Programa de Compensación por Servicios Ambientales de la ciudad de Xalapa, Veracruz

Manual y reglas de operación
2010 – 2015
Cuenca del río Pixquiac
(propuesta en revisión)

CMAS Xalapa

Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de la Ciudad de Xalapa

Instituto de Investigaciones Sociales - UNAM

SENDAS, AC

Instituto de Ecología, AC

Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada - UV

Comité de Cuenca del río Pixquiac

Asesores: Tajin Fuentes Pangtay, Robert H. Manson, Patricia Gérez Fernández, Isabel García Coll, Georgina Vidriales Chan, Luisa Paré Ouellet.

Coordinador: Tajín Fuentes Pangtay

Diseño de la edición, ilustración y mapas: Georgina Vidriales Chan

Xalapa, Veracruz. Mayo 2010

Este manual fue elaborado gracias al apoyo de:

Fondo Mixto- Gobierno del Estado de Veracruz

Proyecto 2006-01 37696

Contenido

Introducción
1. Antecedentes
La cuenca del río Pixquiac
Zona de trabajo del Programa de Compensación por Servicios Ambientales de Xalapa
Zonas prioritarias para conservación y restauración en la cuenca del río Pixquiac.

2. Funcionamiento y logros del PCSAX 2006-2009

3. Manual de operación: Fundamentos conceptuales y objetivos del PCSAX
Corresponsabilidad entre el campo y la ciudad
Objetivos del Programa
Fundamentos
Compensación, no pago por Servicios Ambientales
Compromisos
Inversión y no subsidios aislados

4. Reglas de operación
Estructura y subprogramas
Características de los subprogramas
Subprograma de conservación
Subprograma de restauración
Subprograma de reconversión productiva
Subprograma de Gestión del Agua
Eje de monitoreos de impacto y sensibilización ambiental
Monitoreo de impactos ambientales y sociales
Impactos sobre la calidad y cantidad del agua
Monitoreo a cambios de uso del suelo y cobertura forestal
Monitoreo del impacto socio-económico del PCSAX
Administración y rendición de cuentas
Sensibilización y comunicación ambiental

5. Marco legal e institucional
Marco legal
Marco institucional
Fuentes de financiamiento
Uso de los recursos, procedimientos administrativos

6. Glosario

7. Siglas y Acrónimos

8. Bibliografía

9. Anexos
Anexo 1. Mapa de vegetación y usos del suelo de la cuenca del río Pixquiac
Anexo 2. Balance hídrico de la cuenca del río Pixquiac
Anexo 3. Zonas de atención prioritarias de la cuenca del río Pixquiac
Anexo 4. Ejemplo de formato carta compromiso para predios en conservación
Anexo 5. Ejemplo de formato para carta compromiso para predios en restauración
Anexo 6. Criterios y procedimientos para la selección de predios participantes en el subprograma de conservación y restauración del PCSAX.
Anexo 7. Monitoreo comunitario del agua, monitoreo de cobertura forestal y monitoreo del impacto socioeconómico.

Introducción

El Programa de Compensación por Servicios Ambientales de la Ciudad de Xalapa (PCSAX) es el instrumento a través del cuál esta ciudad apoya la conservación y restauración de las zonas que le proveen de agua y de otros importantes servicios ambientales. El presente documento tiene por objeto establecer las bases que permitan garantizar que los recursos se orientan estratégica y correctamente hacia los objetivos del programa, permitiendo un ejercicio transparente de los mismos.

Xalapa depende para su abasto de agua de fuentes ubicadas fuera de su municipio, principalmente de la cuenca del río Huitzilapan (faldas de Pico de Orizaba) y de la del río Pixquiac (Cofre de Perote), sin embargo el gasto aportado por ambas cuencas ha venido disminuyendo constantemente en los últimos años[1]. Aunque actualmente se está analizando la viabilidad de traer agua de otras regiones, resulta claro que ante el constante aumento de población que experimenta la conurbación de Xalapa[2], la nueva obra no bastará por si sola para atender el incremento en la demanda de agua de la ciudad para la próxima década. Una planeación responsable que prevea las necesidades de la ciudad a mediano y largo plazos, debe considerar el cuidado de todas las fuentes de abasto de agua, empezando por las actuales.

Cuadro 1. Fuentes de abasto conurbación de Xalapa

Fuente de abasto	Volumen concensionado (lps)	Volumen utilizado (lps)	% aportado
Rio Huitzilapan (Presa los Colibríes, Puebla)	1,000	850	58.06
Río Pixquiac (Cofre de Perote)	700	560	38.3
El Castillo, Agua Fría, Techacapan	60	54	3.7
TOTAL	**1,760**	**1,464**	**100.00**

Fuente: CMAS

[1] Comunicación del Ing. Víctor Ojeda de la CMAS en asamblea general del COCUPIX del 17 de Marzo 2010.

[2] Allé- Ando (2004) estimó hace 6 años el déficit de agua en Xalapa para el año 2010; partiendo de la tasas de crecimiento poblacional de la ciudad en los últimos 50 años (3.9%) calculó que el déficit de suministro de agua en el periodo de alta baja demanda alcanzaría los 300 lps. El cumplimiento de esta estimación permite prever que de sostenerse la tasa actual de crecimiento de la ciudad, para el 2020 la necesidad de agua habrá aumentado al menos otros 300 lps.

Desde hace cuatro años el PCASX ha venido trabajando en la cuenca del Pixquiac, de ahí que el presente manual y reglas de operación hayan sido elaborados a partir de la experiencia y las características naturales y sociales de esta cuenca. Esto no significa que el Programa no contemple la posibilidad de abarcar otras las fuentes que abastecen de agua a Xalapa, ya que el objetivo final del PCSAX es cuidar todas las fuentes de abasto de la ciudad. Sin embargo, la estrategia que se propone para los siguientes años contempla como primer paso la consolidación del modelo de compensación por servicios ambientales en la cuenca del Pixquiac, a fin de usarlo como punto de referencia para fijar los términos y condiciones bajo los cuales Xalapa esta dispuesta a apoyar otras zonas importantes para su abasto de agua.

Una de las principales fortalezas del PCSAX es que su esquema de operación ha sido diseñado a partir de las condiciones ambientales y sociales locales, por eso se propone que el planteamiento general del Programa no se modifique, realizándose ajustes únicamente a nivel de las reglas de operación, a fin de adecuar su funcionamiento a las condiciones específicas del Huitzilapan o cualquier otra cuenca o zona de abasto, a donde eventualmente se extienda el Programa.

El presente documento consta de tres secciones; la primera presenta los antecedentes y logros del PCSAX en su primera etapa (2006-2009), durante la cual operó en la cuenca del Pixquiac. La segunda sección denominada manual de operación, establece el marco general de operación del programa y define objetivos, enfoque, conceptos, marco institucional, fuentes de financiamiento, metodología, estrategia, monitoreo de impactos, compromisos entre las partes, elementos de transparencia y rendición de cuentas, etc. La intención de esta sección no es desarrollar un texto académico, si no proveer del sustento técnico y conceptual que dan lugar a los lineamientos del PCSAX, permitiendo comprender las razones que hay detrás de las reglas de operación, que constituyen la tercer sección del presente documento. Las reglas de operación establecen las normas específicas que rigen en funcionamiento del programa en la cuenca del río Pixquiac, definiendo las áreas elegibles, los requisitos para los participantes, los criterios de prelación, montos de los apoyos y formas de comprobación de usos de

1. Antecedentes

La cuenca del río Pixquiac

La cuenca del río Pixquiac es estratégica para el abasto de agua de la zona conurbada de Xalapa (38.3 % del gasto), además satisface las necesidades de las comunidades dentro de ella y sus actividades productivas. La cuenca cuenta con una población de 7,827 habitantes repartidos en 72 localidades[1]. La zona alta de la cuenca presenta de forma natural bosque de pino-encino y en media bosque mesófilo de montaña (BMM); uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial, de los cuales la cuenca del Pixquiac contiene los fragmentos más importantes del centro de Veracruz.

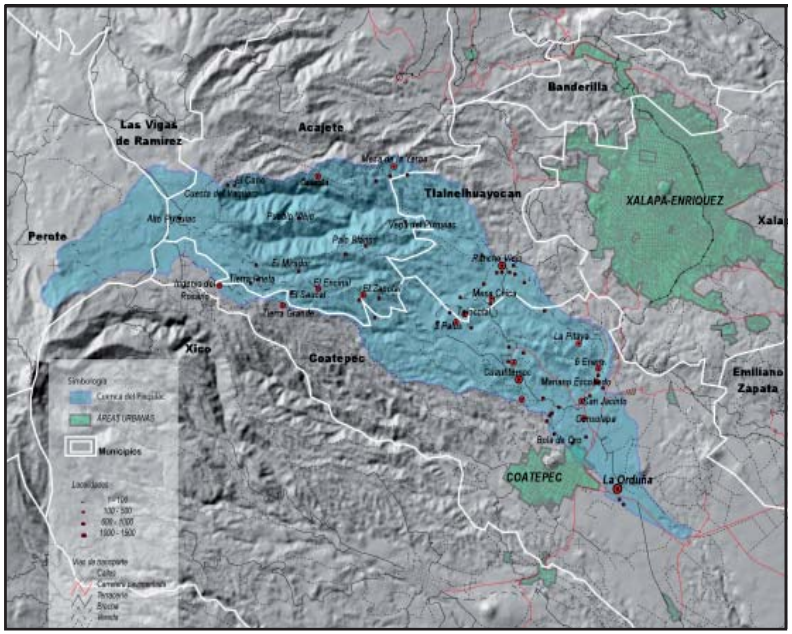
Es una zona marginada, donde la tala ilegal es una de las principales actividades económicas; otras actividades practicadas son la ganadería lechera no tecnificada, cultivo de maíz (autoconsumo) y papa (comercial), truticultura y siembra de hortalizas con bajos insumos de agroquímicos. La pobreza y la falta de opciones productivas viables o de empleo han llevado a la destrucción de los recursos naturales en la región del Cofre de Perote y en particular en la zona alta de la Cuenca del río Pixquiac. No sólo la pobreza explica la situación de deterioro prevaleciente. Existen fuertes intereses económicos en la tala ilegal y, a pesar de que éstos están ligados a grupos que operan fuera de la ley, no ha sido posible desde las instituciones controlar este fenómeno.

Cuadro 2. Características generales de la cuenca
• Superficie total: 10,727 ha.
• Ubicación: Ladera barlovento del Cofre de Perote, expuesta a vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México.
• Variación altitudinal que va desde los 1040 hasta los 3760 msnm. Presencia de varios ecosistemas.
• El 70 % de la superficie tiene cobertura forestal; predominan los bosques jóvenes.
• Actualmente tiene más superficie de bosque que en 1970.
• Ríos principales: Pixquiac, Huichila, Xocoyolapan, Agüita Fría, Atopa
• Presas derivadoras que abastecen a Xalapa localizadas en la zona media y alta de la cuenca.
• Población total: 7,827 habitantes.
• Tenencia de la tierra: 60% particular y 40% ejidal.

[3] INEGI, Conteo 2005

Por otra parte, la quiebra económica del campo ha llevado a que en las últimas décadas al abandono de zonas agropecuarias ya que la población se esta trasladando hacia Xalapa y su zona conurbada. Estas áreas se han reforestado de manera natural, lo que explica que gran parte de los bosques sean jóvenes y que la cuenca tenga actualmente mayor superficie forestal que en la década de 1970.

Mapa 1. Ubicación de la Cuenca

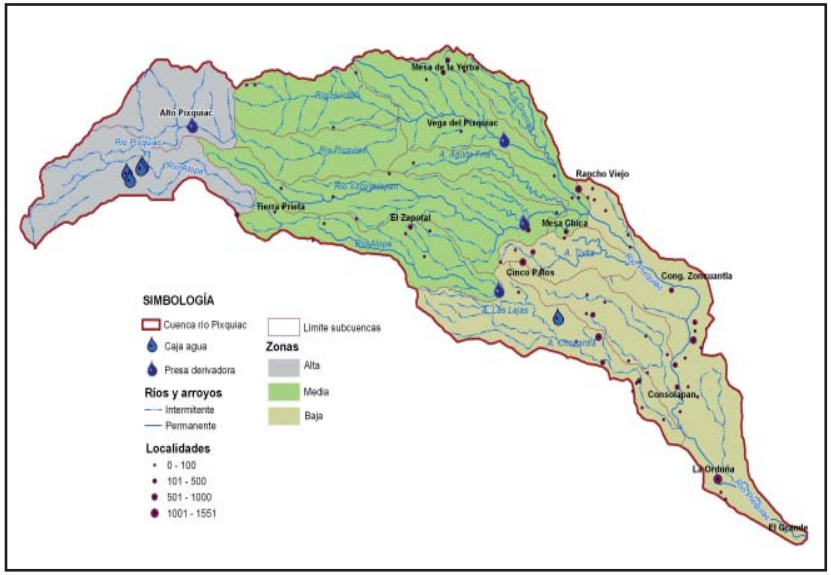


Fuente: Vidriales, G. 2008

Zona de trabajo del Programa; división de la cuenca en zonas

A partir de sus características sociales y ambientales la cuenca fue dividida en tres zonas a fin de que las actividades e inversiones del PCSAX atiendan de manera más puntual la problemática de la cuenca. Sin embargo, para efectos del Programa la zona baja de la cuenca no resulta estratégica, ya que las presas derivadoras de Xalapa se encuentran en la zona media y alta del Pixquiac, por ese motivo, el PCSAX enfoca su trabajo e inversiones en estas zonas.

Mapa 2. Zonas de la cuenca del río Pixquiac



Fuente: Vidriales, G. 2008

Cuadro 3. Síntesis de características y problemática por zona	
ZONA ALTA	ZONA MEDIA
• 2840 – 3760 msnm • Bosque de pino y pino-encino • Propiedad de la tierra particular y ejidal • Muy baja densidad poblacional • 1 presa derivadora y 4 cajas de agua • Aporta 250 lps al gasto de Xalapa	• 1400 – 2960 msnm • Bosque mesófilo de montaña • Prevalece la propiedad ejidal de la tierra • Minufundismo: 3.2 ha superficie promedio en parcelas • Baja densidad poblacional • 3 presas derivadoras • Aporta 310 lps al gasto de Xalapa
PROBLEMÁTICA	PROBLEMÁTICA
• Ganadería de bajos rendimientos (borregos) • Uso intensivo de leña • Expansión del cultivo de la papa sobre terrenos forestales • Contaminación de suelos y agua por agroquímicos asociados a la papa. • Intensa actividad de tala no regulada; mafias organizadas. • Falta de alternativas productivas para la población local. • Incertidumbre en la tenencia de la tierra (propiedades privadas)	• Parcelamiento de zonas forestales • Tala inmoderada para leña, carbón y cimbra • Falta de alternativas productivas para la población local. • Contaminación de ríos, erosión de suelos, extracción excesiva de agua para la ciudad. • Venta de terrenos-urbanización • Carencia de un plan de ordenamiento ecológico

Cuadro 4. Aportación al gasto por zona				
Presa derivadora o fuente	Volumen consesionado (lps)	Volumen utilizado (lps)	Ubicación en la cuenca	Aportación por zona (lps)
Alto Pixquiac	250	250	Zona Alta	250
Medio Pixquiac	250	180	Zona Media	310
Xocoyolapan	100	80		
Cinco Palos (caja 4)	100	50		
TOTAL	**700**	**560**		**560**

Fuente: CMAS.

Hay varias localidades fuera de la cuenca, que influyen fuertemente en lo que ocurre dentro de la misma. Es el caso de ejidos cuyas dotaciones están dentro de la cuenca (ie: El Agua de Los Pescados, Tembladeras, San Andrés Tlalnelhuayocan y San Antonio Hidalgo), la cabecera municipal de Tlalnelhuayocan o la comunidad de San Antonio Hidalgo. En el mismo sentido, es importante no perder de vista la influencia determinante de otras localidades, como la ciudad de Xalapa, cuyo territorio municipal está totalmente fuera de la cuenca, pero es el principal beneficiario y usuario de los servicios y bienes ambientales del área del Pixquiac.

Quizá el reto mayor es transformar las mentalidades campesinas, urbanas e institucionales acostumbradas a relaciones de tipo clientelar -caracterizadas por la corrupción y la simulación. Tanto las dependencias de gobierno, como los participantes rurales y urbanos tienen como único referente el estilo de gestión vertical y excluyente; les cuesta trabajo discernir –y hasta creer- que sea posible otro tipo de relación y espacios. El estilo y propuesta de trabajo del PCSAX causa perplejidad, pues resulta difícil creer que alguien promueva este tipo de iniciativa sin un interés partidista o de lucro de por medio.

