

Asunto: Respuesta a Punto de Acuerdo.

**CC. INTEGRANTES DE LA MESA DIRECTIVA DE LA COMISIÓN
PERMANENTE DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN**
Presentes

En respuesta al oficio No. CP2R1A.-760 signado por la Sen. Mónica Fernández Balboa, Secretaria de la Mesa Directiva de ese Órgano Legislativo, me permito remitir para los fines procedentes, copia del similar No. DGAESP-034/2019 suscrito por el Dr. Octavio A. Klimek Alcaraz, Director General Adjunto de Enlace y Seguimiento Parlamentario de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como de sus anexos, en formato impreso y disco compacto, mediante los cuales responde el **Punto de Acuerdo relativo a realizar una evaluación sobre el estado actual de la deforestación de la Selva Lacandona, y en su caso se implemente un plan para su reforestación.**

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterarles la seguridad de mi consideración distinguida.

El Titular de la Unidad



EMILIO DE JESÚS SALDAÑA HERNÁNDEZ

C.c.p.- **Mtro. Ricardo Peralta Saucedo**, Subsecretario de Gobierno.- Presente.
Dr. Octavio A. Klimek Alcaraz, Director General Adjunto de Enlace y Seguimiento Parlamentario de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.- Presente.

VMG

ANEXO

007459

CAMARA DE SENADORES
SECRETARIA GENERAL DE
SERVICIOS PARLAMENTARIOS

AGOSTO 19 PM 2 56

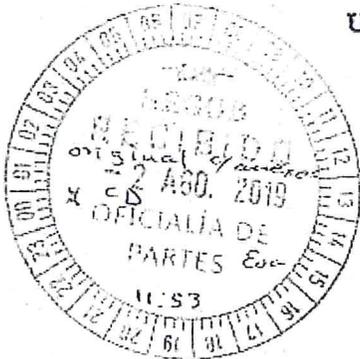
RECIBIDO

SEMARNAT



CP -> 638 00000353

0352

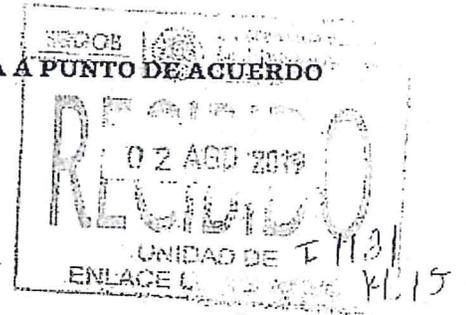


**UNIDAD COORDINADORA DE ASUNTOS JURÍDICOS
DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENLACE Y
SEGUIMIENTO PARLAMENTARIO**

OFICIO NÚM. DGAESP-034/2019

Ciudad de México, a 31 de julio de 2019

ASUNTO: RESPUESTA A PUNTO DE ACUERDO



**MTRO. EMILIO DE JESÚS SALDAÑA HERNÁNDEZ
TITULAR DE LA UNIDAD DE ENLACE LEGISLATIVO
DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN
PRESENTE**

Me permito hacer referencia al oficio Núm. SG/UE/311/062/19, mediante el cual se hizo del conocimiento de esta Secretaría, que por oficio número CP2R1A.-760 la Senadora Mónica Fernández Balboa, Secretaria de la Mesa Directiva de la Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión, comunica a esa Secretaría el Punto de Acuerdo aprobado por el Pleno de ese Órgano Legislativo, en sesión celebrada el 5 de junio del año actual, mismo que se transcribe:

"ÚNICO.- La Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión exhorta respetuosamente a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, realice una evaluación sobre el estado actual de la deforestación de la Selva Lacandona, y en su caso, implementen un plan para su reforestación."

En dicho sentido, y con el propósito de dar respuesta al Punto de Acuerdo, la Directora de Asuntos Jurídicos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas mediante el Oficio No. DAJ/520/2019, remite el oficio No. DRFSUIPS/0546/2019, signado por el Director Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur adscrito a la Comisión Nacional y un disco compacto con 5 anexos, con el cual dan atención a lo solicitado por la Comisión Permanente (se anexan copias y disco compacto).

Lo anterior, se hace de su conocimiento para que a través de su amable conducto, se haga llegar la respuesta correspondiente a la Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión, de conformidad con el procedimiento instaurado para tales efectos.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**DIRECTOR GENERAL ADJUNTO
DE ENLACE Y SEGUIMIENTO PARLAMENTARIO**

DR. OCTAVIO A. KLIMEK ALCARAZ



Recibí
25/07/2019 

Oficio No. DAJ/520/2019
Ciudad de México, a 24 de julio de 2019
ASUNTO: Se atiende Punto de Acuerdo

DR. OCTAVIO KLIMEK ALCARAZ
ASESOR PARA ASUNTOS LEGISLATIVOS DE LA SECRETARÍA
DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
PRESENTE.

Hago referencia a su Atenta Nota No. 04-190619-CONANP de fecha 19 de junio de 2019, dirigida al Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a través del cual remite el Punto de Acuerdo aprobado por la Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión, el cual señala lo siguiente:

"ÚNICO. - La Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión exhorta respetuosamente a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, realice una evaluación sobre el estado actual de la deforestación de la Selva Lacandona, y en su caso, implemente un plan para reforestación". (SIC)

Derivado de lo anterior, se solicitó a las áreas técnicas correspondientes la información necesaria para atender el exhorto del H. Congreso de la Unión, por lo que me permito adjuntarle copia del Oficio No. DRFSUIPS/0546/2019 de fecha 8 de julio del año en curso y sus respectivos anexos, signado por el Biol. Adrián Méndez Barrera Director Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur, adscrito a esta Comisión Nacional, a través del cual remite informe respecto del Punto de Acuerdo que nos ocupa.

Lo anterior, a efecto de que, por su amable conducto, en su calidad de Enlace Legislativo se dé respuesta a los Legisladores interesados sobre el Punto de Acuerdo antes mencionado.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE


LIC. SOFÍA GABRIELA HERNÁNDEZ CORREA
DIRECTORA DE ASUNTOS JURÍDICOS

MAZ
FOLIO CN/2019-0003349, CN/2019-0002758, CN/2019-0002710, CN/2019-0002750





03349

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
DIRECCIÓN REGIONAL REGION FRONTERA SUR, ISTMO Y PACIFICO SUR
Oficio No. DRFSIPS/0546/2019
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 08 de julio de 2019

LIC. SOFÍA GABRIELA HERNÁNDEZ CORREA
DIRECTORA DE ASUNTOS JURÍDICOS
PRESENTE

Asunto: Respuesta.

En atención al oficio No. DAJ/439/2019 de fecha 20 de junio de 2019 y recibido mediante correo electrónico el 27 de junio del año en curso, medio por el cual solicita información técnica que dentro del ámbito de nuestra competencia considere conveniente, que permita dar respuesta al punto de acuerdo relacionado a la Atenta Nota No. 04-190619-CONANP, suscrito por el Dr. Octavio A. Klimek Alcaraz de la Oficina del C. Secretario de la SEMARNAT, dirigido al Comisionado de Áreas Naturales Protegidas; al respecto le comento lo siguiente:

Con base en las atribuciones establecidas en los artículos 70, 71 fracción VIII y 79 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se hace entrega de cinco documentos relacionados con el Estado de Deforestación de la Selva Lacandona, y en su caso el Plan de Reforestación:

- a) Deforestación en la Selva Lacandona (2002-2012) por Ana Fernández-Montes de Oca, Alberto Gallardo-Cruz y Marcela Martínez.
- b) Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993) por Ignacio J. March Mifsut y Alejandro Flamenco Sandoval.
- c) Programa de Restauración de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.
- d) Reportes del Sistema de Monitoreo de la Biodiversidad de CONABIO en colaboración con el INEGI y el INEGI en las anp de la Selva Lacandona.
- e) Deforestación en la Selva Lacandona por el Colegio de la Frontera Sur.

Es importante mencionar que para actualizar la información se requiere de un presupuesto adicional, por lo que se gestionaran los fondos necesarios para llevarlo a cabo en el año 2020.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
EL DIRECTOR REGIONAL

[Signature]
BIOL. ADRIAN MÉNDEZ BARRERA
C.c.p.- Archivo
AMB/smq/pvm



[Signature]
23 JUL 2019
14:05
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE ASUNTOS JURÍDICOS

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
11:35
R
OFICIA DE ASUNTOS JURÍDICOS
CONANP
2019
DIRECCIÓN REGIONAL DE CHIQUILZAPATA

SIN ANEXOS

Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993).



ECOSUR



El Colegio de la Frontera Sur

Junio 1996
San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Elaborado por:

**Ignacio J. March Mifsut
Alejandro Flamenco Sandoval**

Dr. Pablo J. Farías Campero

Director General

M. en C. Miguel Angel Vásquez Sánchez

Coordinador de la División Conservación de la Biodiversidad.



El Colegio de la Frontera Sur

*Carretera Panamericana y Periférico Sur
Apartado Postal No. 63
29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
Tel./Fax (967) 8-18-84 y 8-18-85
E-Mail: imarch@sclc.ecosur.mx*

Con el financiamiento de



Portada: Selva El Ocote, noroccidente del estado de Chiapas. Imagen LANDSAT-TM, banda 5 (mejoramiento espectral). 19 de Marzo de 1992.



CONTENIDO

NOTA TÉCNICA.....	7
RESUMEN.....	7
PRESENTACIÓN	8
OBJETIVOS.....	11
METODOLOGÍA.....	11
A. PROCEDIMIENTO GENERAL	11
B. DIGITALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DEL INEGI PARA LA DÉCADA DE LOS SETENTAS	13
C. ADQUISICIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL 1994.	18
D. ESTANDARIZACIÓN DE PROYECCIONES, HIDROLOGÍA, LÍNEA DE COSTA Y LÍMITES DEL ESTADO DE CHIAPAS.	21
E. GENERACIÓN DE LA COBERTURA CON LAS POLIGONALES DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	22
F. HOMOLOGACIÓN DE CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO.....	25
G. GENERACIÓN DE BUFFERS EN ÁREAS PROTEGIDAS	27
H. CUANTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO.....	29
I. ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA.	31
RESULTADOS	32
A. TRANSFORMACIÓN AMBIENTAL Y DEFORESTACIÓN EN EL ESTADO DE CHIAPAS.	32
B. TRANSFORMACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	35
C. ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN EN LAS ANP DE CHIAPAS Y SUS PERIFERIAS.	42
1. <i>Parque Nacional Lagos de Montebello</i>	43
2. <i>Reserva de la Biósfera La Encrucijada</i>	44
3. <i>Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona</i>	45
4. <i>Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul</i>	47
5. <i>Parque Nacional Cañón del Sumidero</i>	48
6. <i>Parque Nacional Palenque</i>	49
7. <i>Reserva El Ocote</i>	50
8. <i>Reserva de la Biósfera El Triunfo</i>	51
9. <i>Reserva de la Biósfera La Sepultura</i>	53
D. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	54
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS.-	65
ANEXOS.....	67
A. ANEXO 1.- CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN ASIGNADOS A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO PARA LA CARTOGRAFÍA DE INEGI (Esc. 1:250,000).	67
B. ANEXO 2.- CORRESPONDENCIA DE CATEGORÍAS HOMOLOGADAS PARA LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO DE LA CARTOGRAFÍA DEL INEGI Y EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 1994.	69
C. ANEXO 3.- LISTA DE LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DE LAS POLIGONALES DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CHIAPAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.	73
D. ANEXO 4.- DECRETOS QUE ESTABLECEN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE CHIAPAS.	84
E. Anexo 5.- Anexo cartográfico.....	123

Índice de cuadros

Cuadro 1.- Comparación de las tasas de deforestación entre 1980 y 1990 para países seleccionados (WRI, 1994) y para el Estado de Chiapas (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).....	8
Cuadro 2.- Tasas de deforestación en Chiapas para selvas y bosques de coníferas y latifoliadas (Fuentes: ¹ Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; ² Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).....	9
Cuadro 3.- Información de la cartografía utilizada para generar la cobertura de tipos de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas.	13
Cuadro 4.- Información básica de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.....	24
Cuadro 5.- Procedimientos utilizados para la digitalización de las poligonales de las áreas protegidas de Chiapas.....	24
Cuadro 6.- Sistema de categorías homologadas para los tipos de vegetación y uso del suelo.....	26
Cuadro 7.- Coteo de subcategorías para cada clase homologada	27
Cuadro 8.- Sistema de codificación de los polígonos de las áreas protegidas y de sus áreas <i>buffer</i> periféricas.	29
Cuadro 9.- Fechados de las fotografías aéreas utilizadas por el INEGI para la elaboración de las cartas de vegetación y uso del suelo en escala 1:250,000.	30
Cuadro 10.- Fechados de las imágenes de satélite LANDSAT-TM utilizadas por el Instituto de Geografía de la UNAM para la elaboración del Inventario Nacional Forestal 1994.	31
Cuadro 11.- Cuantificación del cambio de cobertura para los tipos de vegetación en buen estado de conservación desde la década de los setentas al período 1988-1993 (Fuentes: Cartografía INEGI, 1984-1988; Inventario Forestal Nacional, 1994).....	32
Cuadro 12.- Cuantificación de áreas arboladas* para los dos períodos considerados y estimación de la tasa de deforestación por tipo de bosque.....	33
Cuadro 13.- Asentamientos humanos y población registrada para 1990 en las áreas naturales protegidas y sus periferias (Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda).....	37
Cuadro 14.- Cronología del establecimiento oficial de las ANP en Chiapas.....	40
Cuadro 15.- Extensiones deforestadas o perturbadas en las áreas naturales protegidas y en sus periferias, según el Inventario Nacional Forestal 1994 (Instituto de Geografía-SARH, 1994).	42
Cuadro 16.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Lagos de Montebello.	43
Cuadro 17.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada.....	44
Cuadro 18.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Montes Azules.	45
Cuadro 19.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Lacantún.....	46
Cuadro 20.- Cuantificación de la transformación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin.....	46
Cuadro 21.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Bonampak.....	46
Cuadro 22.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Yaxchilán.....	47
Cuadro 23.- Cuantificación de la transformación en la Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul.....	48
Cuadro 24.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.....	48
Cuadro 25.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Palenque.....	49
Cuadro 26.- Cuantificación de la transformación en la Reserva El Ocote.....	51
Cuadro 27.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera El Triunfo.....	52
Cuadro 28.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura.....	53
Cuadro 29.- Estimación de tasas de transformación anual para los tipos de vegetación en buen estado de conservación dentro de las ANP consideradas en el estudio.....	54
Cuadro 30.- Áreas de vegetación natural calificadas como “perturbadas” o “fragmentadas” dentro de las poligonales de las ANP.	54
Cuadro 31.- Deforestación estimada en las poligonales de las ANP.....	55



Índice de figuras

Figura 1.- Diagrama que muestra el procedimiento metodológico general del estudio.....	12
Figura 2.- Subcuadrantes geográficos del INEGI que cubren el Estado de Chiapas en la cartografía 1:250,000.	14
Figura 3.- Ejemplo del sistema de etiquetado en la cartografía digitalizada del INEGI.....	16
Figura 4.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (Fuente: INEGI, 1984-1988).	17
Figura 5.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para 1988-1993 (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Instituto de Geografía, UNAM).....	20
Figura 6.- Poligonales de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.....	23
Figura 7.- Cobertura de áreas <i>buffer</i> alrededor de las áreas naturales protegidas.....	28
Figura 8.- Detalle de las áreas de <i>buffer</i> sobre las poligonales de las Reservas “El Triunfo” y “La Encrucijada”.	28
Figura 9.- Ubicación de las ANP con respecto a los cuadrantes cartográficos del INEGI y a las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario Nacional Forestal 1994.....	31
Figura 10.- Extensiones con selvas tropicales en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).	33
Figura 11.- Extensiones con bosques de coníferas y encinos en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).	34
Figura 12.- Extensiones con bosques mesófilos de montaña en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).	34
Figura 13.- Extensiones con manglares en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).	35
Figura 14.- Asentamientos humanos localizados dentro de la Poligonal de la Reserva La Sepultura.....	38
Figura 15.- Asentamientos humanos localizados dentro de las poligonales de las ANP en la Selva Lacandona.....	38
Figura 16.- Asentamientos humanos ubicados dentro de la poligonal de la Reserva de la Biósfera El Triunfo.	39
Figura 17.- Gráfica de la cronología del establecimiento de las ANP en Chiapas que se consideraron en el presente estudio.	41
Figura 18.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	43
Figura 19.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	44
Figura 20.- Áreas en buen estado de conservación en las ANP de la Selva Lacandona (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	47
Figura 21.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	49
Figura 22.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Palenque (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	50
Figura 23.- Áreas de selvas en la Reserva El Ocote para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).....	51
Figura 24.- Áreas de selvas y bosques en la Reserva de la Biósfera El Triunfo para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).	52
Figura 25.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura (A: década de los setentas; B: 1988-1993).	53
Figura 26.- Extensiones de selvas en la zona de la Selva El Ocote y ubicación de las dotaciones, ampliaciones ejidales y propiedades que se sobrelapan con la poligonal (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Carta de tenencia de la Tierra de la Selva El Ocote, Secretaría de la Reforma Agraria-SEDESOL-SARH).	58
Figura 27.- Sobrelapamiento de predios y propiedades sobre las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona.....	59
Figura 28.- Conectividad hidrológica entre las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Encrucijada.....	60

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Figura 29.- Conectividad a través de corredores de vegetación entre diversas ANP y áreas no protegidas. 62

Figura 30.- Áreas de selvas que mantienen la comunicación entre las ANP de la Selva Lacandona y el resto de la Selva Maya (Tomado de March *et al.*, 1996). 63



Nota técnica

Este proyecto fue realizado por el Departamento de Ordenamiento Ecológico y Áreas Silvestres de la División de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR. El programa *PC Arc Info*® y *Arc Info*® son marcas registradas del *Environmental Systems Research Institute* de Redlands, California y usados con las licencias adquiridas por el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) y ECOSUR. Al informe le acompañan las coberturas digitales de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas y para el período 1988-1993 correspondientes a las poligonales de las áreas protegidas consideradas, así como un anexo cartográfico impreso.

Resumen

El presente proyecto tuvo el propósito de evaluar la situación de las áreas naturales protegidas (ANP) del Estado de Chiapas y sus periferias, específicamente en lo que se refiere a los efectos de la deforestación. Para ello se utilizaron dos fuentes secundarias de información georeferenciada: La cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondiente a la década de los setentas, y por otra parte, las coberturas digitales del Inventario Nacional Forestal de 1994, elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Se estableció un sistema de homologación de categorías de tipos de vegetación y uso del suelo que permitiera efectuar comparaciones entre ambas fuentes. Se digitalizaron las poligonales de las principales áreas naturales protegidas establecidas y se generaron alrededor de sus límites franjas periféricas (*buffers*) a 5 y 10 km. Con el objetivo de obtener información sobre la dinámica del uso del suelo tanto en el interior como en las periferias de las ANP en Chiapas, y utilizando un sistema de información geográfica (SIG) de formato vectorial, se efectuaron sobreposiciones para las coberturas correspondientes a ambos períodos de tiempo. Las coberturas resultantes permitieron estimar los cambios de uso del suelo dentro de cada área protegida y sus periferias. Adicionalmente, se identificaron las localidades que para 1990 se ubicaban dentro y en las áreas periféricas de las áreas protegidas. Se determinó que para 1990 al menos existían dentro de las poligonales de las ANP 31,315 habitantes distribuidos en 541 asentamientos, todos con menos de 1,800 habitantes. La tasa estimada de deforestación anual promedio entre 1970 y 1993 para todo el Estado de Chiapas, fue de 73,159 hectáreas/año, siendo las selvas las mayormente afectadas (53,498 Ha/año). Esta tasa de deforestación significa la pérdida cada año del 2.14 % de la superficie forestal existente, cifra que ubica a Chiapas muy por arriba de la tasa nacional calculada entre 1976 y 1990 por las cifras oficiales (1.2 % anual). Dentro de las poligonales de las ANP, los porcentajes ocupados por áreas transformadas y/o perturbadas (que incluyeron “selvas fragmentadas” y “bosques perturbados”) abarcaron en cinco de las 16 ANP consideradas en este

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

estudio más del 50 %. No obstante, la transformación o perturbación de los tipos de vegetación natural en la franja periférica de 5 kilómetros radiales a las poligonales del las ANP en su conjunto fue de casi el doble que en su interior. Las tasas anuales más elevadas de transformación o perturbación de la vegetación natural dentro de las poligonales de las ANP y calculadas con respecto al período abarcado por las fuentes utilizadas, se presentaron principalmente en lo que ahora abarca la recientemente establecida Reserva de la Biósfera La Sepultura (3,848 Ha/Año), en Montes Azules (593 Ha/Año) y en El Triunfo (551 Ha/Año). Con base a los resultados obtenidos, se hizo evidente la necesidad de iniciar una estrategia de conservación con carácter de urgente que permita garantizar el mantenimiento de la biodiversidad que se pretende conservar en las ANP de Chiapas, muchas de las cuales están entre las más importantes del país. Para el desarrollo de este proyecto se contó con el financiamiento de *The Nature Conservancy* y U.S.AID, y fue efectuado por el Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística (LAIGE) de El Colegio de la Frontera Sur.

Presentación

La deforestación de los bosques continúa siendo un grave problema a nivel mundial. Con base a las cifras compiladas por el Instituto de Recursos Mundiales (*World Resources Institute*, 1994). De acuerdo con las últimas estimaciones de la FAO a nivel mundial, entre 1981 y 1990 se perdieron anualmente 15.5 millones de hectáreas de bosques y selvas (Lambin, 1994). Para la década 1980-1990, México se ubicó entre los 10 países con mayor deforestación de todo el mundo (**Cuadro 1**).

Considerando las cifras aportadas por los inventarios periódicos forestales efectuados en México (**Cuadro 2**), la deforestación en Chiapas entre 1976 y 1991 fue de 1.9 % anual, lo cual significa que de mantenerse constante esa pérdida en 51 años podrían desaparecer la cobertura boscosa del estado. Cabe indicar que las Selvas en Chiapas tiene el doble de intensidad de deforestación con respecto a los bosques templados (coníferas y latifoliadas).

Cuadro 1.- Comparación de las tasas de deforestación entre 1980 y 1990 para países seleccionados (WRI, 1994) y para el Estado de Chiapas (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).

<i>País o entidad</i>	<i>Extensión total de bosques naturales (1990) (Hectáreas)</i>	<i>Deforestación anual de 1980 a 1990 (Hectáreas por año)</i>	<i>Porcentaje de la cobertura forestal perdida al año</i>
BRASIL	561,107,000	3,671,000	0.6
INDONESIA	109,549,000	1,212,000	1.0
ZAIRE	113,275,000	732,000	0.6
MÉXICO	48,586,000	678,000	1.2
BOLIVIA	49,317,000	625,000	1.1
Chiapas	3,091,617	60,411	1.9



Cuadro 2.- Tasas de deforestación en Chiapas para selvas y bosques de coníferas y latifoliadas (Fuentes: ¹ Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; ² Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).

Tipo de Vegetación	ÁREA TOTAL 1976 ¹ (Hectáreas)	ÁREA TOTAL 1991 ² (Hectáreas)	PERDIDA TOTAL ENTRE 1976-1991 (15 Años) (Hectáreas)	Porcentaje de cambio de 1976 a 1991	Tasa promedio anual de deforestación (Ha/año)
<i>Bosques de coníferas y latifoliadas</i>	1,419,475	1,174,545	244,930	17.25	16,329
<i>Selvas</i>	2,578,300	1,917,072	661,228	25.65	44,082
TOTAL	3,997,775	3,091,617	906,158		

El fenómeno de la deforestación envuelve complejos procesos que ocurren en una complicada dinámica a través del tiempo y del espacio geográfico. La deforestación sucede de manera altamente variable dependiendo de los distintos tipos de coberturas boscosas, los ambientes físicos, las actividades socioeconómicas y los contextos culturales. De acuerdo con Lambin (1994), las principales causas proximales de la deforestación pueden ser enlistadas de la siguiente manera:

- Agricultura migratoria de tumba-roza y quema.
- Extracción forestal para la producción de leña y carbón.
- Conversión de áreas forestales a ganadería extensiva.
- Operaciones forestales comerciales ineficientes.
- Desarrollo de infraestructura en áreas naturales (carreteras, presas hidroeléctricas, etc.).
- Ocurrencia de extensos incendios forestales.

Adicionalmente a los procesos naturales de transformación ambiental propios de los ecosistemas (Ej. regeneración y sucesión, incendios naturales, etc.), son numerosos los factores antropogénicos que promueven la transformación de las áreas naturales; las economías nacionales y regionales, aspecto estrechamente ligado a las políticas de desarrollo de las zonas rurales, tienen evidentemente una importante participación en la dinámica de la deforestación.

Así mismo, los conflictos políticos y agrarios, que inducen una inestabilidad social, tienen un efecto determinante en la pérdida de los recursos forestales. Un ejemplo claro de esto es sin duda el caso del Estado de Chiapas en los últimos tres años, en los que después de haberse establecido una estricta veda forestal sin la promoción de alternativas sustitutivas y luego de un levantamiento armado inducido en

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

buena medida por la pobreza y la marginación social, ha acelerado la deforestación por el aprovechamiento desmedido e incontrolado de los recursos forestales, así como por las apropiaciones de tierras forestales a través de invasiones masivas.

Mahar y Schneider (1994) enlistan a diversos factores que actúan como incentivos a la deforestación:

- a) La expansión de la frontera agrícola-ganadera para el incremento de la producción.
- b) La apertura de nuevos caminos y vías de comunicación a áreas antes inaccesibles.
- c) La indefinición en la tenencia de la tierra.
- d) Las colonizaciones dirigidas y la provisión de servicios e infraestructura pública en áreas destinadas a la atracción poblacional.
- e) El ofrecimiento de créditos e incentivos fiscales para promover la consolidación de actividades productivas en áreas de la frontera agrícola-ganadera.
- f) La falta de apoyo a las áreas naturales protegidas, parques nacionales y reservas.

A los anteriores, Lambin (1996) adiciona los siguientes factores como fuerzas que conducen a la deforestación:

- g) Crecimiento poblacional.
- h) Marginación y desigualdad social.
- i) Políticas gubernamentales erróneas.
- j) Tecnologías inapropiadas.
- k) Relaciones internacionales de intercambio.
- l) Presiones económicas por las deudas de los países en desarrollo.
- m) Corrupción en el sector forestal.

La percepción de las causas y efectos de la deforestación es ampliamente variable entre los distintos sectores de la población. En este sentido, Arizpe *et al.* (1996) publicaron un interesante trabajo sobre la percepción social de la deforestación en la Selva Lacandona.

Si bien existen diversas metodologías científicas para determinar los procesos de deforestación y evaluar sus efectos (Brown y Pearce, 1994; Lambin, 1994.), en Chiapas han sido notablemente escasos los estudios formales que se han efectuado a este respecto.

Actualmente, El Colegio de la Frontera Sur - ECOSUR -, desarrolla diversos proyectos de investigación directamente relacionados con la deforestación en Chiapas; entre estos cabe mencionar al de Ochoa (1995), Muñoz (1995) y Montes (1995) para la región de los Altos de Chiapas, el de Barrera (1996) para el Soconusco y la Costa de Chiapas, y los de March (1995) y Saldívar (1996) para la Selva Lacandona.



Objetivos

1. Con base a fuentes secundarias, cuantificar y mostrar el arreglo de las superficies de tipos de vegetación y uso del suelo en el Estado de Chiapas para 1973 y 1994.
2. Comparar las coberturas forestales correspondientes a ambas fechas y determinar las tasas de deforestación para los principales tipos de vegetación en el período referido.
3. Cuantificar y generar un mapa sobre la deforestación ocurrida en el Estado de Chiapas, así como dentro de las áreas protegidas oficialmente establecidas.

Metodología

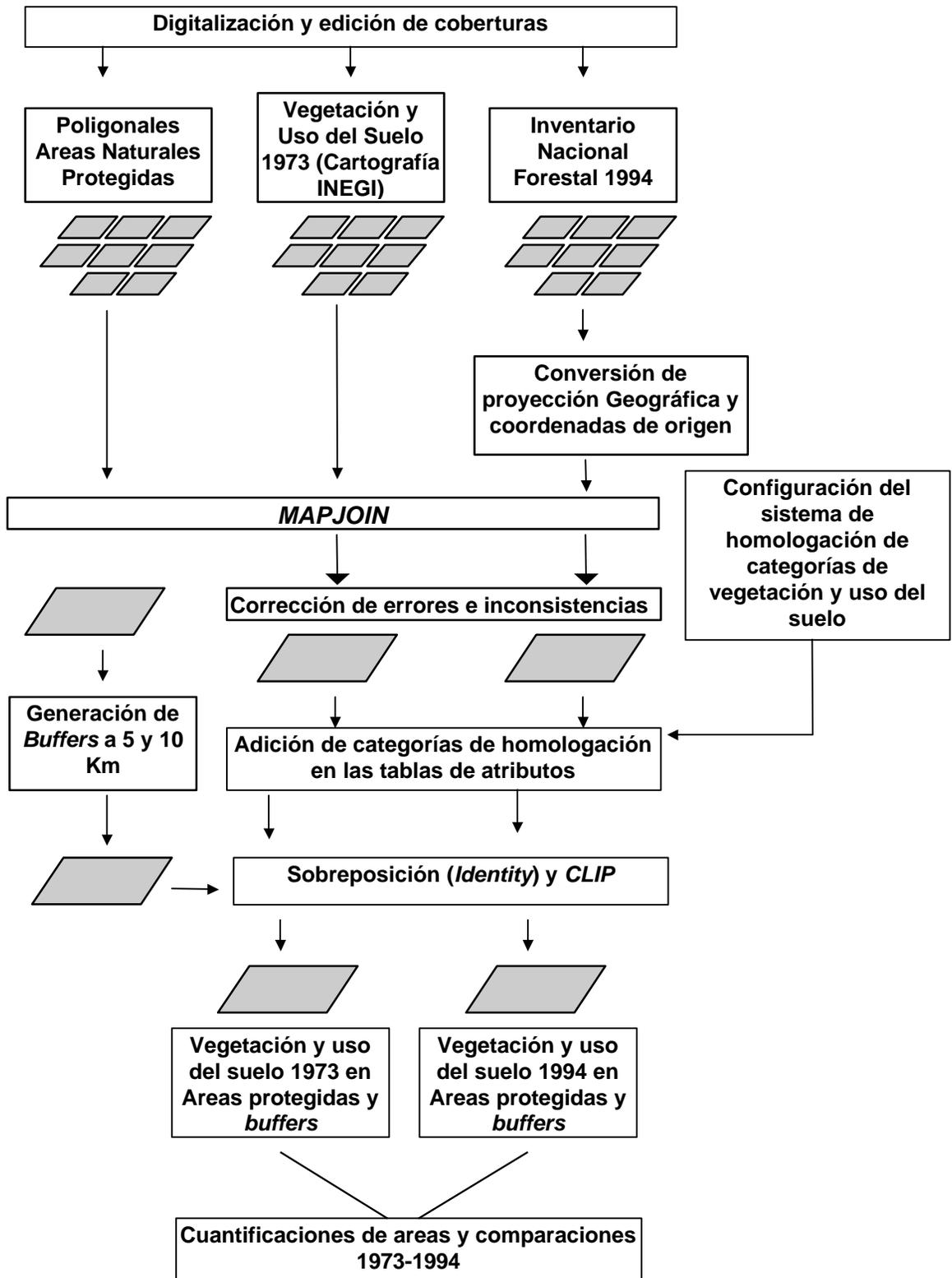
A. Procedimiento general

En términos generales, la metodología utilizada para el presente trabajo se fundamentó en el análisis de los cambios de uso del suelo y vegetación en un período de cerca de 20 años (década de los setentas - 1993), utilizando sistemas de información geográfica (SIG) y con base a la información proveniente de la Cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Inventario Nacional Forestal de 1994 elaborado por el Instituto de Geografía, UNAM con base a imágenes LANDSAT-TM.

Aplicando diversas operaciones espaciales sobre las coberturas geográficas digitales, se determinaron las áreas ocupadas por los distintos tipos de vegetación y uso del suelo para cada área natural protegida (ANP) y para sus periferias en un radio de 5 y 10 Km. en ambos períodos. Con base a ello, se analizaron los cambios ocurridos y se estimaron tasas de deforestación anual promedio para cada uno de las ANP (**Fig. 1**).

A continuación se detalla la metodología realizada para cada una de las fases del trabajo.

Figura 1.- Diagrama que muestra el procedimiento metodológico general del estudio.





B. Digitalización de la cartografía del INEGI para la década de los setentas

Para generar la cobertura digital de la vegetación y uso del suelo correspondiente a la década de los setentas fue necesario digitalizar la cartografía en escala 1:250,000 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) para 1973.

Todos los atributos de los tipos de vegetación y uso del suelo fueron respetados tanto en lo que se refiere a la toponimia (nombres de los tipos de vegetación y usos), así como en su combinación en el etiquetado de polígonos.

Utilizando el programa *PC Arc Info* (® ESRI, versión 3.4D), un sistema de información geográfica de formato vectorial, se digitalizó la cartografía en escala 1:250,000 correspondiente a las fuentes indicadas en el **cuadro 3**.

Cuadro 3.- Información de la cartografía utilizada para generar la cobertura de tipos de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas.

Autor y/o institución que elaboró la fuente original:	DETENAL: Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. SPP: Secretaría de Programación y Presupuesto. INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
Escala de la fuente original:	1:250,000
Clave, nombre y año de impresión de las cartas digitalizadas:	TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO E15-07 Minatitlán, INEGI, 1987 (2a. impr.). E15-08 Villahermosa, INEGI, 1987. E15-09 Tenosique, SPP, 1984. E15-10 Juchitán, INEGI, 1985. E15-11 Tuxtla Gutiérrez, SPP, 1984. E15-12 Las Margaritas, INEGI, 1988. E15-02 Huixtla, INEGI, 1985. E15-05 Tapachula, SPP, 1984.
Número total de atributos codificados:	Arcos: 6 Polígonos: 72, más combinaciones de atributos.
Clasificación de atributos utilizada:	Clasificación INEGI.

La digitalización de las diversas coberturas que conformaron la base geográfica utilizada para los análisis geográficos, se efectuó utilizando un digitalizador *Calcomp DrawingBoard II*, con una superficie activa de 1,118 x 1,524 mm.

En escala 1:250,000 se digitalizaron las cartas para los ocho subcuadrantes que en la cartografía del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) cubren el Estado de Chiapas (**Fig. 2**).

El meridiano central utilizado fue el ubicado a los 92° 30' 00" W. Para asegurar que las coordenadas dentro de la superficie de Chiapas fueran positivas, la posición del origen fue establecido en las coordenadas 14° 30' 00" Latitud Norte (790 m al S) y

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

92° 30' 00" Longitud Oeste, que en el sistema utilizado quedó en las coordenadas X=197,658.9095 m y Y=-6.5427 m. Las unidades fueron establecidas en *metros*.

La distancia mínima entre uno y otro punto digitalizado fue establecida en el digitalizador en 1/395 cm (0.002533 cm) o 1/1000 pulgadas (0.001 pulgadas). La precisión máxima para la digitalización fue determinada por el programa de la tableta utilizada.

Otras medidas estándares establecidas en la configuración y análisis de las coberturas con el sistema de información geográfica tuvieron los siguientes valores: Error RMS aceptable en el registro de la cartografía (*Root Mean Square*)=0.004, *Weed distance*= 0, *Dangle*=0.5 metros, *Fuzzy Tolerance*= 0.5 metros. Estos parámetros fueron establecidos de tal forma para evitar cambios no controlables al utilizar el comando *Clean* para corregir errores y construir topología.

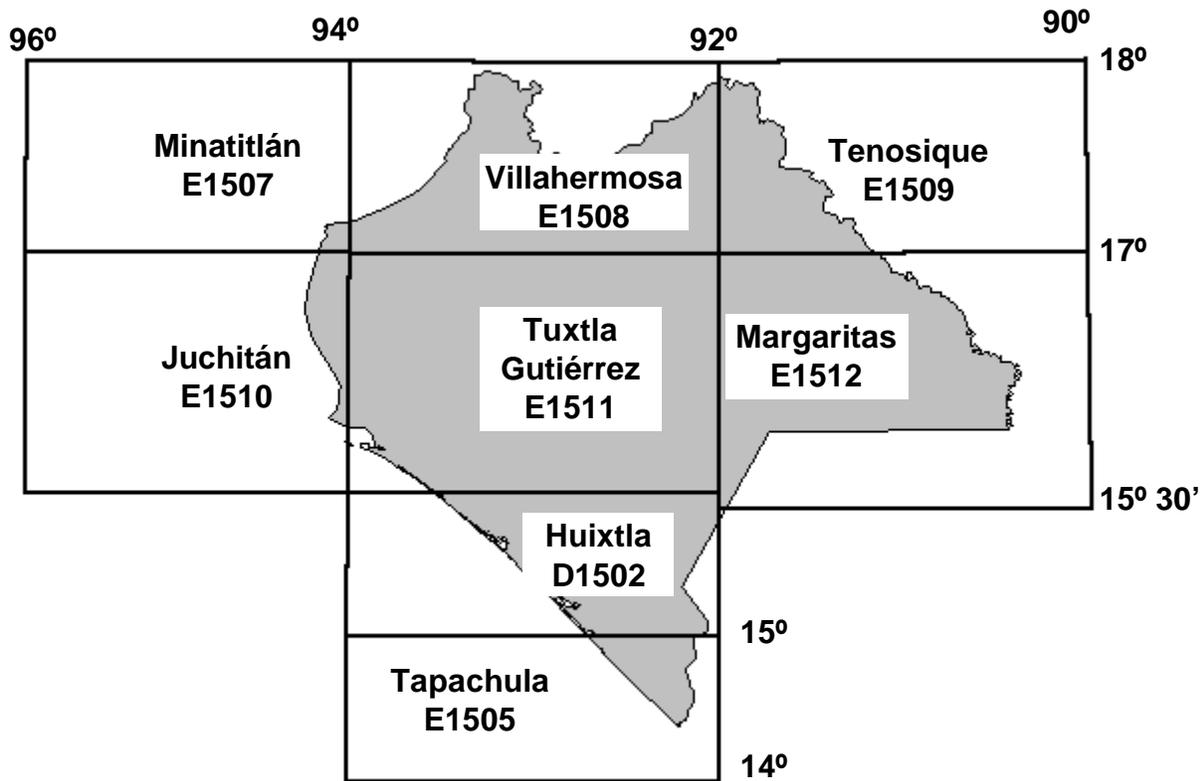


Figura 2.- Subcuadrantes geográficos del INEGI que cubren el Estado de Chiapas en la cartografía 1:250,000.

Las distancias de edición y conexión (*Snapdistance*) fueron de 1/80 de la extensión horizontal del mapa. La distancia de edición *Editdistance* fue determinada como 1/10,000 de la extensión total del mapa. El tamaño de grano (*Grain*) fue adecuado para suavizar rasgos de sólo algunos rasgos como los contornos de los polígonos; la tolerancia de separación de vértices fue ajustada en estos casos a 50 metros.



Se desarrollaron archivos "macro" para automatizar los procedimientos para asegurar consistencia en las tolerancias en las distintas coberturas digitalizadas.

La proyección geográfica de las coberturas es la Transversa de Mercator por ser la utilizada por el INEGI en escala 1:250,000, y con base al esferoide de Clarke 1866 y el datum NAD27.

Todas las coberturas digitalizadas fueron editadas y etiquetadas con base a un sistema de codificación numérica previamente establecido y que es explicado más adelante.

Una vez digitalizadas las cartas en sus distintos temas, se ejecutaron con *PC Arc Info* las siguientes operaciones:

1. Verificación y corrección de errores (edición, conexión de arcos).
2. Aplicación de grano (*grain*).
3. Limpieza de la cobertura (*Clean*)
4. Verificación de errores de nudo.
5. Asignación automática de etiquetas.
6. Cambio manual de valores de etiqueta con respecto al sistema de codificación utilizado.
7. Construcción de topología (*Build*), en líneas y polígonos.
8. Segunda verificación de errores de nudo.
9. Verificación y corrección de errores de etiquetado.

A cada uno de los 8 cuadrantes abarcados por las cartas de INEGI en escala 1:250,000, se les asignaron 10 coordenadas de control: seis fueron utilizadas como opciones para el registro de 4 coordenadas de control en la digitalización, y dos fueron utilizadas para la unión al cuadrante adyacente.

Las coberturas que se generaron, fueron denominadas con base a las mismas claves utilizadas por el INEGI (Ej. E1511, etc.).

Luego de que las coberturas fueron conjuntadas en una sola utilizando *MAPJOIN*, se ejecutaron los siguientes procesos:

1. Verificación de la consistencia de identificadores de arcos y de etiquetas entre los subcuadrantes conjuntados.
2. Corrección de errores remanentes (Nudos colgantes, polígonos residuales, polígonos abiertos, etiquetas faltantes y sobrantes).
3. Corte (clip) de la cobertura digital conjuntada con el contorno de los límites oficiales del Estado propuestos por la Carta Geográfica del Gobierno del Estado de Chiapas.

Para el etiquetado de las coberturas digitalizadas se codificaron todos los tipos de vegetación y de uso del suelo con base al sistema de códigos incluido en el **anexo 1**.

Este sistema de codificación permitió etiquetar polígonos que presentaban 2 o incluso 3 atributos de manera simultánea. Por ejemplo, este fue el caso de los polígonos que indicaban un tipo de vegetación “de fondo” (Ej. Selva mediana perennifolia, código 36) con la ocurrencia de vegetación secundaria (Ej. Vegetación secundaria arbórea, Código 1), y con la ocurrencia de “Agricultura nómada (Código 4). Los dos últimos dígitos de la etiqueta corresponden al tipo de vegetación “de fondo” y los dígitos que le anteceden corresponden a la “vegetación secundaria” y/o “agricultura nómada” que se presentan en ese polígono (**Fig. 3**). Con ello el sistema de etiquetado se apegó estrictamente a lo señalado por la cartografía.

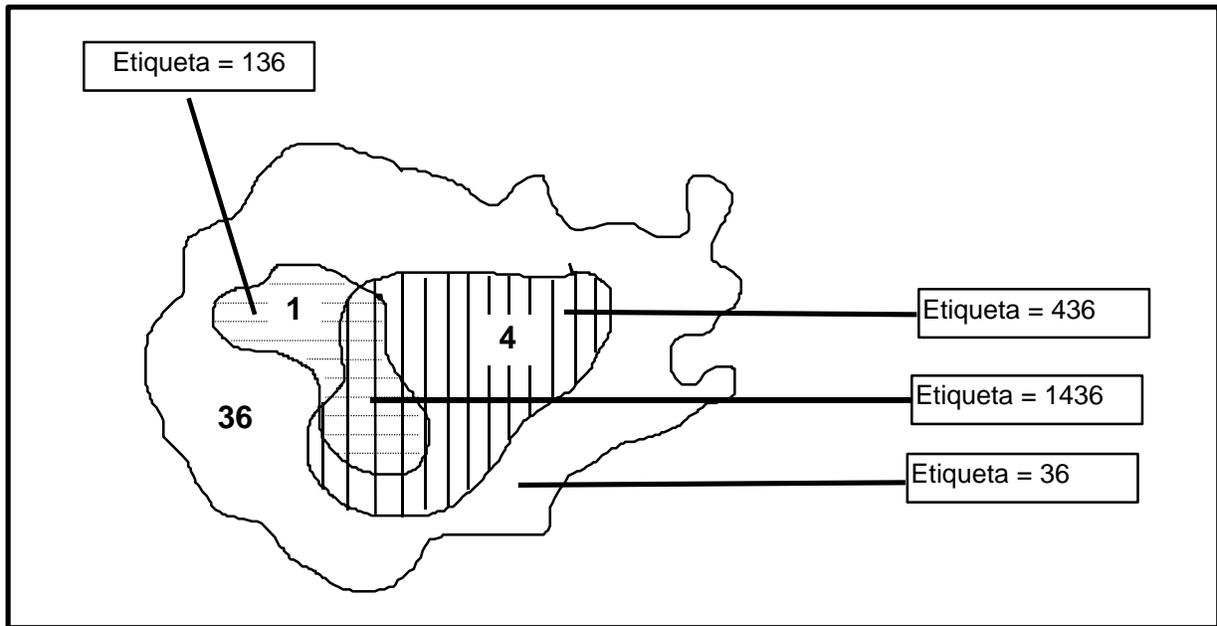


Figura 3.- Ejemplo del sistema de etiquetado en la cartografía digitalizada del INEGI.

Con base al procedimiento arriba descrito, se generó una cobertura con los tipos de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (**Fig. 4**).

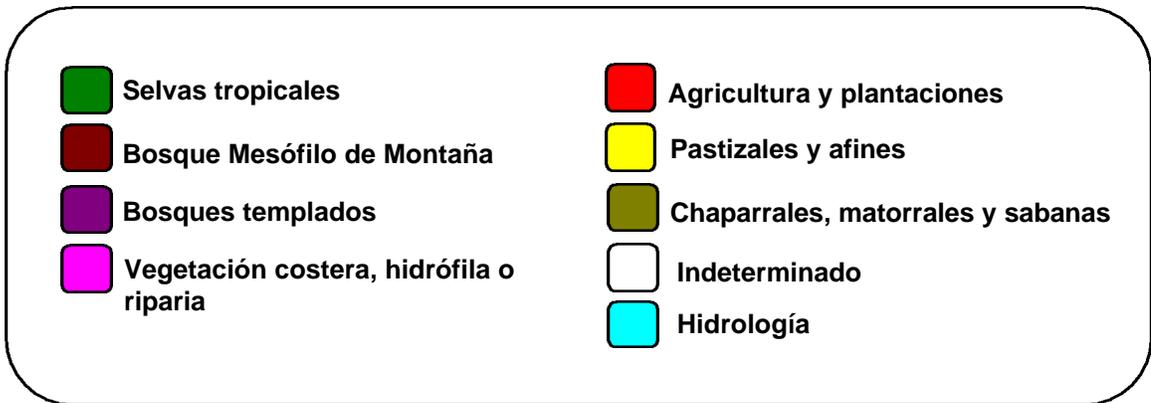
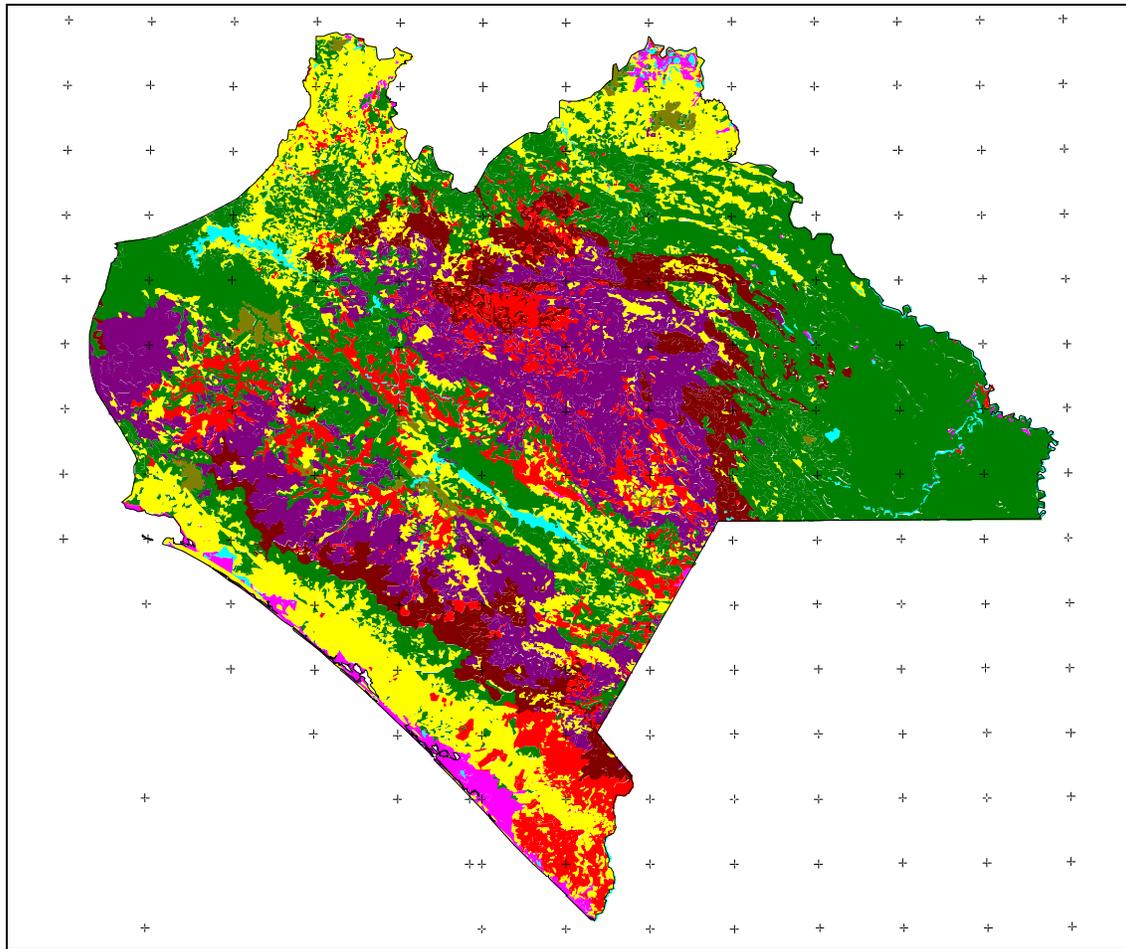


Figura 4.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (Fuente: INEGI, 1984-1988).

C. Adquisición de la cartografía digital del Inventario Nacional Forestal 1994.

Se adquirió en formato digital la información correspondiente al área de estudio elaboradas por el Instituto de Geografía en el Inventario Forestal Nacional 1994 (UNAM- SEMARNAP-SARH, 1994) (**Fig. 5**).

Según el trabajo de Sorani y Alvarez (*en prensa*), el Inventario Nacional Forestal se realizó con base a la siguiente metodología:

Se realizaron interpretaciones visuales de 74 imágenes de satélite para actualizar la cartografía existente sobre uso del suelo a una escala 1:250,000 (INEGI, 1973). Se propuso una nueva clasificación de 39 clases de terreno con base en la clasificación de vegetación existente y en las posibilidades de distinguir clases a partir de imágenes de satélite. Por medio de un sistema de información geográfica se unieron las clases anteriores con la información cartográfica actualizada en una nueva cobertura, llamada “mapa híbrido”. Las áreas forestales convertidas en zonas agrícolas o pastizales fueron definidas como “áreas perturbadas”. La clasificación adoptada para el producto final permite identificar las diferentes fuentes de información cartográfica. La metodología desarrollada se basó fundamentalmente en tres fuentes de información, dos de ellas con datos previamente adquiridos y la tercera que consiste en imágenes de satélite de 1992 y 1993* :

La cartografía con que se disponía previamente fue la siguiente:

1. **El inventario del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).** La cartografía de uso del suelo y vegetación se generó en la década de los ochentas a una escala de 1:250,000. Las cartas se elaboraron a partir de la interpretación de fotografía aérea de la década de los setentas, a escala 1:30,000 y con un extenso trabajo de verificación de campo.
2. **Inventario AVHRR.** Fue realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS) utilizando un juego de imágenes de satélite de la serie NOAA obtenidas con el sensor Radiómetro de Muy Alta Resolución (AVHRR). La técnica empleada consistió en generar coberturas sin nubosidad para todo México a partir de imágenes con una resolución espacial de 1.1 Km. Como resultado se obtuvo un mapa en escala 1:1,000,000. Las clases manejadas en este mapa se agruparon en tres niveles de clasificación.
3. **Cartografía espacial de alta resolución.** Se elaboraron mapas a escala de 1:250,000 a partir de imágenes LANDSAT-TM con una resolución espacial nominal de 30 m y un buscando un marco temporal de entre 12 y 18 meses. Se utilizaron imágenes correspondientes al período comprendido entre 1989 y 1993 con énfasis en aquellas de 1992 y 1993. Se llevaron a cabo interpretaciones visuales de mosaicos en escala 1:250,000 de compuestos de color georeferenciados correspondientes con la cartografía de INEGI. Estas interpretaciones se apoyaron en un modelo digital de terreno del país con una densidad de datos de un *datum* cada 3

* Existe otro grupo de datos; el Inventario Nacional Forestal elaborado de 1960 a 1984 que no fue utilizado por varias razones. En primer lugar existen diferencias en los métodos de muestreo a lo largo del tiempo. Por otra parte la clasificación utilizada en este inventario se basa únicamente en el uso de áreas forestales y no distingue entre los diferentes tipos.



segundos de arco (aproximadamente cada 90 metros). Se configuró una base geográfica digital para poder actualizar continuamente los resultados.

Con lo anterior, se llevó a cabo una verificación preliminar de la cartografía en cinco áreas piloto de aproximadamente 2,500 Km² cada una. Una de estas correspondió a Chiapas. Se asumió que la cartografía de INEGI había perdido actualidad con relación a la cobertura areal, pero que era confiable en los contenidos de las unidades cartográficas. Cuando la interpretación de las imágenes de satélite no coincidía con la de INEGI y con el fin de implementar clasificaciones preliminares, se consultaron fuentes adicionales (Ej. inventarios estatales, estudios biológicos publicados)

Se consideraron cinco factores para establecer la leyenda de este trabajo: 1) Los inventarios de INEGI y AVHRR, que fueron la base para la interpretación, 2) La definición de clases basada en las imágenes de satélite, 3) La escala, 4) la menor prioridad de las zonas no forestales con respecto a las forestales, y 5) la necesidad de mostrar los cambios de la vegetación en las regiones forestales del México en al menos 10 años.

En la determinación de las clases forestales, los conceptos *abierto* y *cerrado* se utilizaron de acuerdo a la forma en que se estimó la cobertura areal en las imágenes de satélite. El primero comprende a coberturas de más del 40% de cobertura forestada y el segundo se aplicó a coberturas de entre el 10 y el 40%. Para estimar la cobertura areal se consideró la relación directa que existe entre los valores de densidad y los de reflectividad, permitiendo mejores estimaciones volumétricas cuando se combinaron con la información de campo.

Los bosques se dividieron en: 1) de Oyamel (*Abies* spp.), 2) de pino (*Pinus* spp.) - encino (*Quercus* spp.), y 3) mixto, incluyendo comunidades de pino-encino además de "bosques de niebla" (o mesófilos) que están constituidos principalmente por liquidámbar. En cuanto a las posibles combinaciones utilizadas entre altura y persistencia de las hojas en las distintas formaciones forestales tropicales, solo se optó por la altura de los árboles; esto en vista de la dificultad de discriminar varios tipos de selvas a partir de las imágenes de satélite. Las selvas bajas (con alturas de hasta 15 metros) y las selvas medianas y altas (de más de 15 metros de altura). Para las áreas en que sólo persistían parches de vegetación (*Acahuals*) con cobertura generalmente menor al 50% y que fueron originalmente afectadas por agricultura nómada, se caracterizaron como "bosques fragmentados" o "selvas fragmentadas" dependiendo de los tipos de vegetación de los que se originaron.

Para la determinación de clases "no forestales", se consideraron cuatro tipos de matorrales: 1) matorral xerófito, 2) chaparral tamaulipeco, matorral submontano y matorral subtropical.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

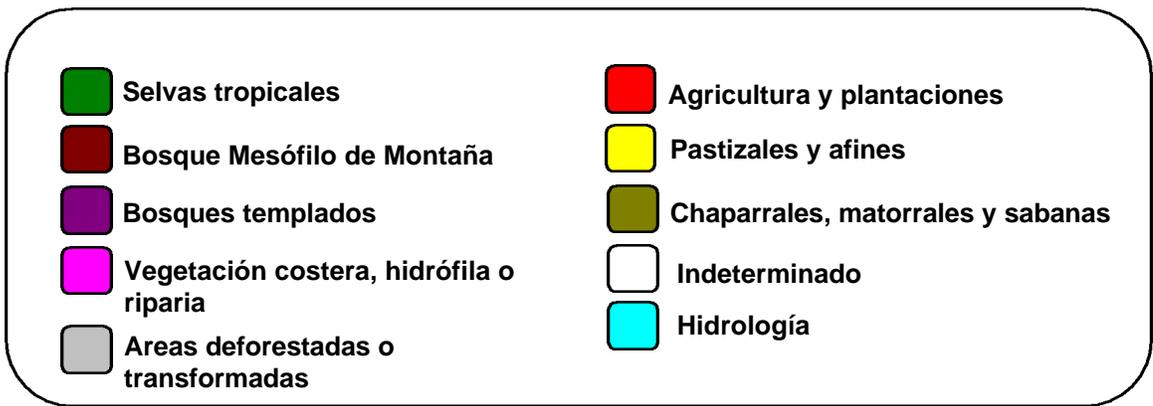
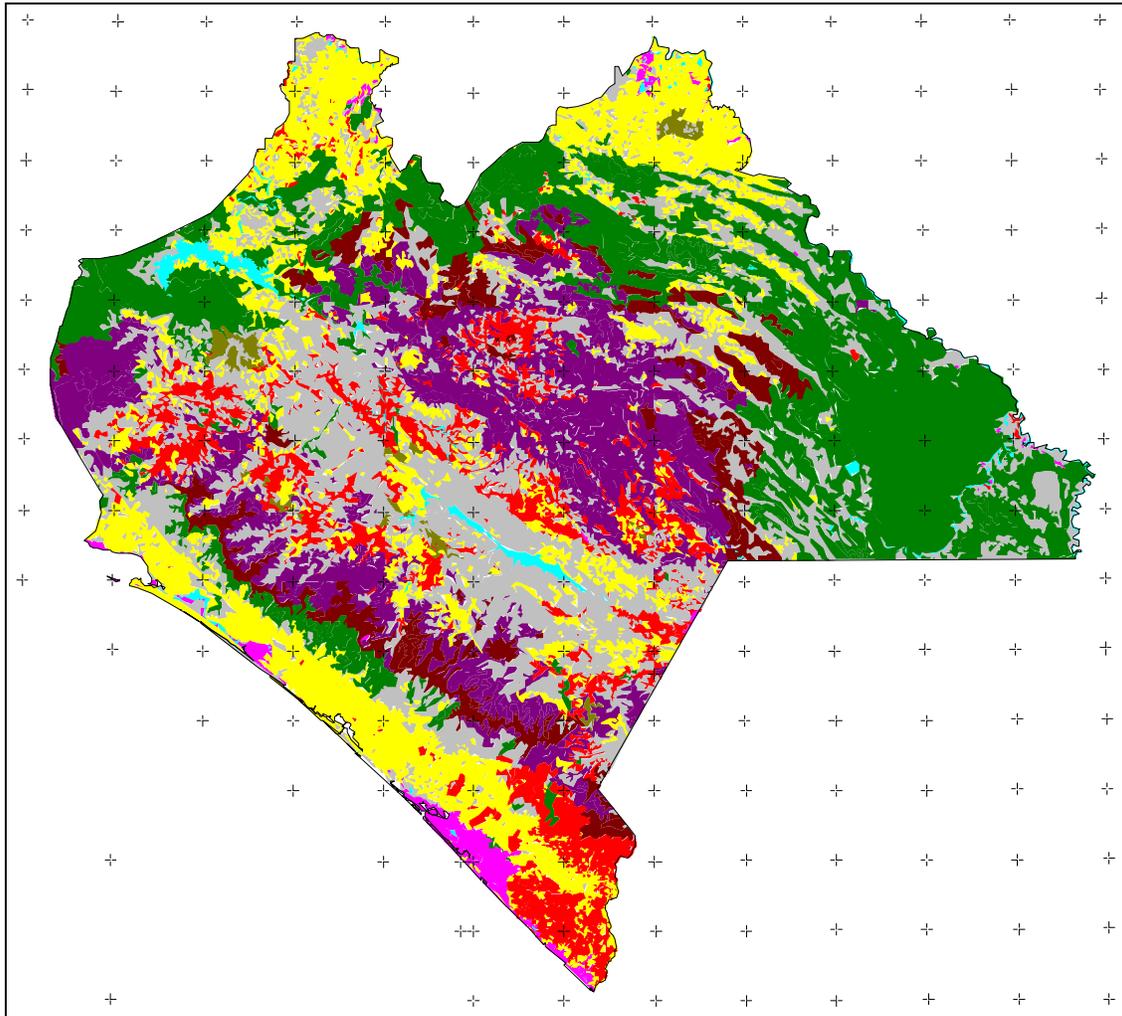


Figura 5.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para 1988-1993 (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Instituto de Geografía, UNAM).



En lo que respecta a la determinación de “clases perturbadas”, aquí se incluyeron las zonas que presentan un cambio en el uso del suelo con respecto a la cartografía del INEGI. Los nuevos contornos forestales se obtuvieron de la interpretación visual de las imágenes de satélite. La información antigua tomada de las cartas de uso del suelo del INEGI se adicionó al mapa. Esto originó áreas que habían sido clasificadas como áreas forestales en la cartografía de INEGI y en las que ha cambiado su uso de suelo. Estas zonas se denominaron como “áreas perturbadas” y fueron representadas como una clase.

Se agregaron otras dos clases a la clasificación: “áreas urbanas” y “cuerpos de agua”. Finalmente, algunas áreas forestales no pudieron interpretarse debido a la persistencia de nubosidad. En estos casos se incorporó directamente la información del INEGI.

D. Estandarización de proyecciones, hidrología, línea de costa y límites del Estado de Chiapas.

Se requirió estandarizar en *PC Arc Info* el sistema de proyección de las coberturas del inventario forestal de Gran Visión. Para ello se elaboró y aplicó a cada una de las coberturas el siguiente *macro*:

```
&REM MACRO para transformar la proyección de las coberturas del inventario forestal a la proyección
utilizada por ECOSUR en Transversa de Mercator.
&REM Febrero, 1996.
INPUT
PROJECTION UTM
UNIT METERS
ZONE15
PARAMETERS
OUTPUT
PROJECTION TRANSVERSE
UNIT METERS
SPHEROID CLARKE1866
PARAMETERS
1
&REM Meridiano central
-92 30 00
&REM Latitud del origen
14 30 00
&REM Ubica el origen abajo a la izquierda en la coordenada -94 30 00 W, y aproximadamente 790 m
por debajo del paralelo 14 30 00 N.
197658.9085
-6.5427
END
```

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Una vez estandarizada la proyección de las coberturas, se conjuntaron en una sola y se procedió a revisar errores o inconsistencias.

En las coberturas del inventario forestal de 1994, se encontraron diferencias esperadas con respecto a las coberturas digitalizadas de la cartografía del INEGI en lo que se refiere a los cuerpos de agua (perennes e intermitentes), las líneas de costa e islotes, y la fronteras inter-estatales e internacionales.

Para corregir estas inconsistencias, primeramente se copiaron (utilizando el comando *UPDATE*) los polígonos de cuerpos de agua (lagunas y ríos representados como polígonos en Esc. 1:250,000) de la cobertura con la información de INEGI a la cobertura del inventario forestal de gran visión. Luego entonces, se eliminaron los arcos anómalos con el fin de mantener sólo los arcos de la hidrología digitalizada a partir de las cartas del INEGI. De esta manera se mantuvo una consistencia entre las dos fuentes con respecto a los cuerpos de agua.

En segundo término, se copiaron las líneas de costa (provenientes de la cartografía 1:250,000) y los límites fronterizos del Estado de Chiapas, los cuales provienen de dos fuentes: De la Carta Geográfica Oficial del Gobierno del Estado (1994) para aquellos límites lineales (Ej. frontera con Guatemala) y de la cartografía de INEGI para aquellos límites dados por ríos o vías de comunicación. Con este procedimiento si bien se logró mantener una consistencia para la poligonal del Estado de Chiapas, se generaron polígonos que no quedaban incluidos en el Inventario Forestal; a estos polígonos se les asignó el atributo “no incluido”.

E. Generación de la cobertura con las poligonales de las áreas naturales protegidas.

La cobertura de las áreas naturales protegidas de Chiapas fue generada a partir de distintos procedimientos y fuentes. Para los fines de este estudio sólo fueron consideradas aquellas áreas protegidas que han sido formalmente establecidas en Chiapas con el objeto de conservar la biodiversidad (**Fig. 6; Cuadro 4**). Con base a ello, se excluyeron las reservas forestales (Villa de Allende y La Fraylescana), las áreas de protección forestal y otras áreas naturales menores que en ocasiones son incluidas como protegidas pero que han dejado de tener una función para la conservación; este es el caso del Parque Recreativo Rancho Nuevo, que en su mayor parte ha sido destinado para efectuar entrenamientos militares, La Yerbabuena, que no cuenta ya con el dominio del Instituto de Historia Natural de Chiapas, y también de la Reserva de Los Bordos, que ha permanecido tan sólo como una propuesta. La definición de las poligonales de las áreas naturales protegidas consideradas en este estudio fue determinada con base a los procedimientos indicados en el **Cuadro 5**.

Las diferencias de áreas determinadas por los decretos que establecen las ANP con respecto a las áreas resultantes de los polígono digitalizados pueden deberse a numerosos factores. No obstante, estas diferencias no resultaron críticas para el



análisis efectuado ya que se utilizaron las mismas poligonales digitalizadas para determinar las áreas de los tipos de vegetación en ambos períodos.

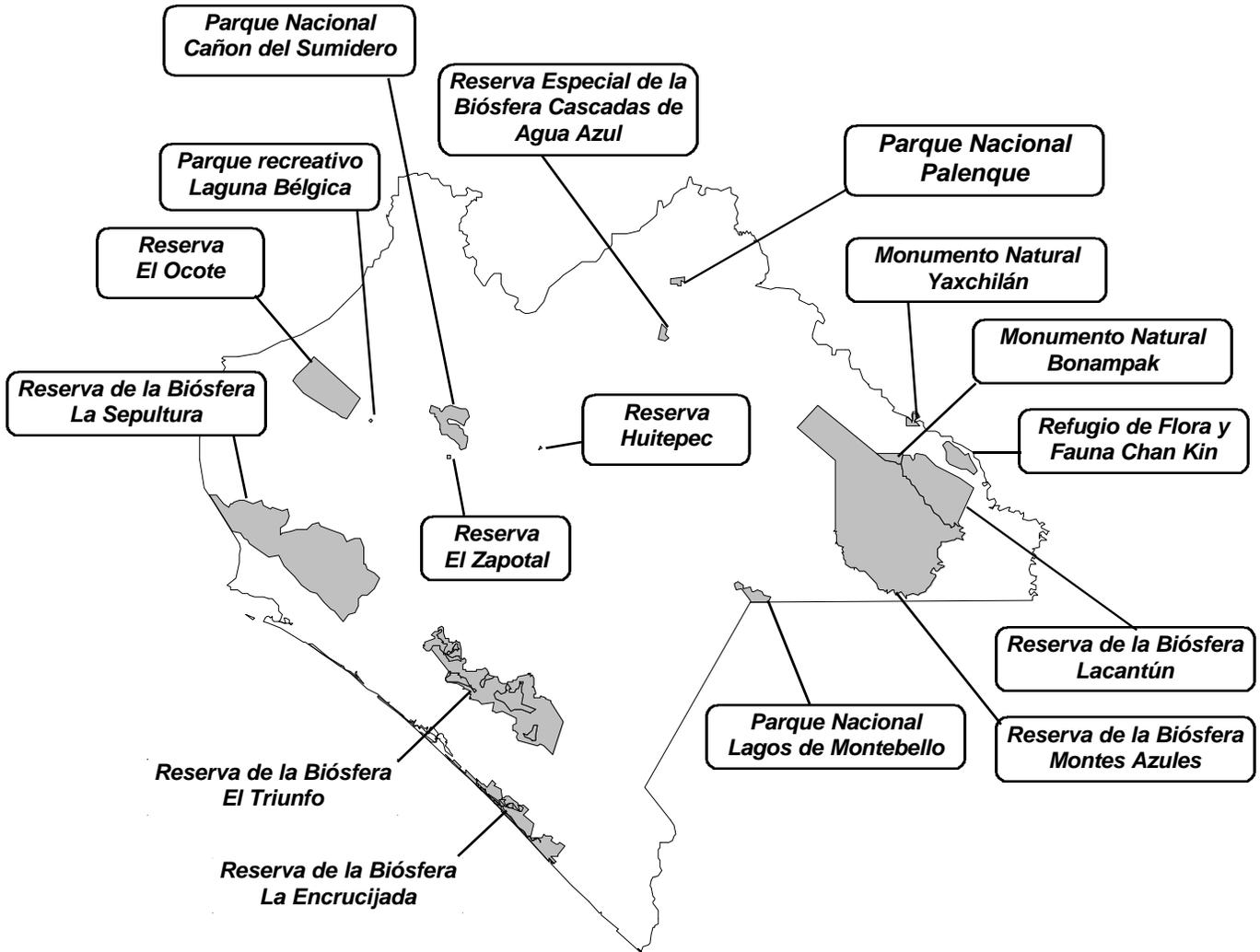


Figura 6.- Poligonales de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Cuadro 4.- Información básica de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio

Nombre del ANP	Categoría de Manejo	Superficie oficial (Hectáreas)	Área según poligonales digitalizadas
Bonampak	Monumento Natural	4,357	4,040
Cañón del Sumidero	Parque Nacional	21,789	21,547
Cascadas de Agua Azul	Reserva Especial de la Biósfera	2,580	2,218
Chan Kin	Refugio de Flora y Fauna Silvestres	12,184	12,030
El Ocote	Zona de protección Forestal y Faúnica	48,140	46,903
El Triunfo	Reserva de la Biósfera	119,595	121,466
El Zapotal	Reserva Estatal	192	286
Huitepec	Reserva Privada	135	134
La Encrucijada	Reserva de la Biósfera	30,000	36,591
La Sepultura	Reserva de la Biósfera	73,800	192,734
Lacantún	Reserva de la Biósfera	61,873	63,829
Lagos de Montebello	Parque Nacional	6,022	6,604
Laguna Bélgica	Parque recreativo	47	196
Montes Azules	Reserva de la Biósfera	331,200	323,397
Palenque	Parque Nacional	1,771	1,815
Yaxchilán	Monumento Natural	2,621	2,516
T O T A L		716,306	836,306

Cuadro 5.- Procedimientos utilizados para la digitalización de las poligonales de las áreas protegidas de Chiapas.

Nombre del área protegida	Origen y/o procedimiento para la digitalización de la poligonal
Monumento Natural Bonampak	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Parque Nacional Cañón del Sumidero	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Refugio de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Zona de protección Forestal y Faúnica El Ocote	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Reserva de la Biósfera El Triunfo	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Estatal El Zapotal	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Privada Huitepec	Proyección de coordenadas obtenidas con GPS en el campo.
Reserva de la Biósfera La Encrucijada	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.



Nombre del área protegida	Origen y/o procedimiento para la digitalización de la poligonal
Reserva de la Biósfera La Sepultura	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva de la Biósfera Lacantún	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Parque Nacional Lagos de Montebello	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Parque recreativo Laguna Bélgica	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva de la Biósfera Montes Azules	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Parque Nacional Palenque	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Monumento Natural Yaxchilán	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000. Ajuste con base a la proyección digital de coordenadas señaladas por el decreto que la establece.

Para el caso particular de la recientemente establecida “Reserva de la Biósfera La Encrucijada”, la poligonal corresponde a la establecida por el decreto estatal que la estableció y no al último decreto federal que la transformó y redefinió como reserva de la Biósfera. Las formas y dimensiones de las poligonales digitalizadas fueron verificadas con las indicadas en el Atlas de las Áreas Protegidas de México elaborado por Gómez-Pompa y Dirzo (1995). Para el caso del Monumento Natural Yaxchilán y la Reserva de la Biósfera El Triunfo se proyectaron en *Arc Info* usando las coordenadas en UTM definidas por el decreto que la establece y luego se transformaron a coordenadas de la proyección Transversa de Mercator. Para el caso de Yaxchilán fue necesario ajustar ligeramente la poligonal digitalizada a partir de la carta de SEDESOL.

F. Homologación de categorías de vegetación y uso del suelo.

Para poder efectuar una comparación de las coberturas de vegetación entre los dos períodos cronológicos, se diseñó un sistema de homologación de las categorías de los tipos de vegetación y uso del suelo (**Cuadros 6 y 7**). En el **anexo 2** se indica la correspondencia y códigos de las categorías de ambas fuentes a las categorías de homologación propuestas. Este sistema, que fue definido por los autores, constituye una clasificación propuesta para permitir la comparación de información cartográfica de fuentes distintas, particularmente de la proveniente del INEGI y del Inventario Forestal Nacional 1994.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Cuadro 6.- Sistema de categorías homologadas para los tipos de vegetación y uso del suelo.

Grupo A.- Agricultura y plantaciones	
Agricultura de riego	10001
Agricultura de temporal	10002
Plantación forestal	10003
Cafetal	10004
Cultivos permanentes	10005
Grupo B.- Pastizales y afines	
Pastizal	20001
Vegetación halófila	20002
Grupo C.- Áreas deforestadas y perturbadas	
Áreas perturbadas o sin vegetación	30001
Grupo D.- Bosques templados (Coníferas y encinos)	
Bosque de encino	40001
Bosque de pino	40002
Bosque de pino / encino	40003
Bosque de oyamel	40004
Bosque de otras coníferas	40005
Bosque bajo abierto	40006
Bosque fragmentado	40010
Bosque de encino fragmentado o perturbado	40011
Bosque de pino fragmentado o perturbado	40012
Bosque de pino / encino fragmentado o perturbado	40013
Bosque de otras coníferas fragmentado o perturbado	40015
Grupo E.- Bosque Mesófilo de Montaña	
Bosque mesófilo de montaña	50001
Bosque mesófilo de montaña fragmentado o perturbado	50011
Grupo F.- Selvas tropicales	
Selva alta y mediana	60001
Selva baja	60002
Selva fragmentada o perturbada	60010
Grupo G.- Vegetación costera, hidrófila o riparia	
Manglar	70001
Palmar	70002
Vegetación de dunas costeras	70003
Vegetación de galería	70004
Otros tipos de vegetación hidrófila	70005
Grupo H.- Chaparrales, matorrales y sabanas	
Chaparral	80001
Matorral xerófito	80002
Sabana	80003
Chaparral fragmentado o perturbado	80011
Grupo I.- Hidrología	
Cuerpos de agua	90001
Grupo J.- Indeterminado	
Indeterminado	100000



Cuadro 7.- Conteo de subcategorías para cada clase homologada

Grupo	CLASE	No. de categorías
A	Agricultura y plantaciones	5
B	Pastizales y afines	2
C	Áreas deforestadas y perturbadas	1
D	Bosques templados (Coníferas y encinos)	11
E	Bosque Mesófilo de Montaña	2
F	Selvas tropicales	3
G	Vegetación costera, hidrófila y riparia	5
H	Chaparrales, matorrales y sabanas	4
I	Hidrología	1
J	Indeterminado	1
TOTAL		35

G. Generación de buffers en áreas protegidas

Sobre las poligonales de las áreas protegidas seleccionadas para este estudio se generaron *buffers* a 5 y 10 Km. de los límites de sus contornos. Posteriormente se suprimieron en los buffers las zonas que caían fuera de la poligonal del Estado (Mar, cuerpos de agua, superficies de Estado vecino o Guatemala; **Figs. 7 y 8**). La etiqueta de las distintas áreas *buffer* para cada área protegida fueron modificadas asignando para los dos primeros dígitos el código de la poligonal (del 10 en adelante) y seguidos por un 5 o un 10 para los buffer a 5 y 10 km respectivamente (**Cuadro 8**).

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

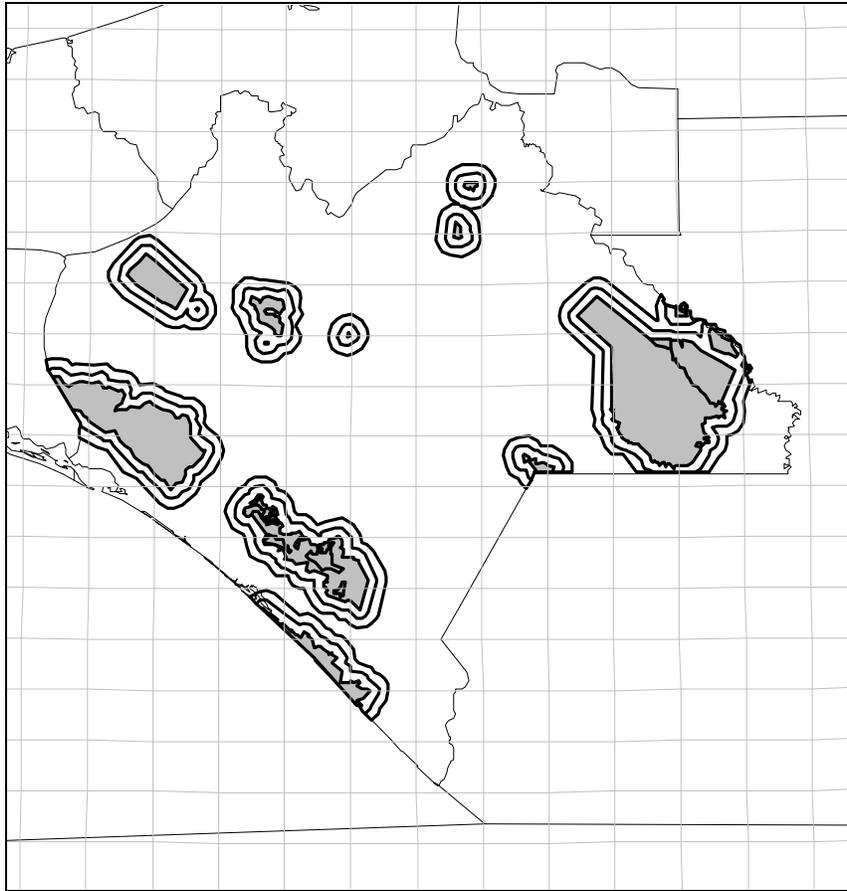


Figura 7.- Cobertura de áreas *buffer* alrededor de las áreas naturales protegidas.

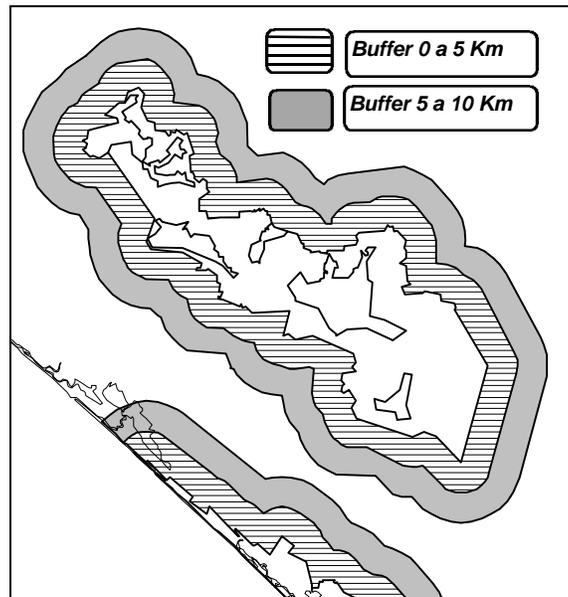


Figura 8.- Detalle de las áreas de *buffer* sobre las poligonales de las Reservas "El Triunfo" y "La Encrucijada".



Cuadro 8.- Sistema de codificación de los polígonos de las áreas protegidas y de sus áreas *buffer* periféricas.

Nombre del área protegida	Código del polígono interno	Código de su buffer a 5 Km	Código de su buffer a 10 Km
Montes Azules	10	1000 *	2000 *
Lacantún	11	1000 *	2000 *
Chan Kin	12	1000 *	2000 *
Bonampak	13	1000 *	2000 *
Yaxchilán	14	1405	2000 *
Ocote	20	202105 *	202110 *
Laguna Bélgica	21	202105 *	202110 *
Palenque	30	3005	303110 *
Cascadas de Agua Azul	31	3105	303110 *
Cañón del Sumidero	40	404105 *	404110 *
El Zapotal	41	404105 *	404110 *
Huitepec	50	5005	5010
Lagos de Montebello	60	6005	6010
La Sepultura	70	7005	7010
El Triunfo	80	8005	8010
La Encrucijada	90	9005	9010

* *Buffers compartidos por dos o más poligonales de áreas protegidas*

H. Cuantificación y análisis de cambios en las coberturas de vegetación y uso del suelo.

Las áreas abarcadas por las distintas categorías homologadas de vegetación y uso del suelo se determinaron con base a la cuantificación de los polígonos correspondientes dados por *Arc Info*. Es indispensable señalar que las áreas que se determinaron para cada tipo de vegetación y uso del suelo corresponden a **áreas planimétricas** y no a **superficies** propiamente dichas. Esto debido a que los cálculos fueron efectuados a partir de los polígonos digitalizados en dos planos. En el caso de áreas con relieves tan complejos como es el caso del Estado de Chiapas, una estimación de área es por mucho menor a la superficie real que pudiera determinarse utilizando un modelo tridimensional en formatos como el TIN (*Triangular Irregular Network*) de *Arc Info*.

Las categorías definidas como “fragmentadas” o “perturbadas” para el período 1988-1993 incluyen tanto a áreas de vegetación arbórea con algún grado de perturbación hasta áreas con una densidad de cobertura tan baja que difícilmente podrían ser consideradas como zonas arboladas. Esto implica una limitante para distinguir de manera precisa a las áreas propiamente deforestadas, pues muchos bosques y selvas han cambiado de zonas en buen estado de conservación a bosques o selvas “fragmentados o perturbados”, sin ser posible conocer el grado de perturbación que han sufrido. Por lo anterior, se optó por enfatizar los resultados en lo que es la “transformación” que han sufrido las áreas de vegetación en buen estado.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Los análisis de las estimaciones de áreas ocupadas por los distintos tipos de vegetación se restringieron a las coberturas vegetales consideradas como en buen estado de conservación. Esto debido a que el Inventario Nacional Forestal de 1994 tiene dos características: Por un lado los trabajos de interpretación de las imágenes de satélite utilizadas se concentraron principalmente a las zonas forestales y no tanto a las áreas transformadas; por otro, los criterios para clasificar las áreas con algún grado de transformación o perturbación (Ej. Selvas fragmentadas, áreas perturbadas, etc....) no fueron los suficientemente homogéneos y no se dispuso de una descripción clara de las clases de cobertura que esta categoría abarca.

Con el propósito de tener una idea aproximada de las pérdidas anuales de los distintos tipos de vegetación durante el período abarcado por las fuentes, se estimaron tasas anuales de deforestación.

Para la estimación de las tasas a nivel estatal se consideró como período de referencia al comprendido entre la fecha más antigua de las fotografías aéreas en que se basó la cartografía del INEGI (**Cuadro 9**), es decir 1972, y la fecha más reciente de las imágenes LANDSAT utilizadas por el Instituto de Geografía para elaborar el Inventario Nacional Forestal de 1994 (**Cuadro 10**), es decir 1993. Con lo anterior se buscó que la tasa estimada fuera la más conservadora posible.

Para la estimación de las tasas de deforestación dentro de cada ANP, se consideró como fecha inicial la de la fotografía aérea más antigua en que se basó el INEGI para el o los cuadrantes cartográficos en que se ubica cada ANP (**Fig. 9**), y para la fecha terminal la más reciente de las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario de 1994.

Cuadro 9.- Fechados de las fotografías aéreas utilizadas por el INEGI para la elaboración de las cartas de vegetación y uso del suelo en escala 1:250,000.

Clave de la Carta	Fechas de vuelo en que se obtuvo la información.
E15-07	Enero 1979 - Marzo 1980
E15-08	(Zona 29) Marzo 1973; (Zona 30) Febrero - Marzo 1972; (Zona 31) Febrero - Marzo 1972; (de la zona 32 a la 36) Enero-Marzo 1979
E15-09	(Zona 28) Diciembre 1978 - Abril 1981; (zona 29) Febrero 1972 - Marzo 1980
E15-10	Enero 1979 - Marzo 1980
E15-11	Marzo 1973; Marzo 1974; Marzo 1979
E15-12	Febrero, Abril 1972; Marzo 1974; Marzo 1980
D15-02	Marzo 1973; Marzo 1974, Enero y Febrero 1977; Febrero y Marzo 1980
D15-05	Marzo 1974



Cuadro 10.- Fechados de las imágenes de satélite LANDSAT-TM utilizadas por el Instituto de Geografía de la UNAM para la elaboración del Inventario Nacional Forestal 1994.

Cuadrante de la imagen	Fecha
Órbita 21 Línea 48	3 de Abril 1991
Órbita 22 Línea 48	19 de Noviembre 1988
Órbita 20 Línea 49	4 de Febrero 1993
Órbita 21 Línea 49	19 de Febrero 1990
Órbita 22 Línea 49	19 de Marzo 1992

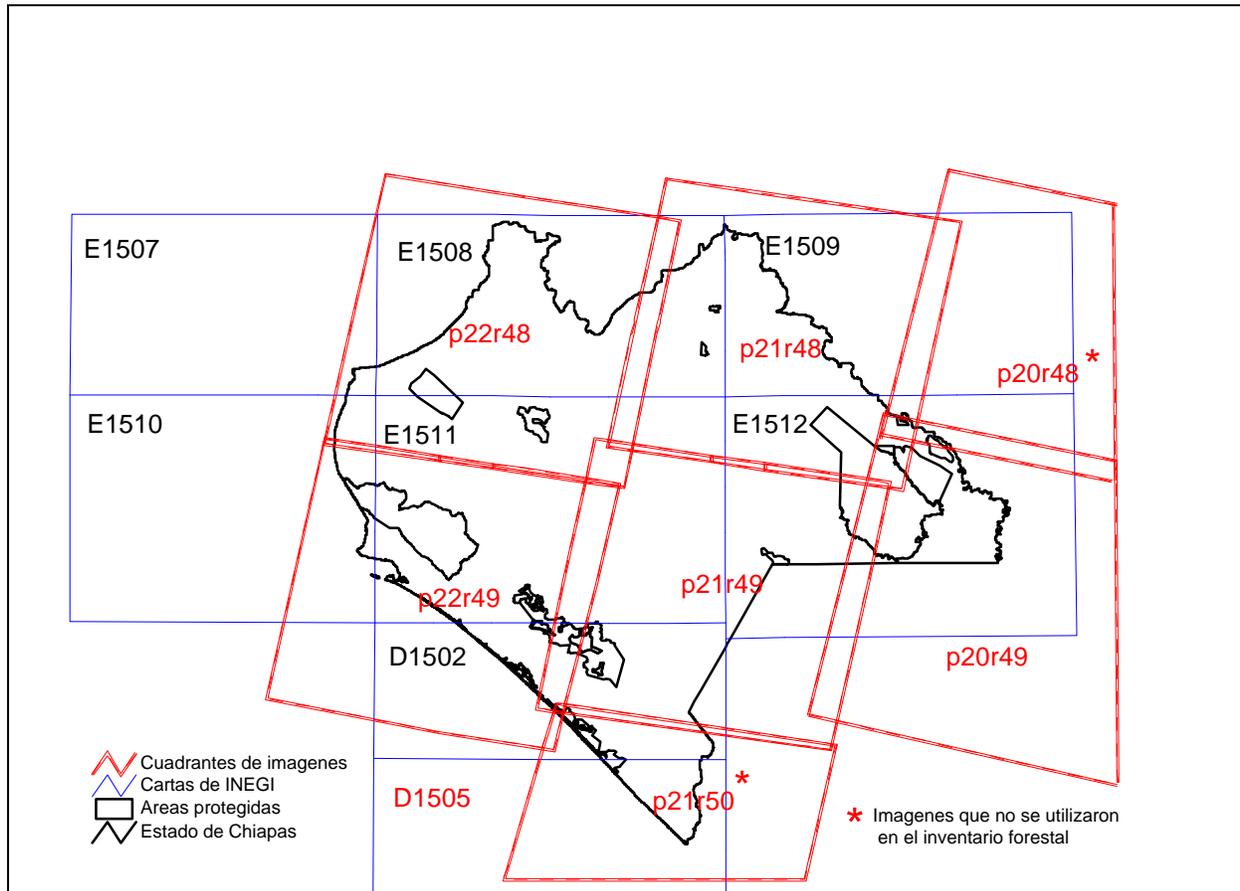


Figura 9.- Ubicación de las ANP con respecto a los cuadrantes cartográficos del INEGI y a las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario Nacional Forestal 1994..

I. Elaboración de cartografía.

La cartografía de la vegetación y uso del suelo en los dos períodos de tiempo fue elaborada utilizando el paquete ArcView (ver 2.0) y un graficador de inyección de tinta *Calcomp TechJet Color 5336*. Las escalas de presentación de resultados varió

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

dependiendo de la extensión de cada área o áreas incluidas en el despliegue. Los colores asignados a las distintas categorías de vegetación fueron determinados con base al sistema estándar existente para ello. Se incluyó la información del interior de las poligonales así como de las áreas *buffer* a 5 y 10 Km. Adicionalmente se imprimieron cartas a nivel estatal con la ubicación de las ANP y otras correspondientes a las coberturas forestales remanentes dentro de las ANP.

Resultados

A. Transformación ambiental y deforestación en el Estado de Chiapas.

De acuerdo a la homologación en grandes categorías de tipos de vegetación y uso del suelo que se efectuó para poder comparar las dos fuentes en las que se basó esta evaluación, el cambio en las extensiones de los tipos de vegetación en el Estado de Chiapas muestra claramente el proceso de transformación ambiental que se ha dado en esta entidad (**Cuadros 11y 12; Figs. 10 a 13**).

Cuadro 11.- Cuantificación del cambio de cobertura para las tipos de vegetación en buen estado de conservación desde la década de los setentas al período 1988-1993 (Fuentes: Cartografía INEGI, 1984-1988; Inventario Forestal Nacional, 1994).

Categoría	Período años setentas		Período 1988-1993		Transformación *	
	Área (Ha)	% del estado	Área (Ha)	% del estado	Área transformada (Ha)	Tasa estimada de transformación anual (Ha)
Bosques templados	1,048,609	13.99	304,913	4.07	743,696	35,414
Bosques templados fragmentados o perturbados	341,389	4.56	884,626	11.81	-543,237	-25,868
Bosques mesófilos de montaña	405,583	5.41	346,230	4.62	59,353	2,826
Bosque mesófilo de montaña fragmentados o perturbados	262,530	3.50	109,655	1.46	152,876	7,280
Selvas	1,444,817	19.28	1,053,636	14.06	391,181	18,628
Selvas fragmentadas o perturbadas	1,440,586	19.23	708,317	9.45	732,268	34,870
Manglar	61,440	0.82	43,832	0.58	17,608	838
Otros tipos de vegetación	149,309	1.99	106,471	1.42	42,838	2,040
Total	5,154,262	68.79	3,557,680	47.48	1,597,376	76,066

* “Transformación” incluye deforestación, perturbación o fragmentación.



Cuadro 12.- Cuantificación de áreas arboladas* para los dos períodos considerados y estimación de la tasa de deforestación por tipo de bosque. (*= "arboladas" incluye tanto a aquellas en buen estado de conservación como áreas forestales perturbadas o fragmentadas).

Categoría	Período años setentas		Período 1988-93		Deforestación	
	Áreas arboladas (Ha)	% del estado	Áreas arboladas (Ha)	% del estado	Área perdida (Ha)	Tasa estimada de pérdida anual (Ha)
Bosques templados	1,390,202	18.55	1,189,539	15.87	200,663	9,555
Bosques mesófilos de montaña	668,113	8.92	455,885	6.08	212,228	10,106
Selvas	2,885,403	38.51	1,761,954	23.51	1,123,449	53,498
Total	4,943,719	65.98	3,407,378	45.47	1,536,340	73,159

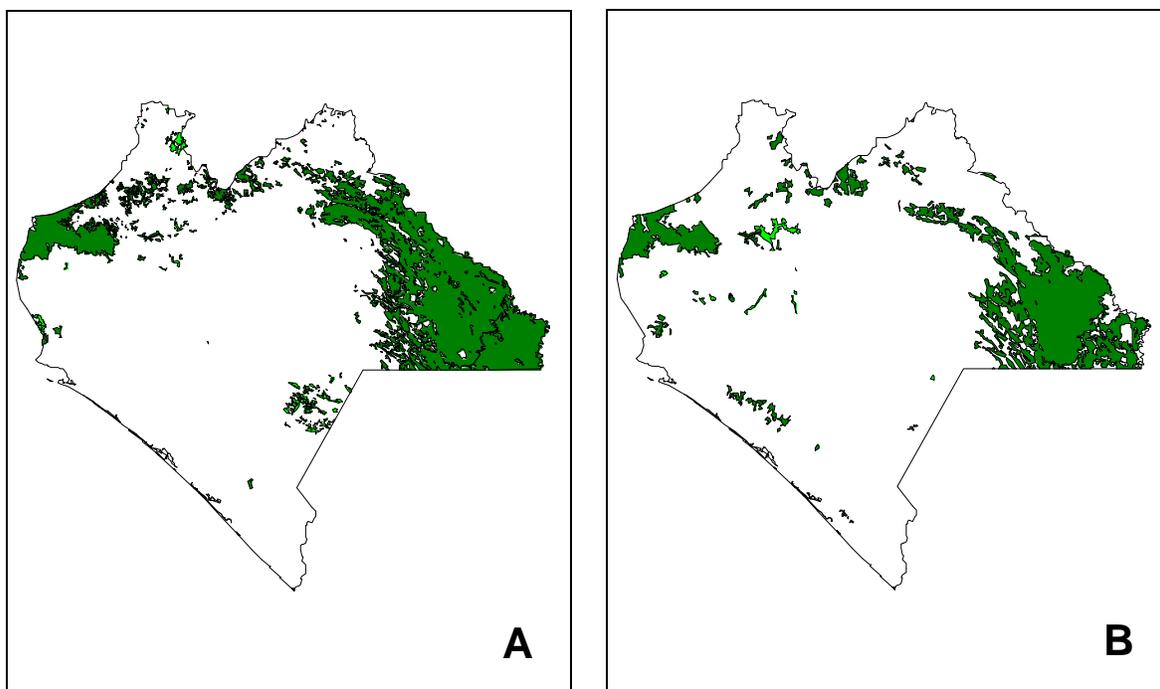


Figura 10.- Extensiones con selvas tropicales en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

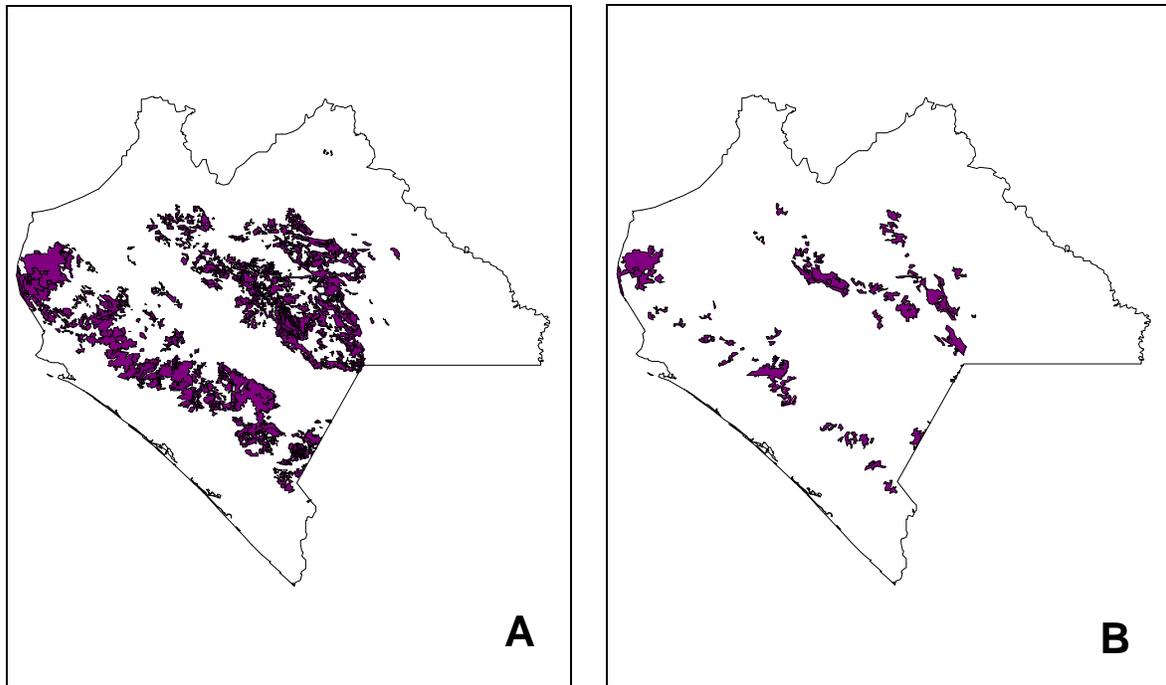


Figura 11.- Extensiones con bosques de coníferas y encinos en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

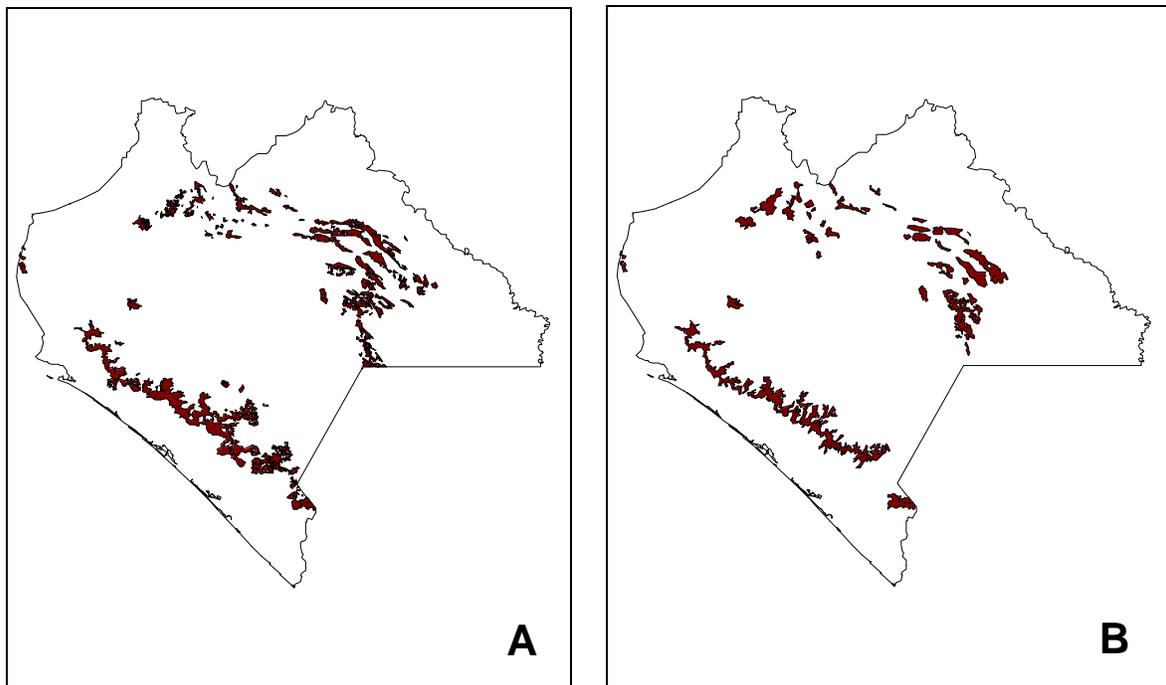


Figura 12.- Extensiones con bosques mesófilos de montaña en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

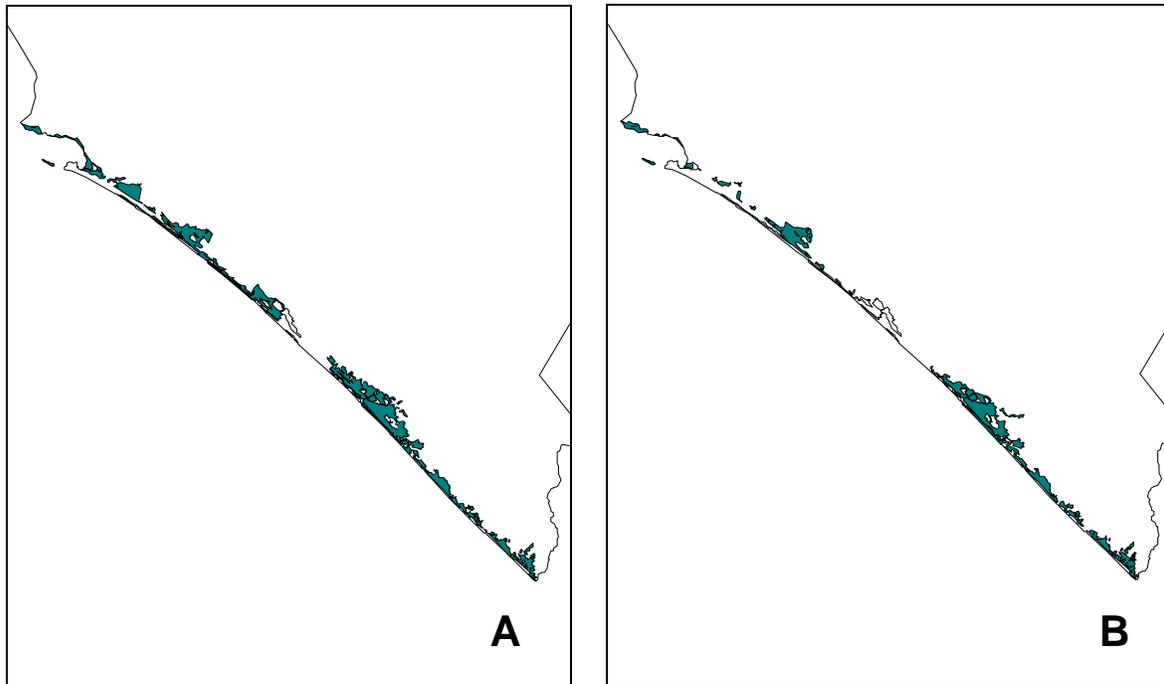


Figura 13.- Extensiones con manglares en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

Las tasas estimadas de pérdida de la cobertura forestal entre 1970 y 1993 a nivel de todo el Estado de Chiapas, revelaron una tasa promedio de deforestación de cerca de 73,159 hectáreas al año. Esta cifra supera por mucho a la del cálculo efectuado previamente con base a los datos de las superficies forestales determinadas por los inventarios forestales publicados sobre el Estado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

El proceso de deforestación y transformación de la vegetación natural en Chiapas ha conducido a una rápida fragmentación de las áreas silvestres, y en buena medida se relaciona a una intensa atomización y dispersión de asentamientos humanos en las áreas rurales.

B. Transformación ambiental y cambios de uso del suelo en las Áreas Naturales Protegidas.

En conjunto, las 16 áreas protegidas establecidas en Chiapas y que fueron consideradas en el presente estudio, abarcan oficialmente una superficie de 836,306 hectáreas, es decir el 11.16 % de la superficie total estatal. Sin embargo y como se detalla más adelante, la mayoría de estas Reservas y Parques Nacionales están sujetas a un proceso gradual de transformación por el avance de la deforestación y la explotación de los recursos naturales que se busca conservar con su establecimiento.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Para el total de la superficie estatal comprendida en los polígonos de las ANP y en sus áreas periféricas a 5 y 10 Km radiales, se ubican 3,425 asentamientos humanos que van desde parajes y rancherías de 1 o 2 viviendas hasta algunas de las principales ciudades de la entidad; para 1990, en estos asentamientos habitaba al menos un total de 767,707 pobladores. Dentro de las poligonales oficiales de las ANP, al menos existen en su conjunto 541 asentamientos humanos que para 1990 tenían un total de 31,315 habitantes (**Cuadro 13; Figs. 14 a 16**).



Cuadro 13.- Asentamientos humanos y población registrada para 1990 en las áreas naturales protegidas y sus periferias (Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda Nota: Para las localidades con menos de 3 viviendas no se dispuso del número de habitantes).

Área o Buffer	Número de localidades	No. de habitantes para 1990
Agua Azul	9	955
Bonampak	1	4
Encrucijada	35	2,133
Huitepec	0	0
Lacantún	1	15
Laguna Bélgica	1	0
Montebello	5	929
Montes Azules	41	3,527
Ocote	33	2,166
Palenque	18	0
Sepultura	225	11,905
Sumidero	19	2,367
Triunfo	152	7,304
Yaxchilán	1	10
Zapotal	0	0
SUBTOTAL	541	31,315
Agua Azul, 5 Km	54	7,343
Encrucijada, 5 Km	156	4,936
Huitepec, 5 Km	26	89,156
Lacandona, 5 Km	71	12,088
Montebello, 5 Km	86	9,828
Ocote-Laguna Bélgica, 5 Km	75	6,813
Palenque, 5 Km	78	18,754
Sepultura, 5 Km	320	60,464
Sumidero-Zapotal, 5 Km	108	336,277
Triunfo, 5 Km	278	11,626
SUBTOTAL	1,252	557,285
Encrucijada, 10 Km	204	18,922
Huitepec, 10 Km	68	28,099
Lacandona, 10 Km	65	13,641
Montebello, 10 Km	54	8,869
Ocote-Laguna Bélgica, 10 Km	128	8,279
Palenque-Agua Azul, 10 Km	168	19,348
Sepultura, 10 Km	449	15,646
Sumidero-Zapotal, 10 Km	147	29,655
Triunfo, 10 Km	349	36,648
SUBTOTAL	1,632	179,107
TOTAL	3,425	767,707

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

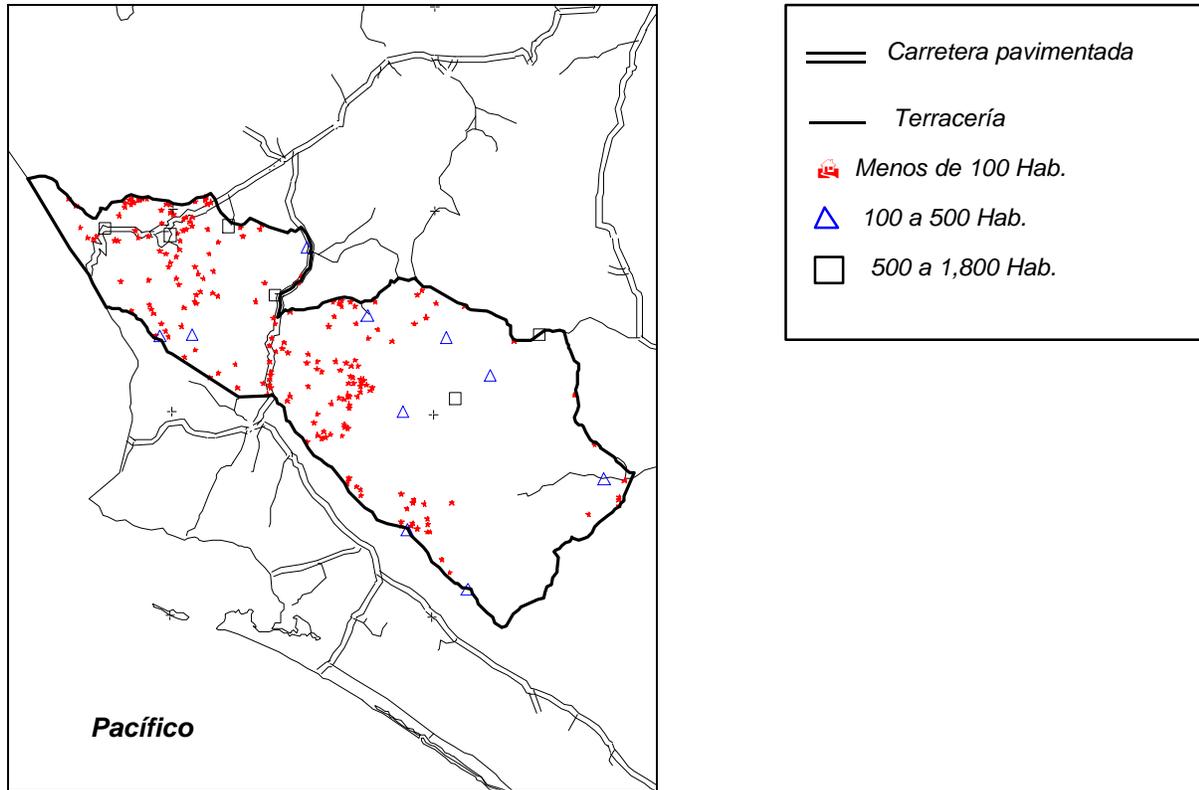


Figura 14.- Asentamientos humanos localizados dentro de la Poligonal de la Reserva La Sepultura.

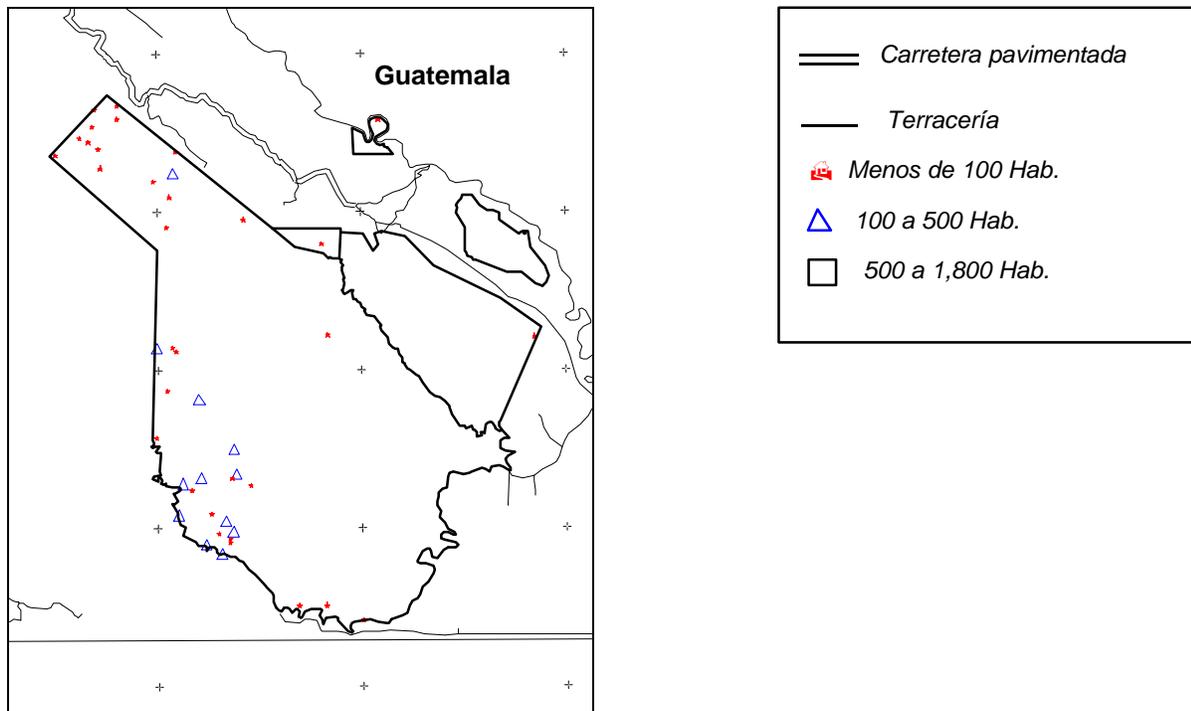


Figura 15.- Asentamientos humanos localizados dentro de las poligonales de las ANP en la Selva Lacandona.

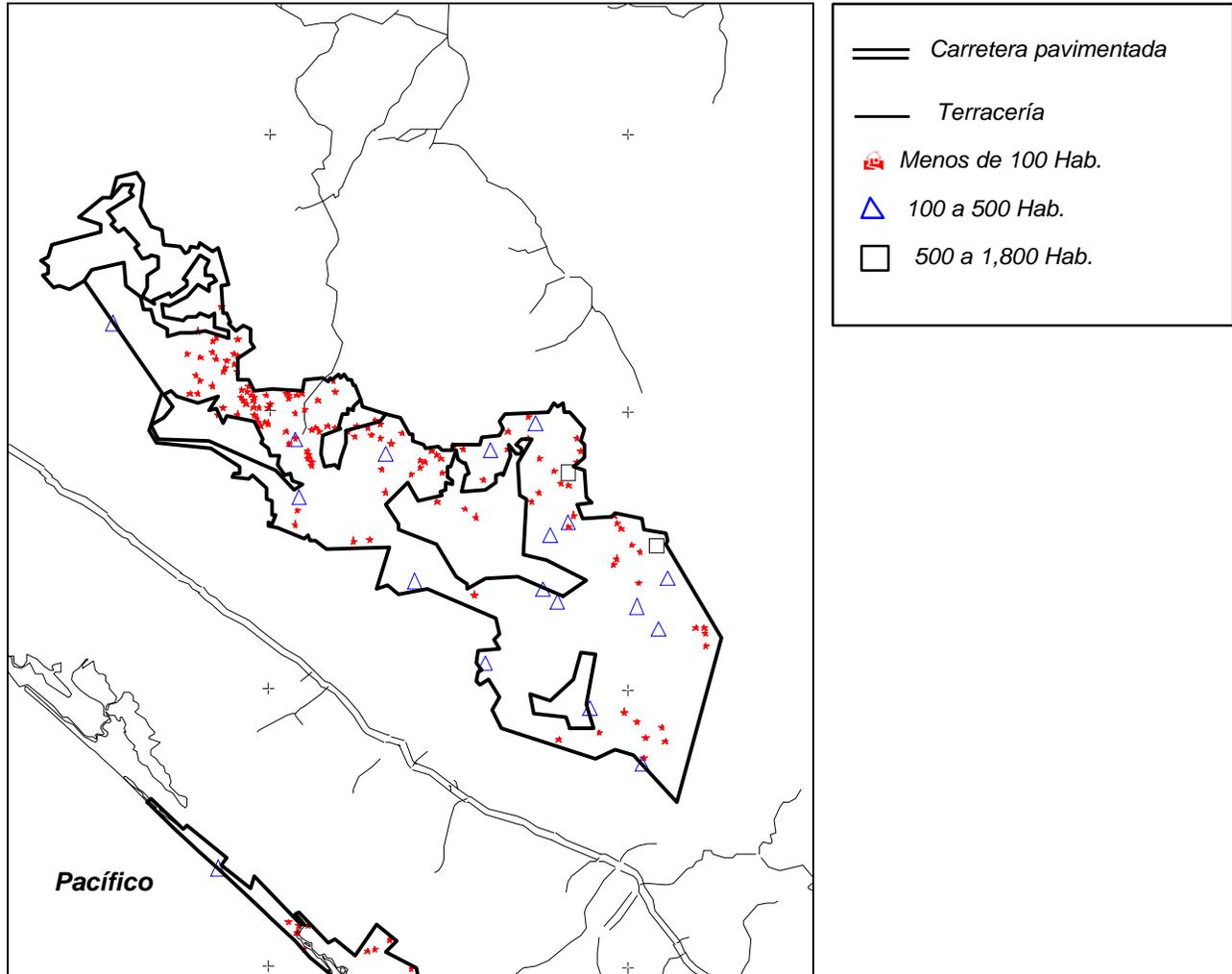


Figura 16.- Asentamientos humanos ubicados dentro de la poligonal de la Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Con respecto al sistema de áreas naturales protegidas en su conjunto en este estudio, no se estimaron las tasas de deforestación promedio anual debido a que las fechas de establecimiento de las ANP varían de 1959 a 1993, siendo muchas posteriores al fechado de las fotografías aéreas en que se basan las cartas de vegetación y uso del suelo del INEGI. (Cuadro 14 ; Fig. 17).

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Cuadro 14.- Cronología del establecimiento oficial de las ANP en Chiapas.

Fecha	Área Natural Protegida	Extensión oficial	Municipios	Institución responsable
16/12/59	Parque Nacional Lagos de Montebello	6,022	Independencia, Trinitaria	SEMARNAP
24/05/72	Reserva Ecológica La Encrucijada	30,000	Acapetahua	IHN, SEMARNAP
12/06/74	Parque educativo Laguna Bélgica	40	Ocozocoautla	IHN
12/01/78	Reserva de la Biósfera Montes Azules	331,200	Ocosingo,	SEMARNAP
29/04/80	Reserva especial de la Biosfera Cascadas de Agua Azul	2,580	Tumbalá, Chilón	SEMARNAP
8/12/80	Parque Nacional Cañón del Sumidero	21,789	Tuxtla Gutiérrez, San Fernando	SEMARNAP
20/07/81	Parque Nacional Palenque	1,771	Palenque	SEMARNAP, INAH
20/10/82	Zona de protección forestal y faunística El Ocote	48,140	Ocozocoautla	SEMARNAP
30/11/88	Reserva privada Huitepec	135	San Cristóbal de las Casas	PRONATURA
1/01/90	Reserva ecológica estatal El Zapotal	192	Tuxtla Gutiérrez	IHN, SEMARNAP
16/03/90	Reserva de la biosfera El Triunfo	119,595	Acacoyahua, Siltepec, Ángel Albino Corzo	SEMARNAP, IHN
19/08/92	Monumento Natural Bonampak	4,357	Ocosingo	SEMARNAP, INAH
19/08/92	Refugio de flora y fauna silvestres Chan-Kin	12,184	Ocosingo	SEMARNAP
19/08/92	Reserva de la biosfera Lacantún	61,873	Ocosingo	SEMARNAP
19/08/92	Monumento natural Yaxchilán	2,621	Ocosingo	SEMARNAP, INAH
1/04/93	Reserva de la biosfera La Sepultura	73,800	Cintalapa, Jiquipilas, Arriaga, Tonalá	IHN

SEMARNAP: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

IHN: Instituto de Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas.

INAH: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

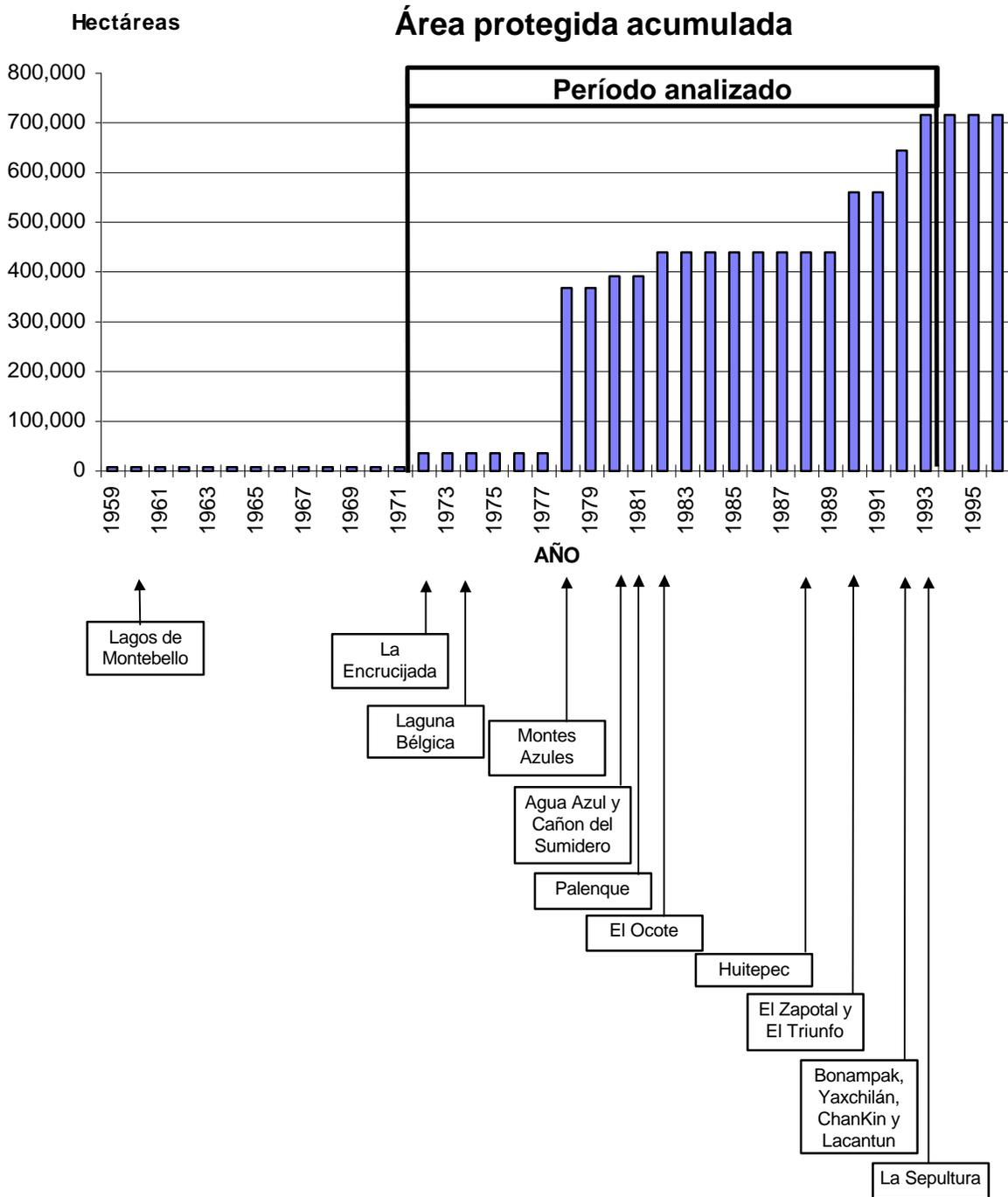


Figura 17.- Gráfica de la cronología del establecimiento de las ANP en Chiapas que se consideraron en el presente estudio.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Dentro de las poligonales de las ANP, los porcentajes ocupados por áreas transformadas y/o perturbadas (que incluyeron “selvas fragmentadas” y “bosques perturbados”) abarcaron en cinco de las 16 ANP consideradas en este estudio más del 50 % (**Cuadro 15**). No obstante, la transformación o perturbación de los tipos de vegetación natural en la franja periférica de 5 kilómetros radiales a las poligonales de las ANP en su conjunto fue de casi el doble que en su interior.

Cuadro 15.- Extensiones deforestadas o perturbadas en las áreas naturales protegidas y en sus periferias, según el Inventario Nacional Forestal 1994 (Instituto de Geografía-SARH, 1994).

Nombre del área natural protegida	Poligonal		Radio a 5 Km		Radio 5 a 10 Km	
	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total
Montes Azules	31,534.00	9.75	-	-	-	-
Lacantún	1,220.21	1.91	-	-	-	-
Chan Kin	0	0	-	-	-	-
Bonampak	0	0	-	-	-	-
Yaxchilán	0	0	660	6.14	-	-
Lacandona	-	-	69,655	41.91	59,304.24	43.08
Ocote	9,660	20.60	-	-	-	-
Ocote-Laguna Bélgica	-	-	39,414	63.43	53,540	70.86
Palenque	1,042	57.41	14,248	82.78	-	-
Agua Azul	2,099	94.61	15,260	82.85	-	-
Palenque-Agua Azul	-	-	-	-	58,315	88.56
Cañón del Sumidero	18,357	88.64	-	-	-	-
Cañón del Sumidero-Zapotal	-	-	48,153	93.20	49,571	82.59
Lagos de Montebello	5,637	85.35	19,955	85.95	25,470	78.39
Sepultura	152,317	79.03	98,074	89.56	105,618	94.89
Triunfo	55,790	45.93	82,868	68.55	100,633	80.52
Encrucijada	5,064	15.19	30,372	56.86	48,747	89.02
T O T A L	282,720	33.81	418,659	64.94	501,198	72.64

C. Análisis de la deforestación en las ANP de Chiapas y sus periferias.

Para el caso de las ANP de pequeña extensión, como lo son la Reserva Privada Huitepec, la Reserva Estatal El Zapotal y el Parque Educativo Laguna Bélgica, la escala de las fuentes utilizadas (1:250,000) no resulta adecuada para la cuantificación de las áreas en cuanto a su vegetación o uso del suelo. Por ello, a continuación se desglosan los resultados obtenidos sólo para las ANP mayores a 1,000 Ha. “Áreas transformadas” incluye a aquellas que son determinadas por las fuentes como “perturbadas”, “fragmentadas”, “Vegetación secundaria arbórea o arbustiva”, “bosques abiertos”, “áreas agrícolas o urbanas” y “pastizales”.



1. Parque Nacional Lagos de Montebello

Pese a que este Parque Nacional fue establecido desde 1959 y a su importancia como recurso turístico para la región, es sin duda el ANP que ha sido mayormente afectada en comparación con el resto de las consideradas. Según los datos del Inventario Nacional Forestal 1994, el 61.39 % del Parque presentaba Bosques mesófilos perturbados o fragmentados y un 10 % de bosques templados en igual situación, quedando tan solo 264 hectáreas en buen estado de conservación en un sentido estricto (**Cuadro 16; Fig. 18**).

Cuadro 16.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Lagos de Montebello.

Lagos de Montebello

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	4,752	71.96	264	4.00	4,488	67.97
Áreas perturbadas y transformadas	1,148	17.39	5,637	85.35	-	-
Cuerpos de agua	703	10.65	703	10.65	-	-
Total	6,604	100.00	6,604	100.00	-	-

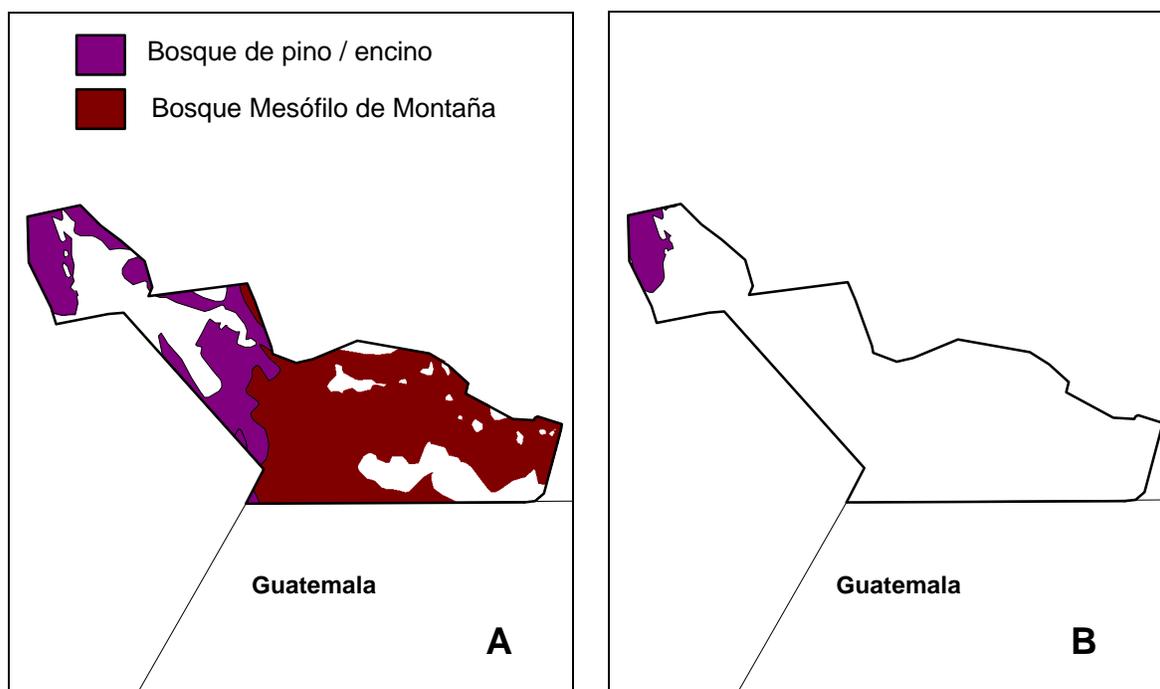


Figura 18.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

2. Reserva de la Biósfera La Encrucijada

Para 1994 más de un 70 % del total del área de la poligonal se reporta con manglar y otros tipos de vegetación hidrófila en buen estado de conservación, por lo que puede afirmarse que la transformación de la vegetación natural en La Encrucijada ha sido mucho menos severa que en el resto de las ANP de mayor dimensión (**Cuadro 17; Fig. 19**).

Cuadro 17.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada.

Encrucijada

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas perturbadas y transformadas	2,742	8.22	5,064	15.19	-	-
Manglar	18,773	56.29	16,246	48.72	2,527	7.57
Otros tipos de vegetación hidrófila	11,110	33.31	8,370	25.10	2,740	8.21
Cuerpos de agua	725	2.17	725	2.17	-	-
Indeterminado	-	-	2,941	8.82	-	-
Total	33,350	100.00	33,345	100.00	-	-

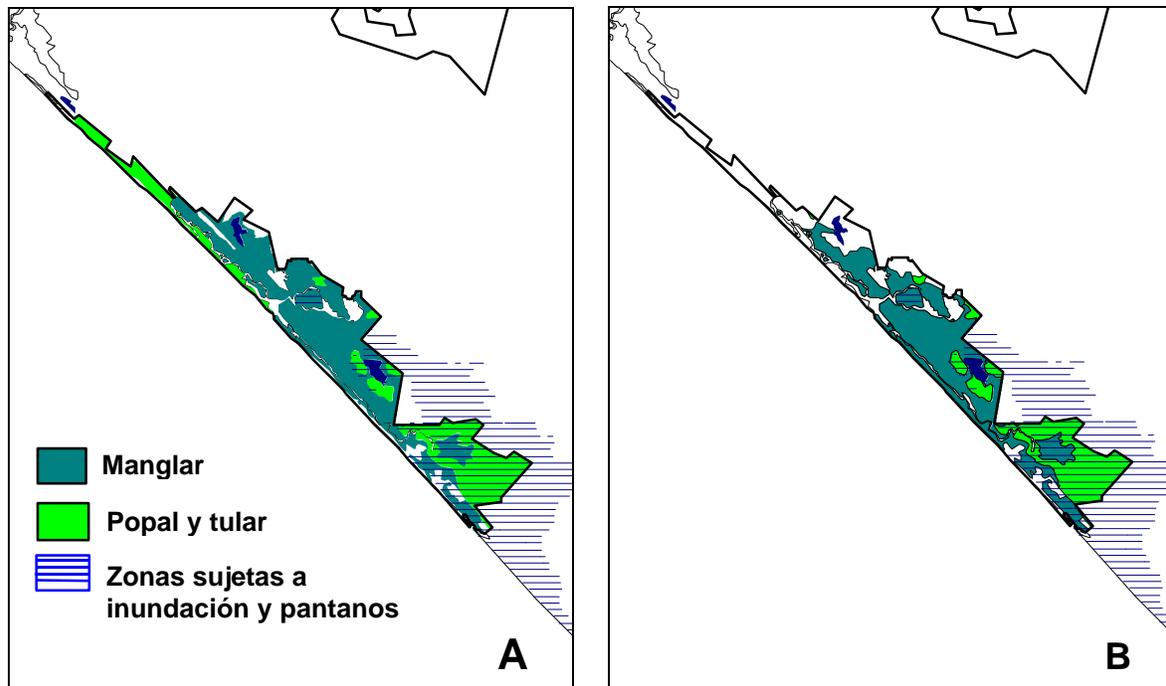


Figura 19.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (A: década de los setentas; B: 1988-1993).



Muy posiblemente, la presencia de extensas zonas sujetas a inundación y cubiertas por pantanos en el sector sur han contribuido a proteger buena parte de las superficies de la Reserva.

3. *Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona*

Reserva de la Biósfera Montes Azules, Reserva de la Biósfera Lacantún, Monumentos Naturales Bonampak y Yaxchilán, Refugio de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin

El avance de la frontera agrícola-ganadera sobre la Reserva Montes Azules se ha dado principalmente en dos sectores: en la zona de la Laguna Miramar con avance de Las Cañadas hacia el este y sureste de la poligonal, y en la sección de los Lagos Ocotol y Suspiro en el norte de la Reserva.

El resto de las ANP establecidas en la región Lacandona (Yaxchilán, Bonampak, Lacantún y Chan Kin) se encuentran hasta el momento en un buen grado de conservación en lo que a cobertura forestal se refiere. No obstante, su posibilidad de mantenerse así en los próximos años dependerá en gran medida de que los esfuerzos hacia un desarrollo sustentable de los poblados cercanos sean eficientes en el corto plazo. De otra manera, sus superficies podrían comenzar a disminuir por avance de la agricultura de roza-tumba-quema y el establecimiento de potreros para la ganadería. En comparación con las demás, las extensas áreas sujetas a inundación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin probablemente le confieren un “protección natural” a la transformación en el corto plazo por no ser viables para los actuales sistemas de producción local (**Cuadros 18 a 22; Fig. 20**).

Cuadro 18.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Montes Azules.

Montes Azules

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	300,845	93.03	288,391.00	89.18	12,454	3.85
Áreas perturbadas y transformadas	18,125.00	5.60	31,534.00	9.75	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	1,062.00	0.33	106.00	0.03	955	0.30
Cuerpos de agua	3,366.00	1.04	3,366	1.04	-	-
Total	323,397.00	100.00	323,397	100.00	-	-

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Cuadro 19.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Lacantún.

Lacantún

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	62,643.00	98.14	62,336	97.66	307	0.48
Áreas perturbadas y transformadas	672.00	1.05	1,220.21	1.91	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	514.00	0.81	273	0.43	241	0.38
Total	63,829.00	100.00	63,829	100	-	-

Cuadro 20.- Cuantificación de la transformación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin.

Chan Kin

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	11,959	99.42	12,030	100.00	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	70	0.58	-	-	70	100
Total	12,030	100.00	12,030	100.00	-	-

Cuadro 21.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Bonampak.

Bonampak

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	3,936	97.44	4,040	100.00	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	100	2.48	-	-	100	2.48
Otros tipos de vegetación hidrófila	3	0.08	-	-	3	0.08
Total	4,040	100.00	4,040	100	-	-



Cuadro 22.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Yaxchilán.

Yaxchilán

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	2,516	100.00	2,478	98.47	39	1.53
Indeterminado	-	-	39	1.53	-	-
Total	2,516	100.00	2,516	100.00	-	-

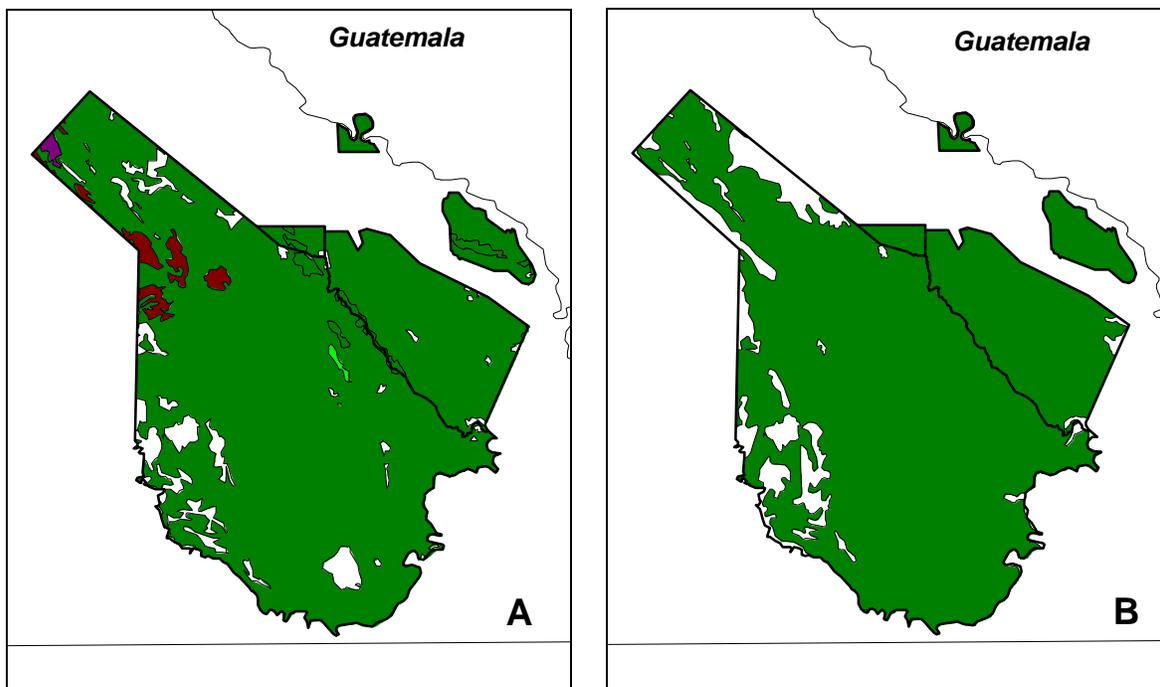


Figura 20.- Áreas en buen estado de conservación en las ANP de la Selva Lacandona (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

4. Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul

La Reserva Cascadas de Agua Azul, que en el pasado formó parte de la Selva Lacandona, abarca un fragmento de Selvas altas y medianas que desde antes de la década de los setentas estaba ya considerablemente reducido (**Cuadro 23**). La definición de su poligonal probablemente obedeció en buena medida a intentar conservar el valor paisajístico de las cascadas y no tanto de las áreas forestadas remanentes.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Cuadro 23.- Cuantificación de la transformación en la Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul.

Agua Azul

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	61	2.76	120	5.39	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	2,157	97.24	2,099	94.61	58	2.63
Total	2,218	100.00	2,218	100.00	-	-

5. Parque Nacional Cañón del Sumidero

Si bien se pueden inferir inconsistencias en la determinación de tipos de vegetación entre las fuentes consideradas para cada fecha, resulta evidente que la mayor parte de las superficies abarcadas por la poligonal de este Parque Nacional están dominadas por vegetación transformada y perturbada (**Cuadro 24; Fig. 21**). No obstante, se mantienen importantes extensiones de selvas bajas remanentes del valle central de Chiapas por lo que su valor resulta evidente.

Cuadro 24.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.

Cañón del Sumidero

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	3,818	17.72	1,107	5.35	2,711	12.37
Áreas perturbadas y transformadas	16,554	76.83	18,357	88.64	-	-
Cuerpos de agua	1,175	5.45	1,245	6.01	-	-
Total	21,547	100.00	20,709	100.00	-	-

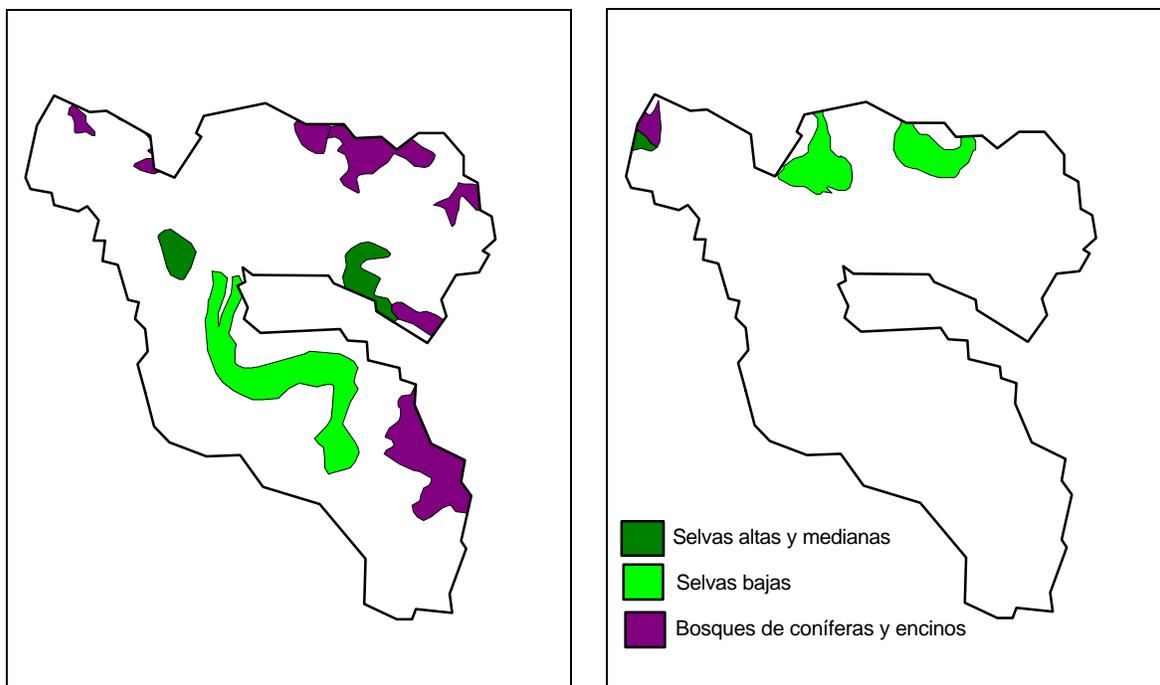


Figura 21.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

6. Parque Nacional Palenque

Más de la mitad del área cubierta por la poligonal del Parque Nacional Palenque comprende áreas transformadas o con algún grado de perturbación (**Cuadro 25; Fig. 22**). No obstante, el porcentaje de cambio durante las fechas comparadas resulta relativamente bajo comparado con el de otras ANP.

Cuadro 25.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Palenque.

Palenque

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	709	39.05	773	42.59	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	1,106	60.95	1,042	57.41	64	3.54
Total	1,815	100.00	1,815	100.00	-	-

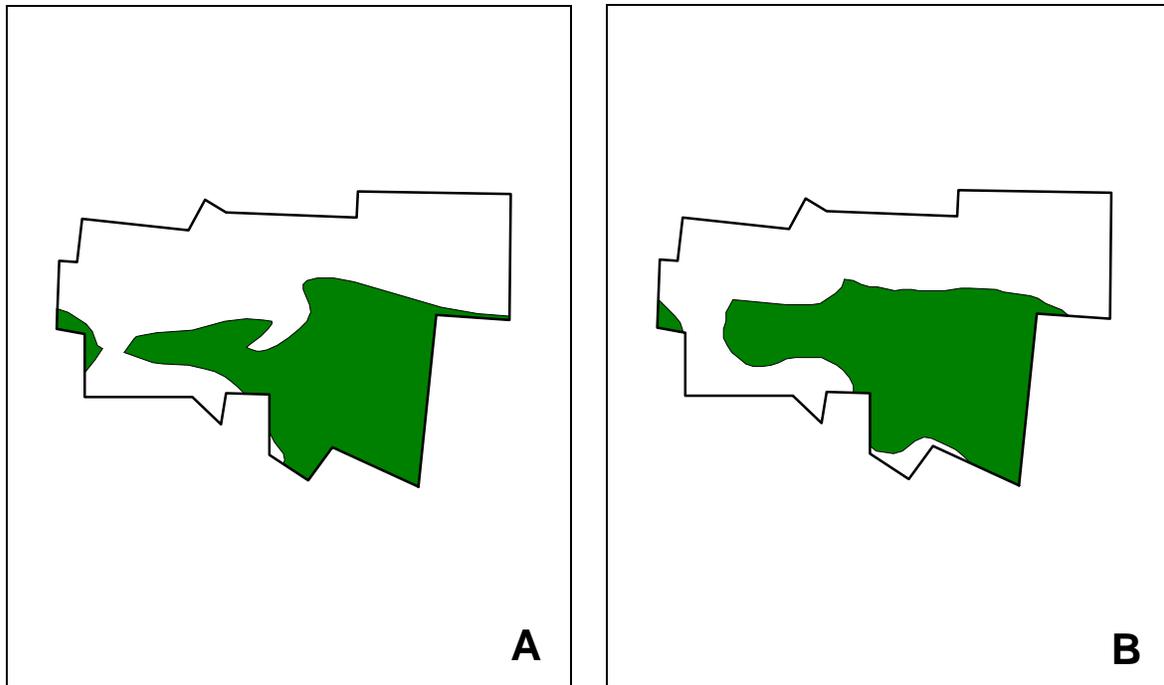


Figura 22.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Palenque (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

7. Reserva El Ocote

La distribución de las áreas deforestadas en la Reserva El Ocote, concuerda tanto con el arreglo de las superficies con topografía menos quebrada como con la tenencia de la tierra, tal y como se comenta más adelante. La influencia de las múltiples vías de comunicación que se originaron al inundarse el embalse de la presa de Malpaso, y la disposición de las terracerías existentes también se reflejan en la ubicación de las áreas habitadas y deforestadas por la apertura de áreas destinadas a la producción primaria. La deforestación ha ocurrido de manera preponderante en el sector norte y más parcialmente en el sur (**Cuadro 26; Fig. 23**).



Cuadro 26.- Cuantificación de la transformación en la Reserva El Ocote.

Ocote

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	40,979	87.37	37,198	79.31	3,781	8.06
Áreas perturbadas y transformadas	5,879	12.53	9,660	20.60	-	-
Cuerpos de agua	44	0.09	44	0.09	-	-
Total	46,903	100.00	46,902	100.00	-	-



Figura 23.- Áreas de selvas en la Reserva El Ocote para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).

8. Reserva de la Biósfera El Triunfo

Los resultados obtenidos revelan claramente que los patrones de deforestación en esta área han ocurrido de las partes bajas hacia las altas y que los remanentes de vegetación en buen estado de conservación se van restringiendo a los parteaguas de las montañas. Si bien se encontraron diferencias en la determinación de áreas arboladas como “Selvas altas y medianas” o como “Bosques Mesófilos de Montaña”,

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

durante el período comprendido se afectó a casi un 9 % del total de la Reserva que aún mantenía áreas en buen estado de conservación. Aunque esta tasa de transformación es proporcionalmente alta, El Triunfo aún mantiene por lo menos más de 65,000 hectáreas de bosques y selvas (**Cuadro 27; Fig. 24**). Las más de 53,000 Ha de Bosque Mesófilo de Montaña que conservaba para 1992 significa una superficie que a nivel nacional es sin duda de enorme importancia para este tipo de vegetación.

Cuadro 27.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Triunfo

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	75,571	62.22	65,097	53.59	10,474	8.62
Áreas perturbadas y transformadas	45,895	37.78	55,790	45.93	-	-
Indeterminado	-	-	578	0.48	-	-
Total	121,466	100.00	121,466	100.00	-	-

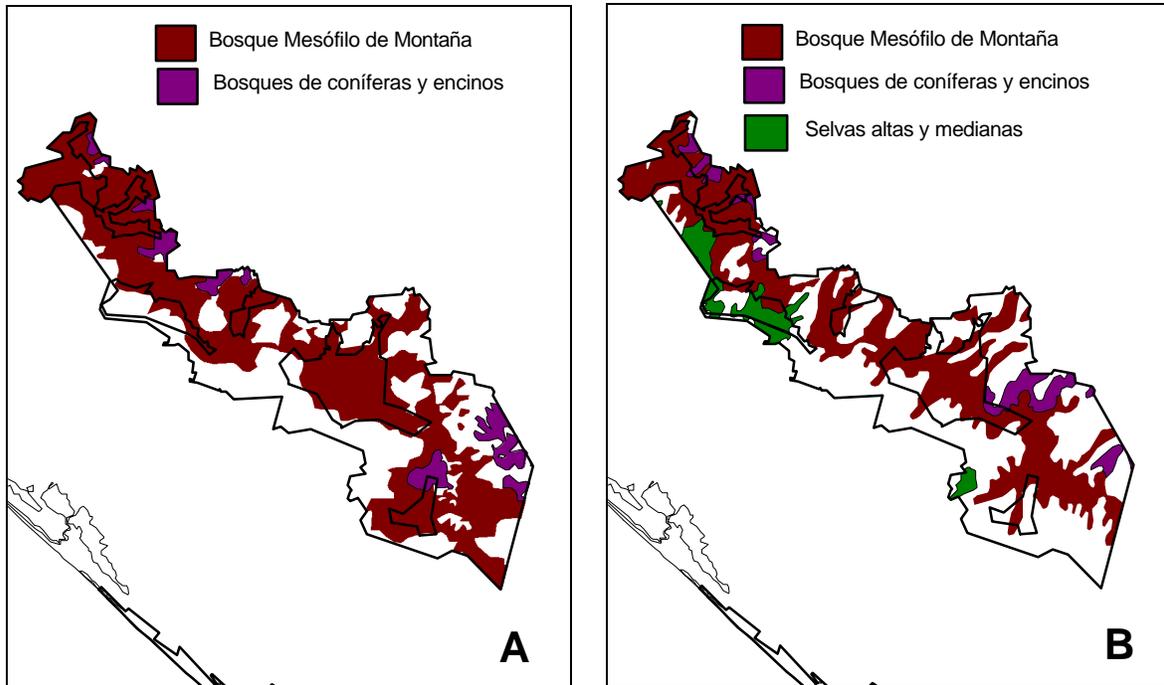


Figura 24.- Áreas de selvas y bosques en la Reserva de la Biósfera El Triunfo para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).



9. Reserva de la Biósfera La Sepultura

La reserva de la Biósfera La Sepultura fue establecida como ANP luego de que la deforestación avanzó alarmantemente sobre las superficies que abarca. La eliminación y transformación de la vegetación natural en esta zona ha ocurrido durante el período considerado de las partes bajas hacia las altas (**Cuadro 28; Fig. 25**).

Cuadro 28.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura.

Sepultura

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	113,529	58.90	40,417	20.97	73,112	37.93
Áreas perturbadas y transformadas	79,205	41.10	152,317	79.03	-	-
Total	192,734	100.00	192,734	100.00	-	-

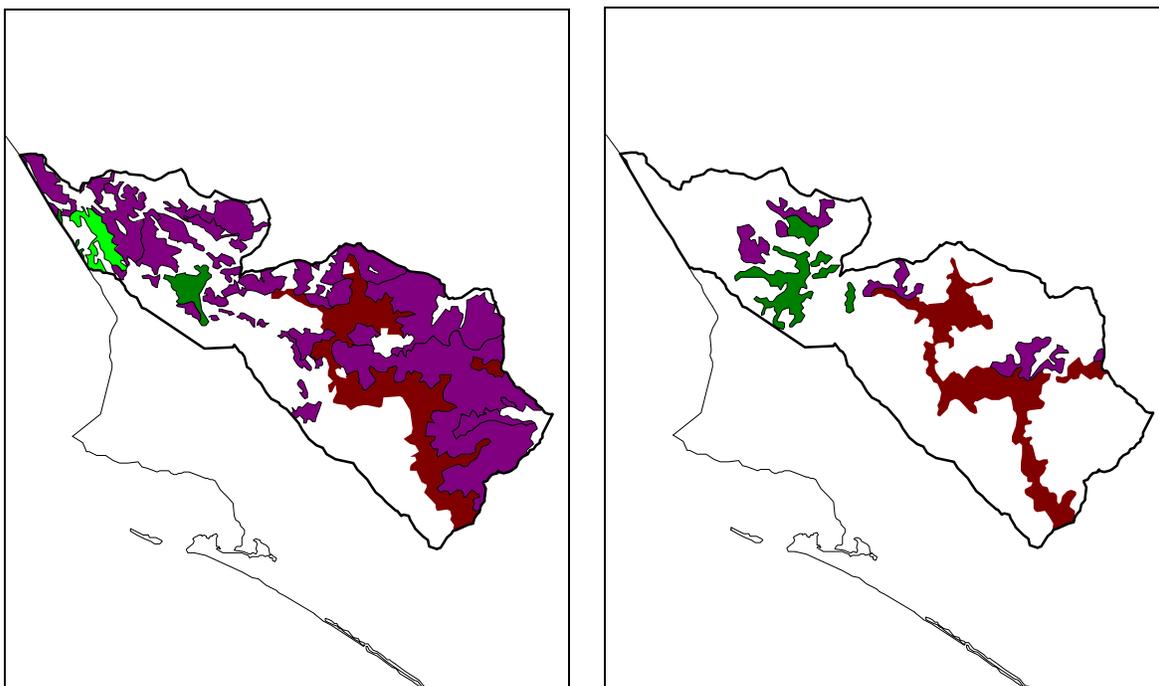


Figura 25.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

D. Situación actual del sistema de áreas naturales protegidas

Las tasas anuales más elevadas de transformación de la vegetación natural dentro de las poligonales de las ANP y calculadas con respecto al período abarcado por las fuentes utilizadas, se presentaron principalmente en lo que ahora abarca la recientemente establecida Reserva de la Biósfera La Sepultura (3,848 Ha/Año), en Montes Azules (593 Ha/Año) y en El Triunfo (551 Ha/Año) (**Cuadros 29 a 31**).

Cuadro 29.- Estimación de tasas de transformación anual para los tipos de vegetación en buen estado de conservación dentro de las ANP consideradas en el estudio.

Área natural protegida	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio absoluto		Cambio anual promedio	
	Áreas en buen estado de conservación (Ha)	% del ANP	Áreas en buen estado de conservación (Ha)	% del ANP	Área transformada (Ha)	% del ANP	Tasa estimada de transformación anual (Ha)	% del ANP
Bonampak	3,936	97.43	4,040	100.00	-104	-2.57	-5	-0.12
Cañón del Sumidero	3,818	17.72	1,107	5.14	2,711	12.58	181	0.84
Cascadas de Agua Azul	61	2.75	120	5.41	-59	-2.66	-3	-0.14
Chan Kin	11,959	99.41	12,030	100.00	-71	-0.59	-3	-0.02
El Ocote	40,979	87.37	37,198	79.31	3,781	8.06	252	0.54
El Triunfo	75,571	62.22	65,097	53.59	10,474	8.62	551	0.45
Encrucijada *	18,773	56.29	16,246	48.71	2,527	7.58	149	0.45
La Sepultura	113,529	58.90	40,417	20.97	73,112	37.93	3,848	2.00
Lacantún	62,643.00	98.14	62,336	97.66	307	0.48	15	0.02
Lagos de Montebello	4,752	71.96	264	4.00	4,488	67.96	249	3.77
Montes Azules	300,845	93.03	288,391.00	89.18	12,454	3.85	593	0.18
Palenque	709	39.06	773	42.59	-64	-3.53	-3	-0.17
Yaxchilán	2,516	100.00	2,478	98.49	38	1.51	2	0.08

Cuadro 30.- Áreas de vegetación natural calificadas como “perturbadas” o “fragmentadas” dentro de las poligonales de las ANP.

BOSQUE FRAGMENTADO	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio	
	Área (Ha)	% del ANP	Área (Ha)	% del ANP	Área de Cambio (Ha)	% del ANP
BOSQUES TEMPLADOS FRAGMENTADOS O PERTURBADOS						
Cañón del Sumidero	2,847	13.21	2,260	10.49	-587	-2.72
El Triunfo	1,966	1.62	23,515	19.36	21,549	17.74
La Sepultura	2,093	1.09	42,243	21.92	40,150	20.83
Lagos de Montebello	-	-	671	10.16	671	10.16
Total	6,906	15.92	68,689	61.92	61,783	18.05
BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA FRAGMENTADOS O PERTURBADOS						
El Triunfo	12,168	10.02	5,084	4.19	-7,084	-5.83
La Sepultura	-	-	4,214	2.19	4,214	2.19



BOSQUE FRAGMENTADO	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio	
	Área (Ha)	% del ANP	Área (Ha)	% del ANP	Área de Cambio (Ha)	% del ANP
Lagos de Montebello	389	5.88	4,054	61.39	3,665	55.50
Total	12,556	15.90	13,351	63.57	795	0.25
SELVAS FRAGMENTADAS O PERTURBADAS						
Bonampak	100	2.48	-	-	-100	-2.48
Cañón del Sumidero	12,783	59.33	3,686	17.11	-9,097	-42.22
Cascadas de Agua Azul	1,960	88.37	2,099	94.62	139	6.25
El Ocote	3,232	6.89	8,019	17.10	4,787	10.21
El Triunfo	22,836	18.80	9,898	8.15	-12,937	-10.65
La Sepultura	44,432	23.05	18,465	9.58	-25,967	-13.47
La Encrucijada	592	1.78	-	-	-592	-1.78
Lacantún	672	1.05	-	-	-672	-1.05
Montes Azules	18,025	5.57	15,808	4.89	-2,217	-0.69
Palenque	121	6.67	730	40.20	609	33.53
Total	104,754	12.91	58,704	7.24	-46,047	-5.68

Cuadro 31.- Deforestación estimada en las poligonales de las ANP.

Reserva	Período de los setentas		Período 1988-1993		Deforestación	
	Área arbolada (Ha)	% del ANP	Área arbolada (Ha)	% del ANP	Área estrictamente deforestada (Ha)	Tasa estimada de deforestación anual (Ha)
Bonampak	4,037	99.92	4,040	99.99	-3	-
Cañón del Sumidero	19,448	90.26	6,892	31.99	12,556	785
Cascadas de Agua Azul	2,021	91.13	2,218	100.01	-197	-10
Chan Kin	11,959	99.41	12,030	100.00	-70	-3
El Ocote	44,211	94.26	45,217	96.40	-1,005	-63
El Triunfo	112,540	92.65	103,594	85.29	8,946	471
La Encrucijada	592	1.78	-	-	592	33
La Sepultura	160,054	83.04	104,408	54.17	55,646	2,929
Lacantún	63,315	99.19	62,336	97.66	979	47
Lagos de Montebello	5,141	77.84	4,989	75.54	152	8
Montes Azules	318,870	98.60	304,199	94.06	14,671	699
Palenque	830	45.71	1,502	82.78	-673	-37
Yaxchilán	2,516	100.01	2,478	98.48	39	2
Total	745,535	89.56	653,902	78.55	91,633	4,363

En el cuadro anterior se observa la distorsión que puede sufrir la interpretación los datos sobre áreas forestadas de no tomarse en cuenta la inclusión de áreas prácticamente deforestadas y altamente perturbadas como "selvas y bosques fragmentados". Por ejemplo en el caso de la Reserva El Ocote, áreas que están claramente deforestadas según conocimiento de primera mano e imágenes de satélite, fueron consideradas por el Inventario forestal como "selvas fragmentadas". En el caso de la Reserva Cascadas de Agua Azul y del Parque Nacional Palenque hubo un

incremento sustancial de las selvas fragmentadas, por lo que la estimación de la deforestación en estas ANP no refleja la transformación de las superficies bien conservadas.

Discusión y conclusiones

Los datos resultantes del análisis efectuado deben ser considerados como una aproximación a un proceso muy complejo y dinámico y no como una cuantificación exacta y precisa de la deforestación. Esto debido a inconsistencias y diferencias de criterios que como era de esperarse son intrínsecas de la comparación de dos fuentes realizadas con distintos procedimientos y niveles de detalle. Mientras que la cartografía de INEGI se fundamentó en buena medida en fotografías aéreas y contó con una amplia verificación de campo, el inventario forestal se basó en imágenes LANDSAT-TM y contó con una interpretación más general.

No obstante, los resultados obtenidos constituyen un indicador contundente de la velocidad a la que los paisajes de Chiapas están siendo transformados, incluyendo a aquellos inmersos dentro de las áreas naturales protegidas que se han establecido. A nivel estatal, la tasa anual estimada de deforestación durante el período comprendido por las fuentes consideradas fue del 2.14 % de la superficie forestada existente en el Estado para 1993 (perturbada y no perturbada). Las estimaciones muestran de manera clara que en el caso de las selvas, su transformación conduce a su eliminación como áreas arboladas, mientras que en los bosques templados (pino/encino) la transformación significa un primer estadio como bosques abiertos y perturbados y luego en su desaparición como áreas arboladas. Asumiendo que la tasa de deforestación calculada se mantuviera constante, en poco menos de 50 años se perderían el total de las superficies arboladas de Chiapas.

Al comparar las áreas totales transformadas o perturbadas de los *buffers* a 5 y 10 Km alrededor de las poligonales con respecto a las pérdidas acumuladas para todas las ANP en su conjunto, se observa que las superficies deforestadas o transformadas en las periferias de las ANP son proporcionalmente de más del doble. No obstante, esto no necesariamente se debe únicamente a la situación de las ANP como áreas "oficialmente protegidas". En buena medida, y aunque este aspecto no fue analizado en el presente estudio, es posible inferir que factores como la falta de accesibilidad, la presencia de pendientes pronunciadas y la pedregosidad del terreno entre otros factores hayan contribuido a disminuir la tasa de transformación dentro de las áreas con respecto al exterior.

En lo que se refiere a la deforestación y transformación de las ANP dentro de sus poligonales, la tasa de transformación anual estimada más elevada correspondió para lo que ahora es la Reserva de La Sepultura; no obstante, cabe indicar que esta área no fue decretada como ANP sino hasta hace tan sólo tres años.

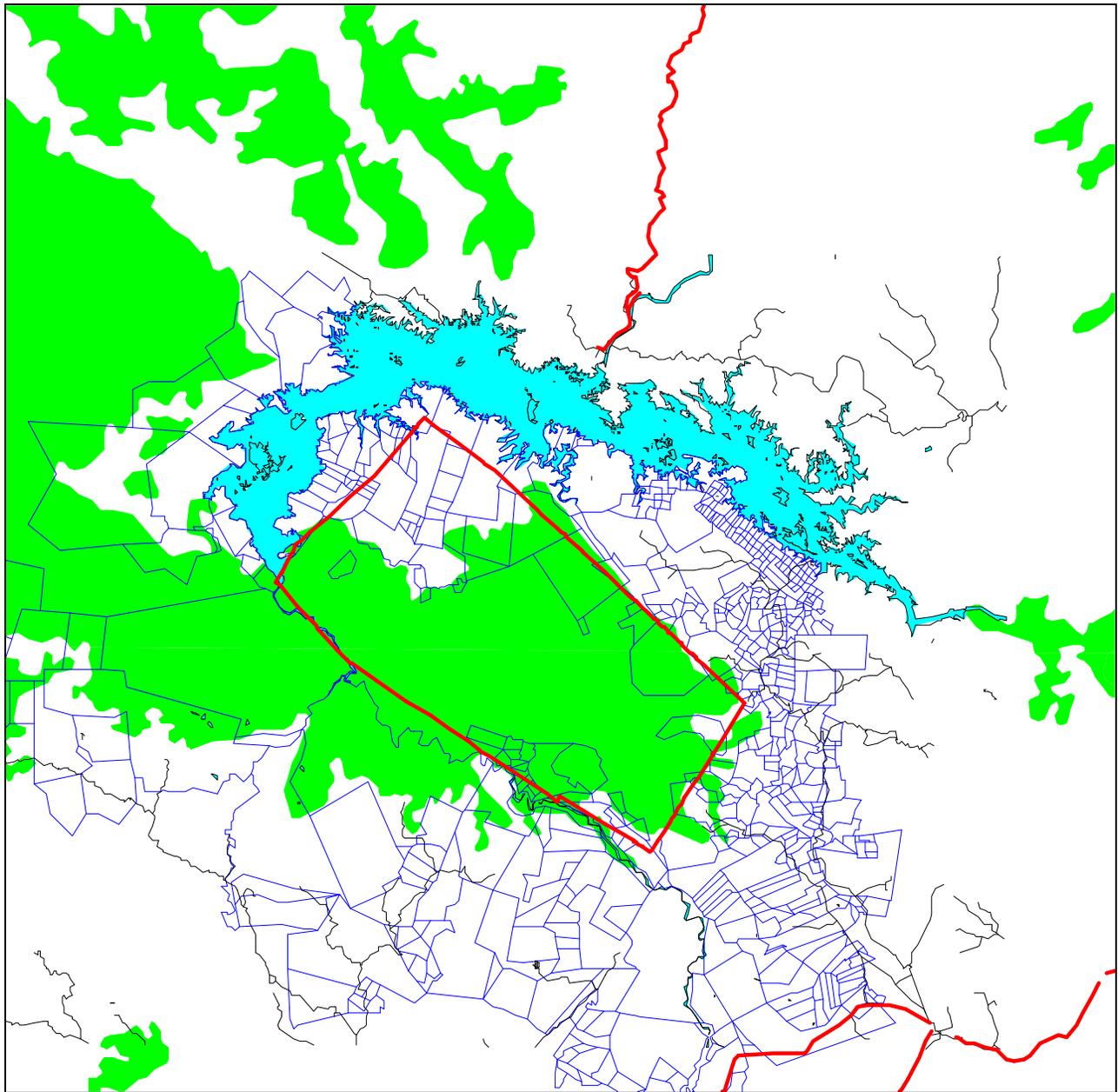


En términos generales, la deforestación y la perturbación dentro de las áreas naturales protegidas y en sus periferias inmediatas, ocurre de manera más pronunciada en zonas con menor pendiente, asociada a vías de comunicación (incluyendo vías acuáticas) y como es obvio, de manera concomitante al establecimiento de nuevos asentamientos humanos.

Factores como la pendiente y complejidad del terreno, la inaccesibilidad física y la falta de fuentes de agua determinan en buena medida la “impedancia” a la deforestación, entendiéndose a esta como el “grado de dificultad” para que un área con la vegetación natural sea transformada por las actividades humanas.

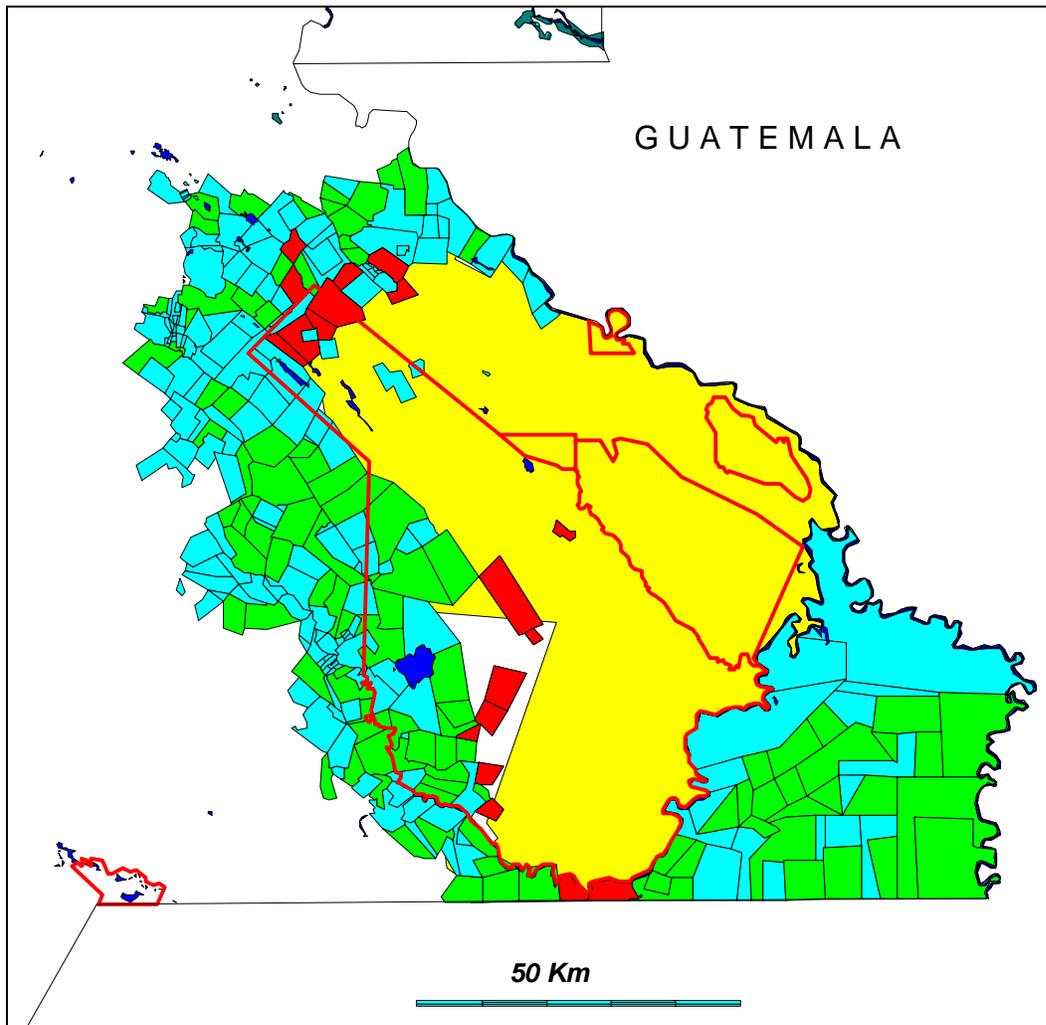
Algunas de las áreas protegidas más importantes establecidas en Chiapas, como lo son la Reserva El Ocote y la Reserva de la Biósfera Montes Azules en la Selva Lacandona, padecen adicionalmente graves conflictos de conservación por la sobreposición de predios ejidales y propiedades sobre sus poligonales. De hecho, la falta de diagnósticos agrarios previos al establecimiento de las ANP induce que tengan estos problemas de sobreposición al momento en que son decretadas (**Figs. 26 y 27**).

Dentro de las áreas naturales protegidas, inciden otros factores de perturbación como la contaminación y la cacería, que son menos aparentes pero no menos importantes que la transformación directa por la deforestación. Con respecto al primero, sin duda la contaminación por plaguicidas, por otras sustancias ambientalmente tóxicas o por desechos líquidos y sólidos, son un factor potencialmente más riesgoso para aquellas ANP que se ubican en zonas bajas del Estado. Por ejemplo, la Reserva de La Encrucijada seguramente capta cantidades considerables de contaminantes y desechos provenientes de las actividades agropecuarias y centros de población del Soconusco y la planicie costera de Chiapas (**Fig. 28**). Por su parte, el Cañón del Sumidero capta a través del Río Grijalva, contaminantes y desechos de diversa procedencia. Lo anterior es menos crítico para las ANP ubicadas en las partes altas, como sería el caso de El Triunfo, El Ocote o La Sepultura.



-  Selvas altas, medianas y bajas (1988- 1993)
-  Límites predios y propiedades
-  Terracerías, brechas y caminos

Figura 26.- Extensiones de selvas en la zona de la Selva El Ocote y ubicación de las dotaciones, ampliaciones ejidales y propiedades que se sobrelapan con la poligonal (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Carta de tenencia de la Tierra de la Selva El Ocote, Secretaría de la Reforma Agraria-SEDESOL-SARH).



-  PREDIOS RESUELTOS **ANTES** DEL DECRETO DE LA RESERVA MONTES AZULES (Enero 12, 1978).
-  PREDIOS RESUELTOS **DESPUES** DEL DECRETO DE LA RESERVA MONTES AZULES
-  PREDIOS IRREGULARES
-  BIENES COMUNALES DE LA COMUNIDAD ZONA LACANDONA
-  TERRENOS NACIONALES

Figura 27.- Sobrelapamiento de predios y propiedades sobre las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona.

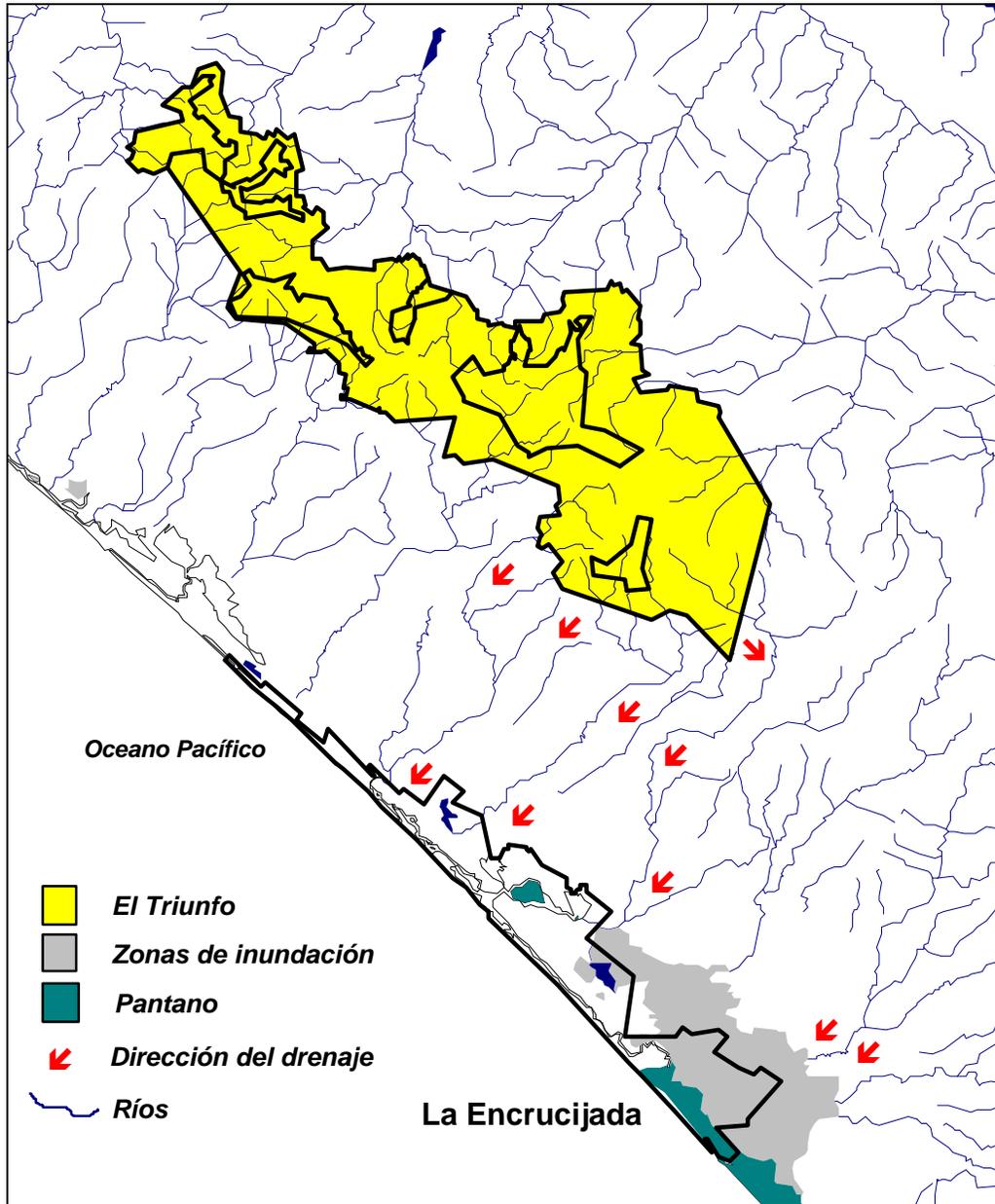


Figura 28.- Conectividad hidrológica entre las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Encrucijada.

En lo que se refiere a la cacería, furtiva o de subsistencia, las poblaciones de fauna residentes en ciertas ANP son mayormente vulnerables que otras. El detrimento de numerosas especies más intensamente cazadas o capturadas es posiblemente mayor en las zonas de las ANP que colindan con asentamientos humanos con extrema pobreza y marginación. Si bien la cacería de subsistencia obedece a causales de tipo cultural y económico, se requiere activar alternativas inmediatas para que en el interior



de las ANP este no sea un factor que se suma a los procesos de transformación por deforestación. Parte de los problemas que representa la cacería dentro de las áreas que se pretenden conservar es la falta de zonificación, de programas de aprovechamiento sustentable y de educación ambiental efectiva. La cacería ocurre de manera más intensa en la Reserva Montes Azules y El Ocote.

La deforestación en las periferias de las ANP ha conducido a un aislamiento espacial en la mayoría de los casos. Son diversos los autores que han documentado los efectos de la fragmentación y aislamiento sobre las poblaciones de flora y fauna. Sin embargo, algunas de las ANP establecidas en Chiapas aún se comunican por corredores biológicos de dimensiones variables con otras áreas forestadas (**Figs. 29 y 30**). Tal es el caso del complejo de ANP de la Selva Lacandona y de la Selva El Ocote, que en el primer caso se conectan aún con el resto de la Selva Maya y que en el segundo aún se mantiene la continuidad con las extensas selvas de Los Chimalapas en Oaxaca. No obstante, estas dos conexiones, dadas por áreas que funcionan como corredores biológicos, se estrechan año con año y de no intensificarse las acciones de conservación, el aislamiento podría ser inevitable.

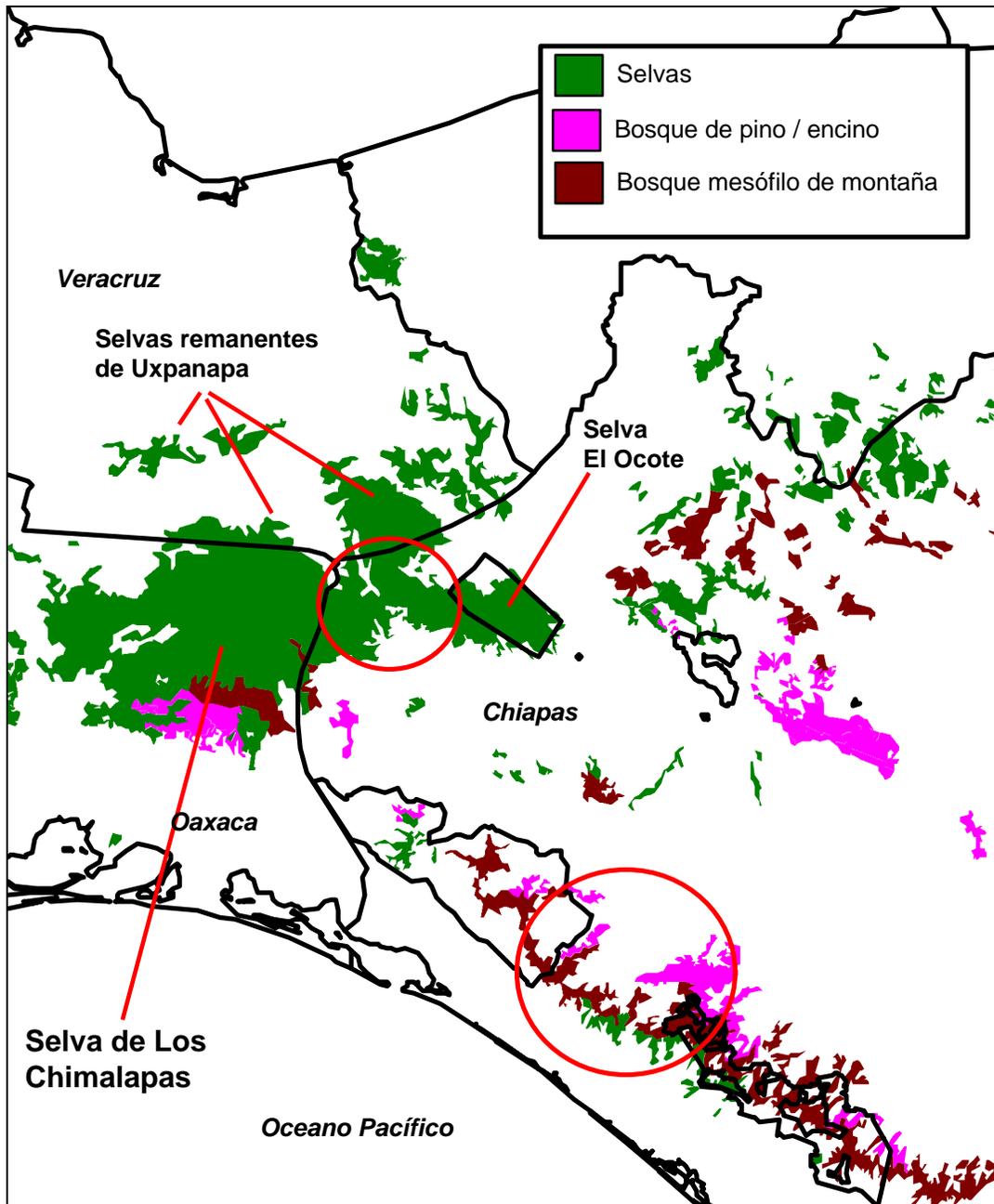


Figura 29.- Conectividad a través de corredores de vegetación entre diversas ANP y áreas no protegidas.

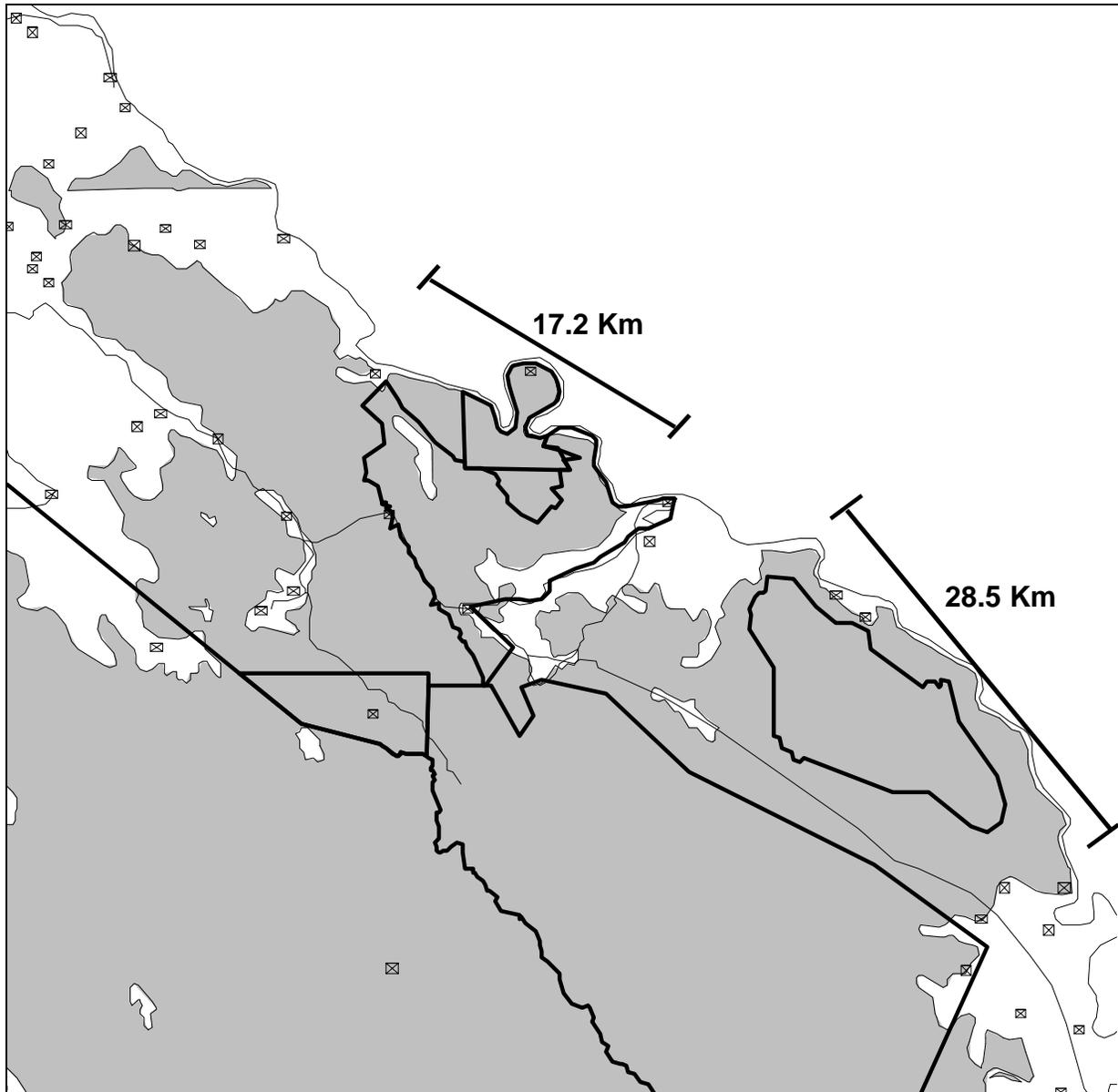


Figura 30.- Áreas de selvas que mantienen la comunicación entre las ANP de la Selva Lacandona y el resto de la Selva Maya (Tomado de March *et al.*, 1996).

La deforestación en sus fases iniciales, induce un proceso de fragmentación de las masas forestales que se busca conservar a través de las áreas naturales protegidas. Sin embargo, aún no se han efectuado estudios formales en Chiapas que documenten los efectos de esta fragmentación sobre la integridad de los ecosistemas naturales que se intenta conservar en las ANP, por lo que esto se considera como una prioridad de investigación.

Adicionalmente al problema que representa la transformación ambiental inducida por las actividades de desarrollo y la colonización sobre las áreas naturales, un común denominador de la problemática que padecen las ANP en Chiapas es sin duda la falta

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

de un manejo activo y decidido. La gran mayoría carece de zonificaciones apropiadas, infraestructura de manejo e investigación, personal, y actividades de operación en el terreno que resultan indispensables para su funcionamiento efectivo.

El análisis efectuado permite tener una idea general de los efectos que la transformación ambiental vía la deforestación en Chiapas ha afectado a las ANP. No obstante, dejó también en claro la necesidad de que futuros análisis que busquen afinar esta aproximación a un mayor nivel de detalle que deberán incidir en dos puntos importantes:

1. Evaluar el estado de conservación de las áreas menores a 500 hectáreas con escalas de trabajo de 1:20,000 o menores.
2. Considerando la compleja topografía de Chiapas, es evidente que resulta necesario efectuar análisis de los procesos de transformación en las ANP y sus periferias utilizando modelos tridimensionales como los TIN (*Triangular Irregular Network*) que utiliza *Arc Info*.

Una fase de seguimiento a los resultados alcanzados en este proyecto podría buscar cubrir entre otros los siguientes aspectos:

- a) Efectuar una valoración comparativa de las ANP establecidas a partir de aspectos tales como la determinación de las especies de flora y fauna con presencia verificada con base a registros formales y documentados y la cuantificación de servicios ecológicos específicos prestados entre otros. Las estimaciones poblacionales de especies de particular interés por estar amenazadas o en peligro de extinción son sin duda de gran relevancia para determinar el valor de cada una de las ANP en la conservación efectiva a largo plazo de dichas poblaciones biológicas.
- b) Analizar cualitativa, cuantitativa y cronológicamente la tenencia de la tierra actual correspondiente a cada ANP en un contexto geográfico.
- c) Con base a modelos espaciales bien fundamentados, plantear escenarios potenciales en el uso del suelo en las ANP y sus periferias ante distintas posibilidades de manejo y desarrollo social.
- d) Determinar los sectores de las ANP que con base a los patrones de transformación resultan más vulnerables en el corto plazo.
- e) Evaluar la situación en la que se encuentran los corredores biológicos que vinculan a áreas naturales tanto protegidas como no protegidas.
- f) Actualizar las estimaciones de la situación actual de las ANP de Chiapas con base al análisis de imágenes LANDSAT-TM o SPOT recientes.
- g) Analizar el proceso de fragmentación en las ANP y los corredores biológicos.



Referencias.-

- Arizpe, L., Paz, F. Y M. Velázquez, 1996. Social perceptions of deforestation in the Lacandona Rain Forest in Mexico. Culture and Global Change. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 115 pp.
- Barrera, C., 1996. Deforestación y cambios en los patrones del uso del suelo y vegetación 1970-1990 en la Región Norte del Soconusco, Chiapas. Tesis de Maestría. Programa de posgrado en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Brown, K. and D.W. Pearce (eds), 1994. The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. 338 pp.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo, 1995. Reservas de la Biósfera y Otras Áreas Protegidas de México. SEMARNAP- Instituto Nacional de Ecología-CONABIO, México, D.F. , 159 pp.
- Lambyn, E.F., 1994. Modelling deforestation processes: A review. TREES, Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites. European Commission Joint Rsearch Centre- Institute for Remote Sensing Applications- European Space Agency. Luxembourg. TREE Series B., Reserach Report No. 1., 113 pp.
- Mahar, D. and R. Schneider, 1994. Incentives for tropical deforestation: some examples from Latin America. *In*: Brown, K. Y D.W. Pearce (eds). The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. Pp. 159-171.
- March, I.J., 1996. Transformación ambiental y áreas críticas para la conservación de la Selva Lacandona, Chiapas. Protocolo de Investigación de Doctorado en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 36 pp.
- March, I.J., Naranjo, E., Rodiles, R., Navarrete, D., Alba, M.P., Hernández, P., y V.H. Loiza, 1996. Diagnóstico para la conservación y manejo de la fauna silvestre en la Selva Lacandona, Chiapas. Subdelegación de Planeación en Chiapas de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)- ECOSUR, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 223 pp.
- Montes, S., 1995. Efecto del uso del suelo sobre masas boscosas en el Municipio de Tenejapa, Región de los Altos de Chiapas. Tesis de licenciatura. Programa de Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Muñoz, S., 1995. Efecto del uso del suelo sobre masas boscosas en el Municipio de Zinacantán, Región de los Altos de Chiapas. Tesis de licenciatura. Programa de Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ochoa, S., 1995. El proceso de fragmentación de los Bosques en los Altos de Chiapas y su efecto sobre la diversidad florística. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Saldívar, L., 1996. Análisis de la fragmentación del paisaje en Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Sorani, V. and R. Alvarez, *in press*. Hybrid maps: Updating forest cartography using LANDSAT TM imagery and land use information. 10 pp. + figs.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976. Inventario forestal del Estado de Chiapas. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Publ. No. 34. México, D.F. 82 pp.

Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991. Inve
Subsecretaría Forestal. México, D.F., 49 pp.

World Resources Institute, 1994. World Resources 1994-

Anexos

Estimación de los cambios recientes en la cobertura del suelo de la Selva Lacandona,
usando imágenes satelitales de alta resolución.

Miguel Angel Castillo Santiago¹, Edith Mondragón Vázquez¹, Rafael García García¹, Rosa Elena Escobar Flores¹, Flor Rocío Espinosa Jiménez¹, Ana Karen Montejó Morales¹, Roberto de Jesus Dominguez Vera¹ y Jean Francois Mas².

1. Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

2. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA).Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán.

Correo para correspondencia: mcastill@ecosur.mx

Resumen

La deforestación es aún un problema agudo en el sureste de México, sin embargo las estimaciones sobre la magnitud de este fenómeno varían sustancialmente y en muchos casos se desconoce la confiabilidad de los datos. En este trabajo se presentan los resultados de aplicar una metodología basada en un enfoque híbrido que combina procesos automatizados y manuales, así como el uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial, para detectar deforestación y otros cambios en la cobertura del suelo en la Selva Lacandona. De acuerdo a los resultados obtenidos para el área de estudio (1,208,000 ha), durante el período 2005-2015 se estimó con una exactitud superior al 95% una deforestación bruta de 38,360 ha, el 14% de estas pérdidas ocurrieron dentro de la red de áreas naturales protegidas existente en la zona. El 54% de toda la deforestación se presentó en la región de Marqués de Comillas. Los resultados sobre los diferentes tipos de cobertura existentes y los cambios ocurridos se presentan a nivel de cada una de las áreas naturales protegidas y por grupos de municipios.

Summary

Deforestation is still an acute problem in southeastern Mexico, however estimates of the magnitude of this phenomenon vary substantially and in many cases, the accuracy of the data is unknown. This paper presents the results of applying a methodology based on a

hybrid approach that combines automated and manual processes, as well as the use of satellite images of high spatial resolution, to detect deforestation and other changes in land cover in the Lacandon Jungle. According to the results obtained for the study area (1,208,000 ha), during the 2005-2015 period, a gross deforestation of 38,360 ha was estimated with an accuracy greater than 95%, 14% of these losses occurred within the network of natural protected areas existing in the area. 54% of all deforestation occurred in the Marqués de Comillas region. The results on the different types of existing coverage and the changes occurred are presented at the level of each of the natural protected areas and by groups of municipalities

Palabras clave: deforestación, cambio de uso del suelo, Selva Lacandona

Introducción

La destrucción del hábitat y la fragmentación de los bosques se reconocen como las mayores amenazas a la diversidad biológica (Sala 2000). Los cambios en la cobertura del suelo y en especial la deforestación representan algunos de los factores que contribuyen al cambio climático global, a la pérdida local de biodiversidad y al incremento en la vulnerabilidad a desastres naturales (Newbold et al. 2016, Cochard 2013).

Durante el período 1990-2000 en México se reportaron tasas de deforestación cercanas a los 190,000 ha/año, aunque en fechas recientes éstas cifras han disminuido **notablemente** aún se estiman pérdidas de la cobertura arbórea cercanas a los 92000 ha/año (FAO 2016). A nivel mundial las regiones tropicales han experimentado las mayores tasas de deforestación (Hansen et al. 2013). La creciente demanda de tierras no solo ha mermado la extensión original de los bosques, también ha modificado a los sistemas agrícolas tradicionales promoviendo prácticas intensivas para la producción de materias primas (van Vliet et al. 2012).

Chiapas es reconocido por ser uno de los estados que por su posición geográfica y variabilidad en fisiográfica, alberga una significativa riqueza de ecosistemas y especies, no obstante diversos estudios también han señalado que las tendencias en la pérdida de cobertura arbórea amenazan con diezmar su enorme diversidad biológica, especialmente en regiones como la Selva Lacandona. Ésta última ha recibido mucha atención nacional e

Comentado [M1]: quitar

Comentado [M2]: 150000

internacional ya que representa unos de los últimos refugios del bosque tropical lluvioso en México.

En ese sentido contar con un conocimiento adecuado sobre las áreas deforestadas y el ritmo con el que las actividades humanas están transformando los paisajes es clave para transitar hacia formas de manejo que causen un menor impacto. Sin embargo estimar las tasas de deforestación con bajos niveles de incertidumbre, no es una tarea trivial, especialmente cuando se trata de regiones con una intensa dinámica en el uso del suelo que abarcan grandes extensiones (Olofsson et al 2013). Por ejemplo, se ha sobreestimado hasta por un factor de dos a las emisiones de carbono en los trópicos, básicamente por altos errores en la determinación de las áreas deforestadas (Ramankutty et al 2007).

Usualmente en México se ha empleado la cartografía de los tipos de vegetación elaborado por el INEGI, para la estimación de las tasas de deforestación, ésta institución aplica un proceso de fotointerpretación manual y cuenta para ello con un grupo de expertos fotointérpretes con amplio conocimiento del territorio nacional. Uno de los inconvenientes de estos datos es que posee escaso detalle espacial, su escala cartográfica es de 1:250,000 con un área mínima cartografiable de 25 ha, por lo que es poco apropiada para estudios locales en donde se requiere detectar cambios en áreas pequeñas, de ahí que las estadísticas sobre deforestación derivadas de esta fuente deberían ser tomadas con reserva.

Aprovechando la creciente disponibilidad de datos satelitales, otros autores han empleado enfoques completamente automatizados para estimar los cambios en la cobertura forestal, ejemplo de ello son los proyectos Global Forest Change de la Universidad de Maryland (Hansen et al 2013) y el proyecto MadMex desarrollado por personal de CONABIO para monitorear los bosques de México (Gebhardt et al 2014). En ambos casos han logrado obtener mapas de la cobertura forestal para grandes área en tiempo cortos, sin embargo también se ha detectado que sus niveles de incertidumbre no son adecuados para el monitoreo de los bosques con fines operativos (Tropek et al 2014, Mas et al 2016). En gran medida estos niveles de error se han atribuido a: a) las limitaciones de la información espectral para discriminar los tipos de cobertura del suelo y, b) escasa cantidad de datos de campo utilizados para calibrar los algoritmos (Mas et al 2016). En ese sentido aún persiste

el reto de mapear con altos niveles de exactitud, los cambios en la cobertura del suelo en grandes áreas, en tiempos razonables.

Una de las características del cambio del suelo en el sureste de México es que frecuentemente éstos ocurren en áreas pequeñas (aproximadamente una hectárea), por lo que es más probable captar este tipo de alteraciones del paisaje cuando se emplean imágenes satelitales de alta resolución espacial. Bajo estas consideraciones, en este trabajo se empleó un enfoque híbrido (combinación de método automatizado y procesos manuales), para mapear la cobertura del suelo y los cambios en la cobertura del suelo en la Selva Lacandona, durante el período 2005-2015 utilizando imágenes satelitales de alta resolución espacial.

Métodos

Área de estudio.

El área de estudio abarca una extensión aproximada de 1,208,000 ha e incluye prácticamente a toda la región de la Selva Lacandona, sus límites occidentales fueron definidos principalmente por la disponibilidad de imágenes de satélite (ver Figura 1). La delimitación corresponde parcialmente con la región fisiográfica de las Montañas del Norte (Mulleried 1976). Administrativamente incluye a una red de siete Áreas Naturales Protegidas (ANPs) y siete municipios. Las ANPs incluidas son: Nahá, Bonampak, Yaxchilán, Chan-Kin, Lacan-tun, Montes Azules y Metzabok, ésta última solo de manera parcial; en conjunto las ANPs suman una extensión de 414,330 ha. Los municipios incluidos son: Ocosingo, Las Margaritas, La Trinitaria, Palenque, Maravilla Tenejapa, Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas; los últimos tres se encuentran incluidos completamente dentro del área de estudio.

< Insertar acá Figura 1. Mapa de ubicación >

Procesamiento de datos geográficos.

Se compiló un conjunto de imágenes satelitales de alta resolución SPOT de dos períodos, correspondientes a los años 2005 y 2015, se seleccionaron imágenes de buena

calidad con bajos porcentajes de nubosidad y corregidas geométricamente usando métodos de ortorectificación con puntos de control terrestres. Las imágenes SPOT fueron obtenidas a través del proyecto ERMEX el cual ha sido financiado por el gobierno Mexicano (<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/ermex-monitoreo-satelital>). Las imágenes RapiEye son propiedad de la Comisión Nacional Forestal y fueron proporcionados al LAIGE través de un convenio para uso exclusivo en la investigación.

Para la definición del enfoque a emplear en la elaboración de los mapas de cambio, se asumió un supuesto frecuentemente señalado en los estudios de deforestación, las áreas que sufren cambios en la cobertura representan un porcentaje mínimo en relación al total. En ese sentido, el proceso se dividió en dos etapas, la elaboración de un mapa de referencia y la detección de cambios.

Uno de los objetivos centrales del mapa de referencia fue la obtención de un producto con bajos niveles de incertidumbre, verificado con suficientes datos de campo e información auxiliar (por ejemplo mapas históricos). Para su construcción se empleó un enfoque semiautomatizada que consistió en dos etapas: una clasificación automatizada y una fase de postprocesamiento manual. En la etapa de clasificación automatizada se empleó un enfoque orientado a objetos con un algoritmo de clasificación denominado Random Forest (Breiman 2001), el cual debido a su naturaleza no paramétrica, permitió emplear además de los datos derivados de las imágenes satelitales, otras capas auxiliares de diferente naturaleza, tal como mapas de precipitación, temperatura, modelos digitales de elevación, modelos de radiación solar, entre otros. Para ubicar las muestras de entrenamiento se emplearon datos obtenidos de recorridos de campo, del inventario nacional forestal, de colectas del herbario de Ecosur y en áreas inaccesibles, imágenes de muy alta resolución de Google Maps. Con el posprocesamiento manual se verificaron visualmente y corrigieron muchos de las confusiones detectadas en la etapa previa, las áreas en donde las imágenes SPOT presentaban alta nubosidad fueron fotointerpretadas de otras fuentes, imágenes RapidEye principalmente.

Para la detección de cambios se siguió un enfoque similar al propuesto por Desclée et al. (2006), con este fin se generaron objetos conteniendo la diferencia espectral de las imágenes ambas fechas (2005 y 2015), y a partir de sus histogramas se detectaron los

objetos con valores extremos, los cuales representaban áreas sospechosos de haber sufrido un cambio de cobertura. Cada uno de estos segmentos sospechosos fue posteriormente fotointerpretado para confirmar el tipo de cambio.

Con el propósito de realizar una comparación de los resultados, se preparó una versión de los estadísticos de la deforestación usando los mapas de tipos de vegetación de INEGI de las series IV y VI correspondientes a los años 2007 y 2014. Aún cuando representan un período mas corto que el analizado con datos SPOT, proporciona una idea de la diferencias que se pueden obtener como resultado de un cambio en la escala de trabajo.

Finalmente se aplicó la metodología propuesto por Olofsson et al. (2013) para la evaluación del error temático de los mapas de cambio. Ésta evaluación solo se aplicó en la región de Marqués de Comillas (dos municipios \approx 200,000 ha), en donde se observó la mayor cantidad de cambios en la cobertura. Con este fin se calculó el tamaño de muestra proporcional al área de cada clase y se distribuyeron espacialmente 651 sitios utilizando un enfoque aleatorio estratificado. Cada uno de los sitios de validación consistió en un área rectangular de una hectárea. Los sitios se interpretaron manualmente usando dos conjuntos de imágenes de muy alta resolución que incluyeron imágenes pancromáticas SPOT6 (tamaño de pixel 1.6 m), Google Maps y RapidEye (pixel de 5 m) de los años 2005 y 2015-2016. Los datos de validación obtenidos de forma independiente se cruzaron con los mapas de cambios para obtener los estadísticos de error temático.

En todo el proyecto se trabajó con un área mínima cartografiable de 1 ha, y la escala aproximada de los mapas resultantes fue de 1:35,000. Todo el geoprociamiento se realizó empleando software libre R, Python, y QGIS.

Resultados

Los tipos de vegetación y la cobertura del suelo en 2015.

En las tabla 1 se presentan las extensiones de los tipos de vegetación y coberturas del suelo identificadas en la Selva Lacandona para el año 2015. Aunque en la mayor parte del área las elevaciones se encuentran por debajo de los 1000 msnm, algunas porciones del

territorio sobre las Cañadas se elevan por arriba de esta cota, que en sincronía con un régimen de alta precipitación han dado lugar a la presencia de bosques mesófilos y de pino-encino. Éstos últimos se ubican principalmente en el noreste de la Reserva de la Biósfera Montes Azules, en las inmediaciones del sistema lagunar Ocotil- Ojos Azules. Mientras que los fragmentos de bosque mesófilo se localizan a lo largo de la porción occidental del área de estudio (ver Figura 2). Estas dos tipos de vegetación en conjunto representan únicamente el 1.7% de las áreas arboladas.

< Insertar acá Tabla 1. Extensiones de los tipos de cobertura del suelo 2015 >

< Insertar acá Figura 2. Tipos de vegetación y cobertura del suelo 2015 >

Los tipos de vegetación mas extendidas son las Selvas altas y medias, que con mas de medio millón de hectáreas se distribuyen principalmente sobre la porción central de la Lacandona. Las Selvas perturbadas se presentan principalmente en las inmediaciones y hacia el sur de la Laguna Miramar, al parecer este tipo de cobertura es el resultado de incendios forestales ocurridos a principios del siglo. De acuerdo a lo que se observa en la misma tabla, existen aún importantes macizos forestales fuera de las ANPs.

Las sabanas se presentan casi exclusivamente dentro de la Reserva Montes Azules, este tipo de vegetación aparentemente es el resultado de restricciones edáficas, se desarrollan principalmente sobre suelo con drenaje deficiente que permanecen inundados durante la época de lluvia. Debido a que la densidad de árboles es muy baja, frecuentemente se les ha confundido con áreas perturbadas; un fragmento muy importante se localiza entre los ríos Tzendales y Lancantum.

La Reserva Montes Azules claramente la reserva mas importante por su extensión y la cantidad de áreas conservadas, aunque también una de las mas impactadas por las actividades humanas, aproximadamente el 13% de su superficie se encuentra en bajo diferentes condiciones de uso agrícola o como asentamiento humano (ver la Tabla 3 del Anexo).

La figura 2 se destaca la presencia de patrones de uso de uso del suelo marcadamente diferenciados fuera de las ANPs, por lo que en la Tabla 4 del Anexo se presenta la distribución de los tipos de cobertura del suelo por grupos de municipios. Se definieron dos grupos o regiones; la región conocida como Marqués de Comillas que

incluye a los municipios de Marqués de Comillas y Benemérito de las Américas; y el grupo de municipios encabezados por Ocosingo, que incluye además a Maravilla Tenejapa, Las Margaritas y Palenque. Lo que se puede destacar de los datos presentados en la Tabla 4 del Anexo, es que existen aún continuos muy importantes de selvas en buen estado de conservación (como se alcanza a apreciar en las imágenes satelitales), aún que la mayor parte de ella se encuentra en la región de Ocosingo, en Marqués de Comillas solo permanece un escaso 5% de las selvas conservadas identificadas en toda el área de estudio.

También se identificaron en las imágenes 183 asentamientos humanos, 5 de ellos con tamaño propio de los asentamientos urbanos: Maravilla Tenejapa, Zamora Pico de Oro, Benemérito de las Américas, Frontera Corozal y Nueva Palestina.

Deforestación y cambios en la cobertura del suelo

La tabla 2 presenta información sobre los cambios ocurridos en las extensiones de las clases de cobertura del suelo del área de estudio (para consultar por otros niveles de agrupación consultar las tablas 5 y 6 del Anexo), es el resultado de la resta aritmética de las áreas obtenidas en los mapas de ambas fechas. Aplicando esta operación sobre el conjunto de coberturas correspondientes a los tipos de bosque se obtiene un estimador de la deforestación neta, que en este caso asciende a 36,841 ha en un período de diez años. Cabe señalar que la mayor parte de la deforestación (86%) ocurrió fuera de las ANPs, en especial en la región de Marqués de Comillas en donde se presentó el 54% de las pérdidas de cobertura forestal (Ver tabla 6 del Anexo).

La figura 3 es el resultado de aplicar una operación de sobreposición espacial de los mapas 2005 y 2015, la información que presenta corresponde a la deforestación bruta, es decir no se considera la recuperación de cobertura arbórea vía reforestación o regeneración natural. En esta figura se aprecia que la mayor concentración de los cambios ocurrió en la región de Marqués de Comillas como ya se había señalado, pero también se resaltan otros focos de adicionales de deforestación, por ejemplo en las inmediaciones del Frontera Corozal y en la parte norte de la Reserva Lacantum.

<Insertar acá Tabla 2. Cambios en las extensiones de los tipos de cobertura del suelo ocurridos entre 2005 y 2015. Los valores negativos indican pérdida >

< Insertar acá Figura 3. Deforestación en la Selva Lacando >

Comparación con datos de INEGI y evaluación del error temático de los mapas de deforestación.

La figura 4 muestra la distribución espacial de la deforestación de acuerdo a los mapas de INEGI, como puede apreciarse la correspondencia en la ubicación espacial de las áreas de deforestación es limitada (Figura 3). En el período 2007-2014, de acuerdo a INEGI, la deforestación bruta fue de 57,690 ha, mientras que de acuerdo a los análisis realizados en este estudio, la pérdida bruta de cobertura forestal ascendió a 38,360 ha, una diferencia de 19,330 ha.

<Insertar Figura 4. Mapa de Deforestación 2007-2014 elaborado a partir de los mapas de vegetación Series IV y VI de INEGI. >

La exactitud del usuario y la exactitud del productor son dos estadísticos obtenidos de la evaluación del error temático de los mapas de cambio, en el caso de la región de Marqués de Comillas se obtuvieron los siguientes valores 0.98 y 0.97 respectivamente para la clase “deforestación”, en otras palabras, esto significa que los mapas de cambios obtenidos en este proyecto son altamente confiables para detectar la deforestación.

Discusión

Aun cuando aparentemente las tasas de deforestación en México han disminuido en fechas recientes, desafortunadamente en regiones de alta biodiversidad como la Lacandona las tendencias en la pérdida de la cobertura forestal se mantienen. Con fines de obtener indicadores confiables sobre los esfuerzos aplicados para su conservación, los mapas de alta resolución y bajo nivel de incertidumbre resultan una herramienta fundamental que permite conocer la dinámica de los paisajes en este tipo de regiones estratégicas.

Las cifras sobre deforestación obtenidas de las dos fuentes analizadas (38,800 ha vs 57700 ha) son sustancialmente diferentes; tomando en consideración que en el caso de INEGI solo se está midiendo el cambio en un periodo de 7 años, puede afirmarse que la sobreestimación que se produce al emplear los datos de INEGI se debe a la escala de poco

detalle que se emplean en la elaboración de los mapas y que dicha escala no es la adecuada para detectar este tipo de cambios en el paisaje. Como se puede apreciar en los mapas de alta resolución el fenómeno del cambio de uso del suelo se manifiesta de forma sumamente dispersa y en pequeñas áreas.

Por otra parte, resulta cada día mas necesario que los mapas que se utilicen con fines operativos puedan contar con estadísticos que indiquen su nivel de fiabilidad. Con la mayor disponibilidad de fuentes de información sobre la dinámica de la cobertura forestal, los usuarios deben contar con herramientas que les permitan decidir las bases de información mas adecuadas para la toma de decisiones.

Aun cuando estructuralmente las selvas mediadas y altas de la Selva Lacandona comparten, su composición regional es significativamente diferentes, Un análisis de los valores de importancia en Marqués de Comillas y sitios en la cercanía de Bonampak muestra serias diferencias

La propuesta metodológicas para la elaboración de mapas de alta resolución espacial, el método híbrido acá presentado, puede producir resultados altamente confiables, tal como se demostró, sin embargo es necesario continuar mejorando las etapas de procesamiento automatizado, explorando nuevos enfoques de inteligencia artificial que permita acelerar la obtención de resultados, de tal suerte que los productos obtenidos puedan ser empleados en tiempos cercanos al real.

Agradecimientos

A la Agencia Espacial Británica por haber proporcionado los fondos complementarios para la ejecución de este estudio, a través del proyecto “Forests2020: Afinando los sistemas de monitoreo forestal a través de la aplicación mejorada de datos satelitales”

Bibliografía

Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine Learning*. 45(1):5–32.

Cochard, R. 2013. Natural hazards mitigation services of carbon-rich ecosystems. In R.Lal et al. (eds.), *Ecosystem services and carbon sequestration in the biosphere*. Springer Science+Business 221-293.

Desclée B., P. Bogaert, P. Defourny. 2006. Forest Change detection by statistical object-based method. *Remote Sensing of Environment* 102:1-11.

FAO. 2016. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Como están cambiando los bosques del mundo?. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2ª Edición. Roma Italia. 54 p.

Gebhardt S., T. Wehrmann, M.A. Muñoz Ruiz, P. Maeda, J. Bishop, M. Schramm, R. Kopeinig, O. Cartus, J. Kellndorfer, R. Ressler, L. Santos, M. Schmidt. 2014. MAD-MEX: Automatic Wall-to-Wall Land Cover Monitoring for the Mexican REDD-MRV Program Using All Landsat Data. *Remote Sensing*. 6, 3923–3943.

Hansen, M.C., P.V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S.A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S.V. Stehman, S.J. Goetz, T.R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J.R.G. Townshend (2013). High-Resolution Global Maps of 21st Century Forest Cover Change. *Science* 342:850-853.

Mas, J.F., S. Couturier, Paneque-Gálvez, M. Skutch, A. Pérez-Vega, M.A. Castillo-Santiago, G. Bocco. 2016. Comment on Gebhardt et al. MAD-MEX: Automatic Wall-to-Wall Land Cover Monitoring for the Mexican REDD-MRV Program Using All Landsat Data. *Remote Sens.* 2014, 6, 3923–3943. *Remote Sensing*, 8(533):1-14.

Mullerried, F.K.G. 1982. *Geología de Chiapas* (2da edición). Gobierno del Estado de Chiapas. Pp 66-67.

Newbold, T. H., L.N. Andrew, P. Arnell, S. Contu, A. De Palma, S. Ferrier, Samantha L. L. A. Hill, J. Hoskins, I. Lysenko, R. P. Helen, V. Phillips, J. Burton, W. T. Charlotte, S.E. Chng, G. P-H. Di Gao, J. Hutton, M. Jung, K. Sanchez-Ortiz, B.I. Simmons, S. Whitmee, H. Zhang, P. W. Jörn J.P. Scharlemann, A. Purvis. 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the 355 planetary boundary? A global assessment. *Science* 353:288-291.

Olofsson P., G.M. Foody, S. Stehman, C. Woodcock. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment* 129: 122-131.

Ramankutty N, H. Gibbs, F. Achard, R. Defries, J. Foley, R.A. Houghton. 2007. Challenges to estimating carbon emissions from tropical deforestation. *Global Change Biology* 13:51-66.

Sala, E., F.S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker, D.H. Wall. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287:1770-1774.

Tropek R., O. Sedláček, J. Beck J, P. Keil, Z. Musilová, I. Šímová, D. Storch. 2014. Comment on “High-resolution global maps of 21st-century forest cover change”. *Science* 344:981.

Van Vliet, N., O. Mertz, A. Heinemann, T. Langanke, U. Pascual, B. Schmook, C. Adams, D. Schmidt-Vogt, P. Messerli, S. Leisz, J.C. Castella, L. Jørgensen, T. Birch-Thomsen, C. Hett, T. Bech-Bruun, A. Ickowitz, K.C. Vu, K. Yasuyuki, J. Fox, C. Padoch, W. Dressler, A.D. Ziegler. 2012. Trends, drivers and impacts of changes in swidden cultivation in tropical forest-agriculture frontiers: A global assessment. *Global Environmental Change* 418–429.

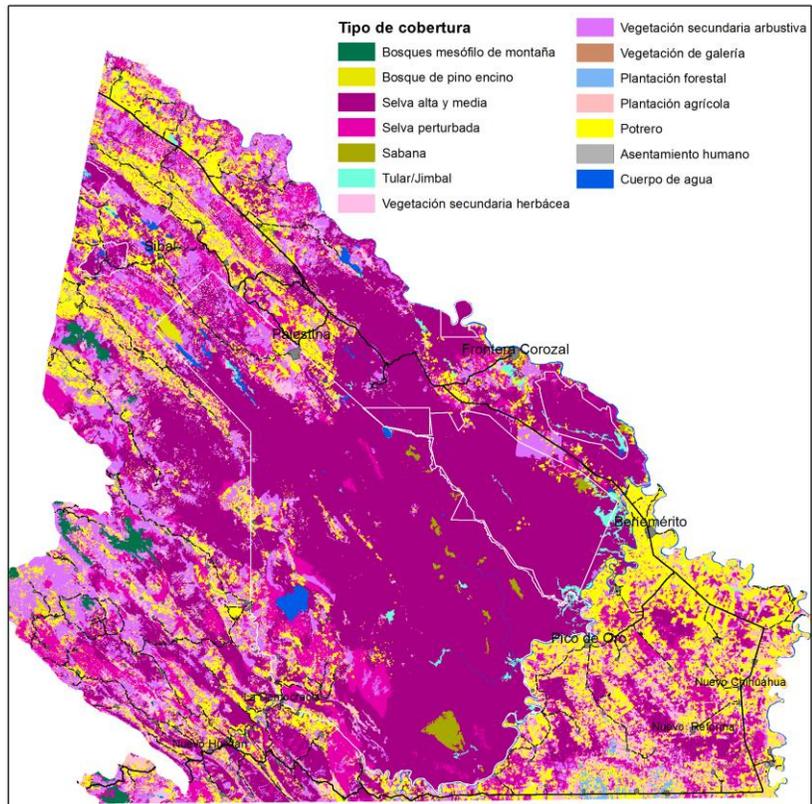


Figura 2. Distribución espacial de los tipos de vegetación y coberturas del suelo en 2015.

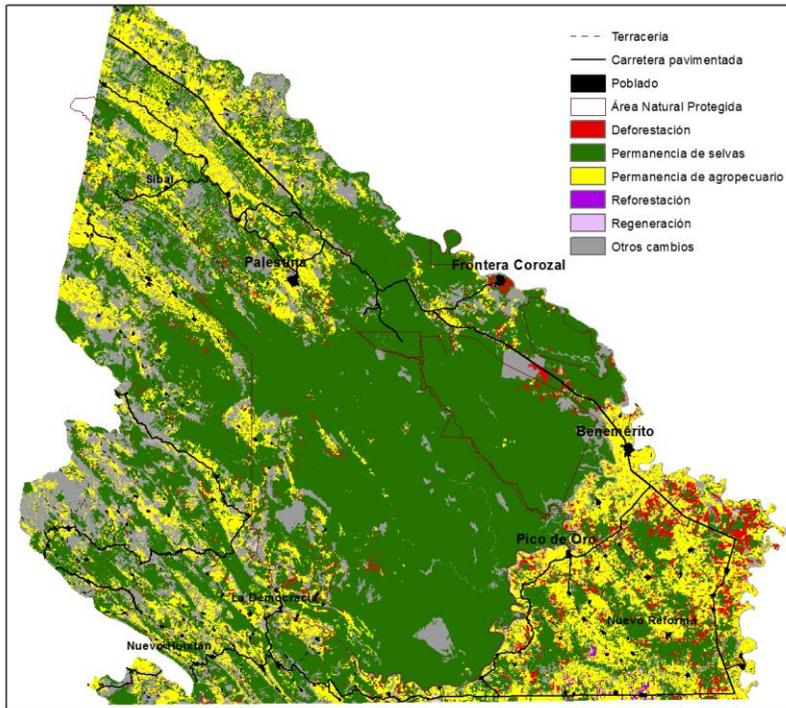


Figura 3. Distribución espacial de las cambios en la cobertura del suelo 2005-2015.

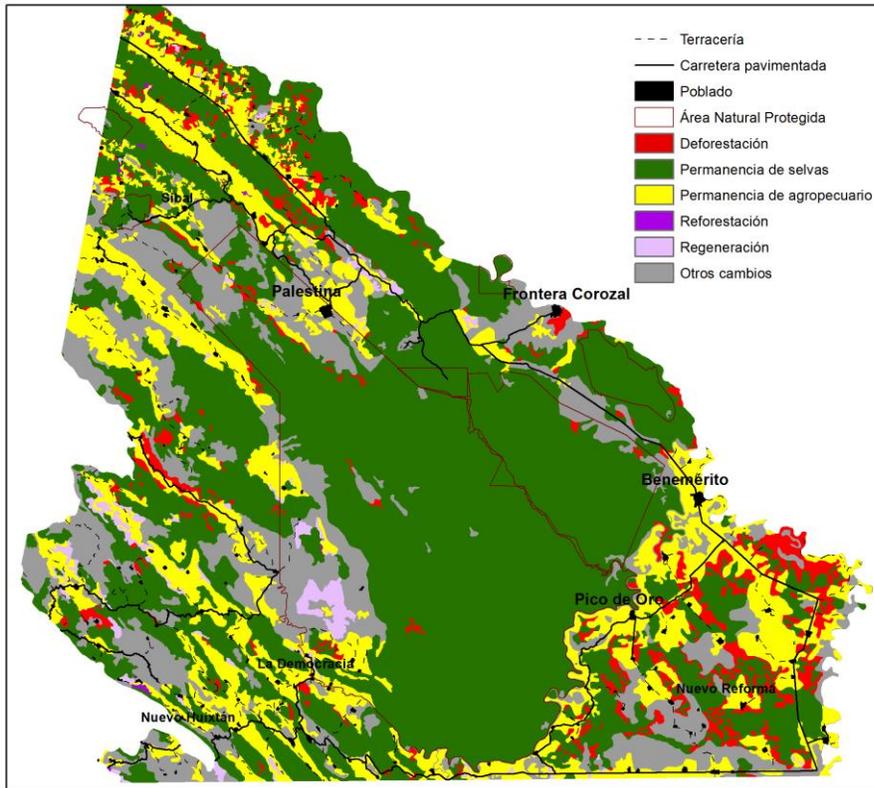


Figura 4. Distribución espacial de los cambios en la cobertura de 2007-2014, según datos de INEGI.

Tablas

Tabla 1. Extensiones de los tipos de cobertura del suelo en 2015.

Tipo de cobertura	Área de estudio		dentro de ANPs		fuera de ANPs	
	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque mesófilo de montaña	8,246	0.7			8,246	0.7
Bosque de pino y encino	3,222	0.3	1,296	0.1	1,926	0.2
Selva alta y media	528,995	43.8	320,247	26.5	208,747	17.3
Selva perturbada	149,255	12.4	29,587	2.4	119,667	9.9
Sabana	5,806	0.5	5,272	0.4	534	0.0
Tular/jimbal	8,178	0.7	4,650	0.4	3,530	0.3
Vegetación secundaria arbustiva	164,304	13.6	21,161	1.8	143,140	11.9
Vegetación secundaria herbácea	102,938	8.5	11,273	0.9	91,663	7.6
Vegetación de galería	723	0.1		0.0	723	0.1
Plantación forestal (hule)	2,633	0.2		0.0	2,633	0.2
Plantación agrícola (palma de aceite)	6,319	0.5		0.0	6,319	0.5
Potrero y agricultura de temporal	201,400	16.7	14,269	1.2	187,127	15.5
Asentamiento humano	6,954	0.6	864	0.1	6,090	0.5
Desprovisto de vegetación	2,553	0.2	133	0.0	2,421	0.2
Cuerpo de agua	16,360	1.4	5,413	0.4	10,949	0.9
	1,207,888	100	414,166	34.3	793,714	65.7

Tabla 2. Cambios en los tipos de cobertura del suelo ocurridos entre 2005 y 2015. Los valores negativos indican pérdida.

Tipo de cobertura	Selva Lacandona		dentro de ANPs	Fuera de ANPs
	ha totales	ha/año	ha totales	ha totales
Bosque mesófilo de montaña	-157	-16		-157
Bosque de pino y encino	-36	-4	-5	-31
Selva alta y media	-18,265	-1,826	-2,935	-15,330
Selva perturbada	-18,383	-1,838	-2,010	-16,373
Sabana	-181	-18	-27	-154
Tular/jimbal	-582	-58	-52	-529
Vegetación secundaria arbustiva	-11,676	-1,168	-610	-11,066
Vegetación secundaria herbácea	5,705	571	1,244	4,461

Vegetación de galería	22	2		22
Plantación forestal (hule)	1,749	175		1,749
Plantación agrícola (palma de aceite)	6,268	627		6,268
Potrero, agricultura de temporal	35,132	3,513	4,398	30,733
Asentamiento humano	113	11	3	111
Desprovisto de vegetación	518	52	26	492
Cuerpo de agua	-228	-23	-31	-197

ANEXO.

Tabla 3. Extensiones de los tipos de cobertura del suelo 2015 por ANP, las unidades son hectáreas.

Tipo de cobertura	Montes					
	Azules	Naha	Bonampak	Lacantum	Chankin	Yaxchilán
Bosque de pino y encino	1,298					
Selva alta y media	241,650	2,424	4,275	58,469	10,731	2,553
Selva perturbada	28,367	258	1	316	444	2
Sabana	4,727		3	515	28	
Tular/jimbal	2,474		12	1,367	719	
Vegetación secundaria						
Arbustiva	19,099	598	8	1,203	56	4
Vegetación secundaria herbácea	10,893	307		10	44	9
Potrero y agricultura de temporal	13,154	90	2	930	58	18
Asentamiento humano	849	16				
Desprovisto de vegetación	99	15	11			
Cuerpo de agua	4,985	136	47	45	101	44
Total	327,596	3,845	4,300	62,810	12,080	2,630

Tabla 4. Extensiones de los tipos de cobertura 2015 fuera de las ANPs por grupos de municipios.

Tipo de cobertura	Ocosingo		Marqués de Comillas		Total fuera ANPs	
	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque mesófilo de montaña	8,246	100			8,246	100
Bosque de pino y encino	1,926	60			1,926	60
Selva alta y media	183,786	35	24,960	5	208,746	39
Selva perturbada	83,806	56	35,858	24	119,664	80
Sabana	534	9			534	9
Tular/jimbal	3,281	40	249	3	3,530	43
Vegetación secundaria	131,322	80	11,818	7	143,139	87

Arbustiva						
Vegetación secundaria						
Herbácea	54,333	53	37,326	36	91,659	89
Vegetación de galería	221	31	503	69	723	100
Plantación forestal (hule)			2,632	100	2,632	100
Plantación agrícola (palma de aceite)			6,317	100	6,317	100
Potrero y agricultura de						
Temporal	110,525	55	76,594	38	187,119	93
Asentamiento humano	4,929	71	1,161	17	6,090	88
Desprovisto de vegetación	1,273	50	1,147	45	2,421	95
Cuerpo de agua	9,145	56	1,801	11	10,946	67
Total	593,327	49	200,366	17	793,693	66

Tabla 5. Cambios en la cobertura del suelo entre los años 2005 y 2015 por ANP

Tipo de cobertura	Montes Azules	Naha	Bonampak	Lacantum	Chankin	Yaxchilán
	ha totales	ha totales	ha totales	ha totales	ha totales	ha totales
Bosque de pino y encino	-4					
Selva alta y media	-2382	-9	-1	-516	-48	23
Selva perturbada	-1866	-6	1	-133	-4	
Sabana				-27		
Tular/jimbal	-20			-33	-3	
Vegetación secundaria						
arbustiva	-619	-14		49	-2	-18
Vegetación secundaria						
herbácea	1230	19		-2		-8
Potrero y agricultura de						
temporal	3673	11		662	57	2
Asentamiento humano	3					
Desprovisto de vegetación	29					-4
Cuerpo de agua	-44					5

Tabla 6. Cambios en la cobertura del suelo entre los años 2005 y 2015 fuera de las ANPs por grupo de municipios

Tipo de cobertura	Ocosingo		Marqués de Comillas		Total fuera ANPs	
	ha totales	ha/año	ha totales	ha/año	ha totales	ha/año
Bosque mesófilo de						
Montaña	-157	-16			-157	-16
Bosque de pino y encino	-31	-3			-31	-3
Selva alta y media	-6,252	-625	-9,077	-908	-15,329	-1,533
Selva perturbada	-5,485	-548	-10,888	-1,089	-16,372	-1,637
Sabana	-154	-15	0	0	-154	-15
Tular/jimbal	-277	-28	-252	-25	-529	-53
Vegetación secundaria						
Arbustiva	-3,452	-345	-7,613	-761	-11,065	-1,107
Vegetación secundaria						
Herbácea	5,225	523	-762	-76	4,463	446
Vegetación de galería	-9	-1	31	3	22	2
Plantación forestal (hule)	0	0	1,748	175	1,748	175
Plantación agrícola (palma de aceite)	0	0	6,267	627	6,267	627
Potrero y agricultura de temporal	10,539	1,054	20,194	2,019	30,732	3,073
Asentamiento humano	33	3	77	8	111	11
Desprovisto de vegetación	101	10	391	39	492	49
Cuerpo de agua	-82	-8	-116	-12	-197	-20

La deforestación en la región lacandona

Ana Fernández-Montes de Oca, Alberto Gallardo-Cruz y Marcela Martínez

Sin lugar a duda la pérdida de la cobertura vegetal es uno de los eventos más catastróficos y conspicuos que existen en el planeta. Dicho evento elimina la producción primaria del ecosistema y acarrea muchos otros procesos de deterioro que transforman por completo el funcionamiento del mismo (Rockström et al., 2009).

Durante los primeros 12 años del siglo XXI México perdió cerca de 24,000 km² de cobertura arbórea. Esta cifra lo ubicó en la posición número 15 (de 180) a nivel mundial y representó una pérdida equivalente al 1.2 % del territorio Nacional (Hansen et al., 2013a). Aun cuando el deterioro alcanza todos los ecosistemas del País, su distribución y los procesos que lo originaron son muy heterogéneos. Este hecho permite ubicar porciones de tierra donde la magnitud de la transformación ha eliminado por completo el ecosistema y otras lo suficientemente bien conservadas como para considerarlas entre las prioridades de conservación a nivel Nacional (Arriaga-Cabrera et al., 2000). Un claro ejemplo de esta situación lo representa la región Lacandona. El área ocupada por esta región (1,321,496 ha) incluye nueve Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales que cubren el 35 % del territorio (CONANP, 2015). La Lacandona es habitada por cerca de 200,000 habitantes (INEGI, 2011) distribuidos en 1,043 localidades fuertemente concentradas en el Noroeste de la región. Originalmente la región estaba cubierta por las comunidades vegetales típicas de las zonas tropicales del mundo. Hoy día, la Lacandona mantiene el último macizo conservado de bosque tropical húmedo de Norteamérica. No obstante, una enorme porción de los bosques originales ha sido degradada o sustituida por zonas agropecuarias que se entremezclan con algunos remanentes de bosque de montaña y distintos tipos de vegetación acuática (INEGI, 2013).

La magnitud de la transformación ha puesto en grave riesgo el equilibrio ecológico y social en la región. Por ello, un primer paso para avanzar hacia la conservación de los ecosistemas consiste en identificar las zonas transformadas y analizar las variaciones de este proceso.

En este sentido, el presente estudio buscó estudiar los patrones espacio-temporales de pérdida de cobertura arbórea en la Lacandona incorporando en el análisis las variaciones

relacionadas con la presencia de ANP o comunidades en la región. El análisis se basó en la información sobre pérdida de cobertura arbórea derivada del conjunto de imágenes LandSat 5, 7 y 8 para el periodo 2000 – 2012 procesadas en la nube mediante Google Earth Engine (Hansen et al. 2013a) para las que se excluyeron a priori las porciones de humedales no arbóreos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para el estudio los árboles se definieron como la vegetación mayor a cinco metros de altura detectada por dichos sensores. La pérdida de cobertura se definió como una perturbación que elimina los árboles de una parcela de 30 × 30 m. El cálculo de la cobertura arbórea y la pérdida anual se basa en el uso de algoritmos iterativos que comparan la información de las bandas de los satélites LandSat con la información calibrada de los sensores Quickbird y MODIS sobre cobertura arbórea a nivel mundial. El procedimiento detallado de esta metodología se puede consultar en Hansen et al. (2013a, 2013b).

La deforestación y sus causas en la Región Lacandona

En la región Lacandona las diversas acciones derivadas del vínculo entre la sociedad y la naturaleza han transformado gravemente el territorio. Estas acciones no sólo eliminan la cobertura vegetal, sino que involucran la pérdida de los aportes que los bosques podrían brindar a la sociedad (Macera, 2002, Lambin et al., 2001; Fals, 2000, Soja 2006, Tomadoni, 2007).

Entre los años 2000 y 2012 cerca del seis por ciento (1,420 km²) de las pérdidas en cobertura arbórea ocurridas en México tuvieron lugar en la Lacandona. Además de alarmantes, estas cifras significaron la desaparición de al menos 500 millones de árboles y 32 millones de toneladas de biomasa (considerando 3,500 individuos > 3 cm de DAP por hectárea; Stegen et al., 2009).

El área transformada corresponde a su vez al 10.7% de la Lacandona. No obstante, es importante destacar que la deforestación no ha sido homogénea ya que el 86 % ocurrió fuera de los límites de las nueve ANP analizadas.

En toda la región la deforestación alcanzó su menor nivel en 2002 (5,594 ha) y el mayor en 2009 (18,080 ha) (Fig. 1). Los municipios más afectados fueron Marqués de Comillas, Benemérito de las Américas, Maravilla Tenejapa y Ocosingo. De forma paralela, la deforestación al interior de las ANP también incrementó conforme los años (Fig. 1). En el periodo las dos reservas con los valores más altos de deforestación fueron Montes Azules

(3.51 %) y Cañón del Usumacinta (8.72 %). Para las ANP de Metzabok, Chan-kin, Nahá, Yaxchilán y Lacantún, los porcentajes totales de deforestación fueron 1.88 %, 0.41 %, 1.55 %, 0.9 % y 1.05 %, respectivamente (Tabla 1). Un hecho notable fue que la ANP de Bonampak mostró los primeros signos de deforestación hasta el 2012 (0.01 % del ANP).

Tabla 1. Porcentaje de deforestación anual por Área Natural Protegida, 2001-2012

Año	Bonampak	Cañón del Usumacinta	Chan-kin	Lacantún	Metzabok	Montes Azules	Nahá	Yaxchilán
2001	0.00	0.24	0.03	0.10	0.17	0.21	0.10	0.04
2002	0.00	0.38	0.03	0.06	0.03	0.11	0.01	0.01
2003	0.00	0.42	0.01	0.04	0.01	0.23	0.06	0.00
2004	0.00	0.92	0.01	0.06	0.15	0.18	0.13	0.00
2005	0.00	1.61	0.05	0.04	0.09	0.30	0.08	0.00
2006	0.00	0.77	0.01	0.03	0.06	0.24	0.12	0.00
2007	0.00	1.15	0.00	0.23	0.14	0.37	0.07	0.00
2008	0.00	0.81	0.00	0.11	0.27	0.43	0.37	0.01
2009	0.00	0.86	0.09	0.18	0.34	0.49	0.11	0.00
2010	0.00	0.57	0.10	0.10	0.40	0.35	0.20	0.03
2011	0.00	0.40	0.00	0.04	0.09	0.28	0.07	0.00
2012	0.01	0.58	0.08	0.05	0.14	0.33	0.22	0.01
Total	0.01	8.72	0.41	1.05	1.88	3.51	1.55	0.09

En las ANP la mayor parte de la deforestación se genera desde los bordes y crece hacia el interior a partir de la creación de nuevas unidades destinadas hacia la producción agropecuaria (Fig. 2). Desde el interior la deforestación crece por los asentamientos ilegales que expanden el área habitacional y de cultivo.

Más allá de estas cifras, es importante destacar que la conservación de la biodiversidad no depende exclusivamente de la proporción de la superficie protegida, ya que esto no asegura el mantenimiento de la diversidad regional. Otros elementos como la representatividad del ecosistema y las estrategias para mantener el funcionamiento de las ANP deben ser incorporados en la estrategia. (Pressey et al. 2002, Rodrigues et al. 2004, Chape et al. 2005). Al mismo tiempo, hay que considerar la presencia de procesos de deterioro dentro de las ANP que limitan su permanencia a largo plazo, y reducen las posibilidades de conservar la estructura y las funciones de los ecosistemas (Margules y Pressey 2000, Ervin 2003, Hockings 2003).

Las principales causas de la deforestación a nivel mundial se relacionan con el incremento poblacional y con el cambio de la cobertura vegetal hacia terrenos agropecuarios

(Rockström et al., 2009). En la Lacandona estos procesos se suman a las particularidades que le confieren el poseer una de las mayores densidades de habitantes indígenas en el País organizados bajo distintas gobernanzas. Sin lugar a duda el crecimiento poblacional ha jugado un papel fundamental en el proceso de pérdida de cobertura arbórea en la región (Fig. 3). Entre los años 2000 y 2010 el número de localidades aumentó en 8.2 % (958 localidades), mientras que el número de habitantes lo ha hecho en 19.6 % (156,990 habitantes; CONABIO, 2001; 2002). Otro factor a considerar en términos sociales son los cuantiosos atrasos y omisiones acerca del tipo de propiedad en la región. Esta situación debilita la planificación futura en materia de conservación y ordenamiento territorial. Considerar esta situación es crucial puesto que un requisito clave para que las estrategias destinadas a la conservación del capital natural tengan éxito es que los derechos de tenencia de la tierra sean claros y seguros. Al respecto se ha mostrado que clarificar y fortalecer la tenencia de la tierra puede, por sí mismo, reducir considerablemente la deforestación y la degradación. Esto se debe a que la inseguridad en la tenencia suele fomentar la tala de selvas, las dinámicas de acceso irrestricto y el acaparamiento de predios, por lo que, los derechos seguros de tenencia de la tierra sin duda favorecerán la conservación de los bosques y las inversiones en ellos a largo plazo. No obstante, también se debe considerar que contar con derechos seguros no garantiza que los titulares de las tierras no van a talar los bosques y selvas en busca de alternativas más lucrativas (Angelsen et al., 2013). En estos tiempos la conservación de las selvas y bosques de la región Lacandona debiera ser un tema de relevancia Nacional, sobre todo si se consideran las funciones que el ecosistema y su diversidad tienen en los ciclos de ciclos del agua, del carbono y del nitrógeno. Aun cuando desconocemos los efectos sinérgicos entre la pérdida de la cobertura arbórea y el cambio climático sabemos que la deforestación de las selvas húmedas aporta alrededor del 10 % de las emisiones globales de dióxido de carbono (Pan et al., 2011). Esta situación nos confiere una mayor responsabilidad para buscar soluciones encaminadas hacia la conservación y uso sustentable del capital Natural regional.

A la fecha, es evidente que los instrumentos vinculados con la conservación de la biodiversidad han jugado un papel crucial en el mantenimiento de la cobertura original de la región. No obstante, la gran presión poblacional y sus necesidades están siendo cada vez

más exigentes. La complejidad del territorio y los resultados evidenciados aquí, llaman a una solución holística entre la sociedad organizada y el entorno.

Referencias

- Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W. y L. V. Verchot. 2013. Análisis de REDD+ Retos y opciones. CIFOR, Bogor, Indonesia. 471 pp.
- Arriaga-Cabrera, L., Espinoza-Rodríguez, J. M., Aguilar-Zúñiga, C., Martínez-Romero, E., Gómez-Mendoza, L. y E. Loa-Loza. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. Pp. 1-609.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M. e I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360:443-455.
- CONABIO. 2001. Conjunto de datos vectoriales de Localidades de la República Mexicana, 1995. Catálogo de metadatos geográficos. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONABIO. 2002. Conjunto de datos vectoriales de Localidades de la República Mexicana, 2000. Catálogo de metadatos geográficos. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONANP. 2015. Conjunto de datos vectoriales de las Áreas Naturales Protegida julio 2015. México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Ervin, J. 2003. Protected area assessments in perspective. *Bioscience* 53: 819-822.
- Fals B., O. 2000. El territorio como construcción social, *Revista Foro*. Colombia.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, et al. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342: 850–53. Datos disponibles en: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, et al. 2013b. Supplementary materials for High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342: 850–53. DOI: 10.1126/science.1244693.

- Hockings, M. 2003. Systems for assessing the effectiveness of management in protected areas. *Bioscience* 53: 823-832.
- INEGI. 2011. Principales resultados por localidad. Censo de Población y Vivienda 2010. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. 2013. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de suelo y Vegetación. Escala 1;1,000,000 Serie V. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Lambin E, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, Bruce JW, Coomes OT, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George PS, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X, Moran EF, Mortimore M, Ramakrishnan PS, Richards JF, Skanes H, Steffen W, Stone GD, Svedin U, Veldkamp TA, Vogel C, Xu J (2001) The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Env. Change*.
- Masera O. 2002. Bosques y cambio climático en América Latina: Análisis y perspectivas. En Leff E; Ezcurra E; Pisanty I, Romero P (Comps.) *La Transición hacia el Desarrollo Sustentable, Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Margules, C.R. y R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., et al. 2011. A large and persistent carbón sink in the world's forests. *Science* 333: 988-992.
- Pressey, R.L., Wish, G.L., Barret, T.W., y M.E. Watts. 2002. Effectiveness of protected areas in northeastern New South Wales: recent trends in six measures. *Biological Conservation* 106: 57-69.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M., Boitani, L., y T.M. Brooks. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428:640-643.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart Chapin, A., et al. A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472-475.
- Soja, E. 2006. *Postmetrópolis: estudios críticos sobre las ciudades y las regiones*. Madrid: Ed. Traficantes de Sueños.

Stegen, J.C., Swenson, N.G., Valencia, R., Enquist, B.J. y J. Thompson. 2009. Above-ground forest biomass is not consistently related to wood density in tropical forests. *Global Ecology and Biogeography* 18:617–625.

Tomadoni, C. 2007. A propósito de las nociones de espacio y territorio. *Gestión y Ambiente*.

Pies de figura

Figura 1. Deforestación en Áreas Naturales Protegidas de la región lacandona, 2000-2012.

La primera gráfica muestra el total de la deforestación en las ANP. La línea continua representa la deforestación en hectáreas y la línea punteada la deforestación en porcentaje. ¹ANP cuya deforestación supera 500 hectáreas en algún año del periodo de estudio; ²El porcentaje de deforestación llega al 100 %.

Figura 2. Deforestación en la región lacandona, 2000–2012. El color verde limón indica las zonas boscosas al año 2000, el color rojo es la deforestación del periodo 2001-2012. En color azul está delineada la Región Lacandona y en color verde, se delinean las nueve ANP de la Región.

Figura 3. Crecimiento poblacional en la región lacandona 1995, 2000 y 2010. El color verde limón indica las zonas boscosas al año 2000, el color rojo es la deforestación del periodo 2001-2012. En color azul está delineada la Región Lacandona y en color verde, se delinean las nueve ANP de la Región. Los puntos negros representan la población por localidad y sus tamaños se asocian a cinco clases determinadas por el número de habitantes (<2500, 2500-15000, 15000-50000, 50000-100000, >100000).

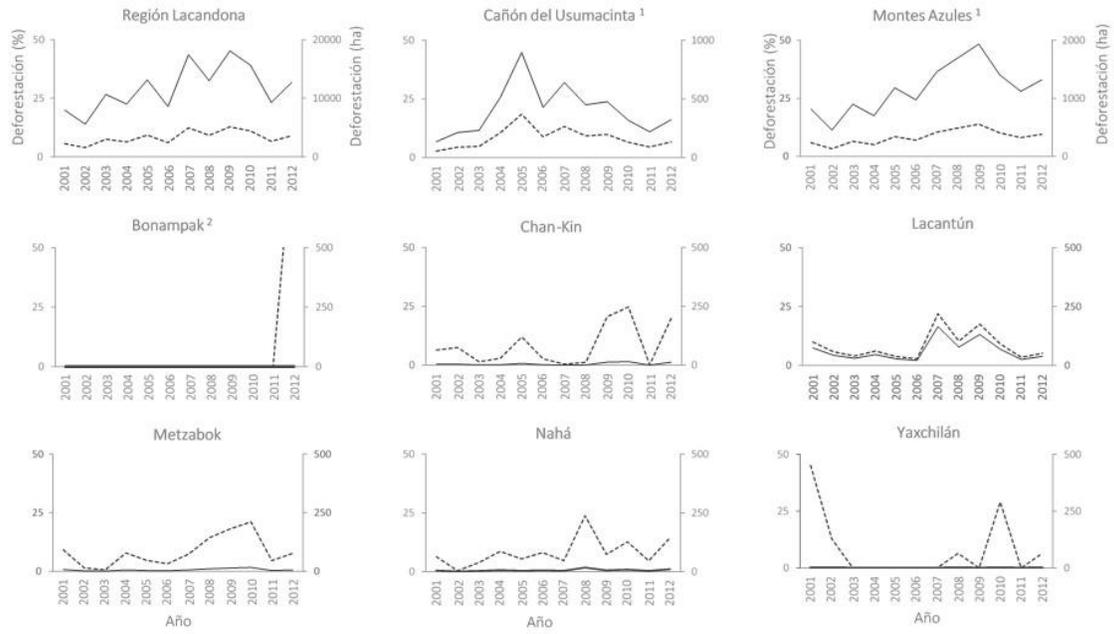


Figura 1

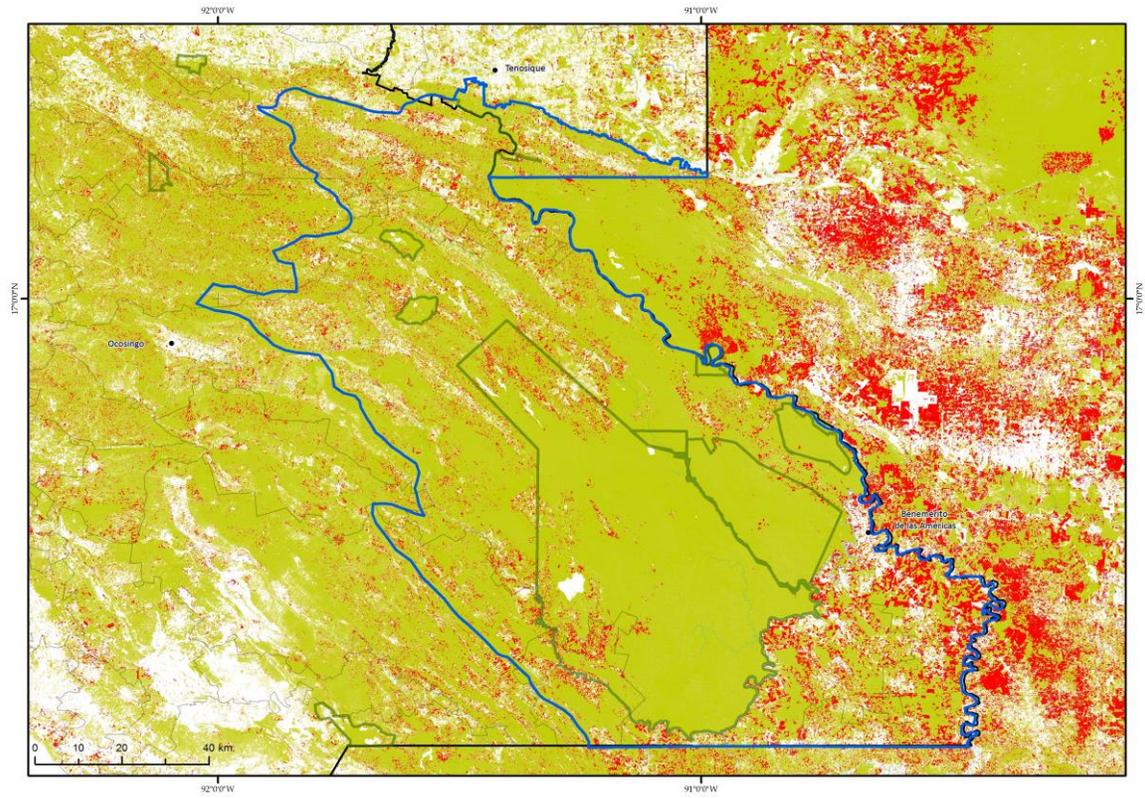


Figura 2

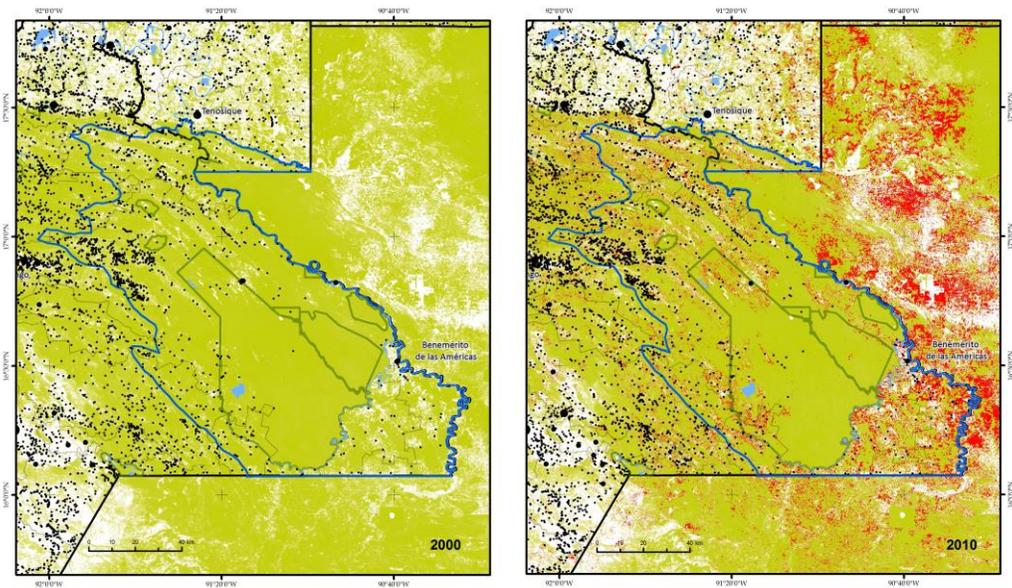


Figura 3



Dirección Frontera Sur Istmo y Pacífico Sur

**Programa de Restauración para la Reserva de la
Biosfera Montes Azules.**

Programa de Restauración

Índice

	Página
Introducción	3
Antecedentes	4
Objetivos	7
Fundamento legal	8
Justificación	12
Metodología de restauración para la Reserva de la Biosfera Montes Azules	13
Sitios en procesos de restauración en la REBIMA	15
Acciones y metas	27

1.- Introducción

Históricamente los recursos naturales han sido frecuentemente afectados por múltiples actividades y factores, como el cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería, tala clandestina, cacería furtiva, extracción de flora y fauna silvestre, los incendios forestales, entre otros. En la actualidad, existen otros factores que se suman a los que históricamente se presentan, entre ellos: cambio climático, incendios forestales, deforestación, enfermedades y plagas forestales, urbanización y desarrollo de infraestructura, narco producción y narcotráfico, impacto potencial de la biotecnología y degradación de tierras ¹

Actualmente las reservas son establecidas principalmente para la protección de la biodiversidad biológica, incluidos los ecosistemas, las asociaciones biológicas, las especies y las poblaciones. La función básica de las reservas es salvaguardar los elementos de la diversidad biológica de los procesos que amenazan su existencia en la naturaleza ². El mantenimiento o incremento de estos espacios naturales es también imprescindible por su importancia en la generación de diversos servicios ecosistémicos como: el mantenimiento de la biodiversidad, la protección de cuencas, la protección de hábitats, la captación de agua, la protección contra la erosión, la provisión de beneficios como relacionados con el bienestar de las personas (recreación, turismo, generación de conocimiento), además de reducir la vulnerabilidad a fenómenos adversos como degradación de suelos, desertificación y cambio climático ³.

En México, a nivel del gobierno federal, este precepto es atendido por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), cuya misión es “conservar el patrimonio natural de México mediante las áreas naturales protegidas y otras modalidades de conservación”⁴.

Cuando se establecen ANP, se parte del supuesto de que las reservas designadas serán protegidas a perpetuidad, y que sus valores: biodiversidad, servicios ambientales, culturales, etcétera, se mantendrán a través del tiempo. Sin embargo, las ANP difícilmente contienen ecosistemas conservados e inalterados y desafortunadamente en distintas partes del mundo éstas se encuentran en riesgo o están perdiendo su biodiversidad y hábitats.

La restauración ofrece un mecanismo de detener y revertir la degradación de los ecosistemas. En particular en las ANP, la aplicación ideal de la restauración debería enfocarse, en primera instancia, en proteger eficientemente las zonas núcleo y favorecer el manejo de los ecosistemas bajo condiciones de mínima intervención. Esta acción preventiva debe proceder a cualquier esfuerzo de restauración; no obstante, cuando las características ecológicas de un área natural protegida han sido demeritadas drásticamente, éstos deben ser restaurados ⁵

El presente documento contiene el programa de restauración en la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA), área natural protegida a cargo de la CONANP. Las acciones a realizar toman en consideración las recomendaciones señaladas en el documento “lineamientos para una estrategia de restauración en áreas naturales protegidas”, además de alinearse al programa de manejo de la REBIMA. Se presenta el caso de un sitio en el área núcleo de la REBIMA cuya afectación por actividades antropogénicas dio como resultado la perturbación del área y el cambio de uso de suelo, razón por la cual se considera de gran importancia la recuperación de la vegetación original para de nuevo contar con la funcionalidad del ecosistema en este sitio. La ventaja de este programa es que se pueden incluir otras áreas que requieran restauración asistida dado que la metodología utilizada es factible de replicar cuantas veces sea necesario.

¹ CONANP/SEMARNAT, 2013.

² Margules y Pressley, 2000.

³ CONANP/SEMARNAT, 2013.

⁴ CONANP/SEMARNAT, 2007

⁵ CONANP/SEMARNAT, 2013

2.- Antecedentes

La Zona de Protección Forestal y Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules, fue decretada el 12 de enero de 1978, en el Diario Oficial de la Federación, incluyendo una superficie de 331,200 hectáreas, en el sureste del estado de Chiapas. En 1989 se decretó a nivel estatal el Acuerdo Declaratorio de Área Restringida a los aprovechamientos forestales y faunísticos en la Reserva Integral de la Biosfera Montes Azules en los municipios de Ocosingo y Margaritas⁶.

En la REBIMA se han desarrollado estudios de ciencia básica para la investigación de las diferentes maneras y formas en que se puede promover la restauración en ecosistemas del trópico húmedo. Destaca las investigaciones que ha realizado el doctor Samuel Israel Levy Tacher, investigador del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en el estado de Chiapas, cuyas investigaciones han producido nuevos enfoques para afrontar añejos retos ecológicos y sociales, integrando el conocimiento indígena tradicional con el conocimiento científico mundial para la restauración de bosques en la región de la Selva Lacandona.

Los estudios de los investigadores de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Bernardus de Jong y Susana Ochoa-Gaona, del Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad mediante el análisis de bosques en sucesión con 3 mil 118 registros en 193 parcelas de muestreo establecidas en la Selva Lacandona contribuyeron a analizar el efecto de la conservación de bosques y la regeneración de los bosques secundarios —aquellos en que los árboles crecen nuevamente en terrenos deforestados— a lo largo 43 regiones de América Latina⁷.

Por otra parte, se tienen registros de proyectos integrales de restauración en la selva Lacandona, en los que se ha generado esquemas de inversión en diferentes modalidades con las comunidades que ahí habitan. En febrero de 2011, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el gobierno del estado de Chiapas a través de la Secretaría de Medio Ambiente presentaron la Iniciativa de Reducción de Emisiones (IRE) en la región en la que se propone una estrategia de intervención mediante un listado de actividades a implementar en el área para hacer frente a la deforestación y degradación. La estrategia propone actividades de conservación y aprovechamiento sustentable en la superficie con selva para evitar su pérdida y degradación; también contempla actividades para intensificar y mejorar la producción en superficies transformadas y propone la restauración ecológica de algunos terrenos estratégicos (riberas de los ríos y arroyos) para recuperar la conectividad biológica de selvas fragmentadas.

Desde 2007 y en 2010 se creó el Programa Especial para la Conservación, Restauración y Aprovechamiento Sustentable de la Selva Lacandona, en el estado de Chiapas (PESL) que busca establecer estrategias eficientes para conservar la cobertura remanente, recuperar áreas degradadas, mejorar el suelo y el agua, así como general empleos e ingresos.

Es importante precisar que a pesar de que se tienen importantes referencias de inversión en la selva lacandona para promover la restauración de sitios degradados, es complicado encontrar los resultados obtenidos debido a que posiblemente no están documentados o bien, la información es dispersa y no está accesible al público en general. De manera general, se puede decir que en la selva lacandona se ha generado esquemas de restauración que obedecen básicamente a dos objetivos diferentes: ecológica y productiva.

⁶ INE, 2000

⁷ ECOSUR, 2016

Causas directas de la deforestación y degradación en la selva lacandona

Deforestación y degradación por ganadería extensiva. La ganadería extensiva se ha mantenido bajo una inestabilidad financiera y comercial constante. Aunado a lo anterior, la asistencia técnica que se ha dado a los productores ha sido de baja o nula calidad lo que ha impedido el desarrollo técnico-productivo de estos sistemas y por ende, se ha mantenido una productividad y rentabilidad muy marginal que continúa siendo una opción de ahorro para los dueños. Lo anterior ha dado como resultado la deforestación progresiva de grandes espacios de selva alta y de su degradación por invasión del ganado en áreas forestadas (no muy frecuentes en esta región), perdiendo diversidad del sotobosque e impactando sobre la calidad de la estructura del suelo por apisonamiento. La falta de una política definida que permita orientar el futuro de la ganadería en la región hacia formas menos extensivas, en la que se le dé prioridad al peso del animal en lugar del número de cabezas, ha generado y mantenido una severa contradicción entre la importancia real de la actividad y su falta de sustentabilidad y viabilidad económica, limitando severamente las posibilidades de intensificación de la actividad. La extensión de la ganadería en la región ha agudizado la presión sobre la superficie forestada, expresado básicamente en la deforestación de grandes espacios para el establecimiento de potreros, ya que por la naturaleza del sistema productivo empleado se requiere gran cantidad de terreno para mantener cada animal, no hay rotación planificada en los potreros y el productor a pesar de tener un conocimiento práctico, no ha desarrollado una concepción que le permita aprovechar las ventajas de mantener parcialmente la vegetación original o incluso plantas inducidas, con el fin de mejorar la productividad primaria y secundaria de sus potreros. La deforestación por ganadería ha sido un fenómeno presente durante los últimos años, siendo la principal dinámica activa en todos los municipios salvo en Benemérito de las Américas, donde el reciente proceso de expansión del cultivo de palma africana se ha traducido en una intensa deforestación. En este municipio la deforestación se ha visto desplazada de la ganadería a la agricultura. Además, muchas áreas de potrero han sido transformadas, a su vez, en plantaciones de palma. A pesar de los esfuerzos de instancias como la CCRB para promover la ganadería silvopastoril que implica menor impacto sobre la selva no se ha logrado la intensificación de la actividad en grandes extensiones del territorio del AISE.

Deforestación por agricultura. Las prácticas extensivas en la agricultura han promovido el uso de suelo y degradación de la selva. Se trata de una actividad de semi-subsistencia rentable en términos de retorno por unidad de trabajo y lo mismo por unidad de superficie, favorecido por el parcelamiento ocurrido en los ejidos. Sin embargo, el uso inadecuado de agroquímicos que contamina los ríos por eutrofización y aunado al uso inadecuado del fuego que impacta negativamente sobre los espacios naturales. Al 2014 según datos del SIAP el principal cultivo fue el maíz, seguido del frijol y en menor superficie los cultivos de calabaza, limón y chile.

Deforestación por palma de aceite. La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) se ha introducido fuertemente en la región durante los últimos años debido al apoyo estatal, específicamente del desaparecido Instituto de Reversión Productiva y Bioenergéticos (IRBIO), que promovió la instalación de procesadoras privadas, otorgo plantas y recursos por hectárea (\$1,000.00 por ha.). Con estas acciones se animó a pequeños productores a incursionar en la palma de aceite principalmente en los municipios de Márquez de Comillas y Benemérito de las Américas. Otros factores que incentivaron su cultivo fue que durante los primeros años del establecimiento de la palma de aceite se coincidió con el alto precio pagado por el fruto y estos no se comparaban a los precios bajos del ganado. Estos factores han implicado una presión importante para la superficie con remanentes de selva ubicados principalmente en los Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas, ya que, años atrás, estos municipios fueron detectados por IRBIO como áreas potenciales para el cultivo de palma, a pesar de la importancia biológica de estas selvas. El tema de la degradación causado por la palma de aceite ocurre por el uso intensivo de agroquímicos que este tipo de cultivos requiere, contaminando el subsuelo

afectando los ríos por eutrofización y provocando la aparición de plagas. Sobra decir que la composición de la flora y fauna desaparece, la palma no podrá de ninguna manera funcionar como conectores biológicos.

Degradación por plantaciones forestales. Un cultivo que se ha extendido en el estado de Chiapas y que comienza a ser una competencia a la ganadería, son las plantaciones forestales de hule (*Hevea brasiliensis*), particularmente Benemérito de las Américas es el municipio que presenta la mayor extensión de este cultivo en el área de interés seguido por Marqués de Comillas (Covaleda et al., 2014). Dependiendo del tipo de productor y de los apoyos existentes para su cultivo y mantenimiento, el hule se establece principalmente en potreros abandonados o subutilizados, sin embargo también se está transformando los acahuales y en menor medida, se tumba para establecer estas plantaciones.

Deforestación y degradación por extracción ilegal de productos maderables y no maderables. La principal causa de selva en la región es la extracción ilegal de madera.

