

Estrategia para la **Restauración**
Hidrológico-Ambiental
de la **Subcuenca Río Sabinial**

2011-2021





**Mercedes Concepción Gordillo Ruiz,
Juan Francisco Santos Estévez
y Froilan Esquinca Cano**

Con la participación de:

Adrian Méndez Barrera, Odetta Cervantes Bieletto,
Silvia Ramos Hernández y
Gloria Espíritu Tlatempa

Septiembre 2012, Tuxtla Gutiérrez Chiapas

Lic. Juan Sabinés Gutiérrez

Gobernador Constitucional del Estado de Chiapas

Lic. Fernando Rosas Palafox

Secretario de Medio Ambiente e Historia Natural

Froilan Esquinca Cano

Coordinador Técnico de Investigación

Dr. Jorge Ferro Díaz

Director de ECOVIDA/ Ministerio de Ambiente Cuba

Mtra. María de los Ángeles Pérez Hernández

CEPRODESO/ Ministerio de Ambiente Cuba

Editor

Ma. Carolina Ochoa Gómez

Coordinación Editorial

Silvia Ramos Pérez (suelos)

Mercedes Concepción Gordillo Ruiz

Fotografías

Viviana Fernández Becerra

Diseño Editorial



Este documento forma parte del proyecto “Estrategias para la restauración y rehabilitación de la cuenca del río Sabinal: un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas” a través de los Fondos Mixtos del COCyTECH y CONACyT

**Grupo de Planeación de la
Estrategia para la Restauración Hidrológico Ambiental
de la Subcuenca Río Sabinal**

2011-2012

Biól. Adrian Méndez Barrera (CONANP)
Ing. Odetta Cervantes Bieletto (CONANP)
Dr. Miguel Ángel Vázquez Sánchez (ECOSUR)
Ing. Luis Rey Álvarez Zarate (IRBIO, actualmente SECAM)
Mtra. Maria Elena Pola López (CONAFOR)
Mtro. José Felix Ayala García (SEMAHN)
Lic. Gilberto Hernández Ruiz (SEMAHN)
Dr. Jaime Cruz Bermúdez (UNACH)
Dra. Silvia Ramos Pérez (UNICACH)
Ing. Alejandro Mendoza Castañeda
(Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez)
Biól. Alberto Castañón Perales
(Ayuntamiento de Berriozábal)
Ing. Yeri Elisa Estrada Domínguez
(Gerencia Operativa de la cuenca Río Sabinal)
Lic. Jenny Selesté Ruiz Narváez
(Gerencia Operativa de la cuenca Río Sabinal)
Ing. Moisés González Indili
(Gerencia Operativa de la cuenca Río Sabinal)

Forma de citar el presente documento:

Gordillo, R.M., Santos E.J.F., Esquinca C.F. 2012. Estrategia para la Restauración Hidrológico Ambiental de la Subcuenca Río Sabinal. Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 94 p.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
PRESENTACION	5
1.- EL CONTEXTO: TENDENCIAS Y ESCENARIOS	7
MUNDIAL	7
PAÍS	9
CHIAPAS	11
2.- ANTECEDENTES	14
3.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA	17
PROCESOS NATURALES Y ECOLÓGICOS EN LA CUENCA.....	17
3.1.1 Localización geográfica.....	17
3.1.2 Topografía, Geología y Función del Paisaje.....	18
3.1.3 Clima, temperatura y precipitación.....	19
3.1.4 Los suelos: tipos, distribución e importancia ecológica.....	20
3.1.5 La flora y la vegetación.....	25
3.1.6 Uso tradicional de la flora.....	32
3.1.7 El agua: distribución, disponibilidad y calidad.	34
SERVICIOS ECOSISTEMICOS: HACIENDO VISIBLE EL CAPITAL NATURAL	37
4.- LOS DESAFIOS.....	42
ESTADO ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS: FRAGMENTACIÓN Y DEGRADACIÓN.....	42
SUELOS: PROCESOS DE DEGRADACIÓN Y SUSTENTABILIDAD.....	51
5.- MARCO DE ACTUACIÓN	58
6.- FUNDAMENTACION JURIDICA	60
7.- LA ESTRATEGIA: VISION, ESCENARIOS Y LINEAS DE ACCIÓN.....	64
MARCO OPERATIVO PARA LA RESTAURACIÓN	69
LINEA SOBRE BIODIVERSIDAD.....	69
LINEA PARA LA GESTION DE RIESGOS POR EROSIÓN HIDRICA.....	72
LINEA PARA LA GESTION DE LA CONCURRENCIA INTERINSTITUCIONAL.....	76
LINEA DEL FOMENTO A LA EDUCACIÓN, COMUNICACIÓN PARA LA PARTICIPACIÓN SOCIAL	79
8.- PAUTAS PARA EJECUCIÓN DE LA ESTRATEGIA	82
9.- CONSIDERACIONES FINALES.....	83
10.- DIRECTORIO DEL GRUPO ESTRATEGICO	84
11.- LITERATURA CITADA	85

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Rosas Palafox, Lourdes Adriana López Moreno y Froilan Esquinca Cano, por el apoyo brindado para el desarrollo del proyecto.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas por el financiamiento otorgado para la ejecución del proyecto “Estrategias para la restauración y rehabilitación de la cuenca del río Sabilal: un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas”, del cual se desprende la presente iniciativa.

Agradecemos profundamente a todos los (as) representantes institucionales y de la sociedad que participaron desde la integración de la mesa especializada y durante los talleres de planeación y retroalimentación de la Estrategia; particularmente a cada uno de los integrantes del grupo de Planeación.

A, Freddy Delgado Fernández, Jorge Luis Zamora Martínez, María Basulto Santiesteban, Oscar Farrera Sarmiento, Miguel Ángel Castillo Santiago, Silvia Ramos Hernández, investigadores y Susana Pérez Ponce, Alejandra Alonso Vázquez, Rosa Elena Flores Escobar, Diana Yaneth Sánchez Molina, estudiantes del proyecto, por el apoyo brindado en campo y análisis de resultados que dan sustento técnico a la Estrategia.

También expresamos nuestro agradecimiento a los pobladores de los ejidos de Berriozábal, Copoyo-Jobo, Plan de Ayala, Viva Cárdenas, 16 de Septiembre, Villa Allende, Vicente Guerrero y Miguel Hidalgo por el apoyo brindado en campo y su participación en las entrevistas.

A todo el personal de la SEMANH, en particular a Juan Carlos Osorio Calvo por todo el apoyo proporcionado para el desarrollo del proyecto.

PRESENTACIÓN

Considerando que los ecosistemas no solo son reservorios de la diversidad biológica, sino que históricamente y de manera más relevante han proporcionado a la humanidad bienes y servicios de valor inestimable y que son fundamentales para nuestra sobrevivencia y bienestar. Recientemente valorados a través del estudio de los Ecosistemas de Milenio y el Enfoque de Ecosistema instituido en el año 2000 en la Convención de Biodiversidad, recomendando a los países miembros del Sistema de Naciones Unidas para su implementación en diversos programas y proyectos, dentro de los que destaca México.

México es reconocido a nivel mundial por ser el cuarto país en Megadiversidad y ante su posición geográfica es el punto de cruce de la región Neártica y la Neotropical, representa una enorme distribución de ecosistemas, cuencas y culturas que la han significado como Mesoamérica. Chiapas es puente Estratégico de esta riqueza natural y dentro de su propia geografía es relevante la presencia de dos grandes sistemas: a saber, la cuenca del Grijalva y la cuenca del Usumacinta. Dentro de la primera y como el eje central de desarrollo económico, social y cultural se encuentra el Río Sabinal, considerada una Subcuenca tributaria y promotora del desarrollo de la ciudad Capital de Tuxtla Gutiérrez y tres municipios de alta prioridad para centro del Estado de Chiapas.

La cuenca resulta en una privilegiada diversidad de ecosistemas, pero contradictoriamente a esta infraestructura natural, por más de cuatro décadas y de forma aun más acelerada a partir de los noventa, la cuenca ha estado expuesta a cambios de usos de suelo contrastantes que obedecen a la acelerada demanda de tierras destinada al uso habitacional, modificando así sustancialmente la vida y las actitudes de los habitantes en relación a los valores de los servicios ecosistémicos, lo cual ha magnificado la vulnerabilidad de la sociedad ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos de carácter local y global, que cuando son extraordinarios en su expresión, han causado severos impactos sociales, económicos y ambientales provocando alteraciones en los ciclos hidrológicos y la capacidad de resiliencia de los ecosistemas naturales y la sociedad de amortiguar sus efectos.

Para mejorar el futuro bienestar de los habitantes del Sabinal se requiere eminentemente desarrollar y focalizar los esfuerzos para conservar y restaurar los ecosistemas que resguardan los actuales bienes naturales. Es por ello y alineados a los objetivos estratégicos de la política ambiental del Plan de Desarrollo Chiapas Solidario (2006-2012), Plan de Gestión y Manejo Integral de la Cuenca del Río Sabinal y el Programa de Ordenamiento Territorial, la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural y el Grupo Especializado de Trabajo de Restauración del Comité de Cuenca del Río Sabinal (GERTHA) presentan la Estrategia para la Restauración Hidrológico-Ambiental de la Subcuenca Río Sabinal (ERSABI).

En una visión de largo plazo al 2021, a través de la ERSABI los actuales gobiernos con incidencia en el territorio podrán:

“ Contribuir a la restauración hidrológica ambiental de la Cuenca del río Sabinal mediante la rehabilitación y regeneración natural de ecosistemas desde la valoración de los servicios ecosistémicos, articulando instituciones y estimulando la participación social ”

La ERSABI plantea líneas, objetivos y acciones estratégicas dirigidas a coadyuvar en la prevención de las amenazas, la atención de los factores causales y los efectos del deterioro ambiental dirigidos a procurar la recuperación de los ecosistemas para que estos continúen proveyendo los servicios y bienes, fundamentalmente de aquellos cuya naturaleza proveen bienes a la sociedad y regulan procesos funcionales en los ecosistemas estrechamente relacionados con el bienestar humano. De esta manera el GERHA y la SEMAHN se suman a los esfuerzos locales y nacionales por iniciar una cruzada hacia la recuperación hidrológico-ambiental de la cuenca, bajo un Enfoque de Ecosistemas con planeación, que por primera vez permite reconocer los servicios estratégicos que producen los ecosistemas de la cuenca del Río Sabinal y articula la gestión participativa de una cuenca piloto que brinda la posibilidad de replicar la experiencia en otras cuencas a nivel local, regional y mundial.

El proceso de elaboración del presente documento fue coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, su desarrollo contó con la asesoría y el apoyo de investigadores del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, Cuba y del grupo interinstitucional que integra el GERHA. Este esfuerzo de colaboración institucional recibió el apoyo financiero del Fondo Mixto CONACyT-COCyTECH a través del proyecto “Estrategias para la restauración y rehabilitación de la cuenca del río Sabinal: un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas”.

1.- EL CONTEXTO: TENDENCIAS Y ESCENARIOS

Mundial

En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, la comunidad científica ratifica la inextricable relación de dependencia de la humanidad por completo de los ecosistemas de la Tierra¹ y específicamente se reconoce la importancia de los servicios que éstos proporcionan a la sociedad. En un extraordinario esfuerzo y de manera sencilla en esta Evaluación y cada vez más frecuente en planes, estudios y programas de Gobierno, posterior a este informe se ha generado una nueva ola sobre el reconocimiento que los ecosistemas otorgan una diversidad de beneficios a las personas, entre los que se incluyen prestaciones de suministro, de regulación, culturales y de base (Figura 1, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005, Guerrero et al. 2006, Balvanera y Cotler et al. 2009).

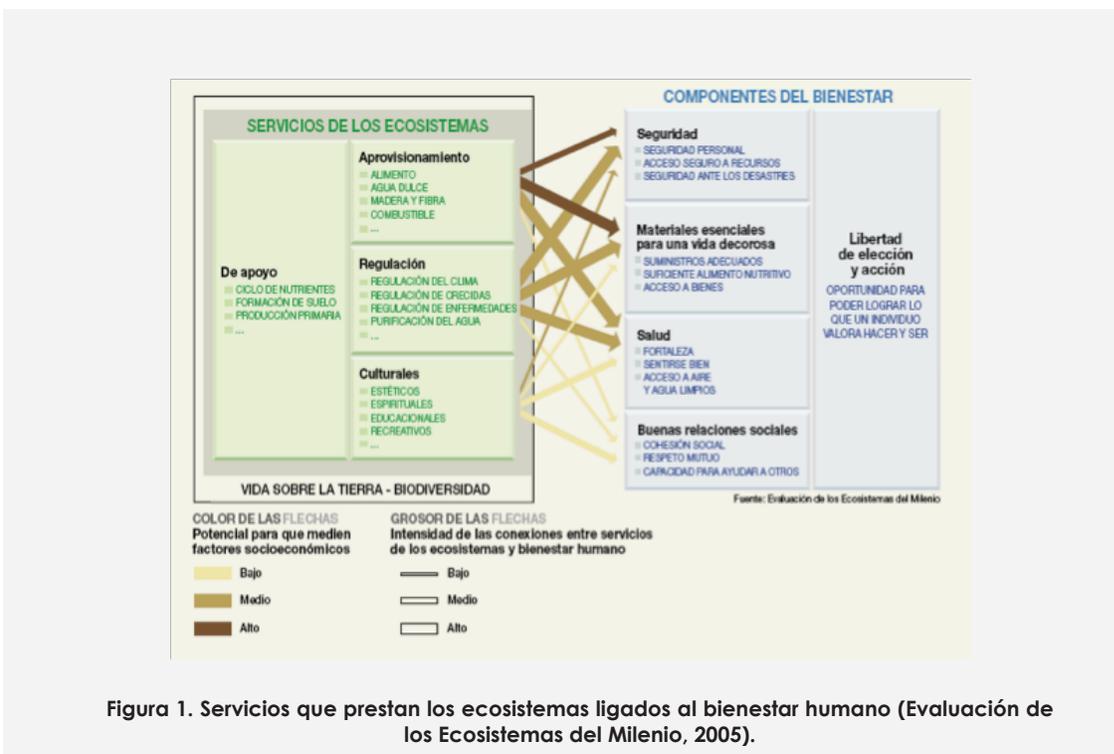


Figura 1. Servicios que prestan los ecosistemas ligados al bienestar humano (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

1. La unidad funcional básica de la naturaleza, en donde interactúan componentes bióticos (plantas, animales, micro-organismos) y abióticos (energía, agua, suelos, nutrientes, atmósfera).

En contraste con los beneficios que recibe la sociedad de los ecosistemas en esta Evaluación se revelan cifras alarmantes del estado actual de degradación de los ecosistemas, y en general se concluye que los últimos 50 años, los seres humanos hemos transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de actuaciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos derivados de monocultivos que hoy en día dan sustento a numerosas poblaciones en el mundo.

El patrón de degradación no ha sido de forma homogénea sobre las distintas regiones del planeta, se señala a la región tropical donde las transformaciones y la pérdida de la biodiversidad han sido críticas. En efecto, la deforestación y la degradación han alterado muchos de los paisajes tropicales del mundo a tal punto que, en el mejor de los casos, sólo el 42% de la cobertura boscosa remanente (o el 18% de la cobertura boscosa original) de los trópicos ocupan grandes extensiones continuas de tierra (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).



La ciencia y la sociedad enfrentan grandes retos para atender a los patrones actuales de degradación de los ecosistemas y de los servicios que estos proveen a la sociedad ante escenarios de cambio climático global y pobreza. Lamentablemente la conservación ya no es suficiente para enfrentar y remediar las tendencias de transformación y degradación de los ecosistemas naturales esta tarea ahora debe estar acompañado de su restauración (Hildebrand y Alvarado 2005).

“ La Sociedad para la Restauración Ecológica (2002) define a la restauración como el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido ”

El reconocimiento que es necesario invertir en la restauración de los ecosistemas es reciente, quizás la década de los noventa han sido el periodo en el cual se han desarrollado las experiencias con mayor fuerza (Newton 2008). En el mundo, Latinoamérica ofrece un extraordinario ejemplo de Restauración, en el Parque Nacional Santa Rosa, a través de la compra de tierras de vecinales y de uso agropecuario marginal de fincas y haciendas contiguas a Santa Rosa, detener los incendios, la agricultura, la tala y cacería y permitir que la naturaleza recupera su territorio original (Janzen 2008). A la vuelta de más de dos décadas el Parque se convirtió en el núcleo de lo que ha llegado a ser una área diez veces mayor el Área de Conservación Guanacaste, y la reserva hoy conserva el bosque seco tropical más importante en las tierras bajas del Pacífico entre Mazatlán y el Canal de Panamá.

País

En México al igual que en el resto del mundo, el factor de mayor impacto en la pérdida de ecosistemas y los servicios que ofertan, ha sido la deforestación para la producción de alimentos, pastizales para ganado, zonas urbanas y rurales de población (SEMARNAT 2011). Hacia 1976 la cobertura vegetal original de los ecosistemas naturales del país se había reducido a un 62% y para 1993 representaba solamente 54% de su superficie original, con las mayores pérdidas ubicadas en las zonas tropicales (Challenger y Dirzo 2009 y CONAFOR 2010). Estos escenarios ya dejaban ver el arduo trabajo y las inversiones que se requerirían para tratar de frenar y recuperar los ecosistemas que se han estado perdiendo (Figura 2).

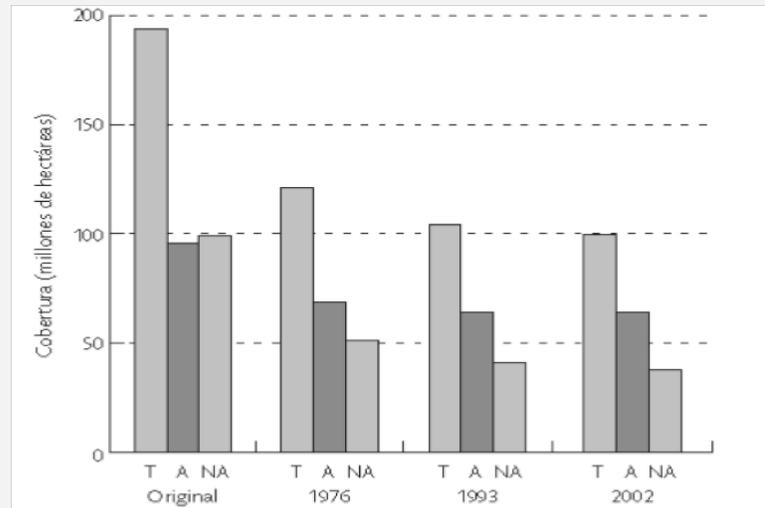
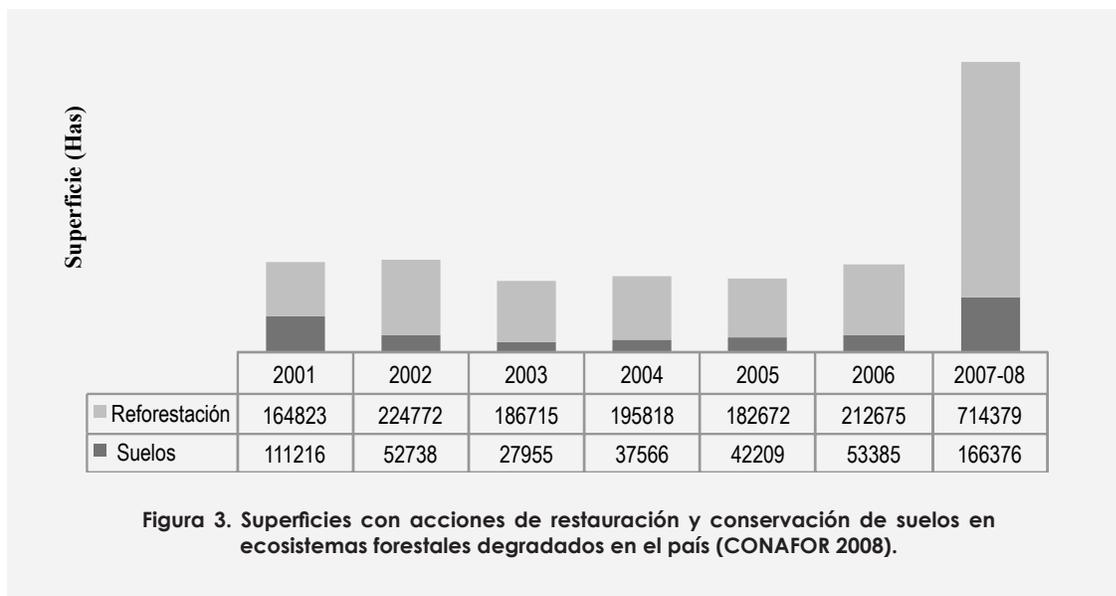


Figura 2. Tendencias de cambio en la cobertura de la vegetación en México, incluyendo el total de cobertura (T), la correspondiente a la vegetación arbolada (A) y a la no arbolada (NA) en cada año (Challegger y Dirzo, 2009).

En nuestro país el marco legal define a la restauración con distintos enfoques pero con un fin común; recuperar completamente o partes de aquello que se ha perdido y que forma parte del desarrollo de los pueblos: a) Ecológico: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente indican a la restauración como el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones ambientales que propician la evolución y continuidad de las especies y de los procesos naturales; b) Ley Forestal de Desarrollo Sustentable define el hecho como un conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión de Áreas Protegidas (CONANP), Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) y la SAGARPA mediante la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA), son las principales instituciones que atienden al tema de restauración en México.

Desde la creación de la CONAFOR el Gobierno Mexicano reconoce que uno de los grandes desafíos para el país es conservar la extensión de sus bosques y selvas (LGDFS 2008), más aún, tratar de recuperar superficies forestales que se han perdido o degradado por factores como el cambio de uso del suelo a favor de las actividades agropecuarias y de la expansión de las áreas urbanas, entre otros (CONAFOR 2009). En este sentido, la mayor parte de los esfuerzos se han concentrado en la restauración de los ecosistemas forestales a través de la realización de obras de conservación de suelos y la reforestación en terrenos degradados. La Figura 3 muestra gráficamente como a través de los años se ha venido incrementando la superficie con suelos degradados, por ejemplo, al inicio del milenio y hasta el 2008 se han invertido en recuperar 491,445 hectáreas para mejorar los suelos degradados y 2,918,694.0 de hectáreas para reforestar áreas degradadas en este mismo periodo en el país.



Chiapas

El escenario de deterioro de los ecosistemas en el país es similar para Chiapas, cifras oficiales presentadas por la comunidad científica en el Programa Acción Ante el Cambio Climático (Gobierno del Estado de Chiapas 2010), indican que Chiapas en las últimas dos décadas ha tenido una pérdida gradual de su superficie boscosa. En términos generales, la superficie de “bosque” disminuyó aproximadamente 120,000 hectáreas entre 1990 a 2009, lo cual representa una reducción del 3.74 % de la superficie forestal estimada a inicios de los noventa. Prospecciones sobre el comportamiento de la deforestación a escenarios del 2016 muestra que de seguir con la misma tendencia se podría llegar a una deforestación neta entre 218,726 y 233,414 hectáreas.

Para continuar con la ardua tarea de enfrentar los escenarios del deterioro ambiental el Gobierno Estatal ha trazado la política pública ambiental dentro de su Plan de Desarrollo, en la cual la gestión ambiental en un contexto de cambio climático, es un tema de prioridad y seguridad. En este esquema se incluye al Agua, por lo cual el binomio bosque-agua hoy forma parte de las agendas de trabajo de los actuales gobiernos. Por ello, el manejo integral de cuencas es otro de los instrumentos de política ambiental que en fechas recientes ha retomado fuerza en los procesos de planeación e implantación de estrategias dirigidas a lograr la conservación y restauración de los recursos naturales en un marco de desarrollo forestal sustentable (Gobierno del Estado 2007).

El Programa Regional Hidrológico Forestal Frontera Sur (PRHF), otro instrumento de gestión rector en materia de Agua y Bosque ofrece un marco diagnóstico donde se definen las necesidades de recuperación forestal y la cubierta de la vegetación en general en Chiapas y Tabasco. El Programa indica las estrategias diseñadas para recuperar la cobertura forestal y suelo, asumiendo que con su aplicación se logrará recuperar el servicio ecosistémico de protección y regulación del ciclo del agua en las cuencas hidrográficas de la entidad (IMTA 2004). Como puede apreciarse en el Cuadro 1, aunque muy relacionado con el tamaño proporcional de los estados, Chiapas reporta la mayor superficie con necesidades de recuperación del Sur de México. En cuanto al uso del suelo, puede apreciarse que las áreas con mayores necesidades de recuperación forestal son las clasificadas como selva fragmentada, pastizales y zonas de cultivo. En todos los casos las mayores superficies se localizan en el estado de Chiapas.

Cuadro 1. Necesidades de recuperación forestal (ha) por uso del suelo para los estados en la Región Hidrológica Sur XI (IMTA 2004).

Estado	Ag	Ff	Mt	Ot	Pz	Sf	Zd	HF	Total (ha)
Chiapas	189,402.89	173,872.11	5,339.17	428.72	211,831.17	258,568.82	9,325.30	5,017.65	853,785.83
Tabasco	25,896.37	780.96	7,600.22	255.55	70,914.33	19,170.94	-	805.74	125,424.11
Campeche	706.62	-	152.10	-	876.51	2,549.60	-	35.20	4,320.03
Oaxaca	737.33	95.43	1,181.95	486.39	5,399.81	34,718.54	1,577.98	180.82	44,378.25
Total	216,743.21	174,748.50	14,273.44	1,170.66	289,021.82	315,007.90	10,903.28	6,039.41	1,027,908.22

Clave uso Suelo: Ag = Zona de cultivo (agricultura), Mt = Matorral, Ot = Otros, Ff = Bosque fragmentado, Pz = Pastizal, HF = Áreas riparias, Sf = Selva Fragmentada y Zd = Zonas degradadas

Cuadro 2. Necesidades de recuperación forestal (ha) por estado en la RHA XI (por rango de pendiente).

Estado	Rango de pendientes en porcentaje (%)					HF	Total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60		
Chiapas	284,858.76	91,127.41	232,870.49	163,957.25	75,954.27	5,017.65	853,785.83
Tabasco	104,976.08	2,755.45	4,928.49	4,824.20	7,134.15	805.74	125,424.11
Campeche	4,284.83	-	-	-	-	35.20	4,320.03
Oaxaca	5,054.18	649.11	34,142.50	1,506.59	2,845.05	180.82	44,378.25
Total	399,173.85	94,531.97	271,941.48	170,288.04	85,933.47	6,039.41	1,027,908.22

En el Cuadro 2, puede notarse que en todos los estados, excepto Oaxaca, las mayores necesidades de recuperación forestal se ubican en terrenos planos y con pendientes muy suaves (0-8%), lo cual se atribuye al hecho de que existen en la región grandes planicies ya que en el rango de pendiente mencionado, es donde se desarrollan las selvas, las que están siendo más amenazadas con el propósito de introducir la agricultura y ganadería.