Zonas prioritarias para conservación y restauración en la cuenca del río Pixquiac.

Para el conocimiento de los diferentes procesos que se dan en la Cuenca del río Pixquiac, se realizaron diversos estudios técnicos, con el fin de tener elementos sólidos para la toma de decisiones de hacia donde dirigir de manera estratégica los esfuerzos y recurso económicos para el programa de servicios ambientales (PSA). Los estudios realizados entre los años 2006 y 2009[2] fueron: el análisis de vegetación y usos del

[4] Estudios elaborados por SENDAS AC y por el proyecto CONACYT- FOMIX 37696 "Gestión comunitaria y ciudadana de las microcuencas Pixquiac y Xocoyolapan" coordinador por la Dra. Paré IIS-UNAM.

suelo, balance hídrico y delimitación de zonas de atención prioritarias para el PSA (anexos 1, 2 y 3).

Las zonas de atención prioritarias[3] se definen por su importancia en el tiempo en función de diversos aspectos locales como pueden ser: a) alta precipitación-captación de agua b) presencia de bosques sujetos a presiones de uso, c) alta captación en zonas sujetas a riesgo de erosión por pendientes y usos del suelo inadecuados, d) zonas desmontadas con alta precipitación y posibilidades de regeneración natural o inducida mediante reforestación, entre otras.

Para determinar las zonas de atención prioritarias desde el punto de vista hidrológico, se utilizaron como indicadores sintéticos los que se relacionan directamente con la fragilidad del medio físico de la cuenca. A continuación los indicadores considerados para el establecimiento de las zonas prioritarias:

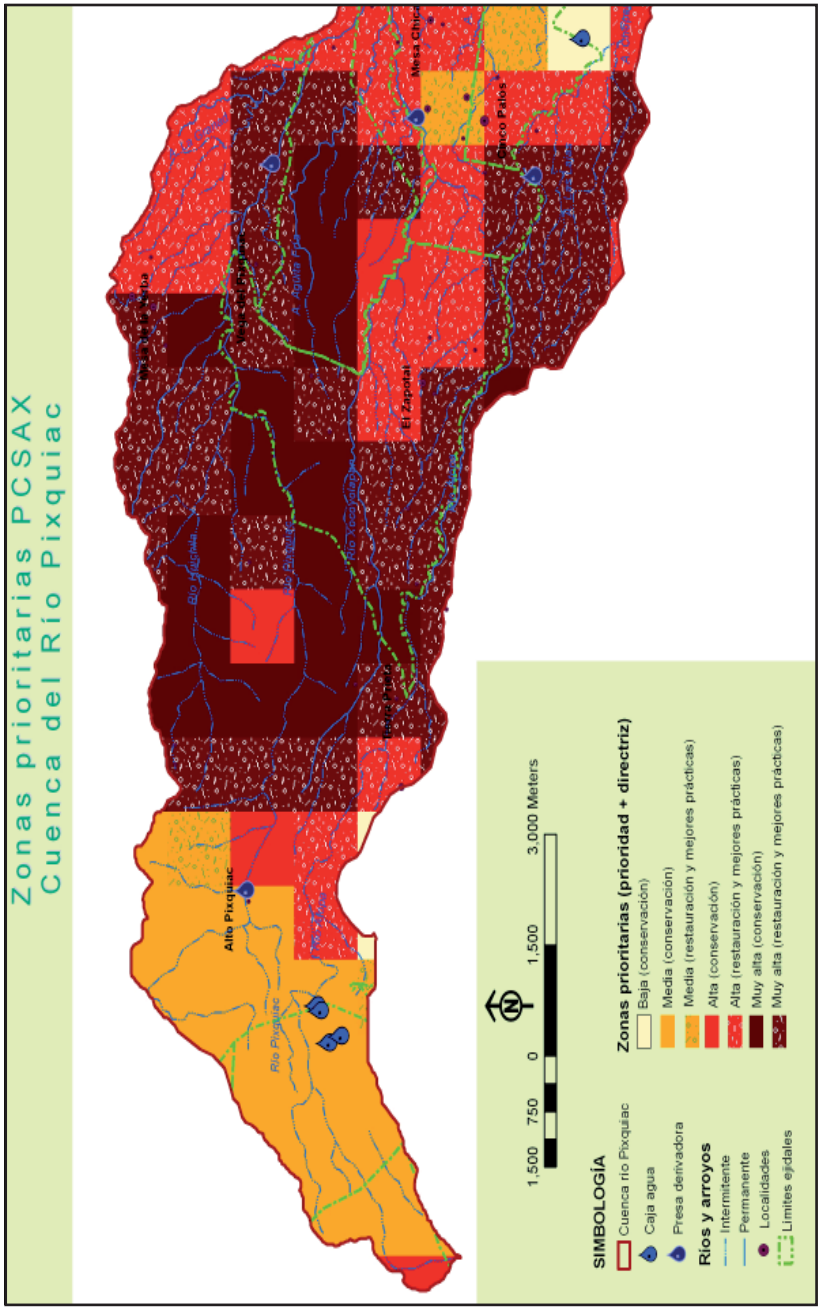
- 1. Diferentes niveles de disección horizontal y disección vertical (índices morfométricos) presentes en la cuenca: es decir se incorporó la presencia, dirección y profundidad de las cañadas o barrancas.
- 2. Magnitudes de la precipitación y la interrelación de estos factores con la energía del agua en su paso por la cuenca.
- 3. La presencia o no de una cobertura vegetal y las características de ésta, agrupadas principalmente en dos categorías: con vegetación natural, o con usos productivos y urbanos.

Parte de la metodología fue conjuntar los indicadores en una cuadrícula de 1 km^2 para la cuenca, donde se hizo una priorización de acuerdo a las características que se agruparon en cada una de las celdas de la cuadrícula, dándonos por resultado una matriz donde se identifican dos variables: i) la directriz hacia donde deben orientarse los trabajos e inversión del PCSAX (conservación o restauración y buenas prácticas) y ii) el rango de prioridad que va de medio a muy alto.

Por ejemplo, la zona alta de la cuenca, aparece en un área de prioridad media, con una directriz predominante de conservación, con algunas partes para restauración, a pesar de que ahi nacen los ríos, tiene un relieve poco abrupto y con cobertura forestal, de ahí su prioridad media. En cambio en la zona media la prioridad va de alta a muy alta, porque tiene barrancas con fuertes pendientes y concentra la mayor precipitación; es de tomar en cuant que en el límite inferior de la zona media se encuentran 1 caja de agua y 3 presas derivadoras.

[5] Paré, L., *et al.*, 2010. La Gestión Integral de la Cuenca del Río Pixquiac: Una experiencia de investigación-acción en el centro de Veracruz. En prensa.

Mapa 4. Zonas de atención prioritarias



Fuente: Martinez, A., García I., Vidriales, G. 2010

2. Funcionamiento y logros del PCSAX 2006-2009

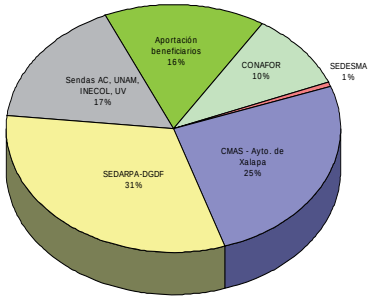
El PCSAX nació del interés por conservar los servicios ambientales en una de las principales fuentes de agua de Xalapa por parte de grupos de la sociedad civil organizada, académicos y dueños de tierras en la cuenca del río Pixquiac, constituidos en el Comité de Cuenca del río Pixquiac (COCUPIX). Desde su inicio en el 2006 el Programa ha operado en esta cuenca con apoyo de la CMAS y Ayuntamiento de Xalapa, el Gobierno de estado de Veracruz (Dirección de Desarrollo Forestal - Fideicomiso ABC), el Gobierno de Federal (CONAFOR-CONAGUA), dentro de un esquema en el que el municipio de Xalapa y la CMAS son integrantes de la comisión técnica del COCUPIX (instancia que diseña el programa). Los recursos gestionados han ido en aumento desde el 2006, variando año con año las fuentes y montos de las aportaciones, como se aprecia en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Aportaciones 2006-2009

	2006	2007	2008	2009	TOTAL	Descripción
CMAS - Ayto. de Xalapa	297,737	412,354	500,000	0	1'210,090	Aportación en efectivo
SEDARPA-DGDF	0	0	500,000	1'000,000	1'500,000	Aportación en efectivo
Sendas AC, Institu-ticiones académicas (UNAM, INECOL, UV)	130,000	215,000	220,000	220,000	785,000	Honorarios cuerpo técnico y gastos operación
Aportación de los beneficiarios	48,000	282,500	204,000	204,000	738,500	Jornales, fletes y aportación en especie
CONAFOR	44,160	274,868	101,000	47,000**	467,028	Planta y apoyo en efectivo vía Proárbol.
SEDESMA	15,300	15,000	0	0	30,300	Aportación de planta para refo-restaciones
H. Legislatura de Veracruz	2,500	0	0	0	2,500	Vehículo y combus-tible para mover planta.
TOTALES	537,697	1'199,722	1'525,000	1'471,000	4'733,419	

* Solo considera la aportación de SENDAS A.C. ** Fondo concurrente para el pago de SA.

Gráfica 1. Porcentaje aportaciones 2006-2009



En 2006 y 2007 los recursos fueron entregados directamente a representantes de dueños de predios participantes en el programa (se emitieron cheques desde la tesorería de Xalapa). SENDAS AC fungió como asesor y operador técnico a partir de un acuerdo verbal entre la regiduría del medio ambiente de este Ayuntamiento y el grupo promoverte de la iniciativa. En el 2007 este grupo se conformó COCUPIX[4] y SENDAS A.C. fue designado formalmente –mediante acta de asamblea- como asesor técnico por parte de este Comité (función que sigue desempeñando a la fecha); en ambos años el PCSAX canalizó recursos públicos teniendo como único marco jurídico institucional de respaldo las cartas compromiso que cada beneficiario individualmente firmó con el Ayuntamiento de Xalapa y acuerdos anuales del Cabildo de Xalapa autorizando la erogación de recursos.

En el 2008 se buscó dotar al PCSAX de un marco formal e institucional mediante el ejercicio de los recursos a través del Fideicomiso Público para la Conservación, Restauración y Manejo del Agua, de los Bosques y las Cuencas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (Fideicomiso ABC). Ese año el Gobierno del Estado y el Ayuntamiento de Xalapa-CMAS aportaron a partes iguales un millón de pesos en la cuenta del Comité de cuenca del río Pixquiac abierta dentro del Fideicomiso ABC. Para el 2009 el Ayuntamiento de Xalapa y CMAS suspendieron las aportaciones al programa, mientras que el Gobierno de Veracruz aportó un millón de pesos, mismos que fueron entregados en el 2010.

[4] Con base en el artículo 28 de las reglas de operación del Fideicomiso ABC, el COCUPIX fue reconocido como organismo auxiliar del Fideicomiso ABC el 24 de Octubre del 2007

Entre 2006 y 2008 la CONAFOR constituyó la tercer fuente de aportaciones pagadas directamente a los participantes en el PCSAX, pero cabe aclarar que éstas no fueron resultado de un convenio, si no de las gestiones de SENDAS AC en las ventanillas normales de atención a la demanda del PROARBOL, mediante las cuales se consiguieron recursos complementarios para apoyar la reforestación emprendida en el Pixquiac. Por otra parte, en 2008 y 2009 el COCUPIX logró concretar el establecimiento con la CONAFOR de convenios anuales que permitieron atraer pequeñas inversiones concurrentes (47 mil pesos en total) para conservación de bosques. Sin embargo la falta de continuidad[5] representó la principal limitación para conformar un fondo de financiamiento estable y de mayor monto. En resumen, la carencia de un marco institucional que de certeza a las aportaciones ha impedido establecer el PCASX dentro de la estructura programática de la CMAS y el Ayuntamiento de Xalapa, la aportación intermitente de recursos que ha dificultado establecer compromisos estables para cuidar la cuenca del Pixquiac.

Entre 2006 y 2009 el PCSAX invirtió los recursos conseguidos en tres subprogramas: i) restauración, ii) conservación y iii) reconversión productiva. Las metas alcanzadas se resumen en la siguiente tabla:

Cuadro 5. Metas alcanzadas por el PCSAX en el Pixquiac 2006-2009	
Conservación de bosques	1,078 hectáreas
Reforestación y mantenimiento de plantaciones	131 hectáreas
Personas apoyadas en proyectos productivos sustentables (ecoturismo, cultivo de flores, uso más eficiente del espacio ganadero, reducción de impactos en el agua por la truticultura)	56

Más allá de las hectáreas conservadas o restauradas el PCSAX ha tenido otros importantes logros que tienen que ver con cambios incipientes en la mentalidad de quienes participan en el programa y empiezan tomar conciencia de que sus predios cumplen una función estratégica en el bienestar propio y de la región. La declaración de cerca de 250 hectáreas como áreas de reserva en el ejido San Pedro Buena Vista es un avance en ese sentido.

[5] Cada año se requirió de un cabildeo costoso y difícil para obtener los recursos, el Programa no aparece en la página web del Ayuntamiento o de CMAS porque no ha habido voluntad para institucionalizarlo.

Otro importante avance en este periodo ha sido la generación de un conocimiento cada vez amplio y profundo de la cuenca del Pixquiac, lo cual permite que las decisiones e inversiones se orienten cada vez mejor, ya que responden a las características y problemática de la cuenca desde punto de vista físico, biológico, social y económico. Este conocimiento se esta desarrollando constantemente a través de investigaciones que combinan el trabajo científico con la interacción constante con el trabajo de campo en las actividades de reforestación, conservación y proyectos productivos. Sobre esta base se ha construido el presente manual y reglas de operación.

3. Manual de Operación: Fundamentos Conceptuales y Objetivos del PCSAX

El programa trabaja desde el enfoque de cogestión integral de cuenca, la cual puede entenderse como la gestión compartida y colaborativa, mediante la cual, diferentes actores locales como productores, gobiernos locales, empresa privada, organizaciones no gubernamentales, instituciones nacionales, organismos donantes y cooperantes, integran esfuerzos, recursos, experiencias y conocimientos para desarrollar procesos dirigidos a lograr impactos favorables y sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y el ambiente en las cuencas hidrográficas, en el corto, mediano y largo plazo (Jiménez y Campos, 2006).

Corresponsabilidad entre el campo y la ciudad

El hecho de que los territorios en los que se generan los servicios ambientales (SA) sean fuente de sustento para la población que habita y/o es propietaria de esos predios plantea la necesidad de alcanzar acuerdos de colaboración y apoyo entre los beneficiarios de los SA en la ciudad y esas poblaciones. A cambio de tal apoyo es necesario que estas poblaciones se comprometan seriamente a cuidar los recursos naturales que generan los SA; en otras palabras, se requiere construir una relación basada en la corresponsabilidad. Aportar recursos sin que existan condiciones para una responsabilidad compartida plantea un serio obstáculo para lograr la conservación y restauración de las cuencas a mediano o largo plazos, ya que:

- Fácilmente se generan situaciones de chantaje por parte de la población asentada en las cuencas, donde se exigen recursos económicos a cambio de no interrumpir el flujo del agua.

- Los recursos aportados por los beneficiarios de los SA se usan para otros fines y no se invierten en la conservación y restauración de las cuencas, o en generar alternativas económicas compatibles con el cuidado de la misma.

- Se corre el riesgo de que los avances hacia la conservación o restauración se reviertan fácilmente en el momento que se suspenda el flujo de aportaciones por parte de los beneficiarios de los SA.

El enfoque de cogestión de cuenca y la importancia de la corresponsabilidad constituyen la base del PCSAX, cuyos objetivos se derivan de este marco general.

Objetivos del Programa

- Conservar y restaurar los ecosistemas que proveen agua y otros servicios ambientales en las cuencas o zonas que abastecen de agua a la ciudad de Xalapa.
- Apoyar formas de aprovechamiento de los recursos naturales y producción agropecuaria compatibles con la conservación en zonas antes señaladas.
- Promover y apoyar formas de organización que permitan sostener a corto, mediano y lago plazos los acuerdos a favor del cuidado de las zonas de abastecimiento de agua.

Otra característica del PCSAX es que considera que para alcanzar sus objetivos el programa debe adaptarse a las circunstancias sociales y ambientales locales. De manera que para operar en el Pixquiac o cualquier otra fuente de abasto de Xalapa el programa se adapta a las condiciones específicas de la zona. Sin embargo tales ajustes se hacen a nivel de las reglas de operación, ya que los fundamentos del programa (contenidos a nivel del manual) son los mismos.

