



ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN PARA LA
RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA
CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA PARA
REDUCIR LOS IMPACTOS DE EVENTOS
CLIMÁTICOS EXTREMOS

ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN
DE SUELOS

CONDICIONES AMBIENTALES PARA
LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA

ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA

CentroGeo

Informe Final
Julio 2016

Índice

Introducción	1
1 Marco conceptual	3
2 Desarrollo metodológico	7
2.1 Aspectos generales y antecedentes.....	7
2.2 Regionalización	7
2.3 Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo.....	9
2.4 Zonificación ambiental.....	9
2.5 Ordenación ambiental	11
2.6 Metodología para las encomiendas ambientales	12
3 Resultados.....	19
3.1 Cobertura vegetal y uso del suelo.....	19
3.2 Zonificación ambiental.....	20
3.3 Ordenación ambiental	21
3.4 Resultados generales del análisis de propósitos indicativos	24
Referencias	28

Introducción

La cuenca del Grijalva – Usumacinta presenta severos problemas de erosión, degradación y deforestación de la cobertura vegetal y de los suelos, que aunados a la incidencia de eventos climáticos extremos en la región, disminuyen la provisión de servicios ecosistémicos, afectan la productividad y aumentan el riesgo de inundaciones, ocasionando importantes pérdidas socioeconómicas.

En este contexto, el estudio de caracterización geológica y de suelos responde a la necesidad de disponer de información que permita tomar las medidas adecuadas para frenar los procesos de degradación de las tierras en el área estudiada, y mediante el análisis de la ordenación de tierras que permite determinar la condición actual de las tierras proponer estrategias de manejo específicas (conservación, restauración, aprovechamiento, entre otras) acordes con la aptitud de las tierras. De manera general los resultados de este estudio buscan contribuir a: a) generar estrategias para disminuir la erosión mediante programas de conservación y restauración de suelos, con sus consecuentes impactos en la reducción de los problemas de azolve de ríos, lagos y presas; b) aprovechar de forma sustentable los recursos del territorio al identificar las tierras con potencial forestal, agrícola y ganadero, así como las condiciones de manejo adecuadas a cada una de estas; y c) disminuir el impacto de las inundaciones al identificar las áreas para controlar - regular y manejar los escurrimientos.

De manera puntual el estudio contribuye a responder las siguientes encomiendas de temática ambiental establecidas en el anexo técnico del proyecto “Estudios de preinversión para la restauración ambiental de la Cuenca Grijalva – Usumacinta para reducir los impactos de eventos climáticos extremos”:

1. Identificar áreas de vocación forestal y áreas con distintas actividades productivas, para la implementación de acciones de desarrollo forestal, conservación de suelos, manejo y regulación de escurrimientos.
2. Realizar un análisis a nivel de predio e identificar polígonos con características que faciliten la retención de precipitaciones pluviales de forma que contribuyan a la regulación de escurrimientos durante eventos climáticos extremos y que también consideren la importancia del predio en estos aspectos.
3. Identificar predios potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal.
4. Identificar zonas prioritarias para la restauración ecosistémicas.
5. Identificar zonas prioritarias para la restauración social.
6. Identificar zonas para las plantaciones forestales comerciales

7. Detectar políginos con alta erosión y degradación forestal para realizar obras de conservación y evitar arrastre de suelos para disminuir el azolvamiento de lagos, ríos y presas hidroeléctricas.

La base para contestar dichas encomiendas se encuentra en los trabajos realizados por CentroGeo en la región del Usumacinta desde hace más de 10 años (que pueden consultarse en el anexo digital), particularmente del estudio denominado “Cobertura vegetal y uso del suelo, zonificación y ordenación ambiental de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas” (ver López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015) realizado en el año 2015 para el gobierno de Tabasco. De dicho estudio se retoman los resultados generados en la ordenación ambiental, expresados en el mapa de unidades de manejo, para responder a las encomiendas solicitadas mediante la construcción de propósitos indicativos, lo que permitirá establecer las bases para la implementación de políticas y estrategias para el desarrollo forestal sustentable en la región.

1 Marco conceptual

En la región fronteriza de Tabasco y Chiapas la presión antrópica sobre los ecosistemas naturales y los terrenos dedicados a actividades productivas ha ido en aumento durante las últimas décadas, ocasionando una mayor presión sobre la tierra y sus recursos y generando competencia y conflictos sobre éstos, que han derivado en uso inadecuado y por tanto en su degradación y pérdida con importantes impactos negativos socioeconómicos y ecosistémicos. De querer satisfacer las necesidades humanas presentes y futuras de manera sostenible, será necesario resolver dichos conflictos y dirigirse hacia un uso más eficiente y eficaz de la tierra y sus recursos, para lo cual se requiere un enfoque integrado de la planificación y gestión del territorio (basadas en la ordenación de tierras) y la implementación de programas de manejo acordes con la problemática identificada (ONU, 2002).

La ordenación de tierras puede ser entendida como una metodología para el ordenamiento ambiental del territorio, el cual a su vez se define como una organización estratégica de la estructura territorial donde se fija una relación armoniosa entre el sistema ecológico-ambiental y el sistema espacial humano para lograr un desarrollo sustentable más equilibrado y una mejor calidad de vida de la población. Es una herramienta de la política ambiental que tiene por objeto la organización espacial de las actividades en un ámbito determinado y que considera el ambiente en su concepción amplia (incluyendo bienes sociales, naturales y culturales) (Psathakis, J.; et al., 2010).

La ordenación de tierras se enfoca en la ordenación de los sistemas bioproductivos terrestres (o de las tierras y sus recursos) y responde a las tendencias de degradación de éstos (Semarnat, 2014). En este sentido por tierras y sus recursos se entiende:

“un área de la superficie del globo terrestre que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie, incluyendo el clima en la zona cercana a la superficie, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica -incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y pantanos, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y las reservas de aguas subterráneas asociadas a las mismas, las poblaciones de la flora y la fauna, las formas de colonización de la población humana y los resultados físicos de la actividad humana anterior y actual -estructuras para reserva o drenaje de aguas, caminos, construcciones, etc-." (FAO, 1995)

De las múltiples funciones de las tierras (FAO, 2001) las más relevantes para los objetivos del presente estudio son:

- De producción: la tierra es la base de apoyo para múltiples sistemas biológicos a través de la producción de biomasa que proporciona alimentos y forrajes, fibras, combustibles, maderas y otros materiales bióticos para el uso humano, ya sea directa o indirectamente, incluyendo el manejo de animales como acuicultura y pesca costera.
- De ambiente: la tierra es la base de la biodiversidad y proporciona el hábitat biológico y las reservas genéticas para plantas, animales y micro-organismos, debajo y encima de la superficie.
- Hidrológica: la tierra regula el almacenamiento y el flujo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Bajo esta definición, las tierras se conforman en sistemas de unidades de tierras que constituyen bloques relacionados con las cuencas o con las unidades fitogeográficas, donde cada unidad de tierra tiene aspectos verticales (clima y agua subterránea) y horizontales, y es una secuencia repetitiva e identificable de suelo, terreno (relieve), hidrología, y de elementos vegetales y del uso del suelo (FAO, 1995). La identificación y delimitación de estas unidades es lo que comprende el estudio del análisis fisiográfico, mientras que su caracterización biofísica y descripción implica la caracterización de las tierras.