“ Ante condiciones de Cambio Climático y pobreza del pueblo Chiapaneco, la Restauración de los ecosistemas y por tanto de los servicios que ofertan a favor del bienestar humano, representa una necesaria oportunidad para mitigar los efectos del deterioro ambiental, mejorar la calidad de vida de los pueblos y para el cumplimiento de la política ambiental en atención a los objetivos del Milenio. ”

Finalmente, el análisis en las tendencias y escenarios de la degradación de los ecosistemas en distintas escalas (mundo, país y Estado) dejan como reflexión que hasta ahora se tiene delimitado el problema, pero que aun estamos comenzando a reconocer y a darle valor a lo prioritario que es el tema de la Restauración, es decir, el revertir estas tendencias y escenarios frente a condiciones de Cambio Climático y pobreza extrema que viven los pueblos de México, representará un gran reto para el país y desde luego a Chiapas. Tema que hasta antes del presente sexenio no aparecía en la agenda política de la Entidad, y que tampoco se había precisado la dimensión del deterioro y mucho menos en el tiempo que habrá que dejar que la naturaleza se recupere o invertir en acciones que permitan sacar del deterioro a las zonas que sostienen la producción de bienes y servicios ecosistémicos relacionados con el bienestar de los pueblos. Lo cual, implica enfatizar en una política ambiental, holística, con visión de largo plazo, que reconozca que los ecosistemas son resultado de procesos ecológicos y evolutivos que la han venido moldeando a lo largo de millones de años (Dirzo y Raven 2003), por lo tanto la restauración de esta no puede ser restringida a los tiempos de la administración pública.

2.- ANTECEDENTES

Las iniciativas de atención a los problemas de degradación de la Subcuenca Río Sabinal están bien delimitadas en tres documentos rectores, el estudio de Aprovechamiento Hidráulico Integral y de Control de Inundaciones de la Cuenca del Río Sabinal, Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca y el Plan de Gestión y Manejo integral de la Subcuenca Río Sabinal. Cada uno de estos trabajos aporta distintos niveles de conocimiento sobre las características y comportamiento de los elementos bióticos y abióticos, incluyendo a las poblaciones humanas que interactúan con dichos elementos y las distintas dimensiones de los problemas que atañan a la cuenca. En general en todos los documentos se expone lo necesario y prioritario que es dirigir los esfuerzos para frenar el cambio de uso de suelo y revertir los indicadores de deterioro ambiental a través de la aplicación de acciones de conservación y restauración ambiental.

En el 2004 el Gobierno del Estado encargó a la UNACH realizar el estudio de Aprovechamiento Hidráulico Integral y de Control de Inundaciones de la Cuenca del Río Sabinal. La demanda del estudio, tiene origen en las inundaciones ocurridas el 25 de junio de 1996 y el 6 de octubre del 2003. En esta última, la inundación abarcó aproximadamente seis kilómetros del río Sabinal y en algunas zonas el agua alcanzó una altura de dos metros y medio, por lo que este evento representó la peor inundación histórica sufrida por la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Este estudio siembra un importante precedente en el conocimiento hidráulico de la cuenca y derivado de esto plantea diferentes escenarios y alternativas de solución para evitar o disminuir los riesgos de las inundaciones determinando la solución óptima, desde el punto de vista de la ingeniería realizando para ello acciones estructurales. No obstante, también se reconoce la necesidad de abordar el problema con alternativas no estructurales, como son: aprovechamiento sustentable de los acuíferos, control del cambio de uso del suelo, conservación y restauración de las áreas de bosque (UNACH 2004). En parte el estudio, hoy sustenta las obras y mejoras de tipo civil que se realizan sobre el cauce principal a fin de atenuar el impactos de las inundaciones en las colonias establecidas a la margen del río, del tramo que atraviesa la capital.



Modificación de cauce natural



Establecimiento de muros de gavión

En 2010, el Gobierno del Estado decreta el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca (POET). El Programa es el instrumento normativo más importante en la cuenca y rector en las políticas que deben aplicarse para regular y asegurar el uso óptimo del territorio (Periódico Oficial del Gobierno del Estado 2010). En general el POET describe el estado actual de los subsistemas de la cuenca (natural, económico y social) y reconoce que en el 20 % del territorio es necesario implementar una política para restauración desde los enfoques de conservación y aprovechamiento sustentable (Figura 4). Por la naturaleza metodológica del instrumento, elaborado con la participación de actores claves y consulta pública, se considera un importante ejemplo de instrumentos legales derivados de un proceso participativo de consulta pública. Actualmente los gobiernos municipales han comenzado hacer uso del programa para poder regular el uso de suelo desordenado, sin duda el éxito del programa podrá verse reflejando en el corto tiempo.

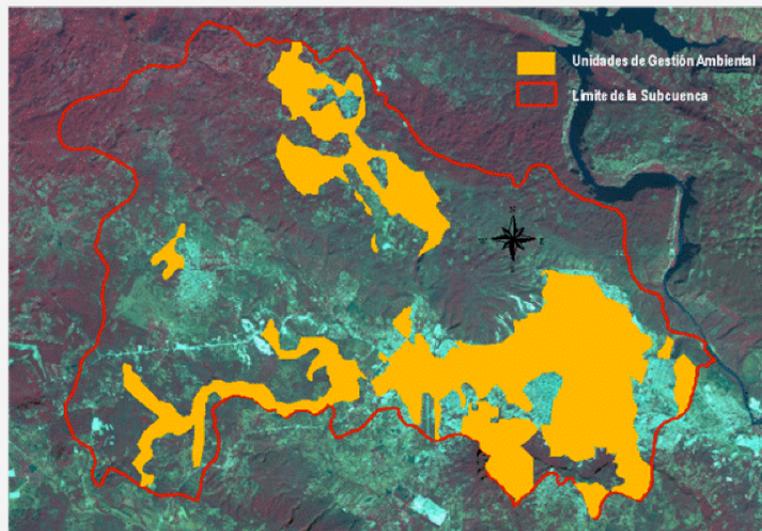


Figura 4. Distribución espacial de las Unidades de Gestión Ambiental con política territorial destinada a la aplicación de acciones de restauración y aprovechamiento (Fuente: SEMAVI 2009).

El Plan de Gestión y Manejo integral de la Subcuenca Río Sabinal es otro importante instrumento diseñado para fomentar la coordinación y articulación de acciones, la aplicación de programas y proyectos de gobierno en una mezcla de recursos entre las instancias que actualmente convergen. Este es el primer esfuerzo que pone en manifiesto la necesidad de atender a la problemática del deterioro ambiental con el enfoque de cuencas, tomando en cuenta un esquema de causa, condición y efecto. De lo anterior surge la recomendación que es prioritario desarrollar un proyecto de rescate ambiental, acompañado de proyectos de desarrollo productivo y económico con la premisa de conservación del suelo y agua. En la medida de lo posible, se recomienda de manera paralela que los proyectos sean consensuados con la población y autoridades gubernamentales (COLPOS 2010).

En atención a las recomendaciones de los documentos rectores de la cuenca y considerando que todavía falta camino para internalizar el costo y la importancia del aporte de ecosistemas al manejo integrado de la Cuenca Río Sabinal, a mediados de agosto del año 2011 se integro el grupo de trabajo especializado o “mesa de restauración”, encargado de auxiliar al Comité de Cuenca Río Sabinal en la toma de decisiones en la materia. Posterior a esto el grupo continuó con una etapa de planeación estratégica, en respuesta de que la Mesa de Restauración y el Comité dispongan de un instrumento de gestión operativa para la Restauración Hidrológico – Ambiental.

Por lo anterior, se inicio el proceso de planeación convocado a instancia de la Oficina de Gerencia de Cuenca del Río Sabinal y el proyecto “Estrategias para la restauración y rehabilitación de la cuenca del río Sabinal: un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas” coordinado desde la Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural y la concurrencia de instituciones y usuarios implicados en proyectos y prácticas de restauración. Con esta iniciativa se comenzó a dar respuesta a las inquietudes manifiestas por “La Mesa de Restauración” de analizar, reconocer y aplicar acciones que tiendan a revertir los indicadores de degradación ambiental de la cuenca.



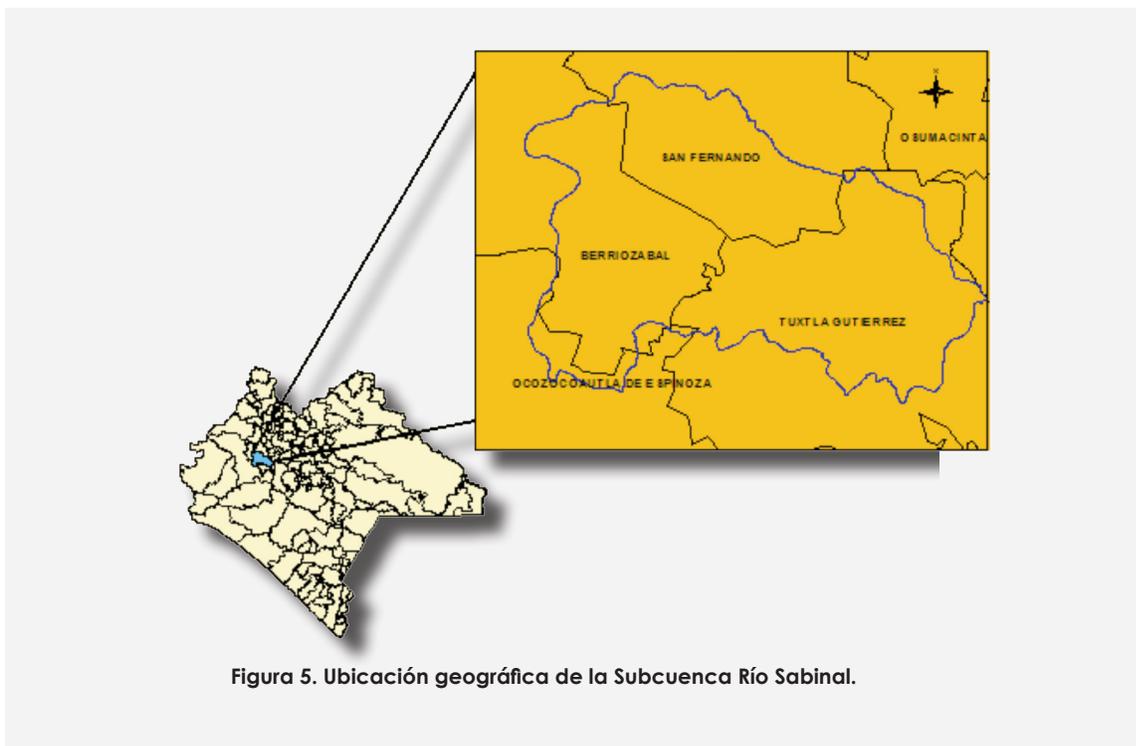
3.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA

En este territorio el agua, suelo, biodiversidad y otros recursos naturales relacionados con el ecosistema, incluyendo a la misma sociedad convergen e interactúan de tal modo que se forma un escenario diverso desde distintos aspectos, físico, biológico, cultural, social y político, estos sin duda interponen grandes retos y oportunidades a sus habitantes y debe ser motivo para trabajar a favor de frenar las causas del deterioro e iniciar el camino a su recuperación. Con la finalidad de dar las pautas de cómo abordar esta compleja realidad a continuación se exponen las características generales de la cuenca.

PROCESOS NATURALES Y ECOLÓGICOS EN LA CUENCA.

3.1.1 Localización geográfica.

El Sabinal es una cuenca urbana y tipo exorreica cuyas aguas tienen como destino final el Río Grijalva (Figura 5). La cuenca posee una superficie de 40,743.84 hectáreas incluyendo territorios parciales de los municipios de Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, Ocozocoautla de Espinosa y San Fernando. Se encuentra ubicada en Latitud Norte 16°52'02", donde limita con la localidad de Álvaro Obregón, municipio de San Fernando; a Latitud Sur 16°43'29", limitando con el Cerro Mac-tumactzá; en Longitud Oeste 93°20'13" limitando con el cerro "Charro Negro", municipio de Berriozábal y en Latitud Este a los 93°04'07", limitando con el Río Grijalva y el Cañón del Sumidero, municipio de Tuxtla Gutiérrez (Periódico Oficial del Gobierno del Estado 2010).



3.1.2.- Topografía, Geología y Función del Paisaje.

En la cuenca se presenta un sistema de topoformas que va desde el lomerío típico y llanura aluvial hacia la sierra alta de laderas tendidas y mesetas por erosión (De la Rosa, 1974). Estas características del paisaje tienen origen en su estructura geológica derivadas de formaciones del Mesozoico y Cenozoico e integradas por rocas de tipo sedimentarias y vulcano sedimentarias productos de los plegamientos tectónicos que derivaron en estructuras anticlinales o sinclinales (INEGI 1985, UNACH 2004, De la Rosa 1984), mostrando un paisaje actual con un gradiente altitudinal que va desde los 400 metros hasta 1200 metros sobre el nivel del mar, donde ríos y arroyos corren por valles angostos y profundos, y las formas del relieve abrupto en general, con serranías ramificadas en direcciones diferentes, las cuales están separadas por valles que se comunican entre sí por medio de angostos cañones (UNACH 2004, Figura 6).

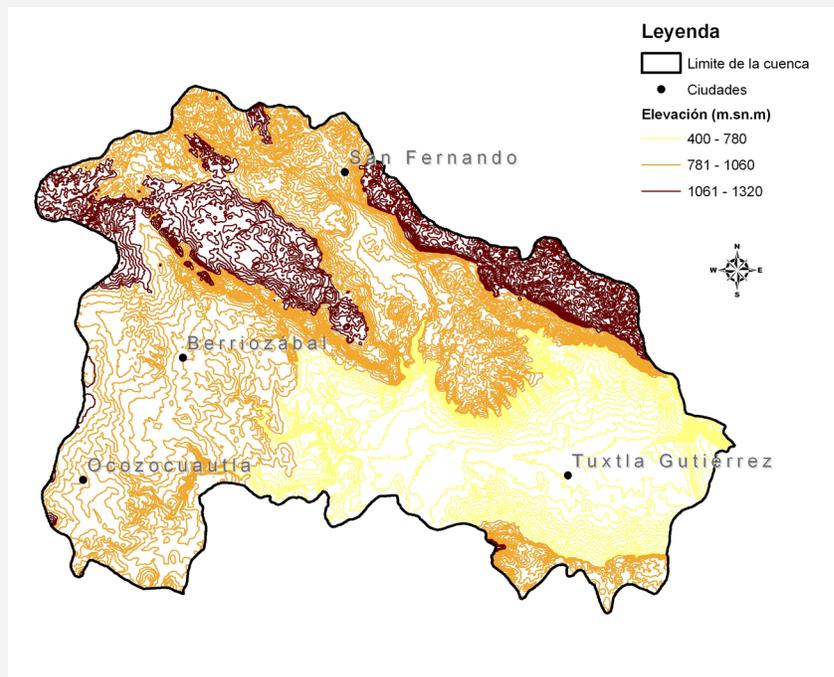


Figura 6. Perfil hipsométrico de la subcuenca del Río Sabinal (Fuente: INEGI, 1999).

3.1.3.- Clima, temperatura y precipitación.

El clima en la cuenca está referido al cálido húmedo que debido a variaciones locales en las precipitaciones y temperaturas, se definen en dos subgrupos de cálido subhúmedo y cálido húmedo de humedad media. Estos están distribuidos de forma irregular a lo largo de la cuenca, aunque existe una notable dominancia (65% superficie del territorio) por el cálido subhúmedo (López 2006). Como puede apreciarse en la Figura 7, al Noroeste de la cuenca (San Fernando y Berriozábal) se presenta la primer condición climática, que se caracteriza por el registro de lluvias en verano-otoño, extendiéndose aunque en menor intensidad hasta el invierno, con una precipitación media anual de 800 a 1200 mm y un registro de temperatura media anual de 15°C y máximo de 33°C (INEGI 2000).

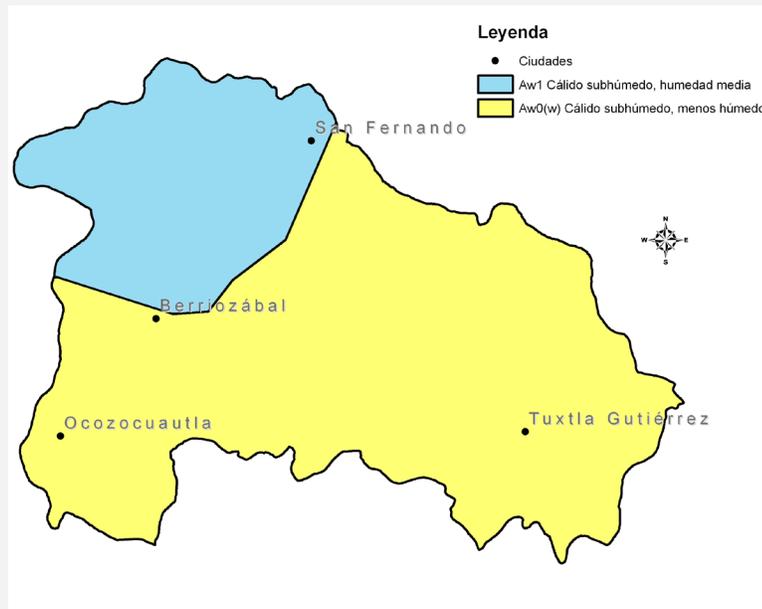


Figura 7. Unidades climáticas presentes en la Subcuenca Sabinal (Fuente: INEGI, 2000).

La segunda condición de clima que tiende a ser muy cálida hacia el resto del territorio, el periodo de lluvias básicamente solo se presenta en verano, los meses lluviosos son de mayo a octubre, con una precipitación acumulada de 916.8 mm que representa un 95.9% de la precipitación anual; donde el mes de junio es el más lluvioso, con una precipitación media mensual de 216.6 mm (López 2006).



3.1.4 Los suelos: tipos, distribución e importancia ecológica.

Los suelos, representan para la sociedad unos de los recursos más importantes y junto con el agua y el aire, se señalan como vitales e imprescindibles para la vida en el planeta. Son la base de la subsistencia humana, de él se obtienen los cultivos, alimentos, por lo que tienen una función imprescindible para la existencia de la vida en la tierra, haciendo los ciclos biogeoquímicos y con ello el reciclado de materia en los ecosistemas terrestres (Ramos *et al.*, 2008).

La acción conjunta de los factores de formación bióticos y abióticos: sustrato geológico, clima, vegetación, pendiente y el tiempo contribuyen a la formación de los diferentes tipos de suelos, que varían en fertilidad, profundidad, desarrollo, capacidad productiva, y por tanto en la sustentabilidad de los ecosistemas. A pesar de su superficie el Sabinal registra una importante diversidad edáfica, pues de los quince tipos de suelo que se registran en la entidad, seis están presentes en la cuenca (FAO-UNESCO-ISRIC, 1988; PEOT, 2005, Ramos y Flores, 2008), las cuales se describen brevemente a continuación:

Tipos de suelos

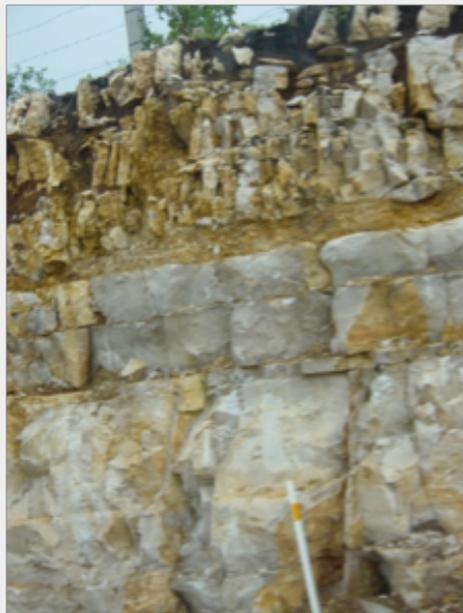
La Subcuenca del Río Sabinal está conformada por seis unidades de suelo (FAO-UNESCO-ISRIC, 1988; PEOT, 2005, Ramos *et al.*, 2008; Ramos 2012), las cuales se describen brevemente a continuación:

Frozen (H). Son suelos de coloraciones pardas, de climas, terrenos y vegetación muy variable. Su característica es que presentan una capa superficial oscura, de consistencia suave, rica en materia orgánica y nutrientes, se utilizan en agricultura de temporal, también para pastoreo, todo en función del tipo de terreno y de la disponibilidad de agua. Se subdivide en Feozem háplico (Hh) es muy simple y Feozem lúvico (Hl), el cual presenta una capa de arcilla en el subsuelo y se erosiona fácilmente. Estos suelos se presentan solo en dos pequeñas porciones de la parte norte de la Cuenca.



Suelo Feozem sobre roca caliza

Litosol (L). En la Subcuenca, estos suelos se caracterizan por tener una profundidad menor a 10 cm y con la aparición de roca, tepetate ó un caliche duro. Se presenta en todos los climas, de vegetación diversa al igual que en terrenos planos, lomeríos, laderas etc. Es el sustrato de diversas formaciones vegetales, como Bosque Tropical Caducifolio y Subcaducifolio, agricultura y vegetación secundaria.



Suelo Litosol sobre roca caliza, se observa el escaso suelo

Regosol (Re). Es otra unidad presente en las zonas de laderas, sierras y meseta. Son suelos someros de fertilidad moderada. En esta zona es de tipo calcárico (Rc) ricos en cal, son fértiles cuando no han sido erosionados, pero tienen problemas por la alta pedregosidad y susceptibles en ladera a perder la fertilidad por erosión. Presentan uso agrícola de temporal y en algunas partes hay presencia de bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio con vegetación secundaria arbustiva y herbácea.

Luvisol (L). Esta unidad se presenta en solo un área pequeña al norte, como Luvisol crómico (Lc) suelo destinado a la agricultura de temporal, aunque son de vocación forestal, de color rojo a amarillento en el subsuelo, de fertilidad moderada.



Suelo Luvisol crómico, ácido y de fertilidad moderada



Suelo Regosol sobre roca caliza, con intenso grado de erosión y suelo escaso



Suelo Rendzina sobre roca caliza, con un horizonte A obscuro, rico en materia orgánica

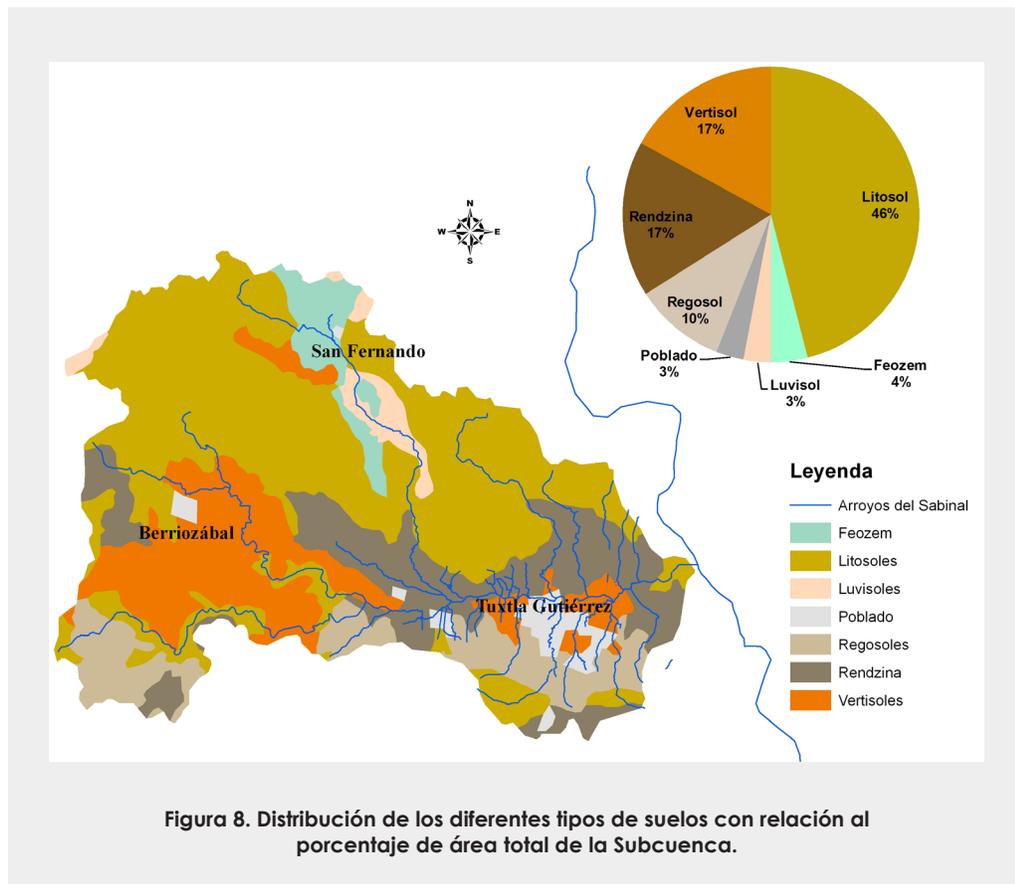
Rendzina (E). No presenta subdivisiones, son suelos poco profundos y pegajosos, fértiles con abundante humus, presente sobre rocas calizas, de climas cálidos, subhúmedos, asociados a vegetación variada como bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio, así como agricultura de temporal y pastizales.



Suelo Vertisol sobre roca caliza con un horizonte A y B obscuro, rico en materia orgánica

Vertisol (V). Para esta zona es pélico, es un tipo de suelo de clima cálido de marcada estacionalidad seca y de lluvias, su vegetación asociada va desde el bosque tropical caducifolio, pastizales y agricultura de temporal. Son suelos duros que forman grietas anchas y profundas en la sequía, muy arcillosos de color negro a gris, cuando húmedos son muy pegajosos.

La distribución de los tipos de suelo antes descritos es variada a lo largo del territorio, aunque existe una notable dominancia en la presencia de los litosoles, rendzinas y vertisoles, que en conjunto representan el 80% del total de la cuenca (Figura 8). Esta información es de suma importancia en términos de productividad, ya que por la naturaleza de los suelos predominantes de la cuenca, nos sugiere que el recurso edáfico es sumamente susceptible a la erosión (Litosoles, Rendzinas, Regosoles) y solo una pequeña porción son suelos medianamente ricos o fértiles.



Por tanto, se comprenderá que la pérdida de la superficie de estos suelos frágiles, representan uno de los graves problemas a enfrentar en el presente y futuros años, particularmente en las zonas montañosas de la cuenca alta, donde se han acentuado en los últimos años los problemas de deslizamientos y derrumbes y en los cuales existe una amplia zona de la población que enfrentará problemas de baja producción agropecuaria, al continuarse acentuando los problemas erosivos. Por lo que las condiciones sociales pueden agravarse de no tomar medidas para contener, mitigar o detenerlos, siendo urgentes las prácticas de mejoramiento y restauración de suelos (Ramos *et al.*, 2008, Ramos y Flores *et al.* 2008).

3.1.5 La flora y la vegetación.

En aquellos que la naturaleza representa un motivo de inspiración se sentirán gustosos de saber que en esta pequeña (comparativamente con la superficie total del Chiapas) y urbanizada cuenca, existe una notable riqueza vegetal natural y de ecosistemas transformados por el hombre resultado de la compleja topografía, clima, suelo y del manejo del territorio por las culturas antiguas y por supuesto los actuales habitantes de la cuenca. Se sabe que la riqueza florística de la cuenca está representada por 1,148 especies vegetales (Apéndice 1) y se estima que un 10% de estas todavía son utilizadas por los pobladores.

Respecto a los tipos de vegetación de la cuenca las principales comunidades vegetales son el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, en conjunto representan el 60% de la superficie de bosque de la cuenca, sin despreciar la presencia de ecosistemas de alto valor ecológico como es el bosque mesófilo de montaña, bosque de galería (vegetación acuática y subacuática) y bosque de encino (Figura 9).