Fundamentos

- El programa no es un fin en sí, es un instrumento de financiamiento para apoyar la cogestión la cuenca, lo que implica que:

    - Se trabaja con organizaciones locales comprometidas con el cuidado de la cuenca; comités de cuenca, cotas, asociaciones civiles, etc. De preferencia con reconocimiento por parte de instancias como el Fideicomiso ABC, FIRCO, CONAGUA.
    - Se trabaja donde exista un plan de manejo y/o gestión integral de la cuenca (o se este trabajando en él); a fin de garantizar que hay fundamentos técnicos para canalizar correctamente los recursos al cuidado de la cuenca.
    - Se promueve el ordenamiento ecológico de la cuenca o zona

a fin de tener un marco legal para su cuidado.

- La conservación no es entendida como “no tocar los recursos”, sino como el uso regulado y sustentable de los mismos.
- Los recursos financieros del programa deben usarse como inversiones que generen impactos duraderos, no como subsidios aislados.
- El programa apoya la conservación de SA en conjunto (biodiversidad, servicios hidrológicos, captura de carbono), pues son interdependientes.
- La transparencia y redición de cuentas es indispensable para desarrollar relaciones de corresponsabilidad entre los actores sociales dentro de las cuencas o zonas abastecedoras, y entre éstos y los beneficiarios de los SA en la ciudad.
- Monitorear el impacto ambiental, social y económico que tienen las inversiones y acciones del programa es un elemento central del Programa; solo así se pueden tomar acciones correctivas que mejoren su desempeño.

Compensación, no pago por Servicios Ambientales

El PCSAX adopta la noción de compensación por SA para enfatizar que no se pretende pagar por los SA, ya que es muy difícil asignar un precio a los SA. La compensación no es necesariamente sólo monetaria, sino que pueda tener diversas formas; asesoría técnica, capacitación, apoyos en especie, apoyos en gestiones con otras fuentes, etc. Así se abre también la posibilidad de que los montos de la compensación se determinen a partir de criterios que pueden tener más sentido para los dueños y usuarios de los recursos de la cuenca[1]. Entre ellos estaría el costo de oportunidad necesario para compensar:

1. La pérdida de ingresos cuando el dueño inicia la restauración de suelos y bosque, abandonando para ello las actividades agropecuarias que antes realizaba en el predio.
2. La disminución de ingresos cuando se adoptan prácticas más conservadoras de aprovechamiento del bosque, o se opta por no cambiar el uso del suelo de forestal a agropecuario.
3. O los costos incrementales aparejados a la transformación de los sistemas productivos actuales, a fin de adoptar prácticas compatibles con el cuidado de los recursos naturales de la cuenca.

[1] El monto pagado por los otros programas de PSAH que operan en el Pixquiac (CONAFOR y FIDECOAGUA) se determinó a partir de una evaluación hecha por el INE sobre la rentabilidad de terrenos agrícolas y ganaderos cercanos a las zonas forestales, donde la rentabilidad fue considerada con base en los montos más bajos a nivel nacional (Muñoz-Piña *et al.*, 2008, citado por González *et al.*).

Compromisos

El PCSAX plantea un compromiso a **cinco años** entre los dueños de predios y el Programa. Los participantes -siempre y cuando reciban apoyos de manera ininterrumpida -se comprometen a un programa de trabajo que sigue una secuencia cuya intención es generar paulatinamente opciones económicas compatibles con el cuidado de la cuenca. Para evitar la simulación en el cumplimiento de los compromisos de conservación o restauración, se hace un monitoreo anual en campo de los predios participantes. En el primer año un dueño de predio inicia realizando actividades de restauración o conservación en su predio; a partir del segundo año, habiéndose verificado el cumplimiento de los compromisos contraídos, los interesados participan en algún proyecto de reconversión productiva; el incumplimiento implica la suspensión de los apoyos para proyectos productivos y –dependiendo de la gravedad- del caso, salir de subprograma de de conservación o restauración.

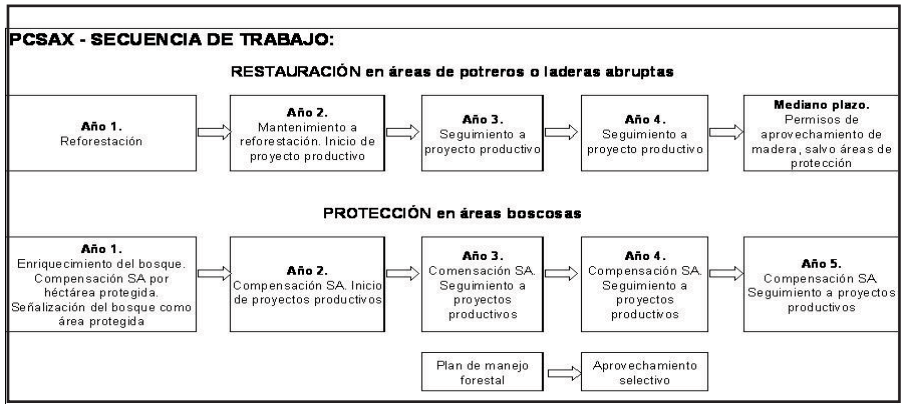


Figura 1. Secuencia de trabajo y estrategia del PCSAX

Inversión y no subsidios aislados

Los recursos destinados a apoyar las iniciativas de reconversión productiva son usados como “inversión semilla”, con la condición de conformar grupos de trabajo por proyecto, en los que la capacitación es colectiva y se promueve la organización para la producción. No se pretende financiar la totalidad de estos proyectos a través del PCASX, la propuesta es dotar a los grupos de trabajo con un fondo que les permita entre otras cosas lo siguiente.

4. Reglas de Operación

Estructura y Subprogramas

El PCSAX consta de **cuatro Subprogramas** en torno a los cuales estructura el su trabajo y se canalizan las inversiones. También consta de tres ejes transversales cuya función es garantizar la integralidad del accionar del Programa. En todos los casos (Subprogramas y ejes) se busca complementar las inversiones del PCSAX con aportaciones de otras fuentes, sin embargo, en algunos casos la naturaleza de las acciones implican gestiones, más que inversiones, caso de la promoción del Ordenamiento ecológico o la instalación de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 6. Subprogramas PCSAX

Subprograma	Descripción de actividades	Ejes
1. Conservación	Compensación por conservación de bosques Creación voluntaria de áreas conservación: reservas ejidales y privadas	Monitoreo a impactos del PCASX Sensibilización y comunicación ambiental
2. Restauración	Reforestación con especies nativas. Recuperación de áreas riparias (orilla de los ríos) Restauración de suelos	
3. Reconversión productiva	Reconversión productiva; disminución de impactos en el agua por ganadería y cultivo de truchas, cultivo de alcatraz, ecoturismo, aprovechamiento sustentable de productos maderables maderables y no maderables.	
4. Gestíón del agua	Monitoreo comunitario de la calidad del agua. Saneamiento; ecotecnias para manejo de aguas residuales; gestión de infraestructura de saneamiento	

Características de los subprogramas

Subprograma de conservación

Objetivo
Conservar los ecosistemas (bosques, suelos,) dentro del área de recarga de acuíferos de la ciudad de Xalapa en la cuenca.

Lineamientos generales
El Subprograma esta dirigido hacia predios privados, parcelas ejidales, o áreas comunales en las que el propietario se compromete a evitar la introducción de ganado, aprovechar máximo un árbol por hectárea al año para uso doméstico, limitar la extracción de leña únicamente al autoconsumo. También se evitará la extracción de cualquier otro recurso de flora o fauna de esta área. En caso de que se aproveche algún árbol, éste deberá informar previamente al coordinador técnico del PCSAX, eligiendo para ello arbolado enfermo y evitando derribar individuos de especies raras o excepcionales por su edad. Los predios deberán contar con alguna (s) de las siguientes carácterísticas:

- Ubicación en las áreas prioritarias para conservación delimitadas en el estudio de balance hidrológico de la cuenca.
- Contar con vegetación riparia que protege las orillas de ríos.
- Presencia de manantiales y arroyos, y áreas con pendientes mayores al 100% (45˚)
- Fragmentos de bosque nativo en buen estado de conservación.
- Fragmentos de bosque nativo perturbado, pero con indicios claros de regeneración (acahuales maduros, fragmentos con regeneración avanzada de especies arbóreas nativas, fragmentos cercanos a un bosque en buen estado).
- Fragmentos que funcionen como corredores biológicos importantes para propiciar una buena conectividad del paisaje.
- El predio/parcela presenta especies únicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Condiciones y requisitos
- Demostrar la propiedad legal del predio.
- Superficie mínima 1 hectárea.

- Firma de carta-compromiso entre el dueño y ¿Comité de cuenca o CMAS?, con duración de cinco años.
- El apoyo del PCSAX será en efectivo, especie, capacitación y/o asesoría, y gestión de recursos complementarios con otras fuentes.
- La carta compromiso estipulará los términos y condiciones bajo los cuales ambas partes acuerdan conservar el área, entre otros (Para referencia de carta compromiso usada los años anteriores véase el anexo 1):
    - El PCSAX apoyará anualmente con mil pesos por hectárea conservada.
    - El propietario acepta que se realice al menos una visita anual al área, en la que se tomarán acuerdos para la conservación de la misma (mejores práticas).
    - El cumplimiento de los acuerdos y los lineamientos generales del Subprograma será requisito para el siguiente pago anual.

Debido a que los recursos disponibles son limitados es necesario contar con sistema de valoración, priorización y selección de los predios sujetos a conservación con base en criterios ambientales, socioeconómicos y de factibilidad (criterios de prelación, anexo III).

Subprograma de restauración

Objetivo

Restaurar los ecosistemas (bosques, suelos,) dentro del área de recarga de acuíferos de la ciudad de Xalapa en la cuenca.

Lineamientos generales

El Subprograma esta dirigido hacia predios privados, parcelas ejidales, o áreas comunales en las que el propietario se compromete a realizar y dar mantenimiento a actividades y obras para restaurar los ecosistemas que generan SA. Entre las actividades elegibles se encuentran, la reforestación con especies nativas, obras de conservación de suelos, cercado de áreas para favorecer el reestablecimiento natural de la vegetación, así como la reintroducción de especies en áreas en recuperación (restauración pasiva y restauración asistida).

La reforestación se entiende como la siembra de árboles con el objetivo primordial de restablecer la capacidad del área para brindar SA (infiltrar agua y retener sedimentos), siendo la cosecha de los mismos un objetivo secundario. Por ello la selección de especies a sembrar y su ubicación no obedece a objetivos comerciales (el apoyo del PCSAX para este tipo de plantaciones, se da a través del Subprograma de reconversión productiva). Los predios deberán contar con alguna (s) de las siguientes carácterísticas:

- Ubicación en las áreas prioritarias para restauración delimitadas en el estudio de balance hidrológico de la cuenca.
- Cobertura forestal menor al 50%.
- Presencia de indicadores de deterioro como erosión laminar o cárcavas.
- Presencia de manantiales y arroyos, y áreas con pendientes mayores al 100% (45°).
- Ser zonas agropecuarias abondanadas o áreas taladas.

Condiciones y requisitos

- Demostrar la propiedad legal del predio.
- Superficie mínima 1 hectárea.
- Firma de carta-compromiso entre el dueño y ¿Comité de cuenca o CMAS?, con duración de cinco años.
- El apoyo del PCSAX será en efectivo, especie, capacitación y/o asesoría, y gestión de recursos complementarios con otras fuentes.

- La carta compromiso estipulará los términos y condiciones bajo los cuales ambas partes acuerdan conservar el área, entre otros (Para referencia de carta compromiso usada los año años anteriores véase el Anexo 2):
    - El PCSAX apoyará anualmente con dos mil pesos por hectárea.
    - Se dará la misma cantidad los siguientes años para dar mantenimiento a la restauración.
    - El propietario se compromete a no cosechar el arbolado sembrado, salvo en casos de que éstos se encuentren lejos de áreas criticas; más de 40 m de distancia de cuerpos de agua, pendientes menores al 30% (mejores prácticas).
    - El propietario acepta que se realice al menos una visita anual al área, en la que se tomarán acuerdos para el mantenimiento.
    - El cumplimiento de los acuerdos y los lineamientos generales del Subprograma será requisito para el siguiente pago anual.

Subprograma de reconversión productiva

Objetivo

Apoyar el desarrollo de alternativas de ingresos compatibles con la conservación y restauración de la cuenca.

Lineamientos generales

Este Subprograma no apoyará actividades o proyectos que contravengan en ninguna forma el cuidado los ecosistemas de la cuenca, buscando siempre promover formas sustentables de producir y aprovechar los recursos naturales, es decir:

- Que tengan el menor impacto posible sobre el agua, suelos, vegetación, fauna, aire y todos los componentes de los ecosistemas de la cuenca, incluida la población humana.
- Que promuevan relaciones económicas justas.
- Que sean económicamente viables, al igualar o mejorar los ingresos generados por las actividades productivas y de aprovechamiento que ya se vienen practicando en la cuenca.

Condiciones y requisitos

- Los proyectos de reconversión productiva deberán ser elegidos como resultado de ejercicios de análisis en los que participen los dueños de predios, autoridades locales y asesores propuestos por la Comisión técnica del Comité de cuenca.
- Para poder ingresar en los proyectos de reconversión productiva los dueños de predios o sus familiares inmediatos (conyuge, hijos) deberán participar en los subprogramas de conservación y/o restauración del PCSAX.
- El Programa apoyará el desarrollo de las iniciativas de productivas durante el ciclo de 5 años de compromiso con los dueños de predios en conservación y/o restauración.
- El apoyo del PCSAX será en efectivo, especie, capacitación y/o asesoría, y gestión de recursos complementarios con otras fuentes.
- La asistencia cursos de capacitación y/o asesoría es condición para recibir apoyos del Subprograma.
- El cumplimiento de compromisos de conservación y/o restauración es requisito para continuar participando en los proyectos.

El PCSAX aportará un monto igual o menor a los recursos que aporten los integrantes de los grupos, a fin de conformar un fondo complementario para:

1. Financiar el pago de técnicos que asesoren al grupo y le ayuden a gestionar proyectos con otras fuentes de financiamiento.
2. Aportar la contraparte económica que requieren otros programas –públicos y privados- para apoyar los proyectos que se gestionan.
3. Establecer un fondo que provea de capital de trabajo al grupo, con miras al autofinanciamiento.
4. Iniciar un proceso para reducir el subsidio de 100% y promover aportaciones propias, y
5. El acompañamiento por parte del Comité de cuenca busca construir la capacidad de organización, planeación, administración y rendición interna de cuentas.

Subprograma de Gestión del Agua

Este subprograma consta de dos componentes; i)**monitoreo comunitario de la calidad del agua** y ii) **saneamiento** (ecotécnias para manejo de aguas residuales; gestión de infraestructura de saneamiento). En el primer caso el objetivo es establecer un sistema de monitoreo local que permita vigilar los cambios en la calidad y cantidad del agua en la cuenca. En el segundo, se pretende poner a la población y autoridades locales en contacto con alternativas para el manejo residuos y desechos (aguas residuales, excretas, basura) que pueden contaminar los cuerpos de agua.

Las características del monitoreo del agua se abordan en el siguiente apartado, en el caso de las ecotécnicas, la intención es proveer de alternativas que prevengan la contaminación de los cuerpos de agua en las zonas media y alta, donde aún no se han introducido drenajes debido a la baja densidad de población. También incluye el desarrollo de sistemas que permitan disminuir los impactos de prácticas productivas sobre la calidad del agua, por ejemplo; filtros para disminuir la incorporación de nutrientes a en los ríos por la truticultura o la exclusión de ganado del contacto directo con ríos y manantiales. El PCSAX brindará asistencia técnica y gestionará recursos con fuentes complementarias, las aportaciones en efectivo se destinarán a establecer unidades demostrativas.

En caso de identificarse fuentes de contaminación puntual debidas a drenajes, el Subprograma gestionará recursos con otras fuentes y apoyará con información técnica.

Eje de monitoreo de impactos y sensibilización ambiental.

Monitoreo de impactos ambientales y sociales

Sin programas de monitoreo que documenten las condiciones iniciales y los efectos de programas de pago por servicios ambientales, tanto sobre las condiciones ambientales como las condiciones socio-económicas en la cuenca, es sumamente difícil o imposible evaluar y mejorar el desempeño (Heathcote 2009). Por lo anterior el PCSAX contempla el establecer una línea base que permita lo siguiente:

1. Evaluar el impacto hidrológico de cambios en la cantidad y calidad de la cobertura boscosa, así como el manejo de otros usos de suelo, que resulten de este y otros programas de conservación y restauración de la superficie boscosa.
2. Evaluar los cambios en las percepciones de las personas participando en el Programa, su bienestar socioeconómico y la sustentabilidad del desarrollo en la cuenca, y
3. Contar con una retroalimentación constante que permita identificar los cambios necesarios para maximizar su impacto y así asegurar su viabilidad en el largo plazo.

