easter, M.W. Rosegrant, and Ariel Dinar. 77-94. USA: Kluwer Academic Publishers.

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2016. Atlas del Agua en México. México: Coordinación General de Educación y la Cultura del Agua.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Sistema Nacional de Información del agua. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php> (consultada el 18 de marzo de 2018).
- Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Localidades rurales y urbanas 2, 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México, D.F., <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (consultada el 10 de septiembre de 2017).
- Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Situación Actual sobre la Gestión, Manejo y Conservación de la Diversidad Biológica de México Primer Reporte Nacional a la Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica. México, Diciembre.
- Costanza, Robert. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*. 141. 350–352
- Costanza, Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Sutton and Marjan van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (15): 253-260.
- De Groot, Rudolf Matthew Wilson y Roelof Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3): 393-408.
- Diario Oficial de la Federación. 2018. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Diario Oficial de la Federación. 2015. Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Río Sonora 1, Río San Miguel, Río Sonora 2, Río Sonora 3, Río Mátape 1, Río Mátape 2, Río Bavispe, Río Yaqui 1, Río Yaqui 2, Río Yaqui 3, Arroyo Cocoraque 1, Arroyo Cocoraque 2, Río Mayo 1, Arroyo Quiriego, Río Mayo 2 y Río Mayo 3, mismas que forman la región hidrológica número 9 Sonora Sur.. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2004. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA). México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Acuerdo por el que se modifica el diverso que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2005. Acuerdo que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la biodiversidad y para

- fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA). México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2006. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2007. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación del Programa Pro-Arbol de la Comisión Nacional Forestal. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2008. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación del Programa Pro-Arbol de la Comisión Nacional Forestal. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2009. Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa ProArbol 2009. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Comisión Nacional Forestal. Reglas de Operación del Programa PROARBOL 2010. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2011. Comisión Nacional Forestal. Reglas de Operación del Programa PROARBOL 2011. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2012. Comisión Nacional Forestal. Reglas de Operación del Programa PROARBOL 2012. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2013. Comisión Nacional Forestal. Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2013. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2014. Comisión Nacional Forestal. Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2014. México: Comisión Nacional Forestal Naturales
- Diario Oficial de la Federación. 2015. Acuerdo por el que se emiten las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 1992. Decreto de Ley de Aguas Nacionales. México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Diario Oficial de la Federación. 1989. Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Diario Oficial de la Federación. 2001. Decreto por el que se crea la Comisión Nacional Forestal. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2004. Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos. México: Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados.
- Diario Oficial de la Federación. 2015. Expedición de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Diario Oficial de la Federación. 2016. Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016. México: Comisión Nacional Forestal
- Diario Oficial de la Federación. 2017. Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2017. México. Comisión Nacional Forestal

- Guerrero García, Hilda R. 2008. Reformas Legales e Institucionales en el Sector Hídrico. En El agua en México: consecuencias de las políticas de intervención en el sector. 23-51. México: Fondo de Cultura Económica.
- Guerrero Hilda. 2008. El costo del suministro de agua potable, análisis y propuestas de políticas. El agua en México. Consecuencias de las políticas de intervención en el sector.
- Guerrero, Eduardo, Otto de Keizer y Rocío Córdoba (editores). 2006. La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos: un análisis de estudios de caso en América Latina. Ecuador: IUCN.
- H. Ayuntamiento de Coatepec, Veracruz. 2014. Plan de Desarrollo Municipal 2014-2017. Gaceta Oficial. 4 diciembre 2014.
- Hardin, Garret. 1968. The Tragedy of Commons. Science, december.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Intercensal 2015. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/> (consultada el 10 de febrero de 2018)
- Lammerts, Erick. and Esther Blom. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. the Netherlands: Veenman Drukkers.
- Landell-Mills, Natasha and Ina T. Porras. 2002. Silver bullet or fools' gold?: A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. London: Russell Press.
- Long, Rachel D., Anthony Charles y Robert L. Stephenson. 2015. Key principles of marine ecosystem-based management. Marine Policy 57: 53-60.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2003. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment. USA. Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) 2005. Ecosystems and human wellbeing: synthesis. USA. Millennium Ecosystem Assessment Panel
- Monforte García, Gabriela, Pedro Cesar Cantú Martínez. 2009. Escenario del agua en México. CULCYT Cultura Científica y Tecnológica. 6 (30): 31-40.
- Montero Contreras, Delia. 2016. El consumo de agua embotellada en la Ciudad de México desde una perspectiva institucional. Agua y Territorio. 7: 35-49.
- Morán Montaña, Miroslaba, José Joaquín Campos Arce y Bastiaan Louman (editores). 2006. Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Murawski, S. 2010. Los diez mitos principales acerca del enfoque ecosistémico de la ordenación de los recursos oceánicos. Exposición oral realizada sobre los Enfoques Ecosistémicos y los Océanos, durante el proceso de consultas oficiales de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el derecho del mar, 12 Junio al 16 junio de 2006, en la Séptima Reunión en la sede de las Naciones Unidas en New York.
- Navarro Navarro, Luis Alan., José Luis Moreno Vázquez and Christopher A. Scott. 2017. Social Networks for Management of Water Scarcity: Evidence from the San Miguel Watershed, Sonora, Mexico. Water Alternatives 10 (1): 41-64.
- Pacheco Vega, Raul. 2013. Polycentric water governance in Mexico: Beyond the governing-by-river-basin-council model. A paper to be presented in the 2013 Meeting of the Latin American Studies Association Meeting. May 29th- June 1st, 2013 in Washington, D.C.

- Pagiola, Stefano 2003. Can programs of payments for environmental services help preserve wildlife?. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Geneva, 1-2 December.
- Perevochtchikova, María. 2010. Nueva cultura del agua en México: avances, limitaciones y retos. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 6, 77-92.
- Perevochtchikova, María (coordinador). 2014. Pago por servicios ambientales en México: Un acercamiento para su estudio. México: El Colegio de México AC.
- Pigou, Arthur. 1932. *The Economics of Welfare*. London: Mcmillan.
- Programa Nacional Contra la Sequía. Shapefiles por Consejo De Cuenca. <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=1111&n3=1133> (consultada el 22 de noviembre de 2016)
- Ramírez, Jairo. 2001. El aporte del enfoque ecosistémico a la sostenibilidad pesquera. Chile: Naciones Unidas.
- Rojas López, Odilia, Manuel de Jesús González Guillen, Armando Gómez Guerrero y José Luis Romo Lozano. 2012. Renta de la tierra y pago de servicios ambientales en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 3 (11): 41-56.
- Roy, Dimple Jane Barr and Henry David Venema. 2011. Ecosystem approaches in integrated water resources management. A Review of Transboundary River Basins. United Nations Environment Programme (UNEP) and the International Institute for Sustainable Development (IISD).
- Saldaña Joaquín. 2013. Sistematización y Documentación de Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales en México. México: CONAFOR.
- Sánchez Meza, Juan J. 2008. El Mito de la Gestión Descentralizada del Agua en México. Tesina de Especialidad en Gestión Integrada de Cuencas Hidrológicas. El Colegio de Sonora.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2004. Enfoque por Ecosistemas. Directrices del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Enfoque por Ecosistemas: Principios. <https://www.cbd.int/ecosystem/principles.shtml> (consultada el 13 de noviembre de 2017)
- Silva Flores, Ramón Gustavo Pérez Verdín y José de Jesús Nívar Cháidez. 2010. Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y Bosques* 16 (1): 31-49.
- Slocombe, D. S. 1998. Defining goals and criteria for ecosystem-based management. *Environmental management*, 22(4), 483-493.
- Tansley Alfred. 1935. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology* (Ecological Society of America) (july): 284-307.
- UNEP, CBD, COP. 1998. Informe de la Cuarta Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre Diversidad Biológica. Convenio sobre Diversidad Biológica, Bratislava: COP.
- UNEP/CBD/SBSTTA. 2000. Enfoque por Ecosistemas: Ulterior Elaboración Conceptual. Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Canada: OSACTT.
- Vargas G. Adalberto, Susana Aguilar Martínez, Miguel A. Castillo Santiago, Elsa Esquivel Bazán, Marcos Antonio Hernández Vázquez, Ana María López Gómez, y Sotero Quechulpa Montalvo. 2009. Programa Estatal Para la Compensación por Servicios Ecosistémicos: Una Propuesta para Chiapas. México: Comisión Nacional para el

- Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Corredor Biológico Mesoamericano México.
- Villavicencio, Ángeles. 2011. Actores y procesos del PSA-hidrológicos del Estado de México. Spanish Journal of Rural Development, January
- WUNDER, Sven.2006. Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR)
- Zalewski, Maciej, G. A. Janauer y Géza Jolánkai (editores) 1997. Ecohydrology: A New Paradigm for the Sustainable Use of Aquatic Resources. Francia: UNESCO.
- Zúñiga Román, José, Erick Martínez, Carlos Navarrete, José de Jesús Serrano Luna, David Maldonado Ayala y Bonifacio Cano Mejía. 2018. Análisis Ecológico de un Área de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos en el Ejido La Ciudad, Pueblo Nuevo, Durango, México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 26 (73): 27-36.

Anexo 1. Clasificación de los Servicios Ambientales (SA)

Categorías	Descripción	Prestación de servicios
Servicios de regulación	Son lo que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano.	Regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, control de la erosión, etc.
Servicios de provisión	Son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además pueden ser o no renovables.	Provisión de agua para consumo humano, producción de comida, leñas, etc.
Servicios de soporte	Son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas que mantienen y permiten la provisión del resto de los servicios. Pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano.	Mantenimiento de la biodiversidad, ciclo hidrológico, ciclo de nutrientes, producción primaria, etc.
Servicios culturales	Pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas.	Enriquecimiento espiritual, recreación, belleza escénica, educación, etc.

Fuente: Tabla generada a partir de la información de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (iniciativa propuesta en el año 2003 por Organización de las Naciones Unidas para realizar una estimación sobre las consecuencias que pueden tener los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano.

Anexo 2. Desarrollo histórico del estudio de los servicios ecosistémicos

AÑO	EVENTO	ASUNTO TRATADO
1972	Declaración de Estocolmo	Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre Medio Ambiente Humano. Se introduce la dimensión ambiental como condicionante y limitante del modelo tradicional de desarrollo económico.
1987	Informe Brundtland	Presentado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU. Se fundamenta el concepto de desarrollo sostenible, refiriéndose a aquel que puede satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, sin perjudicar al medio ambiente.
1992	Declaración de Río	Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en la que se validó la adaptación del enfoque del desarrollo sostenible, que asegura el económico y social. Por primera vez, se plantea la idea sobre los servicios ambientales (SA) que abarca tres dimensiones: combate al cambio climático, conservación de la biodiversidad y prevención de la degradación ambiental; así como, la desertificación del suelo. Se enfatizó que el bosque no solo cumple funciones socio-económicas (recursos maderables y no maderables), sino también ambientales, como la captura de gases de efecto invernadero.
1998	Protocolo de Kyoto	Convención Marco sobre el Cambio Climático de la ONU, se abordaron los problemas del cambio climático y se plantearon los mecanismos que abren el mercado de captura de carbono, entre otros programas, por medio del mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (PSA).
2002	Cumbre de la Tierra	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, donde se presentaron las declaratorias sobre el Desarrollo Sostenible y la erradicación de la pobreza con base en la protección y conservación de los recursos naturales; además se incorporaron los objetivos de reducción de pobreza en los PPSA.
2005	Evaluación Ecosistémica del Milenio	Investigación apoyada por la ONU, presentó los resultados del trabajo de 1,360 expertos para plasmar los conceptos fundamentales, presentar el estado del arte en el tema de servicios ecosistémicos y las propuestas científicas de acciones para la conservación de la naturaleza. La publicación evaluó que la mitad de los SA del mundo está en proceso de degradación o siendo usada de forma no sostenible.
2012	Cumbre sobre Desarrollo Sostenible	Se enfocó en redefinir “el futuro que queremos”, lo que implica el progreso humano y el bienestar global, generando un esfuerzo común en la lucha contra la pobreza, la prevención de los conflictos, la inclusión de la cuestión de género y la construcción de las instituciones de gobierno responsable.

Fuente: Perevochtchikova et al. 2014.

Anexo 2. Desarrollo histórico del EE (continuación)

Año	Evento	Asunto tratado
2008	Novena Reunión de la COP del CBD en Bonn, Alemania	Se decidió fortalecer y promover el uso del EE más ampliamente. La COP instó a las “Partes”, gobiernos y organizaciones correspondientes a que presentaran estudios de casos, lecciones aprendidas e información técnica para formular un libro de consulta. También se invitó a las “Partes” a incorporar el EE en las estrategias de reducción de la pobreza a nivel local, donde las comunidades pueden participar directamente.
2010	Décima Reunión de la COP del CBD cumbre de Nagoya, Japón	Se crearon las metas de Aichi sobre la Diversidad Biológica 2011-2020. Las metas de Aichi conforman un conjunto de 20 metas agrupadas en torno a cinco Objetivos Estratégicos, que deberían alcanzar los países firmantes rumbo al año 2020. En el caso de los compromisos de México destaca el objetivo estratégico D: “Aumentar los beneficios de los servicios de la diversidad biológica y los ecosistemas para todos” con las metas: Meta 14: Para 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y las personas pobres y vulnerables. Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15% de los ecosistemas degradados, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.
2016	Decimotercera Reunión de COP del CBD en Cancún, México	Declaración de Cancún sobre integración de la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad para el bienestar. Celebrando entre varios acuerdos los siguientes: Un plan de acción (2017-2020) que mejorará y apoyará la generación de capacidades para la aplicación de la Convención y sus Protocolos sobre la base de las necesidades de las “Partes” que se centran en el fortalecimiento de la aplicación del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011- 2020 y sus Metas de Aichi en materia de biodiversidad. Un plan de acción a corto plazo sobre la restauración de los ecosistemas, como una contribución para revertir la pérdida de biodiversidad, recuperar la conectividad, mejorar la resiliencia de los ecosistemas, mejorar la prestación de servicios ecosistémicos, mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, combatir la desertificación y la degradación de las tierras y la mejora del bienestar humano.

Fuente: Elaboración propia con datos de varios informes de la COP.

Anexo 3. Descripción de la operación del PPSA

La descripción de este procedimiento está basada en las convocatorias emitidas por CONAFOR para participar en el PPSA, en las Reglas de Operación (RDO) publicadas en el DOF cada año y la experiencia profesional de 8 años del autor de esta tesina. Por supuesto, estos procedimientos pueden variar año con año.

Primera modalidad “Concepto PSA”

El PPSA es administrado a través de la emisión de Reglas de Operación (RDO) las cuales son simples y precisas con el objeto de facilitar la eficiencia y la eficacia en la aplicación de los recursos y en la operación del programa. El ámbito de su ejecución es todo el territorio nacional, aunque limitado a la designación de áreas elegibles previamente determinadas por la CONAFOR y que cada año son publicadas en las convocatorias correspondientes.

Para participar en el PPSA, los interesados deberán concursar en una convocatoria anual, en la que los interesados reunirán los requisitos e ingresarán sus solicitudes correspondientes.

Los requisitos para solicitar el apoyo son los siguientes: solicitud única de apoyo, formato técnico complementario correspondiente al apoyo de PSA (documentos controlados por CONAFOR), acreditar la personalidad del solicitante del apoyo y del representante legal (en caso de existir este último), acreditar su nacionalidad mexicana, acreditar la legal propiedad o posesión del terreno a donde se destinará el apoyo, en caso de que el solicitante sea un grupo agrario, debe de presentar el acta de asamblea donde se eligen a sus órganos de representación y el acta de asamblea en la que el grupo agrario brinda su consentimiento para solicitar el apoyo a la CONAFOR.

Las solicitudes serán integradas, analizadas y predictaminadas por un grupo técnico interdisciplinario, preparando los resultados para su dictaminación final, en la que se evalúa

jurídicamente el expediente, determinando su factibilidad técnica, ambiental, económica y social. El resultado se exhibe como un listado de solicitudes viables, a las cuales se les aplicarán criterios de prelación generales y específicos para el PPSA. El resultado final es un listado en orden descendente de aquellas solicitudes susceptibles de ser apoyadas. A partir de allí se procede con la asignación de los apoyos, señalando que el orden de aparición en el listado está en función del puntaje obtenido por cada una de las solicitudes y en base a éste el Comité¹⁵ asigna los apoyos y conforme al presupuesto disponible.

Los recursos asignados se establecen en las RDO, para ello la CONAFOR tiene definido un monto de apoyo por áreas de pago diferenciado. De tal manera que en el territorio nacional se encuentran identificadas seis áreas, de las cuales la 1, 2 y 3 (3a y 3b) corresponden a zonas identificadas en la modalidad de PSAH; mientras que las áreas 4 (4a y 4b), 5 y 6 corresponden a la modalidad de conservación de la biodiversidad. La RDO definen varias superficies de participación en función del tipo de solicitante (ejidos y comunidades, personas físicas y morales). El apoyo se asigna por 5 años consecutivos y se entrega anualmente. La primera asignación se logra después de celebrar el convenio de concertación entre el beneficiario y la CONAFOR, documento en el que se establece la forma de pago, las obligaciones de las partes que lo conforman y el proceso general de operación del programa. El pago de la segunda anualidad está condicionado a la entrega del informe anual correspondiente y cuyo cumplimiento deberá ser evaluado física y documentalmente por personal de la CONAFOR. En dicho informe se demostrará el cumplimiento de actividades obligatorias (evitar cambio de uso de suelo y conservar el ecosistema forestal, conservar y mantener la cobertura forestal,

¹⁵ Comité Técnico Nacional, integrados por 8 sectores (académico, consejos estatales, comunidades indígenas, gobierno, industria, no gubernamental, social y profesional.

colocar y mantener anuncios alusivos al programa, en el caso de núcleos agrarios deberán celebrar al menos un taller para el fortalecimiento de capacidades del beneficiario en el tema de servicios ambientales y manejo sustentable, así como integrar una brigada para prevenir y combatir incendios y monitoreo de plagas y enfermedades). También se debe presentar la Guía de Mejores Prácticas de Manejo (GMPM) específica del predio beneficiado, en la que se hayan seleccionado una serie actividades relevantes de una lista general, cuya formulación se haya logrado a través de un proceso de planeación participativa. Esta guía consiste en un documento de carácter técnico en el que plasman las acciones seleccionadas (que pueden incluir actividades de conservación, protección y restauración, manejo forestal sustentable, proyectos productivos, etc.), plazos de ejecución y montos para su realización. Previo a la formulación de la GMPM, el beneficiario debe asistir a un taller que impartirá la CONAFOR para orientar la selección de las actividades.

En el caso de núcleos agrarios, deberán exhibir un acta de asamblea en la que demuestren la cantidad de dinero utilizado y la forma en la que fue invertido. Para lograr el tercer pago y los restantes, se tiene que entregar un informe anual por cada uno de ellos. Al igual que el caso anterior, este informe deberá ser aprobado por la CONAFOR, e incluirá las evidencias de las actividades establecidas en la GMPM. Y de igual forma deberán exhibir las actas de asamblea que transparenten la ejecución del recurso asignado para cada anualidad.

Es importante mencionar que una vez concluido el PSA, los propietarios o poseedores de los terrenos proveedores de servicios ambientales pueden solicitar nuevamente el apoyo del programa, sujetando su participación a los criterios de elegibilidad del programa.

Concepto Mecanismos Locales de PSA a través de Fondos Concurrentes (MLPSA)

Este concepto inició a partir del año 2008, motivado por que la CONAFOR detectó que la sociedad mexicana no reconocía ni valoraba los SA, aunado a una falta de cultura de pago de

los beneficiarios hacia los proveedores de los mismos. El ámbito de su ejecución es todo el territorio nacional, sin que sus áreas estén sujetas a la definición de áreas elegibles, sin embargo, procura que las áreas de interés cumplan con los siguientes aspectos: sean de tipo forestal o preferentemente forestales, sean propuestas bajo una visión de manejo integrado de cuenca, se propongan focalizadas a microcuencas, que incluyan corredores biológicos o áreas consideradas importantes para la conservación, que sean zonas en las que se demuestre un beneficio a usuarios de los SA y que consideren la perspectiva de la economía de los ecosistemas y la biodiversidad.

Para participar en el programa los interesados se sujetan a los mismos requisitos impuestos en la modalidad anterior. La diferencia notable con la otra modalidad es que aquí existe una figura denominada “parte interesada” (PI), que son todas aquellas personas usuarias de SA que participan o participarán en la creación y fortalecimiento de un mecanismo local de PSA, mediante la aportación de recursos económicos, humanos y operativos. La PI podrá ser una o más instituciones de cualquiera de los tres órdenes de gobierno, organizaciones no gubernamentales, de la sociedad civil, personas físicas o morales.

El proceso inicia cuando la PI presenta una carta de intención a la CONAFOR, siendo necesario que se realice una entrevista para profundizar la propuesta. Los proveedores de SA interesadas en el programa deben de entregar a la PI la documentación requerida, señalada en las RDO. De esta manera, la PI integrará el expediente y lo entregará a la CONAFOR. Esta operación será realizada por cada convenio celebrado. En su caso, la CONAFOR y la PI podrán firmar convenios de colaboración por un periodo de hasta 5 años.

Los MLPSA se integrarán a partir de aportaciones concurrentes de recursos financieros y operativos que realicen la CONAFOR y la PI. Estableciéndose el monto de las aportaciones en un convenio de colaboración, siendo importante señalar que la participación económica

de la CONAFOR no podrá superar el 50% del monto total convenido. En función del origen de la fuente de financiamiento será el destino de dichos recursos, de tal manera que, los montos económicos aportados por la CONAFOR se destinarán al PSA y al pago de asistencia técnica, mientras que las aportaciones de la PI se destinarán al PSA y de así acordarlo también al pago de asistencia técnica, siempre y cuando la cantidad no sea mayor al 10% de su aportación total. La PI podrá aportar de varias formas, una de ellas es depositando directamente en el Fondo Forestal Mexicano (FFM). El primer pago deberá ser notificado a la CONAFOR. Cuando la PI requiera la emisión de un recibo de deducibilidad de impuestos, deberán solicitarlo en el mismo oficio de notificación. Otra manera es realizando el pago directo a las personas proveedoras de los SA. Estos pagos se podrán realizar a través de transferencia electrónica, depósito o vía de cheque a nombre de los proveedores de SA. El primer pago deberá efectuarse a los proveedores de SA en un plazo máximo de 120 días naturales contados a partir de la firma del convenio de colaboración, notificando y comprobando el hecho a la CONAFOR. Finalmente, un tercer método es depositando a través de un fideicomiso local, el cual deberá estar previamente aprobado por parte de la CONAFOR.

La aportación de la CONAFOR a los proveedores de SA se realizará anualmente, una vez que hayan cumplido con sus obligaciones y requisitos del pago correspondiente de acuerdo a las RDO. El monto de pago por hectárea se establecerá en el convenio de colaboración. El valor de dicho monto podrá ser propuesto por la PI de acuerdo con el costo de oportunidad que ellos consideren. Mientras que la aportación de la CONAFOR la determinara de acuerdo con el tipo de ecosistema en donde se ubique el área propuesta. Los montos de pago con los que participa la CONAFOR no podrán exceder lo estipulado en la siguiente tabla:

Montos de Negociación para Pagos de PSA a través de MLPSA

Montos de pago (negociables) \$/ha/año	Tipo de ecosistema	Superficie (ha)	
		Mínima	Máxima
600	Bosque mesófilo, manglares, marisma y vegetación de llanura costera, ecosistemas riparios y palmar natural.	50 para personas físicas, asociaciones, sociedades y agrupaciones y ejidos y comunidades.	250 para personas físicas.
400	Selvas húmedas y bosques templados.		500 para asociaciones, sociedades y agrupaciones.
300	Selvas secas y matorrales.		3000 para ejidos y comunidades.

Fuente: Tomado de las reglas de operación 2017 de la CONAFOR

Montos de pago destinado a la asistencia técnica

Asistencia Técnica (\$/año)	Superficie (ha)
8,000	De 50 a 99
16,500	De 100 a 500
25,000	De 501 a 1000
35,000	Mayor a 1000

Fuente: Tomado de las reglas de operación 2017 de la CONAFOR

Para la asignación de recursos económicos, el primer pago se realizará una vez que se haya firmado el convenio de concertación entre los proveedores de SA y la CONAFOR y que se cuente con el pago correspondiente a la primera anualidad por parte de la PI. La siguiente anualidad se puede recibir cumpliendo con los siguientes requisitos: entregar el Programa de Mejores Prácticas de Manejo (PMPM), en el que se deberán programar las obras, actividades obligatorias y elegibles, es importante mencionar que el PMPM tiene por objeto el constituirse como un documento de planeación participativa de actividades enfocadas a la conservación y manejo sustentable de los ecosistemas forestales, para mantener o mejorar la provisión de los SA en las áreas bajo este esquema de pago. Su establecimiento se logra a través de procesos participativos entre los proveedores y los prestadores de servicios técnicos, incluyendo la justificación y fundamentos técnicos para el desarrollo de las propuestas en función a los riesgos o amenazas previamente detectados, los costos unitarios de cada una de las obras y acciones seleccionadas y finalmente las especificaciones técnicas y metodológicas para su realización, así como el programa de ejecución de cada una de ellas. Para el caso de núcleos agrarios, deberán entregar copia del acta de asamblea donde se aprueba el PMPM

elaborado, así como también manifestar la cantidad y el uso que le dieron a los recursos por los cuales fueron beneficiados, entregar el informe anual de las actividades obligatorias y elegibles realizadas, establecidas en el PMPM para la primera anualidad, contar con una resolución técnica positiva de la supervisión realizada por la CONAFOR

Para lograr los siguientes pagos, en el caso de los núcleos agrarios, deberán entregar copia del acta de asamblea donde indiquen la cantidad y uso que le dieron a los recursos, entregar el informe anual de las actividades obligatorias y elegibles realizadas, establecidas en el PMPM para la anualidad correspondiente, contar con una resolución técnica positiva de la supervisión realizada por la CONAFOR para el caso de la supervisión.

Anexo 4. Principios y directrices operacionales del EE

Criterios	Atributos	Indicador
1.A. Mapeo de Actores ¹	Actores y sectores interesados han sido identificados, incluyendo comunidades indígenas, grupos étnicos y comunidades locales.	1.1. ¿Están identificados todos los "actores claves" ² que son los involucrados en la gestión del ecosistema, siendo estos los que toman decisiones y ejecutan las acciones que afectan directamente a los ecosistemas, así como aquellos que se ven afectados por ellas (sean locales o de zonas circunvecinas), sin distinción de creencias, etnias, razas, clase social, poder político u otro aspecto?
		1.2. ¿Están identificados los intereses, las posiciones, su poder en el proceso de gestión de los ecosistemas y otros elementos que caracterizan a los "actores claves" para un análisis adecuado y su respectivo mapeo en el Sitio ³ evaluado?
1.B. Mecanismos de Participación	Existen mecanismos formales y que funcionan bien operativamente, que permiten una participación efectiva de los actores claves (resguardando equidad de género, étnica y etaria).	1.3. ¿Todos los "actores claves" participan de forma efectiva en la toma de decisiones y asumen la co-responsabilidad de la gestión de los ecosistemas involucrados (eso significa que está equilibrado el poder en la toma de decisiones de acuerdo a los diferentes sectores, su representación es legítima y hay una responsabilidad compartida entre los que deciden en esos niveles)?
		1.4. ¿Se han dado las condiciones de apertura, de logística, de horario y de adaptación lingüística, requeridas para la participación de sectores tradicionalmente marginados en estos procesos como el caso de las mujeres, los jóvenes, los pueblos originarios y otros?
		1.5. ¿Hay equidad (igualdad de condiciones) y justicia (acceso por igual a todos) efectivos en la práctica diaria de la gestión, para que los "actores claves" participen de forma efectiva en los procesos de toma de decisiones y co-responsabilidad en la gestión de los ecosistemas?
1.C. Participación efectiva	Los procesos de participación han logrado una gestión concertada y pacífica del territorio.	1.6. ¿Está desarrollada y se aplica de forma efectiva en la gestión del sitio o proyecto, la capacidad para liderar procesos de negociación, establecimiento de compromisos y manejo de conflictos de intereses entre los "actores claves"?
		1.7. ¿Se cuenta con una visión del futuro del desarrollo de la sociedad y su territorio, la cual ha sido construida de forma concertada por los "actores clave"?
1.D. Participación responsable y contextualizada	En los procesos de participación, se incorporan como elementos de contexto para las decisiones, los planes de desarrollo, las estrategias, las políticas, los requerimientos de las futuras generaciones y aspectos de contexto.	1.8. ¿Las decisiones que los actores clave toman, están contextualizadas en el marco de los planes, estrategias y políticas regionales, y además en solidaridad con las futuras generaciones?

Notas:

¹ Se entiende por "mapeo de actores" a la caracterización y análisis de relaciones que tienen los actores clave presentes en el sitio.

² "Actor clave" es toda persona física o jurídica, pública o privada, comunal, indígena, campesina o de cualquier otro tipo, cuyas acciones, decisiones y/o intereses afectan o son afectados por lo que pase con los ecosistemas en el sitio.

³ Se entiende por "sitio" el área geográfica de intervención del modelo de gestión o proyecto que está evaluando la aplicación del EE.

Crterios	Atributos	Indicador
2.A. División político - administrativa	En el área de análisis existe una división político-administrativa que facilita la descentralización y en la cual el tema ambiental está presente en los diferentes niveles de toma de decisiones y articulada con las representaciones de la sociedad.	2.1. ¿En el Sitio bajo estudio hay una estructura político administrativa que establezca diferentes niveles de toma de decisión en asuntos ambientales articulados entre ellos y al mismo tiempo con las acciones de la sociedad civil?
2.B. Acciones locales	Existen proyectos ambientales y/o de desarrollo sostenible que están siendo, o han sido ejecutados de forma efectiva por los actores locales y que aportan a mantener la integridad de los ecosistemas.	2.2. ¿Los "actores claves" desarrollan y ejecutan proyectos ambientales y de desarrollo sostenible, sobre todo en el uso de los recursos naturales del sitio?
2.C. Capacidades locales	Las autoridades locales (municipios, así como dependencias de gobierno central y regional presentes en la zona) tienen competencias y capacidades para asumir la toma de decisiones respecto a la gestión de la tierra y los recursos naturales.	2.3. ¿Los gobiernos municipales asumen la toma y ejecución de decisiones, en los casos que sea de su competencia, en materias relacionadas con la planificación y gestión de los ecosistemas?
		2.4. ¿Los órganos de gobierno central y regional presentes en la zona y vinculados a la gestión de los ecosistemas, gozan actualmente de niveles de descentralización que les permiten tomar y ejecutar sus decisiones, en un marco de buena gobernanza?
		2.5. ¿Se han implementado acciones que compensan eficientemente la fragmentación de competencias y decisiones entre las organizaciones públicas que tienen injerencia en la gestión de los ecosistemas en el Sitio?
2.D. Empoderamiento local	Hay empoderamiento en las organizaciones de conservación, empresas y comunidades locales.	2.6. ¿Se han creado capacidades y empoderamiento en las organizaciones de conservación que permiten la descentralización efectiva, de manera que está fortalecida la capacidad de tomar y ejecutar decisiones en el nivel local de estas entidades?
		2.7. ¿Se han creado capacidades y empoderamiento en las empresas privadas que producen sobre una base de recursos naturales (agrícolas, pecuarias, mineras y turismo de naturaleza) que permiten la descentralización efectiva, de manera que está fortalecida la capacidad de tomar y ejecutar decisiones en el nivel local de estas entidades?
		2.8. ¿Se han creado capacidades y empoderamiento en las organizaciones locales para tomar y ejecutar decisiones de forma efectiva con respecto a la gestión de los ecosistemas, en especial si estas hacen uso directo de los bienes y servicios que se derivan de estos?
3.A. Prevención	Los actores clave del ecosistema conocen y gestionan de forma efectiva, los efectos (posibles y reales) que causan sus actividades en los ecosistemas vecinos. Se conocen los efectos de las actividades sobre los bienes y servicios de los ecosistemas. Se cuentan con mecanismos establecidos para evaluarlos.	3.1. ¿Los "actores clave" tienen la capacidad de interpretar la dinámica del ecosistema que intervienen y los efectos negativos que se podrán dar en ecosistemas asociados, ocasionados por el manejo que ellos hacen de los propios?
		3.2. ¿Se encuentran establecidos sistemas de monitoreo que permiten medir cambios en un paisaje que incluye varios ecosistemas (ecorregión) gestionados por diversos grupos de "actores claves" abarcando así con este monitoreo, un mosaico de gestiones y ecosistemas, de manera que se evalúan a esta escala geográfica, aspectos que puedan afectar la funcionalidad de los sistemas naturales y antrópicos (cobertura forestal, colmatación de ríos, erosión, cambios en los espejos de agua, etc.), en particular sobre temas relevantes como el cambio climático y la presencia de especies exóticas invasoras?
		3.3. Se desarrollan acuerdos o compromisos de gestión conjunta entre "actores claves" de diversos Sitios que tienen ecosistemas compartidos o relacionados de forma directa (cuenca alta con cuenca baja por ejemplo).

3.B. Mitigación	Existen acciones o respuestas dirigidas a minimizar efectos negativos (reales o posibles) en los ecosistemas vecinos y otros.	<p>3.4. Existen mecanismos que incentivan y promueven acciones para disminuir y/o minimizar los efectos de la gestión del sitio, sobre otros ecosistemas vinculados y/o adyacentes</p> <p>3.5. ¿Existen políticas/directrices/convenios/acuerdos de cualquier tipo para garantizar que el acceso a los bienes y servicios de un ecosistema que goza una sociedad, no perjudique el acceso que pueda tener otra sociedad, a los bienes y servicios de un ecosistema adyacente o vinculado?</p> <p>3.6. ¿Se realizan evaluaciones del impacto de las diversas actividades humanas a escala de paisaje, las cuales toman en cuenta en el análisis a todos los componentes de la diversidad biológica y consideran en forma apropiada, los posibles impactos en escalas espaciales (escala de paisaje) y temporales (mediano y largo plazo, considerando los efectos del cambio climático y los cambios socio-económicos)?</p> <p>3.7. ¿Existen capacitaciones efectivas relacionadas con buenas prácticas dirigidas a minimizar repercusiones negativas en el ecosistema intervenido y otros ecosistemas?</p>
3.C. Planificación integral	La planificación del territorio se hace de forma integral, considerando un análisis mucho más amplio que el área de acción o de jurisdicción	3.8. ¿La planificación de las intervenciones, se realiza considerando un área de análisis que permita prevenir y mitigar sus posibles efectos en ecosistemas adyacentes?
4.A. Valoración económica	Quienes gestionan el Sitio, tienen claridad sobre la dinámica económica del espacio geográfico que lo comprende y su relación con los ecosistemas	<p>4.1. ¿Existe claridad en los "actores claves", sobre el contexto económico en el que están los ecosistemas (modelos de producción, economías locales, indicadores económicos, etc. que hay están presentes en el ecosistema)?</p> <p>4.2. ¿Se tienen identificados, cuantificados y valorados los servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad y además el impacto (externalidades) que estos tienen sobre las actividades económicas vinculadas con ellos de forma directa o indirecta?</p>
4.B. Incentivos económicos	Se han desarrollado incentivos económicos y sociales que promueven la conservación de la biodiversidad y su utilización sostenible	<p>4.3. ¿Hay incentivos económicos y sociales orientados aplicados de forma efectiva, que promueven la conservación y la utilización sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas, buscando que aquellos que los conservan reciban créditos financieros y respaldo social por hacerlo y aquellos que los destruyen irracionalmente, sean mal vistos y paguen el costo que este daño implica para el resto de la sociedad?</p> <p>4.4. ¿Se han propiciado acciones efectivas para eliminar aquellos incentivos económicos de cualquier tipo que promueven un manejo no sostenible o que afecta a ecosistemas?</p>
4.C. Beneficios	Se han mejorado los beneficios que se derivan del uso de la diversidad biológica	<p>4.5. ¿Los empresarios y propietarios privados relacionados a los recursos naturales (agrícola, ganadero, minería, turismo ecológico, etc.), han mejorado los beneficios que obtienen de la utilización de los ecosistemas que están bajo su gestión, al mismo tiempo que implementan una adecuada compensación de los posibles daños ambientales?</p> <p>4.6. ¿Las comunidades locales (indígenas, afroamericanas campesinas, etc.), han mejorado los beneficios que obtienen de la utilización de los ecosistemas que están bajo su gestión?</p>
4.D. Equidad y justicia	Se ha garantizado la participación equitativa de los bienes y servicios de los ecosistemas en decisiones nacionales y locales.	4.7. ¿Los beneficios derivados de la gestión de los ecosistemas, contribuyen a mitigar justa y equitativamente, las necesidades básicas para el bienestar humano de los miembros de la sociedad vinculada con ellos?
4.E. Internalización del costo ecológico	Los usuarios de los recursos naturales valoran económicamente las prestaciones y las contraprestaciones (costos y beneficios) que se generan debido a sus actividades, y se busca un	4.8. ¿La toma de decisiones de los "actores clave" interioriza los costos y beneficios ambientales de la utilización que hacen de ellos de los ecosistemas, desarrollando a partir de eso iniciativas de valoración y compensación y/o pago por servicios ecosistémicos, que contribuyen al mantenimiento o restauración del ecosistema para mantener su actividad funcionando económica y ecológicamente?

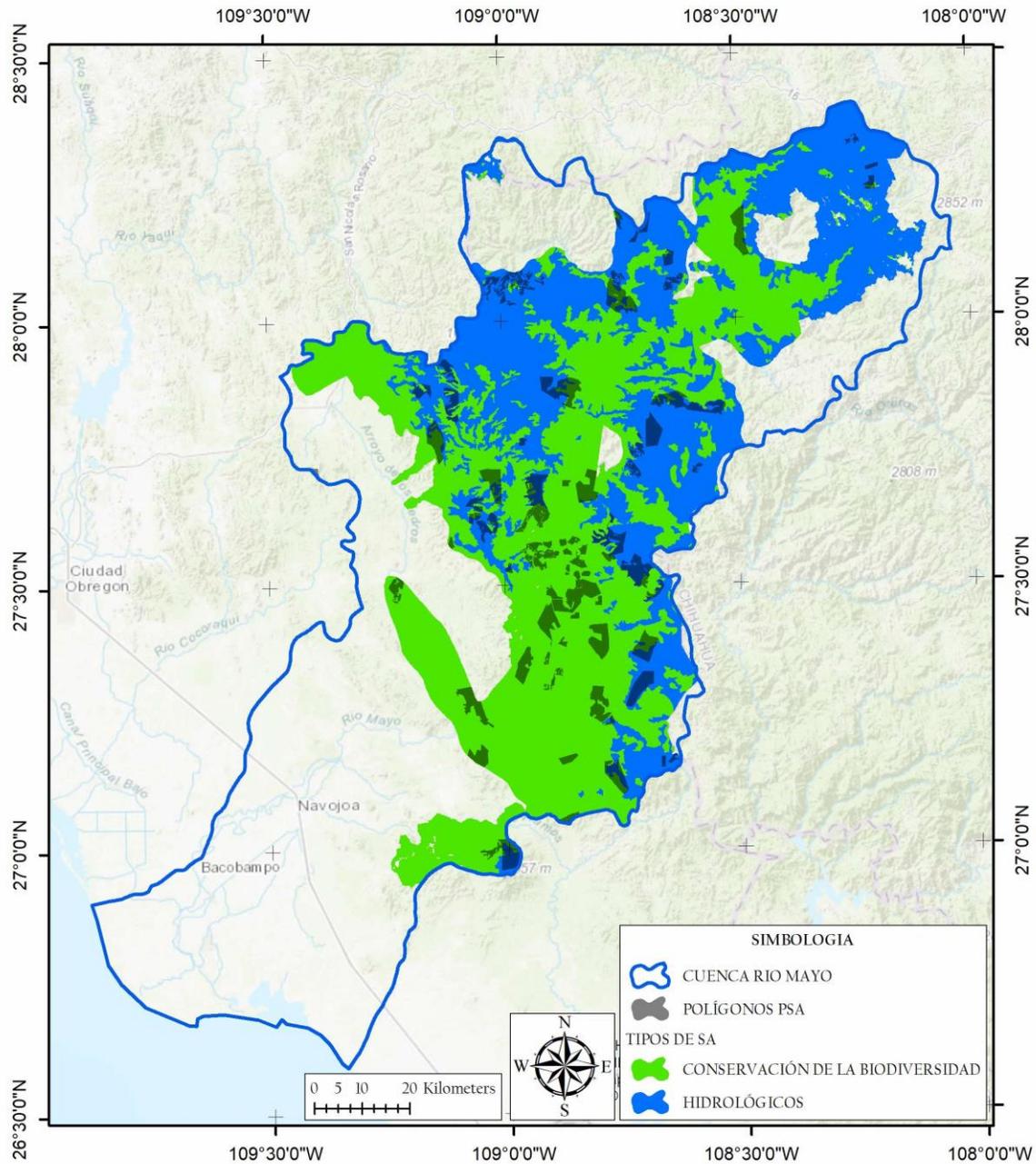
	equilibrio entre ambas para garantizar la sostenibilidad del ecosistema	
5.A. Caracterización de los ecosistemas	Se conocen las principales características de los ecosistemas presentes en el sitio, su estructura, composición y sus relaciones funcionales más importantes.	5.1. ¿Se tiene el conocimiento necesario para entender cómo funcionan los ecosistemas naturales e intervenidos (conocer sus especies más importantes, relaciones entre ellas y el medio físico, estructura, composición, etc.)?
5.B. Capacidades locales sobre los ecosistemas	Se ha mejorado el conocimiento de los actores claves sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, su relación con los bienes y servicios que estos suministran y su respuesta ante presiones.	5.2. ¿Se generan o promueven acciones, por parte de uno o varios "actores claves", para desarrollar modelos de intervención de los ecosistemas considerando los conocimientos sobre sus requerimientos básicos y el ordenamiento territorial?
		5.3. ¿Hay conocimiento entre todos los "actores claves" sobre los requerimientos básicos de los ecosistemas que intervienen que permiten su buen funcionamiento sostenido?
5.C. Recuperación y restauración de la resiliencia	Se han desarrollado prácticas y políticas públicas para la recuperación y restauración de la estructura y función de los ecosistemas.	5.4. ¿Hay prácticas efectivas por parte de todas las instituciones públicas claves, a favor de mantener y/o restaurar el funcionamiento de los ecosistemas, sean estos naturales o intervenidos de forma que esta restauración tenga como objetivo principal devolver la capacidad de resiliencia al sistema?
		5.5. ¿El marco jurídico es efectivo para recuperar y restaurar ecosistemas que hayan sido mal intervenidos por incumplimiento de las normativas vigentes o por efectos adversos no previstos, considerando la resiliencia como la meta fundamental a conseguir en dicho proceso?
5.D. Existencia de instrumentos de gestión	Existen instrumentos de gestión territorial basados en la capacidad del uso del suelo que se están aplicando debidamente y aportan a restaurar y mantener la integridad y funcionalidad ecosistémica.	5.6. ¿Existen planes de ordenamiento territorial y/o zonificación de uso, que integra los diferentes tipos de uso del suelo con base en su capacidad de uso y resiliencia y están diseñados a escala local, a largo plazo y se aplican debidamente?
5.E. Mitigación y monitoreo de impactos	Se procura minimizar o mitigar el impacto ambiental de las actividades humanas en la región, así como desarrollar acciones de evaluación y seguimiento.	5.7. ¿Hay esfuerzos de monitoreo de los impactos ambientales y evaluaciones sistemáticas sobre indicadores que midan el estado de integridad actual de los ecosistemas?
		5.8. ¿Existen medidas para mitigar impactos ambientales de actividades que tienen escenarios de alto riesgo de afectar la integridad y la funcionalidad del ecosistema?
6.A. Buenas prácticas	Existen y se promueven buenas prácticas de gestión sostenible en el campo (dentro de sus límites de resiliencia), que han sido identificadas y sistematizadas para su socialización.	6.1. ¿Se han identificado las formas de uso (de origen campesino, indígena, industrial, etc.) que no obedecen a principios de sostenibilidad (sus impactos sobrepasan los límites de resiliencia del sistema), generando estrategias que persiguen su reorientación hacia modelos más amigables?
		6.2. ¿Se han identificado las formas de uso (de origen campesino, indígena, industrial, etc.) que sí son sostenibles (generan un impacto dentro de los límites de resiliencia del sistema) y se han sistematizado para su socialización?
		6.3. ¿Existe un marco jurídico, que establezca un uso apropiado del ecosistema (de origen campesino, indígena, industrial, etc.) y prohíbe prácticas que lo afecten sobre los límites de su resiliencia?
6.B. Definición de límites de funcionamiento	Existen esfuerzos para definir y respetar los límites de resiliencia de los ecosistemas, en	6.4. ¿Se ha generado y/o sistematizado información de cualquier fuente confiable, sea esta científica o producto del conocimiento campesino o indígena, sobre los límites de máxima intervención en la cual los ecosistemas pierden su capacidad de resiliencia?

	relación con el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos y de otras actividades humanas en la región	6.5. ¿Se monitorean las intervenciones a los ecosistemas (extracción forestal, chaqueo, cacería, usos forestales no maderables, pesca, turismo, etc.), para mejorar la información sobre los límites de resiliencia que tienen estos, con respecto a sus diversos usos locales?
6.C. Difusión del conocimiento	Se promueve la difusión del conocimiento disponible sobre el funcionamiento de los ecosistemas entre los actores claves	6.6. ¿Toda información conocida sobre los límites de funcionamiento (la intervención más fuerte que soporta el sistema silvestre o antropizado sin perder su capacidad de funcionar) de los ecosistemas y la importancia de considerar esto a la hora de intervenirlos, está siendo divulgada de forma oportuna y efectiva entre los "actores claves", contribuyendo con esto a mejorar la calidad de su intervención?
		6.7. ¿Se ha generado información relevante sobre los requerimientos que tienen los ecosistemas para mantener su integridad y esta es divulgada eficientemente entre los actores?
6.D. Integridad ecológica	La integridad ecológica de los ecosistemas está siendo estudiada y procurada de forma efectiva en la gestión del Sitio	6.8. ¿Se han definido acciones que garantizan la comprensión y la búsqueda de la integridad de los ecosistemas tales como: corredores de conectividad, acciones de adaptación, mitigación al cambio climático, disminución de la fragmentación, mantenimiento de poblaciones viables, protección en general de la biodiversidad y otras?
7.A. Escala espacial y temporal de la gestión	Los usuarios de los recursos naturales conocen y respetan los límites espaciales y temporales del ecosistema, los cuales responden a los objetivos de gestión más que a los límites jurisdiccionales, y son definidos por las instancias pertinentes y capacitadas en el manejo adecuado del ecosistema.	7.1. ¿Se han tomado acciones para analizar las escalas temporales y espaciales a las que operan los ecosistemas y cuando proceda, se han implementado acciones que permitan solventar estas incompatibilidades?
		7.2. ¿El actor clave que gestiona los ecosistemas, cuenta con información detallada que permite definir la escala de análisis adecuada para cada proceso, considerando para esto la funcionalidad de los ecosistemas de forma prioritaria por sobre sus límites jurisdiccionales?
		7.3. ¿Se han efectuado arreglos institucionales y normativos para garantizar el ajuste de las escalas espaciales y temporales, cuando los límites y efectos en los ecosistemas exceden el área o temporalidad jurisdiccional de la entidad que los regula?
7.B. Capacidad instalada	Los organismos públicos que regulan la gestión de los ecosistemas, tienen la capacidad para hacerlo en escalas temporales y espaciales adecuadas a los objetivos que se persiguen.	7.4. ¿Las entidades públicas que regulan y/o realizan la gestión del territorio, tienen la capacidad para hacerlo en las escalas espaciales y temporales que demandan los objetivos que persiguen para los ecosistemas con los que trabajan o tienen bajo su responsabilidad, lo cual implica la capacidad de coordinar con entidades geográficamente vecinas, manejar información a escalas geográficas adecuadas, llevar una planificación temporal y geográfica adecuada, etc.?
8.A. Planificación de largo plazo	Las entidades públicas que regulan y/o realizan la gestión de los ecosistemas, tienen una planificación de largo plazo, más allá de los tiempos institucionales (10 a 20 años)	8.1. ¿La planificación de la gestión de los ecosistemas se realiza con objetivos de largo plazo elaborados de forma participativa, en donde largo plazo incluye el análisis de escenarios a 25, 50 o 100 años plazo, especialmente en temas de cambio climático?
8.B. Conciencia de los efectos retardados	Los sectores y actores clave del ecosistema, tienen en cuenta que como respuestas al manejo de los recursos naturales existen efectos retardados del ecosistema	8.2. ¿Los actores clave manifiestan conciencia de las implicaciones de sus acciones sobre los ecosistemas a largo plazo?
8.C. Mitigación de los efectos retardados	Se están generando medidas positivas a largo plazo dirigidas a minimizar esos efectos retardados en el ecosistema	8.3. ¿Las entidades públicas que regulan y/o realizan la gestión de los ecosistemas, recomiendan y/o toman medidas de mitigación a largo plazo para minimizar efectos negativos en los ecosistemas?

8.D. Sostenibilidad regional	Las entidades públicas que regulan y/o realizan la gestión del territorio, consideran los principios de la sostenibilidad como marco de referencia para su accionar	8.4. ¿Se han desarrollado acciones institucionales, marcos jurídicos y políticas que garanticen la sostenibilidad de las acciones de intervención en el largo plazo, a escala global del territorio?
9.A. Cambio Climático	Se cuenta con escenarios de cambio climático e identificación de vulnerabilidad de ecosistemas y comunidades	9.1. ¿Se han realizado escenarios para identificar y georreferenciar los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y sus implicaciones en los servicios ecosistémicos que prestan y en los modelos productivos que dependen de ellos? 9.2. ¿Se ha realizado un análisis de vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos y de los modelos productivos asociados a ellos, con base en los impactos detectados por los cambios a futuro, en especial por aquellos asociados al cambio climático?
9.B. Gestión adaptativa	Los actores clave realizan prácticas adaptativas que les permiten sobrellevar los cambios en los ecosistemas de forma efectiva	9.3. ¿El marco jurídico y los recursos operativos permiten, promueven y/o facilitan a los actores clave, el generar capacidades y acciones para el manejo activo-adaptativo en los ecosistemas (intervenirlos generando aprendizaje al hacerlo que ayuda a mejorar la intervención en la práctica), que permitan gestionar de mejor manera esos cambios, aprovechando las oportunidades que emergen de ellos y contrarrestando los problemas que ocasionan?
9.C. Monitoreo	Se monitorean los cambios en el ecosistema, para tomar medidas tempranas de adaptación y mitigación	9.4. ¿Se realizan acciones de monitoreo, revisión y actualización de planes de gestión de territorios tales como; Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Ordenamiento de Cuencas, Planes de Gestión de AP, Planes Prediales, Planes de Territorios Indígenas, Agendas Sectoriales, etc., que incorporen el mantenimiento de estructura y función de ecosistemas ante posibles efectos de cambio climático y otras perturbaciones biofísicas o socio-económicas?
10.A. Integración	Se han desarrollado sistemas y prácticas de manejo integrado de los RN y la biodiversidad	10.1. ¿Los "actores claves" buscan la forma de combinar en un mismo espacio y tiempo, la conservación de los recursos naturales con su aprovechamiento, de manera que estas dos cosas no se hacen de forma separada, si no integrada?
10.B. Aumento de los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos:	Se han desarrollado medidas legales, institucionales y económicas que permiten un aumento en los beneficios derivados de los ecosistemas, manteniendo el equilibrio entre la conservación y el uso de estos	10.2. ¿Hay políticas, regulaciones y prácticas de las instituciones públicas, que tiendan a identificar y poner al servicio humano, aquellos bienes y servicios de los ecosistemas que son factibles de un aprovechamiento sostenible y que no han sido utilizados hasta ahora? 10.3. ¿En las áreas para la conservación se procura el aprovechamiento de bienes y servicios que no altere la integridad y funcionalidad del ecosistema, fomentando por ejemplo el turismo sostenible, el uso de recursos no maderables, el pago de servicios ecosistémicos, etc.?
10.D. Producción sostenible	Los sistemas productivos y extractivos que se implementan en la zona por cada uno de los productores, contribuyen o al menos no deterioran significativamente a la conservación de funciones ecológicas y de biodiversidad	10.4. ¿En los sistemas productivos y extractivos (nuevos o tradicionales) que aplican los diferentes gestores del territorio a escala predial, se aplican prácticas de manejo amigables con el ambiente y contribuyen a construir resiliencia ante impactos del cambio climático?
11.A. Difusión del conocimiento	Se ha compartido información técnica y científica relevante con actores y sectores interesados	11.1. ¿Toda información derivada de la gestión de los ecosistemas se comparte entre los "actores claves" ya sea esta de origen científico, tradicional o campesino?

11.B. Gestión del conocimiento independiente de las fuentes	Se toman acciones para hacer una gestión adecuada del conocimiento existente	11.2. ¿Se hace una gestión del conocimiento (uso adecuado del conocimiento que ya existe) buscando aquella de la mejor calidad, independientemente de su origen, para lo cual se valora de igual forma la que proviene del conocimiento popular, como de la que proviene de la ciencia, para efecto de encontrar formas de gestionar mejor los ecosistemas?
11.C. Toma de decisiones mejorada	Se ha mejorado el conocimiento de los ecosistemas y este se ha incluido en la toma de decisiones y políticas relativas al territorio	11.3. ¿Las fuentes de información que se usan para tomar decisiones sobre la gestión de los ecosistemas, incorporan las diferentes cosmovisiones que hay en zona, no sólo la visión científica de las cosas, sino que también la visión indígena, campesina, empresarial, espiritual, religiosa, etc., provocando decisiones más holísticas y sólidas?
11.D. Conocimiento local:	Existen mecanismos que aporten en el rescate y difusión de acciones implementadas por individuos, organizaciones locales, y/o instituciones y que tienen bases en conocimientos y prácticas tradicionales, y/o conocimientos científicos	11.4. ¿Se han creado mecanismos y/o capacidades apropiados para documentar experiencias exitosas en gestión de ecosistemas, ya sea que provengan de proyectos técnicos o de prácticas ancestrales o campesinas que han dado buenos resultados, así como acuerdos para impulsar las investigaciones, mejorando de esta manera el conocimiento local sobre los ecosistemas?
12.A. Multidisciplinariedad	Existe pesquisa científica multidisciplinaria que involucra a todos los sectores que tienen relación directa o indirecta con el manejo del ecosistema, coordinan acciones estratégicas para lograr un manejo sostenible de los recursos naturales	12.1. ¿Están claramente identificados las diferentes disciplinas que están involucrados en la gestión de los ecosistemas que componen el paisaje?
		12.2. ¿Las actividades relevantes que pueden afectar el mantenimiento de la integridad y funcionalidad del ecosistema, tienen un enfoque multidisciplinario?
12.B. Incorporación de los sectores y disciplinas no tradicionales	Sectores y disciplinas no tradicionales participan activamente en los espacios públicos diseñados para la gestión de los ecosistemas	12.3. ¿En la toma de decisiones, rendición de cuentas, desarrollo de incentivos, establecimiento y aplicación de normas para gestionar ecosistemas, realización de alianzas y acuerdos, se han incorporado otros sectores no tradicionales como agricultura, energía, transporte, minería, salud, justicia, así como otras disciplinas como la economía, la sociología, la agronomía, la antropología, la salud y otras similares?
12.C. Gestión sectorial	Se han incorporado prácticas de manejo sostenible en todos los sectores relevantes, que tienen incidencia en los bienes y servicios de los ecosistemas	12.4. ¿Existen espacios de coordinación entre los diferentes sectores que participan en la gestión de los ecosistemas, generando una visión de sostenibilidad en todos ellos, en particular en aquellos tradicionalmente poco sostenibles como la minería, la agricultura extensiva con agroquímicos, la ganadería intensiva, etc.?

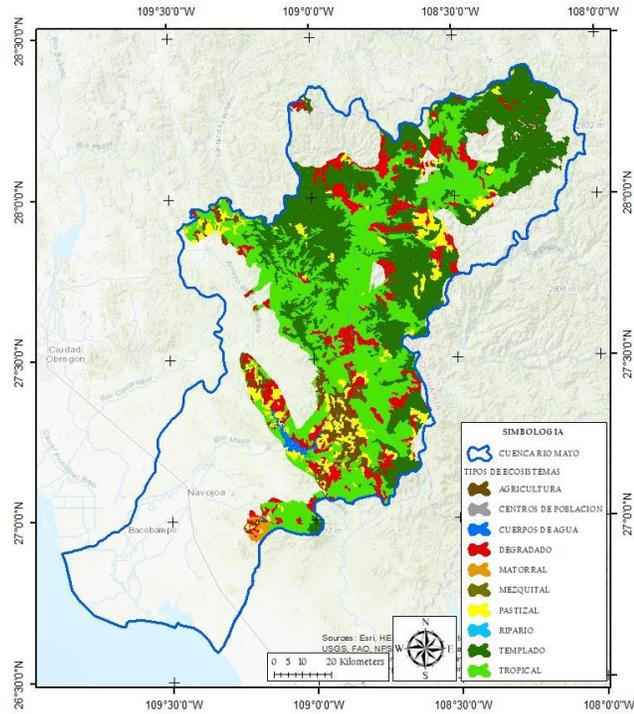
Anexo 5. Localización de polígonos apoyados con el PPSA (período 2003-2017) y su distribución en las áreas elegibles por tipo de SA (PSAH o PSA-CABSA)



Fuente: Elaborado a partir de la información cartográfica del PPSA de la CONAFOR.

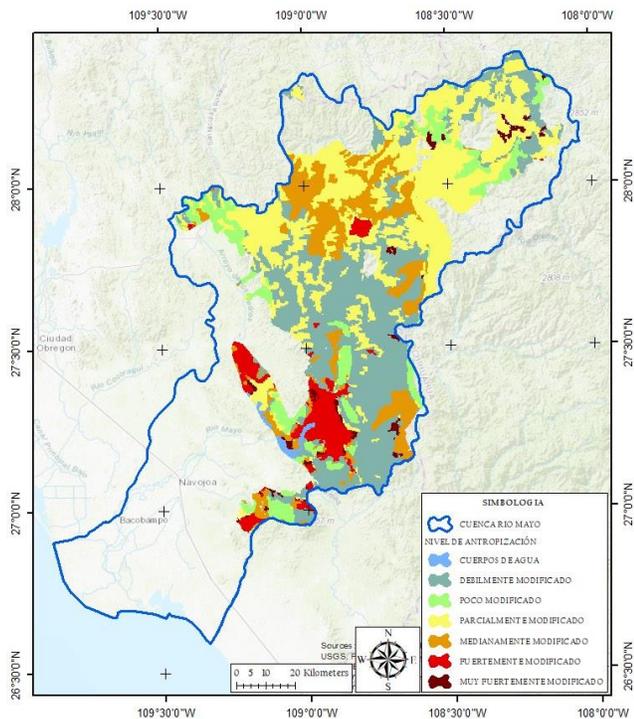
Anexo 6. Ecosistemas identificados en el área de estudio

Fuente: Elaborado a partir del conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250,000, serie V, INEGI (2013).

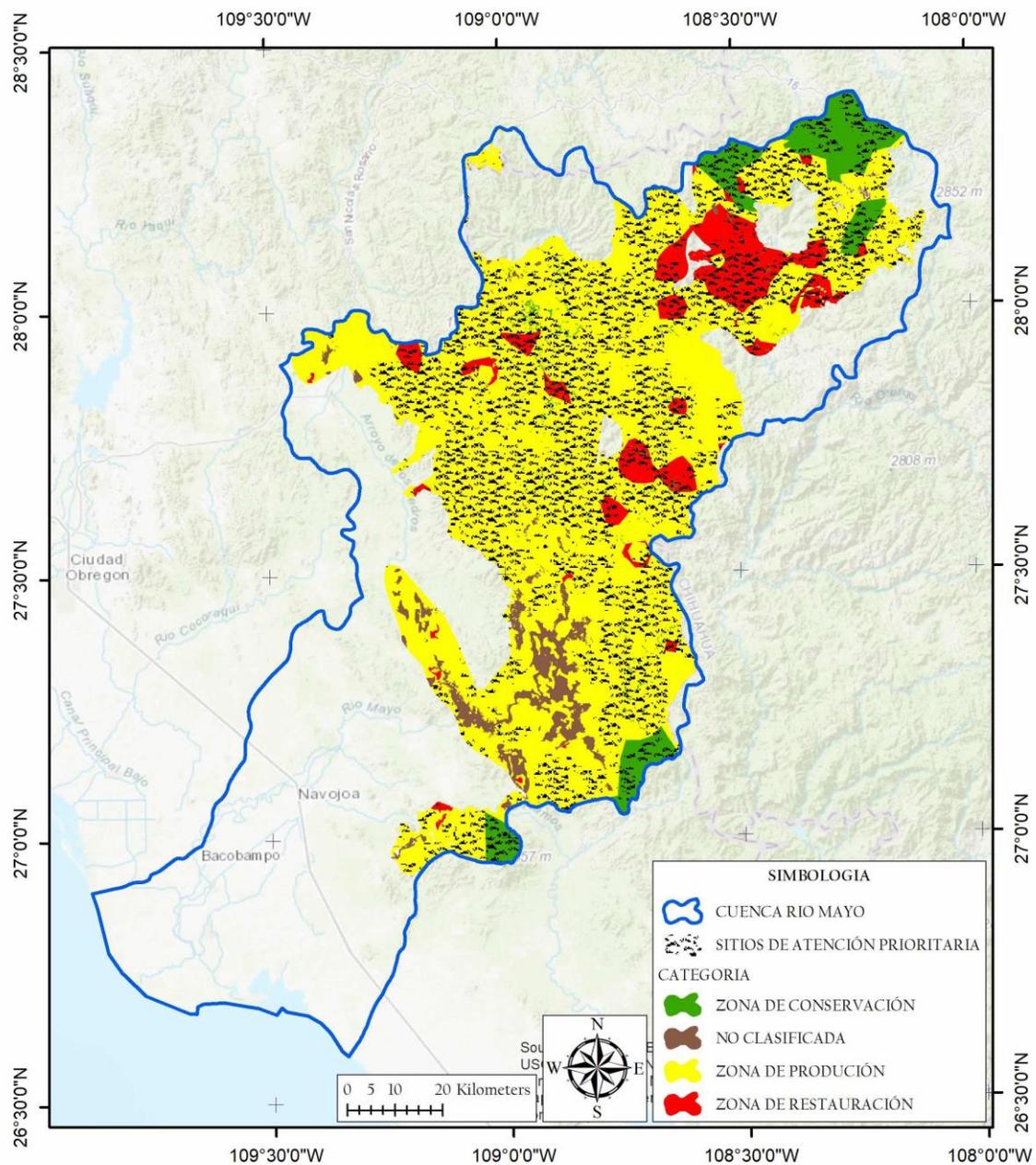


Anexo 7. Zonas con distintos niveles de antropización en el área de estudio

Fuente: Elaborado a partir de la información cartográfica de zonas antropizadas del noroeste (CONABIO 2001).

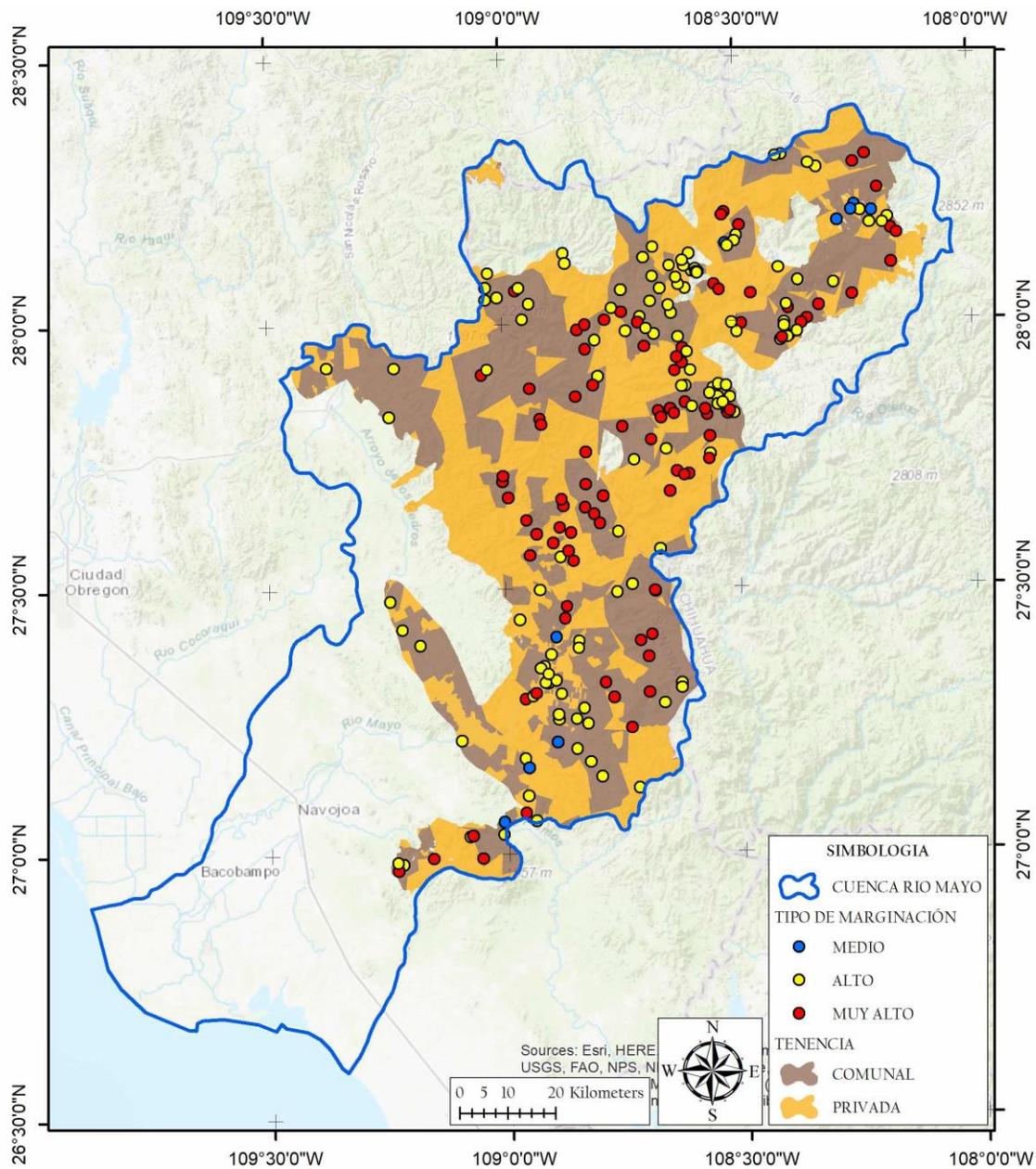


Anexo 8. Políticas de uso de suelo sugeridas en el área de estudio, identificando los sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de áreas de importancia para la conservación, restauración y producción en México (CONAFOR, 2011) y de la información cartográfica de los sitios de atención prioritaria para la biodiversidad (CONABIO 2016).

Anexo 9. Distribución de la propiedad según la tenencia de la tierra, con la distribución de localidades por grado de marginación.



Fuente: Elaborado a partir de la información cartográfica de polígonos ejidales o comunales certificados por entidad federativa (RAN 2017) e información cartográfica de localidades y su grado de marginación (CONABIO 2012).

Anexo 10. Memoria fotográfica de tareas de mantenimiento y conservación



Adquisición de equipo para una brigada de incendios forestales.



Apertura y mantenimiento de brechas cortafuegos.



Construcción de torre de vigilancia



Monitoreo de plagas y enfermedades.



Adquisición de equipo fotográfico para monitoreo de fauna.



Recorridos de vigilancia.



Conservación y mantenimiento de caminos.



Cercados para protección de reforestaciones.



Estudios de ordenamiento territorial comunitario



Colocación y mantenimiento de letreros alusivos al PPSA.



Plantaciones forestales comerciales.



Establecimiento de viveros comunitarios.



Construcción de presas filtrantes de piedra acomodada.



Construcción de presas de ramas.

Anexo 11. Base de datos y análisis en R

```
#####  
# PPSA Programa de Pago por Servicios Ambientales Cuenca del rio Mayo, Sonora y Chihuahua, México  
# Código elaborado por Rogelio Figueroa López y Luis Alan Navarro Navarro  
# ENFOQUE ECOSISTEMICO, PRINCIPIOS DE MALAWI  
#####  
library(plotrix); library(RColorBrewer); library(colorspace)  
library(lattice); library(ggplot2)  
version[["version.string"]] # "R version 3.3.2 (2016-10-31)"  
#####  
##### BASE DE DATOS PRINCIPIOS Y DIRECTRICES OPERACIONALES DEL EE  
EE_1 <- data.frame(  
  id = 1:15,  
  nivel = structure(c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 3L,  
    3L, 3L), .Label = c("Primario", "Secundario", "Terciario"), class = "factor"),  
  actor = structure(c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 4L, 1L, 3L,  
    3L, 3L), .Label = c("Asesor", "Beneficiario", "CONAFOR", "OSSF"  
    ), class = "factor"),  
  participacion = structure(c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 3L, 3L, 3L, 3L, 1L, 1L, 1L,  
    1L, 1L), .Label = c("", "Concluido", "Operando"), class = "factor"),  
  inicio_p = c(2008L, 2009L, 2010L, 2011L, 2012L, 2013L, 2014L, 2014L, 2015L,  
    2016L, NA, NA, NA, NA, NA),  
  termino_p = c(2012L, 2013L, 2014L, 2015L, 2016L, 2017L, 2018L, 2018L, 2019L,  
    2020L, NA, NA, NA, NA, NA),  
  genero = structure(c(2L, 2L, 1L, 2L, 2L, 1L, 1L, 1L, 2L, 1L, 2L, 2L, 2L,  
    1L, 1L), .Label = c("F", "M"), class = "factor"),  
  cargo = structure(c(3L, 2L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 2L, 2L, 3L, 1L, 1L, 1L,  
    1L, 1L), .Label = c("", "Autoridad comunal", "Propietario"), class = "factor"),  
  municipio = structure(c(3L, 2L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 1L, 1L,  
    1L, 1L), .Label = c("", "Alamos", "Quiriego"), class = "factor"),  
  p1_1 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 3L, 3L, 1L),  
  p1_2 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 1L),  
  p1_3 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L),  
  p1_4 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 0L, 1L, 2L, 2L, 1L),  
  p1_5 = c(1L, 1L, 3L, 2L, 2L),  
  p1_6 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L),  
  p1_7 = c(1L, 1L, 3L, 2L, 1L),  
  p1_8 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 3L, 3L, 3L, 2L),  
  p2_1 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L),  
  p2_2 = c(3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 2L, 3L, 3L, 2L, 3L),  
  p2_3 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L),  
  p2_4 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 2L, 1L, 2L),  
  p2_5 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 1L, 1L, 2L),  
  p2_6 = c(2L, 2L, 1L, 2L, 1L),  
  p2_7 = c(0L, 0L, 0L),  
  p2_8 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L),  
  p3_1 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 1L),  
  p3_2 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 0L, 0L, 2L, 1L, 0L),  
  p3_3 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 0L, 0L, 1L),  
  p3_4 = c(0L, 0L, 0L),  
  p3_5 = c(1L, 1L, 1L),  
  p3_6 = c(0L, 0L, 0L),  
  p3_7 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L),  
  p3_8 = c(0L, 0L, 0L),  
  p4_1 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 0L, 2L, 1L, 1L, 2L),  
  p4_2 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 0L, 0L, 1L, 1L, 0L),  
  p4_3 = c(1L, 1L, 2L, 1L, 1L),  
  p4_4 = c(0L, 0L, 1L, 1L, 1L),  
  p4_5 = c(0L, 0L, 0L),  
  p4_6 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L),  
  p4_7 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 1L, 2L, 1L),  
  p4_8 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 0L, 0L, 2L),  
  p5_1 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L),  
  p5_2 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L),  
  p5_3 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L),  
  p5_4 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L),  
  p5_5 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L),
```

```

p5_6 = c(0L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L),
p5_7 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 0L, 0L, 1L, 1L, 0L),
p5_8 = c(0L, 0L, 1L, 1L, 0L),
p6_1 = c(2L, 2L, 2L),
p6_2 = c(2L, 2L, 2L),
p6_3 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 3L, 2L, 2L, 2L),
p6_4 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p6_5 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L),
p6_6 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L),
p6_7 = c(1L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p6_8 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p7_1 = c(0L, 0L, 0L),
P7_2 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 1L, 1L),
p7_3 = c(0L, 0L, 1L, 1L, 0L),
p7_4 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p8_1 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 2L, 2L, 2L),
p8_2 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L),
p8_3 = c(1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L),
p8_4 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 2L, 3L, 3L, 2L),
p9_1 = c(2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 1L, 2L, 3L, 3L, 2L),
p9_2 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p9_3 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L),
p9_4 = c(1L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 2L, 3L, 2L, 3L, 2L, 2L),
p10_1 = c(0L, 3L, 3L),
p10_2 = c(0L, 2L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L),
p10_3 = c(0L, 2L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L),
p10_4 = c(3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 3L, 2L, 2L, 3L, 3L, 2L),
p11_1 = c(0L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 1L, 0L, 1L, 2L, 2L, 1L),
p11_2 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 2L, 2L, 2L),
p11_3 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 1L, 3L, 2L, 1L),
p11_4 = c(0L, 2L, 1L, 2L, 2L, 1L, 1L, 2L, 2L, 1L, 1L, 2L, 3L, 2L),
p12_1 = c(0L, 0L, 3L, 2L, 0L),
p12_2 = c(0L, 0L, 3L, 0L, 0L),
p12_3 = c(0L, 0L, 0L),
p12_4 = c(0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 0L, 1L, 0L, 0L, 0L),
stringsAsFactors = FALSE)
EE_1; names(EE_1)
# "id" = número consecutivo; "nivel" = tipo de actor: primario, secundario o terciario; "actor" = tipo de actor, si es un
# beneficiario del PPSA, funcionario de CONAFOR, Asesor del PPSA del área de estudio, OSSF:Organizaciones Sociales del
# Sector Forestal; "participacion" = aplica solo para actores primarios, "Concluido" es que participó en el PPSA
# "Operando" es que está actualmente trabajando del PPSA; "inicio_p" y "termino_p" año de inicio y termino de
# participación en el PPSA; "genero" de la persona entrevistada; "cargo" aplica para actores primarios, dice si es pequeño
# propietario o si es autoridad en una propiedad comunal "municipio" donde se localiza el predio sujeto de apoyo;
# p1_ ... p12_ para 12 principios el segundo dígito representa los criterios en los que se subdivide cada principio (1 hasta 8)
# los criterios pueden adoptar valores enteros entre 0 y 3
spider.data.EE1=matrix(data=NA,nrow=10,ncol=12) # MATRIZ VACIA
## EL PROMEDIO DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA LOS CRITERIOS
## PARA CADA PRINCIPIO, PARA LOS ACTORES PRIMARIOS
for (i in 1:10){
  a1=c(
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,10:17])),1), #### P1
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,18:(17+8)])),1), #### P2
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,26:(25+8)])),1), #### P3
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,34:(33+8)])),1), #### P4
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,42:(41+8)])),1), #### P5
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,50:(57)])),1), #### P6
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,58:61])),1), #### P7
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,62:65])),1), #### P8
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,66:69])),1), #### P9
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,70:73])),1), #### P10
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,74:77])),1), #### P11
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,78:81])),1) #### P12
  )
  spider.data.EE1[i,] = a1
}
## MATRIZ DE PROMEDIOS
spider.data.EE1
#####
# Funcion de Ken Williams
Mode <- function(x, na.rm = FALSE) {
  if(na.rm){

```

```

x = x[!is.na(x)]
}
ux <- unique(x)
return(ux[which.max(tabulate(match(x, ux)))]
)
#####
spider.data.EE.m1=matrix(data=NA,nrow=10,ncol=12) # MATRIZ VACIA
### LA MODA DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA LOS CRITERIOS
### PARA CADA PRINCIPIO, PARA LOS ACTORES PRIMARIOS
for (i in 1:10){
  a1=c(
    Mode(as.numeric(EE_1[i,10:17])), Mode(as.numeric(EE_1[i,18:(17+8)])), # P1 y P2
    Mode(as.numeric(EE_1[i,26:(25+8)])), Mode(as.numeric(EE_1[i,34:(33+8)])), #P3 y P4
    Mode(as.numeric(EE_1[i,42:(41+8)])), Mode(as.numeric(EE_1[i,50:(57)])), #P5 y P6
    Mode(as.numeric(EE_1[i,58:61])), Mode(as.numeric(EE_1[i,62:65])), #P7 y P8
    Mode(as.numeric(EE_1[i,66:69])), Mode(as.numeric(EE_1[i,70:73])), # P9 y P10
    Mode(as.numeric(EE_1[i,74:77])), Mode(as.numeric(EE_1[i,78:81])) #P11 y P12
  )
  spider.data.EE.m1[i,] = a1
}
spider.data.EE.m1 # MATRIZ DE MODAS
#####
#VALORES ASIGNADOS A LOS CRITERIOS DEL PRINCIPIO "x" POR LOS ACTORES PRIMARIOS
# VISUALIZAR LA INFORMACION
matriz.plot.EE <- function(x,criterios_n,actores_n, principio,actores_t) {
  # "x" es una matriz de dimensiones "actores_n" por "criterios_n"
  # principio: 1 al 12; actores_t : primarios, secundarios o terciarios
  x[is.na(x)] <- 0
  x[is.nan(x)] <- 0
  xmin <- 0; xmax <- 3; n <- actores_n; n1 <-criterios_n
  #PALETA DE COLORES
  cellcol<-matrix(data="#000000",nrow=actores_n,ncol=criterios_n)
  cellcol[x==0]<-"#FFFFFF"
  cellcol[x>0]<-color.scale(x[x>0],c(1, 0.4), c(1, 0.4), c(0.96, 1))
  #ESTABLECER EL LIENZO PARA GRAFICAR LA MATRIZ X
  par(mar=c(5, 5, 5, 8)); par(cex.axis=1, cex.lab=1, cex.main=1, cex.sub=1)
  sv=0
  if (sum(x) > 0) {
    sv = 1
  }
  color2D.matplot(x,cellcolors=cellcol, na.color="white",
    show.values=sv, vcol=rgb(0,0,0), axes=FALSE, vcex=1,
    xlab="Criterios",
    ylab="Actores",
    main =paste("Criterios para el", "Principio",
      principio, "\n Actores", actores_t,sep=" "),
    mgp = c(2, 2, 2))
  axis(1, at=seq(1, n1, 1)-0.5, labels=seq(1, n1, 1), tck=-0.01, padj=0.1, cex.axis=1)
  axis(2, at=seq(1, n, 1)-0.5, labels=seq(n, 1, -1), tck=-0.01, padj=0.1, cex.axis=1)
  if (sv==0){
    r1=1:actores_n
    for (i in 1:criterios_n){
      text(i-0.5, r1-0.8, "0.0", cex=1.2, pos=3, col="black")
    }
  }
}
#####
x1=as.matrix(EE_1[1:10,10:17]);x2=as.matrix(EE_1[1:10,18:25]);x3=as.matrix(EE_1[1:10,26:33])
x4=as.matrix(EE_1[1:10,34:41]);x5=as.matrix(EE_1[1:10,42:49]);x6=as.matrix(EE_1[1:10,50:57])
x7=as.matrix(EE_1[1:10,58:61]);x8=as.matrix(EE_1[1:10,62:65]);x9=as.matrix(EE_1[1:10,66:69])
x10=as.matrix(EE_1[1:10,70:73]);x11=as.matrix(EE_1[1:10,74:77]);x12=as.matrix(EE_1[1:10,78:81])
# 7 en adelante son 4 criterios
matriz.plot.EE(x1,8,10,1,"primarios")
matriz.plot.EE(x2,8,10,2,"primarios")
matriz.plot.EE(x3,8,10,3,"primarios")
matriz.plot.EE(x4,8,10,4,"primarios")
matriz.plot.EE(x5,8,10,5,"primarios")
matriz.plot.EE(x6,8,10,6,"primarios")
matriz.plot.EE(x7,4,10,7,"primarios") # Ignorar los Warnings pasa ya que la matriz es de solo 0s
matriz.plot.EE(x8,4,10,8,"primarios")
matriz.plot.EE(x9,4,10,9,"primarios")

```

```

matriz.plot.EE(x10,4,10,10,"primarios")
matriz.plot.EE(x11,4,10,11,"primarios")
matriz.plot.EE(x12,4,10,12,"primarios") # Ignorar los Warnings pasa ya que la matriz es de solo 0s
#####
# LAS FUNCIONES DE ARRIBA SE PUEDEN USAR PARA VISUALIZAR LOS ACTORES SECUNDARIOS
# Y LOS ACTORES TERCARIOS
EE_1$nivel[11:12]; EE_1$nivel[13:15]
#####ACTORES SECUNDARIOS#####
y1=as.matrix(EE_1[11:12,10:17]);y2=as.matrix(EE_1[11:12,18:25]);y3=as.matrix(EE_1[11:12,26:33])
y4=as.matrix(EE_1[11:12,34:41]);y5=as.matrix(EE_1[11:12,42:49]);y6=as.matrix(EE_1[11:12,50:57])
y7=as.matrix(EE_1[11:12,58:61]);y8=as.matrix(EE_1[11:12,62:65]);y9=as.matrix(EE_1[11:12,66:69])
y10=as.matrix(EE_1[11:12,70:73]);y11=as.matrix(EE_1[11:12,74:77]);y12=as.matrix(EE_1[11:12,78:81])
# 7 en adelante son 4 criterios
matriz.plot.EE(y1,8,2,1,"secundarios")
matriz.plot.EE(y2,8,2,2,"secundarios")
#####ACTORES TERCARIOS#####
z1=as.matrix(EE_1[13:15,10:17]);z2=as.matrix(EE_1[13:15,18:25]);z3=as.matrix(EE_1[13:15,26:33])
z4=as.matrix(EE_1[13:15,34:41]);z5=as.matrix(EE_1[13:15,42:49]);z6=as.matrix(EE_1[13:15,50:57])
z7=as.matrix(EE_1[13:15,58:61]);z8=as.matrix(EE_1[13:15,62:65]);z9=as.matrix(EE_1[13:15,66:69])
z10=as.matrix(EE_1[13:15,70:73]);z11=as.matrix(EE_1[13:15,74:77]);z12=as.matrix(EE_1[13:15,78:81])
# 7 en adelante son 4 criterios
matriz.plot.EE(z1,8,3,1,"terciarios")
matriz.plot.EE(z2,8,3,2,"terciarios")
#####
# RETOMAMOS MATRIZ DE PROMEDIOS PARA ACTORES PRIMARIOS
# GRAFICA RADIAL, VALOR PROMEDIO DE TODOS LOS ACTORES
items.names<-c("P 1", "P 2", "P 3", "P 4", "P 5", "P 6", "P 7", "P 8", "P 9", "P 10", "P 11", "P 12")
spider.data.EE1
Actor_0<-rep(0,12)
spider.data<- rbind(spider.data.EE1,Actor_0)
par(cex.axis=1.5, cex.lab=1.5, cex.main=2, cex.sub=1)
radial.plot(spider.data,
  labels=items.names, rp.type="p",
  poly.col=c(rep(rgb(119/255, 87/255, 6/255, .1),10), "beige"),
  grid.col= "black", show.grid=T, line.col=c(rep("black", 10), NA), grid.bg="beige",
  radial.lim=c(-1,3), lwd=2.3, lty=2,
  clockwise = T, radial.labels =c(NA,0,1,2,3), start=1.3, show.grid.labels=3)
##### genero una segunda gráfica sobre la primera
par(new=T)
radial.plot(spider.data.EE1,
  labels=items.names, rp.type="s",
  grid.col="black", show.grid=T, line.col=c("black"), radial.lim=c(-1,3),
  lwd=1, lty=2, clockwise = T, point.col="black", point.symbols=16,
  radial.labels =c(NA,0,1,2,3),start=1.3, show.grid.labels=3)
#####
# ESTE CODIGO SE PUEDE GENERALIZAR PARA ELABORAR LA GRAFICA RADIAL PARA EL RESTO DE LOS ACTORES.
#####
spider.data.EE2=matrix(data=NA,nrow=2,ncol=12) # MATRIZ VACIA
## EL PROMEDIO DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA LOS CRITERIOS PARA CADA PRINCIPIO, PARA LOS ACTORES
SECUNDARIOS
for (i in 11:12){
  a1=c(
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,10:17])),1), #### P1
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,18:(17+8)])),1), #### P2
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,26:(25+8)])),1), #### P3
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,34:(33+8)])),1), #### P4
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,42:(41+8)])),1), #### P5
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,50:(57)])),1), #### P6
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,58:61])),1), #### P7
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,62:65])),1), #### P8
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,66:69])),1), #### P9
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,70:73])),1), #### P10
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,74:77])),1), #### P11
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,78:81])),1) )#### P12
  spider.data.EE2[i-10,] = a1
}
spider.data.EE2 # MATRIZ DE PROMEDIOS
#####
spider.data.EE3=matrix(data=NA,nrow=3,ncol=12) # MATRIZ VACIA
## EL PROMEDIO DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA LOS CRITERIOS

```

```

## PARA CADA PRINCIPIO, PARA LOS ACTORES TERCARIOS
for (i in 13:15){
  a1=c(
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,10:17])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,18:(17+8)])),1),
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,26:(25+8)])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,34:(33+8)])),1),
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,42:(41+8)])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,50:(57)])),1),
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,58:61])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,62:65])),1),
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,66:69])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,70:73])),1),
    round(mean(as.numeric(EE_1[i,74:77])),1), round(mean(as.numeric(EE_1[i,78:81])),1)
  )
  spider.data.EE3[i-12,] = a1
}
spider.data.EE3 ## MATRIZ DE PROMEDIOS
#####
# RETOMAMOS MATRIZ DE PROMEDIOS PARA ACTORES SECUNDARIOS
# GRAFICA RADIAL, VALOR PROMEDIO DE TODOS LOS ACTORES
spider.data.EE2
spider.data<- rbind(spider.data.EE2,Actor_0)
par(cex.axis=1.5, cex.lab=1.5, cex.main=2, cex.sub=1)
radial.plot(spider.data, labels=items.names, rp.type="p",
  poly.col=c(rep(rgb(255/255, 158/255, 79/255, .25),2), "beige"),
  grid.col= "black", show.grid=T, line.col=c(rep("black", 2), NA), grid.bg = "beige",
  radial.lim=c(-1,3), lwd=2.3, lty=2, clockwise = T, radial.labels =c(NA,0,1,2,3), start=1.3,
  show.grid.labels=3)
#####
#### genero una segunda gráfica sobre la primera
par(new=T)
radial.plot(spider.data.EE2,
  labels=items.names, rp.type="s", grid.col="black", show.grid=T,
  line.col=c("black"), radial.lim=c(-1,3), lwd=1, lty=2,
  clockwise = T, point.col="black", point.symbols=16,
  radial.labels =c(NA,0,1,2,3),start=1.3, show.grid.labels=3)
#####
# RETOMAMOS MATRIZ DE PROMEDIOS PARA ACTORES TERCARIOS
# GRAFICA RADIAL, VALOR PROMEDIO DE TODOS LOS ACTORES
spider.data.EE3
spider.data<- rbind(spider.data.EE3,Actor_0)
par(cex.axis=1.5, cex.lab=1.5, cex.main=2, cex.sub=1)
radial.plot(spider.data,
  labels=items.names, rp.type="p",
  poly.col=c(rep(rgb(158/255, 228/255, 39/255, .25),3), "beige"),
  grid.col= "black", show.grid=T, line.col=c(rep("black", 3), NA), grid.bg = "beige",
  radial.lim=c(-1,3), lwd=2.3, lty=2,
  clockwise = T, radial.labels =c(NA,0,1,2,3), start=1.3, show.grid.labels=3)
#####
#### genero una segunda gráfica sobre la primera
par(new=T)
radial.plot(spider.data.EE3,
  labels=items.names, rp.type="s",
  grid.col="black", show.grid=T, line.col=c("black"), radial.lim=c(-1,3),
  lwd=1, lty=2, clockwise = T, point.col="black", point.symbols=16,
  radial.labels =c(NA,0,1,2,3),start=1.3, show.grid.labels=3)
#####
a_p_cumpli=matrix(data=NA,nrow=1,ncol=12)
colnames(a_p_cumpli) <- items.names
for (i in 1:12){
  if (i <= 6) {
a2=round(mean(rowSums (get(paste("x",i, sep = ""))), na.rm = T)/24,2) } else
{a2=round(mean(rowSums (get(paste("x",i, sep = ""))), na.rm = T)/12,2) }
a_p_cumpli[1,i]=a2
}
#### ACTORES PRIMARIOS
# Participación efectiva
ap_A=round((mean(a_p_cumpli[1,c(1:2,12)]))*100,2)
# Escala temporal y espacial adecuada
ap_B=round((mean(a_p_cumpli[1,c(3,7,8)]))*100,2)
# Consideraciones para el PPSA
ap_C=round((mean(a_p_cumpli[1,c(3,4,5,7)]))*100,2)
# Conservar los ecosistemas dentro de sus límites
ap_D=round((mean(a_p_cumpli[1,c(5,6)]))*100,2)
# Manejo adaptativo, cambio dinámico y holístico
ap_E=round((mean(a_p_cumpli[1,c(9,12)]))*100,2)
# Entorno ecoómico favorece un equilibrio entre uso/conservación

```

```

ap_F=round((mean(a_p_cumpli[1,c(4,10)]))*100,2)
#### ACTORES SECUNDARIOS
a_s_cumpli=matrix(data=NA,nrow=1,ncol=12)
colnames(a_s_cumpli) <- items.names
for (i in 1:12){
  if (i <= 6) {
    a2=round(mean(rowSums (get(paste("y",i, sep = ""))), na.rm = T)/24,2) else
    {a2=round(mean(rowSums (get(paste("y",i, sep = ""))), na.rm = T)/12,2)}
    a_s_cumpli[1,i]=a2
  }
}
as_A=round((mean(a_s_cumpli[1,c(1:2,12)]))*100,2);as_B=round((mean(a_s_cumpli[1,c(3,7,8)]))*100,2)
as_C=round((mean(a_s_cumpli[1,c(3,4,5,7)]))*100,2);as_D=round((mean(a_s_cumpli[1,c(5,6)]))*100,2)
as_E=round((mean(a_s_cumpli[1,c(9,12)]))*100,2);as_F=round((mean(a_s_cumpli[1,c(4,10)]))*100,2)
#### ACTORES TERCARIOS
a_t_cumpli=matrix(data=NA,nrow=1,ncol=12)
colnames(a_t_cumpli) <- items.names
for (i in 1:12){
  if (i <= 6) {
    a2=round(mean(rowSums (get(paste("z",i, sep = ""))), na.rm = T)/24,2) else
    {a2=round(mean(rowSums (get(paste("z",i, sep = ""))), na.rm = T)/12,2)}
    a_t_cumpli[1,i]=a2
  }
}
at_A=round((mean(a_t_cumpli[1,c(1:2,12)]))*100,2);at_B=round((mean(a_t_cumpli[1,c(3,7,8)]))*100,2)
at_C=round((mean(a_t_cumpli[1,c(3,4,5,7)]))*100,2);at_D=round((mean(a_t_cumpli[1,c(5,6)]))*100,2)
at_E=round((mean(a_t_cumpli[1,c(9,12)]))*100,2);at_F=round((mean(a_t_cumpli[1,c(4,10)]))*100,2)
#####
a_nivel=c(rep("Primarios" , 6) , rep("Secundarios" , 6) , rep("Tercarios" , 6))
p_dimensiones = rep(toupper(letters[1:6]),3)
value=c(ap_A,ap_B,ap_C,ap_D,ap_E,ap_F, as_A, as_B, as_C,as_D, as_E, as_F, at_A, at_B, at_C,at_D, at_E, at_F)
data=data.frame(a_nivel,p_dimensiones,value)
#####
ggplot(data = data, aes(x = p_dimensiones, y = value, fill = p_dimensiones)) +
  geom_bar(stat = "identity", width = 1) + geom_text(aes(label = paste(round(value,0), "%")), vjust = -0.25, size = 4.2) +
  scale_y_continuous(labels = function(x){ paste(x, "%") }, breaks = seq(0, 75, by = 25))+
  scale_fill_manual(values=c("#000000", "#E69F00", "#56B4E9", "#009E73", "#F0E442", "#0072B2"))+
  facet_wrap(~a_nivel, scales = "free_x") +
  theme(panel.spacing = unit(0, "lines"), strip.background = element_blank(), strip.placement = "outside") +
  theme(legend.position='none', axis.text.x=element_text(colour="black", size = 14),
        axis.text.y=element_text(colour="black", size = 14), axis.title=element_text(size=14,face="bold")) +
  theme(strip.text.x = element_text(size = 16, colour = "black"))+ geom_hline(yintercept=c(25,50), linetype="dashed", color = "black") +
  labs(x="Agrupación de directrices", y="Cumplimiento con los principios del EE") +
  theme(panel.background = element_rect(fill = NA, color = "black"), axis.ticks = element_line(colour = "grey70", size = 0.2),
        panel.grid.major = element_line(colour = "grey70", size = 0.2), panel.grid.minor = element_blank())
#####
# NIVEL PROMEDIO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PRINCIPIOS POR TIPO DE
# ACTOR: PRIMARIO, SECUNDARIO O TERCARIO
mean(a_p_cumpli*100);mean(a_s_cumpli*100);mean(a_t_cumpli*100)
# [1] 25.66667
# [1] 39.5
# [1] 53.16667
## NIVEL DE CUMPLIMIENTO TOTAL DE PROGRAMA
(mean(a_p_cumpli*100) + mean(a_s_cumpli*100) + mean(a_t_cumpli*100))/3
# [1] 39.44444

```