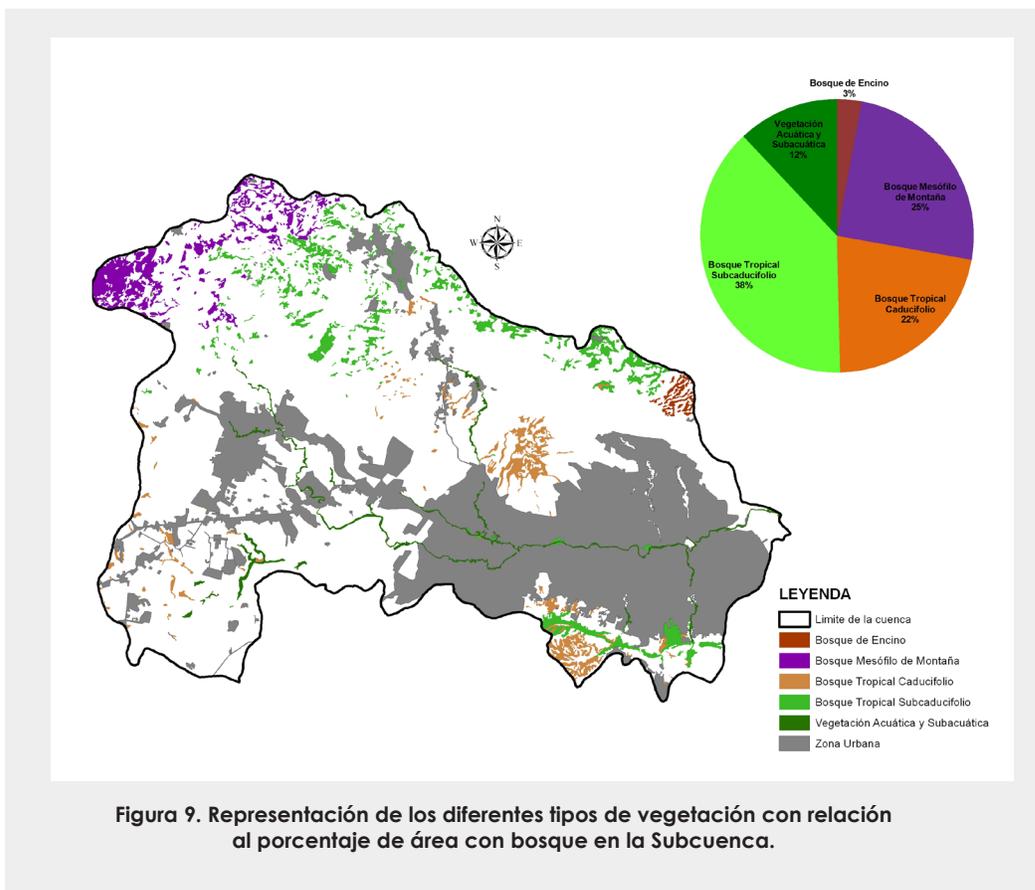


Figura 9. Representación de los diferentes tipos de vegetación con relación al porcentaje de área con bosque en la Subcuenca.

Cada comunidad vegetal de la cuenca incluye internamente un número relativamente grande de asociaciones vegetales que por su naturaleza difieren en sus características propias a lo largo del año lo cual dificulta una zonificación espacial exacta para cada tipo de vegetación, a la par deja ver la diversidad ecosistémica de la vegetación existente en la cuenca. Contradictoriamente a esta diversidad en la flora de la cuenca podría considerarse que ha sido poco estudiada, sin embargo no debe dejarse a un lado los esfuerzos de algunos botánicos por contribuir al conocimiento del área de estudio por medio del desarrollo de inventarios florísticos, principalmente del Área Protegida el Zapotal (Cancino 1999, Palacios 2000) y Parque Nacional Cañón del Sumidero (Espinosa 2009).

Resultado del estudio de la vegetación asociada a los ecosistemas actuales en el marco del proyecto de investigación de donde se desprende la Estrategia se avanzó en la actualización del conocimiento de la flora y que a continuación nos sirve para ilustrar las características generales de las comunidades vegetales representativas, incluyendo según el caso información sobre las principales especies de plantas, formas biológicas y fisonomía.

Bosque Mesófilo de Montaña. Este tipo de vegetación se encuentra restringida a zonas altas entre los 800 a 1260 msnm, al noroeste de Berriozábal y San Fernando; en suelos de litosol y una pequeña porción del tipo luvisol. Se caracteriza por la presencia de niebla y mucha humedad, así como bajas temperaturas, y muy notoria la presencia de epífitas, representadas especialmente por orquídeas y bromelias, también hay abundantes pteridofitas en el estrato herbáceo, además de otras especies. Los árboles presentan hojas acuminadas y se mantienen verdes casi todo el año.

La flora de este ecosistema está representada por 94 especies, hasta ahora las especies de árboles más abundantes corresponden a ***Heliocarpus donnellsmithii*, *Phoebe mexicana*, *Nectandra aff reticulata*, *Styrax argenteus* y *Acalypha aff.*** Schlechtendaliana. Se reconocen cuatro estratos, el estrato arbóreo se caracteriza por la presencia de árboles entre 15 a 30m de altura, como ***Quercus skinneri***. Seguido de árboles con una altura de 5 a 12m donde se registró, ***Licaria aff alata*, *Hevea brasiliensis*, *Spondias mombin*, *Cecropia obtusifolia*, *Syzygium jambos*, *Annona reticulata* y *Piper* sp.** El estrato arbustivo está representado por arbustos de 2 a 5m de altura con especies como ***Coffea arabica*, *Citrus limetta*, *Bunchosia gracilis*, *Chamaedorea sp.* y *Olmediella sp.***; la presencia de especies introducidas evidencian el manejo que es sujeto el ecosistema. En el estrato herbáceo se encuentran hierbas menores a 2 metros de altura, tales como ***Pecluma ferruginea*, *Asplenium cuspidatum*, *Anthurium huixtlense*, *Anthurium pentaphyllum*, *Monstera sp.*, *Begonia sp.*, *Spathophyllum sp.* y *Syngonium sp.***



**Bosque conservado Rancho San Judas,
Berriozábal**



**Bosque degradado por café sobre
el camino a la Pera, Berriozábal**

Actualmente este tipo de vegetación se mantiene degradada y fragmentada debido a las actividades como son la cafecultura, extracción de madera, epifitas, tierra de monte, así como el pastoreo e incendios forestales, lo que ha provocado que en algunos sitios sólo haya remanentes que este ecosistema, restringiéndose a las partes más altas de los cerros.

Bosque Tropical Subcaducifolio. El bosque se distribuye en cañadas y zonas alta y media de la cuenca, desde los 500 a 1,300 msnm, pero más frecuente a partir de los 1,000 metros. Se caracteriza por presentar abundante humedad y durante la época de seca, más del 50% de las especies que lo componen conservan sus hojas, además la mayoría de los árboles sobrepasan los 15 m de altura. Este tipo de vegetación se distribuye al NE y NW de San Fernando, al E en el Parque Cañón del Sumidero en suelos de tipo litosol y SW de Tuxtla Gutiérrez, en la Reserva El Zapotal y Cerro Hueco, en suelos de regosol ricos en cal; en San Fernando y la porción E de Tuxtla se encuentra asociado a plantaciones de café, que utilizan la sombra de los árboles nativos para sembrar el café. Los incendios, la extracción de leña y la ganadería son los principales agentes de perturbación de este tipo de vegetación.



**Bosque tropical subcaducifolio,
Ejido Vicente Guerrero, San Fernando**



**Vegetación secundaria a fin al bosque
tropical subcaducifolio, Ejido Vicente
Guerrero, San Fernando**

En este tipo de vegetación se registraron 155 especies, distribuidas en 53 familias y 113 géneros. Las especies más abundantes que representan el estrato arbóreo son *Brosimum alicastrum*, *Phoebe mexicana*, *Sapindus saponaria*, *Trophis racemosa*, *Ardisia escallonioides*, *Eugenia aff axillaris*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Syzygium jambos*, *Diospyros digyna*, *Eugenia axillaris* y *Tecoma stans*. El estrato arbustivo está mayormente representado por *Piper amalago*, seguido de *Malpighia glabra*, *Piper diandrum*, *Hyperbaena mexicana*, *Calyptranthes chiapensis*, *Jacquinia macrocarpa*, *Hamelia patens* y *Phyllanthus micrandrus*. En el estrato herbáceo se encuentran helechos como *Pecluma alfredii*, y *Thelypteris sp.*, hierbas como *Achimenes cettoana*, *Anthurium pentaphyllum*, *Viguiera dentata*, *Desmodium aparines*, *Desmanthus virgatus*, *Elytraria imbricata*, *Fleischmannia pycnocephala*, *Ageratum corymbosum* y *Sonchus oleraceus*.

Bosque Tropical Caducifolio. Es el tipo de vegetación más extenso en la cuenca, se encuentra distribuida en las zonas bajas y medias de la cuenca, desde los 400 a 1100 metros y asociados a una amplia variedad de suelo de tipo litosol, regosol, vertisol y en menor grado en suelo tipo resinoso. Al NW y SW de Tuxtla se entremezcla con el bosque de encinos y en áreas de cañada con el bosque de galería de los arroyos tributarios al Sabinal, y en Berriozábal forma transiciones con el Bosque Mesófilo. Se caracteriza por presentar un clima cálido y estar constituido por especies que pierden sus hojas en la época seca del año; en las zonas de cañada por un efecto de sitio suele encontrarse elementos más subcaducifolios.



Bosque tropical caducifolio, Meseta de Copoya, Tuxtla Gutiérrez



Bosque seco degradado por la ganadería, Ranchería Campeche, Ocozucua

Se registraron 136 especies distribuidas en 47 familias, la altura de los árboles va generalmente de los 5 a 15 m, son pocos los árboles que pasan este rango. Se distinguen diferentes estratos, en el arbóreo llega hasta 15 metros entre estos se puede distinguir especies como *Acacia collinsii*, *Acacia pennatula*, *Adelia sp.*, *Alvaradoa amorphoides*, *Ardisia escallonioides*, *Astronium graveolens*, *Ateleia pterocarpa*, *Bauhinia divaricata*, *Bauhinia sp.*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera bipinnata*, *Bursera excelsa*, *Bursera simaruba*. En el estrato arbustivo se encontró *Randia aculeata*, *Chiococca alba*, *Casearia corymbosa*, *Hamelia patens*, *Helicteris baruensis*, *Piper amalago*, *Calyptrotrichia chiapensis*, *Neea psychotrioides*, *Eupatorium aff albicaule*, *Piper auritum*, *Jatropha curcas*, *Senecio thomasii*, *Phyllanthus micrandrus* y *Jacquinia macrocarpa*. En el estrato herbáceo se encontraron especies tales como *Croton ciliatoglandulosus*, *Sanvitalia procumbens*, *Lantana camara*, *Ruellia albicaulis*, *Trixis inula*, *Rhacoma scoparia*, *Melapodium divaricatum*, *Blechnum pyramidatum*, *Lantana hirta*, *Lasciasis sp.* y *Cosmos caudatus*.

Bosque de Encino. Se distribuye alrededor de los 800 a 1200 msnm, asociado a suelos de tipo litosol en las partes altas y montañosas que rodean a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Al NW de la ciudad, está presente en el Parque Cañón del Sumidero y en una zona más al N en colindancia con San Fernando entre los límites del ejido 16 de septiembre y Viva Cárdenas. Los encinares en el Parque están asociados a un bosque subcaducifolio en recuperación y en San Fernando con bosque tropical caducifolio en diferentes estadios de sucesión natural. Del lado S está presente en transición con el bosque tropical caducifolio en la meseta de Copoya, en el Cerro Matumactzá y su colindancia con Terán. De todos estos sitios los encinares del Cañón del Sumidero son visualmente los que mejor estado de conservación presentan, aunque usualmente se encuentran sometidos a perturbación por incendios y extracción de leña.



Bosque encino, Parque Nacional Cañón del Sumidero, Tuxtla Gutiérrez



Bosque encino abierto, Ejido 16 de Septiembre, San Fernando

La especie de mayor distribución es *Quercus peduncularis* y donde se encuentra en transición con especies propias de ambientes secos, suele asociarse con *Acacia collinsii*, *Acacia pennatula*, *Acaciella angustissima*, *Alvaradoa amorphoides*, *Bursera excelsa*, *Haematoxylon brasiletto*, *Rhus terebinthifolia*, *Tecoma stans* y *Thevetia ovata*.

Vegetación Acuática y Subacuática. Este tipo de vegetación está restringida a los cauces de arroyos permanentes y temporales que integran la red hidrológica de la cuenca. Lamentablemente la mayor parte de la red converge en el interior de las cabeceras municipales, motivo por el cual este ecosistema ha sido prácticamente exterminado por la mancha urbana y la contaminación derivada de las aguas residuales en su mayoría de origen residencial. Los bosques de galería fuera de las zonas urbanas están perturbados por las actividades agrícolas y la presencia del ganado.

No obstante, se puede todavía apreciar la belleza del ecosistema original en lugares como la cueva del Paso Burro y pozas de Berriozábal, a la altura del Tecnológico de Monterrey en Tuxtla Gutiérrez, en los farallones de la Meseta de Copoya. El resto de la vegetación acuática que acompaña a los arroyos y en el cauce principal es un bosque altamente degradado que mantiene algunos elementos originales de este tipo de vegetación.



Bosque de galería, Cueva de Paso Burro, Berriozábal



Bosque de galería en los farallones rumbo al Cristo de Copoya, Tuxtla Gutiérrez

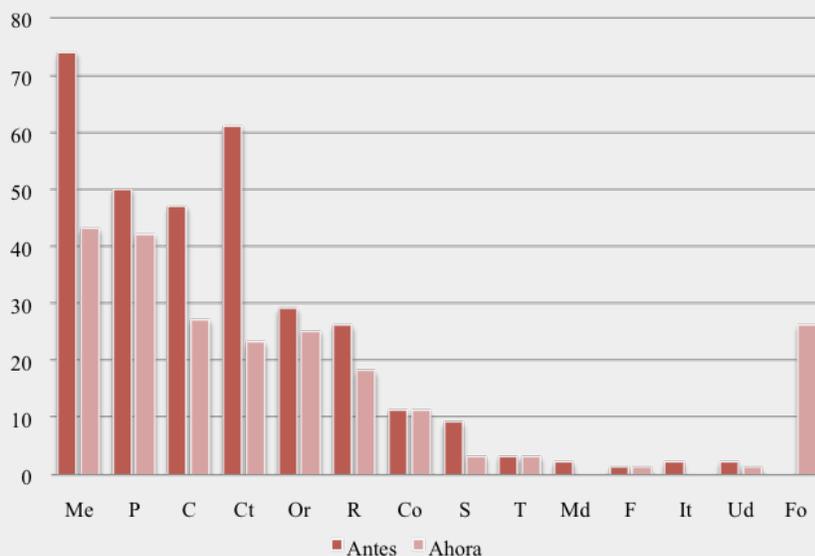
En los sitios con relativo grado de conservación se trata de un bosque casi siempre verde representado por 87 especies. Las especies de árboles más comunes corresponden a *Taxodium mucronatum* en asociación con *Brosimum alicastrum*, *Guazuma ulmifolia*, *Daphnopsis americana*, *Chrysophyllum mexicanum* y *Zuelania guidonia*, también se presentan especies del género *Inga*, una muy común es *Inga vera*. En el estrato arbustivo predomina *Calyptranthes chiapensis*, *Eugenia petenensis*, también se registró la presencia de *Piper amalago*, *Piper diandrum* y *Piper martensianum*; y en el estrato herbáceo predominan helechos, tales como *Adiantum tenerum*, *Adiantum concinnum*, *Thelypteris imbricata* y *Tectaria heracleifolia*, se presentan hierbas como *Fleischmannia imitans* y *Blechum pyramidatum*.

3.1.6 Uso tradicional de la flora.

Los orígenes autóctonos de la cultura Zoque nos lleva de la mano a reconocer la histórica relación entre los pueblos y los recursos naturales con énfasis en las formas tradicionales en que las poblaciones humanas han interactuado y se han beneficiado de los productos de los bosques y selvas. Desde su conformación los pueblos asentados en la cuenca han vivido ligados a la naturaleza e inclusive la etimología del nombre del lugar nos revela estas intrínsecas relaciones. Tal es el caso, que San Fernando, en su inicio era denominado Shahuipac, del zoque shahui, mono, y pak, barranco (Arevalo 2005) y Tuxtla o Coyatokmó, que quiere decir "lugar y casa de conejos (Cruz y Almazan 2008).

Algunos estudios indican que desde la colonización hasta el inicio de la revolución, diferentes sucesos evidencian una socavación de las relaciones entre el hombre y los recursos naturales para dar paso al progreso o desarrollo de los pueblos. Se dice que debido a la favorable orografía de la Depresión Central (área fisiográfica donde está asentada la cuenca) con una amplia zona de planicies y de ondulaciones poco pronunciadas, los blancos y los mestizos prefirieron esta zona, ya que la geografía permitía la fácil comunicación entre los poblados y favorecía el desarrollo de las actividades extensionistas. Desde las primeras décadas de haberse establecido en la región Centro, los españoles cambiaron gradualmente el paisaje pues se dedicaron a actividades que implicaba la demanda de grandes extensiones de tierra para la cría de ganado bovino, producción de algodón, caña de azúcar, comercialización de la grana, y cuernos que eran las mercancías más solicitadas del exterior; relegando a los indígenas el cultivo de la tierra y la práctica de sus industrias tradicionales como la alfarería y elaboración de artesanías en cuero y madera (Villa *et al.* 1975).

De acuerdo con Isidro (1997), el uso de los recursos vegetales ha jugado un papel importante para las comunidades rurales Zoques de Tuxtla Gutiérrez, no obstante los habitantes se enfrentan a un proceso rápido de aculturación y destrucción de los diferentes tipos de vegetación presentes, producto de las actividades humanas, como ganadería extensiva y agricultura. Para este periodo la autora reporta el uso de plantas vasculares en Copoya, Jobo y San José Terán, que es únicamente con el propósito de satisfacer sus necesidades básicas, prueba de ello son las 357 especies útiles y 20 formas de uso, entre las cuales destaca las plantas medicinales, comestibles, ornato y religioso. Sin embargo, existen especies que han caído en desuso debido a la influencia de la tecnología moderna, tal como es el caso de las especies tintoreras, curtientes, pegamento y fibras, que se han visto sustituidas por materiales sintéticos.



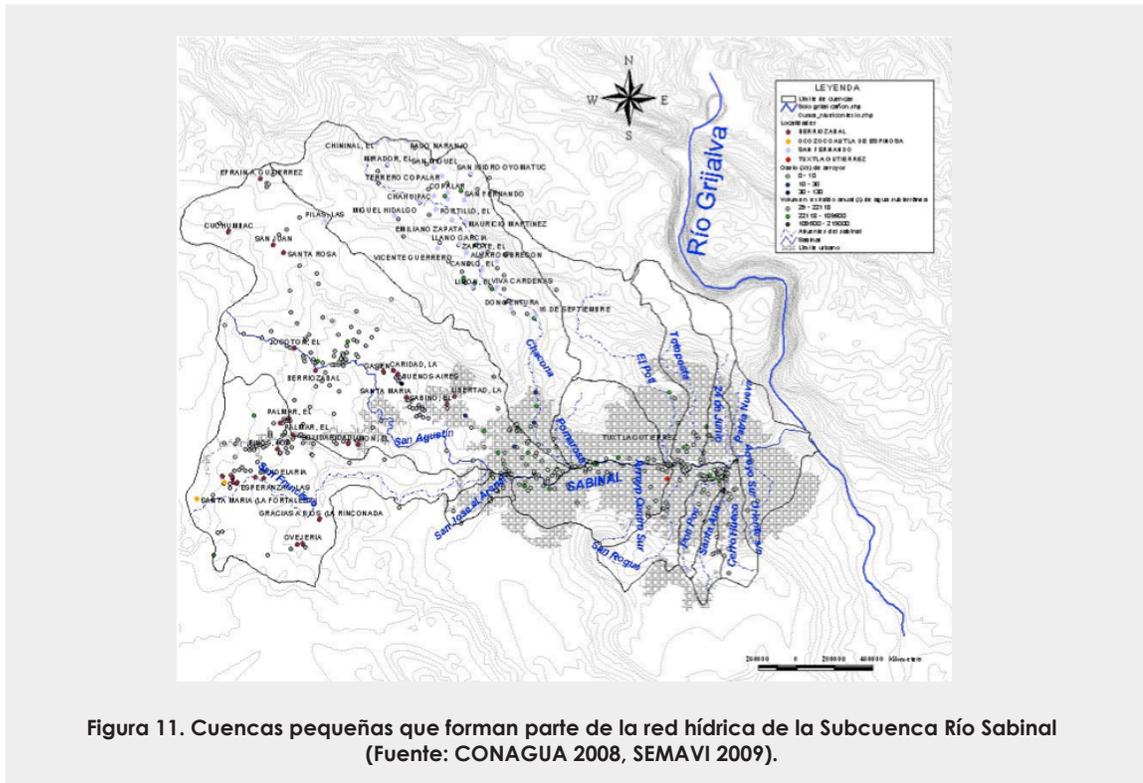
Claves de uso: Me= medicinales, P=poste, C=combustible, Ct=construcción rural, Or=ornato, R=religioso, Co=comestibles, S=semillas, T=tintoreras, Md= muebles, F=fibra natural, It= Instrumentales, Ud= Uso doméstico y Fo= forrajeras.

Figura 10. Patrones de cambio en las formas de usos de los recursos de los ecosistemas aprovechados comunidades rurales de Tuxtla, Berriozábal y San Fernando.

Del componente socioecológico desarrollado dentro del proyecto de investigación base de esta iniciativa se desprenden resultados sobre el uso tradicional de los recursos vegetales para un periodo retrospectivo de 50 años al presente. El patrón de aprovechamiento encontrado está basado en 14 diferentes formas de uso que reciben las plantas por parte de los pobladores en los ejidos de Berriozábal, Villa Allende, Plan de Ayala y Copoya (Figura 10). Es notoria la reducción de la diversidad de especies empleadas en categorías que son generalmente son extraídas de ecosistemas naturales y se dejan ver como los ecosistemas manejados (huertos, solares, cultivos agrícolas y potrero) cobran relevancia en la provisión de una flora útil.

3.1.7 El agua: distribución, disponibilidad, uso y calidad.

Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca grande denominada Sabinal (407 km²) se ubica dentro la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, el cual se ubica al oriente de la Ciudad; está conformada por 15 cuencas pequeñas (CONAGUA, 2003) siendo mayores en superficie los arroyos Chacona (87 km²), San Agustín (121 km²) y San Francisco (57 km²). Para fines de gestión estas son denominadas cuencas ya que en ellas se ubican localidades pertenecientes a los municipios de San Fernando (26 con ocho localidades mayores a 500 habitantes incluyendo la cabecera municipal) y Berriozábal (27, tres de ellas mayores a 500 habitantes incluyendo la cabecera municipal) que constituyen las mayores áreas desde donde se origina el Río Sabinal (Figura 11).



Las cuencas de menor dimensión como San José El Arenal (3.9 km²), Santa Anna (4 km²), El Poc Poc (4.6 km²) y Cerro Hueco (7 km²), se ubican al sur de la ciudad y conforman la zona de desarrollo conurbado (12.2 km² de 44.7 km² del total urbano al sur de la ciudad), con áreas aún conservadas al poniente: la Reserva Cerro Mactumatzá y El Zoológico (ZOOMAT), y al oriente la Reserva Privada Monte Cielo. Estas cuencas están denominadas según el nombre que los habitantes han asignado a los arroyos, mismos que en su mayoría son intermitentes, y sólo en épocas de lluvia llevan caudales menores a 20 m³/s que es el máximo para el Río Sabinal (UNACH, 2004). Estos arroyos llevan cursos dendríticos, un tanto similares por la constitución del material superficial por dónde pasan, es decir, suelo depositado desde los parteaguas circundantes del valle fluvial con escurrimientos hacia el oriente. La longitud del Río Sabinal que capta estos escurrimientos es de 39 km, la Chacona, San Agustín y San Francisco tienen más de 20 km de longitud, siguiéndoles el Poti con 13.5 y las demás subcuencas tienen menos de 8 km.

Según sus características hidráulicas (UNACH, 2005), las cuencas Chacona, El Poti, San Francisco y Patria Nueva pueden presentar variaciones de flujos denominados subcríticos a críticos con gastos mayores a los de las otras cuencas con más de 4 m³/s; vale la pena mencionar a la cuenca Poma Rosa con un arroyo de poca longitud (4.6 km) que puede presentar hasta 3 m³/s.

Estas condiciones de variación en gasto son debidas a la variabilidad de intensidad de lluvia y a los cambios de uso de suelo. La primera, está representada por los fenómenos hidrometeorológicos con intensidades mayores a las calculadas para periodos de retorno de 10 años con duración de una hora, de 42 a 56 mm (las máximas al sur oriente y norponiente, HOMBRE NATURALEZA, 2012).

Como antecedentes de eventos extraordinarios que afectaron a manera de inundaciones son en 1996 con lluvias de 75 a 80 mm que desbordaron al río Poti y en 2003 con lluvias de hasta 225 mm, generando gastos hasta de 300 m³/s provocando desbordamientos del Río sabinal sobre todo al oriente, formando zonas de inundación hasta de 290 hectáreas que afectaron a 28 colonias asentadas al margen del río (UNACH, 2004). Actualizada la medición en algunos tramos hasta 30m del cauce (HOMBRE NATURALEZA, ítem) y con superficies de hasta 157 ha (en un periodo de retorno de 5 años UNACH, 2004).

En el caso de cambios de uso de suelo, principalmente de conservada o agrícola pecuaria a urbano, provoca que los escurrimientos se aceleren sobre las superficies lisas de los pavimentos en las calles, llegando con mayor prontitud al río sabinal. Una estimación de CONAGUA (2003) determina que el valor de coeficiente de escurrimiento del cual depende el volumen de agua en el tiempo, se incrementa principalmente en las cuencas Poc poc, Cerro Hueco y Patria Nueva, debido a su tendencia de cambio de uso de suelo urbano. Es importante mencionar que en las márgenes cercanas al río y los arroyos, debido a los cambios de uso de suelo, también se promueve la inestabilidad de suelos que obstaculizan el flujo libre del agua, así mismo la pérdida de suelos desnudos que en lluvias, sobre todo extremas son transportados por los escurrimientos, adicionalmente a las aguas del subsuelo en taludes generando peligro potencial (Espíritu, 2012).

Debido a estos antecedentes en cuanto a los problemas de inundación en diversas áreas, se ha determinado la realización de obras de mitigación sobre el Río Sabinal, viables hidráulicamente:

1. Una presa reguladora en la confluencia del río San Francisco y Sabinal (unos 600 m aguas arriba de las instalaciones del Tecnológico de Monterrey) ya que incluso para un periodo de retorno de 200 años el gasto no es mayor a 50 m³/s. Esta obra permitirá que al subir rápidamente el agua en el vaso, los gastos descargados se incrementen lentamente, por lo que protegerá poblaciones que son atravesadas por torrentes o arroyos (UNACH, 2004).
2. Colector pluvial Norte (18 m³/s) y Sur (14 m³/s). Debido a las condiciones topográficas se propusieron los dos colectores para desviar el agua desde el río Totoposte y el otro, sobre el libramiento sur desembocando a la altura del fraccionamiento El Bosque y Boulevard Andrés Serra Rojas, minimizando la cantidad de escurrimiento sobre el tramo en donde se iniciarán los desvíos.
3. Bordos longitudinales y muros longitudinales. Considerando la presa y los colectores para los tramos que pueden presentar desbordamientos, siendo más viables los muros en zonas de espacio reducido para su construcción en comparación con los bordos.
4. Dragado o profundización del cauce. Principalmente en zonas de puentes vehiculares que deben a su vez ampliarse.
5. En el caso de zonas de amortiguamiento los pueden producir dos áreas que se encuentran al lado del cauce, como son el parque Joyyo Mayu y el parque del Oriente, atenúan por su capacidad de almacenamiento del escurrimiento en un 16% del volumen de escurrimiento de la zona poniente.
6. También se ha considerado un derivador de excedentes a la cuenca del río Suchiapa que descargue al arroyo Yatipak.