Impactos sobre la calidad y cantidad del agua

Hay cada vez más interés en el monitoreo comunitario de cuencas como una estrategia que no sacrifica mucho en términos de calidad de los datos colectados (Fore *et al.* 2001; Engel y Voshell 2002; Nicholson *et al.* 2002) pero que puede ayuda a superar los altos costos asociados con programas de monitoreo más científicos. En este sentido, el monitoreo comunitario del agua puede ser muy efectivo, pues establece una red fina de aviso temprano que complementa a las redes nacionales / regionales más gruesas establecidas por instancias gubernamentales (Whitelaw et al. 2003; Deutsch et al. 2005). Además, este tipo de monitoreo fomenta el educación ambiental y por eso la voluntad de la gente participar en los programas de PSAH (Wunder 2007).

Se destinará una parte presupuesto para el subprograma de monitoreo que sirva especificamente para el establecimiento y mantenimiento de una red de monitoreo comunitario del agua para evaluar sus efectos sobre la cuenca y el recurso objetivo. Este presupuesto cubrirá 1) la compra del equipo básico necesario para el monitoreo, 2) el reemplazo de los reactivos caducados o gastados, 3) los gastos de los talleres de entrenamiento o recertificación necesarios para el mantenimiento de la red (se estima que un taller por año durando unos 3 días debe ser suficiente para el monitoreo de 6-8 sitios estratégicos en la cuenca), 4) los gastos asociados con la logística para las visita a cada sitio de monitoreo y 5) el tiempo de los entrenadores de los monitores, el mantenimiento de la base de datos de la red de monitoreo y la generación de informes cuatrimestrales.

Se utilizarán los métodos de monitoreo establecidos por la organización internacional Global Water Watch. Estos métodos tienen la capacidad de evaluar un amplio rango de servicios hidrológicos siendo proporcionados por los ecosistemas de una cuenca incluyendo la calidad físico-química del agua, la evaluación cuantitativa del grado de contaminación fecal a través de la detección de la presencia de la bacteria Eschiricia coli (*E. coli*) y otros coliformes, la cantidad de erosión de suelos y azolve (sólidos totales suspendidos) de los cuerpos de agua y cambios en el caudal de los mismos (para mayor información sobre el protocolote monitoreo del agua véase el anexo 4).

Las decisiones sobre el número y ubicación de los sitios de monitoreo comunitario establecidos (6-8), así como el tipo de monitoreo realizado (ver descripción arriba) se tomarán el subcomité del Comité Técnico del COCUPIX cuyo cargo será la supervisión general de la operación del PCSAX. Sin embargo, en general estos puntos de monitoreo deben ubicarse justo abajo las zonas con predios participando en el programa y contemplar un sobrelape parcial (1-2 sitios) con la estaciones de monitoreo ya establecidos por instancias gubernamentales en la cuenca con el fin de facilitar comparaciones con los datos colectados en estos sitios. El monitoreo se lleva a cabo mensualmente en los sitios permanentes de monitoreo seleccionados. Se generarán informes semestrales del monitoreo comunitario del agua que serán utilizados en las presentaciones al Órgano de Gobierno de CMAS-Xalapa, así como en la material de divulgación que se generará para informar al público de los logros del PCSAX. Los datos generados por las estaciones de monitoreo financiados por CMAS-Xalapa serán considerados la propiedad intelectual del subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX. Sin embargo, por lo menos una vez por año estos datos serán resumidos y presentados en un foro público con el fin de asegurar la transparencia del programa.

Monitoreo a cambios de uso del suelo y cobertura forestal

Un monto adicional (0.5%) del gasto operativo del Programa, se utilizará para la generación bianual de mapas de uso de suelo y vegetación de la (s) cuenca(s) atendidas por el PCSAX. Estos mapas se generarán utilizando imágenes de satélite multi-spectrales SPOT (pixeles de 10 m), con la ayuda de puntos de control y verificación colectadas en campo. Se incorporarán en este esfuerzo cuando sea posible alumnos de posgrado interesados en elaborar tesis relacionadas con este tema, con el fin de minimizar los costos asociados que este tipo de monitoreo. Los mapas generados serán utilizados para:

1. La divulgación a tomadores de decisiones y el público respecto a los logros del programa.
2. Un análisis constante para mejorar nuestro entendimiento del impacto de cambios de uso de suelo sobre la calidad y cantidad de agua proporcionada por la(s) cuenca(s).
3. La actualización del modelo de balance hidrológico de la cuenca que facilita la identificación de zonas prioritarias del PCSAX. Estos mapas serán considerados la propiedad intelectual del Subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX.

La visita directa en campo a los predios inscritos en los Subprogramas de conservación y restauración constituye una segunda estrategia de monitoreo. Esta visitas se realizarán una vez al año a fin de conocer in situ el estado de los predios, los cambios que se presentan en ellos (condición de los bosques, suelos y cuerpos de agua), así como el cumplimiento de los acuerdos y compromisos contraídos por los dueños de los terrenos al ingresar al programa (anexo 5, Formatos de monitoreos en campo). Las áreas en conservación y restauración se geoposionarán levantando polígonos de cada una, a fin de generar una base de datos y un sistema de información geográfica que permita ubicar claramente las zonas donde se invierten los recursos, los nombres de sus propietarios, superficies, etc. Además los resultados del monitoreo en campo alimentarán también la base de datos que permita dar seguimiento al cumplimiento de los acuerdos, así como tener información clara respecto a las superficies bajo conservación y restauración.

Cuadro 7. Indicadores para medir y evaluar el impacto del PCSAX sobre los recursos naturales

Agua	• Calidad: pH, temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza, sólidos totales en suspensión, tubidez, E. coli y otros coliformes • Cantidad: gasto mensual del río
Vegetación	• Cobertura total arbolada • Grado de fragmentación de los bosques (tamaño de fragmentos, forma y grado de conectividad) • Intensificación de otros usos de suelo (tipo de uso de suelo, cantidad de suelo desnudo, tipo de manejo)

Monitoreo del impacto socio-económico del PCSAX

El impacto socioeconómico se monitorea mediante el seguimiento a los grupos que participan en los proyectos de reconversión productiva, esto con la finalidad de evaluar el grado de apropiación de las alternativas y su viabilidad económica.

Otro aspecto del monitoreo se enfoca hacia los beneficiarios de los SA de la cuenca, tanto en el campo, como en la zona conurbada. El subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX trabajará con expertos locales en la materia en la elaboración de estas encuestas pero en lo general tendrán el objetivo de medir en nivel de entendimiento del público sobre el problemática del agua y la importancias de los servicios hidrológicos de los ecosistemas, así como el grado de compromiso de los beneficiarios participar en el programa (ver un ejemplo en Anexo 3 que se desarrollo para medir el impacto de monitoreo comunitario sobre las percepciones de las comunidades participando en él). Estas encuestas se realizaron una vez por año con el fin de establecer

Cuadro 8. Indicadores para medir y evaluar el cumplimiento de los participantes impacto del PCSAX sobre los recursos naturales.	
Indicador	Beneficios a los dueños de parcelas
Ingresos	• Monto de recursos recibidos del PCSAX o gestionados con otras fuentes por conservar y/o restaurar predios. • Monto de recursos recibidos del PCSAX o gestionados con otras fuentes para apoyar proyectos productivos. • Ingresos generados por las alternativas productivas.
Comprimisos de manejo	• Cumplimiento a acuerdos de conservación. • Mantenimiento de reforestaciones.
Adopción de mejores practicas en actividades productivas	• Participación en actividades de capacitación. • Modificación de prácticas productivas. • Número de personas usando las nuevas técnicas o involucradas en los proyectos (ecoturismo, cultivo de flores, etc.)

Administración y rendición de cuentas

La información generada por todos los instrumentos de monitoreo se acopiará y ordenará al menos una vez al año, a fin de generar una visión general del estado de la cuenca, avance por Subprograma y uso de los recursos invertidos. Esta información se sintetizará en un informe técnico-administrativo anual, cuyas finalidades son:

- Evaluar el avance del Programa en su conjunto.
- Disponer de información para divulgar los resultados del Programa.
- Dar información técnica que soporte el ejercicio anual de los recursos del Programa.

El informe técnico-administrativo se presentará al órgano de gobierno de la CMAS, a la asamblea general del Comité de cuenca correspondiente, y estará disponible al público en general a través de medios como la página web de la CMAS y del Comité de cuenca. La presentación y visto bueno por parte del órgano de gobierno de la CMAS y del Comité de cuenca, son requisitos para el cierre de ejercicio anual, así como para dar entrada a la gestión del siguiente ejercicio administrativo.

Sensibilización y comunicación ambiental (PENDIENTE)

Objetivo general

Sensibilizar, informar y capacitar al público usuario de los recursos de la Cuenca del Río Pixquiac respecto a su importancia y de las acciones individuales y colectivas necesarias para su aprovechamiento sustentable.

Objetivos particulares

1. Fomentar en los habitantes de la cuenca del Río Pixquiac la identidad de pertenencia territorial a la cuenca, con la finalidad de que se desarrolle un sentido de co-responsabilidad en la gestión y usos sustentable de sus recursos naturales.
2. Sensibilizar, educar y capacitar ambientalmente a los habitantes de la Cuenca del Río Pixquiac, tanto rural como semiurbana, para desarrollar actitudes y adquirir habilidades técnicas que reorienten esquema de desarrollo actual hacia un modelo participativo y sustentable.
3. Comunicar y sensibilizar a la población de la ciudad de Xalapa, sobre su importancia como proveedora de servicios ambientales, y específicamente del agua, propiciando el desarrollo de una corriente de opinión a favor de políticas públicas sustentables en la cuenca.

5. Marco legal e institucional a partir del 2010 (pendiente)

Marco legal (pendiente, definir con CMAS)

Marco institucional (pendiente, definir con CMAS)

Fuentes de financiamiento (pendiente, definir con CMAS)

Uso de los recursos, procedimientos administrativos

La Comisión técnica del COCUPIX en conjunto con el prestador de servicios técnicos elaborará un programa anual que se basará en dos insumos principales:

1. El informe técnico-administrativo del año anterior y
2. La identificación de problemas y solicitudes de participación presentadas en asamblea del COCUPIX.

El programa de trabajo y su presupuesto serán presentados primero a la asamblea del COCUPIX y posteriormente al órgano de gobierno de la CMAS para su aprobación.

Cuadro 9. Proporción del presupuesto por Subprograma

Subprograma / eje	Proporción
Subprograma de Conservación	40 %
Subprograma de Restauración	20%
Subprograma de Reconversión productiva	20%
Subprograma de Gestión del agua	10%
Eje de Monitoreo a impactos del PCASX Sensibilización ambiental	10%

La distribución proporcional del presupuesto entre los Subprogramas obedece a las características particulares del Pixquiac, donde la mayor parte de territorio presenta bosques jóvenes cuya permanencia se busca garantizar. Para su operación, los Subprogramas contemplarán en máximo de 15 % para el pago de servicios técnicos, función que será desempeñada por la persona moral o física designada por acuerdo del órgano de gobierno de la CMAS y la asamblea del COCUPIX. El eje de monitoreo de impactos y sensibilización no contempla porcentaje para pago de servicios técnicos.

6. Glosario

Cogestión de cuenca: Se conceptúa como la gestión conjunta, compartida y colaborativa, mediante la cual, diferentes actores locales como productores, grupos organizados, gobiernos locales, empresa privada, organizaciones no gubernamentales, instituciones nacionales, organismos donantes y cooperantes, integran esfuerzos, recursos, experiencias y conocimientos para desarrollar procesos dirigidos a lograr impactos favorables y sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y el ambiente en las cuencas hidrográficas, en el corto, mediano y largo plazo (Faustino, *et. al* 2007).

Comunicación ambiental: Se refiere al proceso de interacción social y de intercambio de información que permite construir significados sociales que contribuyan a la sustentabilidad. Aunque se identifica fuertemente con el propósito de la sensibilización ambiental, para fines de esta estrategia, el término "comunicación ambiental" lo utilizaremos para referirnos al proceso de sensibilización ambiental de la población urbana usuaria de los servicios ambientales de la cuenca, mediante medios masivos de comunicación, tales como radio, televisión y prensa.

Educación Ambiental: Proceso formativo que contribuye a la construcción de la sustentabilidad por medio del desarrollo y la socialización de conocimientos, valores, sentimientos y habilidades instrumentales. Según la EVEA (2004), abarca las etapas i) sensibilización sobre los problemas del entorno, ii) análisis y conocimiento de la realidad, y iii) ejecución de acciones individuales y colectivas.

Sensibilización ambiental: para el caso de este manual se define como el primer paso de la comunicación ambiental, mediante el cual buscamos despertar el interés y un nivel básico de conocimiento en torno a la importancia de la Cuenca del Río Pixquiac como proveedora de servicios ambientales. Este nivel será transversal en todas las acciones que propone y públicos que abarca la estrategia, pero pone un énfasis especial en líderes de opinión y tomadores de decisiones cuyas acciones impactan en la cuenca.

Servicios ambientales: Los servicios ambientales son aquellos que aportan los ecosistemas (incluidos los que se presentan dentro de las cuencas), y no son tangibles; su valor económico, es difícilmente medible por lo que no suele reflejarse en el precio de los productos. Son servicios como los que brindan las áreas forestales de zonas montañosas que facilitan la infiltración de agua en el suelo, la protección de los suelos contra la erosión y la disminución de la cantidad de sedimentos en los cursos de agua, el amortiguamiento de las descargas torrenciales en los ríos y la estabilidad de la oferta de agua en época de secas, el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad regional, y los valores escénicos, en general (Fuentes y Paré 2009). Según Daily (1977) los servicios ambientales son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los comprenden apoyan y sustentan a los seres humanos

..

7. Siglas y acrónimos

ABC	Fideicomiso Público para la Conservación de las Cuencas y los Bosques del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
BMM	Bosque Mesófilo de Montaña
CMAS	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
COCUPIX	Comité de Cuenca del río Pixquiac
DGDF	Dirección General de Desarrollo Forestal del Estado de Veracruz
FIDECOAGUA	Fideicomiso Coatepecano para el Pago de Servicios Ambientales Forestales Hidrológicos
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
GWW	Global Water Watch
IIS-UNAM	Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México
INBIOTECA	Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la Universidad Veracruzana
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECOL	Instituto de Ecología, AC
INEGI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
PCSAX	Programa de Compensación de Servicios Ambientales de Xalapa
PSAH	Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
SA	Servicios Ambientales
UV	Universidad Veracruzana

8. Bibliografía

Allé-Ando,Y., 2004. An Integrated Resource Management Approach to Mitigating Water Quality and Quantity Degradation in Xalapa, México(Tesis de Master of Applied Sciences), Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Canada, 2004, 121 pp.

Allen, I.J.; B. Vrana; R. Greenwood; G.A. Mills; B. Roig; y C. Gonzalez. 2006. A "toolbox" for biological and chemical monitoring requirements for the European Unions's Water Framework Directive. Talanta 69: 302-322.

Appleton F., A. 2002. How New York City used an ecosystem services strategy carried out through an urban-rural partnership to preserve the pristine quality of its drinking water and save billions of dollars and what lessons It teaches about using ecosystem services. 13 pp.

Banco Mundial. 1998. Guidelines for Monitoring and Evaluation for Biodiversity Projects.

Banco Mundial. 2000. Biodiversity and Environmental Assessment Toolkit. World Bank. Washington, D.C., Disponible en http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/09/07/000094946_02082204120010/Rendered/PDF/multi0page.pdf. Consultado el 28 de Mayo de 2008.

Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? Agriculture, Ecosystems and Environment 104:185-228.

CEVIA Centro de Información Virtual sobre el agua Dirección URL: http://www.agua.org.mx/ disponible el 7 de Febrero de 2008

Deutsch, W.G.; A.L. Busby; J.L. Orprecio; J.P. Bago-Labis; y E.Y. Cequiña. 2005. Community-based hydrological and water quality assessments in Mindanao, Philippines. En: M. Bonell y L..A. Bruijnzeel (Eds.). Forests, water and people in the humid tropics. Internacional Hydrology Series, UNESCO. Cambridge University Press, Cambridge. 925 p.

Daily, G.C. 1997. Nature´s services: Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Nueva York, EUA. 392 p

Dixon, W; y B. Chiswell. 1996. Review of aquatic monitoring program design. Water Research 30: 1935-1948.