Estas unidades de tierras se pueden evaluar para predecir su rendimiento y comportamiento para distintos fines (usos) específicos, resultando en una zonificación ambiental. La evaluación se hace mediante el análisis de las formas del relieve, los suelos y sus propiedades, la vegetación, el clima y otros aspectos, y da por resultado un conjunto de categorías de "calidades" acorde con el uso analizado y las funciones de las tierras; tales como calidad para la productividad de cultivos, la producción animal o forestal (FAO, 2001). La zonificación ambiental es un instrumento técnico científico indispensable en la elaboración e implementación de programas de planeación del uso sostenible de los recursos naturales renovables pues busca ordenar el uso y el manejo de la tierra de acuerdo a su aptitud. Consiste en la división de un territorio en zonas homogéneas con base en criterios ambientales, por lo que se considera una síntesis de los diagnósticos biofísico, sociocultural, institucional y económico, que se interpretan en términos de objetivos para la gestión. El análisis de la aptitud de estas unidades busca la optimización de los usos del territorio en unidades específicas que garantice una oferta adecuada de bienes y servicios ambientales y que respondan a los objetivos de manejo (Valenzuela & Silva, 2003; Ortiz Lozano, Granados Barba, & Espejel, 2009).

La utilización de este enfoque como base para la regionalización enriquece el conocimiento sobre la distribución de los recursos naturales, su dinámica en el tiempo y la

tolerancia del medio a la intervención humana. Además permite evaluar la aptitud productiva del territorio y los conflictos potenciales entre aptitud y uso actual del suelo para realizar una ordenación ambiental, la cual a su vez será la base para la definición y aplicación de programas de manejo dentro de las unidades de gestión ambiental, que en este caso están referidas como zonas de manejo, clases de manejo y unidades de manejo (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015). La ordenación ambiental se realiza a partir de los resultados de la zonificación ambiental, de la cobertura vegetal y uso del suelo, y de la legislación (en particular sobre las áreas naturales protegidas y zonificación forestal) (ver Figura 1.1), mediante el análisis de los usos presentes y los conflictos entre estos y la aptitud de las tierras y con el fin de proponer una ordenación de las actividades acorde con dichas aptitudes.

Figura 1.1 Esquema metodológico general para la Ordenación Ambiental



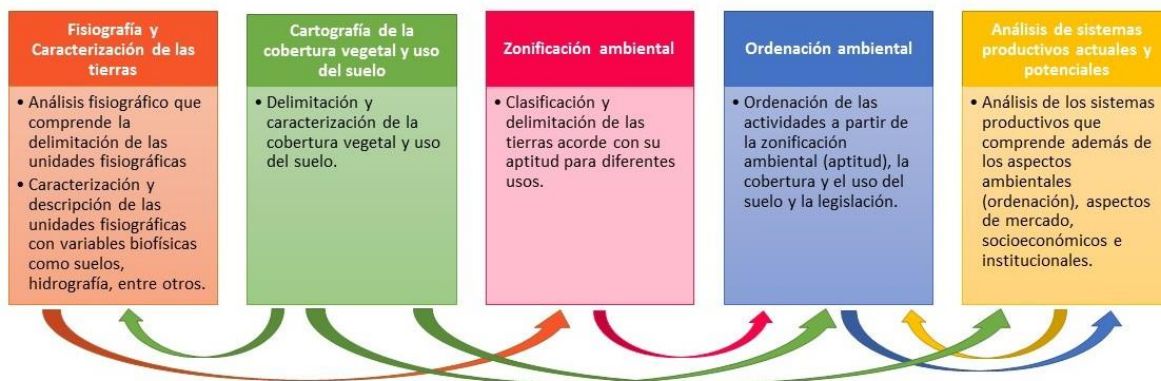
Fuente: tomado de (López López & Saavedra Guerrero, 2007)

En el siguiente nivel de detalle se analizan los sistemas de producción y extracción, entendidos como una “agrupación de unidades productivas (organización para toma de decisiones y el uso de los recursos productivos en procesos de producción) que comparte características estructurales o funcionales en un área determinada. Es la expresión territorial de la producción y proporciona una integralidad espacial de las actividades sectoriales.” (Fresco, 1988).

Las unidades productivas estructuran los diferentes sistemas productivos y éstos constituyen un esquema jerárquico anidado que se inserta como un componente fundamental en los paisajes complejos. Estas unidades que difieren en sus características específicas conforman el primer nivel de relaciones sociales sobre las que se construye la supervivencia de los actores y están determinadas por el conjunto del hogar agropecuario, sus recursos y los flujos e interacciones entre diferentes unidades. Por otro lado, este conjunto de unidades son influenciadas por condiciones externas como el ambiente físico, las instituciones como el mercado y el estado (mediante sus políticas de planeación), el ambiente sociocultural y las condiciones sociodemográficas (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

En la Figura 1.2 se resumen los diferentes elementos de análisis para la planeación y gestión de los territorios (mencionados en los párrafos anteriores) propuestos por CentroGeo para los estudios de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas. Cada recuadro representa un elemento de análisis, los cuales son independientes y requieren su propio marco conceptual y metodológico para su realización. No obstante, la información derivada de algunos de éstos es insumo indispensable para otros: los estudios de caracterización de tierras y el de cobertura vegetal y uso de suelo son insumos para la zonificación y la ordenación ambiental respectivamente (representados por las flechas inferiores), la caracterización de la cobertura vegetal y uso de suelo sirve para la caracterización y descripción de las unidades fisiográficas, la zonificación ambiental es necesaria para la ordenación ambiental, y a su vez con base en la ordenación ambiental se realizan los análisis de sistemas productivos.

Figura 1.2 Elementos del análisis para la planeación y gestión del territorio



Fuente: elaboración propia con base en (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

2 Desarrollo metodológico

2.1 Aspectos generales y antecedentes

Como se mencionó en la sección anterior cada elemento de análisis puede realizarse de forma independiente y varios de ellos han sido elaborados por el equipo de trabajo de CentroGeo para la región Usumacinta y zonas aledañas, siendo lo ideal llegar hasta el nivel del análisis de sistemas productivos por el nivel de detalle y de integración que otorga para la planeación y gestión. Sin embargo, en esta sección se presentan solamente la metodología y resultados de los tres pasos metodológicos indispensables para llegar a la ordenación de tierras (principal herramienta de análisis para los objetivos generales de este estudio): la cartografía y caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo; la zonificación ambiental y la ordenación ambiental.