Por otra parte, en periodos secos el peligro de inundación no existe y los usuarios continúan extrayendo el agua, en este caso superficial y subterránea en donde aún se desconoce la disponibilidad de agua actualizada que es aprovechada ya sea por medio del artesianismo cercano a las márgenes de los arroyos o de norias en las localidades de las cuencas.

“ Desde la década de los 50 a la fecha la mayor parte del abastecimiento de agua a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez la oferta las galerías filtrantes de Santo Domingo y la Chacona, y con el nuevo programa municipal Agua para Todos, Berriozábal y parte de San Fernando se abastecerán de las aguas del río Grijalva ”

Los gastos máximos de agua superficial aprovechados de cuatro sitios van de 30 a 130 l/s al sur de los ríos San Agustín y la Chacón; el restante extrae menos de 10 l/s. En las mismas cuencas, se tienen dos extracciones de agua subterránea de más de 10,000 litros y el restante de las captaciones se encuentran desde las cuencas antes mencionadas hasta la de Cerro Hueco con volúmenes de extracción inferiores (CONAGUA 2008).

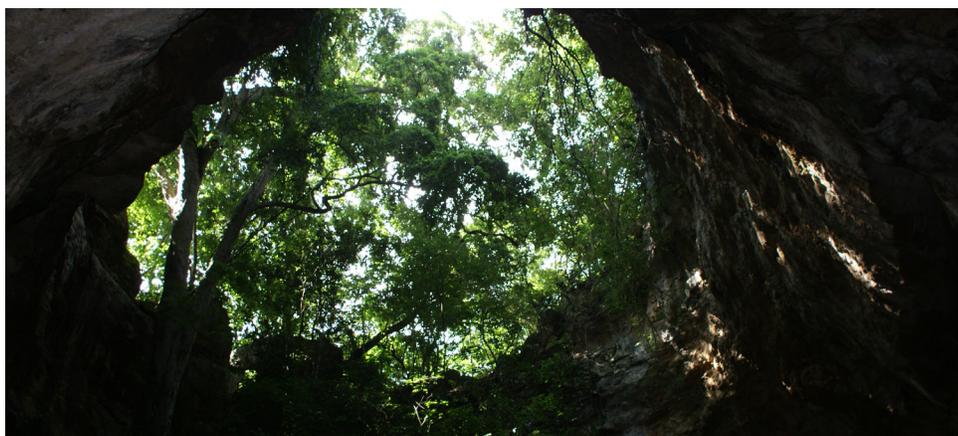
Debido a que el agua subterránea no depende necesariamente del límite de la cuenca hidrológica del Sabinal, los balances de ambos tipos de agua y la disponibilidad requieren estudios específicos y no sólo de la cantidad sino también de la calidad de ella destinada a diversos usos también para el futuro; si bien se han monitoreado algunos contaminantes en el río por SEMAVIH, CONAGUA, UNICACH y HOMBRE y NATURALEZA, estos deben tener un rigor periódico de tal forma que manifiesten las condiciones de calidad del Río Sabinal. Por las condiciones geohidrológicas regionales (CONAGUA, 2003), es importante mencionar que el Río Sabinal es uno de los portadores de contaminantes al acuífero, al igual que todos sus afluentes, lo que hace más vulnerable a la cuenca.

Concluyendo, para los objetivos que este documento representa, las estrategias de acción deben estar encaminadas a la gestión de la cuenca del Río Sabinal con diversos componentes: hidrológico (agua superficial y subterránea), uso de suelo y vegetación y planeación urbana que deben estar incluidos en el ordenamiento territorial, implicando los procesos físicos generados a partir de la variabilidad natural y acelerados por el urbanismo. Estos fenómenos deben ser pronosticados para evaluar el destino del uso de suelo que, por un lado, promueve la conservación y por otro evita impactos y peligros que afectan a sus usuarios.

SERVICIOS ECOSISTEMICOS: HACIENDO VISIBLE EL CAPITAL NATURAL

Entre las tumultuosas calles de Tuxtla Gutiérrez, en los pasillos de los supermercados, en el bullicio de las escuelas e incluso en la tiendita de la esquina, el estado biológico de los ríos, bosques y selvas del Sabinal puede parecer un asunto remoto. Sin embargo, y a pesar del ritmo vertiginoso del cambio tecnológico que muchos hemos experimentado en el transcurso de nuestras vidas, todos dependemos, mucho más de lo que nos damos cuenta, del entretelado de la vida del que formamos parte y particularmente de los ecosistemas. El alimento y el agua que nos mantiene vivos, la madera con la que se hacen nuestros muebles, los bosques que nos protegen de las fuertes lluvias, los materiales para la construcción de casas y hasta el clima y el aire que respiramos: todos son productos de bienes y servicios que los sistemas vivos del planeta y que se encuentran en nuestro entorno y con los que lidiamos día a día de manera inconsciente.

Atendiendo a la clasificación de servicios ecosistémicos propuesta por la comunidad científica en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), en este documento adoptamos el término servicios ecosistémicos para abarcar todos los **beneficios que las poblaciones humanas obtenemos de los ecosistemas**. Tomando como base los estudios y programas hasta ahora realizados para la cuenca podemos sugerir que el Sabinal, la biodiversidad y los ecosistemas proporcionan servicios que incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005, Guerrero *et al.* 2006).



Como puede apreciarse en el cuadro 3, los servicios ecosistémicos más fácilmente reconocibles son los de provisión; por estar representados por servicios de carácter tangible comúnmente denominados "bienes" que generalmente proporcionan el sustento básico de la vida humana. Los servicios de regulación son otro tipo igualmente fundamental para el bienestar humano, aunque mucho menos fáciles de reconocer. En este caso se incluyen procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente (p.e. clima, erosión, vectores, etc.) en que los seres humanos realizan sus actividades comunes. Los servicios culturales, los cuales pueden ser materiales o no materiales, y que otorgan a las sociedades humanas beneficios de carácter espiritual, recreativo o educacional.

Cuadro 3. Servicios ecosistémicos y beneficios que brinda a la sociedad de la cuenca.

SERVICIO	IMPORTANCIA PARA EL BIENESTAR	TIPO DE ECOSISTEMA QUE BRINDA EL SERVICIO	ACTIVIDADES HUMANAS INVOLUCRADAS EN LA OBTENCIÓN DEL SERVICIO
PROVISIÓN			
Alimentos derivados de la Agricultura	Sustento básico y recursos económicos a las comunidades rurales, y las periurbanas	Campo Agrícola	Remoción de la cobertura vegetal, quemas, uso de insumos químicos, en terrenos planos uso de riego y maquinaria pesada
Alimentos derivados de la Ganadería		Pastizal, encierros (granjas), campo agrícola (complementos alimenticios), acahuales, selvas y bosques	Cría de ganado bovino en pastizales cultivados, con remoción de la cobertura vegetal en casi 90%, con la presencia de árboles aislados y zonas acahuales, suplementación alimenticia, quemas, uso de insumos químicos para el control de malezas, escaso mejoramiento genético; cría de otros animales, en traspatio o encierros (granjas) sin componente arbóreo
Madera	Material de Construcción y Bienestar Económico	Bosques y selvas	Extracción de individuos de talla de especies nativas con valor comercial local; en ejidos de uso regulado en el reglamento comunal
Leña	Fuente de energía y bienestar económico	Bosques, selvas, acahuales y cercos vivos	Extracción
Recursos diversos: tierra de monte; plantas de ornato, medicinales y religioso; e insectos	Usos múltiples (e.g. alimentos, medicinas, materiales de construcción), recursos económicos, importancia cultural (presente o futura)	Bosques, selvas, acahuales	Extracción
Agua (Cantidad)	Sustento básico, actividades productivas (agricultura, industria), bienestar económico, funcionamiento de los ecosistemas	Todos los ecosistemas de la cuenca	Sistema de agua potable, pozos domésticos; y manejo de cuencas
REGULACIÓN			
Agua (Cantidad)	Regulación de concentraciones de contaminantes y organismos nocivos para la salud humana y la del ecosistema	Vegetación de galería del cauce principal, y tributarios de San Fernando y Berlozobal	Descargas clandestinas de origen doméstico, sistema de alcantarillado parcial, y plantas de tratamiento de agua operando por debajo de la capacidad
Regulación de plagas, de vectores de enfermedades humanas y animales de valor comercial y de la polinización	Regulación de los polinizadores (pe. abejas), regulación de plagas y vectores de enfermedades	Todos los ecosistemas de la cuenca	Mantenimiento de la biodiversidad a través de la presencia de la cobertura vegetal; en la ciudad campañas de limpieza y descacharramiento, fumigaciones colectivas en colonias dentro del radio de incidencia del Sabinal
Regulación de la erosión	Mantenimiento del suelo y sus servicios de moderación del ciclo hidrológico, soporte físico para las plantas, retención y disponibilidad de nutrientes	Bosques, selvas, acahuales, y parcialmente los campos agrícolas y pastizales	Mantenimiento de la cobertura vegetal cuenca alta media, extracción de materia orgánica en bosque mesófilo. Sustitución de los ecosistemas remanentes para uso urbano en los límites de las ciudades

Fuente: Adaptado de Balvanera y Cotler et al. 2009



En contraste con los servicios antes descritos, los de sustento son los más difíciles de hacerlos visibles ya que están relacionados con los procesos ecológicos básicos que aseguran las funciones y procesos y por tanto del mantenimiento de los ecosistemas, así como del resto de los servicios ecosistémicos ya mencionados anteriormente. Ejemplo de estos servicios intangibles se encuentran la productividad primaria y todas las interacciones de tipo químicas, físicas y biológicas que deben de conjugarse los distintos elementos que conforman un ecosistema sea terrestre o acuático (Balvanera y Cotler *et al.* 2009).

La presencia de los ecosistemas y por tanto de los servicios implícitos no es homogénea a lo largo de la cuenca, decimos esto considerando que la disponibilidad y cantidad de los servicios está en función del uso de un territorio (González 2006, Guerrero *et al.* 2006). Consecuentemente a esto, la heterogénea distribución de los usos del suelo que actualmente se registran en la cuenca, nos permite proponer a los bosques remanentes como las zonas de mayor producción de servicios, las áreas agropecuarias y de vegetación secundario, en su carácter de agroecosistemas o ecosistemas de origen antrópico, también son importantes áreas de provisión y el uso urbano debe considerarse como las zonas de beneficio que reciben los distintos usuarios que habitan en los centros de población de la cuenca.

“Hacer visible la importancia de restaurar la cuenca para recuperar y conservar los Servicios provistos por los ecosistemas debe ser prioridad en la agenda de la política pública y en la vida cotidiana de los usuarios de la cuenca; lo cual, sin duda representa ya, un gran desafío que las generaciones actuales y futuras debemos asumir”

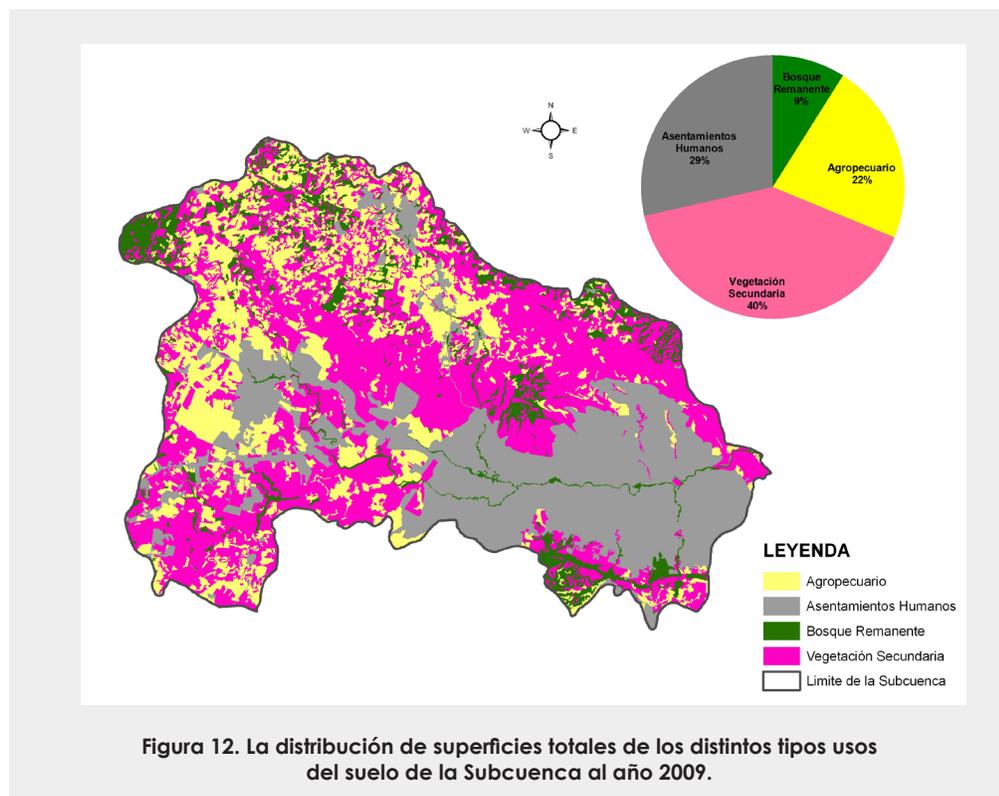


Lo expuesto en los párrafos que nos antecedieron invita a reflexionar si hasta ahora el capital natural de la cuenca ha sido valorado en su justa dimensión y como si fuera un bien material, más bien ha sido sujeto a las constantes presiones locales, nacionales e internacionales que interpone la globalización, cambio climático, las crisis financieras, seguridad y la pobreza de los pueblos en vías de desarrollo. En este sentido, seguidamente se expone un panorama general del estado y las transformaciones que los ecosistemas han experimentado a través del uso de indicadores de presión (cambios en la cobertura y erosión hídrica) y que ponen en tela de juicio la capacidad de estos para continuar proveyendo de los distintos servicios ecosistémicos a la sociedad actual y futura.

4.-LOS DESAFIOS

Estado Actual de los Ecosistemas: Fragmentación y Degradación

Un análisis generado por la Coordinación de Investigación de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural y mediante el empleo de imágenes de satélite del 2009 y trabajo de campo, deja ver que el Sabinal hoy es un paisaje degradado y fragmentado compuesto por un total de 3,421 fragmentos con distintos usos del suelo dominado por una matriz (uso suelo dominante en superficie) de no bosque, destinada fundamentalmente al uso de suelo urbano y de áreas con vegetación secundaria en distintas etapas de sucesión (Figura 12). En conjunto, la suma de fragmentos de estos usos del suelo conforman el 69% de la superficie de la Subcuenca y el resto del territorio está representado por fragmentos de bosque remanente de una amplia variedad de ambientes que van desde los secos, subhúmedos y húmedos, así como a zonas destinadas a la ganadería y agricultura.



El hecho que casi diez por ciento de la superficie de la cuenca aun mantenga vegetación clasificada como bosque no significa que permanezca inalterada por el hombre. Los diferentes tipos de bosques o selvas que se describieron en el tema 3.1.5., que en adelante se denominaran bosques remanentes, se caracterizan por presentar una cobertura densa, estructuralmente complejos pero que casi siempre resultan de una mezcla de ambientes relictuales de bosque primario con especies propias de la vegetación secundaria (Guariguata y Ostertag 2002); en la mayoría de los casos se distribuyen en terrenos de muy difícil acceso o de pobre valor para la agricultura o ganadería.

A excepción de algunos casos, los bosques están en constante presión debido a diversas actividades antrópicas (incendios, tala selectiva y pastoreo) del cual son sujetos. Por ejemplo, algunos habitantes de las zonas rurales de Berriozábal y San Fernando y colonias periurbanas de Tuxtla Gutiérrez, en entrevistas realizadas a ejidatarios durante el desarrollo de la investigación motivo de este instrumento, los entrevistados expresaron que la leña es un importante recurso natural que complementa su economía, pero se ha modificado tanto la naturaleza que ahora prácticamente cualquier lugar que cuente con vegetación leñosa, sin importar si es bosque o un cerco vivo, se aprovecha como leña y así se logra suplir el elevado gasto de cocinar con gas.



Además de la leña se registra el aprovechamiento ilegal de una variedad de orquídeas, bromélias y tierra de monte, productos comúnmente extraídos del bosque mesófilo existente en Berriozábal y San Fernando, ubicados en la parte alta de la cuenca (Figura 14). Desafortunadamente por la forma de extracción, en el caso de las plantas la remoción completa de la planta, de preferencia con flor, y de la tierra de monte, la remoción total de la materia orgánica, son prácticas que si no se controlan en futuro cercano ocasionaran severos impacto negativos sobre las poblaciones de las especies explotadas y en las funciones del ecosistema, lo cual desde luego repercutirá en la diversidad biológica y la capacidad productiva de estos bosques y también en el servicio de regulación hídrica que oferta la cuenca.



Epifitas extraídas del bosque mesófilo, Berriozábal



Demanda de leña en San Fernando

El estado actual de degradación que registran los ecosistemas de la cuenca, al igual que otras partes de la geografía Mexicana es resultado de un legado originado por los patrones de uso los recursos naturales de sobreexplotación originados desde la conquista de la Nueva España, y cuya tendencia se agudizó a partir de 1970 (Challegger y Dirzo 2009). Una mirada retrospectiva al interior de este periodo documentada en el Programa de Ordenamiento Territorial y El Plan de Gestión y Manejo Integral de la cuenca, elementos legales rectores que difieren en enfoques metodológicos, muestran la tendencia que de 1975 al 2000, el Sabinal se comportó con cierto dinamismo, cuyo estado al inicio de los periodos de análisis se caracterizó por la dominancia de la superficie con vegetación secundaria y al final de este un constante incremento del uso del suelo urbano (Figura 13).

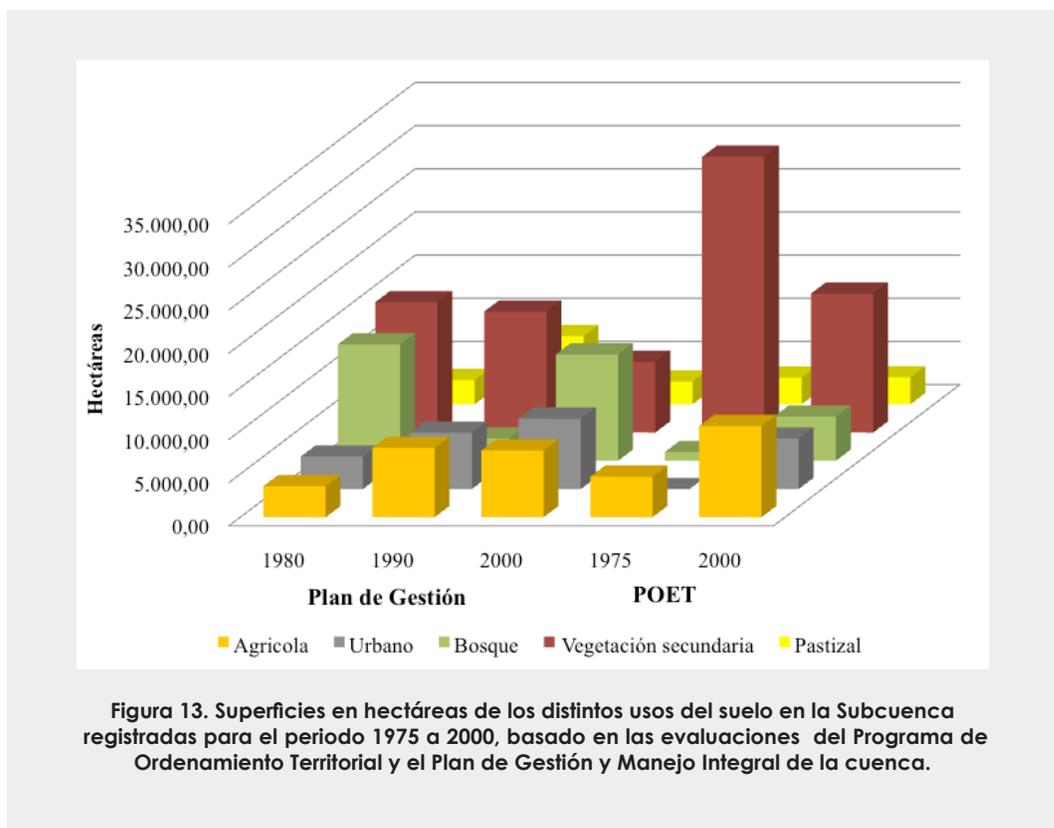
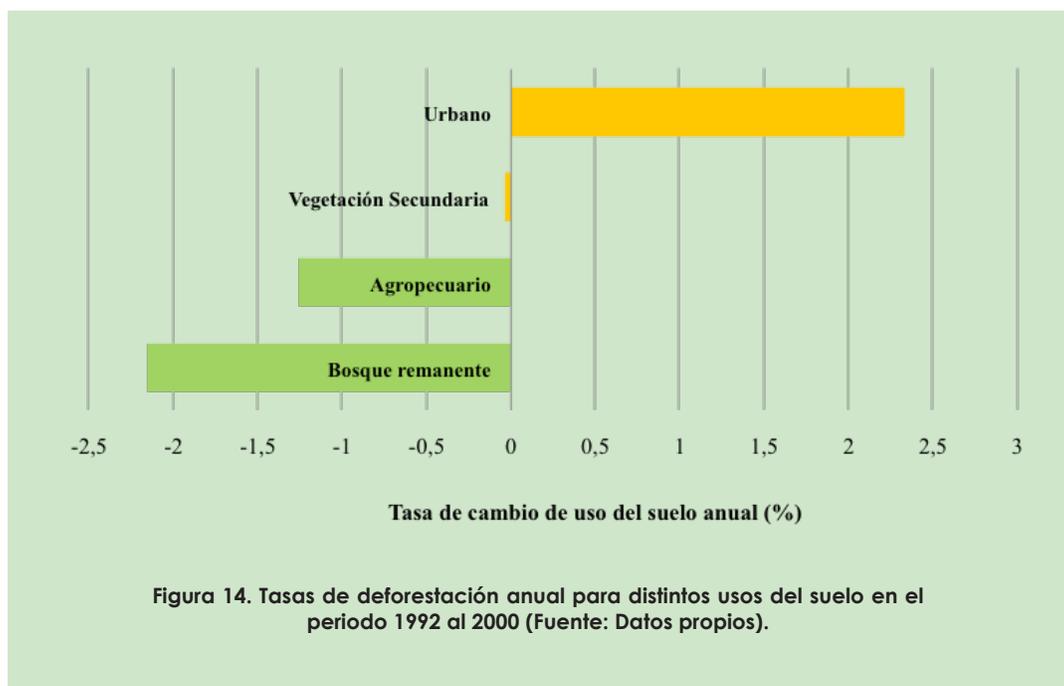


Figura 13. Superficies en hectáreas de los distintos usos del suelo en la Subcuenca registradas para el periodo 1975 a 2000, basado en las evaluaciones del Programa de Ordenamiento Territorial y el Plan de Gestión y Manejo Integral de la cuenca.

Un análisis de cambios de los usos del suelo para un periodo más reciente del 1992 al 2009, realizado por Flores (en proceso), mostró que la vegetación secundaria fue el uso del suelo en apariencia menos dinámico, con una tasa de cambio de -0.03, a lo largo del periodo. En contraste se registró una importante disminución de la superficie de boscosa, con una tasa anual de 2.5 por año durante este periodo (Figura 14). Es posible que el valor de esta tasa de cambio pudiera ser comparativamente menor con otras regiones en el país, sin embargo dadas las condiciones de degradación y la constante presión antrópica a la que están sujetos esta cifra debe de motivar a buscar los mecanismos para asegurar su permanencia, en el entendido que son por ahora el banco de servicios ambientales más importante de la cuenca.

En este mismo periodo se observó como las zonas de uso agrícola y pecuario disminuyeron en superficie notablemente, a una proporción de 1.2 por año. En cambio y con una tasa mayor, la superficie destinada al uso urbano en este intervalo sufrió un incremento anual del 2.3% (Figura 16). Este resultado y los mostrados en los documentos rectores corroboran la tendencia del proceso de urbanización que hoy vive la cuenca, el cual se ha acentuado significativamente a partir del 2000, al pasar de 7,851 hectáreas reportadas para los noventas a 11,403 hectáreas en el 2009.



La transformación de los ecosistemas por el cambio de uso de suelo urbano es más acentuada en las periferias de las cabeceras municipales y a los márgenes de las carreras principales intermunicipales, de manera acelerada entre Tuxtla Gutiérrez y Berriozábal, formando en este punto una zona de conurbación entre las dos ciudades. Del lado Norte, la periferia de Tuxtla sufrió cambios importantes que restaron superficie al Parque Nacional Cañón del Sumidero derivado de los asentamientos irregulares y del lado sur de la ciudad, la expansión de fraccionamientos ocuparon espacios del Parque Ecológico El Zapotal y Mactumactzá (Figura 15).

Para muchos, inclusive gestores del desarrollo urbano, es impresionante el nivel de crecimiento de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez en tan solo en las últimas dos décadas casi duplicó su tamaño a través de un proceso de expansión territorial sobre recursos que encontraba a su paso, sin importar las condiciones naturales sobre las que se desarrollaba, en superficies poco propicias para usos urbanos como barrancas de fuertes pendiente o en terrenos que ya han registrado, cuando menos dos inundaciones (Stranski 2009), rompiendo así la continuidad de los ecosistemas de galería y desde luego la estructura hidráulica, en las partes altas, las más importante de término de una cuenca.

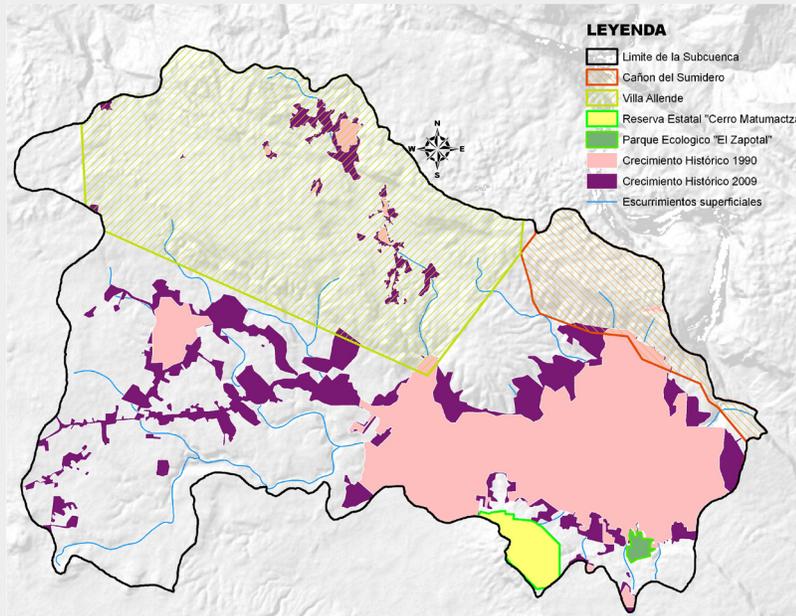


Figura 15. Expansión urbana en la Subcuenca para el periodo del 1992 al 2009 (Fuente: Datos propios e INEGI).

La degradación de los ecosistemas por efecto de la expansión urbana se manifiesta de forma similar que otras partes del país, especialmente aquellas que comprenden a ciudades nodales como las capitales de entidades federativas. Si bien resulta difícil y costoso evaluar periódicamente el estado y las tendencias de cambios, lo es mucho más tratar de determinar las causas que han motivado estos cambios. No obstante, consideramos que la degradación del Sabinal está ligada a factores de carácter social, económicos y políticos, los bien llamados factores de raíz, que conducen a los factores próximos o directos, como en este caso que condiciona el destino del uso de suelo, sobreexplotación de recursos, contaminación y la vulnerabilidad de la sociedad ante los fenómenos hidrometeorológicos en un escenario de cambio climático (Figura 16).