Engel, S.R.; y J.R. Voshell, Jr. 2002. Volunteer biological monitoring: Can it accurately assess the ecological condition of streams. American Entomologist 48: 164–177.

Estrategia Veracruzana de Educación Ambiental. SEMARNAT. SEC. UV. SEDERE. Xalapa, Veracruz, México.2004

FAO. 2000. Land-water linkages in rural watersheds. Case study series. Disponible en http://www.fao.org/landandwater/watershed/watershed/en/casesen/indcasen.stm. Consultado el 28 de Mayo de 2008.

Faures, J.M. 2003. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas. Implicaciones para sistemas de pago por servicios ambientales. FAO Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Disponible en http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/faures.pdf. Consultado el 28 de Mayo de 2008.

Faustino, J., F. Jiménez y J.J. Campos. 2006. Bases conceptuales de la cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Programa Focuencas CATIE-ASDI. 20 p.

Fuentes y Paré 2009. El Comité de cuenca del río Pixquiac: un experimento para la gestión integral de una cuenca. IIS-UNAM (en prensa).

Fore, L.; K. Paulsen; y K. O'Laughlin. 2001. Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. Freshwater Biology 46: 109–123.

García C.l, Vidriales C., G., Martínez A., 2008. Caracterización de las subcuencas. 2º. Informe Técnico proyecto 37696. CONACYT Fondo Mixto Gobierno del Estado de Veracruz.. 36 pp.

García C.l, Vidriales C., G., Martínez A., 2008. Caracterización de las subcuencas. 2º. Informe Técnico proyecto 37696. CONACYT Fondo Mixto Gobierno del Estado de Veracruz. 36 pp.

Gerez, F., P. 2008. Mapa preliminar de vegetación y usos del suelo. Informe Técnico proyecto 37696. CONACYT Fondo Mixto Gobierno del Estado de Veracruz.

Gilmour, D.A., Bonell, M. and Cassells, D.S. 1987. The effects of forestation on soil hydraulic properties in the middle hills of Nepal: a preliminary assessment. Mountain Research and Development 7: 239-49.

Global Environment Facility (GEF). 2002. Monitoring and Evaluation Policies and Procedures. January 2002.

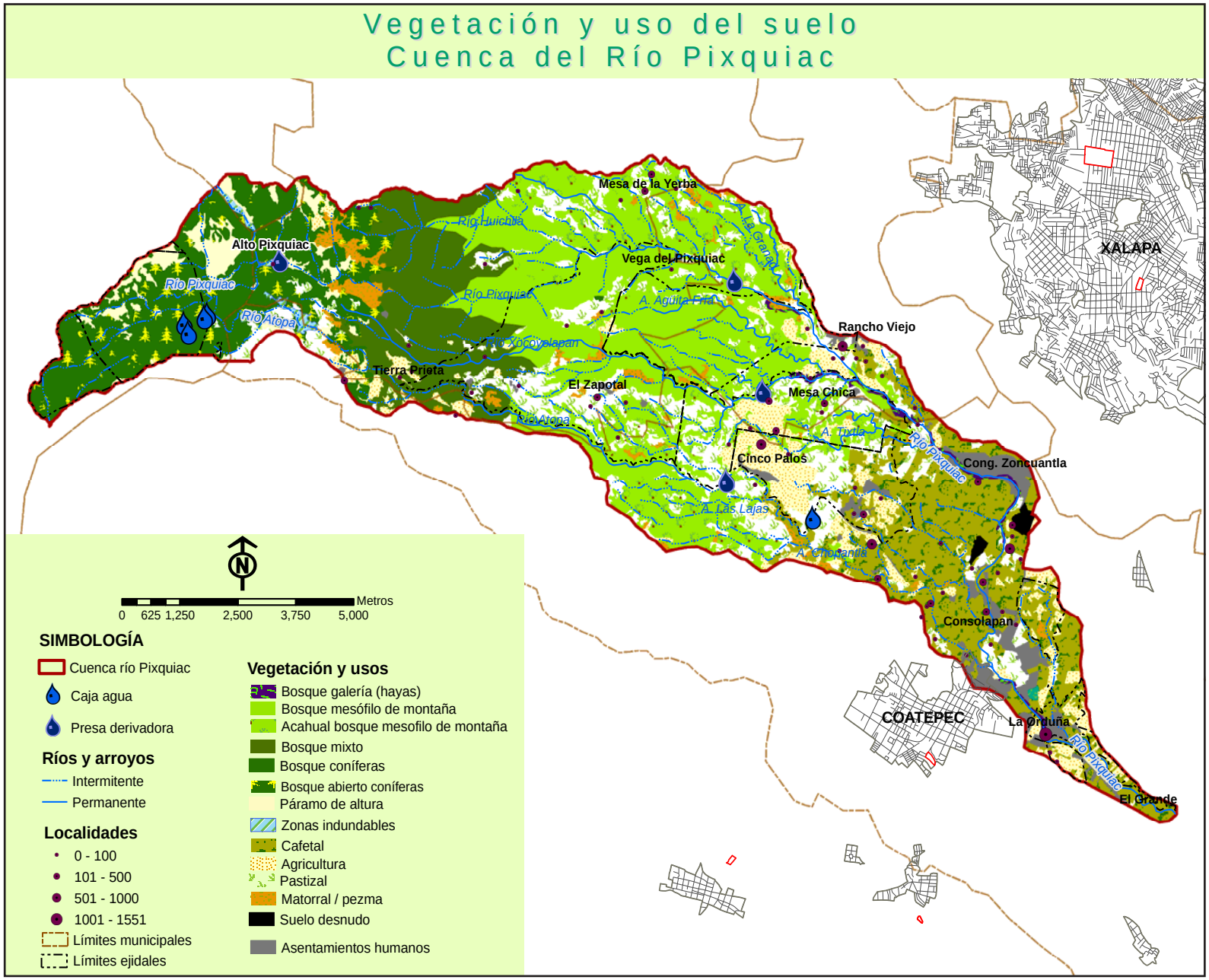
Heathcote, I.W. 2009. Integrated watershed management : principles and practice. John Wiley & Sons Inc. Nueva York, 414 p.

IFAD. 2002. Managing for Impact in rural Development. A guide for Project Monitoring and Evaluation. International Fund for

Agricultural Development
Isakson, R. 2002. Payments for Environmental Services in the Catskills: A socio-economic analysis of the agricultural strategy in New York City's watershed management plan. Project Coordinators: Herman Rosa and Susan Kandel. 93 pp.
Jackson, R.B; E.G. Jobba´gy; R. Avissar; S. Baidya Roy; D.J. Barrett; C.W. Cook; K.A. Farley; D.C. le Maitre; B.A. McCarl y B.C. Murray. 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. Science 310: 1944-1947.
Jimenez, F., Faustino, J., Benegas, L., 2008. Elementos conceptuales de manejo, gestión y cogestión de cuencas hidrográficas. CATIE, Turrialba,Costa Rica.
Manson, R.H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. Madera y Bosques 10(1): 3-20.
Muñoz-Pina, C., A. Guevara, J.M. Torres, y J. Brana. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. Ecological Economics 65: 725-736.
Nicholson, E.; J. Ryan; y D. Hodgkins. 2002. Community data – where does the value lie? Assessing confidence limits of community collected water quality data. Water Science Technology 45: 193–200.
Negrete R., A. 2010. Estrategia de sensibilización y educación ambiental para la Cuenca del río Pixquiac. SENDAS AC. Informe técnico.
Novotmy, V. 2003. Water quality: diffuse pollution and watershed management. John Wiley & Sons, Nueva York, 864 páginas.
Pagiola, S. 2007. Desarrollo de Mecanismos de Pago por Servicios Ambientales bajo Esquemas de Mercado. De la Teoría a la Práctica. Banco Mundial-CONAFOR.
Pare, L., Gerez, P. coords. *et. al* 2010. La Gestión Integral de la Cuenca del Río Pixquiac: Una experiencia de investigación-acción en el centro de Veracruz. En prensa. (capítulos, 2, 3 y 5).
Robbins, R.W., J.L. Glicker, D.M. Bloem, y B.M. Niss. 1991. Effective watershed management for surface water supplies. Journal of the American Water Works Association 83(12): 34-44.
Scherr, S.; A. White; A. Khare; M. Inbar and A. Molnar. 2004. For Services Rendered. The current status and future potential of markets for the ecosystem services provided by tropical forests. International Tropical Timber Organisation. ITTO Technical Series No. 21.
Sharpe, A; y C. Conrad. 2006. Community based ecological monitoring in Nova Scotia: challenges and opportunities. Environmental Monitoring and Assessment 113: 395-409.
Simberloff, D. 1999. The role of Science in the preservation of Forest Biodiversity. Forest Ecology and Management. Vol. 115, pp.101-111.
Whitelaw, G.; H. Vaughan; B. Craig; y D. Atkinson. 2003. Establishing the Canadian Community Monitoring Network. Environmental Monitoring and Assessment 88: 409–418.
World Bank, Global Environment Division, June 1998.
World Bank. 2006. Project Appraisal Document for the Environmental Project Services in Mexico. Annex 3. Results framework and monitoring.
Wunder, S. 2007. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. Conservation Biology 21: 48-58.

9. Anexos

Anexo 1. Mapa de vegetación y usos del suelo

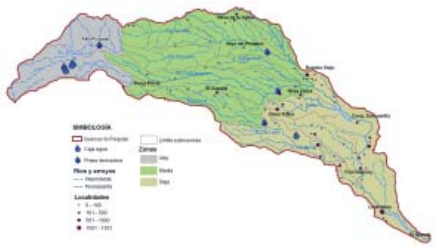


Fuente: Gerez F., P. 2008. Mapa preliminar de Vegetación y usos del suelo de la Cuenca del río Pixquiac.

Anexo 2. Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiac

Como parte del proceso de cogestión del Pixquiac consideramos importante conocer la forma en que el agua circula y se distribuye dentro de la cuenca, es decir, cuantificar la oferta de agua que produce la cuenca durante el ciclo hidrológico.

Cuadro 1. Zonificación de la cuenca y características generales de las zonas



Zona	Sup. (ha)	No. habs.	Densidad hab/km²
Alta	1,775.18	250	14
Media	5,355.24	2,142	50
Baja	3,597.70	5,435	151

Partiendo de esta zonificación y con el análisis de información se elaboró el balance hídrico de la cuenca. La fórmula general del balance es la siguiente:

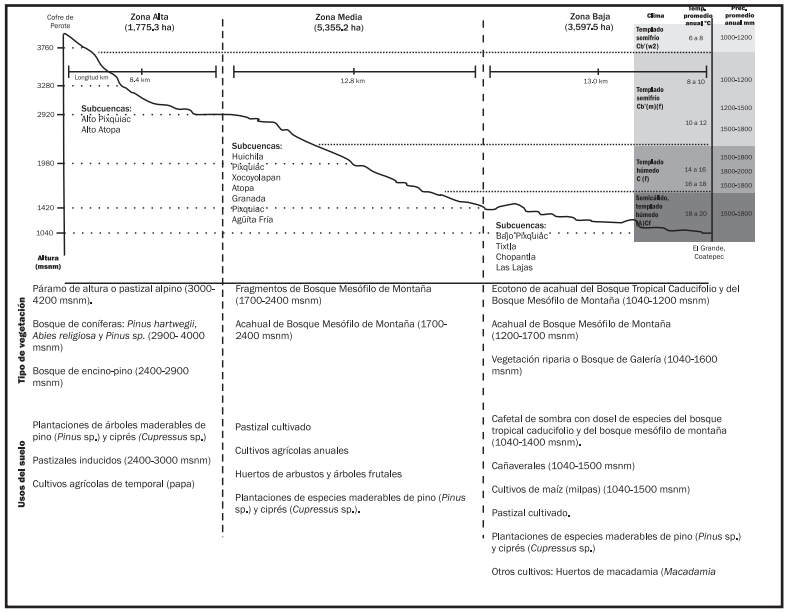
Captación – Evapotranspiración = Escorrentía superficial + Infiltración

De forma simple, se presentan los componentes del medio natural que intervienen en el ciclo hidrológico y que se integraron para elaborar el balance, así como esquemas que sintetizan estos componentes.

Cuadro 2. Componentes Balance Hídrico

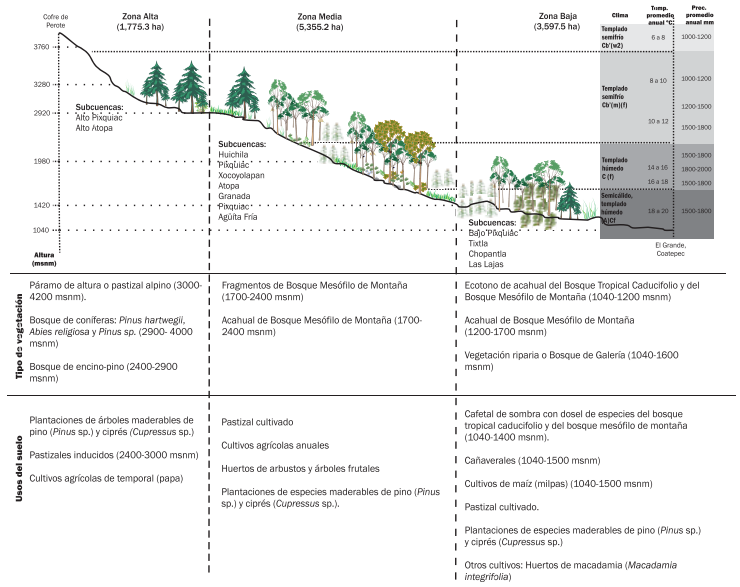
Componentes naturales	Componentes de la fórmula de balance			
	Captación (Pp x área)	Evapotranspiración (ETR)	Escorrentía superficial (ES)	Infiltración (I)
Precipitación				
Temperatura y radiación solar				
Tipos de suelo				
Tipos de rocas				
Ángulo de las pendientes				
Vegetación y uso del suelo				

Figura 1. Esquema medio físico



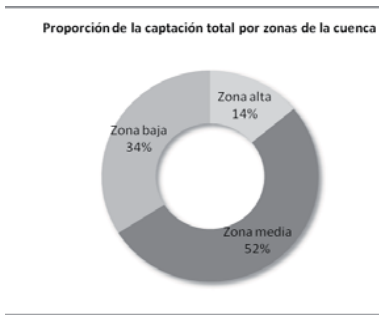
Fuente: Vidriales C.,G. 2010.

Figura 2. Esquema del medio biológico (vegetación y usos del suelo)



Fuente: Vidriales C.,G. 2010.

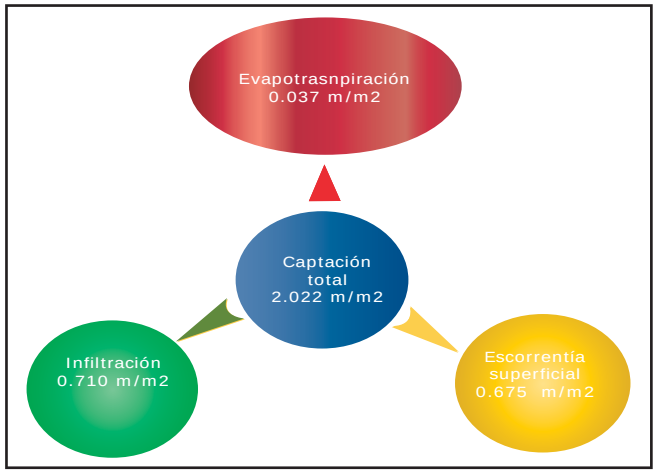
Como primer resultado del balance se aprecian las subcuencas donde se da la mayor captación de agua (precipitación) por superficie. La captación total anual es bastante similar y cercana a los 2 m/m2 en todas las subcuenca; sin embargo, hay pequeñas variaciones que indican que la mayor captación se presenta en las subcuencas localizadas en la zona media (52%) y la menor en la zona alta de la cuenca (14%).



Se calculó la evapotranspiración y la captación neta que resulta de restar estos valores a la captación real. Con estos valores se estimaron la infiltración y la escorrentía superficial por subcuencas (ver esquemas siguientes).

En estos mapas destaca la diferencia que existe entre los sitios que se caracterizan por una alta infiltración y baja escorrentía (zona alta y baja de la cuenca) con los lugares donde el comportamiento es inverso ya que la infiltración es baja y el escurrimiento superficial es muy alto, como es la zona media de la cuenca. Este resultado de por sí ya puede ser un indicador muy importante de que los mecanismos para valorar y tomar decisiones respecto a la compensación de los servicios ambientales que aportan estas zonas no puede ser igual, pues los componentes del ciclo del agua se comportan de forma diferente.

El balance general de la cuenca del río Pixquiac puede sintetizarse con este siguiente esquema general, que muestra los valores para cada uno de los componentes de la fórmula de continuidad o balance hídrico.