Deforestación por asentamientos irregulares. Se tiene registrado que en la selva lacandona existen casos en los que, mediante engaños, se invitan a las personas a ocupar macizos forestales dentro del área natural protegida de la REBIMA y crear asentamientos irregulares para buscar luego indemnizaciones millonarias para los dueños legítimos.

Poca valorización económica y cultural de los ecosistemas y sus servicios en contraste con los sistemas agropecuarios. Una importante causa subyacente a la deforestación y degradación en la región selva lacandona proviene de la poca valorización de los ecosistemas y los servicios que éstos proveen en contraste con los sistemas agropecuarios. Esta poca valorización de los ecosistemas y sus servicios en los planos económicos y culturales favorece la conversión de áreas con cobertura forestal hacia diversos usos agropecuarios asociados con procesos de deforestación y degradación. En cuanto al aspecto económico, si bien existen algunos mecanismos que explícitamente adhieren un valor económico de los ecosistemas y sus servicios, estos se encuentran por debajo del valor económico de usos alternativos como son la ganadería extensiva o la agricultura.

Acelerado crecimiento poblacional y ocupación territorial dispersa. Se ha identificado al acelerado crecimiento poblacional y la ocupación territorial dispersa como importantes causas subyacentes de deforestación y degradación en la región selva lacandona. Existe un conjunto de mecanismos mediante los cuales un acelerado crecimiento poblacional y la existencia de ocupación territorial dispersa desencadenan procesos de deforestación y degradación. Por un lado, la distribución inequitativa de la tenencia de la tierra y el aumento acelerado de la población resultan en la fragmentación de la propiedad favoreciendo la conversión de áreas naturales a agricultura y ganadería. Estas situaciones en las cuales se han agotado las posibilidades de fragmentación de la propiedad se genera presión hacia el establecimiento de asentamientos irregulares como medio de subsistencia, lo cual genera deforestación y degradación.

3.- OJETIVOS DEL PROGRAMA DE RESTAURACION

Objetivo general: Establecer los lineamientos para que en la Reserva de la Biosfera Montes Azules se planee y ejecute acciones dirigidas a la restauración asistida.

Objetivos específicos:

- 1.- Iniciar los trabajos de restauración asistida en sitios recuperados por el gobierno federal dado que se encuentran en áreas con una alta importancia para la conservación de la biodiversidad que se ubican en la Zona de Uso Restringido y Zona de Protección de la REBIMA.
- 2.- Coadyuvar esfuerzos con grupos organizados, comunidades y demás interesados en desarrollar trabajos de restauración en terrenos agrícolas, acahuales, ribereñas y cuerpos de agua.
- 3.- Realizar trabajos de educación ambiental con pobladores de la REBIMA con especial énfasis en la conservación y valorización de los ecosistemas y su biodiversidad.
- 4.- Coadyuvar esfuerzos de inspección y vigilancia en la REBIMA para minimizar el riesgo de la apertura de nuevas áreas forestales con cambio de uso de suelo.
- 5.- Accionar mecanismos de coordinación interinstitucional para impulsar de manera conjunta la restauración en la REBIMA.

4.- Fundamento legal para realizar acciones de restauración en la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

El fundamento legal de los Lineamientos para una Estrategia de Restauración en Áreas Naturales Protegidas está soportado por diversas leyes y reglamentos, en virtud de que éstas ANP forman parte de los territorios en que el Estado mexicano ejerce su jurisdicción, por lo que le aplican las leyes federales ambientales y de recursos naturales que existen en la materia, como son: la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el Reglamento de la misma ley en Materia de Áreas Naturales Protegidas; la Ley General de Vida Silvestre; la Ley de Aguas Nacionales; y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Asimismo, para las atribuciones específicas al interior de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) se habrán de atener a lo que consigna el Reglamento Interno de SEMARNAT en su apartado relativo a la CONANP (Cuadro 2).

INSTRUMENTO LEGAL	ARTICULO	OBSERVACION
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	1 fracción I, V, y VII	Señala el ámbito de acción de esta ley reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional.
	2 fracción II	Considera de utilidad pública el establecimiento, protección y preservación de áreas naturales protegidas y zonas de restauración ecológica.
	3 fracción XXXIII	Define 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.
	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.
	21, 22, y 22 BIS	Hace referencia a los incentivos económicos y estímulos fiscales que se otorgan a quien realice acciones para la protección, preservación, o restauración del equilibrio ecológico y los recursos naturales.
	60	Las declaratorias de ANP deberán contener los lineamientos para la ejecución de acciones de preservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales.
	75 BIS	Hace relación a los ingresos que se generen por el otorgamiento de permisos, autorizaciones y licencias en las ANP. Se destinarán a acciones de preservación y restauración de la biodiversidad dentro de las áreas.
	78, 78 BIS, y 78 BIS 1	Establecimiento de declaratorias y programas de zonas de restauración ecológica.
Reglamento de la LGEEPA en materia	5 fracción I (a)	En la administración de ANP se deberá adoptar: I. Lineamientos, mecanismos institucionales, programas, políticas y acciones destinadas a: a) La conservación,

Programa de Restauración

de ANP.		preservación, protección y restauración de los ecosistemas.
	16 fracción VI	Atribuciones del Consejo Nacional de AP, que deberá promover acciones para fomentar actividades de protección y restauración, entre otras.
	18 fracción IV	Señala las funciones de los consejos asesores de las ANP, entre ellas la de promover la participación social en las actividades de conservación y restauración.
	31 y 32	De los instrumentos de coordinación y concertación con los habitantes de las ANP, gobiernos y pueblos indígenas, organizaciones privadas con el fin de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad.
	61	Del establecimiento de sub-zonas de recuperación y su orientación hacia la restauración del área.
	66, 67, 68, 69, 70 y 71	Del establecimiento de zonas de restauración ecológica en ANP, su declaratoria, la elaboración del Programa de restauración, y las funciones de la Secretaría en estas zonas, así como la vigencia de las mismas.
Ley General de Vida Silvestre (LGVVS)	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.
	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.
	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)	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.
	14 fracción BIS	La Comisión Nacional del Agua en coordinación con los Organismos de Cuenca: Concertará acciones y convenios con los usuarios del agua para la conservación,

Programa de Restauración

		preservación, restauración y uso eficiente del agua.
	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.
	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.
	21 fracción VII; 22 fracción II; y 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.
	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.
	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)	1; 3 fracción II, XXII; 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, y declara de interés público regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales.
	12 fracción VIII; 13 fracción XI, XVI y XVIII; 15 fracción XII	De las atribuciones de la federación, los estados y municipios en materia de restauración forestal y de suelos.
	17 párrafo 2º; 22 fracción XVI, XXII, y XXV	De la Comisión Nacional Forestal y sus atribuciones en materia de restauración de los recursos y suelos forestales.
	126 y 127	De la elaboración y ejecución de programas e

Programa de Restauración

		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.
Reglamento Interno de la CONANP	143 fracción I y XI, 144 fracción I, II y VII	De las atribuciones de El Comisionado para dirigir la política administrativa de las ANP y promover la participación social y privada en su conservación y restauración de las ANP. Así como planear y coordinarla ejecución de las políticas y programas, entre los que se cuenta la restauración.
	145 fracción II, III, IV y IX	De las atribuciones de la Dirección General de Operación Regional en materia de coordinación, supervisión, establecimiento de políticas para la ejecución de programas de restauración, ente otros tópicos.
	150 fracción I, IV, XIII, XXVI	De atribuciones de las Direcciones Regionales, con respecto a su apoyo y coadyuva en las diferentes fases de los programas de restauración entre otros temas, que lleve a cabo la Comisión, los estados, municipios o dueños y poseedores.
	150 BIS fracción II	De las atribuciones de las Direcciones de Áreas Naturales Protegidas, con respecto a la supervisión de las acciones que se realicen en materia de restauración, y otras, estén apegadas a los propósitos del ANP y conforme a los ordenamientos legales aplicables.

5.- Justificación.

Programa de Restauración

El programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules considera en el componente de los recursos naturales (apartado 9.1) la RESTAURACION ECOLOGICA (Subcomponente 9.1.3). Uno de los retos que se tiene en la conservación de los recursos naturales de la Reserva y su periferia, es el de regresar a lo más natural posible las condiciones biológicas originales en diferentes áreas que ya han sido degradadas o perturbadas por alguna contingencia ambiental, como incendios, inundaciones o incluso como consecuencias de la perturbación de actividades humanas en los ecosistemas originales. Esta tarea incluye determinar el grado de impacto de cada área, su condición presente y potencial futura, para así determinar el tipo de tratamiento que se requiera para implementar técnicas de restauración de suelos, cuencas y ecosistemas en general. Aunque éste es un proceso largo, se requiere de la participación local e interinstitucional para lograr el éxito deseado, ya que algunas áreas necesitarán tratamientos para regresarlas a la producción, pero mediante técnicas de uso que tengan como fin el uso sustentable de los recursos naturales. Entre las actividades encaminadas a la restauración ecológica están la de repoblación vegetal, reforestación, control de especies inhibidoras del proceso sucesional, manejo sustentable de los recursos naturales y prácticas físicas de control de incendios forestales. Por lo anterior, es importante contar con un programa de trabajo en el que se pueda incluir tanto las herramientas metodológicas para restauración de los sitios identificados, como para darle seguimiento a dichas acciones.

Como medida que soporta las acciones de restauración en la Reserva de la Biósfera Montes Azules, desde el año 2004 se han realizado acciones financiadas a través del Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable (PROCOCODES) antes PRODERS, el Programa de Empleo Temporal (PET) hasta el año 2016, así como acciones vinculadas al Programa de Educación Ambiental de la reserva, mediante la implementación de campañas de reforestación. A través de estas acciones se ha atendido un total de 13 localidades pertenecientes a los municipios de Ocosingo y Maravilla Tenejapa, con una superficie total de 1,413.75 hectáreas en procesos de restauración. Cabe destacar, que se da atención especial a aquellas áreas que fueron recuperadas mediante procesos de reubicación de asentamientos humanos que se encontraban de manera irregular en los sitios conocidos como Sol Paraíso, Santa Cruz y Laguna El Suspiro. Sitios en los que se han implementado acciones de restauración que, acompañadas de los programas de vigilancia y monitoreo biológico, están contribuyendo a la recuperación de los procesos ecosistémicos de la reserva.

TABLA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DESTINADOS A LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN EN LA REBIMA

Programa de Restauración

Año	Localidad	Municipio	ANP	Superficie	Especie	Densidad plantas/ha
2004	Frontera Corozal	Ocosingo	RB. Montes Azules	5	Cedro	600
2005	Emiliano Zapata	Ocosingo	RB. Montes Azules	64	Cedro, caoba.	600
2007	Lacanja Chansayab	Ocosingo	RB. Montes Azules	35	Cedro	600
2009	Frontera Corozal	Ocosingo	RB. Montes Azules	200	Cedro, caoba, ceiba, bari, maculis	600
2009	Lacanja Chansayab	Ocosingo	RB. Montes Azules	300	Cedro, caoba, ceiba, bari, maculis	600
2009	Nueva Palestina	Ocosingo	RB. Montes Azules	220	Cedro, caoba, ceiba, bari, maculis	600
2009	La Democracia	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	100	Cedro, caoba, ceiba, bari, maculis	600
2010	Frontera Corozal	Ocosingo	RB. Montes Azules	80	Cedro, caoba, maculis	600
2010	Nueva Palestina	Ocosingo	RB. Montes Azules	80	Cedro, caoba, maculis	600
2010	Lacanja Chansayab	Ocosingo	RB. Montes Azules	80	Cedro, caoba, maculis	600
2011	Nueva Palestina	Ocosingo	RB. Montes Azules	5	cedro	600
2011	Agua Azul	Ocosingo	RB. Montes Azules	15	cedro	600
2013	Plan de Ayutla	Ocosingo	RB. Montes Azules	45.5	Cedro, Caoba	600
2013	Plan de Ayutla	Ocosingo	RB. Montes Azules	27.5	Cedro, Caoba	600
2013	Nuevo Sabanilla	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	17.5	Cedro, Caoba	600
2013	San Caralampio	Ocosingo	RB. Montes Azules	30	Cedro, Caoba	600
2016	Taniperla	Ocosingo	RB. Montes Azules	27	Cedro, caoba, maculis	600
2016	San Caralampio	Ocosingo	RB. Montes Azules	79	Cedro, caoba, maculis	600
2017	La Democracia	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	0.5	Zapote de Agua	600
2018	Predio Sol Paraíso Las RUINAS	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	2	Amargoso	600
2019	San Felipe Jataté	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	0.25	Zapote de Agua	600
2019	Maravilla Tenejapa	Maravilla Tenejapa	RB. Montes Azules	0.5	Cedro	600

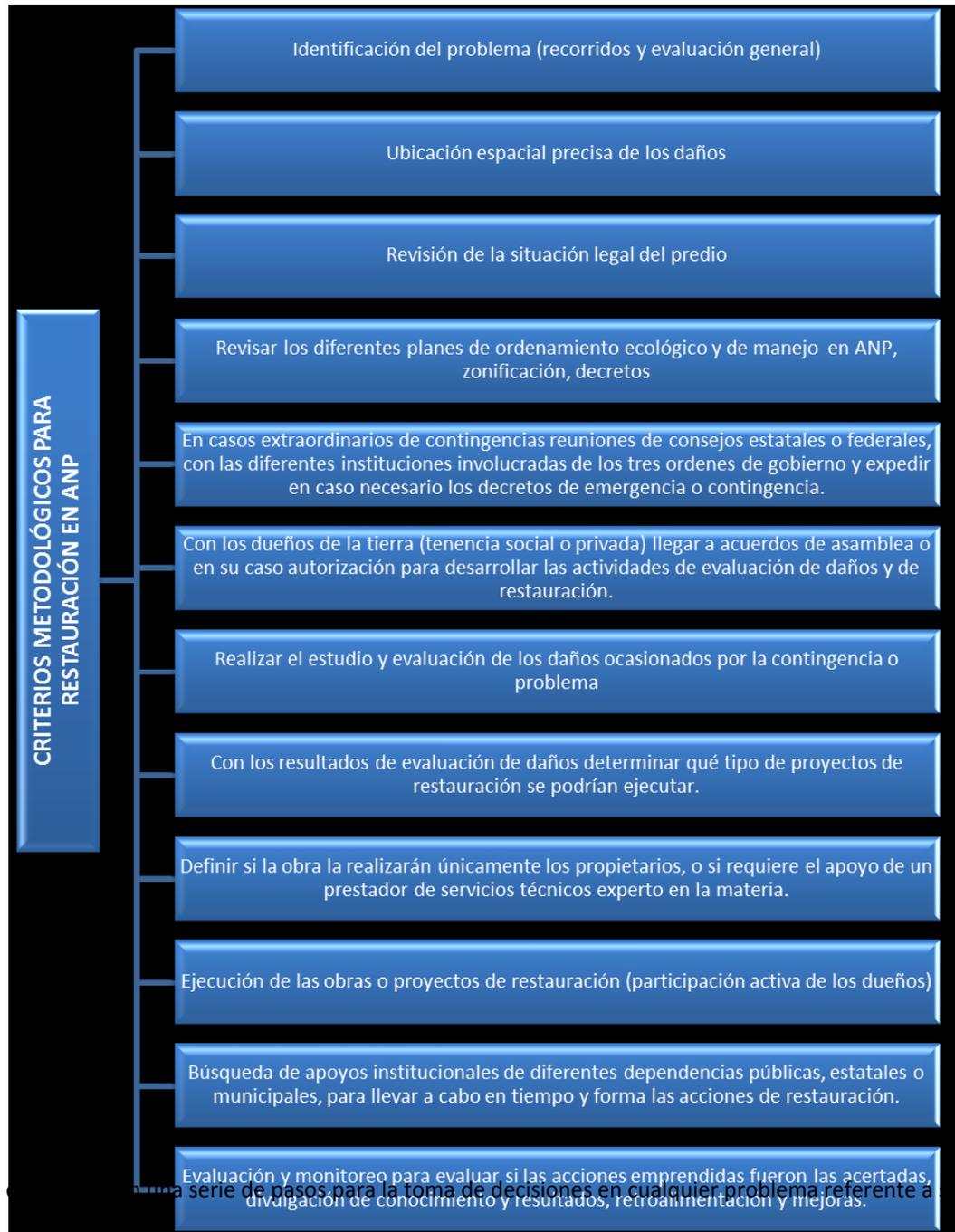
TOTAL DE SUPERFICIE

1414

6. METODOLOGIA DE RESTAURACIÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES AZULES.

Programa de Restauración

Se realizó un análisis de las diferentes estrategias de restauración para identificar la más adecuada, en este contexto, se hizo una revisión documental acerca de la restauración en la selva lacandona y se encontró que todos los trabajos que se han realizado tienen un común denominador: la selección de especies de acuerdo a las características del sitio a restaurar. Aunado a lo anterior, la estrategia de trabajo incluye una conceptualización de la problemática que originó el deterioro del lugar y por ello se considera también su protección para garantizar el éxito de la restauración. La comisión nacional de áreas naturales protegidas considera los criterios y secuencias metodológicas para la restauración en las ANP del país.



Así mismo se
ANP.

Programa de Restauración



7.- SITIOS EN PROCESO DE RESTAURACION EN LA REBIMA.

7.1.- Las Ruinas. El predio denominado las “Las Ruinas” se ubica en el área núcleo de la REBIMA cuya afectación por actividades antropogénicas dio como resultado la perturbación del área y el cambio de

Programa de Restauración

uso de suelo, razón por la cual se considera de gran importancia la recuperación de la vegetación original para de nuevo contar con la funcionalidad del ecosistema. Se encuentra en la porción Sur Oeste de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en la subregión denominada Miramar, se encuentra a 304 msnm, en las coordenadas geográficas UTM 0695459, 1791549.

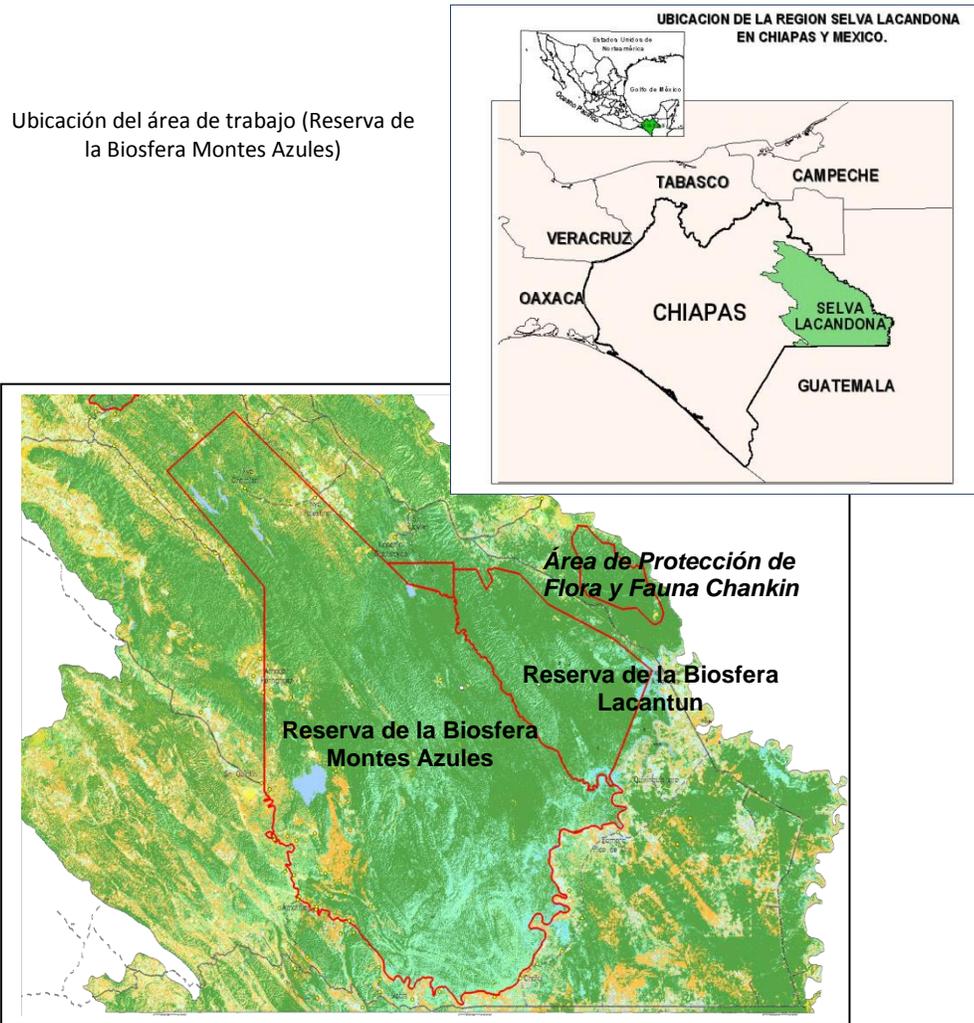


Figura No. 1 Ubicación de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.



Figura No. 1 Mapa de localización del sitio “Las Ruinas” y “Sol paraíso” en la REBIMA

Dicho predio se encuentra dentro de la zona de protección de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, siendo una de las áreas de la reserva mejor conservadas en donde se encuentran representados sistemas riparios, selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, además de jimbales. En esta zona se pueden encontrar especies en peligro de extinción como la guacamaya roja (*Ara macao*), tapir o danta (*Tapirus bairdii*) y jaguar (*Panthera onca*). De acuerdo al programa de manejo de la REBIMA, en esta zona se desarrollaran acciones para la protección de los ecosistemas representativos, de sus procesos ecológicos y del germoplasma que contienen, así como la realización de investigación científica no manipulativa, que servirán como eje para poder evaluar los cambios ocasionados por el uso humano de ecosistemas similares. Las actividades permitidas son para la protección, educación y la investigación científica fundamentalmente del tipo básico. No se permite el cambio de uso de suelo, la cacería y recolección de especies silvestres y subproductos forestales, la tala de árboles, la introducción de especies exóticas, el uso del fuego, las actividades agropecuarias, la explotación de recursos renovables y no renovables, los asentamientos humanos, los caminos y las líneas de conducción, así como el tránsito sin previa autorización⁸

El sitio denominado “Las Ruinas” forma parte de un predio recuperado por el estado mexicano denominado “Sol paraíso” debido a que en años anteriores se encontraba establecido en ese lugar un asentamiento irregular. Posteriormente, fue sujeto de rehabilitación; sin embargo durante el 2016 se encontraron evidencias del inicio de actividades agrícolas, al parecer por personas que se habían retirado del área. Por lo anterior, de varios años atrás y hasta la fecha la CONANP a través de la dirección de la Reserva de la Biosfera Montes Azules mantiene una ruta de inspección y vigilancia hacia

⁸ Programa de manejo, Mayo 2000.

Programa de Restauración

dicho predio para mantener el control del sitio. El acceso al lugar se ubica en el Ejido San Vicente, Mpio. De Maravilla Tenejapa, a través de un camino de brecha que se continua en medio de la montaña en un transecto de aproximadamente 3 horas de camino.

7.1.1 Diagnóstico del sitio.

El sitio denominado las “Ruinas”, se encuentra en la parte sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules la cual se le denomina Cordón Chaquistero. Se tiene registro de que el sitio fue ocupado ilegalmente por una familia que ingreso a este sitio y ocupo el lugar por varios años. En el año de 1999 el estado mexicano con fundamento legal en la ley general de protección al ambiente (LEGEPA), y demás estatutos aplicables, reubico a las personas que ocupaban dicho lugar. Las consecuencias de dicha ocupación resultaron en una afectación de aproximadamente 7 hectáreas de selva alta que fueron derribadas para convertirlas en una zona agrícola y ganadera. En ese mismo año, el gobierno federal en conjunto con Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., CONABIO y CONANP iniciaron trabajos de restauración de dicho sitio (y otras áreas que fueron recuperadas) con el objetivo de devolver la funcionalidad del ecosistema en el menor tiempo posible. Para ello se puso en marcha un programa de restauración y vigilancia comunitaria para fortalecer las acciones de protección de los recursos naturales. Sin embargo, en año de 2015 se detectó la re-invasión del predio por personas desconocidas que de manera voluntaria desocuparon el lugar dos años después. La regeneración natural que en el predio se había logrado fue inmediatamente desechada.



Foto 1. Sitio Las Ruinas en el año 2015. Sustitución de selva alta por pastizales para pastoreo de ganado vacuno.



Foto 2. Sistema de agro-cultivo establecido en el predio las “Ruinas”

La CONANP a través de la dirección de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, mantiene vigilancia permanente en el sitio para evitar ilícitos ambientales en dicho lugar. Se ha reportado que hasta el año de 2017 no se ha detectado de nueva cuenta ocupación del lugar por lo que esta área comienza a recuperarse paulatinamente. En recientes visitas al lugar se ha detectado la presencia de especies de fauna como el tapir (*Tapirus bairdii*) que descansa en el lugar. Por otra parte, se ha identificado especies de flora silvestre que comienza a repoblar el lugar.

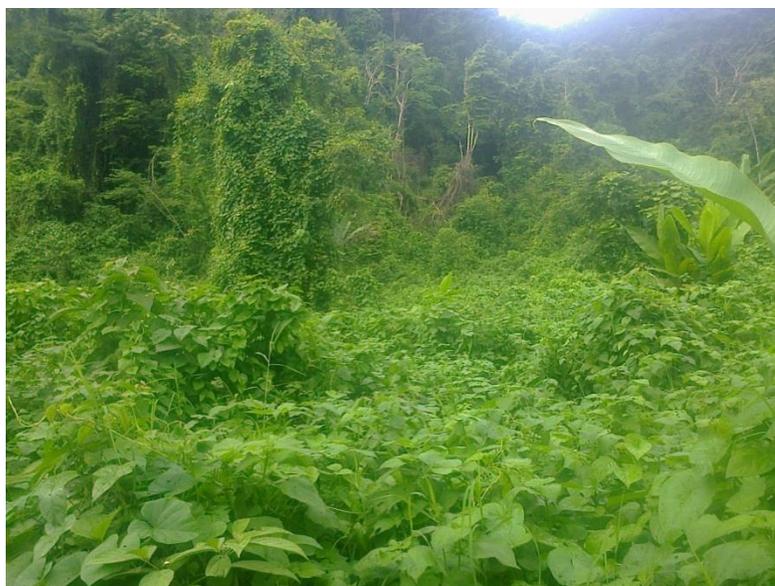


Foto 3. Sitio “Las Ruinas” en el año de 2017. Se puede observar vegetación herbácea que coloniza el lugar.

Programa de Restauración



Foto 4. Sitio “Las Ruinas” en el año de 2017. Se puede observar vegetación herbácea que coloniza el lugar.



Foto 5. Personal de vigilancia comunitaria en coordinación con CONANP en un recorrido de inspección y vigilancia en el sitio “Las Ruinas”

Programa de Restauración



Foto 6. Vegetación herbácea en el sitio "Las Ruinas"



Foto 7. Especies maderables en estado de crecimiento en el sitio "Las Ruinas"

7.1.2 CRITERIOS METODOLOGICOS PARA LA RESTAURACION DEL SITIO "LAS RUINAS".

**1. IDENTIFICACIÓN
Y UBICACIÓN DE LA
ZONA AFECTADA
“LAS RUINAS”**

Se encuentra en la porción Sur Oeste de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en la subregión denominada Miramar, se encuentra a 304 msnm, en las coordenadas geográficas UTM 0695459, 1791549. Se encuentra dentro de la zona de protección, siendo una de las áreas de la reserva mejor conservadas en donde se encuentran representados sistemas riparios, selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia, además de jimales. El área que ocupa las “Las Ruinas” es de aproximadamente 7 hectáreas.

**2. DIAGNÓSTICO Y
VALORACIÓN DE LA
ZONA A RESTAURAR**

Para el año 2017, en el sitio se han encontrado especies forestales en etapa de crecimiento, propias de vegetación conservada y producto de la dispersión natural; aunque la presencia de estas especies es aún dispersa. Los pastos para alimentación del ganado han sido sometidos por especies herbáceas de rápido crecimiento, de igual manera, plantas de maíz y otras de origen exótico han desaparecido del área. En recorridos de monitoreo se tienen registros de especies de mamíferos en peligro de extinción que ocupan el área como descansadero tal es el caso del tapir (*Tapirus bairdii*).

**3. CAUSAS DEL
DISTURBIO**

Un asentamiento irregular en el año de 1998 fue la causa del deterioro del sitio “Las Ruinas”. Para 1999, el estado mexicano reubicó a las familias que ocupaban el lugar y se comenzaron acciones de restauración asistida bajo la coordinación institucional de CONANP-CONABIO. Para el año de 2015, “Las Ruinas” fue nuevamente ocupada ilegalmente por personas no identificadas que posterior a algunos meses se retiraron del lugar. Los cultivos de maíz y frijol impactaron la vegetación que se había recuperado hasta esos años.

4. MARCO LEGAL

El predio “Las Ruinas” se encuentra en el área núcleo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, por lo tanto se encuentra en terrenos nacionales administrados por el gobierno federal a través de la CONANP.

5. ACTORES INVOLUCRADOS EN LA RESTAURACIÓN DEL PREDIO “LAS RUINAS”

Se requiere del involucramiento de al menos una instancia del gobierno federal (CONANP), y resulta ventajoso la participación comunitaria de ejidos circunvecinos al polígono de la reserva federal como coadyuvantes en la vigilancia del sitio para evitar la re-ocupación y para minimizar nuevos asentamientos irregulares. Será de gran utilidad la participación científica y académica de universidades para contar con expertos en biología o ecología de poblaciones para generar propuestas metodológicas de la restauración del sitio así como para documentar la información que se genere de estas acciones.



6. RELACIÓN CON LOS DUEÑOS O PROPIETARIOS

En este caso, “Las Ruinas” es un área ubicada en los terrenos de los bienes comunales lacandones.

7. ACCIONES ESPECÍFICAS DE RESTAURACIÓN

Aunado a las recomendaciones del documento “Lineamientos para una estrategia de restauración en áreas naturales protegidas”, se considera las siguientes acciones específicas (para mayor detalle ver anexo 1.0):

I. Acciones de restauración.

a.- Se hará restauración mediante técnicas de REGENERACION PASIVA Y REGENERACION NATURAL ASISTIDA. Las principales actividades son la eliminación de las causantes de degradación (eliminación del asentamiento humano ilegal en el predio), se aplican cajeteos o limpiezas locales y aclareos para favorecer el crecimiento de los árboles presentes. Estas actividades se pueden hacer porque el suelo no está muy dañado debido a que en el sitio ya no hacen actividades agrícolas ni ganaderas. Existen procesos de regeneración forestal natural tales como los rebrotes de especies vegetales maduras cercanas que proporcionan semillas y albergan animales que las dispersan. Además, existe la ventaja que no se tiene la necesidad de cercar el lugar debido a la ausencia de ganado o grandes herbívoros (Douterlungne y Ferguson, 2012).

b.- Se hará un calendario de colecta de semillas en coordinación con personal de vigilancia comunitaria de la REBIMA. Lo anterior es, tanto para conocer las especies nativas, como para identificar las idóneas para el sitio de acuerdo a sus características. En base a lo anterior, se contará con un cronograma de actividades de acuerdo a la temporalidad de la floración y así poder contar con el germoplasma para la restauración que incluirá plantaciones con estacas, vivero rustico o temporal y restauración pasiva.

II. Generación de información cartográfica.

Se tomarán coordenadas geográficas en diversos puntos del sitio “Las Ruinas” para que, en coordinación con el departamento de sistemas de información geográfica (SIG) de la CONANP, se genere diferentes *shapes* para conocimiento de la vegetación existente, área total y polígono, colindancia con los bienes comunales lacandones y en general para las acciones de seguimiento del proceso de restauración.

III. Vigilancia comunitaria.

El sitio “Las Ruinas” está dentro de las rutas de inspección y vigilancia de la CONANP. Se hace necesario seguir con estas acciones de vigilancia para minimizar el riesgo de que personas intenten ocupar nuevamente el sitio.

IV. Conocimiento para la biodiversidad.

Se documentara los trabajos de restauración a través de la compilación de la información para conocimiento del público en general. Al respecto, se utilizaran formatos especiales para documentar el crecimiento de las especies utilizadas para restaurar el área, así como de su desarrollo, sobrevivencia y demás factores ecológicos implicados. Se establecerán acuerdos con instituciones académicas y centros de investigación interesados en participar en los trabajos de restauración.

V.- Cultura para la conservación.

Se harán eventos alusivos a la conservación de los recursos naturales de la REBIMA con la intención de generar un cambio de actitud entre usuarios y pobladores de esta ANP. Se busca la valorización de los elementos bióticos y abióticos como una estrategia para su conservación, debido a las diversas ventajas que conlleva al ambiente y a la calidad de vida de las personas.

8. FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La restauración requiere de una considerable inversión laboral y económica

I. Acciones de restauración.

Se buscara el financiamiento a través de los programas de subsidio que aplica la CONANP y SEMARNAT para el pago de jornales con los cuales se pueda atender los trabajos de colecta de semillas, construcción de un vivero rustico y temporal en el sitio "Las Ruinas", siembra de las plántulas o estacas o semillas de las especies seleccionadas, resiembra, cajeteos, limpieas locales, aclareos para favorecer el crecimiento y seguimiento en campo de los trabajos que se requieran.

II. Generación de información cartográfica.

Los mapas cartográficos que se requieran para uso y conocimiento de las acciones de restauración de "Las Ruinas", se generaran a través de los técnicos que administran el SIG de la CONANP.

III. Vigilancia comunitaria. Las actividades de vigilancia en el sitio "Las Ruinas" se vienen realizando de manera cotidiana a través del personal técnico que opera en la REBIMA apoyado de vigilantes comunitarios pagados por el Programa de Manejo de Áreas Protegidas (PROMAMP).

Programa de Restauración

9. EJECUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN

Durante el año 2018, se llevó a cabo las acciones y metas para iniciar trabajos de restauración inducida en el predio "Las Ruinas".

10. MONITOREO EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Durante 2019, se planeó el monitoreo del sitio para evaluar el avance de la restauración natural del sitio.

11. SISTEMATIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

Se elaboró un informe final sobre los resultados del trabajo que se realizó en el sitio "Las Ruinas".

12. DIFUSIÓN DE LAS ACCIONES Y RESULTADOS

Las experiencias generadas en dicho trabajo ha servido como plataforma para difundir entre las comunidades la importancia de la conservación de los recursos naturales y la restauración del sitio "Las Ruinas".

Programa de Restauración

Cronograma de actividades para las acciones de restauración en el sitio “Las Ruinas”

ACTIVIDAD	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.- Elaboración del programa de restauración												
2.- Diagnostico del sitio (toma de datos en campo, verificación de las condiciones actuales del sitio)												
3.- Elaboración de un calendario de colecta de semillas												
4.- Siembra de especies forestales o acahualeras en el sitio (dependiendo del calendario de colecta de semillas)												
5.- Actividades de deshierve de plántulas forestales existentes en el sitio												
6.- Implementación de un vivero o semillero rustico y temporal en el predio “Las Ruinas” (dependiendo del calendario de colecta de semillas)												
7.- Acciones de seguimiento y mantenimiento del sitio.												

8.- ACCIONES Y METAS

Acción 1.- Elaboración del programa de trabajo de restauración 2018

Meta 1: 1 programa elaborado y operando

Acción 2.- Evaluación y seguimiento del programa de restauración

Meta 1: minuta de trabajo de reuniones semestrales de planeación, coordinación y evaluación para analizar las acciones de restauración, con la participación de guardaparques oficiales y comunitarios.

Acción 3.- Realizar trabajos de restauración en los sitios elegidos por la REBIMA mediante un calendario de actividades diseñado específicamente para dicho sitio.

Meta 1: Informes mensuales de las actividades en campo

Acción 5.- Capacitación del personal de la ANP así como a los vigilantes comunitarios, en temas relacionados a la restauración

Meta 1: 1 taller de capacitación

Acción 6.- Implementar acciones de comunicación y difusión para generalizar la normatividad y reglamentación aplicable al área protegida para su cumplimiento en comunidades aledañas con la intención de minimizar el riesgo de cambio de uso de suelo.

Meta 1: número de pláticas impartidas

Acción 7.- Actualización de mapa en donde se identifiquen los sitios para restauración

Meta: 1 Mapa

Acción 8.- Implementar mecanismos de financiamiento para realizar los trabajos requeridos en la restauración de los sitios.

Meta: aplicar al menos una fuente de financiamiento en los trabajos de restauración

Acción 9.- Promover la participación activa de vigilantes comunitarios a través de los programas de subsidio (PROMANP-Componente Vigilancia Comunitaria) en las acciones de restauración

Meta 1: 5 vigilantes comunitarios

Programa de Restauración

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Restauración de ecosistemas forestales (Guía básica para comunicadores). CONAFOR., Gobierno federal SEMARNAT. 2019.

Lineamientos para una estrategia de restauración en áreas naturales protegidas. SEMARNAT/CONANP. 2013.

Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. 2000. Instituto Nacional de Ecología.