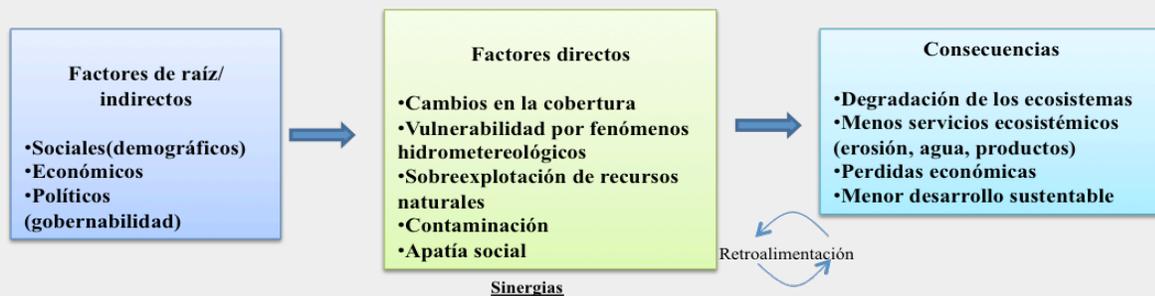


Figura 16. Factores de cambio directos (próximos) e indirectos (últimos o de raíz) de los servicios de los ecosistemas (Fuente: talleres de planeación).

La dinámica poblacional tomada como referente de los censos que se han realizado desde 1900 hasta 2010, muestra la tendencia de un incremento constante. Es evidente la contribución de Tuxtla Gutiérrez a este comportamiento pues básicamente la Capital hoy en día concentra el 90% de la población total que habita en la cuenca; incremento que despuso significativamente en los setenta y se aceleró en los noventa (Figura 17). En este último periodo también se registró una densidad poblacional considerablemente alta para Berriozábal, San Fernando y Ocozocuautla y muy alta para Tuxtla Gutiérrez, pues en el 2010 la ciudad reportó una densidad de 1652 personas por kilómetro cuadrado, esta cifra representa 20 veces más a la densidad promedio estatal (65/km², INEGI 2011, Figura 18).

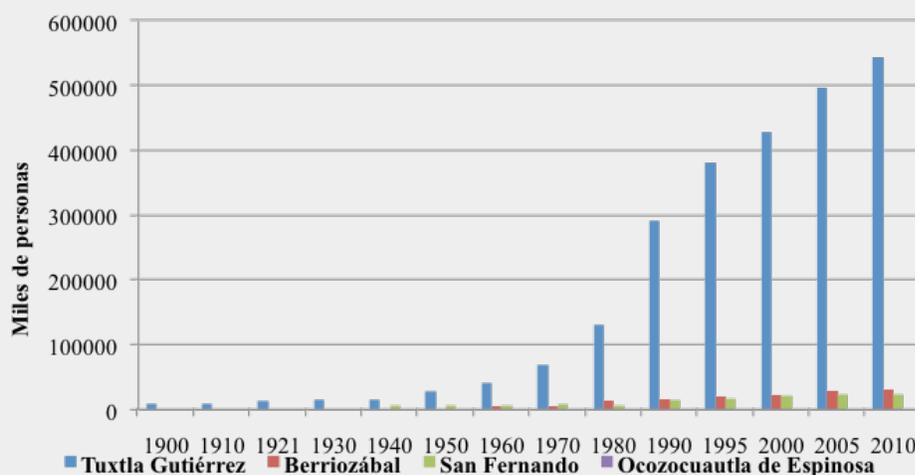


Figura 17. Comportamiento del crecimiento poblacional en la Subcuenca en el último siglo (Fuente: INEGI, Censos y conteos de Población y Vivienda).

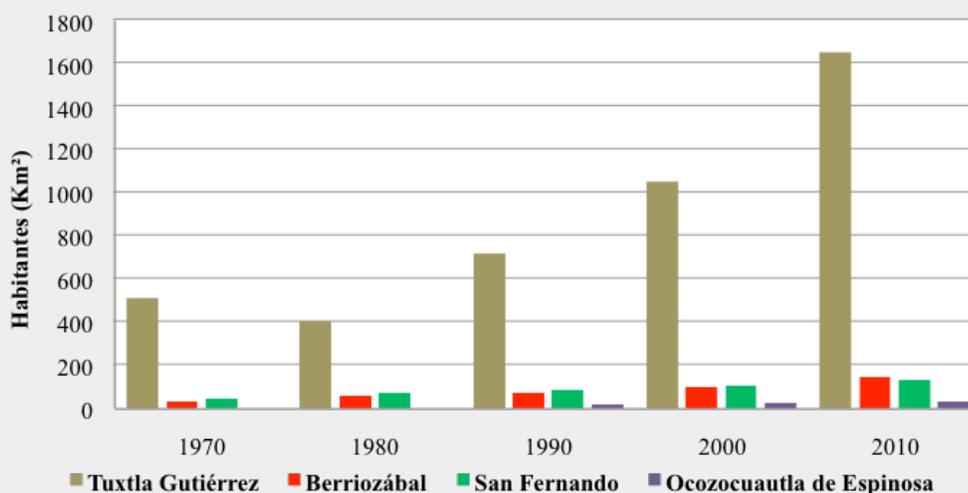


Figura 18. Densidad por municipio y periodo en la Subcuenca Río Sabinal (Fuente: INEGI censos de Población y Vivienda).

En este mismo periodo las tasas de crecimiento de la población muestran un comportamiento menos dinámico, donde el mayor porcentaje se registra en el periodo 1970-1980, siendo el municipio de Tuxtla Gutiérrez con un 8.89% que presenta mayor índice de crecimiento con respecto a los municipios de Berriozábal, San Fernando y Ocozocoautla de Espinosa. Aun cuando se aprecia una disminución de la tasa de crecimiento a partir de los noventa, Tuxtla Gutiérrez presenta una tendencia mayor, obedeciendo sin duda a que en este municipio se concentra el mayor número de servicios e infraestructura públicos y privados, así como también a problemas sociales, religiosos y políticos que han originado el desplazamiento de personas de distintos municipios hacia la capital (Figura 19, SEMAVI 2009).

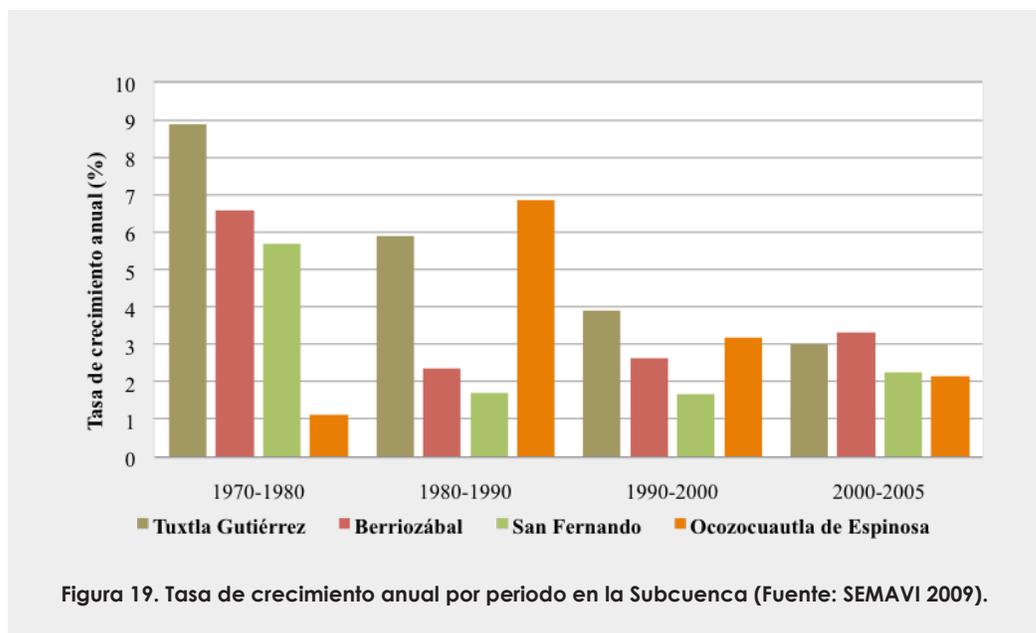


Figura 19. Tasa de crecimiento anual por periodo en la Subcuenca (Fuente: SEMAVI 2009).

Las altas tasas de crecimiento y la densidad poblacional han ocasionado en las cabeceras de las municipalidades de la cuenca, el desarrollo desordenado de la mancha urbana permitiendo la formación de asentamientos humanos irregulares ubicados en zonas de riesgo no aptas para este uso y dejado a manos del mercado la venta descontrolada de terrenos, sin considerar los costos ambientales y desde luego el incremento del nivel de vulnerabilidad de la población (SEMAVI 2009). Subsecuentemente al incrementar la población no solo se han requerido más espacios para vivienda sino también más servicios públicos e infraestructura, modificándose así la estructura físico espacial de la ciudad y desde luego el estado de conservación de los ecosistemas, que en la mayoría de los casos como ya se ha expuesto anteriormente ha resultado en una relación negativa.

La actual concentración de habitantes de grado muy elevado en Tuxtla es de considerarse un asunto relevante, porque de continuar con esta tendencia la población se duplicará en los próximos quince años, esto de acuerdo a proyecciones realizadas por la SEMAVI (2009). Lo cual es previsible ya que Tuxtla por su condición de ser la capital del Estado concentra una amplia actividad económica, política, social y cultural inexistente en otros puntos de la geográfica Chiapaneca, es decir, es una ciudad estratégica para la Entidad y sur del País (Ayuntamiento Tuxtla Gutiérrez 2011) y es de esperarse que continúe su desarrollo pero ahora dentro de un contexto de zona metropolitana.

En el entendido que una zona metropolitana se refiere a ciudades que rebasan hoy los límites del municipio que originalmente las contuvo y se han extendido sobre las circunscripciones vecinas. Oficialmente la zona metropolitana Tuxtla Gutiérrez (que se ha denominado así porque es la Capital de la entidad la ciudad que le da peso a la zona), está integrada por los municipios de Tuxtla Gutiérrez y Chiapa de Corzo, con una superficie de 1,174 km² (SEDESOL, CONAPO, INEGI 2004; Figura 20). Aunque, recientemente por encargo del Consejo para el Desarrollo Metropolitano de Tuxtla Gutiérrez, la Secretaria de Infraestructura y El Colegio de la Frontera Sur lideran la propuesta de Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana, en cuya iniciativa se plantea la inclusión de Berriozábal, y las conurbaciones entre estas, debido a la interacción socioeconómica y territorial que existe entre ellas (Vázquez 2011).

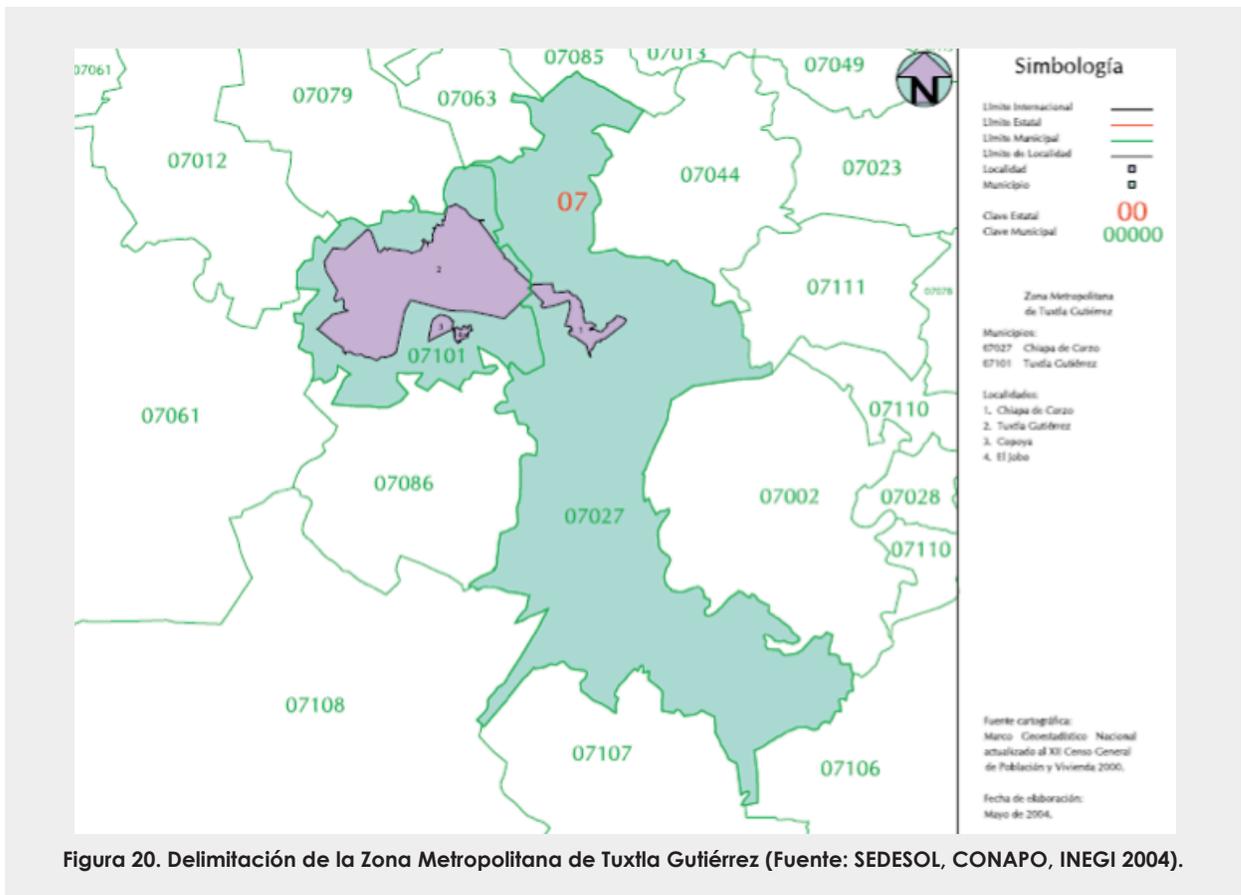


Figura 20. Delimitación de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez (Fuente: SEDESOL, CONAPO, INEGI 2004).

El fenómeno Metropolitano que vive Tuxtla Gutiérrez dictará el destino de la región y desde luego influirá en lo que pase en la cuenca, ya sea porque ambas comparten una buena parte del mismo territorio o porque va estar regida por los componentes que caracterizan a las metrópolis: alta concentración demográfica, la especialización económico-funcional y la expansión física sobre ámbitos que involucran las dos o más unidades político-administrativas municipales que la conformen (SEDESOL, CONAPO, INEGI 2004). Es en esta nueva cara de la gestión intermunicipal del territorio que los gobiernos y la sociedad de la cuenca tendrán que trabajar por establecer los esfuerzos para conservar y recuperar el capital natural y prioritariamente las zonas de bosque remanente que ahora proporcionan la máxima oferta de servicios ecosistémicos.

Suelos: procesos de degradación y sustentabilidad

El proceso de desertificación fue definido en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertización celebrada en Nairobi (1977) y organizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como proceso de degradación ecológica por el cual la tierra productiva pierde parte o la totalidad de su potencial de producción.

Los procesos que pueden dar lugar a situaciones de degradación de los suelos son:

- Degradación química. Puede ser de tres tipos: pérdida de fertilidad por lavado de nutrientes o por acidificación, toxicidad o empobrecimiento del suelo debido a elementos contaminantes, alcalinización y salinización en zonas de regadío con un drenaje insuficiente o mala calidad del agua.
- Degradación física. Se produce pérdida de estructura, como en el caso de compactación del suelo por el pisoteo de ganado, o por el empleo de maquinaria pesada.
- Degradación biológica. Tiene lugar por desaparición de materia orgánica o por mineralización del humus que lleva a la pérdida de estructura del suelo y los problemas de emisiones de CO₂ que influyen decididamente al Cambio Climático.
- Erosión hídrica y eólica. La primera es el proceso de erosión de mayor importancia en nuestras regiones, aunque la segunda no es nada desdeñable.

Los factores que favorecen la erosión y desertización son:

- El cambio de uso del suelo de forestal a agrícola.
- El abandono de las tierras de cultivo deterioradas en las zonas rurales por la emigración o la baja productividad en laderas de gran inclinación.
- Las prácticas de roza-tumba-quema, con eliminación de acahuales y arbustos en las parcelas de cultivo.
- Sobrepastoreo ganadero de algunos sectores.
- Los incendios forestales.

En este contexto, el uso sostenible/sustentable del suelo es un problema importante en la Cuenca. La erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, es una de las principales consecuencias del deterioro ambiental de la cuenca favorecida por la deforestación, las prácticas de cultivo inadecuadas en terrenos con fuertes pendientes no aptos para la agricultura, y la compactación de suelos forestales donde se practica el pastoreo de forma insensiva contribuyen sustancialmente a la degradación de este recurso no renovable (Figura 21 y 22), así como la contaminación y la sobreexplotación de acuíferos.



Figura 21. Ganadería extensiva en San Fernando



Figura 22. Degradación del suelo por prácticas agrícolas a favor de la pendiente

Recientemente la SEMAHN en colaboración con investigadores del Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático de la UNICACH, evaluó el estado de la fertilidad de los suelos de la cuenca (Figura 23, Ramos 2012). Los suelos estudiados correspondieron a terrenos representativos de los diversos usos del suelo de la cuenca, como son: forestal (bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y vegetación acuática y subacuática) agrícola, pastizales (pastos abiertos, cercos vivos y líneas acahuales) y vegetación secundaria, sufren de baja fertilidad inherente a su formación.



Figura 23. Degradación de suelos Litosol por deforestación y uso pecuario del terreno

Los resultados del análisis de fertilidad revelan características importantes de su naturaleza edáfica. Los tipos principales de suelos y su cobertura son: Litosoles (46%), Rendzina (17%), Vertisoles (17%), Regosoles (10%), Feozem (4%), Luvisoles (3%) y uso urbano-poblados (3%). Tal como se señaló en el apartado de suelos (3.1.4), los Litosoles y Regosoles, constituyen más de la mitad de la superficie de la Cuenca y son altamente susceptibles a la erosión, pérdida de fertilidad y de su materia orgánica, ya que son en general suelos delgados, principalmente los ubicados en laderas susceptibles a la erosión. Rendzinas, Vertisoles y Feozem, son suelos de mejor fertilidad, pero en condiciones de laderas con fuertes pendientes y abiertos a la agricultura, tienden a sufrir procesos de erosión y pérdida de materia orgánica, mientras que los Luvisoles constituyen un grupo pequeño de suelos, de baja fertilidad, bajos contenidos de materia orgánica y fuerte acidez.

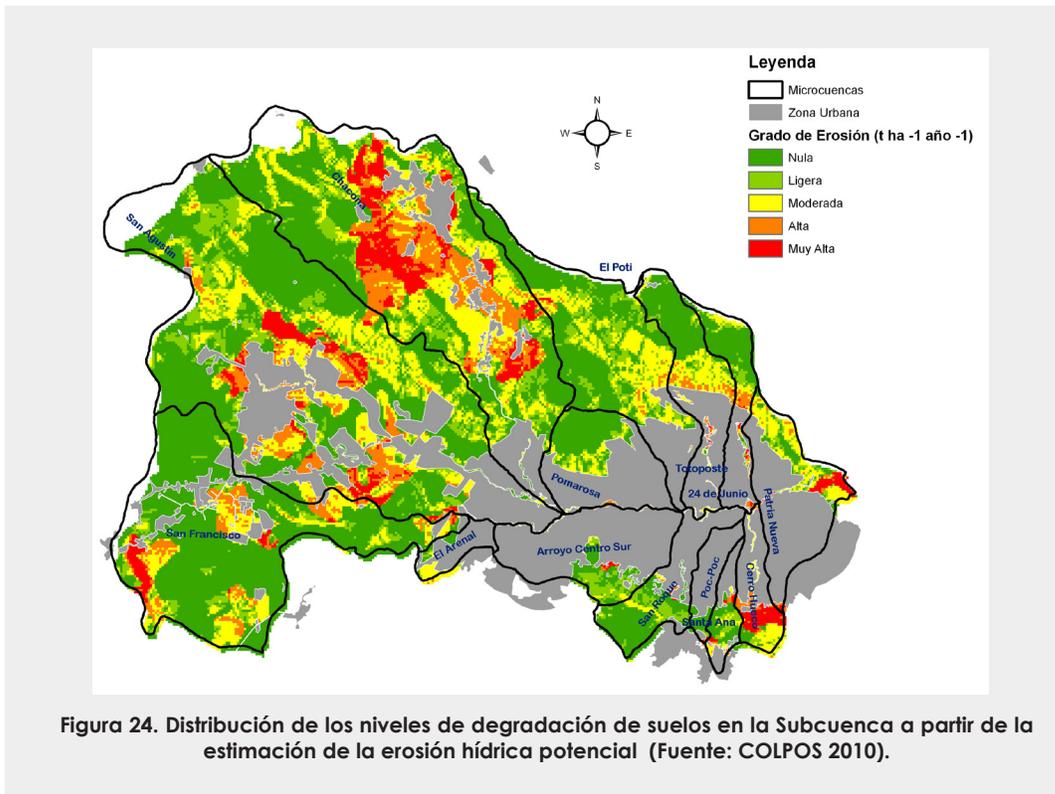
De manera general, los suelos están influidos por el material geológico de la cuenca: rocas sedimentarias, de las cuales la caliza es la más dominante, le siguen dolomita, pizarras arcillosas, lutitas, areniscas y conglomerados. Sin duda alguno estos materiales determinan la composición mineral de los suelos, siendo abundante el Ca, Mg, que son las bases dominantes, en una amplia variabilidad desde valores muy altos en suelos carbonatados (93 cmol (+)/Kg suelo) a valores tan bajos (0.5 93 cmol (+)/Kg suelo) en suelos ácidos y desbasificados. Las texturas fluctúan entre franco arenoso arcillosa, arcillas, francos arenosos y arenosos, lo cual dan una idea de la heterogeneidad de los terrenos, y a la vez de la susceptibilidad a la erosión, particularmente los suelos delgados, los suelos arenosos, siguiendo los francos arenosos y francos arcillosos. El pH es una propiedad importante en la fertilidad, pues determina gran parte de las propiedades químicas; siendo el material de origen sedimentario, principalmente calizas, el pH determinado de la mayoría de los suelos, (tanto en H₂O, como en KCl), se mantienen entre 8.00, 7.00, y 6.0, en tanto que algunos suelos mostraron pH ácido entre 4.5 y 3.5.

Una de las características químicas que determinan la fertilidad de los suelos es la materia orgánica, considerada la parte vital de los suelos, pues contiene reservorios de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo, así como otras bases cambiables, como calcio, magnesio, potasio y elementos menores. Los resultados del análisis de la materia orgánica en la Cuenca, presentan valores muy variables. Van de valores altos: 27% de M.O., pasando por valores de 20, 15, 10, hasta valores pobres: de 2.06%, éste último denota pobreza de nutrientes y seguramente problemas en la productividad de cultivos. En las muestras estudiadas, la materia orgánica estuvo más relacionada con el uso del suelo, que con el mantenimiento de la vegetación, ya que se obtuvo valores tan altos en un área de pastizales, como en un área de bosque, mientras que los valores bajos se encontraron en suelos pobres y arenosos.

Por lo anterior, se comprende que la pérdida de la superficie de estos suelos frágiles, principalmente por uso del suelo que conlleva a la erosión del mismo, representan uno de los graves problemas y desafíos a enfrentar en el presente y futuros años, ya que se acentuarían los problemas de baja producción agrícola y al mismo tiempo, los problemas erosivos y de deslizamientos, impactan las partes bajas de la cuenca, por lo que las condiciones sociales pueden agravarse de no tomar medidas para contener, mitigar o detener los procesos erosivos, siendo urgentes las prácticas de mejoramiento y restauración de suelos (Ramos *et al.*, 2008).

De acuerdo a datos del COLPOS (2010) estimados por medio del Índice de Erosión Hídrica², se ratifica que la cuenca actualmente se ve afectada en 55% de su superficie por algún grado de erosión, siendo el grado moderado el de mayor importancia, ya que esta afecta solo el 25% de la superficie total de la cuenca, considera que el suelo podría estar perdiendo de 20 a 50% de su capa superficial, presentando como evidencia de su degradación la presencia de canali-llos y cárcavas pequeñas (Figura 24). Siendo la materia orgánica determinante en la fertilidad, y ante las perspectivas de acentuarse la erosión en la Cuenca, se requiere urgentemente frenar el proceso de erosión mediante la formulación de políticas, y el uso de indicadores para el diagnóstico temprano de los procesos de degradación y su reconversión paulatina a suelos fértiles que puedan soportar la capacidad de producir cultivos, o sostener vegetación. De esta forma, los métodos preventivos para evitar o controlar la degradación del suelo, deberán ser la norma en lugar de los métodos remediales. En este contexto tomarán especial importancia, los indicadores locales para observar los cambios en la calidad del suelo como resultado de su manejo y de efectos climáticos a lo largo del tiempo.

² Indica la susceptibilidad del terreno al desprendimiento de partículas del suelo y la capacidad de arrastre representado por la topografía y por tanto los sitios de aporte de sedimentos, y no así la cantidad de sedimentos aportados por cada uso del suelo.



Indistintamente del grado de erosión dominante en la cuenca y tomando en cuenta las características geohidrológicas de la cuenca, el deterioro del suelo pasado y actual del suelo innegablemente genera problemas colaterales como la disminución del gasto de agua en los manantiales al reducirse la cubierta arbórea en las aéreas de captación y recarga de acuíferos. Un sondeo de opinión en los barrios y riberas de las cabeceras municipales de San Fernando y Berriozábal, el 100% de los entrevistados respondieron que los manantiales y vertientes año con año disminuyen la disponibilidad de agua para diferentes usos, especialmente en la temporada seca, cuando más se acentúa el problema.

Además de la disponibilidad de agua, los efectos más latentes repercuten al conjuntarse la degradación del suelo por prácticas agropecuarias inadecuadas, el incremento del uso urbano que se traduce en una reducción del tiempo de respuesta a la lluvia de la Subcuenca y a un aumento de volumen, debido a que el material asfáltico cubre el suelo y por la presencia de estructuras físicas como puentes, bóvedas y obras de captación pluvial (CONAGUA 2009), así como y en menor grado por el aporte de la deforestación de las zonas con bosque de la cuenca alta. Cada uno de estos usos de la tierra sin duda libera suelo y otros sólidos suspendidos (basura y vegetación), que durante la temporada de lluvias son arrastrados a las zonas bajas del Valle de Tuxtla con destino final el Río Sabinal, el cauce principal de la Cuenca, sumándose así las condiciones que ha propiciado la añeja problemática de las inundaciones que sufre la capital de Estado.

El resarcimiento de los daños derivados de las inundaciones en la Capital interpone un alto costo social y económico para los habitantes de la Cuenca, más acentuadamente hacia la capital. El paso de la tormenta Larry en octubre del 2003 se recuerda como el evento hidrometeorológico de mayor impacto en la historia de Tuxtla Gutiérrez. En este año la mancha de inundación abarcó el 50% de la longitud total del río, y donde el agua en algunos puntos alcanzó una altura de dos metros y medio. El costo de pérdidas únicamente en infraestructura de agua potable, alcantarillas y protección marginal para este periodo se estimó en \$16, 848,000 millones de pesos (CONAGUA 2009).