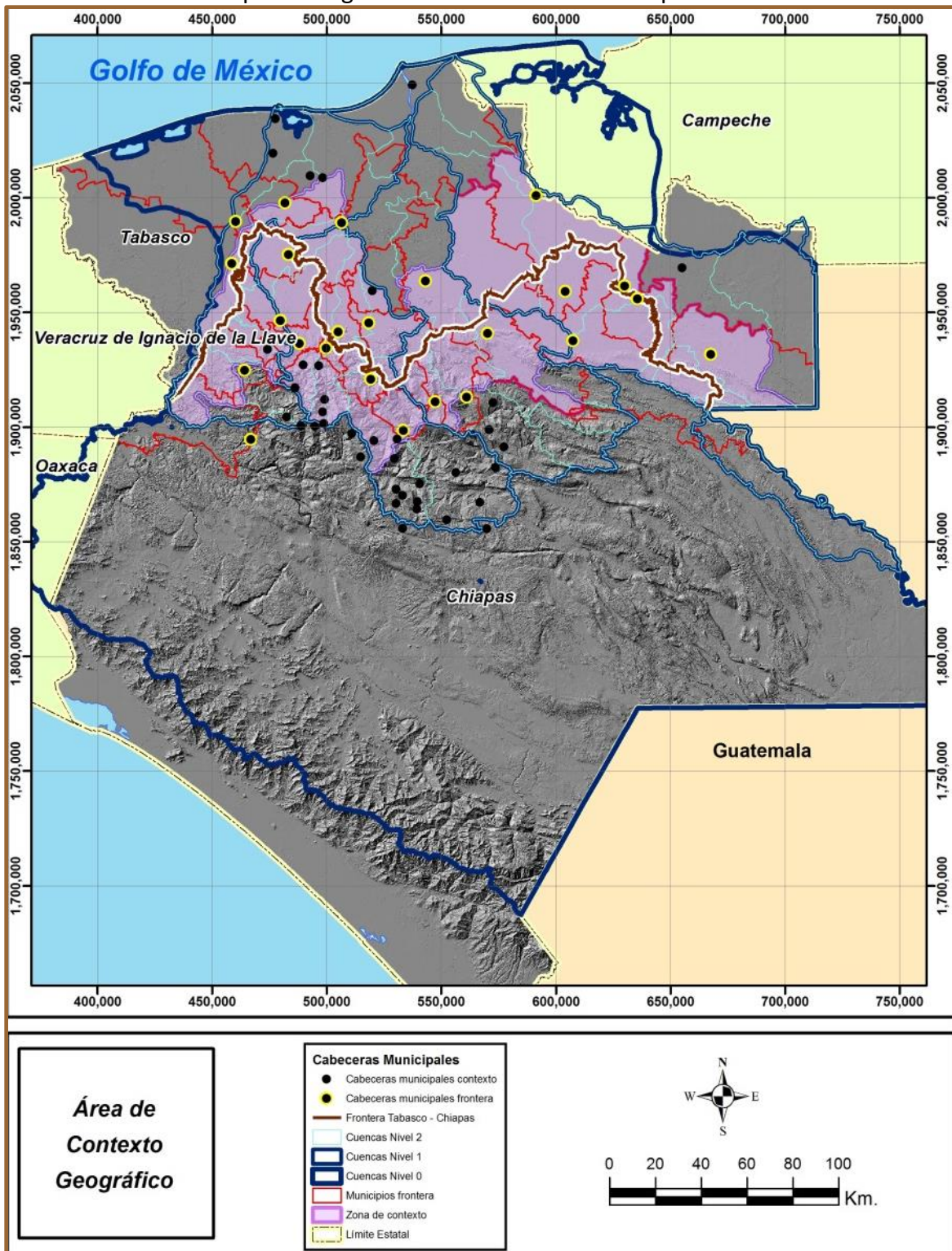
También se presenta el desarrollo metodológico del análisis realizado para cumplir con las encomiendas anteriormente mencionadas, el cual parte de la vinculación entre las unidades de manejo derivadas de la ordenación ambiental de la región fronteriza y su articulación a los propósitos indicativos correspondientes.

Los antecedentes de este estudio se encuentran en el análisis denominado *Cobertura vegetal y uso del suelo, zonificación y ordenación ambiental de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas*, realizado por CentroGeo en la región fronteriza de Tabasco y Chiapas derivado del proyecto “Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de los Estados de Tabasco y Chiapas (Cuenca Grijalva-Usumacinta)/Capítulo Tabasco” que puede consultarse en el anexo digital.

2.2 Regionalización

La información presentada en este estudio corresponde a la delimitación de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas (ver Mapa 2.1) realizada en el 2015 bajo criterios fisiográficos y de cuenca para el trabajo de “Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo, zonificación ambiental y ordenación ambiental de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas”, incluyendo tanto la parte de Tabasco como de Chiapas.

Mapa 2.1 Región fronteriza Tabasco – Chiapas 2015



Fuente: tomado de (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

2.3 Cartografía y caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo

La cartografía y caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo para la región fronteriza de Chiapas y Tabasco del año 2014, abarca un área total de 1, 742, 801.7 ha, a una escala aproximada de 1:60,000. Para su obtención se realizaron las siguientes etapas:

1. El ajuste de la cobertura de las tierras y el uso de suelo (con base en la carta de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo, Serie V (2012), del INEGI) mediante la interpretación visual de imágenes Landsat-8 - OLI de resolución de 30 metros (OLI2248 y OLI2148), para lo cual se utilizaron composiciones a falso color de las bandas 4, 5 y 3, en los cañones rojo, verde y azul (RGB) respectivamente. A partir del mapa resultante de este primer ajuste se planeó y realizó un recorrido de campo con el fin de comprobar algunas coberturas existentes y caracterizar de forma general el tipo de cultivos en el área de estudio.
2. El ajuste de la cobertura de vegetación y uso de suelo, mediante interpretación visual en imágenes SPOT-6 del año 2014 con una resolución 1.5 metros, la cual fue ajustada previamente mediante imágenes Landsat 8. El mapa resultante de la interpretación de imágenes SPOT-6 se comprobó con transectos de verificación en los que además se levantó información detallada sobre aspectos socioeconómicos y culturales de los sistemas productivos verificados en campo.

2.4 Zonificación ambiental

La zonificación ambiental comprende tres procesos: a) la caracterización de las unidades tierra, b) la clasificación de tierras por su capacidad de uso, y c) la generación de unidades de aptitud.

Caracterización de las unidades de tierra

Las unidades de tierra se identificaron y caracterizaron con base en la metodología de clasificación por capacidad de uso de la tierra desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, la cual fue adaptada de acuerdo a la disponibilidad de información para la región. La cartografía básica y los datos utilizados para esta sección fueron:

- El Modelo Digital de Elevaciones (MDE) del INEGI con resolución de 15 metros, a partir del cual se calcularon imágenes de pendientes en porcentaje, que se reclasifican en siete clases de acuerdo al Soil Survey Manual (USDA, 1993). Se utilizó como una variable para definir la capacidad de uso de las tierras y el grado de susceptibilidad a la erosión.

- Cartografía de suelos (serie II, INEGI), a partir del mapa de suelos se definieron los mapas de la condición de drenaje, fertilidad, salinidad-sodicidad, clase textural y profundidad.
- Los datos correspondientes a los elementos del clima como precipitación y temperatura fueron insumos de carácter descriptivo.
- El mapa de susceptibilidad a inundaciones (López, 2009).
- El mapa de fisiografía de la cuenca del río Usumacinta (Saavedra Guerrero & Castellanos Fajardo, 2013)
- El mapa de Cobertura y Uso del Suelo de la región fronteriza Tabasco – Chiapas del año 2014. (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

Clasificación de las tierras por su capacidad de uso

Este sistema de clasificación está basado en el *Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso o Sistema Americano de las 8 Clases* del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA, 2011) y agrupa los suelos en tres categorías: clase, subclase y grupo de manejo, aunque para este estudio solo se utilizaran las dos primeras. Las clases agrupan tierras con similar grado de limitaciones o riesgos que pueden afectar los suelos y cultivos. La subclase es una división de la clase y agrupa tierras con el mismo número de factores y grados de limitaciones. En este sistema las limitaciones se establecen en función de los siguientes factores:

- Pendiente (p): grado de inclinación de la pendiente que se expresa en porcentaje.
- Erosión (e): se refiere a la susceptibilidad a la erosión como un factor limitante de la capacidad de uso y manejo de las tierras.
- Humedad (h): se refiere a la condición de drenaje natural de los suelos (se incluye el grado de susceptibilidad a inundaciones),
- Suelo (s): características físicas (textura) o químicas (salinidad-sodicidad) y fertilidad que presenta el suelo.
- Clima (c): hace referencia a las variables climáticas que afectan los sistemas productivos (se utilizaron sólo como elementos descriptivos de las unidades).

Unidades de aptitud

Las unidades de aptitud que se presentan se definieron mediante el *Sistema de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso o Sistema Americano de las 8 Clases* desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA, 2011), el cual se adaptó para el presente estudio de acuerdo a la información edafológica existente (a partir del mapa de suelos del INEGI, conjunto de datos vectorial edafológico

escala 1: 250 000 Serie II, 2008); donde la clasificación de los suelos está referida al sistema de clasificación FAO (Base de Referencia para los Suelos del Mundo. FAO/UNESCO, 1998).

En la elaboración y selección de los criterios utilizados para conformar las características y los factores limitantes sólo se consideraron los dos primeros suelos “dominantes” (grupo 1 y grupo 2 de la base de datos del INEGI - Serie II, 2008). Así, esta clasificación solo contempla algunos aspectos relacionados con el suelo que afectan directamente la producción, sin considerar los factores socio-económicos (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

Esta clasificación es aplicable para fines agropecuarios, forestales y de conservación, reúne aspectos que determinan el uso más adecuado para cada zona y algunas prácticas recomendadas; constituyéndose como ya se mencionó en una herramienta básica para los planes de desarrollo agropecuario y forestal en esta región fronteriza de Tabasco y Chiapas. (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

2.5 Ordenación ambiental

La ordenación ambiental con énfasis en los sistemas forestales y agroforestales, y se considera como un importante instrumento de política forestal que identifica, agrupa y especializa las tierras no forestales y preferentemente forestales por funciones y subfunciones biológicas, ambientales, protectoras, reguladoras, productoras y restauradoras, con el objetivo de propiciar una mejor administración de los recursos y contribuir al desarrollo forestal sustentable, así como a la preservación de los recursos suelo y agua (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

De esta manera, la ordenación ambiental permitirá desarrollar instrumentos operativos para el diseño, ejecución, y monitoreo de proyectos que busquen implementar políticas basadas en el desarrollo forestal sustentable en México, teniendo como marco de acción las cuencas y subcuencas hidrológicas que componen el área de estudio. Igualmente busca contribuir a mejorar el bienestar en las zonas rurales a través de la promoción de un uso sostenible de las tierras, reduciendo los efectos derivados de usos no adecuados de éstas y aumentando así la productividad de las mismas (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

La ordenación forestal que se propone es resultado de un análisis multi-criterio que integra: la caracterización de la cobertura y uso del suelo (2014), la zonificación ambiental y las áreas naturales protegidas, bajo un modelo de decisión el cual se implementó mediante un algoritmo condicional, utilizando el módulo *Modeller* de ERDAS Imagine, Versión 10.0 (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

La base fundamental para la ordenación ambiental con énfasis en sistemas forestales y agroforestales es el “Acuerdo por el que se integra y organiza la zonificación forestal” de la Comisión Nacional Forestal, el cual ha sido adaptado y modificado para los propósitos del presente estudio. Este acuerdo estructura la zonificación ambiental en términos de diversas subcategorías de información que se agrupan en: a) zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido, b) zonas de producción, c) zonas de restauración. No obstante, debido a la importancia que juegan en la región las tierras bajas de las cuencas de los ríos provenientes de la Sierra de Chiapas por su impacto en las inundaciones y su papel fundamental en la regulación de los escurrimientos, se propone en este estudio una categoría denominada d) zonas de regulación y amortiguamiento. Finalmente el resultado de la ordenación se expresa en la delimitación de unidades de manejo, agrupadas en zonas y sub-zonas (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015).

2.6 Metodología para las encomiendas ambientales

El proyecto general “Estudios de preinversión para la restauración ambiental de la cuenca Grijalva – Usumacinta para reducir los impactos de eventos climáticos extremos” está conformado por 3 estudios y 11 encomiendas. El primero corresponde al estudio de geología y suelos (ordenación de tierras) aquí presentado con el cual se busca resolver las siguientes encomiendas (todas de temática ambiental):

1. Identificar áreas de vocación forestal y áreas con distintas actividades productivas, para la implementación de actividades de desarrollo forestal, conservación de suelos, manejo y regulación del ciclo hidrológico.
2. Realizar un análisis a nivel de predio e identificar polígonos con características que faciliten la retención de precipitaciones pluviales de forma que contribuyan a la regulación de escurrimientos durante eventos climáticos extremos y que también consideren la importancia del predio en términos de regulación del ciclo hidrológico.
3. Identificar predios potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal.
4. Identificar zonas prioritarias para la restauración de ecosistemas.
5. Identificar zonas prioritarias para la restauración social.
6. Identificar zonas para las plantaciones forestales comerciales
7. Detectar polígonos con alta erosión y degradación forestal para realizar obras de conservación y evitar arrastre de suelos para disminuir el azolvamiento de lagos, ríos y presas hidroeléctricas.

Con el fin de generar información para responder dichas encomiendas, primero éstas fueron reagrupadas en 5 grupos generales de acuerdo a los siguientes temas:

01. Identificar las zonas potenciales para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales.
02. Identificar las áreas prioritarias para la retención, control y manejo de escurrimientos.
03. Identificar las áreas prioritarias para la restauración ecológica.
04. Identificar las zonas potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades de germoplasma.
05. Identificar las zonas potenciales para el desarrollo forestal.

Posteriormente las encomiendas fueron planteadas en términos de propósitos indicativos, donde cada encomienda representa una pregunta cuya respuesta debe llevar a la posibilidad de ejecutar acciones específicas en sitios específicos y donde el propósito indicativo establece lo que un indicador debe responder. Resultando un total de 8 propósitos indicativos generales (agrupados en los cinco temas antes mencionados) que a su vez se subdividieron en funciones y/o prioridades de la siguiente manera:

01. Identificar las zonas potenciales para plantaciones forestales comerciales; de las cuales se desprenden dos tipos de prioridad:
 - Prioridad 1: zonas con potencial natural para la producción forestal.
 - Prioridad 2: zonas con potencial para la producción forestal que requieren fertilización y riego.
- 02a. Identificar áreas que faciliten la retención de escurrimientos de acuerdo a su cobertura vegetal actual, con las siguientes dos funciones:
 - Función 1: retener los escurrimientos en áreas con cobertura forestal.
 - Función 2: retener los escurrimientos en zonas de ladera ligera a moderadamente inclinada.
- 02b. Identificar las áreas que requieren un uso y manejo diferente al actual que promueven la retención de escurrimientos, con una sola función:
 - Función 1: manejar y conservar los suelos.
- 02c. Identificar las áreas que permitan el control - regulación y manejo de escurrimientos en zonas planas, con una sola función:
 - Función 1: regular los escurrimientos.

03. Identificar las zonas prioritarias para la restauración ecológica, con tres prioridades:

Prioridad 1: restaurar las áreas con susceptibilidad muy severa a la erosión hídrica y restauración de humedales, con dos funciones.

Función 1: proteger el suelo y el agua.

Función 2: regular los escurrimientos en zonas planas.

Prioridad 2: restaurar las áreas con susceptibilidad severa a la erosión hídrica.

Prioridad 3: restaurar las áreas con vegetación secundaria arbustiva de bosques y/o selvas

04. Identificar áreas potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades productoras de germoplasma, con dos funciones:

Función 1: producir germoplasma forestal en zonas de ladera.

Función 2: producir germoplasma forestal en zonas inundables.

05a. Identificar áreas de vocación forestal con el fin de implementar actividades de desarrollo forestal, incluyendo actividades de protección y conservación, con dos funciones:

Función 1: manejar y conservar los suelos para la regulación del ciclo hidrológico (escurrimientos).

Función 2: regular los escurrimientos en zonas planas.

05b. Identificar áreas para la realización de otras actividades productivas con enfoque agroforestal, con una sola función:

Función 1: retener los escurrimientos.

De tal forma que se identificaron 15 propósitos indicativos específicos (que corresponden a los propósitos generales y sus derivadas prioridades y funciones) los cuales se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.1 Propósitos indicativos específicos

Clave	Concepto	Descripción
	Propósito indicativo PI01:	Zonas prioritarias para plantaciones forestales
PI01P1	Prioridad 1:	Producción forestal
PI01P2	Prioridad 2:	Producción forestal con fertilización y riego
	Propósito indicativo PI02a:	Áreas que faciliten la retención de escurrimientos de acuerdo a su cobertura vegetal actual
PI02aF1	Función 1:	Retención de escurrimientos - áreas con cobertura forestal
PI02aF2	Función 2:	Retención de escurrimientos - zonas de ladera ligera a moderadamente inclinada
	Propósito indicativo PI02b:	Áreas que requieren un uso y manejo diferente al actual que promueven la retención de escurrimientos
PI02b	Función	Manejo y conservación de suelos
	Propósito indicativo PI02c:	Áreas que permitan el control - regulación y manejo de escurrimientos en zonas planas
PI02c	Función	Regulación escurrimientos
	Propósito indicativo PI03:	Zonas prioritarias para la restauración ecológica
	Prioridad 1:	Restauración - áreas susceptibilidad muy severa - erosión hídrica restauración humedales
PI03P1f1	Función 1	Protección suelo y agua
PI03P1f2	Función 2	Regulación de escurrimientos zonas planas
PI03P2	Prioridad 2:	Restauración - áreas con susceptibilidad severa - erosión hídrica
PI03P3	Prioridad 3:	Restauración - vegetación secundaria arbustiva bosques/selva
	Propósito indicativo PI04:	Áreas potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal
PI04f1	Función 1:	Producción germoplasma forestal
PI04f2	Función 2:	Producción germoplasma forestal en zonas inundables
	Propósito indicativo PI05a:	Áreas de vocación forestal con el fin de implementar actividades de desarrollo forestal - Protección / Conservación
PI05aF1	Función 1:	Manejo y conservación de suelos, regulación de ciclo hidrológico (escurrimientos)
PI05aF2	Función 2:	Regulación de escurrimientos - zonas planas
	Propósito indicativo PI05b:	Otras actividades productivas con enfoque agroforestal
PI05b	Función:	Retención de escurrimientos

Fuente: elaboración propia.

Una vez identificados los propósitos indicativos específicos se seleccionaron las unidades de manejo (resultantes de la ordenación ambiental) pues éstas definen las características de las tierras y su potencial para su aprovechamiento adecuado. Es decir, las unidades de manejo explicitan dónde se debe actuar en función de los propósitos, por tanto se convierten en indicadores que señalan donde actuar según el propósito indicativo, incluyendo la prioridad o la función que debe cumplir la unidad de manejo asociada, la asignación detallada de unidades de manejo a cada propósito indicativo se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.2 Propósito indicativo y unidades de manejo correspondiente

Concepto	Descripción
Propósito indicativo PI01:	Zonas prioritarias para plantaciones forestales
Prioridad 1:	Producción forestal
Unidad de manejo:	III A Limitaciones ligeras para la producción
	III A Limitaciones moderadas para la producción
Prioridad 2:	Producción forestal con fertilización y riego
Unidad de manejo:	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones
	III C Suelos arenosos, baja retención de humedad
	III C Fertilidad muy baja
Propósito indicativo PI02a:	Áreas que faciliten la retención de escurrimientos de acuerdo a su cobertura vegetal actual
Prioridad 1:	Retención de escurrimientos - áreas con cobertura forestal
Unidad de manejo:	I A Bosques y selvas, conservación biodiversidad
	I B Bosque mesófilo y vegetación arbórea
	I B Vegetación riparia y sabanas
	I B Selvas y vegetación arbórea
	IV B Vegetación secundaria arbustiva bosque/selva
	IV B Pendiente > 20%
Prioridad 2:	Retención de escurrimientos - zonas de ladera ligera a moderadamente inclinada
	La mayor parte de estas áreas tienen pastizales y vegetación secundaria arbustiva
	III A Limitaciones ligeras para la producción
	III A Limitaciones moderadas para la producción
	III C Suelos arenosos, baja retención de humedad
	III C Fertilidad muy baja
	IV B Pendiente > 20%
	IV B Vegetación secundaria arbustiva bosque/selva
Propósito indicativo PI02b:	Áreas que requieren un uso y manejo diferente al actual que promueven la retención o regulación de escurrimientos

Concepto	Descripción
Función	Manejo y conservación de suelos
Unidad de manejo:	I A Se pueden aprovechar con intensas prácticas de manejo - sistemas agroforestales
	III C Suelos superficiales
	III D Suelos muy superficiales
	III D Fertilidad muy baja, pendiente 20-40%
	III D Pendiente 20-40%
Propósito indicativo PI02c:	Áreas que permitan el control - regulación y manejo de escurrimientos en zonas planas
Función	Regulación escurrimientos
Unidad de manejo:	I A Áreas importantes en la regulación de caudales hídricos
	II C Popal - tular - cuerpos de Agua- regulación de escurrimientos
	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones
	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
Propósito indicativo PI03:	Zonas prioritarias para la restauración ecológica
Prioridad 1:	Restauración - áreas susceptibilidad muy severa - erosión hídrica restauración humedales
Función 1	Protección suelo y agua
Unidad de manejo:	I A Áreas con susceptibilidad severa a la erosión hídrica
	I B Susceptibilidad muy severa a la erosión hídrica. Protección de suelos y agua
	III D Suelos muy superficiales
	IV A Pendiente 40 - 75%
Función 2	Regulación de escurrimientos zonas planas
Unidad de manejo:	I A Áreas importantes en la regulación de caudales hídricos
	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
Prioridad 2:	Restauración - áreas con susceptibilidad severa - erosión hídrica
Unidad de manejo:	III C Suelos superficiales
	IV A Suelos muy superficiales pendiente 20 - 40 %
Prioridad 3:	Restauración - vegetación secundaria arbustiva bosques/selva
Unidad de manejo:	IV B Pendiente > 20%
	IV B Vegetación secundaria arbustiva bosque/selva

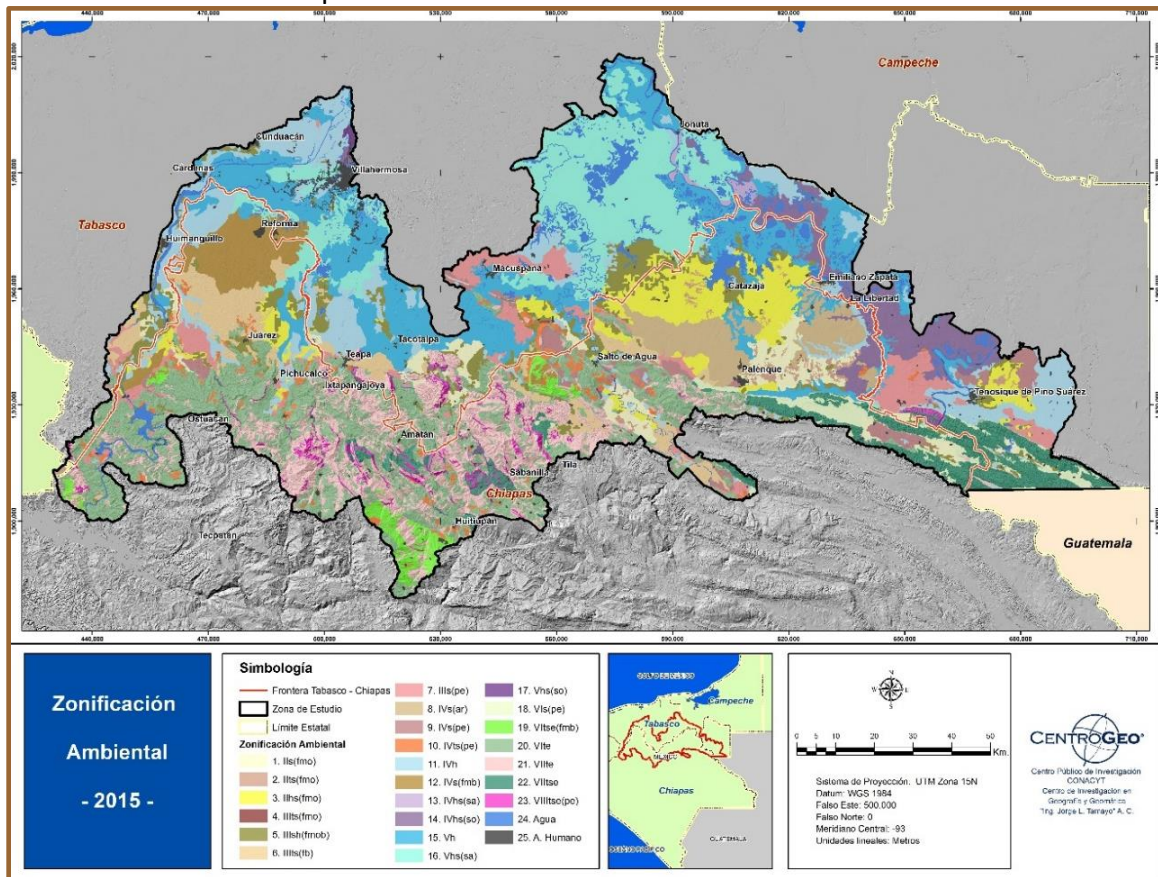
Concepto	Descripción
Propósito indicativo PI04:	Áreas potenciales para el desarrollo y fortalecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal
Función 1:	Producción germoplasma forestal
Unidad de manejo:	I A Bosques y selvas, conservación biodiversidad
	I B Bosque mesófilo y vegetación arbórea
	I B Vegetación riparia y sabanas
	I B Selvas y vegetación arbórea
Función 2:	Producción germoplasma forestal en zonas inundables
	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
Propósito indicativo PI05a:	Áreas de vocación forestal con el fin de implementar actividades de desarrollo forestal - Protección / Conservación
Función 1:	Manejo y conservación de suelos, regulación de ciclo hidrológico (escurrimientos)
Unidad de manejo:	I A Áreas con susceptibilidad severa a la erosión hídrica
	I A Se pueden aprovechar con intensas prácticas de manejo - sistemas agroforestales
	I B Susceptibilidad muy severa a la erosión hídrica. Protección de suelos y agua
	IV A Pendiente 40 - 75%
	IV A Suelos muy superficiales pendiente 20 - 40 %
Función 2:	Regulación de escurrimientos - zonas planas
	III B Tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones
	III B Tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones, presencia de sales o de sodio
Propósito indicativo PI05b:	Otras actividades productivas con enfoque agroforestal
Función:	Retención de escurrimientos
Unidad de manejo:	III C Suelos superficiales
	III D Suelos muy superficiales
	III D Fertilidad muy baja, pendiente 20-40%
	III D Pendiente 20-40%

Fuente: elaboración propia.

3.2 Zonificación ambiental

Se presentan los resultados generales de la zonificación ambiental para la región fronteriza de Tabasco y Chiapas para el año 2015. En el Mapa 3.2 se visualizan las clases y subclases delimitadas de acuerdo con la capacidad de uso de las tierras del área de estudio. En el documento denominado “Cobertura vegetal y uso del suelo, zonificación y ordenación ambiental de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas” (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015) presentado en el anexo digital, se podrá visualizar la descripción de dichas clases y subclase acorde a sus características principales y limitaciones de los suelos, el uso recomendado y algunas prácticas de manejo sugeridas.

Mapa 3.2 Zonificación ambiental de las tierras

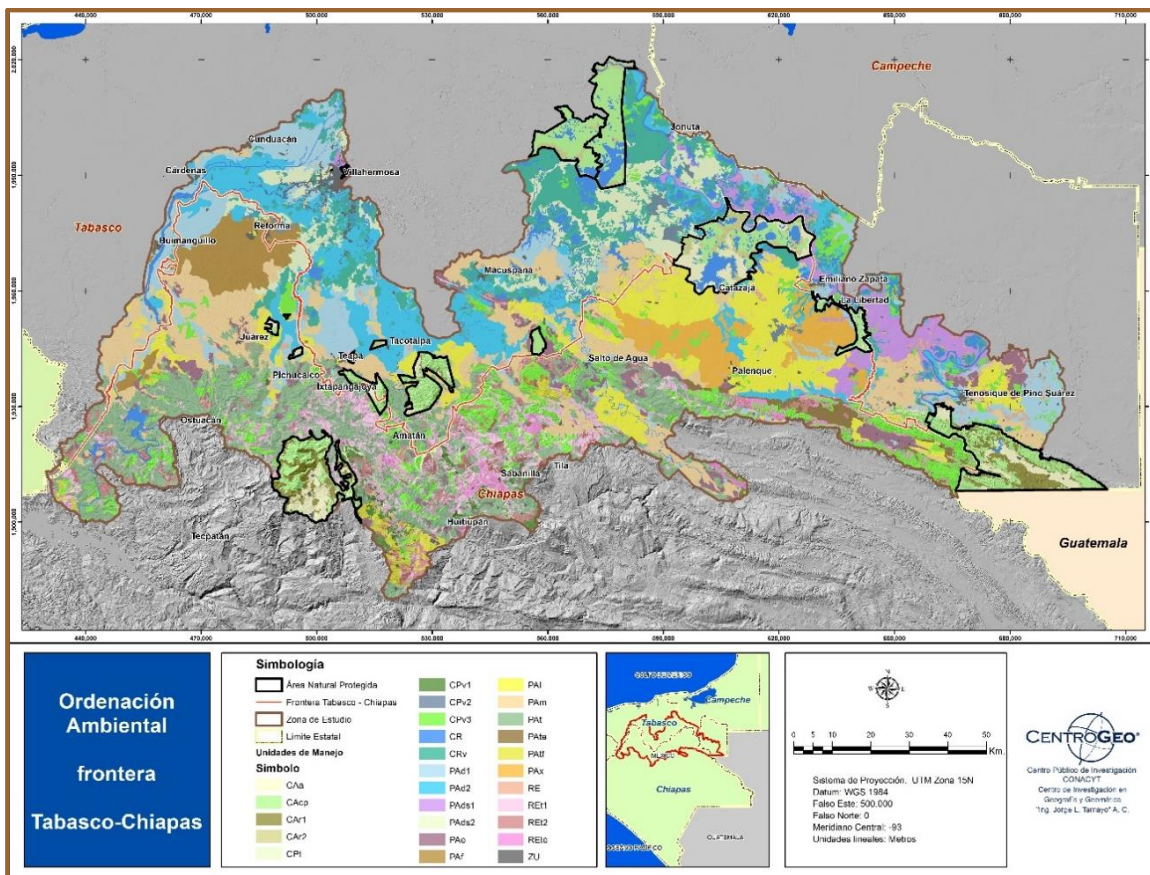


Fuente: tomado de (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015)

3.3 Ordenación ambiental

La ordenación ambiental para la región fronteriza abarca un total de 1, 742,995.5 ha, de las cuales 924,614 ha corresponden a Chiapas. Los resultados de la ordenación se presentan en el Mapa 3.2 y en el Cuadro 3.1 se puede observar un resumen de la relación entre las unidades de manejo, la superficie total que abarcan en la región fronteriza y su agrupación en zonas y sub-zonas. Las unidades de manejo y su categorización pueden aportar a la implementación de los planes de manejo a diferentes escalas y unidades espaciales (región, estado, municipio, cuencas, subcuencas, microcuencas, ejidos).

Mapa 3.3 Ordenación ambiental de la región fronteriza Tabasco - Chiapas



Fuente: tomado de (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015)

Cuadro 3.1 Zonas, sub-zonas y unidades de manejo para el ordenamiento con énfasis en sistemas forestales y agroforestales

Zonas	Subzonas	Unidades de Manejo	Clave	Área (ha)
I. CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO RESTRINGIDO	A. Áreas Naturales Protegidas – Conservación	i. Conservación – Protección de biodiversidad – Protección de bosques y selvas.	CAcp	87,680.10
		ii. Restauración de áreas con susceptibilidad severa a la erosión hídrica.	CAr1	25,671.35
		iii. Restauración de áreas importantes en la regulación de caudales hídricos.	CAr2	14,489.75
		iv. Aprovechamiento restringido de áreas con susceptibilidad severa a la erosión hídrica o áreas planas con drenaje pobre a imperfecto, se pueden aprovechar con moderadas a intensas prácticas de manejo – sistemas agroforestales.	CAa	32,626.24
	B. Conservación – Protección	i. Protección de suelos y aguas – Conservación de áreas con susceptibilidad muy severa a la erosión hídrica.	CPT	15,915.74
		ii. Conservación de bosque mesófilo y vegetación arbórea.	CPv1	12,375.71
		iii. Conservación de vegetación riparia y sabanas.	CPv2	8,416.80
		iv. Conservación de selvas y vegetación arbórea.	CPv3	116,040.78
II. REGULACIÓN	C. Protección – Amortiguamiento	i. Regulación de escurrimientos – Conservación de popal-tular (humedales).	CRv	116,082.89
		ii. Regulación – Protección de cuerpos de agua.	CR	81,277.18

Zonas	Subzonas	Unidades de Manejo	Clave	Área (ha)
III. PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO	A. Tierras con aptitud moderada a alta	i. Aprovechamiento de tierras con limitaciones ligeras para la producción.	PAI	128,856.00
		ii. Aprovechamiento de tierras con limitaciones moderadas para la producción.	PAm	185,149.28
	B. Tierras con aptitud restringida a ciertos usos	i. Aprovechamiento de tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones.	PAd1	132,547.32
		ii. Aprovechamiento de tierras con drenaje pobre y sujetas a inundaciones, con presencia de sales o de sodio.	PAds1	47,988.63
		iii. Aprovechamiento restringido de tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones.	PAd2	136,059.27
		iv. Aprovechamiento más restringido de tierras con drenaje muy pobre y sujetas a inundaciones, con presencia de sales o de sodio.	PAds2	73,812.04
	C. Tierras de ladera con aptitud moderada	i. Aprovechamiento de tierras con suelos arenosos y baja retención de humedad.	PAx	49,899.80
		ii. Aprovechamiento de tierras con fertilidad muy baja.	PAf	46,040.63
		iii. Aprovechamiento restringido de tierras con suelos superficiales.	PAe	44,223.79
	D. Tierras de ladera con aptitud baja	i. Aprovechamiento restringido de tierras con suelos muy superficiales.	PAte	12,888.44
		ii. Aprovechamiento restringido de tierras con fertilidad muy baja y pendiente de 20-40%.	PATf	15,233.08
		iii. Aprovechamiento restringido de tierras con pendiente de 20-40%	PAT	186,216.17

Zonas	Subzonas	Unidades de Manejo	Clave	Área (ha)
IV RESTAURACIÓN Y PRODUCCIÓN	A. Susceptibilidad muy Severa a Erosión hídrica	i. Restauración de tierras con pendiente de 40-75%.	REt1	84,428.46
		ii. Restauración en tierras con suelos muy superficiales con pendiente 20-40%.	REte	21,642.98
	B. Vegetación secundaria arbustiva	i. Restauración en tierras con suelos con pendiente mayor a 20%.	REt2	33,522.39
		ii. Restauración de vegetación secundaria arbustiva de bosques y selvas.	RE	15,375.53
Zonas urbanas y asentamientos humanos			ZU	18,674.37
			Total área	1,742,995.51

Fuente: tomado y modificado de (López López, Saavedra Guerrero, & Castellanos Fajardo, 2015)

3.4 Propósitos indicativos

En el análisis se emplearon 27 unidades de manejo, las cuales cubren el setenta por ciento de la superficie de los 24 municipios del estado de Chiapas seleccionados para el proyecto, abarcando un total de 924,614 hectáreas, área suficiente para realizar una propuesta de preinversión pública para el año 2017 y conformar la base para delinear las estrategias para el desarrollo forestal sustentable de la región fronteriza.

De la combinación establecida entre propósitos indicativos y unidades de manejo se obtuvo la matriz del Cuadro 3.2 que describe la relación entre éstos, donde las columnas corresponden a los propósitos indicativos (15 en total) y las filas a las unidades de manejo aplicadas (27 en total). Las claves de las unidades de manejo y de los propósitos indicativos se describen en el desarrollo metodológico.

La matriz permite ubicar, por una parte, las unidades de manejo que atienden a cada propósito indicativo, y por otra permite apreciar a cuantos propósitos una misma unidad de manejo puede aplicar, convirtiéndolo en una herramienta de doble sentido. Por un lado, si se selecciona un sitio específico (localidad, predio, municipio u otro dentro de la región fronteriza) sobre el que se requiera implementar una acción o proyecto, es posible consultar que unidades de manejo presenta y por tanto los distintos propósitos indicativos que podrían aplicarse. Por otro, si se considera una determinada política a impulsar mediante los diferentes propósitos indicativos se pueden seleccionar los más adecuados a ésta y por tanto determinar los sitios en los que conviene aplicarla. Esta

herramienta por tanto permite orientar las políticas que podrían desarrollarse en un sitio determinado al tener una visión integral y ejecución integral diferenciada.

Cuadro 3.2 Relación de unidades de manejo y propósitos indicativos

Cve- um	PI01 P1	PI01 P2	PI02 aF1	PI02 aF2	PI0 2b	PI0 2c	PI03P 1f1	PI03P 1f2	PI03 P2	PI03 P3	PI0 4f1	PI0 4f2	PI05 aF1	PI05 aF2	PI0 5b	SU MA
CAc p			1								1					2
CAr1							1						1			2
CAr2						1		1								2
CAa					1								1			2
CR						1										1
CPt							1						1			2
CPv1			1								1					2
CPv2			1								1					2
CPv3			1								1					2
CRv						1										1
PAI	1			1												2
PAm	1			1												2
PAd 1		1				1										2
PAds 1						1		1				1		1		4
PAd 2						1		1				1		1		4
PAds 2						1		1				1		1		4
PAx		1		1												2
PAf		1		1												2
PAe					1				1						1	3
PAte					1		1								1	3
PAtf					1										1	2
PAt					1										1	2
REt1							1						1			2
REte									1				1			2
REt2			1	1						1						3
RE			1	1						1						3
ZU																0
SUM A	2	3	6	6	5	7	4	4	2	2	4	3	5	3	4	60

Fuente: elaboración propia.

Al analizar con detalle la matriz anterior se puede observar que una unidad de manejo puede ser útil hasta un máximo de cuatro propósitos indicativos (ver columna final de suma) y también que el patrón de uno y espacios (ver filas) es igual para varias unidades de manejo, por tanto se decidió agrupar las unidades de manejo en conjuntos (aquí denominadas clase) de aquellas que sirven a la misma combinación de propósitos indicativos. El Cuadro 3.3 muestra las 16 clases en donde se combinan unidades de manejo y propósitos indicativos, junto con su superficie asociada, de tal forma que ninguna clase es igual a otra y ninguna unidad de manejo se repite en más de una clase. La sumatoria de la superficie de todas las clases es de 924,614 ha, lo que equivale a la superficie correspondiente a Chiapas en la ordenación ambiental de la región fronteriza.

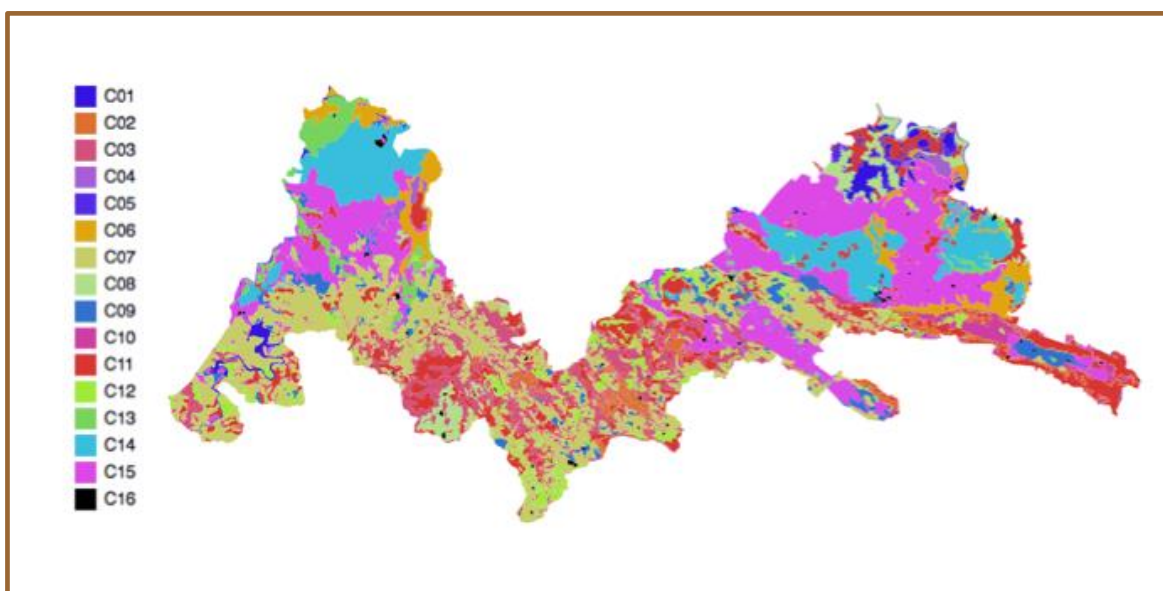
Cuadro 3.3 Superficie de clases definidas por unidad de manejo y propósito indicativo

Clase	Clave	Propósito indicativo	Superficie (ha)
C01	CR	PI02c	20,504
C02	REte	PI03P2, PI05aF1	20,425
C03	CAr1, CPt, REt1	PI03P1f1, PI05aF1	103,043
C04	CRv	PI02c	7,645
C05	CAr2	PI02c, PI03P1f2	5,236
C06	PAd1, Pad2, PAd2	PI02c, PI03P1f2, PI04f2, PI05aF2	39,155
C07	Patf, Pat	PI02b, PI05b	181,635
C08	CAa	PI02b, PI05aF1	25,671
C09	PAe	PI02b, PI03P2, PI05b	30,432
C10	PAte	PI02b, PI03P1f1, PI05b	12,578
C11	CACp, CPv1, CPv2, CPv3	PI02aF1, PI04f1	127,985
C12	REt2, RE	PI02aF1, PI02aF2, PI03P3	32,790
C13	PAd1	PI01P2, PI02c	30,162
C14	PAX,PAf	PI01P2, PI02aF2	91,221
C15	PAI,PAm	PI01P1, PI02aF2	191,880
C16	ZU		4,254
Total hectáreas clasificadas			924,614

Fuente: elaboración propia.

En el Mapa 3.4 se representan espacialmente las 16 clases dando pauta a un análisis específico a nivel regional, municipal, micro regional y comunitario. Por ejemplo puede observarse que la clase C15 suma un total de 191,880 ha que pueden ser aptas para la producción forestal y al mismo tiempo para la retención de escurrimientos en zonas de ladera ligera a modernamente inclinada.

Mapa 3.4 Expresión de las 16 clases identificadas



Fuente: elaboración propia.

El estudio de geología y caracterización de suelos llevado a la ordenación de tierras, unidades de manejo y su relación con las encomiendas del contrato aportan los elementos suficientes y como estudios de preinversión.

En el plano de la política pública es evidente el acierto de los gobiernos de los estados de Chiapas y Tabasco al haber decidido trabajar conjuntamente en la región fronteriza entre ambos estados. La perspectiva de avance es promisoría, aunque requiere de mucho esfuerzo de ambas partes, los recursos para el desarrollo de la región fronteriza siguen siendo escasos, aunque bien orientados y en particular destaca la importancia de invertir en la elaboración de estudios que permitan ofrecer mejores elementos para los procesos de decisiones.

Referencias

- FAO. (1995). *Planning for sustainable use of land resources; towards a new approach*. Rome: Boletín de Tierras y Agua de la FAO No.2.
- FAO. (2001). *Indicadores de la calidad de la tierra y su para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. Roma: Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No.5.
- Fresco, L. (1988). Farming system analysis: an introduction. *Tropical crops communication*(13).
- López López, D., & Saavedra Guerrero, A. (2007). *Diagnóstico Ambiental del Programa de Manejo para la Barranca Río Becerra (Tlalpizahuaya - Becerra - Jalalpa)*. Delegación Álvaro Obregón. . México: CentroGeo.
- López López, D., Saavedra Guerrero, A., & Castellanos Fajardo, L. A. (2015). *Cobertura vegetal y uso del suelo, zonificación y ordenación ambiental de la región fronteriza de Tabasco y Chiapas*. México: CentroGeo.
- López, D. (2009). Spatial analysis and modeling to assess and map current vulnerability to extreme weather events in the Grijalva - Usumacinta watershed, México. *IOP Conference series: Earth and Environmental Science*, 8(1), 1-21.
- Meli, P., & Carrasco Carballido, V. (2011). *Restauración ecológica de riberas. Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona*. de México, Ciudad de México: Conabio.
- ONU. (2002). Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras. En ONU, *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo. Programa 21. Sección II Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo*. Johannesburgo: ONU.
- Ortiz Lozano, L., Granados Barba, A., & Espejel, I. (2009). Ecosystemic zonificacition as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the Sistema Arrecifial Veracruzano National Park. *Ocean Coast Managment*(52), 317-323.
- Psathakis, J.; et al. (2010). *Una aproximación al Ordenamiento Ambiental del Territorio como herramienta para la prevención y transformación democrática de conflictos*

socio-ambientales (Vol. 1). Argentina: Fundación Cambio Democrático y Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

Saavedra Guerrero, A., & Castellanos Fajardo, L. (2013). *Clasificación fisiográfica de la región de la cuenca del río Usumacinta, componente básico para la Eco-regionalización y como estrategia para la conservación de los recursos naturales y la planificación de sistemas productivos*. México: CentroGeo, Informe final de proyecto FORDECYT.

Semarnat. (2014). *Diagnóstico del Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva*. México: Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables, Semarnat.

USDA. (1993). *Soil Survey Manual* (Vol. Handbook 18). Soil Conservation Service, US Department of Agriculture. Obtenido de <http://soils.usda.gov/technical/manual/download.html>

USDA. (2011). *National Agricultural Land Evaluation and Site Assessment (LESA)*. Washington D.C.: USDA, NRCS.

Valenzuela, E., & Silva, A. (2003). La zonificación ambiental. En *Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica*. Bogotá: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/planes-de-manejo-ambiental1>.