Anexo 3. Delimitación de zonas de atención prioritarias en la cuenca del Río Pixquiac

Zonas de atencion prioritarias

Las zonas de atención prioritarias[2] se definen por su importancia en el tiempo en función de diversos aspectos locales como pueden ser: a) alta precipitación-captación de agua b) presencia de bosques sujetos a presiones de uso, c) alta captación en zonas sujetas a riesgo de erosión por pendientes y usos del suelo inadecuados, d) zonas desmontadas con alta precipitación y posibilidades de regeneración natural o inducida mediante reforestación, entre otras.

Para determinar las zonas de atención prioritarias desde el punto de vista hidrológico, se utilizaron como indicadores sintéticos los que se relacionan directamente con la fragilidad del medio físico de la cuenca.

A continuación los indicadores considerados para el establecimiento de las zonas prioritarias:

[5] Paré, L., *et al.*, 2010. La Gestión Integral de la Cuenca del Río Pixquiac: Una experiencia de investigación-acción en el centro de Veracruz. En prensa.

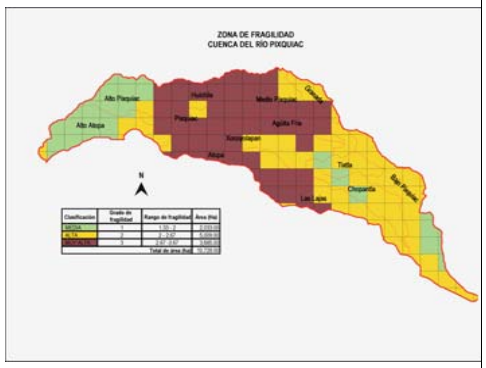
- 1. Diferentes niveles de disección horizontal y disección vertical (índices morfométricos) presentes en la cuenca: es decir se incorporó la presencia, dirección y profundidad de las cañadas o barrancas.
- 2. Magnitudes de la precipitación y la interrelación de estos factores con la energía del agua en su paso por la cuenca.
- 3. La presencia o no de una cobertura vegetal y las características de ésta, agrupadas principalmente en dos categorías: con vegetación natural, o con usos productivos y urbanos.

Evaluación de los niveles de fragilidad del medio físico

Se observa que el rango de mayor prioridad por fragilidad se distribuye en la región central de la cuenca, donde se encuentran las subcuencas con mayor disección vertical y volúmenes de precipitación. En estas subcuencas es donde se identifica la mayor fragilidad geoecohidrológica, y donde potencialmente tiene lugar la mayor pérdida de suelos. Es en estos sitios donde el agua circula con mayor velocidad (energía) buscando la salida hacia el mar.

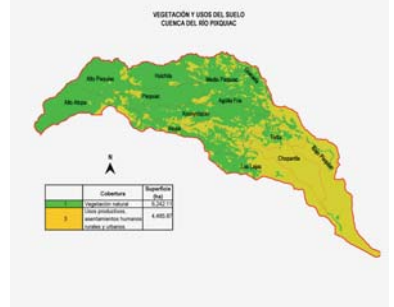
A continuación se expresa la fórmula utilizada para integrar los tres componentes que intervienen en la definición de las zonas de fragilidad del medio físico:

Clasificación de valores en niveles	Indicador sintético		Fórmula: **Nivel de zona de fragilidad= Σ(dv+dh+p) /n**
1,2,3	Disección vertical	**dv**	
1,2,3	Disección horizontal	**dh**	Los valores que resultan de la formula anterior son segregados en tres niveles por rompimiento natural.
1,2,3	Precipitación	**p**	**n**= número de indicadores para el promedio, en este caso tres.



Clasificación	Grado de fragilidad	Rango de fragilidad	Área (Ha)
Media	1	1.33 - 2	2,033
Alta	2	2 - 2.67	5,009.
Muy Alta	3	2.67 -3.67	3,685.
		Total de área (ha)	10,728

Vegetación y usos del suelo / Directrices	Se entiende por directriz el conjunto de instrucciones o normas generales para la ejecución de algo (Real Academia de la Lengua Española, 2009)



	Cobertura tipo,directriz	Superficie (ha)
1	Vegetación natural (directriz conservación)	5,493.61
2, 3	Usos productivos y urbanos (directrices restauración y/o restauración y manejo)	5,234.39

A partir de la carta de vegetación y usos del suelo elaborada en este proyecto, se consideró que en las áreas donde aún existe vegetación natural (bosques en diferentes etapas), la directriz para orientar las acciones debe enfocarse hacia la conservación de las características físico-biológicas del área, mientras que en aquellos lugares donde los usos productivos y urbanos han modificado la cubierta forestal original, la directriz se inclinará hacia acciones de restauración, o bien de manejo regulado.

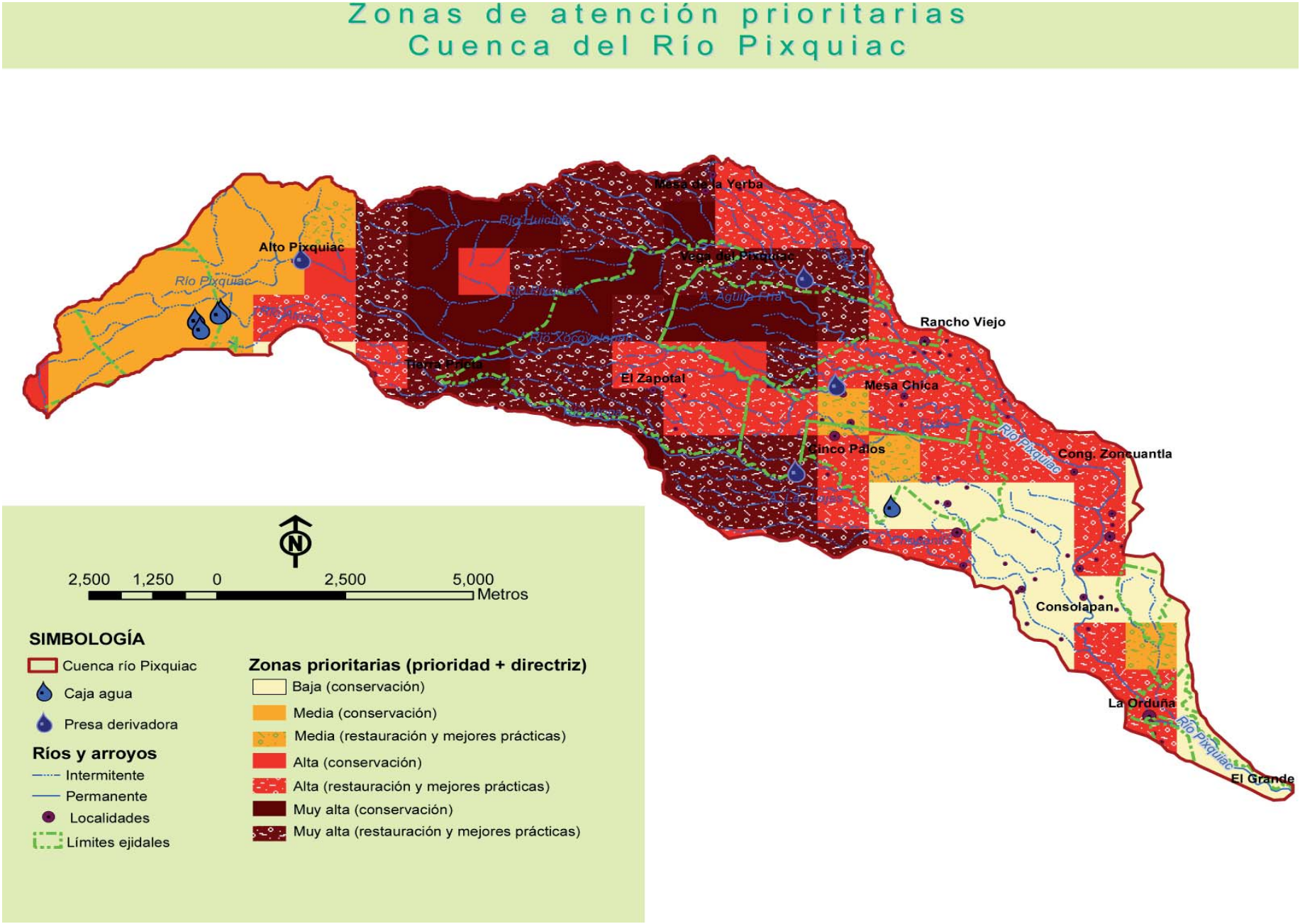
Cuando hablamos de conservación proponemos favorecer usos que en lo fundamental no compitan con las coberturas naturales, y permitan que el sistema mantenga su equilibrio, como por ejemplo UMAS[1], ecoturismo, reservas ejidales, manejo sustentable de recursos maderables y no maderables. Por restauración se entienden usos que permitan al sistema natural retornar en lo posible a formas que tiendan hacia el equilibrio y disminuyan los riesgos de la fragilidad, por ejemplo introducir mejores prácticas ganaderas y agrícolas, reforestación, regeneración natural y recuperación de suelos.

Las superficies reconvertidas a uso urbano (infraestructura, servicios y vivienda), si bien difícilmente pueden coexistir en equilibrio con el sistema natural, sí pueden sujetarse a medidas de mitigación de impactos como el terraceo de superficies, desazolvamiento de cauces, aunadas a la captación de agua de lluvia e infiltración de los excedentes al manto, el aumento de la superficie de los patios, parques y áreas verdes con usos no solamente recreativos sino además productivo agrícola y educativo, y el tratamiento *in situ* de las aguas residuales y residuos sólidos en el sitio donde se producen, sin bombeo ni exportación a cuencas vecinas.

Parte de la metodología fue conjuntar los indicadores en una cuadrícula de 1 km^2 para la cuenca, donde se hizo una priorización de acuerdo a las características que se agruparon en cada una de las celdas de la cuadrícula, dándonos por resultado una matriz donde se identifican dos variables: i) la directriz hacia donde deben orientarse los trabajos e inversión del PCSAX (conservación o restauración y buenas prácticas) y ii) el rango de prioridad que va de medio a muy alto.

Por ejemplo, la zona alta de la cuenca, aparece en un área de prioridad media, con una directriz predominante de conservación, con algunas partes para restauración, a pesar de que ahi nacen los ríos, tiene un relieve poco abrupto y con cobertura forestal, de ahí su prioridad media. En cambio en la zona media la prioridad va de alta a muy alta, porque tiene barrancas con fuertes pendientes y concentra la mayor precipitación; es de tomar en cuant que en el límite inferior de la zona media se encuentran 1 caja de agua y 3 presas derivadoras.

Mapa1. Zonas de atención prioritarias de la Cuenca del río Pixquiac



Fuente: Martínez, A., García C., I., Vidriales C., G. 2010.

Anexo 4. Ejemplo de formato carta compromiso para predios en conservación.

CARTA - COMPROMISO

Programa de compensación por Servicios Ambientales del municipio de Xalapa
Subprograma: Conservación de Áreas con Bosque en área de abastecimiento de Agua de la ciudad de Xalapa.

Carta-Compromiso para el otorgamiento de apoyos que suscriben por un lado el ayuntamiento de Xalapa, representado por los CC ADOLFO TOSS CAPISTRÁN en su carácter de titular la Comisión edilicia de Ecología y Medio Ambiente a quien en lo sucesivo se les denominará como "EL AYUNTAMIENTO", y por otra parte el C. FELIPE HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, a quien en lo sucesivo se denominará como "EL BENEFICIARIO", al tenor de las siguientes declaraciones y cláusulas:

DECLARACIONES

I. De "El Ayuntamiento"

a. Declara por conducto de sus representantes que es una entidad de gobierno con personalidad jurídica y patrimonio propio de acuerdo a lo dispuesto en los artículos 115, fracción II de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; 68 y 71, fracción I de la Constitución política del Estado libre y soberano de Veracruz-de Ignacio de la Llave
b. Que de acuerdo a lo que disponen los artículos 38 y 58 de Ley Orgánica del Municipio Libre en vigor, sus representantes tienen capacidad legal para celebrar el presente documento como garantía del cumplimiento de los objetivos del Programa.
c. Que señala como domicilio conocido, el ubicado en el Palacio Municipal sin número, zona Centro de esta Ciudad Capital, mismo que se señala para los efectos legales de la presente Carta-compromiso.
d. Que entre sus facultades se encuentra el desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de protección, conservación y restauración de la fuentes de abastecimiento de agua para asegurar el servicio a la sociedad
e. Que cuentan con la autorización de H. Ayuntamiento de Xalapa, para suscribir Convenios y contraer compromisos con las instancias y personas interesadas participar en el Programa de Compensación por servicios ambientales del municipio de Xalapa, mediante acuerdo de Cabildo fechado el 15 de Agosto del 2006, de conformidad con lo establecido en el artículo 36 fracción VI de la Ley Orgánica del Municipio Libre.

II. Del "beneficiario"

II.1 Bajo protesta de decir verdad que:

a) Que es mexicano, mayor de edad, propietario de la parcela ejidal número 486, perteneciente al ejido de San Andrés Tlanelhuayocan del municipio de Tlanelhuayocan del estado de Veracruz-Llave, lo que acredita con Certificado parcelario, documento que obra en su expediente.

II.2 Señala como domicilio particular el ubicado en calle Vicente Guerrero número 11, comunidad de Rancho Viejo, municipio de Tlalnelhuayocan, Ver.

CLÁUSULAS

Primera. EL AYUNTAMIENTO Y EL BENEFICIARIO acuerdan reconocer al Comité Técnico del Programa de compensación por servicios ambientales del municipio de Xalapa, como la instancia de planeación, coordinación y supervisión técnica, misma que será responsable de supervisar la operación de las tareas objeto de la presente carta-compromiso.

Segunda. El objeto de la presente carta-compromiso es que el BENEFICIARIO se obligue hacia el AYUNTAMIENTO a destinar los apoyos asignados al cumplimiento de los fines para los que fueron otorgados, de acuerdo con los requisitos técnicos establecidos por el Comité Técnico del Programa de Compensación por Servicios Ambientales del municipio de Xalapa.

Tercera. La vigencia de los acuerdos objeto de esta carta compromiso será de un año a partir de la firma del mismo por ambas partes.

Cuarta. Para efecto de lo anterior el AYUNTAMIENTO entregará $ 2 000.00 (Dos mil pesos 00/100 M.N.) al BENEFICIARIO, cantidad pagadera en una sola ministración, y que corresponde al apoyo de mil pesos por cada hectárea de bosque conservada durante un año.

Quinta. La cantidad entregada al beneficiario se destinará la Conservación DOS hectáreas de bosque dentro del predio mencionado.

Sexta. El Comité Técnico del Programa de Compensación por Servicios Ambientales del municipio de Xalapa gestionará ante la siguiente administración del Ayuntamiento de Xalapa la asignación de recursos a fin de dar continuidad a los acuerdos objeto de esta carta compromiso en los años subsecuentes al término de la vigencia del presente documento.

Séptima. El BENEFICIARIO se obliga a:

a) Destinar la totalidad de los recursos recibidos para los fines a los que fueron otorgados

b) Dar por terminado el presente acuerdo y salir del Programa en caso de incumplimiento de cualquiera de los acuerdos señalados en esta carta compromiso.

c) Cumplir con todas las recomendaciones señaladas por el Comité Técnico, aceptando la realización de visitas a su parcela a fin de verificar el cumplimiento de los acuerdos señalados en esta carta compromiso.

d) Participar en todas las actividades de capacitación y asesoría técnica organizadas por el Comité Técnico.

e) Mantener limpios los linderos de su parcela a fin de facilitar la identificación de las áreas de bosque a conservar.

f) Aprovechar no más de dos árboles por hectárea al año a fin de cubrir las necesidades de autoconsumo del dueño de la parcela y su familia (leña, postes, construcción). Se deberá dar preferencia al aprovechamiento de árboles secos o plagados.

g) El beneficiario esta conciente que el acuerdo señalado en el inciso “f” no implica que el Programa o su Comité Técnico se haga responsable de gestionar el permiso de aprovechamiento del arbolado ante la SEMARNAT.

h) Se compromete también a no vender a terceros madera cortada, árboles en pié, palmas, orquídeas o cualquier otro producto del bosque a conservar durante la vigencia de los acuerdos contenidos en esta carta compromiso.

i) Antes de proceder a tumbar un árbol se deberá dar aviso al personal del Comité Técnico a fin de que éste pueda llevar control del número de árboles aprovechados en el área de bosque a conservar.

j) El dueño de la parcela se compromete a colocar en un lugar visible y seguro dentro del área de bosque a conservar la señalización que el programa le proporcionará. También se compromete a mantener la señalización e su sitio durante los cinco años que durará el acuerdo.

k) Deberá evitar la entrada de ganado al área de bosque a conservar, cercando los linderos que colinden con área de pastoreo, con alambre de púas que el Programa le proporcionará.

Octava. Las partes están de acuerdo en que la vigencia de la presente Carta-compromiso será a partir del día de su firma y hasta que cumpla satisfactoriamente con el objeto para el cual le fue otorgado el apoyo.

Novena. Para el caso de controversias las partes están de acuerdo en sujetarse a la competencia de los tribunales estatales con sede en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Leído que fue y enteradas las partes de su contenido y alcance legal, lo firman por duplicado en el municipio de Xalapa, del Estado de Veracruz el día __ de ____ del año 2010.

Por el ayuntamiento

_____

BENEFICIARIO

_____

Anexo 5. Ejemplo de Carta compromiso para predios en restauración

CARTA - COMPROMISO

Programa de compensación por Servicios Ambientales de la ciudad de Xalapa
Subprograma: Restauración forestal del bosque mesófilo en el ejido San Antonio Hidalgo, Tlalnelhuayocan, Ver.

Carta-Compromiso para el otorgamiento de apoyos que suscriben por un lado el ayuntamiento de Xalapa, representado por los CC RICARDO AHUED BARDAHUIL, E ING. GERARDO MARTÍNEZ RÍOS en su carácter de presidente municipal y síndico respectivamente, a quienes en lo sucesivo se les denominará como "EL AYUNTAMIENTO", y por otra parte el C. ANTONIO GARCÍA FERNÁNDEZ, a quien en los sucesivo se denominará como "EL BENEFICIARIO", al tenor de las siguientes declaraciones y cláusulas:

DECLARACIONES

I. de "El Ayuntamiento"

f. Declara por conducto de sus representantes que es una entidad de gobierno con personalidad jurídica y patrimonio propio de acuerdo a lo dispuesto en los artículos 115, fracción II de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; 68 y 71, fracción I de la Constitución política del Estado libre y soberano de Veracruz-de Ignacio de la Llave

g. Que de acuerdo a lo que disponen los artículos 35 fracción XXII, 36 fracción VI, 37 fracción II, de la Ley orgánica del Municipio Libre en vigor, sus representantes tienen capacidad legal para celebrar este tipo de actos jurídicos, misma que acreditan con el alcance de la Gaceta Oficial número 262 de fecha del 31 de Diciembre del 2004 y el Acta de Sesión de Cabildo de fecha del 31 de Diciembre del 2004.

h. Que señala como domicilio conocido, el ubicado en el Palacio Municipal sin número, zona Centro de esta Ciudad Capital, mismo que se señala para los efectos legales de la presente Carta-compromiso.

i. Que entre sus facultades se encuentra el desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de protección, conservación y restauración de la fuentes de abastecimiento de agua para asegurar el servicio a la sociedad

j. Que cuentan con la autorización de H. Ayuntamiento de Xalapa, para suscribir Convenios y contraer compromisos con las instancias y personas interesadas participar en el Programa de Compensación por servicios ambientales del municipio de Xalapa, mediante acuerdo de Cabildo fechado el 15 de Agosto del 2006, de conformidad con lo establecido en el artículo 36 fracción VI de la Ley Orgánica del Municipio Libre.

II. Del "beneficiario"

II.1 Bajo protesta de decir verdad que:

a) Personas físicas: Es mexicano, mayor de edad, propietario de la parcela ejidal número 121 Z-1 P1/1, con certificado parcelario número 1960539, perteneciente al ejido de San Antonio Hidalgo del el municipio de Tlalnelhuayocan del estado de Veracruz-Llave, lo que acredita con Certificado parcelario, documento que obra en su expediente.

II.2 Señala como domicilio particular el ubicado en Calle Emiliano Zapata, número 6, comunidad de San Antonio Hidalgo, municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz.

CLÁUSULAS

Primera. EL AYUNTAMIENTO Y EL BENEFICIARIO acuerdan reconocer al Comité Técnico del Programa de compensación por servicios ambientales del municipio de Xalapa, como la instancia de planeación, coordinación y supervisión técnica, misma que será responsable de supervisar la operación de las tareas objeto de la presente carta-compromiso.

Segunda. El objeto de la presente carta-compromiso es que el BENEFICIARIO se obligue hacia el AYUNTAMIENTO a destinar los apoyos asignados al cumplimiento de los fines para los que fueron otorgados, de acuerdo con los requisitos técnicos establecidos por el Comité Técnico del Programa de Compensación por Servicios Ambientales del municipio de Xalapa.

Tercera. Para efecto de lo anterior el BENEFICIARIO recibirá la cantidad total de $ 8,277.93 (Ocho mil doscientos setenta y siete pesos 93/100 M.N.). La cantidad señalada se distribuirá de la siguiente manera: $ 5,477.93 (Cinco mil cuatrocientos setenta y siete pesos 93/100 M.N.) para establecer DOS HECTÁREAS de plantación forestal y $ 2, 800.00 (Dos mil ochocientos pesos

00/100 M.N.), para mejorar las condiciones de pastos y pastoreo en MEDIA HECTÁTREA.

Cuarta. La cantidad de $ 8,277.93 (Ocho mil doscientos setenta y siete pesos 93/100 M.N.), será entregada al BENEFICIARIO en CUATRO ministraciones o pagos, distribuidos de la siguiente manera; primer ministración $ 2,500.00 (Dos mil quinientos pesos 00/100 M-N.), segunda ministración $ 2,977.93 (Dos mil novecientos noventa y siete, con noventa y tres centavos M.N.), tercera ministración $ 1,800.00 (Mil ochocientos pesos 00/100 M.N.) y cuarta ministración $ 1,000.00 (Mil pesos 00/100 M.N.).

Quinta. Las ministraciones o pagos serán entregadas al BENEFICIARIO, según lo señalado en el programa de trabajo anexo a la presente Carta-compromiso. La primer ministración se entregará al momento de la firma de la presente Carta-compromiso, como anticipo a fin de que el BENEFICIARIO pueda iniciar los trabajos de preparación de terreno, las restantes ministraciones serán entregadas una vez que el Comité técnico verifique el cumplimiento de las tareas señaladas en el calendario de trabajo anexo.

Sexta. El BENEFICIARIO se obliga a:

a) Destinar la totalidad de los recursos recibidos para los fines a los que fueron otorgados

b) Devolver los recursos en caso de incumplimiento, cuando así se lo requiera el AYUNTAMIENTO.

c) Cumplir con todas las obligaciones señaladas en los lineamientos establecidos por el Comité Técnico, aceptando la inspección y seguimiento puntual de la plantación forestal y mejoramiento de pastizales.

d) Participar en todas las actividades de capacitación y asesoría técnica organizadas por el Comité.

e) Establecer dentro de la plantación forestal un área de protección permanente a las fuentes de agua o áreas con pendientes fuertes, en esta área NO aprovechará el arbolado que ahí se establezca.

f) Dar aviso a la SEMARNAT sobre la reforestación realizada.

g) Aprovechar el arbolado plantado bajo un plan de manejo y con las autorizaciones de las instancias legales y normativas correspondientes.

h) Se compromete a acatar cualquier modificación de programa de trabajo que el Comité pudiera determinar como resultado de eventos naturales o de otra índole que pudieran afectar el desempeño del programa de trabajo anexo a la presente Carta compromiso.

Sexta. Las partes están de acuerdo en que la vigencia de la presente Carta-compromiso será a partir del día de su firma y hasta que cumpla satisfactoriamente con el objeto para el cual le fue otorgado el apoyo.

Séptima. Para el caso de controversias las partes están de acuerdo en sujetarse a la competencia de los tribunales estatales con sede en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Leído que fue y enteradas las partes de su contenido y alcance legal, lo firman por duplicado en el municipio de Xalapa, del Estado de Veracruz el día 18 de 2006.

Por el AYUNTAMIENTO

El Presidente Municipal de Xalapa Síndico

BENEFICIARIO

C. Antonio García Fernández

Anexo 6. Criterios y procedimientos para la selección de predios participantes en el subprograma de conservación y restauración del PCSAX.

Objetivos estratégico: Proteger los ecosistemas (bosques, suelos,) dentro del área de recarga de acuíferos de la ciudad de Xalapa en la cuenca del río Pixquiac.

Debido a que los recursos públicos y privados que se obtienen para compensación por labores de conservación son limitados, mediante el presente documento se plantean los lineamientos para elaborar un sistema de valoración, priorización y selección de los predios sujetos a conservación y/o restauración con base en criterios ambientales, socioeconómicos y de factibilidad.

El **Subprograma de Conservación** está dirigido hacia predios privados, parcelas ejidales, o áreas comunales, que reúnan las siguientes características:

- Ubicación en las áreas prioritarias para conservación delimitadas en el estudio de balance hidrológico de la cuenca.
- Presencia de manantiales y arroyos, y áreas con pendientes mayores al 100% (45˚)
- Fragmentos de bosque nativo (Bosque Mesófilo de Montaña en la parte media de la cuenca, y bosques de encino, encino-pino y de coníferas en la cuenca alta) en buen estado de conservación.
- Fragmentos de bosque nativo perturbado, pero con indicios claros de regeneración (acahuales maduros, fragmentos con regeneración avanzada de especies arbóreas nativas, fragmentos cercanos a un bosque en buen estado).
- Fragmentos que funcionen como corredores biológicos importantes para propiciar una buena conectividad del paisaje.
- El predio/parcela presenta especies únicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Se presentan en este documento los criterios para calificar e incluir a las áreas idóneas para ser sujetos a un apoyo económico específico por conservar. Los Subprogramas de conservación y restauración incorporan compromisos concretos de cada dueño, con el fin de que colabore de forma activa en la conservación y restauración de dichas zonas forestales a corto, mediano y largo plazo. Estos acuerdos se identifican al visitar cada parcela, se discuten con el dueño(a) y marcan la pauta a seguir para el tipo de compromiso que esta dispuesto a adquirir.

Procedimiento de selección

El área/parcela candidata a integrarse estos Subprogramas deberá cumplir con los criterios de selección establecidos y haber sido calificada en términos positivos. Esta calificación será resultado de una evaluación de campo específica al área/parcela que se esta promoviendo.

Para ser candidata a este reconocimiento, el área deberá:

- Localizarse en alguna de las áreas de atención prioritarias para conservación señaladas en el estudio de balance hidrológico de la cuenca.
- Tener una superficie mínima compacta de 1 hectárea;
- Calificar con un valor alto al hacerse el recorrido de campo;
- Y, el/la dueño(a) se compromete a evitar la introducción de ganado, reducir la extracción de leña únicamente para autoconsumo, y evitar la extracción de otro tipo de producto, flora o fauna de esta área, al menos hasta que se cuente con un programa de manejo oficial en la modalidad de conservación.

Criterios de Selección (Prelación)

El diseño del mecanismo de selección debe incluir una ponderación para cada atributo, de manera que puedan calificarse y elegirse los predios más valiosos para este Programa CSA.

A la parcela se le podría asignarse un valor ponderado (de prelación) que va de 1 a 3 de acuerdo a la importancia relativa del atributo.

Se proponen los siguientes tipos de atributos:

1. Ubicación en las áreas prioritarias para conservación o restauración identificadas en el estudio de balance hidrológico de la cuenca.
2. Presencia de vegetación riparia que protege las orillas de ríos.
3. Pendientes y suelos
4. Presencia de cobertura arbolada, estructura y composición de especies
5. Problemas de erosión laminar en el área
6. Manantiales y arroyos
7. Beneficio Social
8. Salud y riesgo ambiental.

Cada uno con sus elementos particulares con valor de prelación diferente, según su condición (ver cuadro).

El valor que cada atributo tiene es un tema a definir dentro de la Comisión de elaboración de criterios y de los miembros del Subcomité técnico de apoyo.

El área elegible para recibir apoyos por Conservación, debe valorarse de acuerdo a los siguientes atributos.

ATRIBUTOS A CONSIDERAR (primera versión, por discutir)	**Valor de Prelación**
I MANANTIALES-ARROYOS	
1.1 Localización en las áreas prioritarias para conservación o restauración señaladas por el estudio de balance hidrológico de la cuenca	**3**
1.2. Presencia de manantial con cobertura arbolada	**3**
1.3. Presencia de franjas-corredores donde se ha mantenido la cobertura arbolada a la orilla de ríos y arroyos.	**3**
II. PENDIENTES Y SUELOS	
2.1. Pendientes mayores a 45° (100%) que mantienen alguna cobertura arbolada y pueden recuperarse con exclusión del ganado y agricultura.	**3**
2.2. Pendientes menores a 45°, con cobertura arbolada.	**1**
III. COBERTURA ARBOLADA, ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE ESPECIES	
3.1. Cobertura arbolada de 80-100% del área elegida.	**3**
3.2. Cobertura arbolada de 60-80%	**2**
3.4. Composición de especies de bosque nativo superior al 50% (correspondiente a la altitud donde se ubica)	**3**
3.5. Composición de especies de bosque nativo inferior al 50% (correspondiente a la altitud donde se ubica)	**1**
3.6. Estructura de la vegetación correspondiente a un bosque maduro o joven, con sotobosque (estratos) bien desarrollado. Alto valor en biomasa acumulada.	**3**
3.7. Estructura y composición de especies correspondiente a un acahual maduro con especies maderables ya establecidas.	**2**
2.8. Acahual joven (jimbal) con presencia *alta* de regeneración natural de especies maderables, palmas y helechos arborescentes.	**1**
IV. CONSERVACIÓN DE ESPECIES	
4.1. Presencia de especies raras, amenazadas, en peligro de extinción local, tales como *Ocotea disyunta, Fagus mexicana, Oreomunnea mexicana, Acer skutchi, Taxus globosa*, o Zapotacea local.	**3**
4.2. Fragmento arbolado importante como corredor biológico o isla de paso ("stepping stone") que mejore significativamente la conectividad del paisaje forestal.	**2**
4.3. Presencia de **especies amenazadas y en peligro de extinción** incluidas en la NOM-ECOL 059.	**3**
4.4. Presencia de especies endémicas de la localidad o a la región	**2**
4.5. Ausencia de especies amenazadas o endémicas	**1**
V. BENEFICIO SOCIAL	
5.1. El principal ingreso del dueño(a) del área/parcela proviene de la actividad agrícola-pecuaria o forestal, por lo que la conservación es una decisión que implica compromisos económicos para su ingreso familiar.	**3**
5.2. El dueño(a) no extrae productos del área, pero se interesa por mantener los servicios hidrológicos y de biodiversidad que provee su terreno.	**1**
5.3. Bajo grado de dependencia económica del dueño sobre el predio y al contrario, alto grado de dependencia como valor estético, espiritual, cultural, recreativo, educativo y de biodiversidad (lo que significa alto grado de compromiso voluntario del dueño para conservar a largo plazo). Aunque el dueño no depende tanto de recursos económicos de su predio el apoyo si le ayudaría a vigilarlo y conservarlo mejor, por que el apoyo no sólo seria en efectivo, sino debe incluir diversas actividades para que sea un programa de conservación activa y no pasiva. (revisar, esto es un resultado)	
VI. SALUD Y RIESGO AMBIENTAL	
6.1. Bajo grado de amenaza por perturbación antropogénica (lejanía a asentamientos urbanos, caminos, y frontera agropecuaria)	**3**
6.3. Parcelas donde no se usen, apliquen, viertan o depositen tóxicos u otro tipo de desecho biológico tales como insecticidas, herbicidas, fungicidas, basureros, descargas residuales domésticas, de granjas e industriales sin tratar.	**2**
6.2. Alto grado de amenaza por perturbación antropogénica (cercanía a asentamientos urbanos, caminos, y frontera agropecuaria)	**1**
SUMA	

Compromisos por parte del PCSAX

El Programa de Compensación de Servicios Ambientales de Xalapa se compromete a aportar recursos económicos a los dueños(as) que ingresen a este apoyo, con lo siguiente:

- Firma de carta compromiso de cinco años de alcance Pago de mil pesos por hectárea al año, o el equivalente si se trata de una fracción.
- Proveer letreros para señalizar las áreas de conservación (tres por predio), o el equivalente si se trata de una fracción.
- Proveer alambre de púas para linderos susceptibles de entrada de vacas, cuando sea el caso (dos por ha.), o el equivalente si se trata de una fracción.
- Aportar recursos para proyectos productivos o iniciativas para mejorar actividades productivas actuales, compatibles con la conservación de los recursos naturales de la cuenca.
- Gestionar complementos de recursos económicos para apoyar proyectos e iniciativas compatibles con la conservación de los recursos naturales de la cuenca.
- Promover la presencia de brigadas voluntarias de vigilancia local en coordinación con PROFEPA.
- Realizar una verificación de campo anual sobre las condiciones del área incluida en el programa.

Compromisos por parte de los dueños de predios

Los dueños(as) que ingresen a este programa, se comprometen a lo siguiente:

- Firma de carta compromiso Cinco años de alcance.
- Brechar el perímetro del predio a conservar.
- Colocar las señalizaciones que dará el PCSAX.
- Cercar los linderos donde pueden entrar vacas al área a conservar.
- Aprovechar un máximo de un árbol por hectárea al año, arbolado seco o plagado, para uso doméstico.

- Avisar a Comité técnico del PCSAX cuando se vayan a aprovechar los árboles.
- Participar en los recorridos de las brigadas de vigilancia a los predios e informar cuando se identifiquen actividades contrarias a los objetivos del programa.
- Participar en los talleres de capacitación sobre temas de interés práctico que el PCSAX promueva para los beneficiarios (estufas ahorradoras de leña, cerco eléctrico y pastos de corta para ganado, estanques, etc.).
- Participar en las verificaciones anuales de campo que se realicen en el área incluida en el programa.
- Denunciar cuando se detecte robo de madera o alguna actividad no permitida en su área comprometida con el programa.
- Avisar de incendios o deslaves ocurridos en o cerca de su parcela/predio.

Ficha de identificación

1. Datos generales del beneficiario			
Nombre (s) **Apellido paterno** **Apellido materno**		**Calle y número**	
Población o localidad	**Colonia**	**Municipio**	
Estado	**Teléfono**	**Código Postal**	
Si	**No**	**Si**	**No**
Acredita Propiedad		**Acredita Personalidad Jurídica**	
2. Datos generales del predio a apoyar:			
Predio		**Población o localidad**	
Coordenadas geográficas		**Superficie a apoyar** (ha.)	
		Régimen de la propiedad (Particular, ejidal, comunal, federal, etc.)	
		Número de fragmentos:	
3. Datos de la verificación de campo:			
Fecha de verificación		***Nombre verificador***	
No. Registro campo			

Anexo 7. Monitoreo comunitario del agua, monitoreo de cobertura forestal y monitoreo del impacto socioeconómico.

Monitoreo comunitario de calidad del agua

El monitoreo es reconocido como una parte clave de los programas de manejo integral de cuencas en general y los programas de pago por servicios ambientales hidrológicos en particular a nivel mundial (Robbins et al. 1991, Banco Mundial 1998 y 2000, Novotmy 2003, Allen et al. 2006, Pagiola 2007). Sin programas de monitoreo que documenten las condiciones iniciales y los efectos de estos programas, tanto sobre las condiciones ambientales como las condiciones socio-económicas en la cuenca, es sumamente difícil o imposible evaluar y mejorar su desempeño (Heathcote 2009).

El fundamento teórico de los programas de pago por servicio ambiental hidrológico (PSAH) siendo establecidos en México es que la cobertura boscosa juega un papel importante en proporcionar un rango de servicios hidrológicos importantes como el mantenimiento del equilibrio el ciclo hidrológico (cantidad y calidad del agua), así como reducir la erosión del suelo y azolve, la contaminación bacteriológica y los ciclos de inundaciones y sequías en las zonas bajas de una cuenca hidrográfica (Manson 2004). Hasta la fecha la evaluación del programa federal de PSAH en México ha consistido principalmente del monitoreo, usando imagines de satélite de alta resolución, de cambios en la superficie boscosa bajo el supuesto que existen estrechas relaciones positivas entre la cubierta forestal y los servicios hidrológicos que estos proporcionan (Muñoz et al. 2008). Sin embargo, hay cada vez más evidencia de que estas relaciones son más complejas que lo que se contempló cuando estos programas se establecieron (Bruijnzeel, 2004; Jackson et al. 2005). Por eso, es fundamental que los beneficios de este y otros programas similares se demuestren empíricamente con el fin de fomentar el interés y la confianza de los tomadores de decisiones y los usuarios cuyas aportaciones mantendrán estos esquemas de PSAH en el largo plazo (Wunder 2007).

En particular, urgen estudios que establezcan una línea base que permite 1) la evaluación del impacto hidrológico de cambios en la cantidad y calidad de la cobertura boscosa, así como el manejo de otros usos de suelo, que resulten de este y otros programas de conservación y restauración de la superficie boscosa del país, 2) la evaluación de los cambios en las percepciones de las personas participando en estas programas, su bienestar socioeconómico y la sustentabilidad del desarrollo en la cuenca, y 2) una retroalimentación constante de estos programas, particularmente en la identificación de los cambios necesarios para maximizar su impacto y así asegurar su viabilidad en el largo plazo.

Existen muchas diferentes formas de estudiar y monitorear los recursos hídricos de una cuenca (Dixon y Chiswell 1996; Allan et al. 2006; Sharpe y Conrad 2006). Sin embargo, hay cada vez más interés en el monitoreo comunitario de cuencas como una estrategia que no sacrifica mucho en términos de calidad de los datos colectados (Fore et al. 2001; Engel y Voshell 2002; Nicholson et al. 2002) pero pueda ayuda a superar los altos costos típicamente asociados con programas de monitoreo más científicos que han limitado su aplicación a grandes escalas temporales y espaciales. En este sentido, el monitoreo comunitario puede ser muy efectivo como una red más fina de aviso temprano que complementa a las redes nacionales / regionales más gruesas establecidas por instancias gubernamentales (Whitelaw et al. 2003; Deutsch et al. 2005). Además, este tipo de monitoreo fomenta el educación ambiental y por eso la voluntad de la gente participar en los programas de PSAH (Wunder 2007).

El grupo internacional Global Water Watch[3] (GWW; www.globalwaterwatch.org/) ha estado promoviendo el desarrollo de redes de monitoreo comunitario de aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) desde el 1992. Este tipo de monitoreo fue desarrollado en los Estados Unidos de América (a través del grupo Alabama Water Watch que cuenta con más que 70 grupos de monitores activos en el estado) y ha expandido en ocho países adicionales incluyendo las Filipinas, China, Tailandia, Brasil, Ecuador, Argentina, Peru y México. Los objetivos de GWW son de utilizar métodos sencillos, baratos, y confiables para monitorear las tendencias a largo plazo en la cantidad y calidad del agua en cuencas hidrográficas. Los resultados de estas técnicas, desarrollados a través de

[3] El grupo internacional Global Water Watch (GWW; www.globalwaterwatch.org/) ha estado promoviendo el desarrollo de redes de monitoreo comunitario de aguas superficiales (ríos, lagos, etc.) desde el 1992. GWW utiliza métodos sencillos, baratos, y confiables para monitorear las tendencias a largo plazo en la cantidad y calidad del agua en cuencas hidrográficas. Esta metodología ha sido desarrollada en colaboración entre la Universidad de Auburn y la compañía Lamotte, y ha sido comparada con métodos estándar demostrando proveer información valida científicamente, lo cual hizo posible su validación y aprobación por el gobierno federal de los EUA. Actualmente, se está trabajando con la gerencia regional del Golfo-Centro de la CONAGUA con el fin de recibir un aval similar de esta metodología de instancias gubernamentales en México. Las actividades de GWW en México iniciaron en el 2005 con el primer taller de entrenamiento sobre el monitoreo en cuencas del centro del estado de Veracruz. En el Pixquiac actualmente la red de monitoreo comunitaria del agua cuenta con 20 sitios de monitoreo (10 activos y 10 inactivos) y en un proceso de expansión sobre sitios estratégicos en la cuenca; se tienen más de 30 monitores en activo y ya se cuenta con los datos de mensuales de cinco años para algunos de estos sitios.

una colaboración entre la Universidad de Auburn y la compañía Lamotte, han sido comparados con métodos estándar y han demostrado proveer información valida científicamente, lo cual hizo posible su validación y aprobación por el gobierno federal de los EUA. Actualmente, se está trabajando con la gerencia regional de la CONAGUA con el fin de recibir un aval similar de esta metodología de instancias gubernamentales en México. Un riguroso sistema 16 niveles de certificación y recertificación, incluyendo el entrenamiento de entrenadores y oficiales de control de calidad de los datos ayuda asegurar que sólo los datos más confiables están guardados y eventualmente colocados en el sitio web de GWW.

Las actividades de GWW en México iniciaron en el 2005 con el primer taller de entrenamiento sobre el monitoreo de aspectos físico-químicos, bacteriológicos y sólidos en suspensión del agua en cuencas del centro del estado de Veracruz. Desde entonces, y con el apoyo del Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT), la Fundación para la Conservación, Salud y Alimento y la Agencia de Protección al Ambiente (EPA-EUA) este programa ha crecido considerablemente tanto a nivel regional como nacional. Actualmente la red de monitoreo comunitaria del agua de la cuenca del río Pixquiac cuenta con 20 sitios de monitoreo (10 activos y 10 inactivos) y en un proceso de expansión sobre sitios estratégicos en la cuenca; se tienen más de 30 monitores en activo y se cuenta con los datos de mensuales de cinco años para algunos de estos sitios. En la misma región ya hay redes de monitoreo comunitario establecidos en las microcuencas del Río Pintores, Gavilanes y Sordo, así como en la cuenca del Río Actopan cerca de Naolinco. A nivel nacional actualmente hay con más que 100 monitores entrenados para el monitoreo de 63 sitios ubicados en 10 estados de la república.

Protocolo de Monitoreo

Monitoreo de los recursos hídricos y cobertura boscosa

El esquema de compensación por servicios hidrológicos PCSAX tiene el objetivo general de conservar y restaurar los servicios hidrológicos proporcionados por los ecosistemas de esta cuenca con el fin de garantizar en el largo plazo una suficiente cantidad y calidad del agua para sus habitantes y promover un desarrollo regional más sustentable. El programa supone que la conservación y restauración de la cobertura boscosa, así como el promover estrategias de manejo alternas y más sustentables, tendrá un impacto positivo sobre los recursos hídricos (cantidad y calidad del agua) y el bienestar socioeconómico de las comunidades que dependen de estos recursos.

Este programa, financiado con recursos de CMAS-Xalapa, destinará una fracción de su presupuesto operativo al establecimiento y mantenimiento de una red de monitoreo comunitario del agua para evaluar sus efectos sobre la cuenca y el recurso objetivo. Este presupuesto cubrirá 1) la compra del equipo básico necesario para el monitoreo, 2) el reemplazo de los reactivos caducados o gastados, 3) los gastos de los talleres de entrenamiento o recertificación necesarios para el mantenimiento de la red (se estima que un taller por año durando unos 3 días debe ser suficiente para el monitoreo de 6-8 sitios estratégicos en la cuenca), 4) los gastos asociados con la logística para las visita a cada sitio de monitoreo y 5) el tiempo de los entrenadores de los monitores, el mantenimiento de la base de datos de la red de monitoreo y la generación de informes cuatrimestrales.

Se utilizarán los métodos de monitoreo establecidos por la organización internacional Global Water Watch. Estos métodos tienen la capacidad de evaluar un amplio rango de servicios hidrológicos siendo proporcionados por los ecosistemas de una cuenca incluyendo la calidad físico-química del agua, la evaluación cuantitativa del grado de contaminación fecal a través de la detección de la presencia de la bacteria Eschiricia coli (E. coli) y otros coliformes, la cantidad de erosión de suelos y azolve (sólidos totales suspendidos) de los cuerpos de agua y cambios en el caudal de los mismos. Por eso, este tipo de monitoreo puede adaptarse al contexto y problemática local de cada comunidad participando en los programas de PSAH o bien usuarias del recurso agua en las zonas APROMSA de México.

El monitoreo físico-químico del agua se lleva a cabo usando un laboratorio portátil fabricado por la compañía LaMotte especialmente para GWW (http://www.lamotte.com/pages/edu/aww2.html) con pruebas colorimétricos de pH, oxígeno disuelto, alcalinidad total, dureza total, junto con medidas de la temperatura del aíre y el agua y su turbidez. El monitoreo bacteriológico consiste del uso de un media de cultivación especial (Coliscan Easygel de la empresa Micrology Laboratorios: http://www.micrologylabs.com/.cWcustom/php/catalog.php3?CAT=1) e incubadoras sencillas que permite la medición cuantitativa del número de colonias de E. coli, así como otras bacterias coliformes presentes en las muestras del agua y su comparación con valores estándar de diferentes niveles de contaminación. Para el monitoreo de Sólidos Totales en Suspensión (STS) se usa una bomba de vacío manual con filtros de fibra de vidrio de 6μm, junto con hornos y una balance analítica para secar y pesar los filtros antes y después de la filtración de las muestras de agua. Para estimar el gasto del río y después la cantidad de azolve y erosión de suelos registrado en cada microcuenca se multiplica el área del caudal por la velocidad promedio de objetos estándar flotando en varias secciones del corriente.

Decisiones sobre el número y ubicación de los sitios de monitoreo comunitario establecidos (6-8), así como el tipo de monitoreo realizado (ver descripción arriba) se tomarán el subcomité del Comité Técnico del COCUPIX cuyo cargo será la supervisión general de la operación del PCSAX. Sin embargo, en general estos puntos de monitoreo deben ubicarse justo abajo las zonas con predios participando en el programa y contemplar un sobrelape parcial (1-2 sitios) con la estaciones de monitoreo ya establecidos por instancias gubernamentales en la cuenca con el fin de facilitar comparaciones con los datos colectados en estos sitios. El monitoreo se lleva a cabo mensualmente en los sitios permanentes de monitoreo seleccionados.

Se generarán informes cuatrimestrales del monitoreo comunitario del agua que serán utilizados en las presentaciones al Órgano de Gobierno de CMAS-Xalapa, así como en la material de divulgación que se generará para informar al público de los logros del PCSAX. Los datos generados por las estaciones de monitoreo financiados por CMAS-Xalapa serán considerados la propiedad intelectual del subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX. Sin embargo, por lo menos una vez por año estos datos serán resumidos y presentados en un foro público con el fin de asegurar la transparencia del programa.

Monitoreo a cambios de uso del suelo y cobertura forestal

Un monto adicional (0.5%) del gasto operativo del programa, se utilizará para la generación bianual de mapas de uso de suelo y vegetación de la cuenca. Estos mapas se generarán utilizando imagines de satélite multi-spectrales SPOT (pixeles de 10 m), con la ayuda de puntos de control y verificación colectadas en campo. Se incorporarán en este esfuerzo cuando sea posible alumnos de posgrado interesados en elaborar tesis de maestría relacionados con este tema, con el fin de minimizar los costos asociados que este tipo de monitoreo. Los mapas generados serán utilizados en 1) la divulgación a tomadores de decisiones y el público respecto a los logros del programa, 2) un análisis constante para mejorar nuestro entendimiento del impacto de cambios de uso de suelo sobre la calidad y cantidad de agua proporcionada por la cuenca del Río Pixquiac y 3) la actualización del modelo de balance hidrológico de la cuenca que facilita la identificación de zonas prioritarios del PCSAX. Estos mapas serán considerados la propiedad intelectual del subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX.

Cuadro 1. Indicadores para medir y evaluar el impacto del PCSAX sobre los recursos naturales

Agua	• Calidad: pH, temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza, sólidos totales en suspensión, tubidez, E. coli y otros coliformes • Cantidad: gasto mensual del río
Vegetación	• Cobertura total arbolada • Grado de fragmentación de los bosques (tamaño de fragmentos, forma y grado de conectividad) • Intensificación de otros usos de suelo (tipo de uso de suelo, cantidad de suelo desnudo, tipo de manejo)

Monitoreo del impacto socio-económico del PCSAX

Con el fin de generar una sería de indicadores del impacto socio-económicos del PCSAX en la cuenca del Río Pixquiac y la zona conurbada de Xalapa se realizarán encuestas dirigidas hacia los beneficiarios en campo y usuarios del agua en la zona conurbada. El subcomité del Comité Técnico del COCUPIX a cargo de la supervisión general de la operación del PCSAX trabajará con expertos locales en la materia en la elaboración de estas encuestas pero en lo general tendrán el objetivo de medir en nivel de entendimiento del público sobre el problemática del agua y la importancias de los servicios hidrológicos de los ecosistemas, así como el grado de compromiso de los beneficiarios participar en el programa (ver un ejemplo en Anexo 1 que se desarrollo para medir el impacto de monitoreo comunitario sobre las percepciones de las comunidades participando en él). Estas encuestas se realizaron una vez por año con el fin de establecer una línea base, medir el impacto del PCSAX en la región y hacer ajustes en él de ser necesario.

2010 Año Internacional
de la Biodiversidad

Instituto de Biotecnología
y Ecología Aplicada, U.V.