Después de este periodo se derivaron varios estudios e iniciativas diseñadas para mitigar los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos, aunque sin considerar los impactos del recurso edáfico muestran lo costoso que resulta resarcir los impactos de los cambios de usos de suelo y de la planeación desordenada, sin respecto y valoración de los servicios ambientales que proporciona el capital natural. Simplemente en la pasada administración (2008 al 2010) el Ayuntamiento de Tuxtla anualmente realizó diversas obras de limpieza, desazolve e incremento de la estructura física de protección en aproximadamente 16.3 kilómetros en el cauce principal y de los afluentes a este, entre los que destacan el arroyo San Roque, arroyo Santa Anna, arroyo Potinaspak, arroyo Cerro Hueco, arroyo Totoposte y arroyo Poc Poc. Resultados de estas obras la administración destino una inversión total de \$13,760,569 millones de pesos, beneficiando principalmente a la población que habita en zonas afectadas reiteradamente y aquellas con riesgo de inundación.

Debido a que el problema de las inundaciones está en función del grado de modificación al uso del suelo contrario al de vocación forestal y de cuanta agua lloverá en un periodo corto (CONAGUA 2009); y que a su vez este dependerá del comportamiento climático, el cual no siempre se puede predecir en su totalidad, el escenario de vulnerabilidad que hoy sufren los principales centros de población de la cuenca en un futuro cercano puede intensificarse, esto si tomamos en cuenta que los datos prospectivos del clima reportados en el Programa de Acción ante el Cambio Climático de Chiapas, para la región Centro, donde está ubicada nuestra cuenca (Gobierno del Estado 2010).

Como puede apreciarse en la figura 25, comparando los escenarios proyectados con las temperaturas actuales observadas en el Estado, bajo condiciones de cambio climático se prevé un aumento de 3 a 3.4 °C en las temperaturas medias; de 3 a 3.6°C para las temperaturas máximas y de 2.5 a 2.8°C de incrementos en las temperaturas mínimas. Además del incremento de las olas de calor se espera en un escenario de futuro cercano (2015-2039) mayor número de días secos con eventos sin lluvia mínima de 30 a 50 días (Gobierno del Estado 2010).

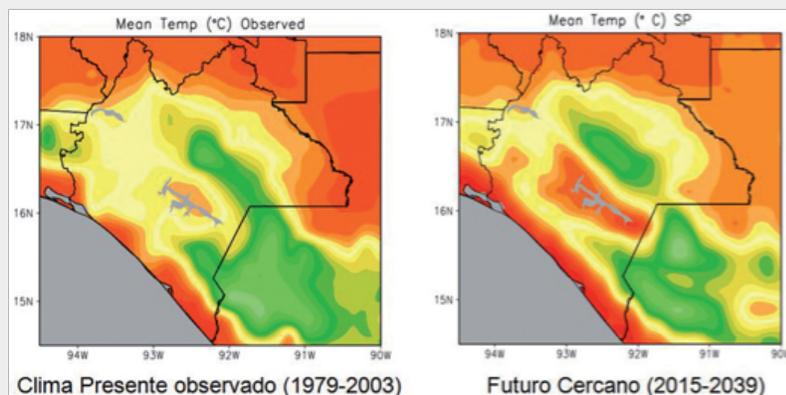


Figura 25. Escenarios proyectados con las temperaturas actuales observadas en el Estado y en un futuro cercano, bajo condiciones de cambio climático (Fuente: Gobierno del Estado 2010-PACCH).

El deterioro de la calidad edáfica referida en las investigaciones de la UNICACH, se tornaran críticas, esto debido a que con el calentamiento global se acelera la descomposición de materia orgánica, ello liberará aún más CO₂ y acentúa el cambio climático a nivel local. En ese caso, el proceso de desertificación comenzado en la cuenca podría avanzar rápidamente con el calor emitido por las ciudades, entonces los sumideros de carbono, que se mantienen gracias a condiciones climáticas húmedas, liberarían a la atmósfera grandes volúmenes de CO₂ y metano (CH₄). Por ello es que la materia orgánica ha cobrado una significación vital por su papel en la generación de CO₂, y por tanto, factor del Calentamiento Global y Cambio Climático. El mantenimiento de la calidad de la materia orgánica, la protección y restauración a través de prácticas de reforestación, así como su mejor manejo y conservación, reconversión de agricultura a bosques, son acciones urgentes para evitar ampliar la geografía de la degradación y desertización y su impacto en el Cambio Climático en los ecosistemas y la sociedad (Vignola et al. 2010).

Ante este escenario se interponen dos grandes retos, el primero ligado a la planeación del territorio con criterios sustentables que respeten la vocación del suelo y la capacidad de carga del sistema, no dejar al mercado el destino del territorio, en este reto la coordinación de los distintos ordenes de gobierno es un requisito para transitar a un desarrollo más armónico que no tenga alto costos al erario público y sobre el patrimonio de la población. El segundo es evidente que si la degradación del suelo aumenta, es muy posible que no se pueda alimentar una población creciente, esto si la pérdida de suelos fértiles por el cambio de uso de forestal, a uso agrícola y pecuario continua con esta tendencia. Las causas del uso inadecuado de los suelos son múltiples. En muchas partes de la cuenca la necesidad obliga a la gente a cultivar tierras que no son aptas para agricultura, pero como ya se ha demostrado en el análisis de las tendencias de cambio, las transformaciones de las zonas pecuarias están ligadas a la baja rentabilidad de los terrenos agrícolas y por ello se abandona y se condena a que termine en un fraccionamiento, por lo que sin dudas el impulso en la realización de prácticas de manejo y conservación de suelos pueden mejorar sustancialmente esta condición (Bayron 2004).

5.-MARCO DE ACTUACIÓN

Si bien la Subcuenca ha sufrido un enorme deterioro de manera acelerada en las últimas cuatro décadas, no tiene por qué estar condenada a seguir este proceso. Se debe trabajar por reconocer que la cuenca aún proveen servicios ecosistémicos claves que ayudan a reducir el impacto de los desastres naturales sobre la biodiversidad, así como las consecuencias morales y socioeconómicas de estos fenómenos hacia la sociedad. Su destino depende en parte de las responsabilidades y efectividad con la que los gobiernos federal, estatal y municipal emprendan acciones para frenar y revertir dicho deterioro. Pero, sobre todo, depende de la actitud que asuman sus pobladores ante tal perspectiva.

En este sentido, SEMAHN con el patrocinio del COCyTECH y la participación de instituciones de distintos niveles de gobierno, han comenzado a sumar esfuerzos al preocuparse por trazar directrices que conlleve a trabajar de manera coordinada para restaurar los ecosistemas y con eso asegurar el mantenimiento y recuperación de los servicios ecosistémicos en beneficio del ambiente y la sociedad. Con este propósito el 9 de octubre de 2011, se aprobó en la Decima Sesión Ordinaria del Comité de Cuenca Río Sabinal la Estrategia de Restauración Hidrológico Ambiental (ERSABI). Este es un importante esfuerzo que muestra las voluntades y capacidades de los gobiernos para considerar al Sabinal como un escenario prioritario y que debe ser atendido con base al manejo de cuenca y ecosistemas.



“ La restauración hidrológica ambiental que requiere el Sabinal gestada desde la opinión de la Mesa de restauración, está concebida en la dualidad de recuperar las funciones y procesos que sostienen la biodiversidad y los servicios ecosistémicos demeritados por los factores de origen antropico que propician el cambio en la configuración de la estructura hidráulica de la cuenca ”

Las bases para encaminarse a la recuperación hidrológico ambiental de la cuenca están trazadas en la actual ERSABI, pero antes de hablar de esas acciones, es pertinente exponer que la estrategia fue elaborada bajo los enfoques de marco lógico y de la investigación acción participativa y su diseño involucró los siguientes momentos:

Integración de un grupo auxiliar al Comité de Cuenca. Por iniciativa de la Secretaría Medio Ambiente e Historia Natural a partir de las recomendaciones del proyecto “Estrategias para la restauración y rehabilitación de la cuenca del río Sabinal: un enfoque ecosistémico para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad asociada a las cuencas hidrográficas de Chiapas” (RSABI) y coyunturalmente con la reactivación del manejo de la Reserva Federal Villa Allende promovido por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, se inicia un proceso para la constitución de un grupo especializado que apoye al Comité en la gestión de acciones que atiendan a detener y revertir el deterioro de los ecosistemas en la cuenca. Así, el 12 de julio de 2011 se instala en el seno del comité el Grupo Especializado de Restauración del Comité de Cuenca del Río Sabinal (GERHA), integrado por técnicos y especialistas de 21 instituciones (Apéndice 2) y representantes de usuarios agropecuarios, energía y agua.

Identificación de la situación actual. Se analizaron diversos elementos de información actuales provistos por datos de campo del proyecto RSABI, insumos cartográficos e informes de la oficina de la Gerencia del Sabinal, acuerdos y planteamientos del GERHA, la experiencia propia de las instituciones y usuarios que concurrieron a los diferentes espacios de consulta y análisis. Resultado de esta etapa se definieron las problemáticas, causas y efectos asociados. Así como, las posibles fortalezas, amenazas, debilidades, oportunidades que como grupo de gestión tenían implicancia para revertir los escenarios de deterioro.

Construcción de una visión y objetos de la restauración. Sobre la base de esta realidad se emprendió un proceso de diálogo interno, el cual permitió generar una visión o escenario a largo plazo que muestra en concreto la dirección hacia donde el gobierno deberá en la próxima década dirigir los esfuerzos para revertir los indicadores de deterioro de los ecosistemas. Esta visión facilitó la detección de los objetos base para guiar la restauración. Como se ha comentado al principio del documento se decidió dirigir los esfuerzos para recuperar zonas productoras de Biodiversidad y reducir los sitios de Aporte de Sedimentos. En este punto se generó tres escenarios físicos de intervención que atienden a la recuperación de estos servicios ecosistémicos asociados a las zonas de bosque remanente, vegetación secundaria y áreas de uso agropecuario.

Construcción del consenso. Consistió en una primera versión del planteamiento estratégico, reconociendo que el mismo no abordara el total de la superficie de la cuenca, de sus problemáticas existentes y las necesidades de restauración, pero pretende con bases sólidas guiar a las instituciones y usuarios a incidir en los escenarios determinados a fin de provocar cambios positivos en la cuenca en el corto, mediano y largo plazo. Así, derivado de distintas sesiones de trabajo y discusión se logró desarrollar líneas, objetivos estratégicos, metas, acciones e indicadores que permitan evaluar los avances de la estrategia.

6.-FUNDAMENTACION JURIDICA

El fundamento legal de la Estrategia se encuentra anclado en diversas leyes ambientales de carácter nacional y local que se aplican en el territorio, aunque este plan estratégico se viene a sumar como uno de los instrumentos rectores más importantes en la planeación y programación para el manejo integral de la cuenca, el marco jurídico que guiará a su aplicación se apoya en las siguientes leyes:

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

Artículo 1, Fracción I, V, y VII. Se señala el ámbito de acción de esta ley reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional.

Artículo 2, Fracción II. Considera de utilidad pública el establecimiento, protección y preservación de áreas naturales protegidas y zonas de restauración ecológica.

Artículo 3, Fracción XXXIII. Donde se define a la Restauración como el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Artículo 18. Señala que el Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico, según lo establecido en esta ley y las demás aplicables.

Artículos 21, 22 y 22 BIS. Se refiere a otorgar incentivos económicos y estímulos fiscales a quien realice acciones para la protección, preservación, o restauración del equilibrio ecológico y los recursos naturales.

Artículo 60. Las declaratorias de Áreas Protegidas deberán contener los lineamientos para la realización de acciones de preservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales.

Artículo 75 BIS. De los ingresos que se generen por el otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en las Áreas Protegidas, se destinarán a acciones de preservación y restauración de la biodiversidad dentro de las áreas.

Artículo 78, 78 BIS, y 78 BIS 1. Establecimiento de declaratorias y programas de Zonas de Restauración ecológica.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Artículo 5. Fracción I y V. De la Política Nacional en materia de Vida silvestre y su hábitat, y del papel de las autoridades en la protección y restauración de los hábitats naturales de la vida silvestre, así como de la participación de los pobladores en estas acciones.

Artículos 39 y 46. Del establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS), y de los objetivos que podrán perseguir entre ellos los de restauración del hábitat y poblaciones de vida silvestre.

Artículo 70. De la formulación, por parte de la Secretaría, de programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre.

Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Artículo 7, Fracción II. Se declara de utilidad pública: la protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras.

Artículo 14 BIS, Fracción V. La Comisión Nacional del Agua en coordinación con los Organismos de Cuenca: concertará acciones y convenios con los usuarios del agua para la conservación, preservación, restauración y uso eficiente del agua.

Artículo 14 BIS 1. Del papel del Consejo Consultivo del Agua, que podrá asesorar, recomendar analizar y evaluar respecto a la restauración del recurso hídrico, entre otros temas.

Artículo 14 BIS 5, Fracción IX; y 15 Fracción III. Los principios que sustentan la política hídrica nacional y la planificación y programación hídrica consideran, entre otras: La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos; y la elaboración de subprogramas específicos.

Artículo 21 Fracción VII; Artículo 22 Fracción II; y Artículo 23. Las solicitudes de concesión o asignación deberán contener previsiones respecto a los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración del recurso hídrico.

Artículo 41, Fracción III. El Ejecutivo Federal podrá declarar o levantar mediante decreto la reserva total o parcial de las aguas nacionales para los siguientes propósitos: Garantizar los flujos mínimos para la protección ecológica, incluyendo la conservación o restauración de ecosistemas vitales.

Artículo 47 BIS. “La Autoridad del Agua” promoverá entre los sectores público, privado y social, entre otras cosas: las acciones de manejo, preservación, conservación, reúso y restauración de las aguas residuales referentes al uso urbano del agua.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Artículo 1; Artículo 3 Fracción II, Fracción XXII; Artículo 4, Fracción I. Se señala el ámbito de acción de esta ley reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y que tiene por objeto, regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales.

Artículo 12, Fracción VIII; Artículo 13, Fracción XI, XVI y XVIII; Artículo 15, Fracción XII. De las atribuciones de la federación, los estados y municipios en materia de restauración forestal y de suelos.

Artículo 17, Párrafo 2º; Artículo 22, Fracción XVI, XXII, y XXV. De la Comisión Nacional Forestal y sus atribuciones en materia de restauración de los recursos y suelos forestales.

Artículo 126 y Artículo 127. De la elaboración y ejecución de programas e instrumentos económicos para fomentar las labores de conservación y restauración de los recursos forestales y las cuencas hídricas, así como de la formulación y ejecución de programas de restauración ecológica, por parte de la CONAFOR.

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chiapas

Artículo 3, Fracción II. El objeto de la Ley es fijar las bases para establecer; La preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Artículo 7, Fracción II. Corresponde al Ejecutivo del estado formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica; en el aprovechamiento racional de los elementos naturales; en el ordenamiento ecológico local; en la preservación y restauración.

Artículo 10, Fracción II. Corresponde a los Municipios de la entidad la preservación y restauración del equilibrio ecológico en sus respectivas circunscripciones territoriales

Artículo 12, Fracción III, Fracción X. Para la formulación y conducción de la política ecológica las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la preservación y restauración.



7.- LA ESTRATEGIA: VISION, ESCENARIOS Y LINEAS DE ACCIÓN.

Resultado del trabajo coordinado entre los representantes de los diversos sectores vinculados con la conservación y restauración de la cuenca se elaboró la Estrategia. El desarrollo de la Estrategia es un proceso que involucra la realización de acciones en el corto, mediano y largo plazo, generándose de esta manera un compromiso entre los actores ambientales de la Federación, Estado y representantes de la sociedad civil. Para atender los retos que involucra un proceso de restauración hidrológico ambiental, se dispone de un marco de planeación que consta de una visión a diez años, sustentada en escenarios espaciales y en cuatro líneas estrategias, cada una con objetivos particulares diseñados con acciones colectivas necesarias para revertir el declive ambiental que se está produciendo y restaurar los servicios ecosistémicos.

Consientes que son múltiples los esfuerzos que se requerirán para lograr atender los actuales desafíos que interpone iniciar el proceso de restauración. El proceso de planeación permitió al Grupo de Trabajo delimitar como la visión y propósito central de la estrategia:

“ Contribuir a la restauración hidrológica ambiental de la Cuenca del Río Sabinal, mediante la rehabilitación y regeneración natural de ecosistemas desde la valoración de los servicios ecosistémicos, articulando instituciones y la participación social ”

Esta visión internaliza tres aspectos focales: primero el proceso de restauración enfrentará sus principales retos en el fenómeno de expansión urbana en un contexto de Zona Metropolitana, la cual ha quedado bajo el influjo del mercado de bienes y raíces. Segundo, en el pobre reconocimiento y la apatía de la sociedad y de los tomadores de decisiones al no reconocer el valor que otorgan los ecosistemas a la sociedad y por lo tanto no internalizarla en los planes que guían el desarrollo local. Tercero, son raros los esfuerzos que se tienen de trabajo en un marco de cooperación interinstitucional que fortalezca la gobernanza en beneficio de los bienes capitales que sustenta el desarrollo de los pueblos.

Los puntos focales se tomaron en cuenta al momento de desarrollar la Estrategia, pensando no solo por los altos costos que seguramente requerirá la aplicación de las acciones de restauración ambiental definidas, sino porque también los gobiernos recurrentemente se enfrentan la escasez de recursos económicos para destinar a los programas de desarrollo y mucho más los correspondientes al tema ambiental y en las cuencas hidrográficas (CONAGUA-COLPOS 2010, IMTA 2004, Boyle *et al.* 2001). Por ello se definieron escenarios de gestión en los que la restauración podría generar mayores beneficios al conducir los esfuerzos e inversiones hacia áreas o sitios nodales.

El desarrollo de los escenarios tomó de base el esquema de priorización sobre la "oferta de servicios ecosistémicos" con énfasis en los servicios de provisión y regulación que aportan actualmente los siguientes usos de la tierra que conforma la estructura territorial de la cuenca:

1) Bosques remanentes: Están enfocados a los parches de bosque de cobertura densa con características de bosque primario entremezclado con elementos de vegetación secundaria arbórea de aproximadamente >10 años. Por tales condiciones se consideran a estos fragmentos de bosque primario y secundario las fuentes máximas productoras de bienes y servicios ambientales en el territorio. Por lo que, la conservación y restauración de estos bosques ayudará al mantenimiento de la conectividad ecológica de la biodiversidad y la prevención de la degradación y erosión del suelo.

2) Áreas de vegetación secundaria (regeneración natural). Considera las categorías de uso del suelo con terminación "Arbustos y hierbas", casi siempre derivadas del abandono de terrenos de áreas en descanso con uso agropecuario. Esta categoría incluye parches de vegetación de bosques secundarios jóvenes, que abarcan aproximadamente un intervalo de 1 a 10 años. Áreas cuya rehabilitación de estas tierras permitirá el incremento de bosques remanentes que a su vez beneficiará la conectividad ecológica, la biodiversidad, prevención de la erosión del suelo, disminución en la intensidad de los escurrimientos y mejoramiento de la infiltración del agua.

3) Áreas de uso agrícola y pecuario. Este escenario considera estrictamente a las categorías de uso del suelo con terminación "Pastizal inducido y agricultura de temporal". La rehabilitación de estas zonas mejorará la producción agropecuaria, biodiversidad, disminución de la erosión del suelo y mejoramiento de la infiltración del agua.

En estos usos del suelo se aplicó un análisis multicriterio, conjugando criterios de tipo socioeconómico y ecológico, ponderados de forma diferenciada para atender a los objetivos de recuperación de los servicios ecosistémicos en cada escenario físico que sirvió de base para la planeación estratégica. Los mapas resultantes de la evaluación permiten señalar por microcuenca los sitios donde deben implementarse las acciones de acuerdo a una escala de prioridad, donde el verde representa una prioridad a largo plazo, amarillo a mediano plazo y rojo a corto plazo. El balance general muestra que el 71% de la Superficie de la cuenca requiere restaurarse y de este territorio 24% son zonas de prioritarias.

El escenario que contempla los bosques remanentes registró un total de 3,036 hectáreas, incluyendo los bosques de galería que aún conserva la estructura hidráulica de la cuenca. Un 74% (2,256 hectáreas) de esta superficie fue clasificada de alta prioridad para la inversión, destaca la participación de las cuencas San Francisco y Chacona por resguardar los fragmentos de bosque de mayor prioridad en la cuenca (Figura 26).

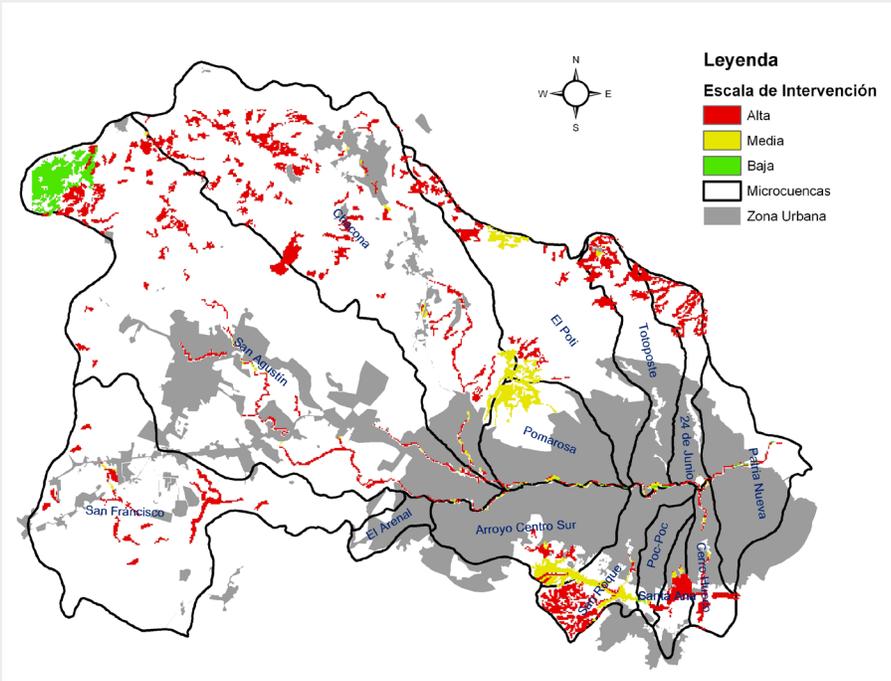


Figura 26. Zonas destinadas a la conservación y restauración de bosques remanentes.

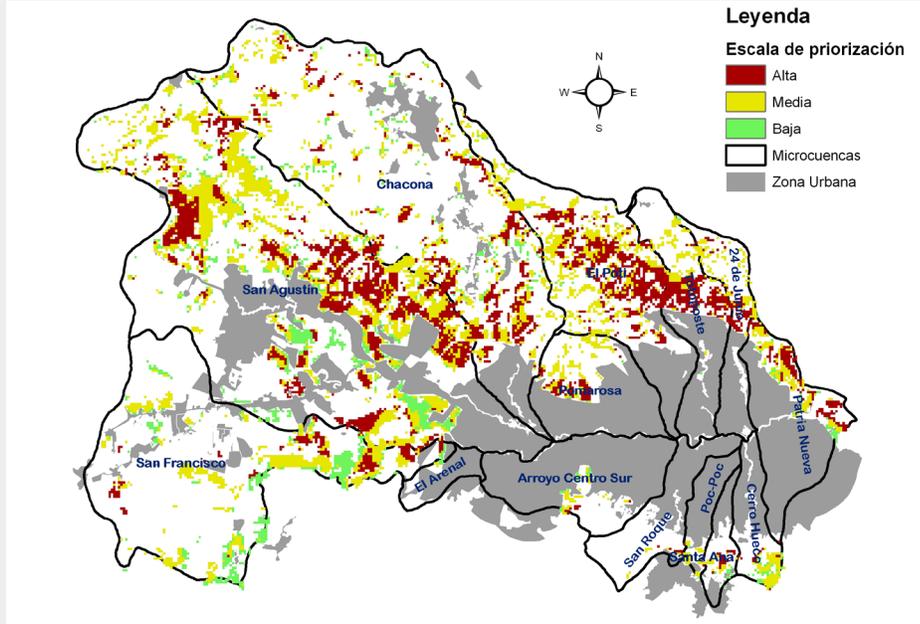


Figura 27. Zonas para la rehabilitación de áreas degradadas con vegetación secundaria.

El escenario donde prevalece la vegetación secundaria registró una superficie total de 4,298 hectáreas, de las cuales un 19% presenta condiciones de alta prioridad; y a nivel de microcuencas San Agustín, San Francisco y El Potinas-pack, es donde se identificaron la mayor superficie en esta escala de prioridad (Figura 27).

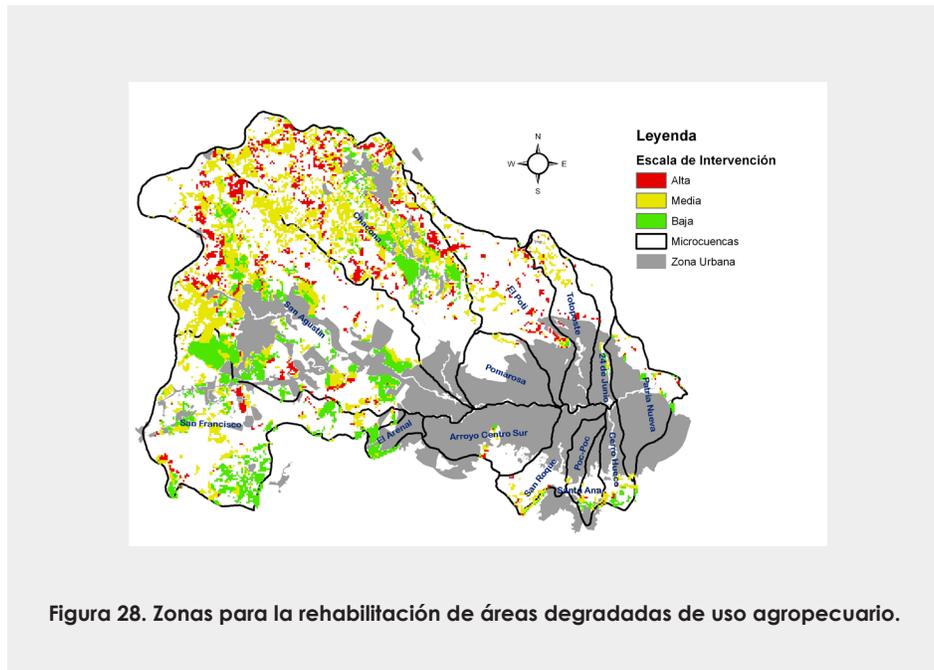


Figura 28. Zonas para la rehabilitación de áreas degradadas de uso agropecuario.

El escenario donde se realizan actividades agropecuarias reportó 2,736 hectáreas que requieren intervenir. Del total de esta superficie el 29% de las zonas son consideradas de mayor prioridad, siendo las cuencas San Agustín, San Francisco y Chacona las que registraron la mayor superficie con necesidades de recuperación a fin de disminuir la degradación y mejorar la calidad suelos (Figura 28).

La ERSABI establece cuatro líneas estratégicas que guiarán las prioridades de restauración en el contexto de los escenarios físicos de intervención, estas se describen como:

Biodiversidad. Se desarrollarán acciones dirigidas a detener el deterioro y recuperar la riqueza biológica que resguardan los bosques naturales degradados, propiciando la conectividad para que estos continúen otorgando los productos de los cuales hasta ahora los habitantes de la cuenca se han beneficiado. Se determina como prioridad revertir mediante la restauración pasiva y activa la recuperación de los bosques fragmentados de la parte alta y media de la cuenca, así como del bosque de galería que atraviesa la frontera urbana.

Gestión de riesgos. Se destinarán esfuerzos a mejorar las prácticas agropecuarias y forestales tradicionales para poder restaurar los servicios ecosistémicos de protección ofertados por la cuenca a fin de lograr incidir en la mitigación de peligros por remoción de suelo y efectos derivados del proceso de erosión y escurrimientos hídricos hacia los centros de población vulnerables físicamente en la cuenca.

Concurrencia interinstitucional. Se busca lograr la articulación entre las diversas instancias u órdenes territoriales de gobierno de la cuenca para disponer de un marco interinstitucional que fortalezca la base de la planificación y la toma de decisiones y así facilitar la voluntad, conciencia y la gestión adecuada de recursos financieros para la implementación de las acciones estratégicas del proceso de restauración.

Educación, comunicación y participación social. Uno de los retos más importantes a enfrentar en la cuenca tiene que ver con la educación, un eje transversal, el cual sea capaz de promover un diálogo verdadero entre la sociedad para así fomentar una visión crítica y reflexiva entre estos y la problemática relevante del deterioro ambiental de la cuenca. Por ello, se planea ofrecer a la sociedad conocimiento, prácticas y experiencias que sirvan para estimular la participación en la cruzada por la restauración de los servicios ecosistémicos a través de espacios de educación ambiental, sensibilización y capacitación técnica a diferentes colectivos que integran la sociedad en su conjunto.

Al igual que en los ecosistemas, con sus procesos, funciones y elementos relacionados, estas líneas están entrelazadas. Los objetivos, acciones y metas que se describen más adelante están diseñados para organizar la estrategia de una manera que pueda ser fácilmente comprendida, al tiempo que reconocen que cada uno de estos planteamientos deben de aplicarse bajo un enfoque de carácter holístico.

Por tales razones, al ser uno de los ejes articuladores el Enfoque de Ecosistemas, es de destacarse las sinergias que de forma efectiva y programática debe de recibir los órganos de planeación municipal, el resultado de estas sinergias debe ser el móvil para establecer una base programática con los sectores de la producción agrícola, pecuaria; de conservación y restauración como CONAFOR, SEMARNAT, CONAGUA y las áreas sustantivas de los sectores estatales, así como el Instituto Ciudadano de Planeación Municipal para el Desarrollo Sustentable.

El Ordenamiento Municipal, el Ordenamiento Ecológico de la Cuenca del Río Sabinal y las Reservas Territoriales Estratégicas que se determinen en estos ejercicios de planeación, deben de convertirse en sendos programas de divulgación de atención inmediata en las áreas de seguridad, tenencia de la tierra y prevención de desastres naturales e incluso de riesgo ambiental determinadas por la SEMARNAT y SEMAHN.

MARCO OPERATIVO PARA LA RESTAURACIÓN

Si bien la Estrategia pretende ser un instrumento de gestión de carácter operativo su aplicación se dará en un contexto dinámico, por lo que en esta parte inicialmente se presenta una síntesis de la información disponible que contextualiza el estado actual del recursos y los esfuerzos realizados en torno a los temas de cada una de las líneas estratégicas. Posteriormente se describen los objetivos, indicadores, metas y acciones, y en el Apéndice 3 se presentan todos los elementos clave del marco operativo estratégico.

LINEA SOBRE BIODIVERSIDAD.

La cuenca posee una importante diversidad ecosistémica basada en la presencia de cinco tipos de comunidades vegetales, donde el bosque mesófilo y el bosque tropical caducifolio, son ecosistemas que a nivel mundial son considerados críticos, debido a los altos valores de biodiversidad que registran, las restricciones ambientales para su distribución y alta presión humana.

La superficie boscosa representa el 9% de la superficie total de la cuenca, la cual no es continua y está fragmentada por diversos factores de disturbio, ausentes de planes de manejo son sujeto de degradación por efectos de las extracciones ilegales de madera, leña, epifitas y tierra de monte, así como el pastoreo de ganado.

Caso similar sucede con la vegetación secundaria, este uso del suelo representa el 36% de territorio y que en términos ecológicos están otorgando valiosos servicios ecosistémicos como conector para el flujo biológico de la biodiversidad, provisión de materias primas a comunidades campesinas y retención de suelo. También es lamentable que no existan esfuerzos para incorporarlas a algún esquema de manejo que permita acelerar su condición y que en el menor tiempo incremente sus características estructurales y funcionales.

El 40% de la superficie de la cuenca se encuentra protegido por el modelo de conservación de Área Natural Protegida (ANP), distribuidos en 1,200 hectáreas de carácter estatal (La Pera, Cerro Matumactzá y Centro Recreativo El Zapotal) y 15,429 hectáreas de jurisdicción federal (Parque Nacional Cañón del Sumidero y Villa Allende).

Las ANP, a excepción de la Reserva El Zapotal y el Parque Cañón del Sumidero, el 86% del territorio destinado a la conservación solo cuenta con decreto y carecen de manejo e incluso de presencia institucional.

De jurisdicción municipal, solo Tuxtla Gutiérrez considera pequeñas reservas constituidas básicamente por los predios que bordean el área urbana actual, entre la que destaca La Reserva Ecológica de Cerro Hueco con una extensión de 3.24 hectáreas. Se tiene programado promover como reservas municipales el Farallón Rocosó en todo el perímetro de la Meseta de Copoya y los Cerros de la cañada de San Fernando.

A excepción de las áreas naturales protegidas únicamente Tuxtla a través de los Programas “Un Árbol una Familia” y “Reforestación de Alto Impacto”, entre 2008 al 2010 el municipio destino esfuerzos a incrementar la masa arbolada de la ciudad. En este periodo se donó más de 39 mil árboles maderables de especies nativas cuyo destino final fueron los parques, banquetas y otros sitios, en 72 colonias de la ciudad.

El cultivo de café se produce en plantaciones pequeñas con superficies promedio de 1.4 hectáreas, bajo la sombra de árboles del ecosistema original (tipo rusticano) y de árboles sembrados por los productores (tipo policultivo), representa solo el 1% de la superficie del territorio.

Los cafetales de la zona son verdaderos agroecosistemas, la mayoría manejados con prácticas orgánicas que favorecen al ambiente y la biodiversidad de la cuenca alta, se ha registrado para San Fernando la presencia de 79 especies de árboles, en su mayoría nativas y uso múltiple como Chalum (*Inga oerstediana*), Palo de pajarito (*Cordia alliodora*) y cedro (*Cedrela odorata*) que forman parte de la sombra.

La cafecultura en la cuenca al igual que resto del país está en riesgo debido a las fluctuaciones del mercado internacional, el envejecimiento de las plantaciones y de buena manera al cambio climático, pues en los últimos años el régimen de lluvias local ha disminuido afectando el patrón fenológico del café y propiciando la presencia de plagas y enfermedades ocasionando fuertes cambios en el rendimiento de producción de café.

Por la belleza escénica y cultural se ha sugerido el potencial de sitios naturales como las Pozas de Berriozábal, los cascos de fincas antiguas como el Suspiro en Berriozábal, la cueva de Paso Burro, el manantial Cerro Hueco y los farallones del lado Sur-Copoya. A excepción, del Parque Cañón del Sumidero, Zoológico y Jardín Botánico de la SEMAHN, no existe en la cuenca otros espacios naturales que se manejen con este enfoque de conservación.

Objetivo Estratégico 1

Establecer mediante diversos esquemas de conservación y rehabilitación la conectividad de corredores biológicos para asegurar la restauración hidrológico-ambiental de la cuenca y el manejo sustentable del territorio.

Indicadores

Superficie total cuenca(ha) = 40,743.84		Superficie priorizada(ha)		
Tipo de uso de suelo	Superficie de intervención (has*)	Alta	Media	Baja
Bosque remanente	3,026	2,242	506	288
Vegetación secundaria	4,298	818	1,974	1,506

*Representa la superficie que clasificó con alguna escala de prioridad basada en los escenarios físicos de prioridad.

- Existe 3,026 hectáreas de la superficie de bosque natural bajo mecanismos de conservación y manejo, al término del periodo estratégico
- Se incrementa a 2,792 hectáreas de bosques secundarios que transitan a la categoría bosques jóvenes, al término del periodo estratégico
- Se reducen las tasas de cambio de usos del suelo, al término del primer y segundo quinquenio del periodo estratégico

Metas

- 2 Corredores biológicos establecidos y funcionando bajo esquemas de manejo que conectan las áreas naturales protegidas, al 2012-2021
- 2 Áreas naturales protegidas de carácter federal recategorizadas procurando la conexión estructural y funcional en la cuenca alta
- 4 Áreas naturales protegidas de carácter estatal cuentan con programa de manejo como instrumentos que propicien la restauración y conservación de la diversidad biológica de estos espacios
- 2 Parques urbanos que fomentan la conectividad biológica entre ANPS y como espacios para la valoración de los servicios ecosistémicos aportados por el bosque de galería en la cuenca
- 530 hectáreas de superficie de cafetales rehabilitados que favorecen la conectividad ecológica dentro de los corredores biológicos
- 4,298 hectáreas de bosques secundarios jóvenes (acahuales) enriquecidos con especies nativas maderables al 2021
- 20 Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable (UMA) que favorecen la repoblación de la diversidad biológica en los bosques naturales
- Se dispone de un sistema de monitoreo biológico para la identificación de cambios en los ecosistemas a escala local y de paisaje
- 4 Instituciones de investigación ejecutan proyectos de largo plazo
- 4 Centros de desarrollo turístico funcionando como herramienta para la restauración biológica y cultural en la cuenca

Acciones

- Elaborar los Estudios Técnicos Justificativos para la recategorización de la ZPF Villa Allende, Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS), Cerro Mactumatzá (Zapotal).
- Elaborar programas de manejo de Villa Allende, PNCS, La Pera y Cerro Mactumatzá.
- Decretar como reservas municipales los arroyos con bosque de galería tributarios al cauce principal.
- Fortalecer las zonas cafetaleras para continúen sirviendo de núcleos de conectividad y de otros cultivos agrícolas compatibles con el paisaje.
- Enriquecer áreas de acahuales a través de su recuperación con especies nativas.
- Establecer UMAs para la repoblación y el aprovechamiento legal de productos forestales, incluyendo la fauna local.
- Implementación de un programa de monitoreo biológico y calidad de agua en la cuenca.
- Generar y sistematizar estudios que conduzcan a obtener conocimiento actualizado de los cambios ecológicos y sociales para mejorar la toma de decisiones en la cuenca.
- Desarrollar centros ecoturísticos como alternativa para la conservación de la biodiversidad y la conectividad biológica.

LINEA PARA LA GESTION DE RIESGOS POR EROSIÓN HIDRICA.

El 80% de la superficie de la cuenca registra una degradación antrópica por erosión hídrica con una pérdida ligera de suelo, es decir, aunque son terrenos aptos para las actividades forestales y agropecuarias, debido a la forma tradicional de manejo están destinados a ser poco productivos.

Los factores causales del patrón de degradación del suelo están asociados con las actividades agropecuarias y el cambio de uso de suelo para extensión de la urbanización.

En el caso de las actividades agropecuarias se observa una tendencia de detrimento en las últimas dos décadas, de ocupar en los noventa un 27% de la superficie de la cuenca para el 2009 ha decrecido al 22%, respectivamente.

El maíz y frijol son los cultivos tradicionales de mayor superficie en el área rural, el café de sombra como cultivo perenne, y excepcionalmente el cultivo del chayote y cítricos, particularmente en San Fernando.

La mayor parte de los cultivos agrícolas son de temporal, producidos en terrenos sin prácticas de conservación y uso del suelo y a favor de la pendiente, manejados de manera mecánica, el uso de quemas y de insumos (fertilizantes y pesticidas). Los productos de estos cultivos es de uso doméstico, excluyendo al chayote que se comercializa en mercados locales de San Fernando y Tuxtla Gutiérrez.



Cultivo maíz a favor de la pendiente



Cultivo chayote blanco en piso

La gran parte de las comunidades campesinas que producen estos cultivos agrícolas, actualmente reciben apoyo del programa de maíz solidario y solo el ejido de Copoya, ha incursionado en el programa de maíz orgánico, por lo que se considera pionera en la introducción de mejores prácticas orgánicas.

De acuerdo con las cifras reportadas en el censo ejidal del 2007, los cultivos agrícolas de mayor cobertura en los municipios presentan bajos rendimientos de maíz (1.4 t/ha) y frijol (335 kg/ha).

La ganadería extensiva es el sistema de producción pecuaria dominante en la zona y cuyo propósito es la cría y venta de bovinos en el mercado local. La zona ganadera se desarrolla en terrenos de aptitud preferentemente forestal, en terrenos que no superan una superficie promedio de 15 hectáreas, mínimo 1 y el máximo 80 y con una carga animal por hectárea.

Los potreros mantienen distintos grados de cobertura arbórea, generalmente a través del establecimiento de cercos vivos en linderos y árboles dispersos, aunque existen quienes dejan aéreas de acahuales donde el ganado suele ramonear así como dotar de postes, leña y frutos al ejidatario.

La mayor parte existe donde se desarrolla la ganadería, los campesinos se enfrentan a una escases de agua en el periodo de seca y por lo tanto en la disminución de la cantidad de forraje, incremento en las enfermedades del hato ganadero y una baja calidad de los pastos; asimismo tienen pobre acceso a créditos y en San Fernando la limitada dotación de tierra, son en conjunto restricciones que enfrentan los campesinos para hacer rentable dicha actividad.

Los ganaderos del Ejido Berriozábal, Plan de Ayala, Copoya, Villa Allende, Miguel Hidalgo, Vicente Guerrero y 16 de Septiembre reciben apoyos por parte de la SAGARPA a través del PROGAN.

Para atenuar la degradación de los suelos en la cuenca desde el 2009, la CONAFOR ha realizado inversiones a través del programa Pro Árbol y de los subprogramas de Reforestación, Conservación de Suelo, Compensación ambiental; así como el Pago que reciben por Servicios Ambientales, en el ejido, Vicente Guerrero y Miguel Hidalgo.

El Río Sabinal, en el tramo que atraviesa la ciudad, por el impacto social y económico de la degradación del Capital Natural es hasta donde se han concentrado los esfuerzos para remediar dichos efectos, todos hasta ahora basados en las opciones que ofrece la ingeniería hidráulica.

Los estudios de Ingeniería Hidráulica y CONAGUA (2010) para la cuenca señalan que los pobladores de las colonias están en constante riesgo. Simulaciones generadas por investigadores de la UNACH sugieren aunque se registren lluvias intensas menores a los 90 milímetros en una sola zona de manera intensa en un periodo más o menos largo, independientemente de que sea en la parte norte o centro de la ciudad, los escurrimientos podrían poner en riesgo e inundar a muchas colonias por donde pasa el río.

En un evento extremo como los remanentes del Sistema Tropical "Larry" ocasionaron precipitaciones máximas históricas de 131.0 mm, en cuenca alta de los municipios de San Fernando y 225.5 mm, en Berriozábal; y consecuentemente afluentes del Río Sabinal en Tuxtla, como los Arroyos San Agustín, La Chacona y Potinaspak se desbordaran durante el evento.

Las cuencas Poc-Poc y Cerro Hueco registran los coeficientes de escurrimiento más altos en la Subcuenca, debido a que existe un gran porcentaje de área urbana, del orden de 60 al 85% de su área total de cuenca, por lo tanto, se sugiere que estas deben ser las de mayor atención.

Las tendencias para los periodos de retorno de las avenidas a 2, 4 y 10 años en estas cuencas, así como en el resto de la misma es incrementar el valor de los coeficientes en un orden de 0.02 anual. Lo cual implica que en 10 años este coeficiente crecerá en un 200%, agravando las condiciones de drenaje de los afluentes del arroyo Poc-Poc y Cerro Hueco, y sin duda con severos impactos a las colonias de cuenca baja.

La CONAGUA (2009), considera para Tuxtla Gutiérrez de severo peligro por el impacto de las avenidas sobre la población que habita a la margen susceptibles las siguientes colonias: Ampliación Plan de Ayala, Club Campestre, Fraccionamiento Campanario, Colonia Mirador Segunda Sección, San José Terán, Colonia El Triunfo, Fraccionamiento la Gloria, Unidad Militar II y III, Colonia Terán, Villa de Catazaja, Colonia Terán, Fraccionamiento los Lagos, Fraccionamiento Jardines de Tuxtla, Parque Tuchtlan, Fraccionamiento Sabinal, Colonia San Francisco Sabinal, Fraccionamiento Rincon Joyyo Mayu, Residencial las Granjas, Fraccionamiento Las Brisas, Fraccionamiento Arboledas, Fraccionamiento Rinconada del Sol, Colonia Moctezuma, Centro (Barrios Juy Juy, Maguey, Colon, Guadalupe, Santo Domingo, San Jacinto, San Marcos), Fraccionamiento Madero, Mercado 5 de Mayo, Barrio periodista, Esc. Normal de Educadoras, Colonia el Rastro, Infonavit Grijalva, Fraccionamiento el Vergel, Cobach Plantel 13, Fraccionamiento el Bosque, Residencial Campestre las Palmas y Ampliación Las Palmas.

Resultado de la gestión del Ayuntamiento Municipal y coyunturalmente con la creación del Fondo Metropolitano de Tuxtla Gutiérrez, el Gobierno del Estado a través de la Secretaria de Infraestructura dirige el proyecto "Recuperación y Regeneración del Río Sabinal 1ª etapa (Liberación de Derecho de Vía para Parque Lineal)". Se considera el proyecto estratégico de mayor inversión en su historia, cuya obra tendrá un costo total de 49,978,399.90 millones de pesos y se espera que concluya esta primera etapa el presente año.

Objetivo Estratégico 2

Gestar prácticas de restauración que implementen el ordenamiento ecológico territorial con la participación de usuarios para garantizar la recuperación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos que oferta la cuenca del río Sabinal.

Indicadores

Superficie total cuenca(ha) = 40743.84		Superficie priorizada(ha)		
Tipo de uso de suelo	Superficie de intervención (has*)	Alta	Media	Baja
Agropecuario	2736	790	1451	495

*Representa la superficie que clasificó con alguna escala de prioridad basada en los escenarios físicos de prioridad.

- Disminuir al menos el 60% de la superficie en las áreas que registran un alto y muy alto grado de erosión hídrica, al finalizar el periodo de la estrategia.
- Disminuir al 10% la cantidad de sólidos suspendidos en el cauce principal, al finalizar el periodo estratégico.
- Se incrementa al menos 1,368 hectáreas con manejo sostenible en la superficie agropecuaria, al termino de periodo estratégico.



Metas

- 2,241 hectáreas de zonas agropecuarias que transitan a sistema agro y silvopastoriles
- 2,736 hectáreas rehabilitadas en las áreas agropecuarias mediante obras de conservación de agua y suelo.
- Se realizan obras de limpieza, mantenimiento e incorporación de ecotecnias en los puntos críticos de inundación.

Acciones

- Reforestar 687 hectáreas con cultivos perennes en áreas de uso agropecuario de las microcuencas Potinaspak, San Agustín y San Francisco
- Promover la transición de la agricultura y la ganadería extensiva a sistemas agroforestales en las partes altas y medias de la cuenca
- Realizar obras de conservación de suelo y agua en áreas agropecuarias y colindantes a los arroyos tributarios a los afluentes de San Francisco, San Agustín, Potinaspak y Chacona.
- Impulsar la generación de estudios para el monitoreo de riesgos e implementación de prácticas de mitigación y prevención de los riesgos (sísmico, deslizamientos, inundaciones, erosión y del comportamiento geohidrológico)
- Aplicación de la reglamentación para zonas urbanas cercanas a los cauces

LINEA PARA LA GESTION DE LA CONCURRENCIA INTERINSTITUCIONAL

En 1980, a iniciativa del gobernador Juan Sabinés Gutiérrez se constituyó el Patronato Pro-Rehabilitación de la cuenca del río Sabinal, siendo su presidente el profesor Miguel Álvarez del Toro. El patronato tenía como función principal coordinar los trabajos que las dependencias federales, estatales y municipales tenían planeado ejecutar diversas acciones en la cuenca.

En 1991 se establece el Consejo Municipal de Tuxtla Gutiérrez de forma pionera el Comité para el Rescate del Río Sabinal y sus afluentes, considerándose la participación de la sociedad civil organizada y colegios de profesionales que revisaron los aspectos prioritarios y obras que sentaran las bases de una visión de mediano y largo plazo, destacando el diseño y construcción del puente del Club Campestre, dissipador de energía en el Parque Caña Hueca, estabilización de taludes del cauce principal en tramos críticos y la limpieza integral de los arroyos tributarios.

En 1996, el Gobierno del Estado gestiona a través de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca (SERNyP) ante la SEDESOL un proyecto integral del empleo temporal para la restauración de los impactos derivados por los fenómenos hidrometeorológicos que provocaron graves impactos en la Subcuenca y en los arroyos tributarios. El proyecto fue ejecutado en 1997 en el total de los arroyos tributarios con acciones de limpieza, restauración de taludes y su conformación con muros de gaviones, se incluyó al arroyo San Agustín en su tramo urbano y se instalaron subcolectores para conectar las descargas de aguas negras en San José Terán, rehabilitación de las zonas riparias destinadas al esparcimiento. Esta experiencia sentó las bases de la gestión por cuencas desde el sector ambiental, requiriéndosele a la CNA, por conducto del Gobernador del Estado el deslinde de la zona federal e iniciándose estudios concertados y contratados con recursos federales ejecutados por la UNACH, finalmente cabe mencionar que este proyecto fue premiado a nivel nacional por la SEDESOL por ser el mejor ejecutante del empleo temporal.

El 22 de marzo de 2003 se instala el Comité de Cuenca del Río Sabinal con fundamento en el artículo 13 de la Ley de Aguas Nacionales como Órgano Auxiliar del Consejo de Cuenca de los Ríos Grijalva y Usumacinta; el cual tendría como función principal coordinar los esfuerzos de los municipios de Tuxtla Gutiérrez, Berriozábal, San Fernando y Ocozocoautla de Espinoza. En este periodo el coordinador del Comité fue el Patronato quien para el rescate del Río Sabinal y sus afluentes A.C. logró consolidar acuerdos y convenios para el desarrollo de estudios y financiamiento destinado a acciones de mejora sobre el cauce principal.

En 2007 por conducto de la Comisión Forestal Sustentable del Estado Chiapas se reestructuró e instaló el Comité Estatal de Microcuencas como un grupo técnico interinstitucional que fortaleciera la visión del manejo de cuencas, la restauración del paisaje y la conservación de suelo y agua; en donde se consideró la participación de todos aquellos Comités de Cuencas reconocidos para implementar estrategias de gestión, las cuales fueron tramitadas ante recursos federales con la COMISION NACIONAL FORESTAL, FIRCO, SAGARPA, SEMARNAT y CONANP. Asimismo se considero una alianza estratégica con los estados de Oaxaca y Guerrero para obtener recursos extraordinarios del programa PROCOREF y PEF. Cabe destacar que por no contar con una estructura técnica operativa los recursos para la cuenca fueron limitados a obras de compensación ambiental que el Comité decidió aplicarlos en San Fernando.

En 2009, el Comité de Cuenca del Río Sabinal y con fundamento que establece el marco legal para la creación y operación de los comités de cuenca del artículo 13 de la Ley de Aguas Nacionales, así como los artículos 15 y 16 de su reglamento (CONAGUA, 2009), inicia una nueva etapa de gobernanza, en torno al tema del agua, visto este como recurso prioritario y de seguridad nacional. Nuevamente el Patronato queda al frente de la coordinación del Comité y se crea la gerencia operativa del Comité de Cuenca Río Sabinal.

En los recientes años diversas instituciones de gobierno han convenido de manera bilateral conjuntar esfuerzos destinados a los temas de Agua y Saneamiento, Reforestación, Reconversión Productiva, Limpieza y Desazolve del Río y emergencias relacionadas con los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos.

En 2009, la CONAGUA a través del “Plan de Emergencia de Inundación por corrientes problemáticas del Río Sabinal en el Estado de Chiapas”, coordina la organización interinstitucional para atender emergencias relacionadas con fenómenos hidrometeorológicos de la cuenca con el objeto de evitar y mitigar la pérdida de vidas humanas, daños a los centros de población y áreas productivas. Este plan conglomeraba a 22 instituciones de orden Federal, Estatal y municipal.

Este mismo año, el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez en coordinación interinstitucional con Comisión Forestal del Estado de Chiapas, Instituto de Fomento Agropecuario, Comisión Nacional Forestal e Instituto de Historia Natural, ejecutó el programa “Reforestación de Alto Impacto” con la donación de 10,500 árboles que se distribuyeron en distintas colonias de la Capital.

En 2010, el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez convino con el Comité de Cuenca del Río Sabinal y se sumó a las acciones del Gobierno Federal en la Agenda del Agua 2030, en los temas: Abastecimiento, Saneamiento y Contención del agua, implementando el programa "Rescate de la Cuenca del Río Sabinal". Este programa fue ejecutado por el Sistema Municipal de Agua Potable en materia de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, así como en la contención y encausamiento de las aguas pluviales.

En este periodo, a través del Comité de Cuenca del Río Sabinal y en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, el Instituto para la Reconversión Productiva y la Agricultura Tropical y la empresa Ingeniería y Estudios Ambientales, S.A. de C.V. se ejecuto el programa de "Reconversión Productiva" en los ejidos y localidades rurales del municipio de Tuxtla Gutiérrez, proporcionando 25 mil árboles frutales para la reforestación, contribuyendo de esta manera evitar la erosión de los suelos de la cuenca alta.

A pesar de la reciente reactivación del Comité, este ha comenzado importantes alianzas para la gestión y concurrencia institucional logrando la convergencia de diversas instituciones y representantes de usuarios alineados para trabajar a favor de temas como el ordenamiento territorial y la restauración y conservación de suelos.

Objetivo Estratégico 3

Establecer prioridades y líneas de acción para la articulación interinstitucional en los escenarios prioritarios establecidos para la restauración

Indicadores

- Existe un Comité de Cuenca para impulsar la restauración.
- Existencia de un mecanismo financiero que contribuye a la aplicación de las acciones de restauración en el mediano plazo.
- Contar con al menos, un sistema interinstitucional para la ejecución, monitoreo y evaluación del proceso de restauración.

Metas

- Un marco de concurrencia interinstitucional garantizado por las diversas instancias y órdenes de gobierno que forman parte de la mesa especializada de restauración.
- Los gobiernos municipales avalan y adoptan la estrategia como un instrumento de gestión que guie y apoye en la toma de decisiones para el mejoramiento de los ecosistemas degradados y de la sociedad.
- Un foro anual que propicia el diálogo permanente entre los gobiernos, financiadores y los usuarios de la cuenca.
- Gestión de fondos concurrentes para la compensación de dueños de predios de cuenca alta y media por la provisión de servicios ecosistémicos de biodiversidad y protección de la cuenca, así como de estudios y programas estratégicos para la cuenca.
- Desarrollo de un mecanismo financiero que coadyuve el proceso de restauración en el largo plazo.
- 2 zonas piloto donde concurren programas y proyectos estratégicos instituciones académicas, organizaciones sociales, instituciones de diversos órdenes de gobierno.

Acciones

- Coordinar las acciones intermunicipales para coadyuvar el proceso de restauración de la cuenca apoyados en la estrategia
- Coordinar e impulsar acciones de gestión con instituciones financiadoras locales para la restauración y conservación de los Servicios Ecosistémicos de la cuenca
- Fortalecer los espacios de participación pública para facilitar el diálogo entre gobierno y usuarios, lo cual apoye desarrollo de las acciones de restauración en las áreas prioritarias
- Realizar el estudio de factibilidad para disponer de un mecanismo financiero que apoye las acciones de restauración de la cuenca en el largo plazo
- Gestionar la articulación de proyectos estratégicos sustentables para la concurrencia institucional
- Coordinar un sistema de monitoreo de usos, destino y manejo del territorio

LINEA DEL FOMENTO A LA EDUCACIÓN, COMUNICACIÓN PARA LA PARTICIPACIÓN SOCIAL

Ha pasado tan solo un par de décadas desde que los habitantes de la cuenca, en especial los capitalinos hayan comenzado a reconocer que los problemas más visibles, las inundaciones y contaminación del río Sabinal, no son exclusivos del ámbito social, también son de competencia ambiental. Es decir, la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre el tema ambiental es una acción relativamente joven, al igual que sucede en muchas partes del mundo.

En la cuenca destacan los esfuerzos de educación ambiental promovidos por el Instituto de Historia Natural (IHN) hoy parte de la SEMAHN y el Ayuntamiento de Tuxtla sensibilizando a la población estudiantil y colonos que habitan al margen del río Sabinal enfocándose a problemas de residuos sólidos y en los últimos años adicionando las temáticas como "El Agua, Cambio Climático y Ecosistemas", pláticas sobre el manejo de la basura y presentaciones de teatro guiñol en preescolar y primaria.

El extinto IHN aplicó por más de dos décadas el programa AZOOMATE, dirigido a los pobladores vecindados a la Reserva Estatal el Zapotal, con el fin de conocer y generar un cambio de actitud como corresponsable de su entorno, fundamentalmente de la reserva que en total representan 3 mil 752 niños atendidos en 105 talleres, 392 padres de familia, 568 alumnos y 49 profesores. Aunque el programa inicialmente solo se dirigió a estudiantes y maestros de primaria y en fases más avanzadas alcanzó involucrar a núcleos familiares lamentablemente, no logró evaluar el impacto del programa.

Objetivo Estratégico 4

Fomentar la educación, cultura y comunicación que genere una participación social basada en la valoración de los servicios ecosistémicos provistos por la cuenca.

Indicadores

- Se implementan al menos dos programas de educación ambiental, comunicación y divulgación del valor de los ecosistemas
- Se conoce la percepción de los usuarios sobre el proceso de restauración de la cuenca
- Se mejora la percepción de los usuarios sobre la valoración de los servicios ecosistémicos provisto por la cuenca

Metas

- Planes educativos estratégicos puestos en dialogo con las instituciones y usuarios prioritarios de la cuenca
- Campañas de difusión para la sensibilización y desarrollo de una cultura forestal dirigida a estimular a la participación social e involucramiento en las estrategias de restauración hidrológico-ambiental de la cuenca
- Paquetes educativos con contenido pedagógico por grupo meta prioritario que incorpora el tema de cuenca, servicios ecosistémicos y la importancia de recuperarlos y conservarlos en beneficio del ambiente y la sociedad en general
- La sociedad cuenta con espacios temporales, itinerantes y virtuales para conocer y revalorar el papel de los servicios ecosistémicos de su entorno y quehacer para recuperarlos
- 7818 personas conocen prácticas y tecnologías actuales, que pueden incorporar a su vida cotidiana para ayudar restaurar los ecosistemas y asegurar la provisión de los servicios que estos ofertan
- Programa de monitoreo sobre la participación social para conocer cambios en las percepciones y actitudes de los usuarios de la cuenca sobre la restauración ecosistémica que coadyuven en la toma de decisiones
- Una red de instituciones y organizaciones que participan y coadyuvan en la implementación de la estrategia educativa y comunicación en apoyo al proceso de restauración hidrológico-ambiental de la cuenca



Acciones

- Diseñar la estrategia de educación ambiental y comunicación para estimular la participación social y mejoramiento en la toma de decisiones que incidan en la restauración ecosistémica
- Impulsar una estrategia de comunicación educativa en medios masivos dirigida a las familias de las cabeceras municipales y campesinas
- Realizar exposiciones temporales e itinerantes dirigidas a conocer y valorar los ecosistemas y servicios que otorga la cuenca
- Elaborar y adaptar paquetes didácticos que apoyen en el proceso educativo y de comunicación para la restauración ecosistémica de la cuenca
- Ejecutar talleres de educación ambiental y de transferencia de tecnologías alternativas que favorezcan la restauración ecosistémica
- Promover una cultura forestal para coadyuvar el proceso de restauración de los ecosistemas de la cuenca
- Generar estudios de percepción ambiental referente al proceso de restauración y cambios de actitud de los usuarios de la cuenca

Objetivo Estratégico 4

Contribuir a la formación y capacitación de recursos humanos con capacidad de diseñar e implementar acciones que permitan la construcción y puesta en práctica de un entendido común de restauración hidrológico-ambiental.

Indicadores

- Se cuenta con al menos una persona capacitada por microcuenca facilitando los procesos de restauración hidrológico-ambiental
- Se implementan programas de capacitación formal e informal en restauración hidrológica-ambiental

Metas

- Oferta académica formal e informal para la formación y especialización de profesionistas
- Profesionales especializados en el tema de restauración hidrológico-ambiental que atienden la demanda de las acciones de restauración de la cuenca
- Promotores comunitarios formados que gestionan prácticas de restauración ecosistémica por municipio y/o microcuencas
- Funcionarios públicos capacitados en el tema de restauración ecosistémica y sistemas de gestión del riesgo por erosión hídrica

Acciones

- Efectuar cursos y talleres de capacitación para el desarrollo de capacidades locales y mejorar la toma de decisiones
- Disponer de una oferta académica para la formación de profesionales con el perfil en restauración hidrológico-ambiental

PAUTAS PARA EJECUCIÓN DE LA ESTRATEGIA

El Comité de Cuenca y el GERHA, asumen el liderazgo para trabajar en la gestión que facilite la puesta en marcha de la presente Estrategia, la cual es adoptada por el grupo como el marco estratégico y operativo diseñado para estimular la participación de las instituciones y usuarios, a partir de un entendido común sobre que es la Restauración Hidrológica-Forestal Ambiental. Es decir, el proceso de Restauración se hará en un ambiente de participación que considere fundamentalmente los intereses de los integrantes del grupo, dejando un lado el activismo, con pasos firmes, eficientizando los recursos al buscar articular las iniciativas del buen gobierno.

En este sentido el grupo promoverá los esfuerzos de restauración basados en los siguientes principios:

- Va detonar la articulación interinstitucional basado en el dialogo, análisis y con la participación de todos.
- Trabjará de forma coordinada, interdisciplinaria, comprometida y con alto sentido responsabilidad con el proceso.
- Actuará de forma inmediata, esto sin dejar a un lado que cada acción debe formar parte del proceso construido colectivamente.
- Solicitará y emitirá recomendaciones hacia el interior y exterior, inclusive en esferas superiores para mejorar la toma de decisión, sobre programas, proyectos, obras y acciones que se realicen en la cuenca.

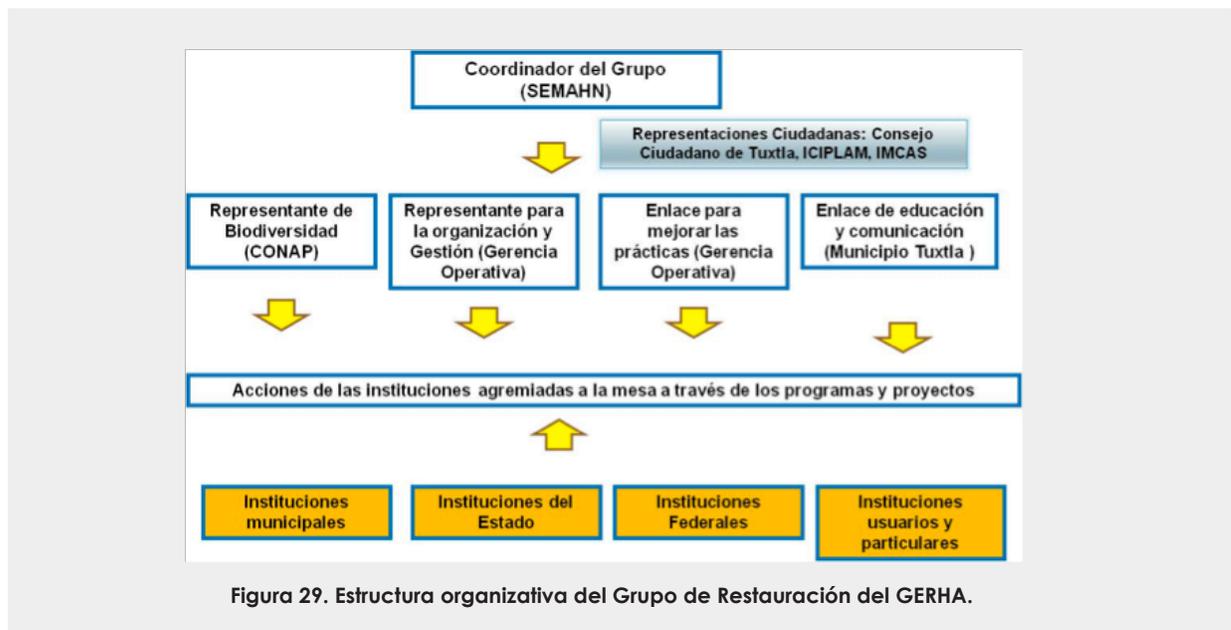


Figura 29. Estructura organizativa del Grupo de Restauración del GERHA.

El grupo con fundamento en estos principios actuará con el apoyo de una estructura orgánica integrada por un coordinador general y comisiones que atiendan a cada uno de los temas estratégicos. Como puede apreciarse en la figura 29, la coordinación del grupo está en manos de la SEMAHN y en las comisiones lideradas por la CONANP, Instituto de Protección al Ambiente y la Gerencia Operativa del Sabinal; así como tiene de invitado permanente a las representaciones ciudadanas organizadas para el monitoreo y gestión participativa del proceso de restauración.

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de las transformaciones de los recursos naturales nos muestra la complicada posición en que se encuentran los ecosistemas y de manera especial, es alarmante el grado de deterioro de los suelos en la cuenca, al punto que si no se toman medidas para mitigar los factores que los amenazan en unos años es posible que no sean capaces de sostener su capacidad de producción. Es notorio que el alto grado de degradación de los ecosistemas es una muestra de la desvalorización que se encuentra ante la mirada de una sociedad globalizada que sufre en reiteradas ocasiones de los estragos de un concepto de desarrollo basado en los bienes materiales.

El peso de los factores sociales, políticos y del mercado que hoy prevalecen en la cuenca, son los principales conductores del deterioro de los bienes y servicios ecosistémicos que condicionan los usos y destinos del suelo en la cuenca, por ello la Estrategia y quienes participan en ella tendrán que tomar muy en cuenta que los cambios verdaderos deben fundamentalmente involucrar la participación social y responsable de los dueños de las tierras y capitalizar muy bien las iniciativas de desarrollo, particularmente de Tuxtla y Berriozábal como parte de la primer Zona Metropolitana de Chiapas.

Las lecciones aprendidas de las experiencias ejecutadas, hasta ahora, diseñadas para enfrentar los diferentes desafíos que plantean un manejo sustentable de estos ecosistemas, han sido insuficientes. Es por ello que la Mesa Especializada de Restauración, requiere trabajar con nuevos paradigmas que permitan, con ánimo, ir más allá de la frontera de la Institución que nos cobija, representando un nuevo horizonte de la ética profesional, enfrentando el gran reto de no dejar perder el capital natural que hoy poseemos y conducir el proceso de recuperación en un ambiente de cooperación, con el apoyo de la ciudadanía informada y comprometida con el ambiente, luchando por que en cada iniciativa los servicios ecosistémicos provistos por los bosques remanentes, la vegetación secundaria y las zonas productivas, sean considerados espacios que contienen recursos estratégicos para la seguridad de los habitantes de la cuenca.

Finalmente, con la Estrategia consideramos estar en el umbral de sentar las bases de un desarrollo que supo atender y entender los valores de los bienes y servicios ecosistémicos, así como el de integrar una nueva ruralidad que garantice los medios de vida y los procesos ecológicos que articulen la transición hacia un horizonte de conectividad Metropolitana, con indicadores de sustentabilidad efectiva, participativa y concurrente.

10. Directorio del Grupo Estratégico

NOMBRE DE LA INSTITUCION	NOMBRE DEL ASISTENTE	CARGO O AREA	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES	Ing. Mario G. Muñoz Paz	-	61 5 51 28	ingmario59@hotmail.com
SECAM (IRBIO)	Ing. Silvestre Trujillo Herrera	Coordinador Proyecto Estratégico	961 117 52 70	silvestre_t@hotmail.com
	Ing. Luis Rey Álvarez Zarate	Coordinador de Proyectos	9611078661	alvazar_21@hotmail.com
CONANP	Biól. Adrian Méndez Barrera	Director del Parque Nacional Cañón del Sumidero y Área Recursos Naturales Villa Allende	60 48 6 50	amendez@conap.gob.mx
	Ing. Odetta Cervantes Bieleto	Subdirector del Parque Nacional Cañón del Sumidero y Área Recursos Naturales Villa Allende	60 4 86 50	acervantes@hotmail.com , cervatesbieleto@hotmail.com
SECTUR	Lic. Irma Penagos Moreno	Analista	61 7 05 50, Ext. 35068	vagailusion@gmail.com
SEMARNAT	Biól. María Guadalupe Reyes Acuña	Jefe de Departamento	61 7 50 06	maria.reyes@chiapas.semarnat.gob.mx
	Ing. Natalio Diaz Santiago	Jefe de Planeación y Política Ambiental	61 7 50 20	politica@chiapas.semarnat.gob.mx
CONAFOR	Biól. María Elena Pola	Analista Técnico de Suelos	61 3 64 44	mpola@conafor.gob.mx
UNICACH-IMCAS	M.C. Patricia Abrajan Hernández	Tec. Académico	12 10 894	abrajanhp@hotmail.com
UNICACH	Mtra. Gloria Espiritu Tlatempa	Docente	961 15 62 761	espiritu@hotmail.com
	Dr. Ernesto Velázquez Velázquez	Director de la Facultad de Biología-UNICACH	-	-
	Dra. Silvia Ramos Hernández	Coordinadora Licenciatura en Ciencias de La Tierra-UNICACH	961 1 770843	silviamosh@gmail.com
ECOSUR	Dr. Miguel Angel Vazquez Sanchez	Investigador	967 (6749000), Ext.1513	mvazquez@ecosur.com.mx
GERENCIA COMISION DEL CAÑON DEL SUMIDERO	Ing. Néctar Hernández	Técnico	9611862173 y 60 2 41 92	nectar.hernandez@gmail.com
	Biól. Gerardo López Maldonado	Gerente Operativo	60 2 41 92	cccsumidero@hotmail.com
SEMAHN	Biól. Elsa Ortiz Zepeda	Analista	-	ehoz@hotmail.com
	Biól. Froilan Esquinca Cano	Coord. Técnico de Investigación	961 6582743	soconusas@hotmail.com
	Mtro. Jose Felix Ayala Garcia	Coord. Planeación Ambiental	961 63 82 7 27, 6144700	felix.ayala@gmail.com
	Lic. Gilberto Hernandez Ruiz	Analista	61 4 47 00	gilberto94@hotmail.com
SEDESOL	Ing. Mauro Valle Santiago	Asesor	1253033	valle472003@yahoo.com
PROTECCION CIVIL	Lic. Renato Franyutti	Auxiliar Administrativo	-	maters15@hotmail.com
	Ibq. Nelson Niño Aguilar	Técnico	61 5 04 16	bioalquimico@hotmail.com
ARQUITECTURA UNACH	Dr. Jaime Cruz Bermúdez	Docente	61 5 09 35 y 9611770885	jaifer@prodigy.net.mx
SEINFRA	Ing. Mario Acero B.	Jefe de Departamento	61 8 74 11	carmar_63@hotmail.com
	Ing. Romeo Lopez Suarez	Supervisor	61 8 74 14	ing.romeo.seinfra@gmail.com
	Ing. Esgardo Serrano Altamirano	Mando de Operaciones	61 8 74 11	esgado2008@live. Com .mx
INESA	Ing. Humberto Pulido Arguello	Director de Cuencas	61 4 76 16	hpulidoa@gmail.com
	Ing. Jose Luis Orantes Gomez	Jefe de Departamento	61 4 76 16	orantes@yahoo.com.mx
NACIONES UNIDAS	Ing. Eloy Arostico Galan	Coord. Estatal Programa Conjunto Agua y Saneamiento	60 2 41 92	eloy_arostico@yahoo.com.mx
COMCAFE	Ing. Araceli Alva Delgado	Directora de Área de	60 7 04 70, Ext. 56021	capacitacion_comcafe@hotmail.com
	Ing. Horacio Domínguez Castellanos	Director de la Comisión	961 66 85 766	hdcastellanos@hotmail.com
AYUNTAMIENTO DE TUXTLA GUTIERREZ	Ing. David Narcia Ramirez	Coordinador	61 3 20 20	davidnarcia@hotmail.com.mx
	Ing. Alejandro Mendoza Castañeda	Director del Instituto	961 1174508, Ext. 2026	alejandro.mendoza@gmail.tuxtla.gob.mx
CIDESTA UNACH	Dr. Martín D. Mundo Molina	Investigador	961 124 24 34	ic_ingeniero@yahoo.com.mx
CONAGUA	Ing. Jose Luis Arellano Monterrosa	Jefe de Proyecto	60 2 11 82	jose.arellano@conagua.gob.mx
	Ing. Sergio N. Zebadua Alva	Especialista	60 2 12 00	sergio.zebadua@conagua.gob.mx
AYUNTAMIENTO DE SAN FERNANDO	C. Iran Morales Leon	Director de Fomento Agropecuario	-	agropecuario2011-2012@live.com.mx
AYUNTAMIENTO DE BERRIOZABAL	Biól. Alberto Castañon Perales	Jefe de Área de Conservación y Restauración	961 12 405 74/6560056	castañon_proyectos@hotmail.com
CFE	Ing. Agustin Osuna Rodríguez	Jefe de Departamento	6141791	agustin.osuna@cfe.gob.mx
	Ing. Jesus A. Perez Acuña	Meteorólogo	6141780	jesus.perez02@cfe.gob.mx
	Ing. Miguel Angel Corzo T.	Asesor Técnico	6187170, Ext.77169	miguelcorzo10@hotmail.com
USUARIOS	Mc. María Luisa Ballinas Aquino	Asesor Técnico	9611775497	maluballinas@hotmail.com
	Ing. Diego Gordillo	Unión Ganadera	6154300	diego_fi@hotmail.com
	Ing. Jeremias Durante Castellanos	Consultor	61 4 58 98	durantecastell@hotmail.com

LITERATURA CITADA

Bayron, R. 2004. Ecosystem for sale in an unequal world. UICN Congress Bulletin. Vol. 39 (10): 3 p.

Balvanera, P., Cotler H., Oropeza O.A., Aguilar C.A., Aguilera P.M., Aluja M, Andrade C.A., Arroyo Q.I., Ashworth L., Astier M, Ávila P., Bitrán B.D., Camargo T., Campo J., Cárdenas G. B., Casas A., Díaz-Fleischer F., Etchevers D.J., Ghillardi A., González-Padilla G., Guevara A., Lazos E., López S.C., López S.R., Martínez J., Maserá O, Mazari M., Nadal A., Pérez-Salicrup D., Pérez-Gil S. R., Quesada M., Ramos-Elorduy J., Robles G. A., Rodríguez H., Rull R., Suzán G., Vergara H.C., Xolalpa M. S, Zambrano Luis, Zarco A. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, DF. pp. 185-245.

Boyle, M., Kay J., Pond B. 2001. Monitoring in support of policy: an adaptive ecosystem approach. In: Munn, T. (eds.), Enciclopedia Global Environmental Change, Vol. 4, 116-137 pp.

Cancino, H.D. 1999. Factores asociados a la regeneración del chicozapote **Manilkara zapotal** Van Royen (Sapotaceae), en el Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal". Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 112 p.

Castañón, G.J.H., Abraján H.P. 2009. Análisis de la calidad de agua superficial del Río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH 3 (2): 67-77.

Cruz, B.J.L., Almazan P.E. 2008. Los zoques de Tuxtla y la disputa por las virgencitas de Copoya, en el Valle Central de Chiapas. Ra Himhai Vol.(4), No. 2: 21-47.

Challenger, A., Dirzo R. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 37-73.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2003. Bases de datos cartográficos de aprovechamientos de agua. <http://siga.cna.gob.mx/ServicioWMS.aspx>

-----2005. Bases de datos cartográficos de límites de subcuencas y estimaciones de Coeficientes de escurrimientos. <http://siga.cna.gob.mx/ServicioWMS.aspx>

- 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2012.
http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH_05-08.pdf
- 2009. Plan de Emergencia del Río Sabinal. Dirección del Organismo de Cuenca Frontera Sur, CONAGUA. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 66 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Restauración de ecosistemas forestales. Guía básica para comunicadores. CONAFOR. Zapopan, Jalisco. 69 p.
- 2010. Visión de México sobre REDD+ hacia una estrategia nacional.
http://www.conafor.gob.mx:8080/.../1393Visión%20de%20México%20sobre%20REDD_.pdf
- Colegio de Posgraduados (COLPOS).2010. Plan de Manejo y Gestión Integral de la cuenca del Río Sabinal. CONAGUA. Texcoco, Estado de México.120 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>
- Dirzo, R. y P.H. Raven. 2003. Global state of biodiversity loss. *Annual Review of Environmental and Resources* 28: 137-167.
- De la Rosa, J.L., Eboli, A. y Dávila, M. 1989. Geología del estado de Chiapas. México D.F. Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Construcción, Unidad de Estudios de Ingeniería Civil, Subjefatura de Estudios Geológicos, Departamento de Geología, 192p.
- Espinosa, J.J.A. 2009. Inventario florístico del Parque Nacional Cañón del Sumidero. Tesis Licenciatura. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 92 p.
- Espíritu, T. G. 2012. Importancia del conocimiento de los movimientos de masas y sus implicaciones en el ordenamiento urbano. *Revista Ciencia y tecnología e innovación para el desarrollo de México*. Año 4, PCTI 102.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos: capital natural y bienestar humano. Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas. <http://www.maweb.org/es/Reports.aspx#>
- Guerrero E., De Keizer O., Córdoba R. 2006. La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos: Un análisis de estudios de caso en América Latina. UICN, Quito, Ecuador. 78 pp.
- González H.C. 2006. Identificación de bosques y sistemas agroforestales importantes proveedores de servicios ecosistémicos para el sector agua potable en Nicaragua. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 136 p.

Gobierno del Estado de Chiapas. 2005. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Secretaría de Planeación y Finanzas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 416 p.

-----2007. Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012: Eje 4 Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. 231-262 pp.

-----2010. Programa Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas. <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/paccch/paccch.pdf>

Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez. 2008. Primer Informe de Gobierno Jaime Valls Esponda: Eje Rector 4, Infraestructura para el Desarrollo Sustentable. 124-174 Pp.

-----2009. Segundo Informe de Gobierno Jaime Valls Esponda: Eje Rector 4, Infraestructura para el Desarrollo Sustentable. 85-111 Pp.

-----2010. Tercer Informe de Gobierno Jaime Valls Esponda: Eje Rector 4, Infraestructura para el Desarrollo Sustentable. 81-107 Pp.

-----2011. Plan Municipal de Desarrollo 2011-2012. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. P.160.

Hildebrand, R.H., A.C. Watts y A. Randle. 2005. The myths of restoration ecology. *Ecology and Society* 10:19.

Hombre Naturaleza A.C. 2012. Reporte de avances preliminares.

Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI). 1984. Carta Geológica 1:250 000 Tuxtla Gutiérrez E15-11.

-----1999. Modelo de Elevación Digital 1:50000 Tuxtla Gutiérrez E15C59 y E15C69.

-----2000. Carta Edafológica 1:250 000 Tuxtla Gutiérrez E15-11.

-----2000. Unidades climáticas escala 1:100 000. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/clima/InfoEscala.aspx>

-----2011. Perspectiva estadística Chiapas.

www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/.../perspectivas/perspectiva-chs.pdf

Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA). 2004. Formulación del Programa Regional Hidrológico Forestal para la Región XI Frontera Sur. IMTA. Juitepec, Morelos. 389 p.

Isidro V.M.A. 1997. Etnobotánica de los Zoques de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Instituto de Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 125 p.

Janzen, DH. 2008 (1986). Restauración del bosque seco tropical: Área de Conservación Guanacaste (ACG), noroeste de Costa Rica. Páginas 181-120 en M. González-Espinosa, J.M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial, editores. Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México.

López, E.J.G. 2006. Estimación de tormentas y avenidas para el diseño de las obras de protección del Río Sabinal. Tesis Maestría. UNACH. 72 p.

Newton, A.C. 2008. Prologo. En M. González-Espinosa, J.M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial, editores. Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México. Páginas XVII-XIX

ONU-HABITAT. 2010. Síntesis ejecutiva de los resultados del diagnóstico del componente de Manejo de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático. Fondo para el Logro de los ODM y Gobierno del Estado de Chiapas. 12 p.

Ramos-H. S. y Flores-R. D. 2008 Comparación de dos fuentes fosfatadas en suelos volcánicos cultivados con café del soconusco, Chiapas. México. Agrociencia: 42(4). México. ISSN 1405-3195.

Ramos-H. S., Flores R. D., Luna C. L., González E., A.R. 2008 Los suelos de Chiapas, el proceso de erosión y sustentabilidad. En: Recursos fitogenéticos y sustentabilidad en Chiapas, México. UNICACH. 1(1).

Ramos-H. S. 2012. Estudio edafológico de la Subcuenca Río Sabinal: Informe final UNICACH-SEMAHN, Tuxtla Gutiérrez; Chiapas.

Secretaría General de Gobierno del Estado. 2010. Periódico Oficial del Gobierno del Estado: Publicación No. 1573-A-2010. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 2-32 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011. Indicadores básicos del desempeño ambiental: biodiversidad terrestre. <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/SNIA/Pages/Estructura.aspx>

Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda (SEMAVI). 2009. Memoria Técnica Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Río Sabinal. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 404 p.

Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2005. http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=212

Sánchez M.D.Y. En proceso. Estructura y composición florística de la Subcuenca del río Sabinal, Chiapas, México. Tesis Licenciatura. Fac. de Biología. UNACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Stranski, P.F. 2009. La expansión urbana y los cambios de uso del suelo en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas de 1983 al 2006. Presentación Power point. Foro sobre proyectos creativos en Arquitectura y Urbanismo, UNACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Sosa, C.R., Sosa, C.M., Ballinas A.E., Culebro S.C., Chanona G.J. 2008. Una mirada a San Antonio Bombanó: el lugar donde brota el agua. Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 33 p.

Universidad Autónoma de Chiapas. 2004. Estudio de Aprovechamiento Hidráulico Integral y de Control de Inundaciones de La Cuenca del Río Sabinal. UNACH. 269 p.

Palacios, E.E. 2000. Vegetación y flora del Parque Biológico El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 108 p.

Vázquez, S.M.A. 2011. Programa de Ordenamiento de la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez. Presentación Power point. Primera Reunión Ordinaria del Grupo de Restauración Hidrológico Ambiental, Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático-UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Vignolaa, R., Koellner T., Scholz R.W., McDaniels T.L. 2010. Decision-making by farmers regarding ecosystem services Factors affecting soil conservation efforts in Costa Rica. *Land use Policy*, Vol. 27(4): 1132-1142

Villa, R.A., Velasco T., Báez J., Córdoba D.T. 1975. Los Zoques de Chiapas. SEP- Instituto Nacional Indigenista. D.F., México. 28 p.



**[[Este documento
contiene los anexos
en el CD que lo acompaña]]**



Estrategia para la **Restauración**
Hidrológico-Ambiental
de la **Subcuenca Río Sabinial**

2011-2021



Estrategia para la **Restauración**
Hidrológico-Ambiental
de la **Subcuenca Río Sabinal**

2011-2021



	Chiapas Gobierno del Estado
Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural	

	Chiapas Gobierno del Estado
Consejo de Ciencia y Tecnología	

ECOVIDA
Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales