



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

**VALORACIÓN AMBIENTAL DEL MANGLAR  
COMO GEOSISTEMA NATURAL DE TRANSICIÓN  
EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TECOLUTLA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:

**DIEGO ARMANDO GALLARDO BÁEZ**

ASESORA: MTRA. ANGÉLICA M. FRANCO GONZÁLEZ





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
Planteamiento del problema . . . . .	I
Justificación . . . . .	I
Hipótesis . . . . .	II
Objetivo(s) . . . . .	II
Metodología . . . . .	III
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS COGNOSCITIVOS DEL GEOSISTEMA</b> . . . . .	1
1.1 <b>Antecedentes históricos</b> . . . . .	1
1.1.1 El mundo antiguo . . . . .	2
1.1.2 Siglo XIX y primera mitad del siglo XX . . . . .	3
1.1.3 Segunda mitad del siglo XX: una noción sistémica . . . . .	4
1.2 <b>Unidad espacial de interrelaciones</b> . . . . .	9
1.3 <b>El manglar como geosistema natural de transición</b> . . . . .	12
1.3.1 Asociación entre el geosistema y el modelo Presión, Estado y Respuesta (PER) . . . . .	14
<b>CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL GEOSISTEMA NATURAL DE TRANSICIÓN MANGLE</b> . . . . .	18
2.1 <b>Elementos abióticos del manglar</b> . . . . .	18
2.1.1 Fisiografía y topografía . . . . .	19
2.1.2 Geología y edafología . . . . .	24
2.1.3 Hidrología . . . . .	26
2.1.4 Clima . . . . .	27
2.2 <b>Elementos bióticos del manglar</b> . . . . .	31
2.2.1 Aspectos biogeográficos del mangle . . . . .	31
2.2.2 El manglar y la flora asociada . . . . .	34
2.2.3 Clasificación del manglar . . . . .	39
2.2.4 Fauna asociada al manglar . . . . .	41
2.3 <b>Importancia ecológica del manglar</b> . . . . .	43
2.3.1 Servicios ambientales . . . . .	44
<b>CAPÍTULO III. ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA ASOCIADA</b> . . . . .	49
3.1 <b>La sociedad inmersa</b> . . . . .	49
3.1.1 Reseña histórica . . . . .	50

3.1.2	Estructura demográfica	.	.	.	.	.	53
3.1.3	Servicios públicos e infraestructura	.	.	.	.	.	57
3.2	<b>Fuentes naturales productivas</b>	.	.	.	.	.	62
3.2.1	Suelo	.	.	.	.	.	62
3.2.2	Mar y río	.	.	.	.	.	64
3.2.3	Playa	.	.	.	.	.	66
3.2.4	Manglar	.	.	.	.	.	67
3.3	<b>Instituciones gubernamentales y ONG's</b>	.	.	.	.	.	69
3.3.1	Dependencias de gobierno implicadas	.	.	.	.	.	69
3.3.2	Organizaciones no gubernamentales	.	.	.	.	.	73
<b>CAPÍTULO IV. CONDICIONES ESPACIO – AMBIENTALES DEL</b>							
<b>GEOSISTEMA MANGLE</b>							
4.1	<b>Análisis espacial del cambio en la cobertura del mangle</b>	.	.	.	.	.	78
4.1.1	Comportamiento espacial del geosistema	.	.	.	.	.	79
4.2	<b>Unidades de protección ambiental</b>	.	.	.	.	.	91
4.2.1	Delimitación de las unidades de protección ambiental	.	.	.	.	.	93
4.2.2	Valoración ambiental	.	.	.	.	.	95
<b>CONCLUSIONES</b>							104
<b>FUENTES CONSULTADAS</b>							107
<b>ANEXOS</b>							

## Índice de figuras

	Página
1.1 Componentes estructurales del geosistema . . . . .	9
1.2 Modelo PER . . . . .	15
1.3 Asociación del geosistema y el modelo PER . . . . .	17
2.1 Localización de la zona de estudio (mapa) . . . . .	20
2.2 Localización de la porción Norte de manglar en la zona de estudio (mapa) . . . . .	21
2.3 Localización de la porción Sur de manglar en la zona de estudio (mapa) . . . . .	22
2.4a y 2.4b Manglares de Tecolutla, Veracruz. Fotografías aéreas . . . . .	23
2.5 Límite administrativo de la cuenca del río Tecolutla (mapa) . . . . .	28
2.6 Climograma de Tecolutla, Veracruz . . . . .	29
2.7 Climograma de Gutiérrez Zamora, Veracruz . . . . .	29
2.8 Distribución general de los manglares (mapa) . . . . .	33
2.9 Regionalización de los manglares en México (mapa) . . . . .	34
2.10 Mangle rojo ( <i>Rhizophora mangle</i> ) . . . . .	36
2.11 Mangle negro ( <i>Avicannia germinans</i> ) . . . . .	36
2.12 Mangle blanco ( <i>Laguncularia racemosa</i> ) . . . . .	37
2.13 Mangle botoncillo ( <i>Conocarpus erectus</i> ) . . . . .	38
2.14 Funcionamiento de los manglares. Procesos ecológicos . . . . .	44
2.15 Los servicios ambientales y el bienestar del ser humano . . . . .	47
3.1 Población total del municipio de Tecolutla (gráfica) . . . . .	54
3.2 Población total de la zona de estudio (gráfica) . . . . .	55
3.3 Población Económicamente Activa a nivel municipal . . . . .	56
3.4 Población Económicamente Activa en la zona de estudio . . . . .	56
3.5 Infraestructura de comunicación y transporte (mapa) . . . . .	61
3.6 Afectación de las palmeras cocoteras en la desembocadura del río Tecolutla . . . . .	64
3.7 Presencia de ganado en la zona de estudio . . . . .	65
3.8 Comercio en la playa de Tecolutla . . . . .	67
3.9 Embarcadero de Tecolutla . . . . .	68
3.10 Ciclismo en Tecolutla . . . . .	68
3.11 Manglares porción Norte . . . . .	69
3.12 Logotipo Vida Milenaria A.C. . . . .	73
3.13 Logotipo Kululu . . . . .	74
3.14 Logotipo Takantú . . . . .	74
3.15 Técnica Raley . . . . .	76
3.16 Encajonamiento de la semilla . . . . .	76
4.1 Cobertura de manglar en 1990, 2000 y 2010 (mapa) . . . . .	81
4.2 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 1976 (mapa). . . . .	83
4.3 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 2005 (mapa). . . . .	85
4.4 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 2010 (mapa). . . . .	87
4.5 Variación de la cobertura de manglar de 1976 al 2010 (mapa) . . . . .	89
4.6 Causas que han originado la pérdida del manglar (mapa) . . . . .	92
4.7 Unidades de protección ambiental delimitadas (mapa) . . . . .	94
4.8 Comportamiento de indicadores ambientales aplicados para cada una de las unidades de protección (gráfica) . . . . .	98

4.9 Valoración ambiental del mangle (mapa)	100
4.10 Tipo de influencia ejercida sobre el mangle (gráfica)	101
4.11 Grado de vulnerabilidad del mangle (gráfica)	101

### Índice de tablas

	Página
3.1 Características y número de viviendas que abarca la zona de estudio	57
3.2 Producción agrícola y ganadera del municipio de Tecolutla	63
4.1 Cobertura de mangle identificada en los años de 1990, 2000 y 2010	80
4.2 Cobertura de mangle identificada en los años de 1976, 2005 y 2010 según la CONABIO	82
4.3 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 1976	84
4.4 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 2005	86
4.5 Cobertura de manglar y uso de suelo asociado en 2010	86
4.6 Variación espacial del manglar de 1976 al 2010.	88
4.7 Confrontación de la extensión absoluta cubierta por mangle desde 1976 hasta el 2010	90
4.8 Causas que originaron cambio en la cobertura de manglar	90
4.9 Unidades delimitadas para la protección del geosistema de manglar	93
4.10 Indicadores aplicados en las unidades de protección ambiental	97
4.11 Valoración de los indicadores aplicados	98

### Índice de cuadros

	Página
1.1 Desarrollo del concepto de geosistema	8
1.2 Clasificación de geosistemas	14
2.1 Fenómenos meteorológicos que han afectado a Tecolutla	30
2.2 Caracterización biológica de los manglares asociados a la desembocadura río Tecolutla	35
2.3 Algunas especies de flora relacionadas a la vegetación de dunas costeras	39
2.4 Clasificación de los manglares en la zona de estudio	41
2.5 Fauna asociada al manglar en la zona de estudio	42
3.1 Equipamiento educativo dentro de la zona de estudio	59
3.2 Marco jurídico	70
C.1 Geosistema y modelo PER. Rasgos naturales-sociales del manglar	109

*Los manglares no son árboles,  
Son miles de hombres, mujeres, niños y niñas,  
Ancianos y ancianas a quienes un dios les heredó la tierra;  
El manglar es una forma de vivir, de cantar y de sonreír.*

*Nelson E. Bass*

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

*A quienes me dieron la oportunidad de conocer la vida,  
de quienes he aprendido a lo largo de sus enseñanzas y consejos,  
y sobre todo, porque han creído en mí,  
a mis padres Jorge Gallardo y Araceli Báez.*

*¡¡¡GRACIAS!!!*

*A ti PAPÁ, porque a pesar de la distancia siempre has estado conmigo.  
A ti, porque siempre has confiado en mí y eres la mejor MAMÁ del mundo.*

*A mis hermanos Omar Jorge y Carlos Alberto,  
porque juntos creceremos y compartiremos nuestros logros.*

*A ustedes mi familia, brindo este triunfo, fruto de su esfuerzo y sacrificio,  
a ustedes quienes fueron cómplices de este sueño logrado,  
les dedico este trabajo con todo mi amor y admiración.*

*A Esteban López Téllez quien ha sido y será un segundo padre,  
de los mejores ejemplos de vida.*

*A los Gallardo y a los Báez con cariño y aprecio,  
esperando que éste logro sirva de motivación para primos y sobrinos.*

Gracias...

A la máxima casa de estudios, la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por brindarme una formación profesional y cobijarme a lo largo de mi trayectoria estudiantil en el CCH-Oriente y en la Facultad de Filosofía y Letras, sin duda viví gratas emociones en sus aulas y pasillos.

A la **CONABIO**, por proporcionarme una estancia formativa durante el desarrollo del Servicio Social, principalmente a la Subcoordinación de Sistemas de Información Geográfica dirigida por el **Geóg. Juan Manuel Dávila Rosas**. Un agradecimiento especial a la **M. en C. María Teresa Rodríguez Zúñiga**, especialista en Percepción Remota y en manglares, por sus acertadas recomendaciones y por su desinteresado apoyo en la facilitación de información fundamental para el desarrollo del presente trabajo.

Al **Ing. Iván Ríos Hernández**, Jefe del Departamento de Sistemas de Información de la Coordinación Universitaria de Observatorios Metropolitanos de la **Universidad Veracruzana** quien también proporcionó material elemental para este trabajo.

A la **Biól. Laura Elena Velazco Luna**, Directora de Ecología del H. Ayuntamiento de Tecolutla (2011-2014), quien proporcionó en distintas ocasiones información referida a las condiciones del mangle en Tecolutla.

A la **Mtra. Angélica Franco**, quien confió en mí al aceptar dirigir este trabajo, de quien en el aula de clases adquirí el gusto por la Geografía Ambiental, gracias por su paciencia y sus acertadas recomendaciones.

A mis revisores de tesis: **Mtro. José Manuel Espinoza Rodríguez**, **Mtra. Irma Edith Ugalde García** y **Dra. Lilia Susana Padilla y Sotelo** por compartir y transmitir su conocimiento y motivación por la Geografía a estas nuevas generaciones. **Dra. Irama Silvia Marisela Núñez Tancredi** por la manera en que en el aula de clases inyectó en mí, una nueva forma de percibir la Biología y por haber aceptado revisar mi trabajo para mejorarlo, gracias por sus valiosas observaciones.

A Xochitl Morales, por la amistad irrefragable que me ha brindado, por todos esos momentos recurrentes de los que reímos y recordamos, gracias, y porque como por ahí dicen "... aunque muchas cosas han cambiado, seguimos siendo los mismos".

Un agradecimiento muy especial para la persona que en estos últimos cuatro años me ha permitido ser más que su amigo, por compartir buenos y malos momentos, por esos viajes juntos y por los que faltan, gracias por crecer y aprender juntos, Luis Guadarrama gracias por conocer tanto de mí y permitirme aprender de ti.

A esas grandes amistades que me han seguido acompañando desde los inicios de la carrera: Emma Espinoza, gracias porque siempre tienes las mejores palabras para mí, gracias por

todas esas tristezas y alegrías juntos, gracias por todos tus abrazos; Berenice Peláez gracias por tu complicidad y confianza, gracias por permitirme ser tu amigo; Ivonne Landeros gracias por tu sinceridad y compañía durante casi dos años, y a; Marco Linares por todas esas tardes de largas pláticas y ocurrencias.

A mi amigo Javier Barajas... y Ángel Ruíz, Samantha “Barbie” Flores, Yanira “Guadalupe” Chávez y a “Mary Jane”, por todos esos momentos juntos y por los que faltan, gracias por su amistad incondicional porque falta mucho por compartir, los quiero y admiro. A Léa Salomón y Alejandra Palafox por haber compartido gratas vivencias, por sus palabras, alegrías y por su amistad, sin duda, han sido testigos de una de las mejores etapas de mi vida. A las “mamis” Patty Minutti, Erandi Sosa y Diana Morales, porque seguiremos disfrutando de la vida como hasta ahora. A Moonse y a Nat, porque las quiero y disfruto de ustedes...

A esos amigos y compañeros que forman parte de la historia del depa, sin duda, un espacio en el que hemos disfrutado y conocido a gente con las mismas ganas de vivir.

A todos, gracias.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Planteamiento del problema.**

El estero en donde se ubica la zona de estudio pertenece a la Barra de Tecolutla localizada en la desembocadura del río sobre el mar. Estos manglares forman parte de los humedales ubicados desde Casitas hasta la cabecera municipal de Tecolutla, que cubren alrededor de 54 km de costa.

La principal función del manglar es mantener la biodiversidad del ecosistema, así como retener nutrientes, protección y estabilización de las líneas costeras, preservación de la calidad del agua, regulación del clima y prevención de la erosión; la franja costera y el empobrecimiento biológico-ecológico, repercuten principalmente en el funcionamiento del propio geosistema.

La presencia de manglar sobre las costas del municipio de Tecolutla, Veracruz es indispensable, debido a los servicios ambientales que ofrece y por tanto, la importancia ecológica que representa. Sin embargo el desarrollo de la pesca, agricultura, ganadería y ecoturismo es cada vez más intenso y pone en riesgo al mangle en la desembocadura del río Tecolutla.

### **Justificación.**

Esta investigación presenta una evaluación ambiental sobre las condiciones del manglar en la zona contigua a la cabecera municipal. La valoración natural-social es importante por su contribución a la investigación en la zona de estudio, ofrece un panorama sobre la situación actual del mangle y podrá ser referenciado de manera académica principalmente por los alumnos del Telebachillerato “Tecolutla”, para la comprensión del funcionamiento de un recurso natural como parte de un geosistema, el cual condiciona las características naturales y humanas de un determinado espacio.

También podrá ser utilizado tanto por las Instituciones Gubernamentales como por las ONG´s dentro de las que se encuentran Takantú A.C., Grupo Manglar, Protectoras de los

Humedales S.C. de R.L. y Convivencia Verde establecidas en la cabecera municipal, cuyo objetivo principal es la conservación del mangle debido al papel que funge en la zona.

Principalmente esta investigación podrá ser útil para la población habitante de los alrededores, en este caso la cabecera municipal de Tecolutla, para llevar a cabo de manera sustentable las actividades que se desarrollan en la zona sin afectar directamente al mangle, y poder asegurar así la existencia del mismo.

### **Hipótesis.**

Las actividades antrópicas desarrolladas en la desembocadura del río Tecolutla y en la cabecera municipal determinan las condiciones ambientales de la zona, afectando directamente el buen funcionamiento y cobertura vegetal del geosistema natural de transición mangle.

### **Objetivo(s).**

General.

Realizar una valoración ambiental en función de los elementos físico-sociales que caracterizan y determinan el comportamiento del geosistema mangle presente en la zona contigua a la desembocadura del río Tecolutla.

Particulares.

- Determinar el área de mangle relacionado a la desembocadura del río Tecolutla.
- Revelar las características físico-geográficas del mangle.
- Identificar la estructura de la población y su participación en relación con el mangle.
- Reconocer las actividades económicas relacionadas al mangle en la zona de estudio.
- Evaluar las repercusiones ambientales sobre el mangle a través de unidades de protección.

### **Metodología.**

Esta tesis se desarrolló a partir de los siguientes pasos:

- 1. Consulta bibliográfica.** Se buscó bibliografía, cartografía básica, fotografías aéreas e imágenes de satélite relacionadas con la zona de estudio.
- 2. Determinación de las posturas teórico-conceptuales.** Se realizó una investigación sobre argumentos teóricos que estén relacionados con el tema para definir las posturas más convenientes.
- 3. Selección de la información.** Se recopiló e integró la información en gabinete a partir de libros, revistas, cartografía, páginas web, tesis, entre otras, relacionadas con las posturas teóricas presentadas para desarrollar el trabajo.
- 4. Trabajo de campo.** Se llevó a cabo una visita exploratoria a la zona de estudio para tomar fotografías y verificar la indagación bibliográfica previa.

**Estructura capitular.** Se llevó a cabo la redacción de los capítulos apoyados de cuadros, gráficas y mapas presentándose de la siguiente manera:

- 5. Primer capítulo.** Se seleccionaron y analizaron los principales acontecimientos históricos y trabajos realizados en la zona de estudio. Así como una explicación cualitativa del posicionamiento teórico.
- 6. Segundo capítulo.** Se realizó una descripción general para resaltar el potencial natural del manglar en la zona, analizando de manera integrada los elementos (bióticos y abióticos) que constituyen factores determinantes en la presencia y magnitud del bosque de manglar. Además, se generó un mapa de cobertura del mangle a partir de información shapefile proporcionada por la Conabio y procesada en ARCGIS 10.1.

- 7. Tercer capítulo.** Se desarrolló a partir de datos cualitativos y estadísticos, la descripción de las características generales de la población, permitiendo valorar la participación de cada uno de los sectores económicos presentes en la desembocadura del río y que pudieran estar relacionados con el manglar.
  
- 8. Cuarto capítulo.** En base a la información de gabinete y de campo generada, se determinó la calidad ambiental del geosistema natural mangle, por medio del estudio de cada uno de los elementos relacionados a éste. Se delimitó con la ayuda de ENVI 4.7 y de ArcGIS 10.1 a partir de imágenes SPOT y LANDSAT, la cobertura de manglar en tres años distintos y se comparó con la información shapefile proporcionada por la Conabio. Se utilizaron como herramientas de análisis los mapas presentados en los capítulos anteriores para generar un mapa de unidades de protección ambiental a partir de las condiciones ambientales del manglar. En una última visita de campo se verificaron los mapas realizados durante el trabajo.

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS COGNOSCITIVOS DEL GEOSISTEMA.**

El objetivo de este capítulo es presentar un panorama histórico-conceptual del *geosistema* a través de fundamentos que ayuden a comprender por qué en las últimas décadas tiene una amplia utilidad dentro de la disciplina geográfica, tomando en cuenta sus rasgos característicos que lo identifican como método (sistémico) de investigación que le permite vincularse con otros.

El capítulo consta de tres apartados, en el primero se abordan aspectos generales de la historia de la Geografía como ciencia, desde sus comienzos con los grandes viajes hasta el afloramiento de una idea sistémica en la segunda mitad del siglo XX, que conlleva a la generación del concepto de *geosistema*; con este primer apartado se genera a través de antecedentes históricos un contexto conceptual que es retomado más adelante. En el segundo apartado se explican las principales características del *geosistema* que permiten su desarrollo, partiendo de sus componentes estructurales. En el último apartado se menciona una de las aplicaciones científicas del *geosistema* asociada con otro método de investigación en la zona de estudio, permitiendo el desarrollo de una valoración ambiental del mismo.

### **1.1 Antecedentes históricos.**

La apertura de un nuevo paradigma dentro de cualquier disciplina científica es originada por el desarrollo continuo del conocimiento de la realidad y entendimiento de la relación que existe con su entorno, a partir de una aproximación crítica de la misma apoyada en el estudio del método científico, para percibir y expresar desde lo más simple hasta lo más complejo. La acumulación del conocimiento va generando las bases estructurales de una disciplina, que con el paso del tiempo amplía su campo de estudio conforme a lo ya establecido.

La virtud integradora del conocimiento geográfico resalta la importancia de la Geografía dentro del marco científico, sin embargo para poder llegar a este punto, fueron necesarios

los primeros trabajos geográficos que la caracterizaban como una ciencia descriptiva en los que incluían a diferentes elementos del medio, que ahora son estudiados a partir de la interrelación que presentan.

Para poder comprender al *geosistema*, uno de los conceptos importantes de los últimos 50 años dentro del saber geográfico, se debe tomar en cuenta el desarrollo de la historia de la propia disciplina, que funge como contexto científico para los diferentes enfoques de la Geografía. Descrita a continuación en tres períodos diferenciados por el desarrollo del enfoque geográfico a lo largo de la historia.

El primero de ellos llamado *El Mundo Antiguo*, abarca los comienzos de la Geografía a partir del campo y forma de estudio de las principales culturas del viejo mundo, siendo la civilización griega el parteaguas y extendiéndose hasta el siglo XVIII. En el segundo se analiza el *Siglo XIX y primera mitad del siglo XX*, caracterizado por los grandes exploradores y sus aportaciones dentro de la Geografía como una ciencia integradora. El tercero corresponde a la *Segunda mitad del siglo XX: una noción sistémica*, en la actualidad sigue estando influenciada por la determinación de tres elementos (bióticos, abióticos y antrópicos) que trabajan en conjunto por estar conectados entre sí.

#### 1.1.1 El mundo antiguo.

La Grecia antigua resulta ser el lugar de origen de la Geografía como disciplina, a partir de escritos calificados como geográficos, que incluían descripciones sobre pueblos y lugares conocidos del mundo (Ecúmene), abarcando aspectos naturales y sociales. Generados con la intención de dar forma, indagar y reflexionar sobre los fenómenos que atañen a la Tierra, a partir de una actitud crítica y motivada por la pasión del conocimiento. De los griegos representativos de ésta época fueron Anaximandro, Heródoto, Eratóstenes y Estrabón, por mencionar algunos.

En la antigüedad, particularmente los viajeros eran los únicos en hacer Geografía, a lo largo de esos grandes recorridos que realizaban por mar y tierra con la intención de explorar nuevos territorios para apropiarse de ellos o simplemente encontrar nuevas sociedades con quienes poder establecer una relación mercantil. Por medio de extensos relatos meramente descriptivos del medio físico se fue generando el conocimiento geográfico, con el paso del

tiempo grandes aportaciones astronómicas (observación de los astros), cartográficas (mapeo de los viajes) e incluso matemáticas (medición de la Tierra) lograron ampliar el campo de estudio de la Geografía.

La cultura Romana también generó aportaciones al saber geográfico, a diferencia de los griegos, fueron menores pero no dejan de ser importantes y trascendentes. Durante la Edad Media con la decadencia y desaparición del Imperio Romano, el conocimiento geográfico fue interrumpido en las sociedades europeas, permitiendo abrir puertas a otras culturas dentro de la Geografía, como fue el caso de los árabes y chinos.

Con el descubrimiento del nuevo continente en el siglo XV se generó en Europa el deseo de atravesar el Océano Atlántico para conocer y conquistar nuevas tierras, y así poder extender el área de dominio europeo.

#### 1.1.2 Siglo XIX y primera mitad del siglo XX.

Uno de los grandes contribuyentes al conocimiento científico de los últimos dos siglos, fue Alexander Von Humboldt (1769-1859) quien a través de sus múltiples viajes realizados por todo el mundo, en particular al continente americano pudo descubrir y explicar procesos naturales aún no conocidos en esa época, por ejemplo la corriente marina que lleva en la actualidad su nombre, localizada sobre el Océano Pacífico al este de Sudamérica. La geografía de Humboldt muestra un estudio de la naturaleza y considera a los hombres como un elemento perteneciente al medio natural, expuesta en su obra *Cosmos* (1845) en donde habla de la influencia ejercida por las fuerzas terrestres sobre la humana.

Karl Ritter (1779-1859) fue otro personaje que realizó diversas aportaciones al conocimiento geográfico, a diferencia de Humboldt, sólo viajó por Europa por lo que se dedicó más al trabajo de gabinete. En una de sus obras asume claramente que las relaciones establecidas sobre el medio natural se ven fuertemente modificadas a causa de la intervención humana.

Para mediados del siglo XIX la inserción del hombre dentro de los estudios realizados por las ciencias naturales fue tomando mayor interés. En 1864 George Marsh considerado como el primer ambientalista de Estados Unidos publicó su obra "*Man and Nature*" en

donde aseguraba que las alteraciones de los equilibrios naturales eran producidos por la acción que ejercían los seres humanos sobre la geografía física del lugar. En 1895 Eugen Warming (fundador de la Ecología) publicó un tratado de geobotánica en el que establecen dos ramas: la geobotánica florística y la geobotánica ecológica. Generando una estrecha relación entre la Geografía Botánica y la Ecología.

Es hasta la década de los años 30 del siglo XX que la Geografía y la Ecología, tienen otro encuentro. En Alemania el biogeógrafo Carl Troll introduce en los estudios espaciales horizontales de paisajes, la dimensión funcional vertical de los botánicos y propone el concepto de *Landschaftsoecologie* o Geoecología (Troll, 1968).

En 1935 el ecólogo Arthur Tansley establece el término de ecosistema, retomando los trabajos de Humboldt, en los que se toman en cuenta los factores abióticos (atmósfera – litósfera – hidrósfera) y la relación entre todos los procesos que intervienen en la naturaleza, siendo los seres humanos los principales protagonistas.

A finales de la primera mitad del siglo XX, diversos geógrafos de escuelas como la soviética, española, alemana y francesa inspirados por la revolución científica comienzan a generar nuevos enfoques y paradigmas en la disciplina geográfica, entre ellos, aspectos ecológicos y ambientales debido a la inserción del hombre como uno de los principales actores modificadores del medio.

### 1.1.3 Segunda mitad del siglo XX: una noción sistémica.

En la década de los 60's, geógrafos innovadores interesados por desarrollar nuevas formas de conocer la realidad, a través de un esfuerzo en la búsqueda de conceptos y leyes que permitieran realizar una descripción e interpretación de la misma, insertaron en la disciplina una de las corrientes científicas más destacadas y exitosas de los últimos tiempos: la Teoría General de Sistemas (TGS).

Propuesta por L. Von Bertalanffy (1950) la TGS como una metateoría (teoría de teorías), parte del concepto abstracto de sistema, el cual busca lineamientos de valores generales que puedan ser aplicables a cualquier sistema y en cualquier nivel de la realidad. Refiriéndose al sistema como una entidad autónoma con cierta permanencia y compuesta por elementos

que se encuentran interrelacionados, y que a su vez forman subsistemas estructurales y funcionales. Se transforma en determinados límites de estabilidad debido a regulaciones internas que permiten una adaptación a las variaciones de su entorno específico.

La TGS inspiró a múltiples geógrafos franceses y soviéticos, aunque dentro de la disciplina tiempo atrás ya se había comenzado a ejercer un pensamiento sistémico. Fue en 1960 cuando el científico soviético V. B. Sochova, director del Instituto de Geografía de Siberia y del Lejano Oriente de la Academia de Ciencias de la URSS utilizó por primera vez el concepto de geosistema (Bertrand Claude y Georges, 2006:100), propuesto como:

Un término geográfico natural homogéneo ligado a un territorio, caracterizado por una *morfología*, es decir estructuras espaciales verticales (geohorizonte) y horizontales (geofacias); un *funcionamiento* que engloba el conjunto de transformaciones ligadas a la energía solar o gravitacional a los ciclos del agua, a los biogeociclos, así como a los movimientos de las masas aéreas y a los procesos de geomorfogénesis; un *comportamiento* específico, es decir para los cambios de estado que intervienen en el geosistema en secuencia de tiempo dado.

Y así poder desarrollar una teoría global sobre el medio físico: la Teoría de los Geosistemas, después utilizada en Gran Bretaña por Stodart (1967).

Ésta década fue un período clave para la asimilación de un enfoque sistémico dentro de la Geografía, al considerar a los espacios o paisajes naturales (complejos territoriales naturales) como geosistemas. Llevando a cabo una interpretación sistemática de entidades que habían sido estudiadas, clasificadas y sistematizadas durante más de 50 años por geógrafos soviéticos, alemanes y franceses. Con la aceptación y fácil integración de la teoría sistémica se replantearon numerosos conceptos y términos que habían sido usados de manera tradicional.

Sin embargo, por un tiempo quedó el concepto de geosistema como una categoría natural, siendo ésta totalmente ajena a la sociedad sin tomar en cuenta que los espacios geográficos sufren directa e indirectamente impactos socioeconómicos y no únicamente se encuentran subordinados por la naturaleza, ya que para ese entonces la mayoría de los trabajos realizados compartían un objetivo biológico; generando un tanto la pérdida de la esencia de

la Geografía Moderna, interesada en la protección del medio ambiente así como llegar a entender y explicar cómo es que el ser humano está utilizando los recursos naturales, a través de un estudio integral entre los procesos naturales y antrópicos.

Bertrand en 1968 abordaba al paisaje integrado (geosistema) como una combinación dinámica en la que interactúan elementos geográficos, abióticos, biológicos y antrópicos. Desde una conceptualización territorial, como unidad espacial claramente definida y analizada en una determinada escala; el cual es más amplio en comparación de un ecosistema que solo es una porción del sistema geográfico natural.

Por otro lado Saushkin y Smirnov, consideraban al geosistema como una formación terrestre compleja que incluye simultáneamente elementos de la naturaleza, la población y la economía (González O. y Arcia R., 1994:33). La integración de dichas formaciones se determinaría con la ayuda de las relaciones directas reversibles y las relaciones transformadas o inversas que existen entre los tres elementos.

Con el auge de temas ecológicos dentro de la Geografía se creó una orientación paisajística-geoecológica, (geoecología-sistemática) cuyas investigaciones se centraban en las interrelaciones que pudieran presentarse entre los diferentes componentes de las regiones, particularmente desde el punto de vista de su delimitación, cuantificación y pronóstico de su desarrollo (González O. y Arcia R., 1994).

Para Bucek en 1983 la Geografía como ciencia trata la relación del sistema de la sociedad humana en el espacio y en el tiempo, la cual permite plantear unidades espacio-temporal (geosistemas) que producen mecanismos de interacción del proceso impacto-cambio-consecuencia dentro del sistema del medio ambiente integrado por los subsistemas naturaleza y sociedad (economía y población) (Came, 1981 en González O. y Arcia R., 1994:35).

La Teoría del Geosistema fue adoptada para el análisis del medio ambiente por los geógrafos de Europa e incluso por algunos países de América Latina como Cuba, México y Brasil. En el Cuadro 1.1 se muestran algunos de los principales aportadores de las distintas corrientes geográficas, cabe destacar que los rusos son quienes más han contribuido en la concepción del geosistema.

En 1994 Arcia Rodríguez coordina la edición de la obra “Geografía del Medio Ambiente: una Alternativa del Ordenamiento Ecológico”, en la cual recopila el trabajo de diversos investigadores del Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias relacionados con problemáticas ambientales que presentaba la isla de Cuba hasta entonces. Con el fin de dar a conocer leyes y regularidades de las interrelaciones en el sistema naturaleza-economía-población en un marco espacio-temporal desde el concepto de geosistema.

Arcia se refiere a dicho término como resultante de la interrelación naturaleza-sociedad (potencial ecológico, explotación biológica y acción antrópica), el cual permite realizar una clasificación y representación de regiones similares a partir de las condiciones naturales y la influencia socioeconómica que presentan.

Los rusos y alemanes siguen siendo la punta de esta dirección sistemática que la Geografía presenta y que sin duda alguna marcó una nueva línea de estudio dentro de la disciplina. En la actualidad se enfoca principalmente en la búsqueda de conceptos relacionados con la sustentabilidad y el desarrollo sostenible, las cuales se encuentran vinculadas con el monitoreo y pronóstico, relacionadas estrechamente con las nuevas demandas sociales que intensifican el uso de los recursos.

A través del continuo desarrollo de la Geografía como disciplina, se concede a cada una de las ramas del saber geográfico principios y leyes que regulan y permiten construir poco a poco una noción más exacta de la realidad con base en pensamientos que se van generando.

Cuadro 1.1 DESARROLLO DEL CONCEPTO DE GEOSISTEMA.

AUTOR (año)	CORRIENTE GEOGRÁFICA	APORTE CONCEPTUAL
Arthur Tansley (1935)	-	El <i>Ecosistema</i> considerado como la relación de los organismos vivos con su entorno, en una determinada organización y relación funcional.
Ludwig Von Bertalanffy (1950)	-	<i>Teoría General de Sistemas</i> : se conceptualiza al organismo como un sistema abierto, en constante intercambio con otros sistemas circundantes por medio de complejas interacciones.
V. B. Sochava (1960)	Rusa	El <i>Geosistema</i> como espacio terrestre en todas sus dimensiones, donde los componentes individuales de la naturaleza se encuentran en una relación sistémica unos con otros formando una integridad que interactúa con la esfera cósmica y con la sociedad.
Josef Schmithüsen (1963)	Alemana	La idea de una <i>Geografía General Sistémica</i> : estudia sistemáticamente las causas o grupo de causas que aparecen en los contenidos, estudiados por secciones geográficas.
Saushkin y Smirnov (1968)	Rusa	<i>Geosistema</i> : formación terrestre compleja, determinada por las relaciones directas reversibles y las relaciones transformadas o inversas que existen entre la economía, la población y la naturaleza, sin embargo, no le concedían propiedad espacial.
Mints y Preobrazhenskii (1971)	Rusa	<i>Geosistema</i> : sistema terrestre cuyas dimensiones se encuentra en los límites de magnitudes umbrales, independientemente de la génesis.
Berutchachvili y Panareda (1977)	Rusa	El <i>Geosistema</i> como una combinación de un geoma (litomasa, hidromasa y aeromasa) y de una biogeocenosis, a la que se le añaden los efectos de la acción antrópica.
María de Bolós i Capdevila (1984)	Española	El <i>Geosistema</i> abordado como un método sistémico que lo considera como una combinación de un geoma o subsistema abiótico y un bioma, en el que debe incluirse al hombre y un subsistema socioeconómico, creado por la sociedad humana.
Arcia Rodríguez (1994)	Cubana	El <i>Geosistema</i> premisas espaciales que constituyen tipos permanentes de medio ambiente, y permiten tomar medidas de corrección, conservación y protección requeridas, debido a la ocurrencia de afectaciones en este.
Bertrand (1997)	Francesa	Integra el concepto de Geosistema a uno más amplio, llamado GTP (geosistema, territorio y paisaje), para ser entendido por tres vías relacionadas entre sí (la naturalista, la socioeconómica y la socio-cultural) que trabajan científicamente en la construcción del espacio geográfico. Refiriéndose al término como unidad espacial y no conceptual.
Frolova M. (2000)	Francesa	Los <i>Geosistemas</i> están conectados en cadenas sucesivas de comportamientos. Y debe tomarse en cuenta caracteres de los elementos que lo integran, su distribución y la historia de su formación, así como su morfología y jerarquía.

Gallardo Diego. Elaboración propia.

## 1.2 Unidad espacial de interrelaciones.

La Geografía es una de las ciencias que se dedica al estudio de las múltiples interrelaciones que presentan los elementos (bióticos, abióticos y antrópicos) que integran la Tierra, ejerciendo una importancia en común y permitiendo entre sí su buen funcionamiento. Esta disciplina trata de fomentar en el ser humano que reconozca que es un elemento más del medio, y para poder sobrevivir es preciso interactuar con él de manera racional.

El estudio del medio natural se ha presentado de muchas maneras en diferentes disciplinas, según sea la línea de investigación de éstas; sin embargo, dentro de la Geografía desde principios de la segunda mitad del siglo XX se ha ido desarrollando una nueva forma de estudio a partir del modelo sistémico. Con la propuesta del concepto de geosistema se generó una nueva visión de cómo poder estudiar de manera más integral los elementos del ambiente.

El presente trabajo toma de referencia la concepción del geosistema como “resultante de la interrelación entre el potencial ecológico, la explotación biológica y la acción antrópica” (González O. y Arcia R., 1994:36) en un marco espacio-temporal (Figura 1.1), que al ocurrir un equilibrio entre el potencial ecológico y la explotación biológica bajo una adecuada acción antrópica presenta un estado de clímax (Bertrand Claude y Georges, 2006).

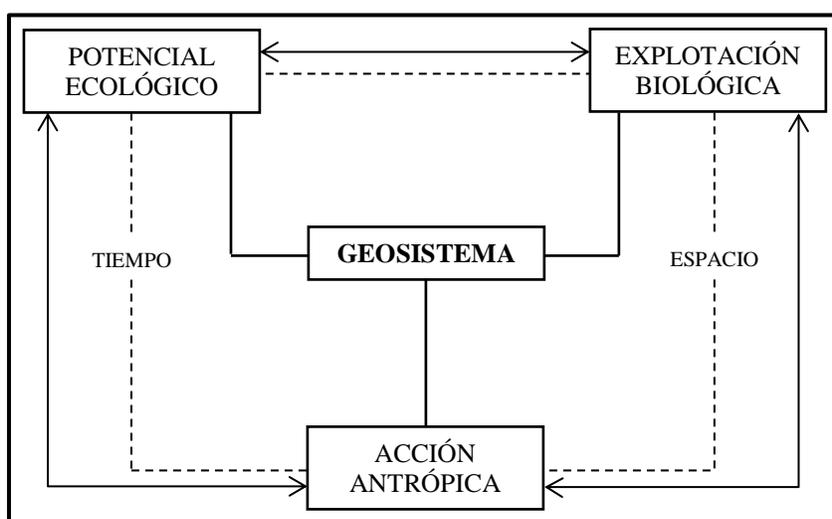


Figura 1.1 **COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL GEOSISTEMA.**

Fuente: González O. y Arcia R., 1994:37.  
Modificado por Gallardo Diego.

Esta visión sistémica hace posible identificar unidades espacio-temporales que reflejen las condiciones naturales y a su vez ayuden a determinar el grado de sensibilidad que presentan, debido al desarrollo de actividades humanas que pudieran propiciar transformaciones al ambiente.

El *potencial ecológico* define las características naturales que presenta el geosistema, a través de sus elementos bióticos y abióticos (Bertrand Claude y Georges, 2006). Dentro de los elementos bióticos o biomasa (entidad orgánica) los cuales constituyen un bioma, se encuentra la *fitomasa* que como su nombre lo refiere, es el conjunto de especies vegetales que pueblan una región geográfica propias de un ecosistema determinado; y la *zoomasa*, conjunto de especies animales característicos de un ecosistema.

Los elementos abióticos (que forman el geoma) o factores de vida determinan el medio físico que habitan los seres vivos y frenan el crecimiento de la población según sea el ecosistema: la *litomasa* o litósfera es la parte sólida de la corteza terrestre que sirve de soporte a las demás entidades y subsistemas; la *hidromasa* o hidrósfera es la parte líquida en sus tres estados, se encuentra debajo y sobre la superficie terrestre; y por último la *aeromasa* o atmósfera es la capa de gas que envuelve la parte sólida y líquida de la Tierra. Dichos factores abióticos actúan como soporte para los componentes climáticos (humedad, precipitación, viento, temperatura, presión atmosférica) que permiten la existencia de los seres vivos.

La *explotación biológica* se da a partir del momento en que un organismo (vegetal o animal) se beneficia de otro, muchas veces sin dar algo a cambio (Bertrand Claude y Georges, 2006). Sin embargo, en un ecosistema los elementos (bióticos y abióticos) se encuentran dentro de un período cíclico, en donde cada uno de estos elementos se ven favorecidos a partir del comportamiento de otro, por ejemplo la mayoría de los gusanos contribuyen a la descomposición y reciclaje de nutrientes, que a su vez se depositan en el suelo y permiten un mejor desarrollo de la planta. Otro claro ejemplo, son las condiciones naturales que presenta la vegetación en una zona de transición entre el mar y la tierra, aprovechada por especies animales (terrestres-acuáticos) como zona de reproducción y anidación, tal es el caso del camarón.

Los paisajes humanizados son muestra de la *acción antrópica* que busca beneficiarse a partir de la extracción de los recursos naturales (Bertrand Claude y Georges, 2006). Tal aprovechamiento se ve reflejado en múltiples formas en el relieve, suelo, ríos, costas, etc., y es determinado por las condiciones naturales del lugar. Por ejemplo una presa, es construida sobre el desfiladero de un río, para poder generar energía eléctrica a partir de energía mecánica.

No obstante con el crecimiento acelerado de la población la demanda de los recursos naturales aumenta, ocasionando una explotación incorrecta de los mismos y generando una mayor contaminación ambiental, todo ello altera los ciclos de materia y energía provocando una constante degradación de los ecosistemas que pone en riesgo a especies animales, vegetales y microorganismos.

El funcionamiento de un geosistema está influenciado por la cantidad de energía que recibe, el origen de dicha energía puede presentarse de forma externa al planeta como es el caso de la energía solar y de la luna, o en la propia Tierra como la fuerza de gravedad, orogenia, la mecánica del viento, la cinética en relación con el movimiento de agua, etc., de todas ellas la energía solar y gravitacional son las más trascendentes. La energía solar se presenta de forma directa (incidencia de rayos solares) e indirectamente a través de procesos atmosféricos, como el calor transportado por masas de aire a distinta temperatura. Mientras que la energía gravitacional interviene en los elementos del medio físico, actúa como una energía potencial sobre el relieve.

“Cada geosistema se define por una sucesión de estados en el tiempo (<<sostoianie>>). Cada <<estado>> corresponde a una estructura y a un funcionamiento, por tanto a una situación en el espacio” (Bertrand Claude y Georges, 2006:103). Los estados del geosistema se pueden clasificar en tres grupos basados en la duración de los mismos: corta, media y larga.

Los estados de *corta* duración, se observan en períodos menores de 24 horas, intervienen en ellos los componentes que experimentan cambios de alta frecuencia, por ejemplo los parámetros de la atmósfera. Los estados de *mediana* duración, presentan un tiempo que va de un día a un año, por ejemplo, los cambios en la circulación atmosférica (presiones) y las

fases estacionales. Los estados de *larga* duración corresponden a períodos mayores de un año, el cambio en la cobertura vegetal, ocasionados por un aumento anual de la temperatura, es un ejemplo claro (Bertrand Claude y Georges, 2006).

Si se analiza la sucesión de los diferentes estados de un geosistema se puede identificar que éste se va modificando, pero que conserva sus características principales. A esta sucesión de estados se le denomina *comportamiento*, la cual define al propio geosistema.

### **1.3 El manglar como geosistema natural de transición.**

Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, tienen la característica particular de ser resistentes a la salinidad del agua, además de poseer raíces aéreas respiratorias. Se desarrollan en planicies costeras, principalmente en esteros y lagunas costeras, cerca de la desembocadura de ríos y arroyos. Se les considera una zona de transición entre el ecosistema marino y el ecosistema terrestre (CONABIO, 2009). La palabra mangle deriva de la lengua guaraní y significa árbol retorcido.

El bosque de manglar está influenciado doblemente debido a las características biológicas que presenta, lo que caracteriza su funcionamiento y comportamiento como geosistema. Al igual que el resto de los geosistemas está determinado por la dinámica que presenta y por el intercambio de energía, así como por los procesos naturales y antrópicos que los condicionan y que permiten delimitarlos.

El criterio básico para la diferenciación de los geosistemas es la modalidad de la interrelación entre los subsistemas componentes del sistema del medio ambiente... a partir de la influencia directa de la actividad de la sociedad (economía – población) en el marco territorial dado.

(González O. y Arcia R., 1994:38)

Existen diversas clasificaciones de geosistemas definidas principalmente por sus condiciones físico-climáticas, así como por su grado de modificación; para este trabajo se toma en cuenta la clasificación de geosistemas generada para el “Atlas Regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz” (Cram

Heydrich *et al*, 2010), el cual permite determinar el grado de sensibilidad que pudieran presentar los propios geosistemas por consecuencia de la actividad antrópica. Fue seleccionada debido a que la mayoría de los indicadores que toma en cuenta dicha clasificación son similares a la zona de estudio del presente trabajo.

La clasificación se realizó de la siguiente manera (Cuadro 1.2):

-*Primer orden*: grado de modificación en la fisonomía.

-*Segundo orden*: influencia más importante según los procesos productivos y de funcionamiento, por su ubicación, estructura y funcionamiento.

-*Tercer orden*: por la modalidad que precisa la influencia principal.

-*Cuarto orden*: subtipos de la influencia principal.

El mangle como vegetación tolerante a altos niveles de salinidad del suelo sobre el que se desarrolla e influenciada por agua dulce (ríos-lagunas) y salada (mar), resulta ser un geosistema natural de transición por sus características físicas y biológicas, cumple funciones importantes debido a los diversos servicios ambientales que genera, sin embargo se encuentra amenazado por las actividades humanas.

Los geosistemas transicionales o de interfase están definidos por sus características morfodinámicas. En estos geosistemas existe un importante intercambio de materia y energía, llevado a cabo a través de procesos físicos, biológicos y socioeconómicos entre los geosistemas terrestres y marinos: es por ello, que las alteraciones que se presenten en ambos geosistemas repercutirán notablemente en los geosistemas de transición.

Identificar a un geosistema dentro de una clasificación permite fundamentar sobre la importancia que tiene dentro del espacio en que se encuentra, a partir de sus condiciones naturales y el grado de afectación al que pudiera estar expuesto debido a su dinámica particular con el hombre.

Cuadro 1.2 **CLASIFICACIÓN DE GEOSISTEMAS.**

PRIMER ORDEN	SEGUNDO ORDEN	TERCER ORDEN	CUARTO ORDEN
<b>Antropogénicos</b> <b>o</b> <b>transformados</b>	Tecnógenos	Industriales	Petroleros Mineros Portuarios
		Tecnógenos-urbanos, urbano-rurales, rurales-urbanos y rurales	Sector primario Sector secundario Sector terciario
		Hidráulicos	Embalses
	Agrarios	Agricultura de humedad con cultivos anuales	-
		Agricultura de temporal	Cultivos anuales Cultivos semipermanentes Cultivos permanentes Pastizales cultivados e inducidos
<b>Naturales</b> <b>o</b> <b>semitransformados</b>	Terrestres	Factores bioclimáticos	Selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria
		Factores hídricos	Lagunas Ríos
		Factores hidrodinámicos en planicies acumulativas	Fluvio-lacustres y palustres con vegetación hidrófila y pastizales inundables Bajos inundados permanentemente con vegetación hidrófila
	Transicionales o de interfase	Litoral	Planicies acumulativas costeras: dunas y cordones litorales Costas acumulativas: playas arenosas Lagunas costeras y esteros Manglares
	Marinos	Nerítico	Plataforma continental
		Abisal	Mar

Fuente: Cram et al, 2010:66-72.

### 1.3.1 Asociación entre el geosistema y el modelo Presión, Estado y Respuesta (PER).

Al tomar en cuenta al manglar como un geosistema natural de transición que está influenciado fuertemente por geosistemas contiguos tanto terrestres como marinos, en los que intervienen componentes bióticos, abióticos y humanos, es importante generar un diagnóstico ambiental que permita determinar el grado de alteración que presenta, debido a

su doble entrada y salida de agentes perturbadores, ocasionando que la vegetación de interfase sea doblemente vulnerable.

Es importante definir las condiciones que presenta el manglar y asociarlas con los indicadores que lo afectan directa e indirectamente. El concepto de geosistema está fuertemente ligado al modelo PER generado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) ya que considera que las actividades humanas generan problemáticas, es decir, ejercen *presiones* en el ambiente, afectando la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, *estado* (situación actual), de tal manera que la sociedad responde con acciones para mitigar la problemática a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales, *respuesta* (Blanco y Rodríguez, 2008:21,23).

Al aplicar el modelo PER (Figura 1.2) al geosistema permite identificar qué elementos estructurales se encuentran más vulnerables a sufrir alguna perturbación que pudiera afectar o modificar su comportamiento.

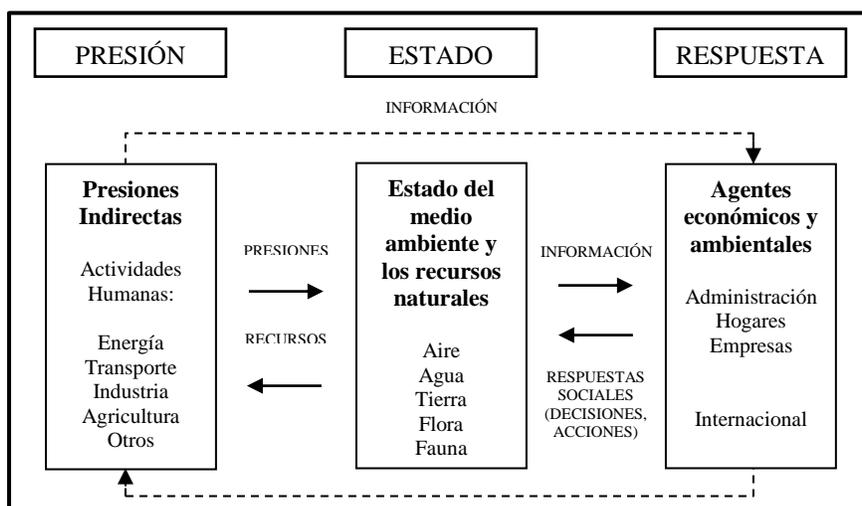


Figura 1.2 **MODELO PER.**  
Fuente: OCDE, 1993 en Blanco y Rodríguez, 2008.

La Figura 1.3 muestra un ejemplo claro de la asociación entre los componentes del geosistema y las variables de estudio del modelo PER permitiendo así, un mejor análisis del geosistema natural de transición mangle; la metodología propuesta puede ponerse a prueba con cualquier otro elemento del medio.

Para una valoración ambiental del manglar como geosistema natural de transición es importante estudiar cuidadosamente cada uno de sus componentes y su comportamiento, en este caso el *estado* en que se encuentran los atributos naturales del mangle es posible analizarlos a partir de su funcionamiento en tanto el *potencial ecológico* como en su *explotación biológica*.

La *presión* ejercida sobre el manglar está caracterizada por las actividades económicas y éstas a su vez están condicionadas por la *acción antrópica* sobre los servicios ambientales que ofrece la vegetación al medio, *explotación biológica*.

Las posibles *respuestas*-soluciones que propone la sociedad para las problemáticas que presenta el manglar, están estrechamente ligadas con la percepción que se tiene sobre éste, intervienen aspectos culturales y tradicionales en cuanto a los beneficios naturales (*potencial ecológico y explotación biológica*) que ofrece, así como en la valoración de un elemento más del medio que contribuye en el mejoramiento de las condiciones de vida, principalmente vegetal, generando leyes y programas de apoyo para que amplíe su cobertura. No obstante, aunque el manglar se encuentre en estado de conservación la propia sociedad rompe con las normas que tratan de asegurar su existencia.

A través de la información obtenida se puede generar un diagnóstico más amplio y preciso sobre las debilidades que presenta el geosistema, el cual permite desarrollar mejores estrategias de conservación que impidan la pérdida del manglar.

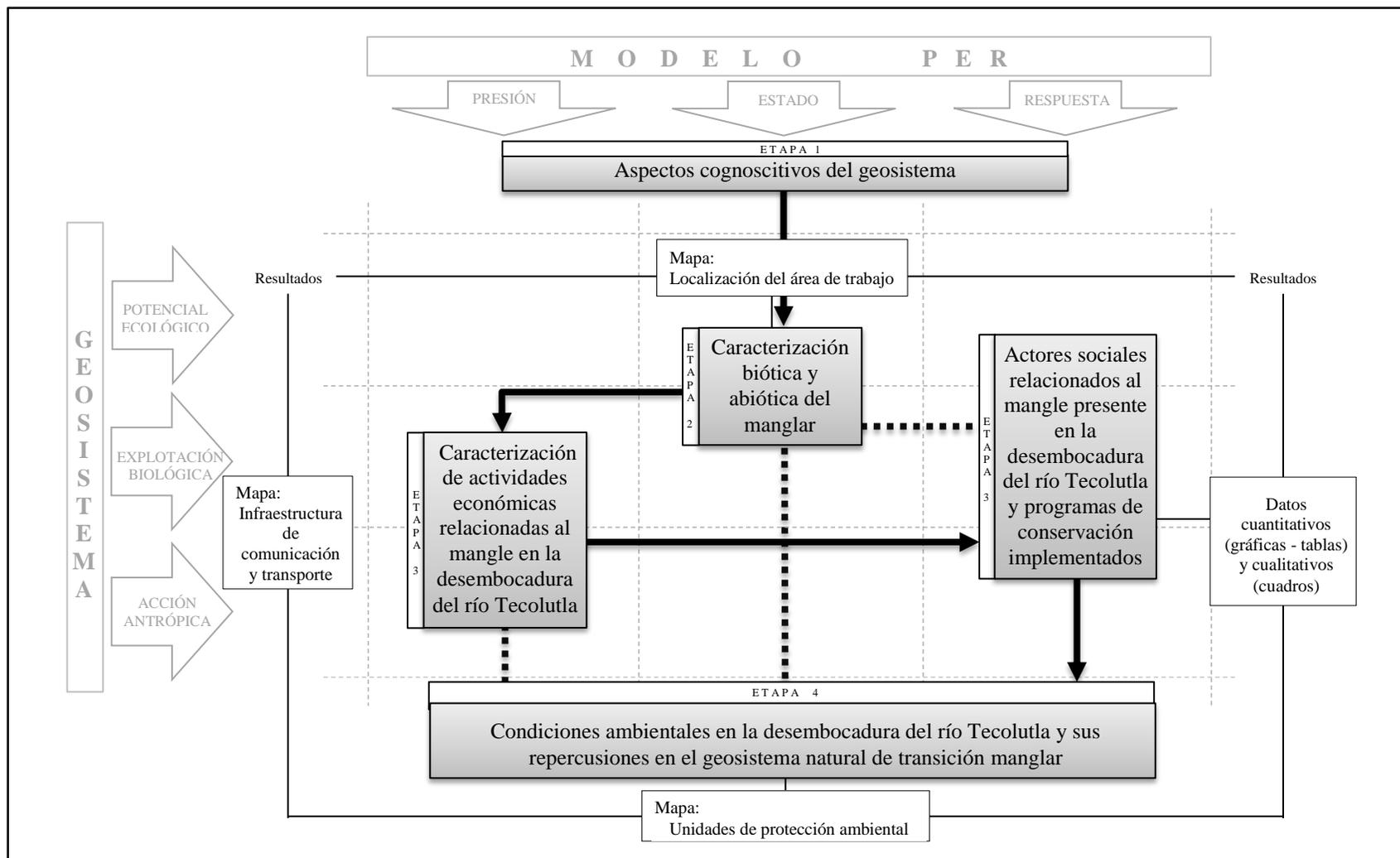


Figura 1.3 ASOCIACIÓN DEL GEOSISTEMA Y EL MODELO PER.

Fuente: González O. y Arcia R., 1994. Blanco y Rodríguez, 2008.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

## **CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL GEOSISTEMA NATURAL DE TRANSICIÓN MANGLE.**

A lo largo de tres apartados en los que se encuentra dividido este capítulo se dan a conocer los rasgos físico-geográficos y biológicos que interactúan en la zona de manglar asociada a la desembocadura del río Tecolutla, con la intención de caracterizar el *estado* actual en el que se desarrolla dicho geosistema.

En el primero, se delimita la zona de estudio y se describen las principales características físico-geográficas del lugar, para poder relacionarlas con la biodiversidad que presenta. En el segundo, se desarrollan aspectos biogeográficos, caracterizaciones biológicas propias del mangle, así como la vegetación y fauna asociada al geosistema. El último apartado, hace referencia a los servicios ambientales asociados al mangle y a las declaratorias de protección asignadas para la zona de estudio.

Se obtiene así la caracterización de los elementos principales del geosistema, el *potencial ecológico* y la *explotación biológica*, los cuales fungen como factores determinantes del funcionamiento y desarrollo, en este caso del manglar.

### **2.1 Elementos abióticos del manglar.**

Los componentes inorgánicos (abióticos) que determinan las características de un espacio físico cambian de un lugar a otro, estas variaciones condicionan el crecimiento y desarrollo de la materia viva. Dentro de los elementos abióticos más representativos se encuentran los rasgos fisiográficos, geológicos, edáficos entre otros, así como los factores determinantes del clima.

Un análisis completo implica considerar las condiciones abióticas y bióticas, para ello es necesario localizar geográficamente la zona de estudio que abarca principalmente a la Comunidad de los Pescadores (Paso del Río) y a la cabecera municipal de Tecolutla,

Veracruz en las coordenadas extremas (zona de manglar) 20°30'25'' y 20°24'21'' latitud Norte y 97°2'60'' y 96°58'00'' longitud Oeste (Figura 2.1).

La finalidad central de la tesis es analizar el geosistema de manglar, que abarca cerca de 619.37 ha (CONABIO, 2013), y está dividido por la desembocadura del río Tecolutla, por lo que claramente se pueden apreciar dos porciones principales la Norte y la Sur; la porción Norte (Figura 2.2) se localiza en el límite noroeste de la zona urbana de la cabecera municipal de Tecolutla, mientras que la porción Sur (Figura 2.3) se encuentra en las estribaciones de los esteros (Figuras 2.4a y 2.4b), El Negro perteneciente al municipio de Gutiérrez Zamora y El Larios dentro del territorio de Tecolutla. Cabe destacar que el mapa de cobertura vegetal del mangle se elaboró a partir de información proporcionada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) a través de la Subcoordinación de Percepción Remota.

#### 2.1.1 Fisiografía y topografía.

La zona de estudio forma parte de la provincia de llanuras y lomeríos que abarca desde Tampico hasta Misantla, caracterizada al norte cerca de la cuenca baja del río Pánuco por algunas llanuras no inundables asociadas con lomeríos, y en la parte sur por algunos sistemas de lomeríos suaves asociados con llanos y algunos con cañadas. Dicha provincia es tomada en cuenta a partir de la división de provincias que utiliza la Conabio (Cervantes *et al*, 1990).

La subprovincia llanuras y lomeríos es caracterizada a lo largo del margen derecho del río Tecolutla, erigiéndose un relieve con una altitud no mayor a 400 msnm, recorrido por barrancas definidas por areniscas del Mioceno y lutitas-areniscas del Oligoceno.

Entre el estuario del río Cazones hacia el norte y el del río Nautla al sur del municipio de Tecolutla, dominan las playas bajas, en donde es notable la degradación de las cuencas vertientes que desembocan en el mar, reflejándose en el azolve que ha colmatado los lechos de antiguos ambientes lacustres costeros, de forma tal que la costa de barrera se ha adosado a la margen continental y sólo se encuentra separada por un estero de disposición paralela a la costa asociada con las planicies de inundación a los largo de su trayectoria.



Figura 2.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

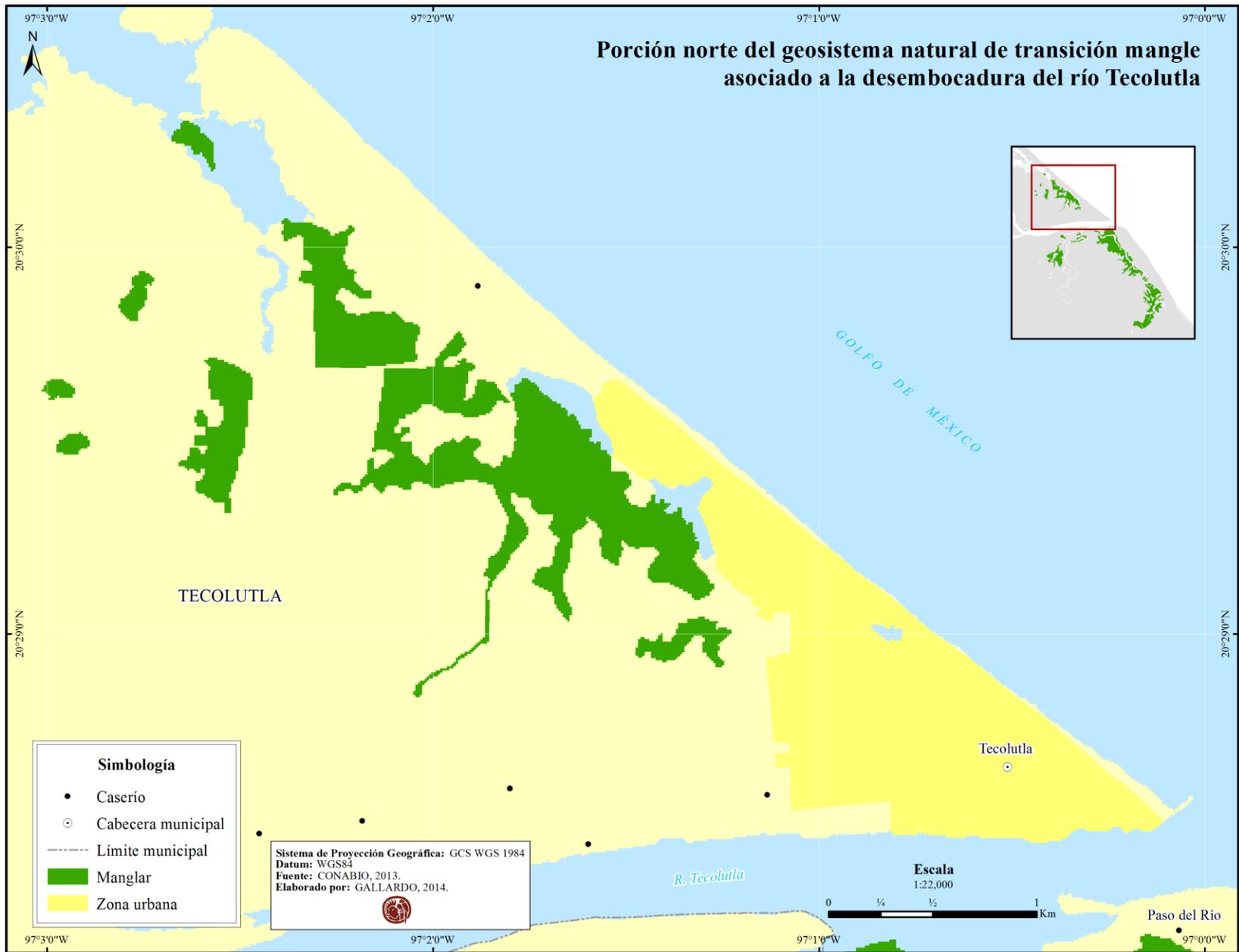


Figura 2.2 LOCALIZACIÓN DE LA PORCIÓN NORTE DE MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO.

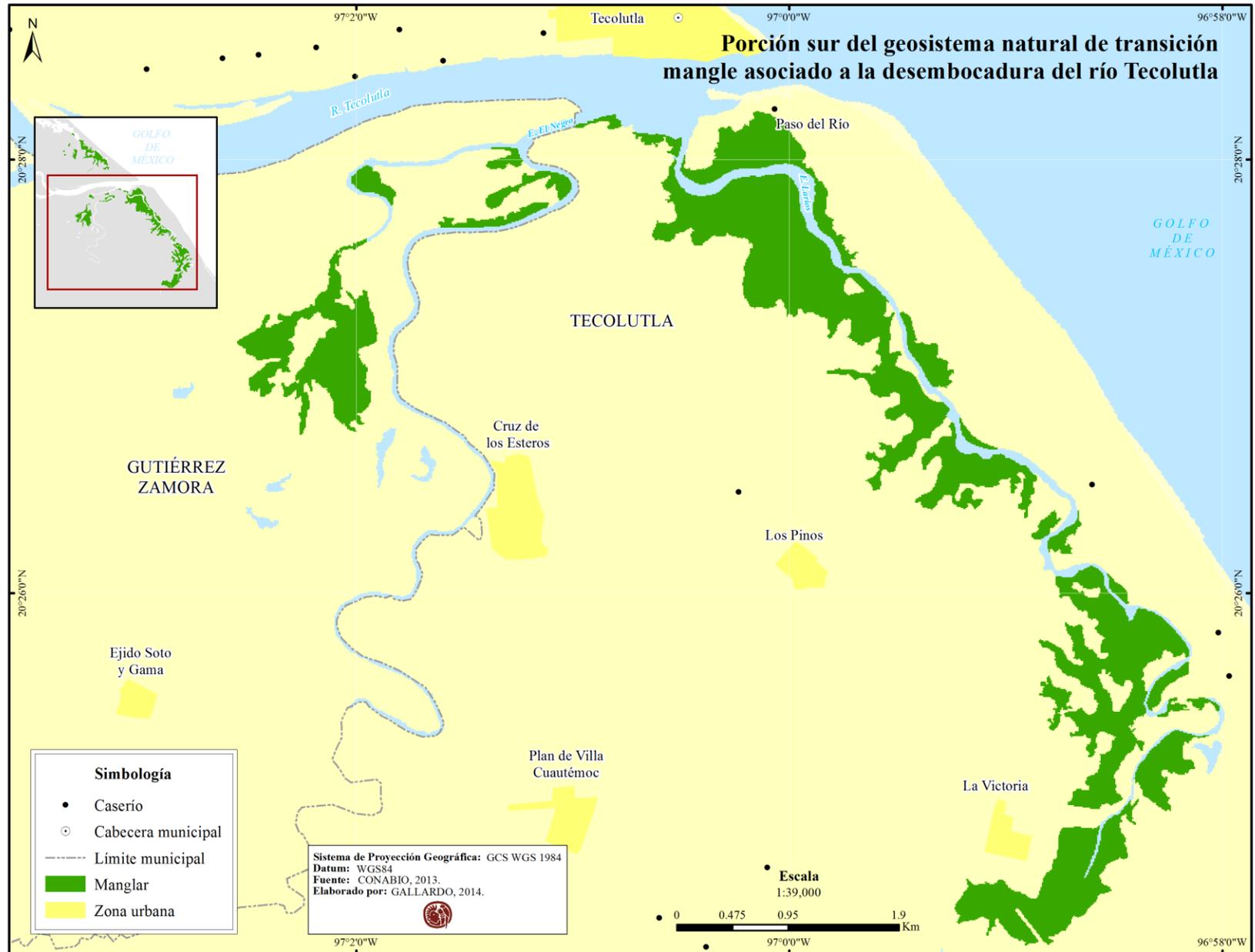


Figura 2.3 LOCALIZACIÓN DE LA PORCIÓN SUR DE MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO.



**Figura 2.4a MANGLARES DE TECOLUTLA, VERACRUZ. FOTOGRAFÍA AÉREA PANORÁMICA.**  
Fuente: Conabio – Semar/ J. Acosta Velázquez 2008.



**Figura 2.4b MANGLARES DE TECOLUTLA, VERACRUZ. FOTOGRAFÍA AÉREA PANORÁMICA.**  
Fuente: Conabio – Semar/ J. Acosta Velázquez 2008.

Por consecuencia, desde Tuxpan hasta Nautla, existen las playas más largas, que en invierno cuando muchas de las bocas se cierran por la acumulación de sedimentos solamente se interrumpe la playa por la salida del río Tecolutla y por algunas bocas de lagunas costeras.

Cierta cantidad de materiales aportados por el río, principalmente arenas, son depositadas sobre la costa, permitiendo se desarrolle la ya conocida barra de Tecolutla, cerca de la zona de manglar.

Este humedal está establecido en una planicie de inundación de origen fluvio-lagunar pantanoso, con microrelieve que permite la acumulación de sedimentos finos a medios, además de materia orgánica generada por el propio mangle.

El geosistema de manglar de la desembocadura del río Tecolutla se ubica dentro del sistema de topofomas de llanura costera a una altitud de 1 a 2 msnm. Las comunidades de manglar sobre el estero corresponden a una zonación vinculada con la cercanía al cuerpo de agua, a la orilla del cauce y a la influencia de la marea (Conabio, 2011).

#### 2.1.2 Geología y edafología.

La zona de los manglares de Tecolutla se encuentra dentro de las formaciones geológicas que durante el Pérmico estuvieron sumergidas, debido a que se formó un mar que conectaba a Texas con el Golfo de México, cubriendo el sur de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz.

Ya en el Cretácico Tardío casi todo México se encontraba cubierto por mar, sin embargo al terminar la Orogénesis Hidalguense comenzó la emersión definitiva, debido al plegamiento y levantamiento de la Sierra Madre Oriental involucrando a gran parte del territorio.

Lankford R.R. (1977) realizó una caracterización del origen geológico de lagunas costeras, a partir de la geomorfología modificada leve o fuertemente a raíz de la estabilización del nivel del mar.

La zona de manglar asociada a la desembocadura del río Tecolutla, objeto de estudio del presente trabajo entra en el rango de origen Tipo II. Sedimentación terrígena diferencial, asociada con sistemas deltaicos fluviales producidos por una sedimentación irregular o

subsidiencias de superficie terrestre que causan la compactación de los efectos de carga, en los últimos 5 mil años, aunque existen algunos geológicamente jóvenes (cientos de años). Se forman rápidamente barreras arenosas, deltas de insumo de sedimentos bajos que pueden ser someros y con frecuencia efímeros, características de las regiones ubicadas en el Golfo de México a lo largo de los planos deltaicos (Espinosa, 2010).

Según Rzedowski (1981) la parte centro–norte del estado de Veracruz se encuentra bajo una amplia zona de rocas sedimentarias marinas del Cenozoico y Mesozoico, pero principalmente de la época del Oligoceno y Mioceno.

La zona de estudio data del período Terciario Superior de la era Cenozoica, pertenecientes a la Formación Tuxpan del Mioceno, la cual corre a lo largo de la costa del Golfo de México en una franja aproximada de 25 kilómetros de angostura en la porción sur (Castillo, 2000). Las rocas de estas épocas depositadas en un ambiente marino de aguas marginales a poco profundas están constituidas principalmente por lutitas, areniscas y algunas tobas ácidas.

La zona litoral es un depósito no consolidado que forma la barra de Boca de Tecolutla, constituida por arenas de grano fino a medio, pero principalmente de minerales de cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos y conchas de organismos recientes.

Los grupos edáficos representativos dentro del área de estudio, según la publicación “*Caracterización del sitio de manglar Tecolutla*” que presentó la Conabio (2009) son:

Luvisol con alto contenido de arcillas en el subsuelo, tiene una saturación de base mayor del 55% siendo potencialmente apto para la agricultura, aunque necesita un tratamiento con cal y fertilizantes para un mejor rendimiento.

Vertisol característico por sus arcillas absorbentes, contiene un alto potencial para la agricultura, pero algunas características climáticas, como la variabilidad en la cantidad de precipitación pluvial y la disminución del margen de humedad disponible para los cultivos debida a la presencia de arcilla en el suelo, disminuyen su productividad.

Regosol relativamente reciente, desarrollado a partir de materiales no consolidados, con materia mineral sobre arcilla la cual permite la penetración de las raíces de las plantas

favoreciendo potencialmente a la agricultura, aunque su uso varía de un lugar a otro, conforme a las condiciones locales. Generalmente en las zonas arenosas se utiliza para el cultivo de cocoteros y pastizales.

Feozem caracterizado por su color oscuro, ya que posee una notable cantidad de materia orgánica, es destinado a la ganadería.

Cambisol contiene arcilla, carbonato de calcio, fierro y magnesio, además de una gran cantidad de lombrices. Destinado para los pastizales.

Fluvisol con depósitos de origen lacustre, favorece al desarrollo de comunidades vegetales naturales, como manglares, pastizales y árboles frutales.

Gleysol relacionado con pastizales y manglares, en donde el suelo es saturado por agua (López Portillo *et al*, 2009). Este tipo de suelo se forma a partir de materiales no consolidados característicos de aluviones recientes, generalmente drenados, que si se les proporciona un buen drenaje pueden ser utilizados para la agricultura.

### 2.1.3 Hidrología.

El Consejo del Sistema Veracruzano del Agua (CSVA) divide en cinco regiones hidrológicas al estado de Veracruz a lo largo de su territorio, delimitadas conforme a la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial similares, para una mejor planeación y gestión de las mismas, correspondiendo la zona de estudio a la Región Norte.

La cuenca del río Tecolutla (Figura 2.5) es una de las siete subcuencas diferenciadas por el nivel de balance de agua superficial en que se encuentra dividida la Región Norte del estado.

El municipio de Tecolutla posee un sistema hidráulico abundante en casi toda su extensión costera, lo que permite la proliferación de especies que se encuentran relacionadas estrechamente con el agua. El río Tecolutla nace en la Sierra de Puebla, formado por la confluencia de los ríos Necaxa, Axacal, Cempoala y San Pedro, corrientes que nacen en la Sierra Madre Oriental; se dirige de suroeste a noreste y recorre aproximadamente 100 km; posteriormente recibe las de los ríos Laxaxalpan, Tecuantepec y Jolopan, y cerca de su

desembocadura (en la cabecera municipal) recibe al arroyo de Chichicatzapa, formando la barrera de Tecolutla.

Algunos rasgos característicos en la zona de su desembocadura son los esteros El Negro y Larios, hábitat que permite el desarrollo del mangle, mientras que en la zona norte del área de estudio se encuentran pequeñas lagunas costeras, la mayoría de estas se generaron a partir de la inundación de 1999, generalmente reciben el agua de lluvia y el agua que escurre de las colonias adyacentes, en algunas ocasiones en época de fuertes nortes el agua de mar se adentra a las lagunas. Los principales aportes de agua al geosistema de manglar provienen del río Tecolutla y de la marea del Golfo de México.

#### 2.1.4 Clima.

Según datos de la Conabio (1998), domina en un 100% el clima Am (f) cálido húmedo, con temperatura media anual de 22-26°C y una temperatura mayor a 18°C en su época más fría (diciembre-enero).

El Servicio Meteorológico Nacional detecta para la zona dos períodos de lluvia, el primero con una precipitación total mensual de mayo-octubre con 900 a 1200 mm, mientras que el segundo es en noviembre-abril en un rango de 300-350 mm, véase Climograma de Tecolutla (Figura 2.6).

La precipitación varía debido al desarrollo de fenómenos hidrometeorológicos como huracanes, tormentas tropicales, depresiones tropicales, entre otros (Conabio, 2009).

En el Climograma (Figura 2.7) generado a partir de datos obtenidos de la estación meteorológica más próxima a la estación de la zona de estudio, localizada en la cabecera municipal de Gutiérrez Zamora (8.5 km hacia el Oeste) y nombrada de la misma forma, muestra valores de precipitación que aumentan un poco debido a la orografía de la zona.

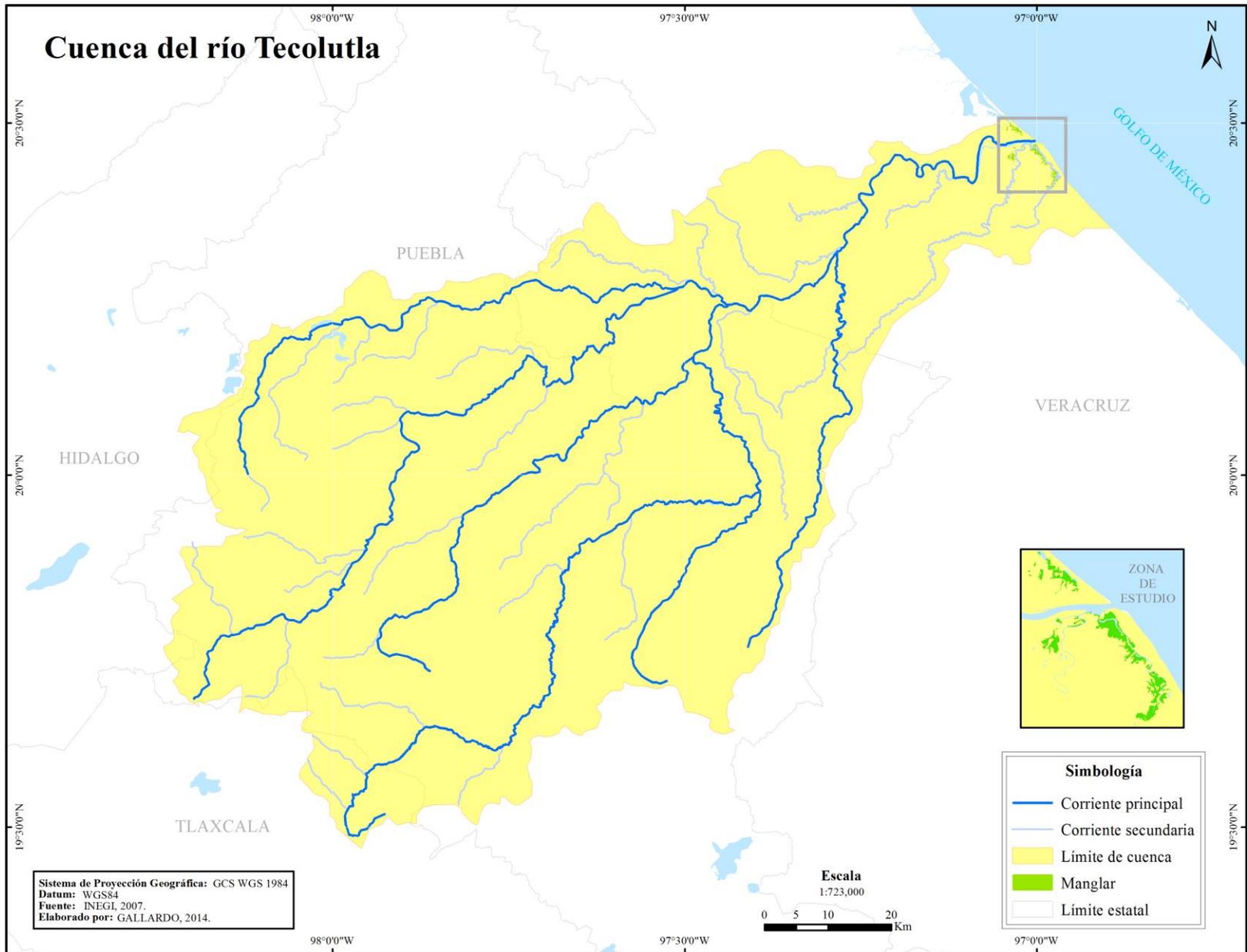


Figura 2.5 LÍMITE ADMINISTRATIVO DE LA CUENCA DEL RÍO TECOLUTLA.

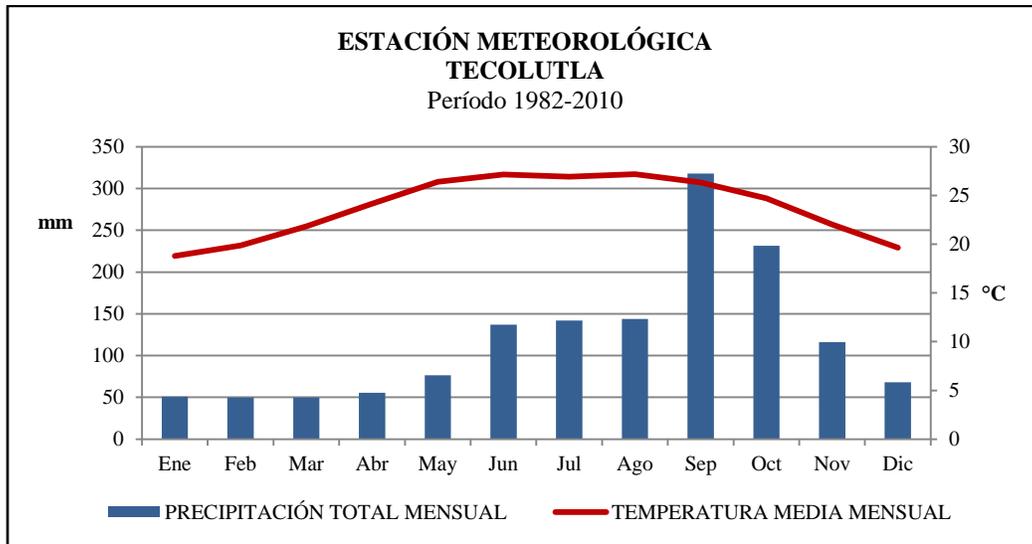


Figura 2.6 CLIMOGRAMA DE TECOLUTLA, VERACRUZ.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2013.

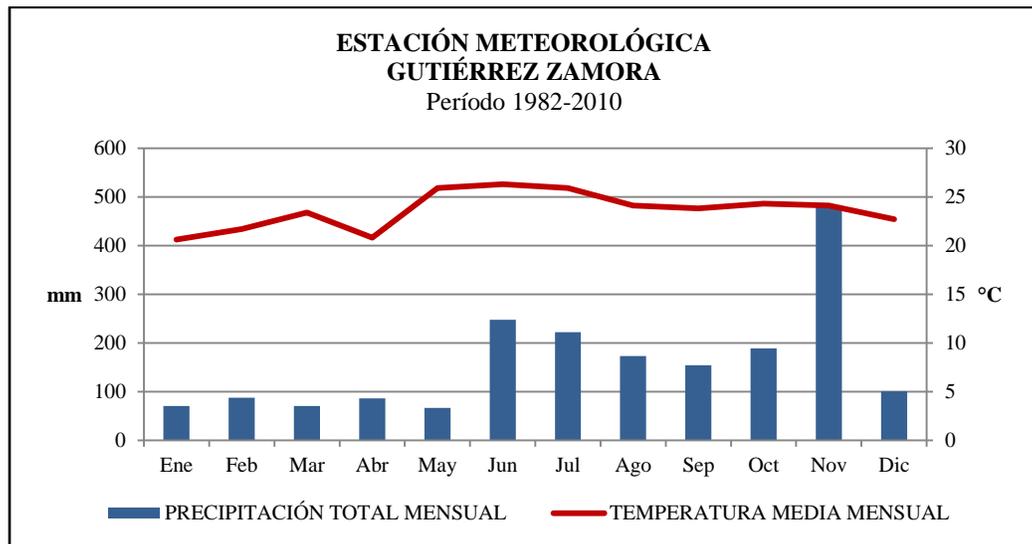


Figura 2.7 CLIMOGRAMA DE GUTIÉRREZ ZAMORA, VERACRUZ

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2013.

El norte del estado de Veracruz, es una de las zonas del país más propensas en recibir el impacto de tormentas y huracanes. Tecolutla, es uno de los municipios más vulnerables durante la temporada de lluvias, cerca de 10% de los huracanes que se presentan en el Golfo de México en cada temporada, impactan a esta región. En el Cuadro 2.1 se enlistan algunos de los fenómenos meteorológicos que han impactado a la zona y han provocado las mayores afectaciones a la población.

**CUADRO 2.1 FENÓMENOS METEOROLÓGICOS QUE HAN AFECTADO A TECOLUTLA.**

<b>FENÓMENO METEOROLOGICO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA</b>
Tormenta Tropical Bees	Vientos máximos de 55 km/hr	5 al 8 de agosto de 1978
Depresión Tropical No. 11	Vientos máximos de 55 km/hr	4 al 6 de octubre de 1999
Huracán Stand	Categoría 1 Vientos aprox. 130 km/hr	4 y 5 de octubre del 2005
Huracán Dean	Categoría 1 Vientos 103 km/hr	21 y 22 de agosto el 2007
Huracán Lorenzo	Categoría 1 Vientos 120 km/hr	27 y 28 de septiembre de 2007
Depresión Tropical Marco	Vientos 55 km/hr	7 y 8 de octubre del 2007
Huracán Karl	Categoría 1 Vientos 120 km/hr	16 al 18 de septiembre del 2010

Elaborado por: Gallardo, 2013.

Entre los daños que sufre la población se encuentran las inundaciones, Tecolutla se ha visto afectada en diversas ocasiones por éstos fenómenos, cabe destacar la ocurrida en el año de 1999, consecuencia de las lluvias torrenciales ocasionadas por la Tormenta Tropical No. 11, que aunque no tocó tierra firme directamente, debido a su cercanía, desplazamiento e interacción con flujos de aire húmedo provenientes del Golfo de México (Bitrán D., 2001) se generó una gran cantidad de vapor de agua ocasionando fuertes lluvias en el estado de Veracruz y en otros estados de la república (Garnica R., 2003), por sus efectos se le consideró como el ciclón tropical de mayor afectación en el país durante la temporada de lluvias de ese año (Hernández Unzón, 2009). Inundaciones de tales magnitudes se han presentado en un período de 50 años aproximadamente, la última registrada había sido en el año de 1944 (Garnica R., 2003).

## **2.2 Elementos bióticos del manglar.**

Los organismos vivos (bióticos) están caracterizados principalmente por un comportamiento específico y rasgos fisiológicos, los cuales les permiten sobrevivir y reproducirse en un ambiente. En consecuencia, establecen relaciones con otros seres vivos a partir de su interacción y competencia, principalmente por alimento y espacio.

Existe una dependencia estrecha entre la flora y la fauna, influenciada por leyes naturales que determinan la estructura y función de las asociaciones de seres vivos. Por ejemplo, muchas plantas están ligadas a ciertos animales, los cuales actúan como polinizadores o dispersores. Los elementos bióticos se desarrollan a partir de las condiciones naturales definidas por los rasgos abióticos que caracterizan a un medio en específico.

### **2.2.1 Aspectos biogeográficos del mangle.**

Existen seis regiones biogeográficas en el mundo, el territorio mexicano se encuentra en la zona de transición entre la región Neártica y la Neotropical, a ello se le atribuye la riqueza natural con la que cuenta el país. El área de estudio se encuentra dentro de la región biogeográfica Neotropical, caracterizada por abundantes bosques tropicales, extendiéndose desde el centro-sur de México atravesando Centroamérica hasta llegar al norte de Sudamérica al sur de Brasil, abarcando la inmensa selva del Amazonas.

A su vez cada región fue dividida en dominios y provincias a partir de la vegetación dominante, integrando en los mismos territorios plantas y animales. La región Neotropical se encuentra dividida en seis dominios, de los cuales, el Dominio Amazónico es al que corresponde la porción centro-sur de México, caracterizada por el clima cálido y húmedo, cubierto por vegetación tropical. El Dominio Amazónico está diferenciado en nueve provincias biogeográficas, definidas principalmente por rasgos fisiográficos sobresalientes.

El área de interés del presente trabajo se localiza dentro de la Provincia Pacífica, se trata de una de las zonas más húmedas del planeta, influenciada por su cercanía con el Ecuador. La selva pluvial es la vegetación dominante, en la costa son frecuentes los manglares, condicionados por la marea (Cabrera Ángel I. y Willink Abraham, 1980).

La ubicación de los bosques de manglar se limita a la zona intermareal, sobre las costas tropicales y subtropicales, entre los 25 grados de latitud norte y sur.

Las especies de manglar que se conocen en el mundo están distribuidas en 20 géneros, pertenecientes a 16 familias (Tomlinson P. B., 1986). Se conocen 54 especies de mangle actualmente, las familias existentes no se encuentran genéticamente relacionadas, debido a las múltiples adaptaciones que estas especies han generado en los ambientes salinos (Conabio, 2009).

Se han identificado dos regiones principales de manglares en el mundo, la oriental, llamada Indopacífica que para la década de los 80's albergaba más de 30 especies y la región del Atlántico y Pacífico Oriental (occidental), con alrededor de 9 especies (Figura 2.8) (Tomlinson P. B., 1986).

La mayor cobertura de manglar se encuentra en la región Indopacífica, tomando en cuenta la razón entre el área total de manglar y la superficie total de cada región, así como la razón entre la superficie cubierta por el mangle y la longitud de la línea costera. Además de estar fuertemente relacionada con el centro de origen y dispersión, según teorías que fundamentan la procedencia de los manglares.

La flora manglarítica de la región Occidental evolucionó mucho después que la flora diversificada de la región Indopacífica. Los géneros *Rhizophora* y *Avicennia* se dispersaron a través del Mar de Tetis (actualmente el Mediterráneo) y de ahí a la costa este de América y sobre la costa oeste de África. Llegaron al Caribe casi en el Eoceno temprano (50-55 millones de años A.C. aproximadamente), en ese entonces la distancia desde el Mar Tetis era considerablemente menor.

Ya para el Eoceno medio tardío (40 millones de años A.C.) se fueron extendiendo los bosques de manglar sobre las costas de Norte y Suramérica (Lacerda *et al*, 1993).

De los 17 estados que presentan litoral en la República Mexicana, de los cuales 11 corresponden al Océano Pacífico y 6 pertenecen a las costas del Golfo de México y el Caribe, todos tienen manglares. La distribución de los manglares en el país, tienen como límite Norte la Laguna Madre en Tamaulipas y se extienden hacia al sur por toda la costa del Golfo y el Caribe hasta llegar a Yucatán y Quintana Roo. Mientras que en la costa del

Océano Pacífico se ubican de manera discontinua, desde la península de Baja California hasta Chiapas.

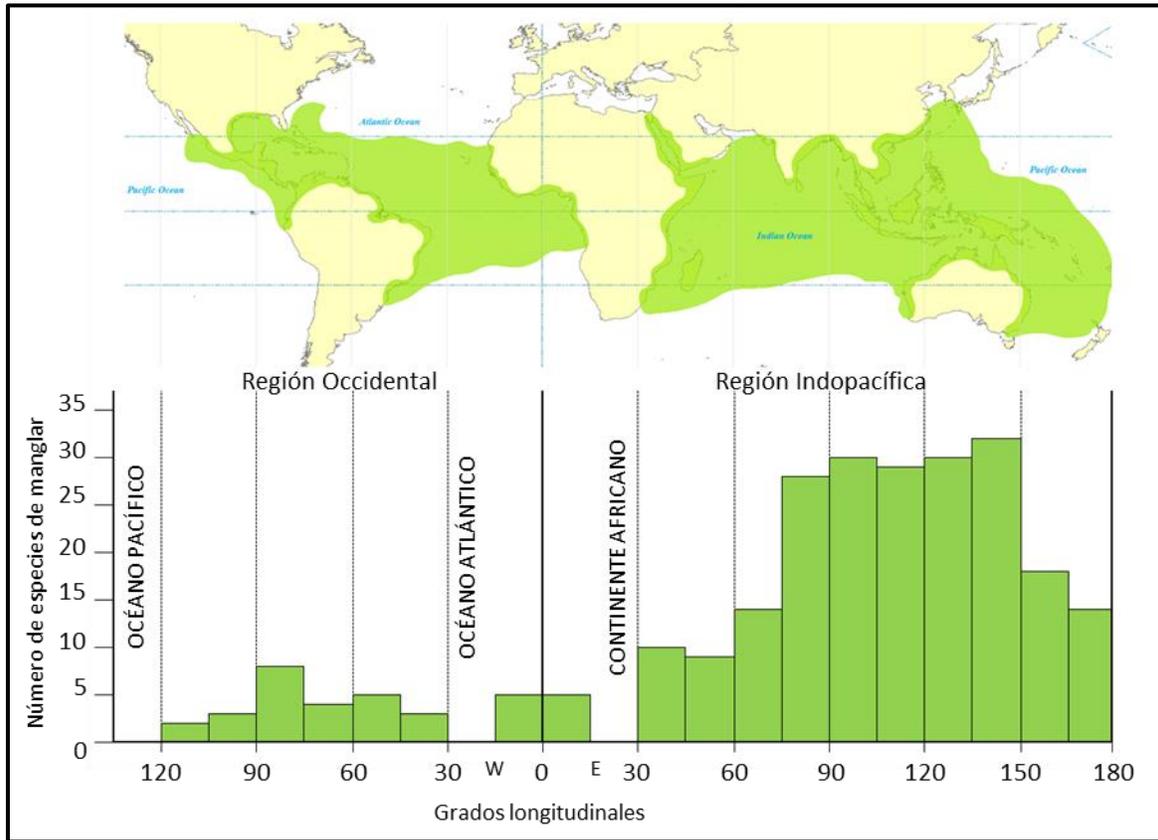


Figura 2.8 **DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LOS MANGLARES.**  
Fuente: Tomlinson, 1986.

La cobertura de manglar del territorio mexicano ha sido estimada a través diferentes metodologías y a diversas escalas, por lo que existe una discrepancia en el valor de la superficie de mangle estimado, por ejemplo la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el 2000 dio una estimación de 440 mil hectáreas y justo un año atrás, en 1999 Yáñez-Arancibia calcularon 524, 600 hectáreas (FAO, 2009).

Por lo que la Conabio, implementó junto con otras instituciones, el programa *Los manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo*. En una primera etapa se obtuvo la cartografía de la distribución de los manglares en México a escala 1:50 000 a partir de un análisis digital de imágenes de satélite SPOT y trabajo de campo. Para realizar el estudio, se utilizó la regionalización generada por un grupo de especialistas en manglares de México, dividiendo las zonas

costeras en cinco regiones: Pacífico Norte, Pacífico Centro, Pacífico Sur, Golfo de México y Península de Yucatán (Figura 2.9).

La superficie estimada de mangle en México fue de 770,057 ha, siendo la región Península de Yucatán la que posee la mayor cobertura con 423,751 ha (cerca de 55%). El estado de Campeche posee la mayor superficie de manglar del país con 194,190 ha y Baja California (región Pacífico Norte) presenta la menor superficie con 28 ha (Conabio, 2009).

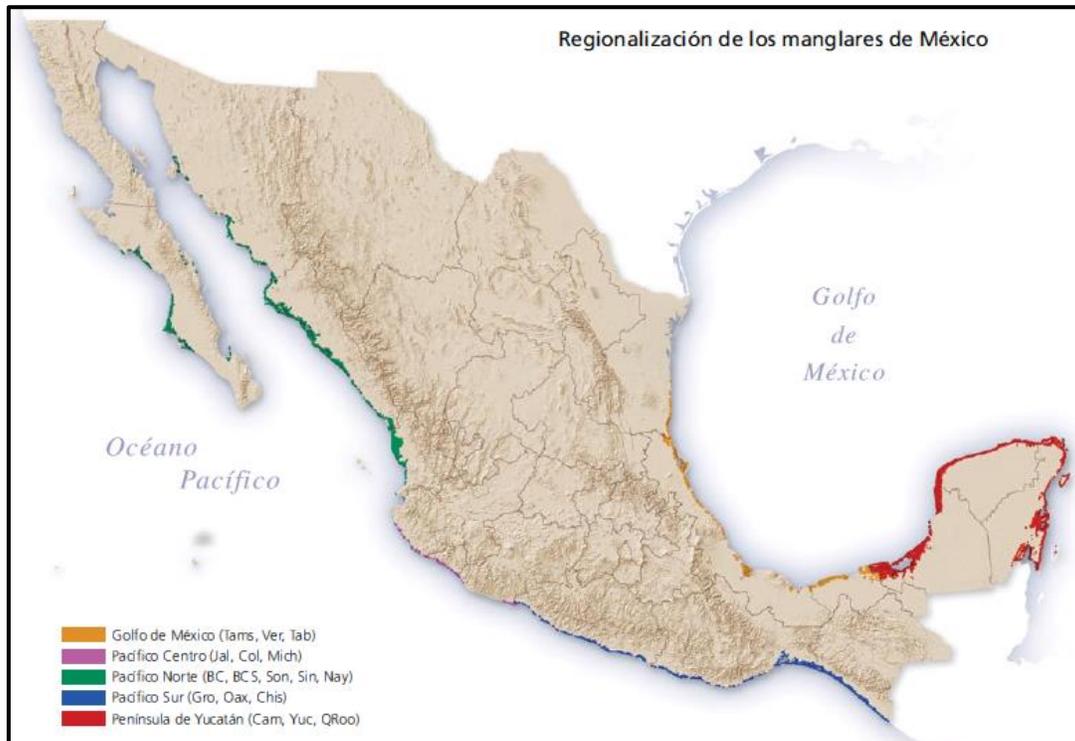


Figura 2.9 REGIONALIZACIÓN DE LOS MANGLARES EN MÉXICO.

Fuente: Conabio, 2009.

### 2.2.2 El manglar y la flora asociada.

México por su ubicación geográfica pertenece a la región occidental, a lo largo del territorio nacional se encuentran presentes cuatro especies de manglar: el mangle rojo *Rhizophora mangle*, el mangle negro *Avicennia germinans*, el mangle blanco *Laguncularia racemosa* y el mangle botoncillo *Conocarpus erectus* en el Cuadro 2.2 se presentan los principales atributos biológicos, mientras que en el ANEXO 1 se describen detalladamente las características biológicas de cada una de las especies. Son pocos los lugares del país en los que se pueden apreciar las cuatro especies de mangle, la zona de estudio es uno de ellos.

Cuadro 2.2 CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE LOS MANGLARES ASOCIADOS A LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TECOLUTLA.

ATRIBUTOS		ESPECIE			
		Mangle Rojo ( <i>Rhizophora mangle</i> )	Mangle Negro ( <i>Avicennia germinans</i> )	Mangle Blanco ( <i>Laguncularia racemosa</i> )	Mangle botoncillo ( <i>Conocarpus erectus</i> )
Estrategias reproductivas	Follaje	Perennifolio	Perennifolio	Perennifolio	Perennifolio
	Floración	Todo el año	Todo el año	Febrero-mayo	Todo el año
	Polinización	Por viento e insectos	Por viento e insectos	Por viento e insectos	Por viento e insectos
	Fructificación	Todo el año	Todo el año	Agosto-septiembre	Verano y otoño
	Viviparidad	✓	✓	✓	✓
Raíz	Aérea	✓	X	X	X
	Pneumatófora	X	✓	✓	X
	Subterránea	X	X	X	✓
Balance de sal	Exclusión	✓	X	✓	X
	Secreción	X	✓	X	✓

Gallardo Diego. Elaboración propia.

El mangle rojo *Rhizophora mangle* crece en ambientes con salinidad variable y está sujeto a un constante movimiento de agua, debido a que se desarrolla en zonas de poca pendiente influenciada directamente por la frecuencia e intensidad de las mareas. Se encuentra en los bordes de los canales (El Larios y El Negro) y en las lagunas costeras de la zona norte de estudio, teniendo contacto directo con los aportes de agua dulce y salada. Se aprecia en forma arbórea y arbustiva de entre 2 a 10 metros de altura (Figura 2.10).

El mangle negro *Avicennia germinans*, se desarrolla en zonas que están altamente influenciadas por los cambios en la microtopografía y los cambios consiguientes en la inundación de los suelos y su salinidad. Se encuentra en áreas bajas, tierra adentro a partir del margen del mangle rojo (Figura 2.11). Estos árboles alcanzan una altura de entre 15 y 20 m. Generalmente los suelos están cubiertos por unos pocos centímetros de agua continuamente estancada o por inundaciones relacionadas a la marea algunas veces durante

el año. En comparación con el mangle rojo, la capacidad de tolerancia a la salinidad es menor.



Figura 2.10 **MANGLE ROJO** *Rhizophora mangle*.  
Foto: Gallardo Diego, 2013.



Figura 2.11 **MANGLE NEGRO** *Avicennia germinans*.  
Foto: Gallardo Diego, 2013.

El mangle blanco *Laguncularia racemosa* crece en áreas de marisma donde se ha presentado la mayor sedimentación y una menor influencia de mareas, por lo que la inundación de los suelos (poco elevados) es somera y poco frecuente (Figura 2.12). Es un árbol que llega a tener una altura de 20 m, se encuentra altamente asociado al mangle negro por tener menor tolerancia de salinidad en comparación al mangle rojo. Aunque se desarrolla de mejor manera en suelo bien drenado, llega a ocupar áreas en donde el flujo laminar y el anegamiento son frecuentes.



Figura 2.12 **MANGLE BLANCO** *Laguncularia racemosa*.  
Foto: Gallardo Diego, 2013.

En la porción Sur de manglares (Figura 2.3) la cobertura de mangle rojo es la que predomina sobre las especies de mangle negro y mangle blanco, siendo este último el que se encuentra en menor proporción.

El mangle botoncillo *Conocarpus erectus* se presenta en áreas más secas, distanciadas de la influencia de la marea (Figura 2.13). Lugares en donde la salinidad y el suelo son más estables favorecen el desarrollo de ésta vegetación arbórea, permitiendo un crecimiento

vertical que va de los 5 a los 7 m de altura. Debido a su baja tolerancia a niveles altos de salinidad, hacia tierra adentro sigue en secuencia al mangle blanco.



Figura 2.13 **MANGLE BOTONCILLO** *Conocarpus erectus*.  
Fuente: PRONATURA VERACRUZ A.C., 2014.  
En línea: [www.pronaturaveracruz.com](http://www.pronaturaveracruz.com)

En la porción Norte de la zona de estudio (Figura 2.2), en los alrededores de las lagunas existe la presencia principalmente de mangle blanco y en menor medida de mangle rojo. En las lagunas ubicadas más al norte existen manchones de mangle botoncillo, siendo solamente en esta parte de la zona de trabajo en donde se encuentra dicha vegetación.

En la zona de manglar prácticamente no existen malas hierbas, sin embargo, se desarrolla una diversidad vegetal que indica alguna perturbación, como lo es la presencia de bejuco y helecho (principalmente en las lagunas de la zona norte de trabajo), además de vegetación que sobrevive en ambiente de manglares, tal es el caso del apompo (cacao silvestre o de monte). Dentro de la flora asociada al área de estudio hay vegetación de dunas costeras (Cuadro 2.3) considerada como vegetación halófila debido a que crecen en suelos con alto contenido de sales, estableciéndose sobre las dunas de arena que se desarrollan a lo largo de

la línea de costa, principalmente en la porción centro-norte del área de estudio cerca de la zona urbana de la cabecera municipal.

Cuadro 2.3 **ALGUNAS ESPECIES DE FLORA RELACIONADAS A LA VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS.**

ESTRATO	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO
Arbóreo	<i>Attalea butyracea</i>	Palma real	Construcción de palapas
	<i>Diphysa robinoides</i>	Palo amarillo	-
	<i>Gliricidia sepium</i>	Muiti	Ornamental
Arbustivo	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Bonduc	Artesanía
	<i>Pluchea odorata</i>	-	Ornamental
	<i>Tecoma stans</i>	Tecoma amarilla	Ornamental
Herbáceo	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Artemisa	Medicinal
	<i>Cleome viscosa</i>	Malva pegajosa	-
	<i>Iresine celosia</i>	Hierba de la rodilla	Medicinal

Fuente: CONABIO, 2011.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

Otro tipo de vegetación presente en la zona contigua al manglar es la de tipo tular, distribuida principalmente alrededor de cuerpos de agua dulce costeros. Existe la presencia de vegetación secundaria, caracterizada por especies nómadas que generalmente son de vida corta (unos cuantos años), aunque puede haber especies que viven muchos años y que pueden alcanzar una altura considerable. Entre las familias que caracterizan a las comunidades secundarias están algunas leguminosas, gramíneas y euforbiáceas, la expansión del área de influencia de esta vegetación se ha visto favorecido por la ampliación de la frontera agrícola (Conabio, 2011).

### 2.2.3 Clasificación del manglar.

Las diversas especies de mangles se presentan en agrupaciones diferenciadas en cuanto a su composición (características físicas de desarrollo), predominando siempre una determinada especie, manifestándose en franjas delimitadas unas de otras, a dicha delimitación sucesiva por especies dominantes, se le llama zonación (Pannier y Fraíno, 1989).

En la actualidad existen diversas clasificaciones de la vegetación manglarítica, sin embargo son tres las reconocidas mundialmente por biólogos y manglaristas expertos: la de Thom R. R. (1967 y 1984), la de Lugo y Snedaker (1974) y la de Tomlinson P. B. (1986).

Thom R. R. en su clasificación toma en cuenta parámetros basados en la forma del terreno (geomorfología), argumentando la relación existente entre la geoforma y el drenaje del suelo, el nivel de inundación y la salinidad, en los sitios donde se desarrolla el mangle. Delimitando seis tipos de paisaje: delta dominado por las fuerzas fluviales y aporte de sedimentos, delta dominado por mareas y aporte de sedimentos, delta dominado por el oleaje y la descarga fluvial, sistema dominado por el oleaje de poco aporte sedimentario, valle fluvial invadido por el mar y sistema de baja energía, oligotrófico y sustrato calcáreo (Moreno-Peresbarbosa-Travieso, 2006).

Lugo y Snedaker desarrollaron una clasificación fisiográfica-estructural, que toma en cuenta rasgos del relieve y fisionomía: manglares de borde, islotes, ribereños, cuenca, enanos y de petén. Posteriormente fue modificada por Cintrón y Schaffer-Novelli (1985), al unir las categorías de borde e islotes denominándola solamente como de borde (Moreno *et al*, 2006).

Los manglares de borde crecen en contacto directo con el mar (agua salada). Los de tipo ribereño, se establecen en la porción estuarina de los ríos, donde se mezcla el agua dulce con el agua salada. Los de cuenca se desarrollan en llanuras costeras donde el flujo de agua es estacional y puede permanecer estancado por períodos relativamente largos. El mangle enano se establece en zonas que presentan severas limitaciones para su crecimiento y desarrollo, su régimen hidrológico está más ligado al periodo de lluvias y por último, el mangle de petén que se presenta en forma de islas de vegetación con afloramiento de agua dulce.

Por último, la clasificación de Tomlinson está basada en la importancia de las especies dentro de la estructura de la comunidad, es decir, una clasificación florística, a partir de características biológicas, tales como la presencia de viviparidad y mecanismos para resistir la salinidad, entre otras. Definiendo tres tipos de grupos de especies: elementos mayores, verdaderos o manglares estrictos, los cuales están formados por las especies restringidas al manglar; elementos menores, especies que habitan en la periferia del manglar y son poco

abundantes, y; especies asociadas a los mangles, aquellas que se comparten con otras comunidades cercanas y se ubican en la zona de transición del manglar (Moreno *et al.*, 2009).

En el Cuadro 2.4, se muestran las especies de manglar que están presentes en el área de estudio, ubicándolas dentro de las clasificaciones mencionadas, a partir de sus rasgos geomorfológicos, fisiográfico-estructurales y florísticos.

**Cuadro 2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS MANGLARES UBICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

<b>CLASIFICACIÓN ESPECIE</b>	<b>Florística (Tomlinson, 1986)</b>	<b>Fisiográfica-estructural (Lugo y Snedaker, 1974)</b>	<b>Geomorfológica (Thom, 1967 y 1984)</b>
<b>Mangle Rojo</b> <i>(Rhizophora mangle)</i>	Elementos mayores, verdaderos o estrictos	Ribereño	Delta dominado por mareas y aporte de sedimentos
<b>Mangle Negro</b> <i>(Avicennia germinans)</i>	Elementos menores	De cuenca	
<b>Mangle Blanco</b> <i>(Laguncularia racemosa)</i>			
<b>Mangle Botoncillo</b> <i>(Conocarpus erectus)</i>			

Fuente: Moreno Casasola et al, 2006. Gallardo Diego. Elaboración propia.

El geosistema de manglar asociado a la desembocadura del río Tecolutla, debido a que se desarrolla sobre una geomorfología que se encuentra entre 1 y 2 msnm, se ubica dentro de la clasificación de Thom (1967 y 1984) como un delta dominado por mareas y aporte de sedimentos, característica principal de los esteros El Larios y El Negro.

#### 2.2.4 Fauna asociada al manglar.

La elevada productividad natural que genera el manglar proporciona hábitat a una gran diversidad biológica tanto vegetal como animal. Muchas especies faunísticas encuentran refugio tanto de depredadores como de las condiciones del tiempo atmosférico (vientos fuertes, lluvia etc.), pero principalmente un hábitat que les proporciona alimento.

El dosel de los árboles, los agujeros de raíces, troncos y ramas, la subsuperficie del suelo, los charcos permanentes y semipermanentes, así como el propio curso del agua funcionan como suministro alimenticio para los animales, según sus características y demandas biológicas.

Los manglares mantienen una compleja red trófica, debido a los niveles altos de materia orgánica que producen, sirviendo como sitios de anidamiento de aves, zonas de alimentación, crecimiento y protección de diversas especies de peces, moluscos, crustáceos, aves, reptiles, mamíferos, insectos, entre otros. Dentro de las especies de fauna asociada al manglar, tanto a la parte emergida (terrestre) como sumergida (acuática), son pocas las especies que se consideran anfibias (como el cangrejo) (Ugalde, 2007).

Cabe destacar la importancia del sitio (zona de estudio) para el ciclo biológico del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi*, por ser un área de desarrollo y por lo tanto, de protección para la especie, debido a que en los últimos años ha disminuido considerablemente su población, ya que había sido cazado y comercializado por tener en una de sus tenazas una buena cantidad de carne, altamente cotizada por los restauraneros de la región.

Algunos de los animales vertebrados que se pueden encontrar en la zona de estudio, principalmente especies endémicas del geosistema de manglar en la desembocadura del río Tecolutla, están sujetas a protección especial, con la intención de evitar su extinción, por mencionar algunos: el sapo cresta grande *Bufo cristatus*, la rana de cascada *Rana pustulosa*, la iguana espinosa del Golfo *Ctenosaura acanthura* y la tortuga casquito *Kinosternon herrerai* (Cuadro 2.5).

**Cuadro 2.5 FAUNA ASOCIADA AL MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO (Nombre común)	CATEGORÍA (Norma Oficial Mexicana)	DISTRIBUCIÓN (Norma Oficial Mexicana)
PECES	<i>Ariopsis felis</i> (Bagre gato)	-	-
	<i>Bagre marinus</i> (Bagre)	-	-
	<i>Cathorops melanopus</i>	-	-
	<i>Diapterus auratus</i> (Mojarra)	-	-
	<i>Gobiomorus dormitor</i> (Guavina)	-	-
	<i>Micropogonias undulatus</i>	-	-
ANFIBIOS	<i>Pomadasyis crocro</i>	-	-
	<i>Bufo cristatus</i> (Sapo cresta grande)	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Bufo marinus</i>	-	-
	<i>Bufo valliiceps</i>	-	-
	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Sujeta a protección especial	-
	<i>Leptodactylus labialis</i>	-	-
	<i>Phrynohyas venulosa</i>	-	-
	<i>Rana berlandieri</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
	<i>Rana pustulosa</i> Rana de cascada	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
<i>Smilisca baudini</i>	-	-	

Cuadro 2.5 (continuación) **FAUNA ASOCIADA AL MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO (Nombre común)	CATEGORÍA (Norma Oficial Mexicana)	DISTRIBUCIÓN (Norma Oficial Mexicana)
REPTILES	<i>Ameiva undulata</i>	-	-
	<i>Boa constrictor</i>	Amenazada	No endémica
	<i>Cnemidophorus deppi</i>	-	-
	<i>Cnemidophorus guttatus</i>	-	-
	<i>Coluber constrictor</i>	-	-
	<i>Coniophanes bipunctatus</i>	-	-
	<i>Coniophanes imperialis</i>	-	-
	<i>Conopsis lineatus</i>	-	-
	<i>Ctenosaura acanthura</i> Iguana espinosa del Golfo	Sujeta a protección especial	Endémica
	<i>Drymarchon corais</i>	-	-
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	-	-
	<i>Ficimia streckeri</i>	-	-
	<i>Holbrookia propinqua</i>	-	-
	<i>Iguana iguana</i> Iguana verde	-	-
	<i>Lampropeltis triangulum</i> Culebra real coralillo	Amenazada	No endémica
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Amenazada	No endémica
	<i>Masticophis mentovarius</i>	-	-
	<i>Nerodia rhombifer</i>	-	-
	<i>Ninia sebae</i>	-	-
	<i>Sceloporus variabilis</i>	-	-
<i>Thamnophis proximus</i> Culebra listonada occidental	Amenazada	No endémica	
<i>Kinosternon herrerae</i> Tortuga casquito	Sujeta a protección especial	Endémica	
<i>Trachemys scripta</i> Tortuga gravada	Sujeta a protección especial	No endémica	
AVES	<i>Pardirallus maculatus</i>	-	-
	<i>Porzana flaviventer</i>	-	-
	<i>Rallus longirostris</i> Rascón picudo	Sujeta a protección especial	No endémica
MAMÍFEROS	<i>Liomys irroratus</i>	-	-
	<i>Peromyscus mexicanus</i>	-	-
	<i>Sciurus aureogaster</i>	-	-
	<i>Sciurus deppei</i>	-	-

Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO) en López et al, 2009.

### 2.3 Importancia ecológica del manglar.

Una de las características principales del mangle es la manera en que funcionan dentro del medio natural, los tres procesos que están relacionados a su funcionamiento específico son la producción de biomasa, la descomposición y la exportación (Figura 2.14).

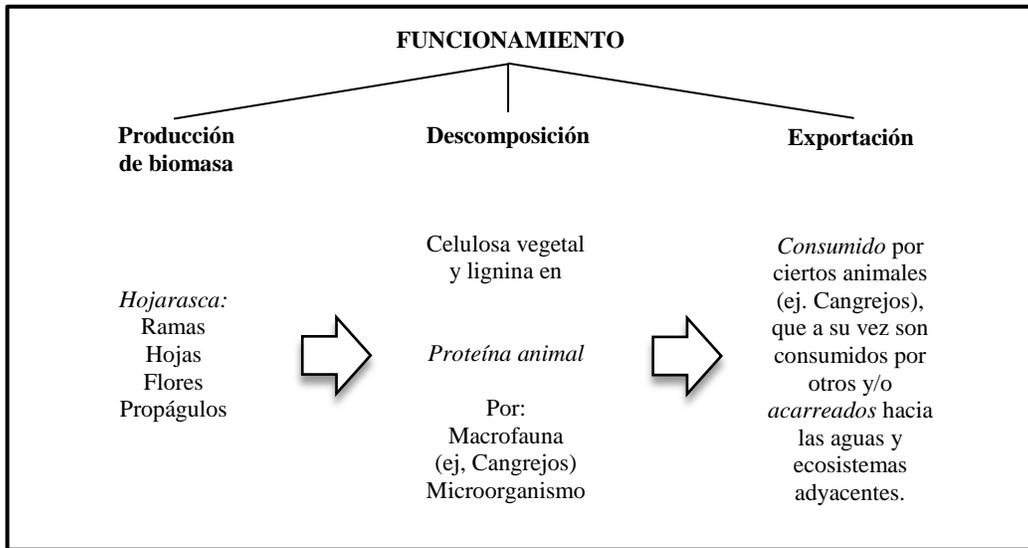


Figura 2.14 **FUNCIONAMIENTO DE LOS MANGLARES. PROCESOS ECOLÓGICOS.**

Fuente: Moreno Casasola P. et al, 2006. Gallardo Diego. Elaboración propia.

La producción vegetativa y el crecimiento de la especie de mangle en general, son lentos, así como el inicio de floración y fructificación, los cuales se adaptan a los cambios de ambiente. Por ejemplo, los propágulos son de menor tamaño y peso en época de secas, debido a que la planta gasta más energía en la floración y en la fructificación que en la formación de los propágulos, ya que éstos al caer al suelo poco inundado o sin inundación, se establecen con mayor facilidad. Mientras que en época de lluvias, el mangle invierte mayor cantidad de energía en la producción de propágulos, para hacerlos más grandes y más resistentes, ya que necesitan reservas que consumir mientras llegan a una zona menos inundada para establecerse (Moreno Casasola P. *et al*, 2006).

Una vez que entra en descomposición la hojarasca, el detritus generado (material vegetal en descomposición y microorganismos) es utilizado por múltiples componentes de la red alimenticia. El mangle exporta los materiales producidos hacia las aguas y ecosistemas adyacentes, permitiendo el mantenimiento de poblaciones de diversas especies en los ecosistemas interconectados con la vegetación manglarítica.

### 2.3.1 Servicios ambientales.

Se entiende por servicio ambiental a todo beneficio que ofrece un ecosistema a los seres humanos -directa e indirectamente- para su bienestar y desarrollo (SEMARNAT, 2000). El

dinamismo entre los elementos bióticos y abióticos de un ecosistema, permite la generación de servicios ambientales.

Por su ubicación geográfica (costas tropicales y subtropicales), rasgos biológicos (reproducción y adaptación), diversidad biológica (principalmente animal), el manglar genera bienes invaluable desde el punto de vista ecológico y económico.

Existen cuatro categorías dentro de los servicios ambientales: de soporte, los cuales son necesarios para la producción de los demás servicios ambientales (formación de suelo, ciclos biogeoquímicos y producción primaria); de regulación, beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas (regulan el clima y el agua, controlan enfermedades); de suministro, obtenidos de los ecosistemas (alimento, agua, combustible, fibras) y; culturales, beneficios no materiales de los ecosistemas (religiosos, ecoturismo, estéticos, educativos) (MEA, 2005).

Dentro de los principales servicios ambientales que genera el mangle asociado a la desembocadura del río Tecolutla, hay:

De soporte:

- Al igual que todas las plantas capturan carbono y producen oxígeno.
- Retienen sedimentos y nutrientes que favorecen la producción del suelo.
- Alimentan al manto freático.
- Generan materia vegetal (soluble) que atrae al fitoplancton.
- Funciona como centro de refugio, reproducción y desarrollo de animales, tales como el camarón.

De regulación:

- Barrera natural de protección de la costa contra mareas: controla inundaciones.
- Amortigua contra huracanes, funcionando como una doble protección: la primera franja de mangle (generalmente rojo), por su flexibilidad y raíces enredadas absorbe el impacto de las olas, mientras que en la segunda franja (mangle negro y blanco) funcionan como muro resistente a los embates del mar agitado.
- Recibe, procesa, recicla y exporta materia orgánica y por lo tanto, nutrientes.

- Controla la contaminación: absorbe gases de efectos invernadero y almacena residuos utilizados en la agricultura.
- Estabiliza las condiciones climáticas locales: temperatura y precipitación. Es un evapotranspirador – supe de humedad a la atmósfera.
- Zona de transición y amortiguamiento entre los ecosistemas terrestres y marinos.

De suministro:

- Pesca (camarón, peces, crustáceos).
- Combustible (leña y carbón).
- Construcción (vivienda, cercas, embarcaciones, postes, herramientas de pesca).
- Colorantes.
- Remedios medicinales (astringentes – desinfectantes).

Cabe señalar que en la zona de estudio está prohibida la extracción del mangle, por lo que solamente se permite la extracción (limitada) de los troncos de los árboles secos (caídos).

Culturales:

- Valor estético y paisajístico.
- Recreación
- Ecoturismo
- Educación e investigación científica.

No existe competencia en el consumo de los servicios ambientales, además es difícil e imposible impedir a alguien disfrutarlos, debido a que están abiertos para todos. Por ejemplo el aire, es imposible medir la cantidad de consumo por ser humano. Sin embargo, existen otros recursos, como el agua, que debido a su uso inadecuado, ha originado que se le otorgue un valor por el cual se debe pagar un costo económico con respecto al grado de demanda, con la intención de preservar y garantizar su existencia para el aprovechamiento de generaciones futuras.

La cuantificación del valor económico de los servicios ambientales, así como la creación de mercados para estos servicios, permite el manejo y gestión de los recursos naturales.

Logrando un mejor balance entre los intereses privados y públicos, al tener en cuenta los costos y beneficios relacionados con cada decisión y, en este sentido, llevar a cabo acciones que maximicen el impacto positivo para la sociedad (Moreno *et al*, 2006)

El bienestar humano está relacionado directamente con aspectos como la disponibilidad de materiales básicos para subsistir (alimento, vestido, vivienda, etc.), proporcionados por la naturaleza. Por lo tanto, los ecosistemas son esenciales para el ser humano, por esta razón, la alteración y destrucción de los ecosistemas naturales repercuten sobre la población, sobre todo en la más desprotegida (Figura 2.15) (Alcama, 2003).

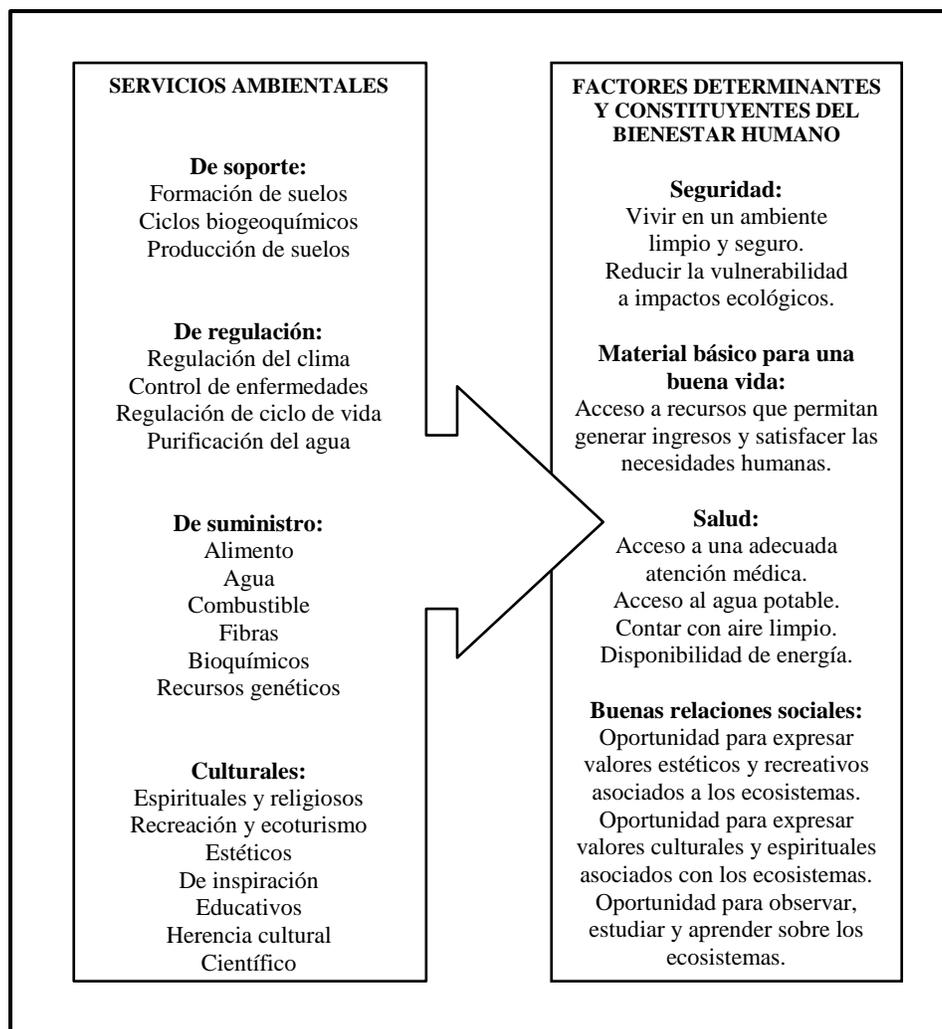


Figura 2.15 **LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y EL BIENESTAR DEL SER HUMANO.**

Fuente: Alcama J., 2003.

El buen funcionamiento de los manglares, así como el mantenimiento del resto de los ecosistemas naturales, el uso racional de los recursos y sobre todo el desarrollo sustentable de las actividades productivas determinan la calidad de vida de la población actual y de las generaciones futuras, por lo que es prescindible realizar una gestión adecuada de cada uno de los bienes naturales a los que tenemos acceso libremente.

### **CAPÍTULO III. ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA ASOCIADA.**

Dentro del estudio de cualquier ecosistema natural desde el enfoque geosistemático, es fundamental tomar en cuenta las características de los diferentes actores sociales involucrados directa e indirectamente, ya que intervienen como elementos condicionantes en la dinámica y comportamiento del sistema complejo.

En este capítulo se abordan principalmente las características de la población que originan y permiten un constante dinamismo con el geosistema natural de transición manglar. En un primer apartado, se toma en cuenta la forma en que se desarrolló como núcleo social y puerto económico la Villa de Tecolutla (cabecera municipal) para después convertirse en centro turístico. Se describen los rasgos demográficos que presentan los habitantes de las diferentes localidades dentro del área de estudio, así como las condiciones en las que viven actualmente.

En el segundo apartado se hace una reseña de las principales actividades económicas que se llevan a cabo en la cabecera municipal y que caracterizan a Tecolutla a lo largo de la región Totonaca. Por último, se mencionan las diferentes dependencias de gobierno y organizaciones de sociedad civil involucradas en diferentes temas ambientales pero sobre todo al geosistema del manglar en la zona.

A lo largo del capítulo se genera un panorama de las condiciones actuales en las que se lleva a cabo la *explotación biológica y acción antrópica* en la zona de trabajo, elementos clave de la metodología aplicada para el estudio del manglar, abordándolo como un geosistema.

#### **3.1 La sociedad inmersa.**

La población como actor social, es un elemento primordial en el desarrollo y configuración del territorio, principalmente por vincularse estrechamente con los recursos naturales que caracterizan al medio natural y la forma en la que se adaptan a estos desde el momento en

que se establecen, es por ello, que también es importante tomar en cuenta la historia de la misma población. Conocer las características de la población presente en la cabecera municipal Tecolutla y otras pequeñas localidades contiguas a la zona de manglar, permite comprender la relación que existe con los rasgos naturales de la zona.

### 3.1.1 Reseña histórica.

Debido al escaso material histórico de la región, una gran parte de este apartado retoma las aportaciones publicadas en el libro *“Los pescadores de Tecolutla: El tiempo cotidiano y el espacio doméstico en una villa de pescadores”* (Alcalá Graciela, 1981) para una mejor referencia bibliográfica.

En la época prehispánica la región estaba poblada por indígenas totonacas, quienes asignaron el nombre de *Tecolotlán* (que significa lugar de tecolotes o búhos) al territorio de lo que hoy conocemos como Tecolutla. A partir del arribo de una flota española motivada por la colonización de los europeos sobre el territorio mexicano y dirigida por Juan de Grijalva en el año 1522, se suscita el primer encuentro entre la cultura totonaca y la europea, descubriendo el río Tecolutla y emprendiendo una evangelización e introducción del idioma español en la región.

Es hasta el comienzo de la segunda década del siglo XIX y gracias al movimiento independentista que se promovió desde Papantla hasta la actual cabecera municipal de Tecolutla, cuando ocurre un mayor interés por conocer la zona y aprovechar la desembocadura del río Tecolutla debido a su cercanía con el centro del país. Ya para 1813 Tecolutla es uno de los principales puertos que fueron utilizados como punto de embarque y desembarque de armas por los insurgentes. En 1824, con la formación del estado de Veracruz, Tecolutla pasa a ser un poblado de la jurisdicción de la provincia de Papantla y en el siguiente año es habilitada la zona al comercio exterior.

Durante la segunda mitad del siglo XIX el territorio tecolutleño se vio perjudicado por diferentes invasiones extranjeras, que fueron desplazando a los pobladores originarios. En mayo de 1847 frente a las costas de la barra de Tecolutla arriba una fragata de norteamericanos con el propósito de adueñarse de los caseríos que existían cercanos al puerto, comenzando así la invasión norteamericana. Una década más tarde como

consecuencia de un convenio entre el entonces presidente de México, Benito Juárez y el gobierno italiano, desembarcan cerca de 60 familias en Tecolutla con la intención de colonizar la región.

Al igual que con Juárez, afines de este mismo siglo italianos y franceses llegaron a la región, pero esta vez motivados por el gobierno porfirista, el cual pretendía generar una colonización interna del país, dirigida por extranjeros civilizados y con mejores técnicas de trabajo, sin costarle tanto a la nación a cambio de poder instalarse en la zona. Es hasta el año 1879, cuando se decreta como municipio a Tecolutla, estableciéndose como la primera cabecera municipal que se habilitó con categoría de pueblo.

Con la llegada de los europeos a la región se comenzó a generar el comercio entre las comunidades cercanas a la desembocadura del río y el centro del país, antes de dicha colonización existía el trueque, generalmente los tecolutleños capturaban algunos mariscos en la orilla del propio río y de los esteros cercanos a cambio de maíz, frijol, calabaza, chile e incluso aguardiente. Justo enfrente de la barra de Tecolutla barcos nacionales y extranjeros eran cargados a través del río con productos originarios de la región, por ejemplo: maíz, plátano, tabaco, coco, naranja, piña y vainilla.

Durante los comienzos del siglo XX gracias a la apertura y explotación de pozos petroleros dirigidos por una compañía norteamericana llamada “El Águila”, así como el interés de ganaderos y citricultores de sacar sus productos al comercio nacional, se propició la creación de caminos, carreteras y brechas, generando cierta apertura al pueblo y de la región hacia la capital.

A finales de la década de los 40's y habiendo ya una mayor accesibilidad a la región se incorporó el comercio del hielo, establecido en Gutiérrez Zamora, ocasionando que la gente fuera abandonando poco a poco las técnicas tradicionales de conservación del pescado y mariscos (ahumado y seco-salado), facilitando su distribución (enhielado) y ampliando el comercio a la capital del país desde esta zona, comenzado a ejercer de esta manera la pesca como actividad económica. El río Tecolutla permitía que los viajeros que llegaban a salir de la región lo hicieran a través de este, hasta llegar a la barra de Tecolutla en donde

abordaban algún barco que procedía generalmente de Veracruz y se dirigía hacia el norte del país.

Para este entonces Poza Rica ya se había convertido en el centro de producción y distribución de petróleo y derivados más importante del norte de Veracruz, favoreciendo a la construcción de la carretera México-Poza Rica, inaugurada en 1951, creando la apertura más importante del comercio de la región hacia el centro del país. El éxito económico generado en esta parte norte del estado de Veracruz provocó disputas sobre la propiedad de la tierra, que en un principio pertenecían a las comunidades totonacas en ambos lados del río Tecolutla y luego a los ejidos que por ley federal se transformaron en comunidades que defendieron su propiedad.

La conectividad carretera desde México al puerto de Veracruz sobre la sierra poblana favoreció a tecolulteños para ganar ingresos, colocando puestos de antojitos a la orilla del río por donde pasaba el chalán (panga) que cruzaba al otro lado del río todo tipo de camiones, a Riachuelos en la localidad de Lázaro Cárdenas, muy cerca de la desembocadura del río Tecolutla. El comercio ganadero y principalmente el transporte de productos generados por PEMEX en la región, apoyaron la construcción de un puente en las afueras de la cabecera municipal de Gutiérrez Zamora, a unos 8 km al suroeste de la villa tecolulteña terminando con una fuente de ingresos para los pobladores y ocasionando el deterioro de la carretera que continuaba el camino frente a Tecolutla (hacia el sur) pasando a un costado de Riachuelos.

Terrenos municipales o sin dueño fueron adquiridos por: terratenientes que comercializaban coco, plátano y cítricos; constructoras que aunque no lo lograron, pretendían generar fraccionamientos para gente de élite que pudiera tener una estancia en la playa más cercana al centro del país; otros terrenos fueron expropiados para beneficio de la nación, como es el caso del pozo Miguel Hidalgo (semi abandonado) a unos 2 km al oeste de la cabecera municipal de Tecolutla; y otros simplemente se adquirieron por su bajo costo.

Gracias a todo el auge carretero y comercial en la región, los pobladores de Tecolutla y de las demás comunidades cercanas, pudieron tener un mayor y mejor acceso a servicios médicos y escuelas de Gutiérrez Zamora y Papantla, pero lo más importante, Tecolutla

comenzó a verse como centro vacacionista, siendo el turismo una nueva fuente de empleo para los tecolulteños.

### 3.1.2 Estructura demográfica.

De acuerdo con la cartografía (Figura 2.3) realizada para este trabajo y verificado en campo, son tres localidades, del municipio de Tecolutla las que se encuentran ubicadas contiguamente a la zona de manglar y con una población total mayor a 30 habitantes (INEGI, 2010). En especial hay un caserío dentro del área protegida de manglares, Paso del Río mejor conocido como la Comunidad de los Pescadores, localizada en el extremo norte de la porción Sur de la zona de estudio; la segunda de estas localidades, es la comunidad de nombre La Victoria, ubicada en la porción Sur a escasos metros del extremo sureste de la zona de manglares, y por último; la cabecera municipal, la Villa de Tecolutla, ubicada en la desembocadura del río, separada por ésta de la porción Sur, pero muy cerca de la porción Norte de manglares de la zona de estudio (Figura 2.2).

El municipio de Tecolutla cuenta con un total de 25 126 habitantes según datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2010. La zona de estudio alberga alrededor de 20% de la población total del municipio, con aproximadamente 5 000 habitantes. Según datos del INEGI en 1980 existía una población total de 26 092 habitantes en el municipio de Tecolutla, por lo que se puede apreciar una disminución (cerca de 4%) de la población para el año 2010, respecto al incremento poblacional hasta 1980, no se cuenta con información previa a la década de los 60's que permita dar una idea del comportamiento de la misma, sin embargo, se puede apreciar en la Figura 3.1, que para 2005 existe una disminución considerable de la población total con respecto al año 2000, la cual puede estar influenciada por las afectaciones que sufrieron los habitantes debido a la inundación en 1999 y que en los siguientes cinco años repercutió en la economía regional provocando la migración de la población a otros municipios del estado e incluso a la capital del país.

Respecto de la población de la zona de estudio, en la Comunidad de los Pescadores habitan cerca de 51 personas, de los cuales la mayoría se dedican a la pesca, La Victoria cuenta con 352 habitantes y, la cabecera municipal presenta 4 591 pobladores, siendo esta la localidad

que concentra el mayor número de habitantes en el municipio, cerca de 18.5% de la población total, y por tanto la comunidad más habitada dentro de la zona de estudio, en las tres comunidades predomina por poco (2%) la presencia de mujeres sobre los hombres (INEGI, 2010).

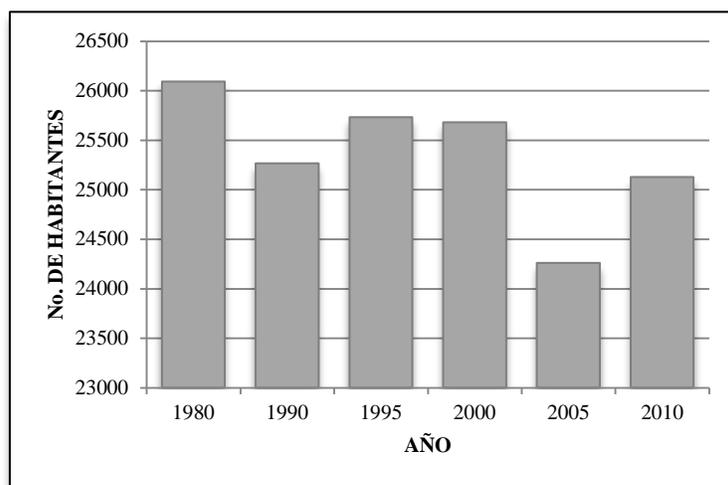


Figura 3.1 **POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO DE TECOLUTLA.**

Fuente: INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1980 a 2010.

Los datos oficiales del número de población por localidad en esta región existen a partir de 1990, por lo que no hay datos previos a esta década que permitan hacer un análisis de la evolución del crecimiento de la población para estas tres comunidades. Sin embargo, según los últimos tres censos realizados por el INEGI existe un aumento poblacional moderado por cada década de entre 7 y 7.5% (Figura 3.2) en la zona de estudio.

Al tomar en cuenta los datos poblacionales del 2000 (INEGI), la Comunidad de los Pescadores (Paso del Río) contaba con sólo 5 habitantes, de igual forma que la población municipal para esa época era sumamente reducida, situación en la que repercutieron notablemente las fuertes lluvias de 1999 en la zona, la falta de infraestructura e ingreso económico bajo obligó a los pocos pobladores a buscar un nuevo hogar, posiblemente en las comunidades más próximas.

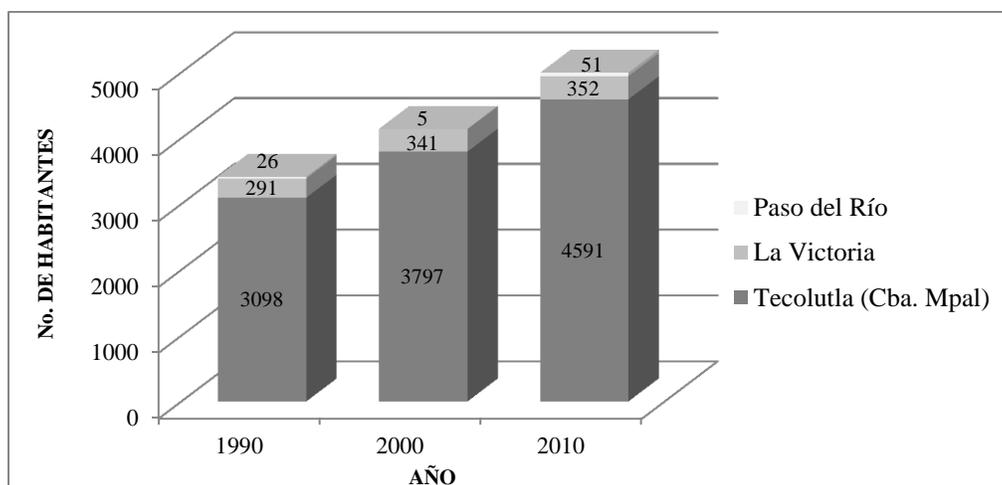


Figura 3.2 **POBLACIÓN TOTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

Fuente: INEGI. Censos y Conteos de Población y Vivienda, 1980 a 2010.

En la cabecera municipal existe un dominio de población urbana, tomando en cuenta los servicios de los que dispone la población y conforme lo consideran los urbanistas, la población urbana se determina por el PEA (Población Económicamente Activa) correspondiendo a las actividades secundarias y terciarias, en este caso las actividades principales de la comunidad están enfocadas al turismo, es decir a las actividades terciarias (Chávez, 2006). Por otro lado, la comunidad de La Victoria y la de los Pescadores (Paso del Río), se consideran rurales, debido a que se practican actividades agropecuarias y pesqueras.

La lengua indígena se presenta en cerca de 2% (aproximadamente 100 individuos) de la población total que abarca la zona de estudio, siendo esta la totonaca (INEGI, 2010). Mientras que el resto de los habitantes habla español. En cuanto a la religión, la gran mayoría de los habitantes profesa la católica, 8% pertenece a otras religiones y un mínimo porcentaje de la población no está adscrita a alguna creencia religiosa.

#### *Población Económicamente Activa*

El municipio de Tecolutla según datos arrojados por el Censo 2010 recabados por el INEGI, concentra poco más de 0.3% de la PEA a nivel estatal. Dicho porcentaje está representado por 9 738 personas (hombres y mujeres), de las cuales 2 274 pertenecen a las

comunidades que abarca la zona de estudio (cabecera municipal de Tecolutla, La Victoria y Paso del Río), véase Figura 3.3.

En la porción objeto de análisis, la cabecera municipal de Tecolutla concentra una mayor cantidad de PEA en comparación con las otras dos localidades (Figura 3.4).

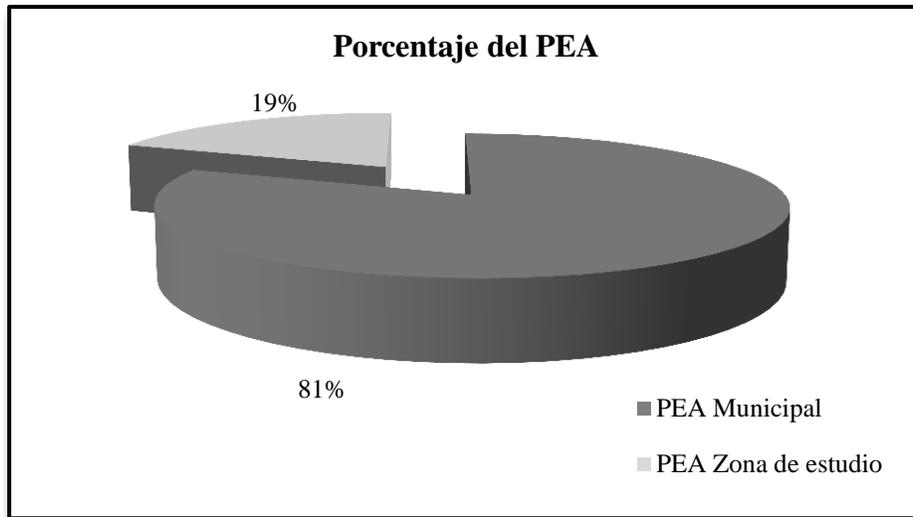


Figura 3.3 **POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA A NIVEL MUNICIPAL.**  
Fuente: INEGI, 2010.

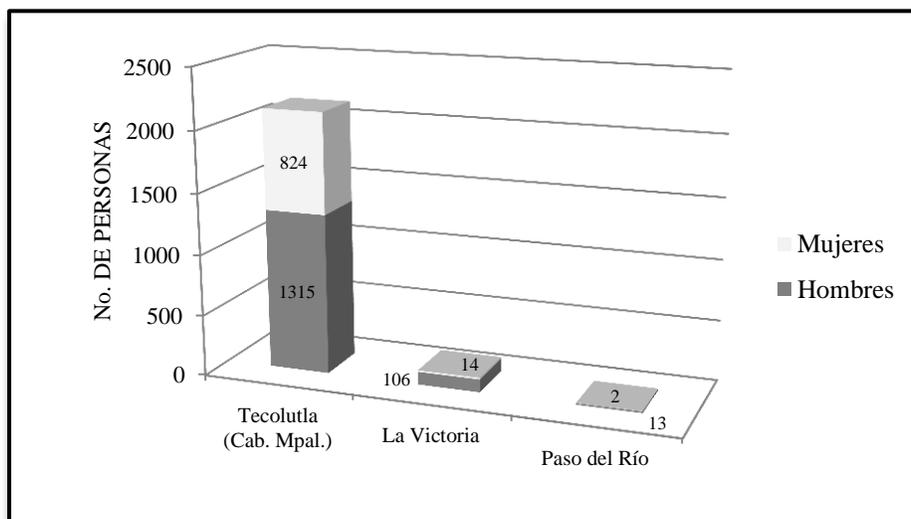


Figura 3.4 **POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA EN LA ZONA DE ESTUDIO.**  
Fuente: INEGI, 2010.

*Vivienda*

Las viviendas en la zona de estudio, en general tienen techos de cemento, loza, lámina cartón o asbesto, con paredes de block o tabique, piso de material e incluso algunas viviendas aún no cuentan con piso de algún material, principalmente en la Comunidad de los Pescadores (Paso del Río) y en La Victoria, también se puede apreciar algunas casas construidas con palos de madera.

Tabla 3.1 **CARACTERÍSTICAS Y NÚMERO DE VIVIENDAS QUE ABARCA LA ZONA DE ESTUDIO.**

LOCALIDAD	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	PISO DE VIVIENDAS		LUZ ELÉCTRICA	DRENAJE	AGUA
		DE MATERIAL	DE TIERRA			
TECOLUTLA (Cba. Mpal.)	1 273	1 148	95	1 247	1 256	Tubería/pozos
LA VICTORIA	77	55	22	73	37	Tubería/pozos
PASO DEL RÍO	12	4	8	0	0	Pozos

Fuente: INEGI, 2010.

En la Villa de Tecolutla la mayoría de los habitantes cuenta con drenaje conectado a la calle, suelo o a una fosa séptica. Dispone de energía eléctrica y recibe el agua potable a través de tubería o mediante pozos domésticos (Chávez, 2006). En el caso de Paso del Río y La Victoria el acceso a los servicios domésticos es menor (Tabla 3.1).

### 3.1.3 Servicios públicos e infraestructura.

El equipamiento urbano está definido en función de la demanda que genera en común la población para cubrir sus necesidades básicas y complementarias, principalmente los sectores de salud y de educación caracterizan el desarrollo humano que se presenta en un lugar determinado. Las actividades económicas locales influyen notablemente en el grado de conectividad de un lugar con los distintos núcleos económicos regionales e incluso nacionales, dependiendo del impacto económico que se genere en la zona. Es por ello que es fundamental conocer las condiciones actuales de la zona de estudio.

### *Salud*

Enfermedades derivadas de la senectud, accidentes de tránsito, ahogados en playa y río entre otros, son algunas de las causas que existen de mortalidad (Castillo, 1999 en Chávez, 2006) en las tres localidades analizadas.

De las tres comunidades sólo una cuenta con un centro de salud, localizado en la cabecera municipal, por lo que los servicios de salud ofrecidos a la población son insuficientes, obligando a la población a trasladarse a las cabeceras municipales más próximas, como lo son Martínez de la Torre, Papantla, Poza Rica y Gutiérrez Zamora.

A raíz de la contingencia de octubre de 1999 (por inundación de la zona aledaña a las tres localidades mencionadas a causa de una lluvia extraordinaria) las autoridades municipales y estatales construyeron centros de salud o pequeñas clínicas gubernamentales en donde son atendidos los tecolultleños, sin embargo estas fueron construidas en las cabeceras municipales de Gutiérrez Zamora y Poza Rica (Chávez, 2006).

### *Educación*

Respecto del equipamiento educativo, de acuerdo al Registro Nacional de Escuelas gestionado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) existen en total once centros de enseñanza pública (nivel básico y medio superior) dentro del área de estudio, de los cuales la mayoría se encuentran ubicados en la cabecera municipal (Cuadro 3.1).

Al tomar en cuenta datos del INEGI (2010) alrededor de 20 niños y niñas en edad de asistir a la escuela (nivel básico) de entre 3 y 14 años no asisten a clases, es decir cerca de 3% de la población total de esta edad dentro de la zona de estudio.

Del total de habitantes mayores de 15 años (3 558 personas) cerca de 7% es analfabeta, para ser exactos 239 habitantes no saben leer ni escribir (INEGI, 2010). Generalmente los niños que dejan de estudiar, se incorporan a las actividades productivas para contribuir al ingreso económico del hogar.

Cuadro 3.1 EQUIPAMIENTO EDUCATIVO DENTRO LA ZONA DE ESTUDIO.

LOCALIDAD	TIPO	NIVEL	NÚMERO DE ESCUELAS
TECOLUTLA (Cba. Mpal.)	Básico	Preescolar	3
		Primaria	3
		Secundaria	1
	Medio Superior	Bachillerato	1
LA VICTORIA	Básico	Preescolar	1
		Primaria	1
		Secundaria	1
PASO DEL RÍO	No existe	-	-

Fuente: Registro Nacional de Escuela. En línea: <http://www.rname.sep.gob.mx>

#### *Rellenos sanitarios*

Hasta el año 2009 el municipio de Tecolutla sólo contaba con un basurero comunitario ubicado en la comunidad El Negro, a escasos kilómetros al suroeste de la cabecera municipal, debido a la saturación de desechos sólidos que presentaba, en marzo de ese mismo año el gobernador del estado a cargo, Fidel Herrera Beltrán inauguró un relleno sanitario ubicado a un costado de la carretera Gutiérrez Zamora-Boca de Lima en la localidad de La Florida, con una vida útil de aproximadamente diez años.

#### *Medios de comunicación y transporte*

El área de estudio dividida en dos porciones (Norte y Sur) tiene dos accesos carreteros principales. El primero de ellos en la porción Norte se caracteriza por ser una carretera de dos carriles de aproximadamente 11 km de longitud, que comunica únicamente a Tecolutla (cabecera municipal) con Gutiérrez Zamora, en donde se bifurca en dos direcciones (Carretera 180 México-Tampico). Hacia el noroeste con los municipios de Papantla y Poza Rica, en este último la carretera toma dos direcciones, al norte hacia Tuxpan conectándose con la nueva autopista México-Tuxpan y al oeste rumbo a la ciudad de México.

La segunda dirección orientada hacia al sur (que conecta a la región con Nautla, San Rafael, Cardel hasta llegar al Puerto de Veracruz) cruzando al río Tecolutla y a poco más de 10 km de Gutiérrez Zamora se ubica la comunidad de La Victoria, la cual se encuentra muy cerca de la porción Sur del área de estudio (Véase Figura 2.3). Principalmente en esta porción hay algunos caminos de brecha y terracería, e incluso dos puentes abandonados, construidos por PEMEX que comunicaban a ciertas localidades dentro de los esteros (Figura 3.5).

La única vía de comunicación que existe entre las dos zonas del área de estudio dividida por la desembocadura del río Tecolutla es a través de lanchas, cuyo embarcadero principal se encuentra en el margen norte del río.

En la cabecera municipal existen muelles pequeños para atracar embarcaciones menores (lanchas) de fibra de vidrio, utilizadas principalmente para la pesca y paseos turísticos. En la comunidad existe una jurisdicción de Capitanía de Puerto, no cuenta con radar únicamente con radios de comunicación, trabaja de manera ininterrumpida las 24 horas, durante los 365 días del año, en esta oficina se brinda información para realizar diversos trámites de servicios relacionados a las embarcaciones. En lo que respecta a señalamiento marítimo, existe un faro en la porción Norte de la desembocadura del río Tecolutla.

Existen rutas de transporte público que conectan a la cabecera municipal con los municipios de Gutiérrez Zamora y Papantla, sin embargo el uso de taxi colectivo es común entre los pobladores.

#### *Infraestructura turística.*

Tecolutla se ha transformado en uno de los lugares turísticos más solicitados del norte del estado de Veracruz, debido a su vasta infraestructura hotelera. Según datos del INEGI (2010), tan solo en la cabecera municipal existen 126 establecimientos que brindan hospedaje, representando el 10% total de establecimientos del mismo tipo a nivel estatal, de los cuales 95 entran en la categoría de hotel, 18 en casa de huéspedes, 11 en posadas y 2 en hostel. En temporada de afluencia turística alta algunas casas particulares ofrecen alojamiento a los visitantes, este dato no está incluido dentro de la información que ofrece el INEGI.

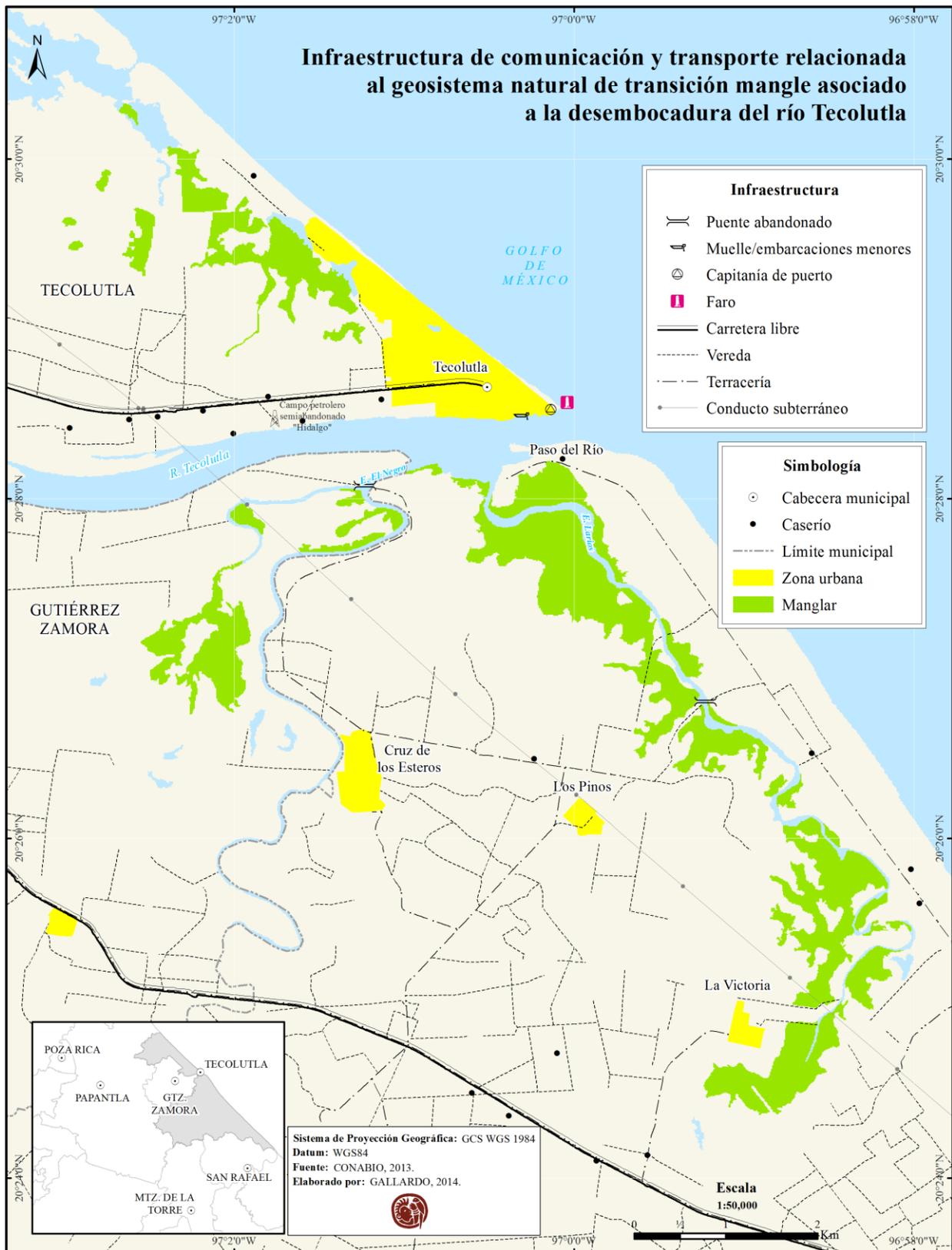


Figura 3.5 INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.

La cercanía de la playa de Tecolutla con el sitio arqueológico del Tajín (perteneciente a la cultura totonaca) atrae al turismo en la región, principalmente de origen nacional. De acuerdo con el INEGI para el año 2010 se hospedaron en Tecolutla cerca de 222 262 turistas, lo que representa el 4% de los turistas que visitan al estado de Veracruz. Otras de las atracciones, aunque de menor impacto en la cabecera municipal son: el Museo Marino, en el cual se exhiben restos óseos de un animal marino de grandes dimensiones que encalló en la playa en 1969, conocido por los pobladores como el “monstruo de Tecolutla” y; el Acuario Tecolutla, con varias especies marinas de interés para el público, además de algunas aves y cocodrilos en cautiverio.

### **3.2 Fuentes naturales productivas.**

Las fuentes naturales productivas permiten la supervivencia e interacción de la propia sociedad entre sí y con otros lugares, a través de una economía que la caracteriza y que es construida por una herramienta específica, el aprovechamiento de los recursos naturales. En otras palabras, es importante conocer las actividades económicas asociadas a los recursos naturales que se practican dentro de la zona de estudio para poder comprender con mayor claridad el nivel de vida de la población, su ocupación y la relación que tiene con el medio natural.

#### **3.2.1 Suelo.**

Considerando al suelo como un cuerpo natural en el que se llevan a cabo múltiples interacciones dinámicas entre distintos factores ambientales (clima, microorganismos, topografía, entre otros) y que es aprovechado de diferentes formas en función de sus aptitudes naturales (INE, 2004), actualmente se encuentra bajo un alto grado de presión y degradación como consecuencia de las actividades antrópicas. Sin embargo, para el ser humano, ha sido uno de los elementos primordiales del medio natural de los que ha obtenido beneficio, tanto para subsistir como para comercializar.

La actividad agropecuaria es sin duda, una de las que aporta notablemente en la economía del estado de Veracruz. En la zona de estudio está presente, sin embargo, es de muy bajo impacto.

*Agricultura*

La agricultura en el municipio de Tecolutla solo aporta poco menos de 1% de la producción agrícola total anual del estado de Veracruz (Tabla 3.2) según datos del 2012 que publicó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), principalmente es agricultura de temporal (en dos ciclos al año, primavera-verano y otoño-invierno). Los cultivos representativos son el plátano y los cítricos, siendo estos últimos los que se producen en mayor cantidad.

Dentro de la zona de estudio, principalmente cerca de la porción Sur de manglar (Figura 2.3), algunos pobladores que tienen las condiciones adecuadas para sembrar cerca de sus casas, cultivan mango, piña, sandía, naranja y zapote reventador, para consumo propio.

Tabla 3.2 **PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA DEL MUNICIPIO DE TECOLUTLA.**

NIVEL	AGRICULTURA		GANADERÍA (BOVINO)	
	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos)
Municipio de Tecolutla	11 626	11 496	2 893.54	46 053.3
Estado de Veracruz	1 512 682.40	1 420 704.94	481 098	10 052 067

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2012 en Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).  
En línea: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)

A lo largo de la franja costera del municipio de Tecolutla se practicaba la producción de coco, incluyendo la zona de la desembocadura del río Tecolutla, es hasta el año 2007 con el impacto de los huracanes “Dean” y “Lorenzo” en la región, que empieza a propagarse en las palmas de coco una plaga conocida como “amarillamiento letal” proveniente de las islas Occidentales del Caribe (Diario Xalapa, 2011), acabando desde entonces con las palmeras de la zona (Figura 3.6) y afectando considerablemente la economía de las personas que viven de este producto, así como la seguridad de los habitantes de la zona costera, ya que

Las palmas sirven como barreras naturales para evitar fuertes vientos de tormentas tropicales y huracanes.



**Figura 3.6 AFECTACIÓN EN LAS PALMERAS COCOTERAS EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TECOLUTLA.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.

### *Ganadería*

La ganadería en la zona de estudio no es de gran impacto, el área destinada al ganado de unas cuantas personas se encuentra limitando con la zona de manglares.

La cría bovina es la que se logra apreciar en mayor medida (Figura 3.7), sin embargo, muchos de los habitantes crían también guajolotes, gallinas y caballos sólo para uso doméstico.

Similar que en el área de estudio, a nivel municipal según datos de Sagarpa para 2012 predominó la cría de bovino (Tabla 3.2), no obstante la participación de la producción municipal anual en comparación a la estatal es muy baja con cerca de 0.7%.

Es en el municipio de Gutiérrez Zamora donde existen algunas comunidades rurales y rancherías en las que predominan las actividades agropecuarias principalmente la ganadería en forma intensiva, en el caso de la cría de bovino y caprino (Garnica R., 2003).

### 3.2.2 Mar y río.

El conocimiento del ser humano sobre los distintos elementos naturales del medio físico, repercute notablemente en la forma en que son aprovechados. La humanidad ha buscado nuevas fuentes de extracción de recursos tanto en tierra como mar adentro, numerosas

formas de aprovechamiento existen sobre estos elementos, sin embargo, la pesca es y ha sido una de las principales actividades que lleva a cabo la sociedad. El estado de Veracruz no es la excepción, se encuentra en el quinto lugar a nivel nacional en la producción pesquera (INEGI, 2010).



**Figura 3.7 PRESENCIA DE GANADO EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.

A nivel municipal la pesca es uno de los sectores principales, debido a que se cuenta además del río Tecolutla y el mar, con un porcentaje importante de esteros en donde se puede llevar a la práctica, siendo una de las fuentes de ingreso para las familias. En la zona de estudio la pesca origina un impacto local, demandado principalmente por los restauranteros ubicados en la cabecera municipal. Las cooperativas de pescadores presentes, cuentan con permisos para realizar esta actividad tanto en alta mar como en el río y esteros.

Dentro de las especies capturables se encuentra el ostión, jaiba, acamaya, pez lagarto, cangrejo cacerola, cangrejo ermitaño, camarón, entre otros, y en lo que respecta a la pesca de mar, el sábalo, peto y jaiba de mar son mayormente extraídos.

En 1999, el fenómeno natural que impactó a la región causó pérdidas económicas debido a la gran cantidad de peces muertos provenientes del contaminado y desbordado en ese entonces río Tecolutla. Ocasionando que la pesca, aun siendo una actividad importante ya no fuera tan redituable para los pescadores de Tecolutla, obligándolos a buscar nuevas fuentes de ingreso (Garnica R., 2003).

### 3.2.3 Playa.

La importancia de las playas como recurso natural radica en la forma en que se presenta e interactúa con el resto del medio natural. En especial las playas de arena tienen una importancia biológica debido a que sirven para la anidación de especies en peligro de extinción, tal es el caso de la tortuga marina, fungen como hábitat de una gran variedad de aves y otros organismos marinos. Otros de los beneficios que proveen las playas de arena es que se pueden encontrar dunas que sirven como defensas naturales contra el oleaje, las corrientes del mar y las tormentas, también sirven como escenario para el desarrollo de actividades recreativas y deportivas, pero principalmente representan un atractivo para el desarrollo de la actividad turística.

El municipio de Tecolutla tiene una línea costera de aproximadamente 48 kilómetros desde la barra de Boca de Lima hasta la localidad de Casitas, de los cuales solo 35 kilómetros cuentan con infraestructura y equipamiento turístico (Garnica R., 2003). La cabecera municipal de Tecolutla representa la localidad más importante respecto del turismo, por tratarse de la playa más cercana al Distrito Federal, otras localidades cercanas como Riachuelos, Costa Esmeralda y Casitas también practican la actividad turística pero en mucho menor medida.

Una de las fuentes de ingreso para los tecolultleños es el comercio informal que se brinda en la playa gracias al turismo, es la venta de comida típica de la región como zacahuil, tamales puerco y pulacles, tacos de guisado, pescados, cocteles de mariscos, fruta, bebidas, etc. A lo largo de la playa en la época de afluencia turística alta se pueden apreciar una numerosa cantidad de triciclos (Figura 3.8) con vendimia para los turistas, los precios son relativamente accesibles. Lo que provoca cierto grado de contaminación por parte de los consumidores, ya que cuenta con escasos lugares específicos para depositar la basura.



**Figura 3.8 COMERCIO EN LA PLAYA DE TECOLUTLA.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.

#### 3.2.4 Manglar.

Los manglares, como se refiere en el segundo capítulo, son humedales costeros de gran importancia ecológica debido a que brindan una gran variedad de servicios ambientales, por mencionar algunos: son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de crustáceos, funcionan como barreras naturales contra huracanas e intrusión salina, actúan como filtro biológico, son refugio de flora y fauna silvestre y proporcionan una belleza escénica, la cual permite su explotación como centro de atracción turístico y en la zona de estudio no es la excepción.

Principalmente las porciones Sur de manglar en la zona de estudio son utilizadas como centro ecoturístico de la región (Figura 2.3), se ofrecen recorridos en lancha por los afluentes del río (Estero El Negro y Estero Larios) para apreciar la flora y fauna existente como la Cueva del Pirata, el salón del silencio, la bocana (unión del río con el mar) y el santuario de las aves.

Cada uno de los recorridos dura entre una hora y hora media, el costo es de entre \$70.00 y \$80.00 por persona (en servicio colectivo), \$350.00 para 5 o 7 personas y \$500.00 para 15 personas (servicio grupal). El servicio de paseo en lancha es ofrecido por tres asociaciones civiles establecidas en la cabecera municipal (Figura 3.9), quienes proporcionan empleo a decenas de lancheros: Grupo Manglar, Protectores de los humedales S.C. de R.L. (lanchas

de franja color naranja) con domicilio en Ribera del Río Tecolutla y esquina calle Emilio Carranza; Mantarraya Magia R.S.S.S. de I.C. (lanchas de franja color verde) informes en el conocido embarcadero del Palo Volador y; Unión de Propietarios de Lanchas de Alquiler al Servicio del Turismo ubicados en el embarcadero de la iglesia.



Figura 3.9 **EMBARCADERO, TECOLUTLA.**  
Foto: Gallardo Diego, 2013.

Otra de las actividades que se pueden realizar es caminata, senderismo y ciclismo (Figura 3.10) para apreciar lagunas hacia el norte de la cabecera municipal (Figura 2.2), generadas a causa de las inundaciones que sufrió la cabecera municipal en 1999 (Figura 3.11). Actualmente no está permitido visitar a pie la zona de manglar en la porción Sur.



Figura 3.10 **CICLISMO EN TECOLUTLA.**  
Fuente: [www.cachonavarro.wordpress.com](http://www.cachonavarro.wordpress.com)



**Figura 3.11 MANGLE DE LA PORCIÓN NORTE.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.

### **3.3 Instituciones gubernamentales y ONG´s.**

La participación social es fundamental en el desarrollo de estrategias para la atención del geosistema de manglar, principalmente la Administración Pública en sus diferentes categorías en conjunto con organizaciones no gubernamentales deben promover acciones que beneficien al mangle, tomándolo en cuenta como un elemento más del sistema complejo en el que el ser humano funge como actor social que lo deteriora. Existen leyes y normas establecidas en el país en función a la protección y mejoramiento de la biodiversidad (Cuadro 3.2) e incluso algunas dirigidas específicamente a los manglares.

#### **3.3.1 Dependencias de gobierno implicadas.**

El Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Conabio generaron un directorio nacional de especialistas en manglar quedando registrados hasta enero de 2008, 92 personas de 56 instituciones 22 estados de la República. Dichas personas reportan 65 sitios de estudio en 14 estados (Conabio, 2008).

Cuadro 3.2 MARCO JURÍDICO

LEY	DESCRIPCIÓN
Constitución Política	<i>Art.4° Párrafo IV:</i> declara que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Establece las bases para la preservación y protección de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
Ley General de Vida Silvestre (LGVS)	<i>Art. 4°:</i> menciona que es deber de todos los habitantes de conservar la vida silvestre, quedando prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	<i>Art. 2° Fracción I:</i> tiene como objetivo contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológicoforestales. <i>Fracción II:</i> desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales. <i>Art. 4 ° Fracción I:</i> declara la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales. <i>Fracción II:</i> establece la ejecución de obras destinadas a la conservación, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales”.
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables	<i>Art 2°:</i> puntualiza establecer y definir principios para ordenar, conservar, proteger, repoblar y aprovechar de manera sustentable los recursos pesqueros y acuícolas y rehabilitar los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos.
Ley General de Vida Silvestre	<i>Art. 60 TER:</i> prohíbe la remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier actividad que afecte la integridad del ecosistema para los proyectos turísticos; o de las interacciones que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.
NOM-022 SEMARNAT-2003	Establece especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.
NOM-059 SEMARNAT-2001	Nombra a las cuatro especies de mangle desarrolladas en el país bajo la categoría de Protección. En 2010, la Norma reclasifica a los manglares de especies protegidas a especies amenazadas.
Código Penal Federal	<i>Art. 414 al 420 Bis:</i> establece la pena de dos a diez años en prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días de multa a quien, dañe humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos. Aplicándose una pena adicional de hasta dos años de prisión y hasta mil días de multa, cuando las conductas ilícitas se realicen o afecten en un área natural protegida, o el partícipe realice acciones no permitidas de lucro o beneficio económico.

Fuente: Díaz, 2011.

Los espacios protegidos deben estar bien diseñados y gestionados con eficacia, para que garanticen su presencia durante mucho tiempo. Son además aspectos clave de programas de conservación de la biodiversidad implementados por diversas instituciones. Dentro de la zona de estudio se encuentran involucradas:

*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).*

La Semarnat fue creada por iniciativa del Presidente de la República, Ernesto Zedillo Ponce de León en el 2000 con la intención de incorporar en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección,

conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país, conformando así una política ambiental integral e incluyente que permita alcanzar el desarrollo sustentable.

En septiembre del 2006 la Semarnat presentó la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas, firmó el convenio para el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), en donde participaron 11 entidades de la Administración Pública Federal (9 Secretarías y 2 paraestatales) y los Gobiernos de los 6 estados ribereños de la región (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Definiéndose de esta manera el Área Sujeta a Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Conabio, 2011).

En el marco de la celebración por el Día Mundial de los Humedales, en febrero del 2013, la Semarnat entregó a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) la petición para que Tecolutla junto con otros humedales de Veracruz sean decretados nuevos sitios Ramsar con la intención de incrementar la superficie protegida de humedales por los importantes servicios ambientales que ofrecen, en la actualidad se espera la aprobación por parte de la Conanp.

*Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).*

En 1998 la Conabio organizó talleres para definir y delimitar las Regiones Marinas Prioritarias (RMP), con la intención de instrumentar una estrategia de promoción a nivel nacional e internacional, para el conocimiento y conservación de la biodiversidad del país. La identificación y delimitación de las regiones prioritarias se realizó en función de su biodiversidad, entendiendo por ésta a la diversidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas marinos y otros ecosistemas acuáticos terrestres y los complejos ecológicos de los que forman parte (Arriaga Cabrera *et al*, 1998).

Finalmente se realizó una clasificación de las 70 áreas prioritarias en diferentes grupos caracterizados por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan. Repartidas a lo largo de ambas costas del país: 43 en el Pacífico y 27 en el Golfo de México – Mar Caribe.

Incluyendo a la zona de manglares que se ubica en la zona de la desembocadura del río Tecolutla, debido al alto nivel de biodiversidad que presenta. Siendo identificada dentro del listado de Regiones Marítimas Prioritarias como: RMP 48. Tecolutla.

En 1998 se decretó a la zona de manglar de Tecolutla como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), a través de un programa que desarrollaron en conjunto la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International, apoyados por la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) y por la Conabio. El nombramiento se le otorgó debido a que alberga poblaciones de aves residentes acuáticas y es sitio de anidación y paso de aves migratorias, principalmente acuáticas.

Debido a la riqueza natural que representa el mangle, así como la importancia ecológica que genera y principalmente por las amenazas tanto naturales como antrópicas a las que se enfrenta, la Conabio a través del programa *“Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo”* en su primer etapa (Extensión y distribución) en el 2009 presentó los *“Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica”*, incluyendo la zona de manglar asociada a la desembocadura del río Tecolutla como uno de los 81 sitios identificados, GM55 Tecolutla. Para cada uno presentó la ficha de criterios y la ficha de caracterización, con información de ubicación del sitio, características físicas, socioeconómicas, usos del manglar, descripción e importancia biológica, características de la estructura, impactos, amenazas y procesos de transformación, conservación y manejo de los manglares (Conabio, 2009).

#### *Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (GEM GM)*

El GEM GM es un programa binacional de Evaluación y Manejo Integrado del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México que tiene como finalidad principal mantener la red de sitios críticos (arrecifes coralinos, manglares, pastos marinos, aguas oceánicas y cañones submarinos) como importantes comunidades biológicas que sostienen, promoviendo la creación de la Red Internacional de Áreas Marinas Protegidas del Golfo de México (Riampgom) cuyo plan de trabajo plantea la colaboración entre Estados Unidos, México y

Cuba. Riampgom busca asegurar la sustentabilidad de la productividad biológica y los usos humanos en la región mediante el fortalecimiento de las interconectividad biofísica y la vinculación de programas de manejo, México está siendo representando por la Conanp.

### 3.3.2 Organizaciones no gubernamentales (ONG's).

Organizaciones no gubernamentales han desarrollado programas de conservación de manglares en el país. A esta tarea se han sumado, entre otras, World Wildlife Fund (WWF), Pronatura, The Nature Conservancy (TNC), Conservation International, Comunidad y Biodiversidad (COBI), Grupo Manglar, Marea Azul, International Fund for Animal Welfare (IFAW), Defenders of Wildlife, quienes aportan recursos económicos y esfuerzos institucionales para patrocinar proyectos específicos de conservación de manglares en distintas regiones del país (Conabio, 2008).

La importancia de las organizaciones de la sociedad civil radica en que promueven y permiten la participación ciudadana para atender e intentar solucionar conflictos socioambientales, a través del fácil acceso a la información pública que en muchos de los casos la población desconoce. Mediante distintas formas de participación las ONG's han ocupado un decisivo papel en la sociedad y en la construcción de políticas públicas. En la zona de estudio existen varias ONG's que trabajan de manera individual y colectiva para generar un beneficio en común a favor del medio ambiente, en las que participan estudiantes, investigadores y pobladores:

#### *Vida Milenaria A.C.*

Fundada oficialmente en el año 2000 por Fernando Manzano, mejor conocido como “papá tortuga”, aunque ya se contaba con 25 años de trabajo previo. Es una sociedad sin fines de lucro, por lo que los ingresos que perciben son de apoyos económicos y de souvenir que tienen en venta.

Su finalidad principal es rescatar y preservar las especies en peligro de extinción, tal es el caso de las tortugas marinas: la lora *Lepidochelys kempii*, la verde o blanca *Chelonia mydas* y la



Figura 3.12 LOGOTIPO  
VIDA MILENARIA A.C.

carey *Eretmochelys imbricata*. Sobre la playa cerca del centro de Tecolutla se localiza el Campamento Tortuguero, que desde muy temprano inician labores de inspección para proteger los nidos de tortugas marinas, la época de liberación empieza desde finales de mayo hasta el mes de noviembre. En promedio al año Vida Milenaria A.C. (Figura 3.12) libera al mar más de 30 000 crías, en 2010 rompió el record al liberar más de 70 000 tortugas (En línea [www.vidamilenario.mx](http://www.vidamilenario.mx)).

#### *Promotora turística Kululu*

Es una Sociedad Cooperativa (Figura 3.13) conformada por un grupo de mujeres que ofrecen visitas guiadas como paseos en lancha, ciclismo, senderismo, caminatas, observación de aves y talleres ecológicos en la zona (en la porción Norte y Sur de la zona de estudio), fomentan el conocimiento de las áreas naturales sin perturbarlas con el fin de gozar y apreciar el paisaje, flora y fauna silvestre, así como las manifestaciones gastronómicas y culturales, pero sobre todos participan activamente en la conservación del patrimonio natural y cultural de la localidad (En línea [www.ecoturismokululu.org](http://www.ecoturismokululu.org)).



Figura 3.13 LOGOTIPO  
KULULU

#### *Takantú*

Takantú (Figura 3.14) es la vinculación ciudadana a través de un grupo de empresarios, amas de casa, servidores turísticos y profesionistas, posibilitan el trabajo comunitario bajo relaciones equitativas, incluyentes y participativas, permitiendo la generación de redes sociales con permanencia en la zona y ámbito de acción.

Genera propuestas viables que propicien actividades comunitarias en lo cultural, rescate y preservación del medio ambiente, en lo educativo y que permitan el mejoramiento de

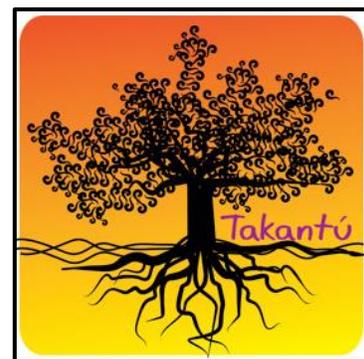


Figura 3.14 LOGOTIPO  
TAKANTÚ

las condiciones sociales y económicas respecto al medio ambiente dentro de la región de Tecolutla en la cual desarrollan sus actividades, vinculando a los grupos y fortaleciendo el trabajo en redes sociales (En línea [www.takantu.com](http://www.takantu.com)).

#### *Nuestro Sueño Convivencia Verde*

Es una red de organizaciones sociales y prestadores de servicios turísticos que implementan acciones comunitarias relacionadas a la promoción del turismo en la cabecera municipal vinculando la cultura de amor y respeto por la naturaleza. Implementan acciones de reforestación, recolección de desechos y de actividades comerciales y turísticas, también realizan talleres informativos sobre acciones sociales, trabajan en el fortalecimiento de redes sociales articuladas y generación de actividades de autoempleo con perspectiva de género.

Colaboran en conjunto Posada la Casa de las Hamacas, Ceiba Madre de Diseño gráfico y comunicación, Grupo Manglar Protectores de los Humedales S.R. de R.L., Takantú A.C. y Promotora Turística Kululu, así como la red social Wonderful Years, entre algunos otros donantes privados.

Una vez al mes se realizan actividades de rescate de algún área perjudicada por las actividades turísticas, comerciales o ganaderas, además fomentan el desarrollo de un vivero traspatio a pequeña escala de especies locales para su utilización como apoyo en la reforestación de especies de mangle y zapote.

Generan además talleres como medio informativo para dar a conocer acciones que apoyan y protegen al ambiente bajo cuatro estrategias-elemento *agua, tierra, fuego y viento*.

En la Administración Pública de Tecolutla del período 2009-2011 se llevó a cabo la reforestación de seis mil plantas, en donde sólo se obtuvo una sobrevivencia del 10%, una de las principales causas son las corrientes de agua que arrastran las plántulas por lo que *Conciencia Verde* a través del Foro de Humedales, Intercambio de Experiencias, Problemática, Conservación y Restauración (realizado en el 2009 en La Mancha, Veracruz), adquirió la técnica de reforestación denominada de encajonamiento también

llamada como técnica Raley (Figura 3.15). Implementado jornadas de reforestación independientes con lancheros y voluntarios.

La técnica Raley consiste en encajonar la semilla en tubo PVC, sanitario o hidráulico de 1”1/2 de espesor, insertándola en el suelo (Figura 3.16) para que sirva de soporte ante las corrientes de agua (En línea [www.tecolutlaveracruz.com](http://www.tecolutlaveracruz.com)).

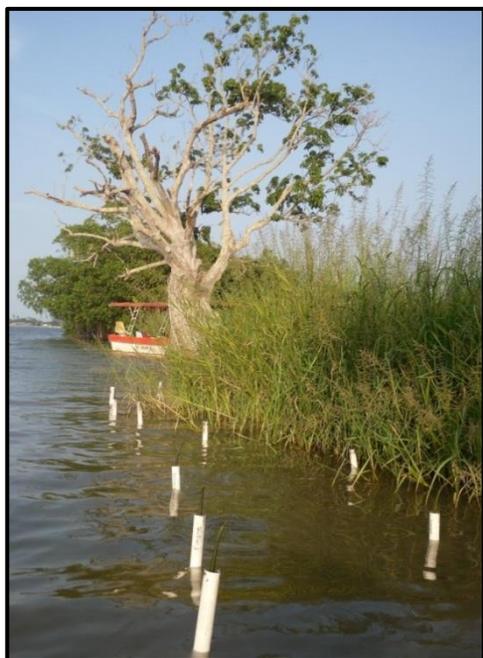


Figura 3.15 **TÉCNICA RALEY**  
Fuente: [www.tecolutlaveracruz.com](http://www.tecolutlaveracruz.com)



Figura 3.16 **ENCAJONAMIENTO DE LA SEMILLA**  
Fuente: [www.tecolutlaveracruz.com](http://www.tecolutlaveracruz.com)

*Movimiento “Salvemos los Manglares de Tecolutla”*

Debido al deterioro de las condiciones del área de manglar en Tecolutla, Ricardo Pardiñas en el 2011, decide crear el movimiento, integrado por prestadores de servicios comúnmente llamados “lancheros” quienes integran el comité que a su vez contempla y aglutina a los diferentes grupos o uniones que existen en la cabecera municipal. De las actividades principales que implementa el movimiento se encuentra la reforestación de mangle rojo a través de la técnica Raley y el desarrollo y difusión en materia de educación ambiental para la población en general, a través de pláticas escolares y talleres informativos.

Se involucra en otros programas en la región, como es el de “Empleo Temporal” promovido por la Semarnat, en donde llevan a cabo actividades de conservación y recuperación de zonas afectadas tanto por cuestiones antrópicas como naturales.

Los distintos actores sociales (en diferente forma de organización y estructura) involucrados en Tecolutla a través de las acciones implementadas en beneficio al ambiente natural, hacen notar la preocupación que existe por el cuidado de los ecosistemas costeros, debido a las condiciones que presenta a causa del comportamiento irracional del propio ser humano.

Sin embargo, aunque ya se estén implementando en Tecolutla programas de cuidado y conservación de los ecosistemas, falta desarrollar una conciencia en la comunidad y en los visitantes al mismo nivel del grado de impacto de las actividades humanas en el ambiente, reflejado en la cantidad de individuos involucrados en dichos programas.

## **CAPÍTULO IV. CONDICIONES ESPACIO-AMBIENTALES DEL GEOSISTEMA MANGLE**

La existencia de los recursos naturales está influenciada directamente por el comportamiento del ser humano pero sobre todo, por la manera en que aprovecha los servicios ambientales ofrecidos. Ocasionando en la mayoría de los casos, modificaciones adaptativas en los elementos naturales para permanecer dentro un sistema aún más complejo, sin embargo en algunas ocasiones debido a procesos naturales no se logra dicha supervivencia.

A lo largo de este último capítulo se caracterizan las condiciones espaciales del geosistema natural de transición, es decir el *Estado* en el que se encuentra el manglar, complementando así la metodología propuesta para este trabajo.

En el primer apartado se compara la distribución geográfica del mangle en la zona de estudio generada por la Conabio a través de un período de tiempo determinado, con la intención de identificar el comportamiento de la variación de la cobertura vegetal del manglar.

En el segundo apartado se presentan las zonas delimitadas a partir de algunos indicadores ecológicos, biológicos y antrópicos, tomando en cuenta los principales rasgos del geosistema caracterizados a lo largo de los capítulos anteriores, con la finalidad de desarrollar una *Valoración ambiental del manglar como geosistema natural de transición*.

### **4.1 Análisis espacial del cambio en la cobertura del mangle.**

Las condiciones ambientales que presenta hoy en día la Tierra provocadas por el aceleramiento del cambio climático principalmente por el aprovechamiento irracional de los recursos naturales, son motivo de estudio para numerosos investigadores en las múltiples disciplinas profesionales. Gracias a la invocación tecnológica que se ha desarrollado en las últimas décadas, se han creado diversas herramientas y técnicas que permiten llevar a cabo un análisis más detallado de cualquier tema, la Percepción Remota a

través de imágenes satelitales, desde sus comienzos ha facilitado la manera de abordar a cada uno de los elementos naturales e incluso sociales estrechamente relacionados que caracterizan a una parte del territorio, permitiendo así una interpretación más precisa de la realidad, sin embargo, la complejidad y simplicidad de análisis de una imagen satelital varía de acuerdo a las características de los elementos a estudiar.

#### 4.1.1 Comportamiento espacial del geosistema.

A través de indicadores ambientes analizados en Percepción Remota y otras técnicas la Conabio con el apoyo de la Secretaría de Marina, INEGI, INE, Conafor y la Conanp desarrolló un programa de monitoreo de manglares en México a largo plazo, para poder así determinar sus condiciones e identificar los agentes perturbadores. Este programa es una herramienta que permite identificar sitios de conservación, manejo y/o rehabilitación de este geosistema para poder así implementar acciones necesarias para su aprovechamiento (servicios ambientales) y protección (Acosta-Velázquez *et al*, 2007 en Conabio, 2009).

De acuerdo a información generada por la Conabio existen 770 057 ha de manglar en el país para el año 2010 de las cuales el estado de Veracruz alberga poco menos de 5% con 36 237 ha que cubren 35.6% de la línea de costa de dicha entidad (Conabio, 2009). La zona de estudio abarca 619.37 ha de manglar identificadas en 2010, lo que representa aproximadamente 1.7% de la cobertura estatal del mangle y 0.08% de la cobertura de tal vegetación a nivel nacional (Conabio, 2013).

La escala de trabajo utilizada por la Conabio es 1:50 000, sin embargo debido a que se identificó la cobertura del mangle a nivel nacional podrían existir algunas variaciones en la extensión real. Es por ello, que se ha realizado como aportación del presente trabajo una identificación de la cobertura del mangle en la zona de estudio a partir de imágenes LANDSAT de diferentes años (1990 y 2000) proporcionadas gratuitamente por el U.S. Geological Survey (USGS) a través del Global Visualization Viewer (GLOVIS) en [www.glovis.usgs.gov](http://www.glovis.usgs.gov). Apoyadas de imágenes SPOT 4 (de los años 2010 y 2012) gestionadas por la Coordinación Universitaria de Observatorios de la Universidad Veracruzana (COUM UV) las cuales fueron obtenidas por el Centro Nacional de Estudios

Espaciales de Francia (CNES) y producidas por la Estación de Recepción México de la Constelación SPOT (ERMEXS) bajo la licencia de SPOT IMAGE S.A.

La cobertura total del mangle identificada en la zona de estudio (ANEXO 2) abarca 654.54 ha para 2010 (Tabla 4.1), generando un margen de diferencia de cerca de 5% (35 ha) sobre la cobertura obtenida por la Conabio (619.37 ha) para ese mismo año.

**Tabla 4.1 COBERTURA DE MANGLE IDENTIFICADA EN LOS AÑOS DE 1990, 2000 Y 2010.**

PORCIÓN DE MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO	1990	2000	2010
Norte	125.68 ha	124.2 ha	83.74 ha
Sur	502.18	475.85	570.8 ha
Total	627.86 ha	600.05 ha	654.54 ha

Gallardo Diego. Elaboración propia.

Aunque no coincide el periodo de tiempo de las imágenes analizadas con el período de la información proporcionada por la Conabio, la identificación de la cobertura vegetal del mangle para los años de 1990, 2000 y 2010 (Figura 4.1) permite complementar el análisis de la variación de la extensión del mangle en la zona antes y después del 2000, debido a que en 1999 se presentó una inundación extraordinaria en la región.

En la tabla 4.1 se puede apreciar claramente que para el 2000 la cobertura del mangle disminuyó cerca de 30 ha en la zona, sin embargo una década más tarde recuperó en la porción Sur casi el doble del mangle perdido en 1999, mientras que la porción Norte muestra una cantidad considerable de mangle desaparecido en 2010.

Para un análisis más detallado se seguirá tomando en cuenta la información generada por la Conabio, debido a que proporciona datos de uso de suelo asociado al mangle en la zona de estudio, además de contar con un período de casi 35 años, permitiendo caracterizar el comportamiento de la cobertura vegetal del manglar en una escala de tiempo mayor. Según la Conabio de los tres años analizados, en 2005 se presenta la mayor cobertura de manglar (Tabla 4.2) y en 1976 la menor cobertura de manglar en la zona de estudio, la extensión de manglar para 2010 se presentó 10 ha menos en comparación al 2005.

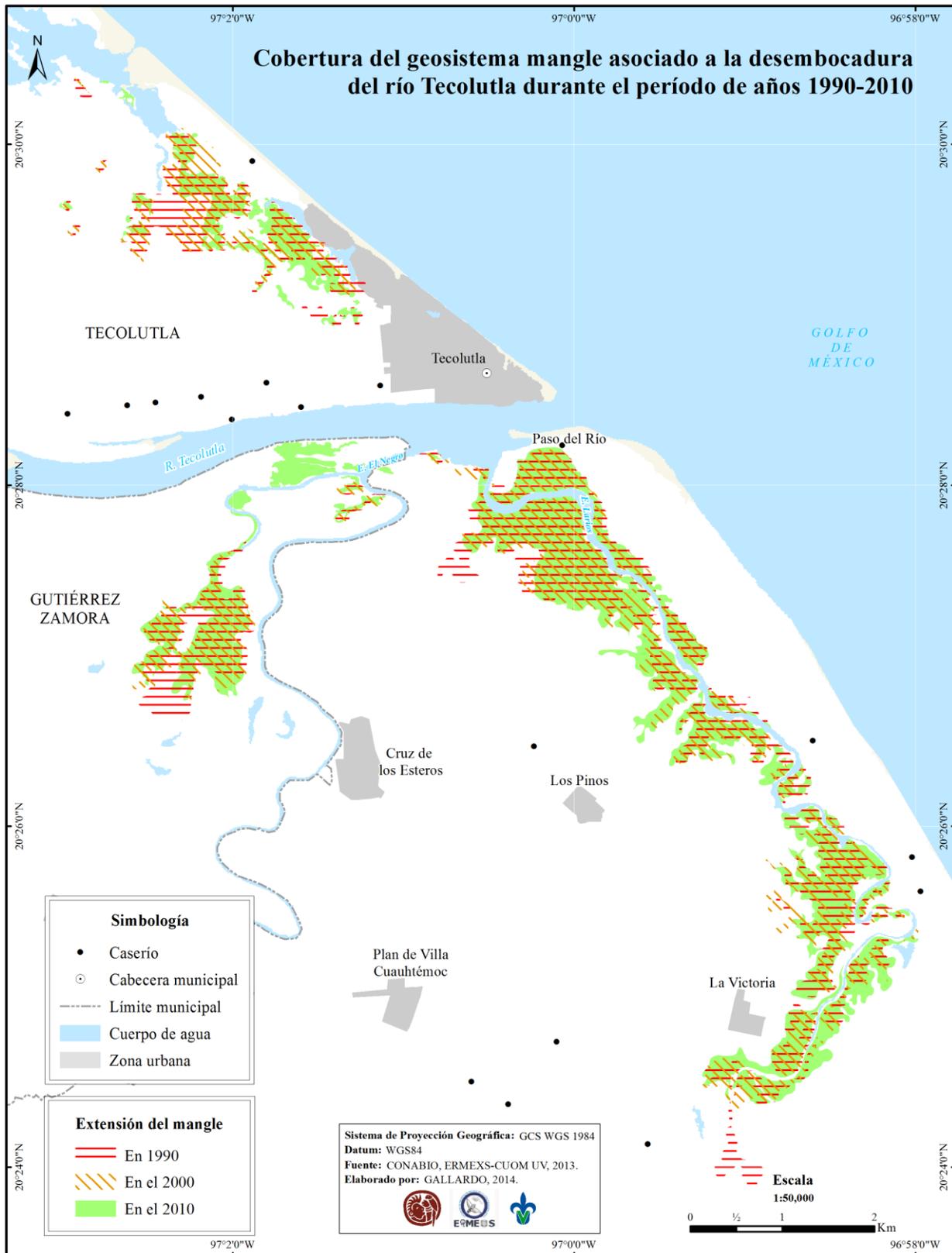


Figura 4.1 COBERTURA DE MANGLE EN 1990, 2000 Y 2010.

**Tabla 4.2 COBERTURA DE MANGLE IDENTIFICADA EN LOS AÑOS DE 1976, 2005 Y 2010 SEGÚN LA CONABIO.**

<b>PORCIÓN DE MANGLAR EN LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>1976</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>
Norte	230.24 ha	114.48 ha	116.37 ha
Sur	387.46 ha	514.90 ha	503 ha
Total	617.70 ha	629.38 ha	619.37 ha

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

En 1976 la porción Sur sobrepasaba por 20% a la porción Norte que presentaba 40% en cuanto a la extensión de manglar en la zona de estudio. Debido a las actividades antrópicas como a procesos naturales, la cobertura de manglar ha manifestado diversos comportamientos a lo largo de estas casi cuatro décadas, siendo en la porción Norte donde se ha generado la mayor cantidad de pérdida del mangle.

Las alteraciones directas e indirectas que sufre un geosistema se ven reflejadas en las condiciones ambientales que presenta cualquier elemento natural, como es en este caso el mangle, perjudicado por el cambio en el uso de suelo generalmente.

Una manera de entender el comportamiento de la cobertura del mangle en la zona de estudio es analizando los distintos cambios de uso de suelo y vegetación que ha sufrido desde 1976 al 2010.

Como se observa en el mapa de Cobertura de manglar y uso de suelo en 1976 (Figura 4.2) y en la Tabla 4.3 la actividad predominante en la zona es la agrícola-pecuaria, la porción Norte se ve influenciada por dicha actividad en un 30%, mientras que la porción Sur refleja una influencia mayor de 70%.

Los suelos sin vegetación en ambas porciones representan menos de 5%, siendo la porción Sur la que presenta menor cantidad de áreas sin vegetación con respecto a la extensión total de cada una de las porciones.

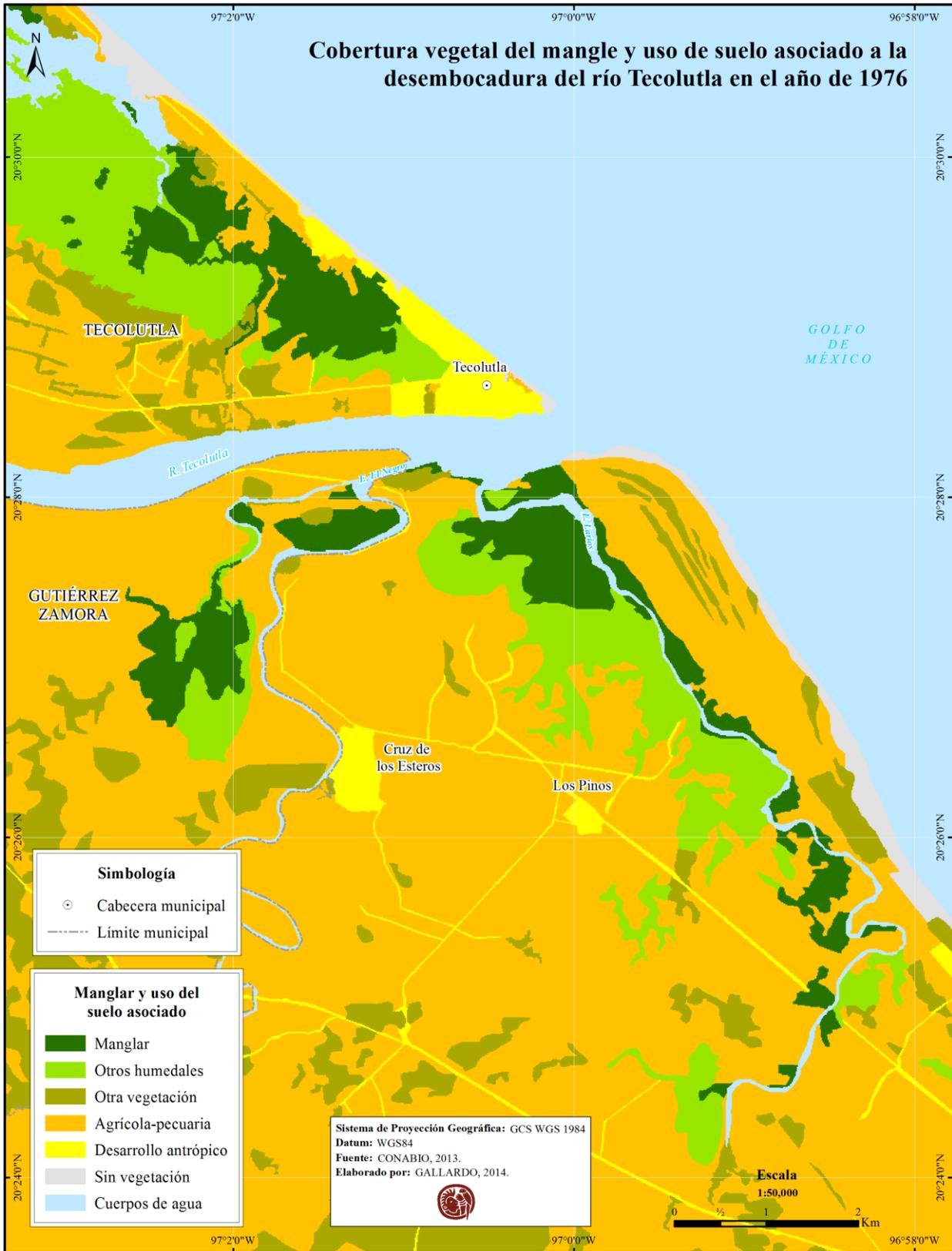


Figura 4.2 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN 1976.

El manglar para 1976 representaba cerca de 8% de la extensión total de la zona de estudio, la porción Norte albergaba cerca 230 ha y la porción Sur poco más de 387 ha.

Tabla 4.3 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN 1976.

USO COBERTURA	PORCIÓN NORTE		PORCIÓN SUR	
	ha	%	ha	%
Manglar	230.24	15.63	387.46	5.89
Otros humedales	409.47	27.80	504.15	7.67
Otra vegetación	176.83	12.01	585.31	8.90
Sin vegetación	63.08	4.28	94.64	1.44
Agrícola-Pecuaria	453.9	30.82	4866.54	74.00
Desarrollo Antrópico	139.28	9.46	138.61	2.11
Total	1472.8	100.00	6576.71	100.00

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

En el mapa de Cobertura de manglar y uso de suelo en 2010 (Figura 4.3) y en la Tabla 4.4 la actividad sobresaliente sigue siendo la agrícola-pecuaria, aumentando considerablemente en ambas porciones cerca de 100 ha.

Los suelos sin vegetación en ambas porciones representan menos de 5%, siendo la porción Sur la que presenta menor cantidad de áreas sin vegetación con respecto a la extensión total de cada una de las porciones, sin embargo en comparación con 1976 disminuyó en esta porción las áreas sin vegetación.

Con lo que respecta a la cobertura del manglar para 2005 en comparación a la que presentaba la zona en 1976, disminuyó considerablemente por más de 120 ha en cada una de las porciones, representando cerca de 50% de pérdida de cobertura en la porción Norte.

El cambio de uso de suelo relacionado a zonas urbanas aumentó en la porción Norte 50 ha aproximadamente mientras que en la porción Sur cerca de 80 ha.

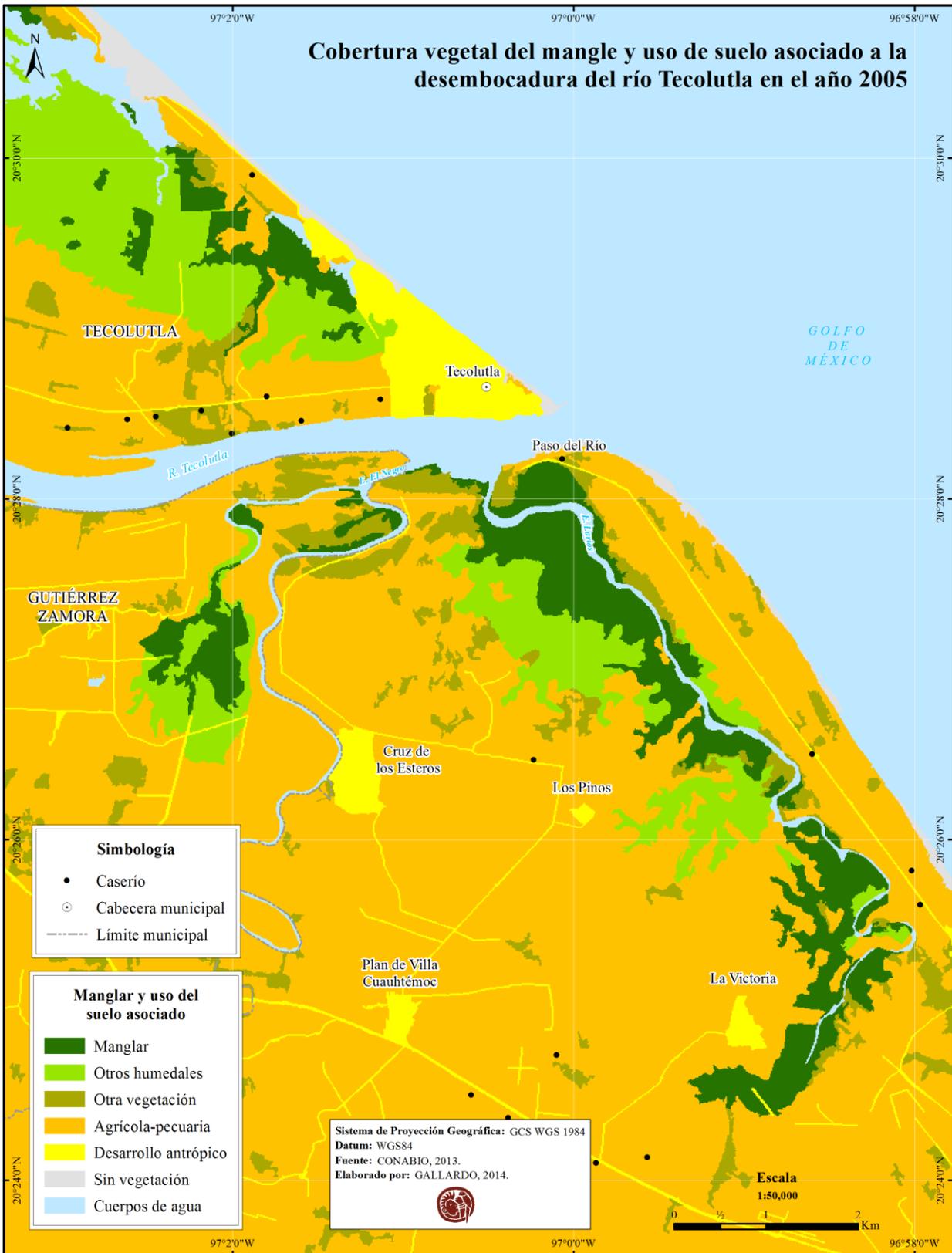


Figura 4.3 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN 2005.

**Tabla 4.4 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN 2005.**

USO COBERTURA \ PORCIÓN	NORTE		SUR	
	Ha	%	Ha	%
Manglar	114.48	7.76	514.90	7.83
Otros humedales	465.43	31.53	363.22	5.52
Otra vegetación	91.58	6.20	424.75	6.46
Sin vegetación	63.08	4.27	24.31	0.37
Agrícola-Pecuaria	560.32	37.96	5040.25	76.62
Desarrollo Antrópico	181.09	12.27	210.56	3.20
<b>Total</b>	<b>1475.98</b>	<b>100</b>	<b>6577.99</b>	<b>100</b>

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

De acuerdo al mapa de Cobertura de manglar y uso de suelo en 2010 (Figura 4.4) y en la Tabla 4.5 la actividad agrícola pecuaria disminuyó ligeramente en comparación al 2005, la porción Sur presentó el mayor cambio con respecto a este uso de suelo en la zona de estudio.

El manglar para 2010 prevaleció parcialmente en ambas porciones. La extensión de la cobertura de otros humedales aumentó principalmente en la porción Sur.

**Tabla 4.5 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN EL 2010.**

USO COBERTURA \ PORCIÓN	NORTE		SUR	
	ha	%	ha	%
Manglar	116.37	7.89	503	7.66
Otros humedales	499.95	33.88	614.97	9.37
Otra vegetación	66.41	4.50	446.69	6.81
Sin vegetación	61.62	4.18	27.55	0.42
Agrícola-Pecuaria	549.71	37.25	4759.54	72.52
Desarrollo Antrópico	181.68	12.31	211.51	3.22
<b>Total</b>	<b>1475.74</b>	<b>100</b>	<b>6563.26</b>	<b>100</b>

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

En general, comparando los datos iniciales (1976) y recientes (2010) el manglar en la zona de estudio tuvo una variación notable en su extensión, desapareciendo considerablemente en la porción Norte, mientras que en la porción Sur se presentó un aumento.

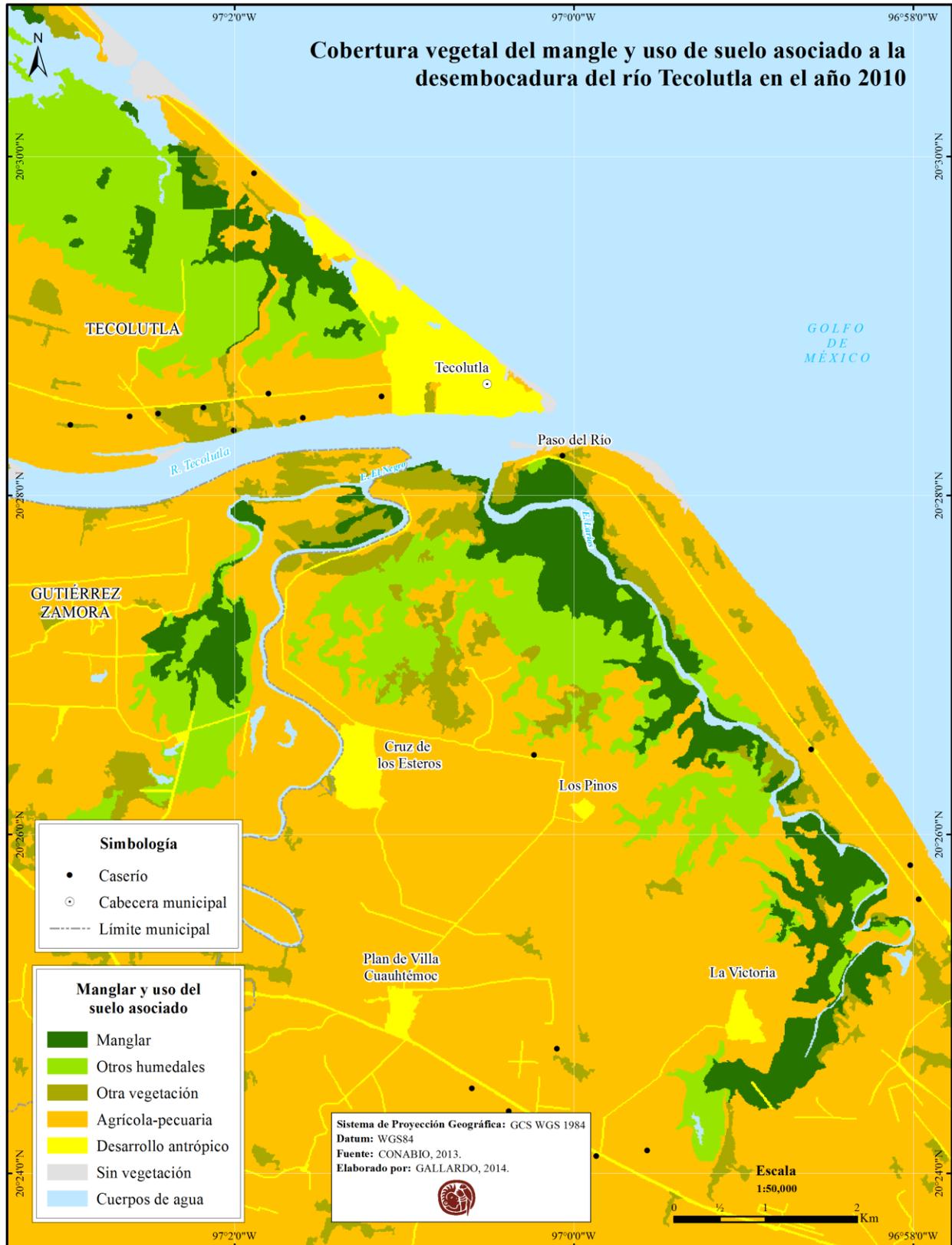


Figura 4.4 COBERTURA DE MANGLAR Y USO DE SUELO ASOCIADO EN 2010.

Otro de los cambios en la vegetación fue el desarrollo de humedales (popales y tulares) en la zona, principalmente en la porción Sur. En ambas porciones hubo un incremento en el desarrollo antrópico, el cual puede estar relacionado al aumento de la población a lo largo de este período de tiempo provocando un crecimiento de la zona urbana.

A partir de los mapas de Cobertura vegetal y uso de suelo de 1976, 2005 y 2010, se pudo generar un mapa de Variación espacial del manglar a lo largo de este período de tiempo (Figura 4.5).

Deduciendo a partir del mapa anterior los datos presentados en la Tabla 4.6, los cuales permiten caracterizar la variación en la extensión del manglar en la zona de estudio.

**Tabla 4.6 VARIACIÓN ESPACIAL DEL MANGLAR DE 1976 AL 2010.**

SITUACIÓN PORCIÓN	COBERTURA EN 1976	SIN CAMBIO APARENTE	MANGLAR GENERADO	MANGLAR DESAPARECIDO	COBERTURA EN EL 2010
NORTE	230.24 ha	105.70 ha	10.67 ha	138.45 ha	116.37 ha
SUR	387.46 ha	260.86 ha	242.14 ha	126.61 ha	503 ha
GENERADO: manglar (área de cobertura) que no existía en 1976. DESAPARECIDO: manglar (área de cobertura) que existía en 1976 y que ya no existía en el 2010.					

Fuente: Conabio, 2013.

Gallardo Diego. Elaboración propia.

Resulta entonces que en la porción Norte de la zona de estudio a lo largo de 34 años desapareció 60% de la extensión de manglar existente en 1976 y solo tuvo una recuperación de 5% hasta 2010. Al menos 60% de la extensión territorial ocupada por mangle en 2010 existía desde 1976, esto es un ejemplo claro del nivel de stress en el que se encuentra esta porción, debido a que es mayor la capacidad de pérdida del mangle que su capacidad de regeneración.

La porción Sur se caracteriza por tener un crecimiento de 77% de cobertura de manglar con respecto al año de 1976, poco más de 260 ha cubiertas por mangle han permanecido desde entonces, sin embargo cerca de 50% de la cobertura existente al inicio del período de análisis ya desapareció.

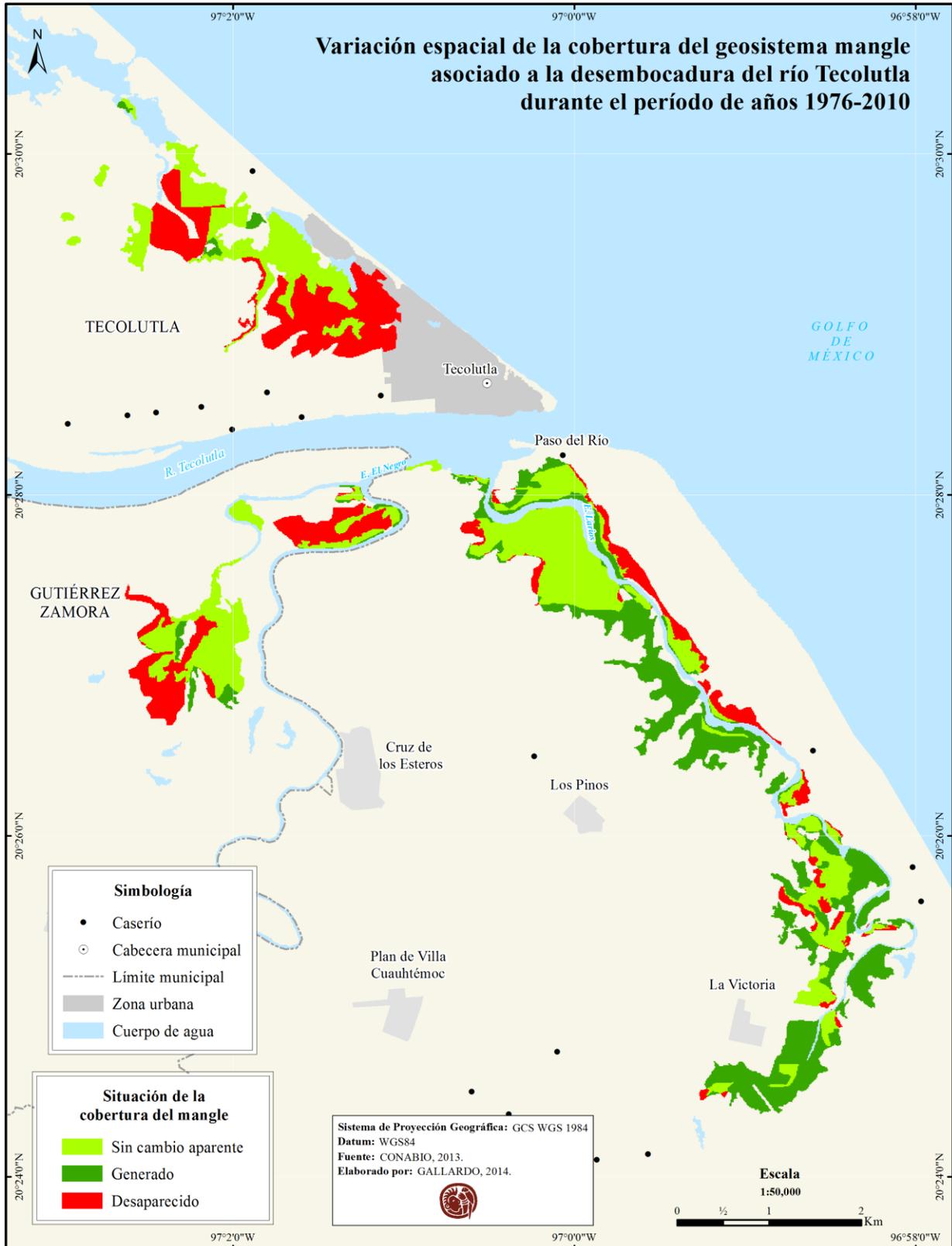


Figura 4.5 VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE MANGLAR DE 1976 AL 2010.

Si se toma en cuenta la extensión total cubierta por manglar, es decir, considerando el área de manglar desaparecido, más el área de manglar que se ha generado, más el área de manglar que no ha sufrido cambio aparente, resulta para la porción Norte una extensión de 249.91 ha y para la porción Sur 629.6 ha (Tabla 4.7). Al hacer la comparación de dicha extensión con la cobertura de 2010, como si las zonas de manglar identificadas desde 1976 aún existieran, la porción Norte muestra una pérdida de 132.54 ha mientras que la porción Sur una pérdida de 126.6 ha, aunque la diferencia de la cobertura de 2010 con la de 1976 muestra un 70% en el aumento de la extensión del mangle.

**Tabla 4.7 CONFRONTACIÓN DE LA EXTENSIÓN TOTAL CUBIERTA POR MANGLE DESDE 1976 Y HASTA EL 2010.**

SITUACIÓN PORCIÓN	EXTENSIÓN REAL CUBIERTA POR MANGLAR	COBERTURA EN EL 2010	DIFERENCIA
NORTE	249.91 ha	116.37 ha	-132.54 ha
SUR	629.6 ha	503 ha	-126.6 ha

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

A partir de la sobreposición de la información cartográfica de los mapas de Cobertura de manglar y uso de suelo de los años 1976, 2005 y 2010 y el mapa de Variación de la cobertura del manglar de 1976 al 2010, es posible identificar las posibles causas que originaron de la pérdida de manglar (Tabla 4.8) en la zona con respecto a las actividades antrópicas desarrolladas e incluso procesos naturales.

**Tabla 4.8 CAUSAS QUE ORIGINARON CAMBIO EN LA COBERTURA DE MANGLAR**

PORCIÓN CAMBIO	NORTE	SUR	TOTAL
Por cuerpos de agua	-	8.48 ha	8.48 ha
Por otros humedales	103.53 ha	51.38 ha	154.91 ha
Por otra vegetación	-	45.86 ha	45.86 ha
Por agricultura y ganadería	0.07 ha	29.98 ha	30.05 ha
Por nuevas zonas urbanas	20.22 ha	1.53 ha	21.75 ha

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

La desaparición de la cobertura de manglar en la zona (Figura 4.9), se encuentra principalmente relacionada al aumento del desarrollo de humedales distintos al mangle (popal y tular), en la porción Norte se aprecia claramente dicho comportamiento. Una segunda causa de la disminución del manglar está ligada a la aparición de otro tipo de vegetación distinto a humedales, probablemente debido a los cambios de niveles de saturación de agua que favorecen la existencia de manglares. La actividad ganadera y agrícola repercute notablemente la existencia del manglar en la porción Sur.

#### **4.2 Unidades de protección ambiental.**

Las actividades antrópicas están condicionadas al aumento y comportamiento de la población, así como a la demanda creciente de los recursos naturales sobre suelos ricos en materia orgánica y sobre todo vírgenes. Tal es el caso del mangle, cuyo comportamiento biogeográfico de este geosistema es similar al comportamiento demográfico del planeta, latitudinalmente hablando, por lo que se encuentra en peligro alarmante de extinción global, debido a la disminución de su cobertura por causas de cambio de uso de suelo.

Actualmente instancias gubernamentales y privadas de manera individual y en conjunto están realizando trabajos de protección y preservación del manglar en los 17 estados de la República Mexicana en cuyos litorales existe la presencia de esta vegetación, a partir de la identificación de su cobertura para poder tomar medidas y seguir asegurando su existencia en costas mexicanas.

La Conabio como se ha señalado previamente, delimitó zonas de manglar en México, a través de esta información en el apartado anterior se caracterizó el comportamiento del manglar contiguo a la desembocadura del río Tecolutla durante un período de casi 35 años, a partir de estos datos y con la aplicación de distintos índices (ecológicos, biológicos y sociales) se delimitaron *unidades de protección ambiental* en beneficio del mangle, para poder identificar elementos tanto naturales como sociales que se encuentran en constante dinamismo con dicho geosistema y que pudieran favorecer o poner en riesgo su permanencia.

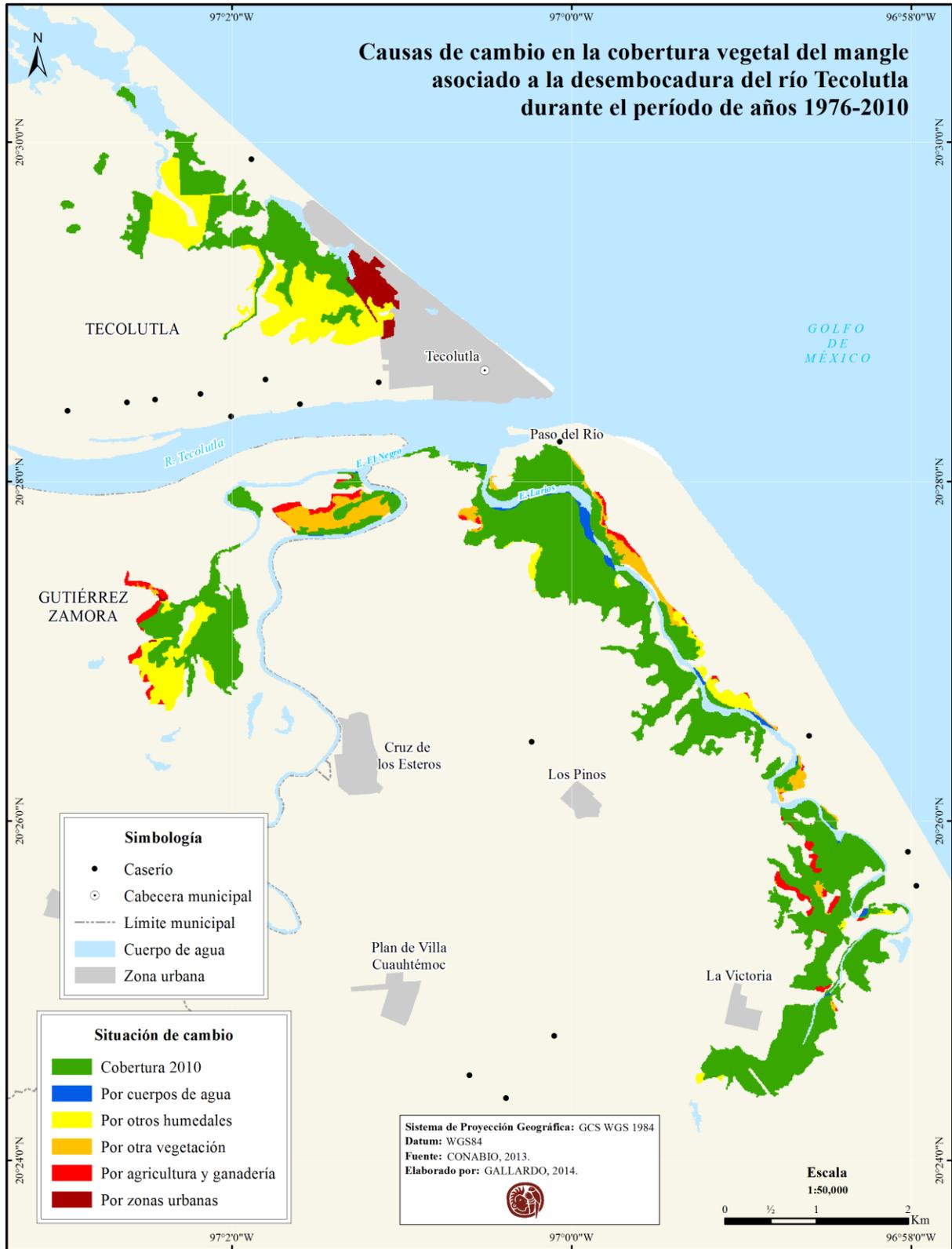


Figura 4.6 CAUSAS QUE ORIGINAN LA PÉRDIDA DE MANGLAR.

#### 4.2.1 Delimitación de las unidades de protección ambiental.

El tipo de vegetación natural y el desarrollo de actividades antrópicas dentro de una unidad de protección ambiental, repercuten directamente en el comportamiento del elemento natural cuya relevancia ecológica y biológica es muy alta, como es en este caso el mangle.

De acuerdo con la Norma 022 Semarnat en sus apartados 4.14 y 4.16 las actividades productivas así como la infraestructura urbana deberán dejar una distancia mínima de 100 metros con respecto al límite de la cobertura de manglar, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo (Semarnat, 2003). Para este trabajo se aplicó el lineamiento establecido de protección de manglar a través del ArcGIS 10.1.

Ampliando el área de influencia del límite de la cobertura de manglar se homogenizaron los parches más cercanos, en el caso de los manchones esparcidos, se conectaron con los parches que se encontraban a menos de 200 metros de distancia. Algunos de los rasgos naturales que ayudaron delimitar las áreas de protección más cercanas fueron los cuerpos de agua, por ejemplo las lagunas y tributarios del río. Tomando en cuenta los cuerpos de agua adyacentes a la zona de influencia, se delimitaron tres áreas de protección ambiental en la zona de estudio.

Como se muestra en la Figura 4.7 las áreas de protección ambiental son similares a la zonificación del manglar empleada a lo largo de los capítulos anteriores para la caracterización del geosistema. La cobertura territorial para cada una de las áreas de protección se muestra a continuación en la Tabla 4.9:

**Tabla 4.9 UNIDADES DELIMITADAS PARA LA PROTECCIÓN DEL GEOSISTEMA DE MANGLAR.**

UNIDAD	COBERTURA (ha)	EXTENSIÓN DE MANGLAR	
		(ha)	% de la unidad
<b>A</b>	455.66	116.37	25.53
<b>B</b>	310.42	88.74	28.58
<b>C</b>	1666.01	414.26	24.86

Fuente: Conabio, 2013.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

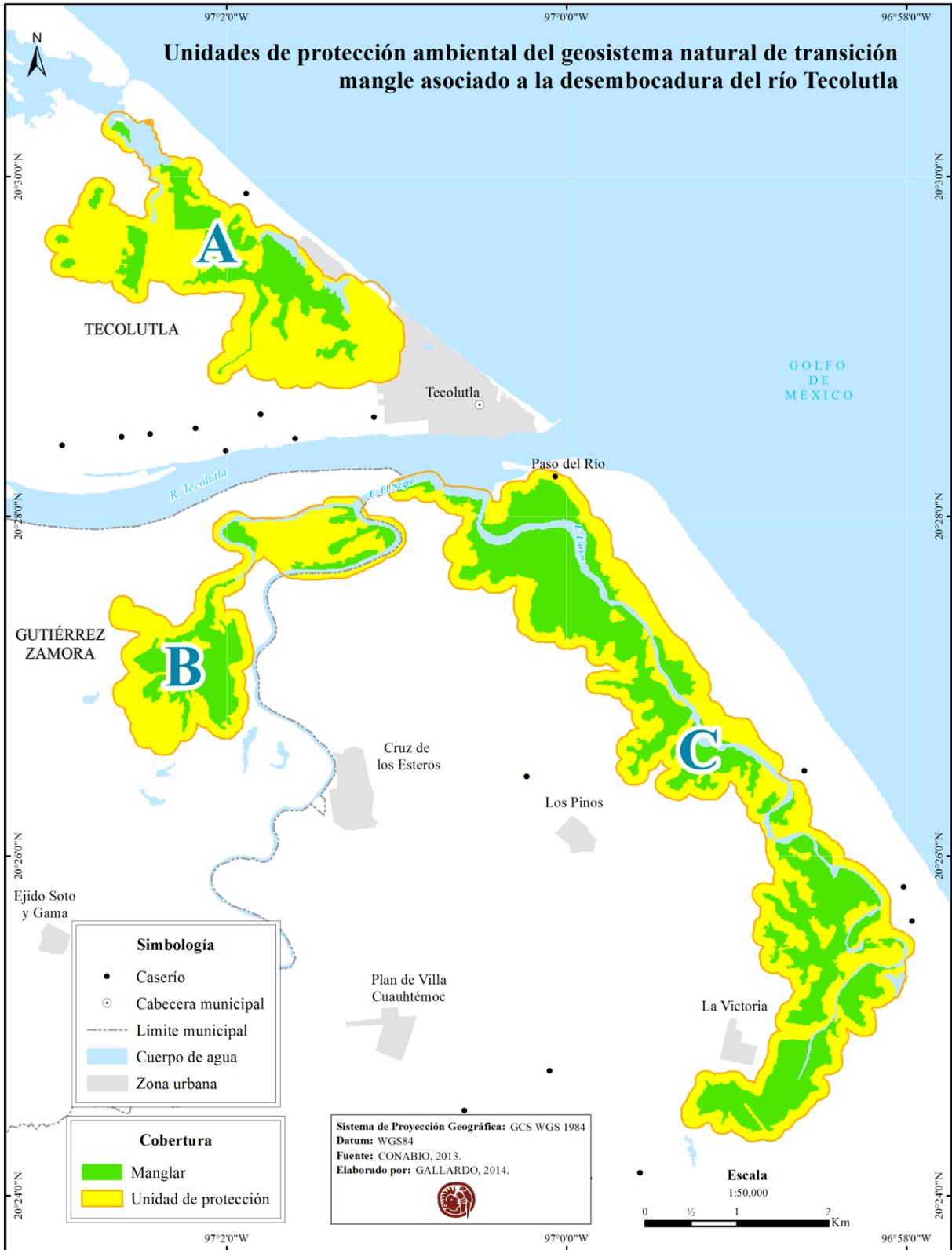


Figura 4.7 UNIDADES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DELIMITADAS

Delimitando en la porción Sur del manglar dos unidades de protección ambiental caracterizadas por un elemento natural (cuerpo de agua) y la distancia que es mayor a los 200 metros entre cada una de ellas en su extremo más cercano, mientras que el manglar de la porción Norte de la zona de estudio quedó bajo una misma unidad. La cobertura del manglar corresponde cerca de 25 y 30% de acuerdo a la extensión territorial de cada una de las unidades.

#### 4.2.2 Valoración ambiental

Las condiciones ambientales que presenta el mangle, así como las presiones a las que se encuentra sometido constantemente, permiten una valoración ambiental a partir de los elementos que lo caracterizan como geosistema (explotación biológica, potencial ecológico y acción antrópica). La utilización de indicadores biológicos, ecológicos y antrópicos ayudan a determinar la situación ambiental del manglar; para el presente trabajo se seleccionaron indicadores aplicables a la zona de estudio para cada una de las unidades de protección ambiental de acuerdo con la información obtenida de los mapas elaborados hasta este momento.

Indicadores biológicos seleccionados. A partir de la información de la Conabio (2013), se obtuvo la extensión por tipo de uso de suelo:

*Densidad del área cubierta por otro humedal.* Relación del área de cobertura correspondiente a otro humedal distinto al mangle dentro del área absoluta de la unidad de protección ambiental.

*Densidad del área cubierta con otra vegetación distinta a un humedal.* Relación del área de cobertura de otra vegetación diferente a un humedal dentro del área absoluta de la unidad de protección ambiental.

*Densidad del área sin vegetación.* Relación del área del suelo desnudo dentro del área absoluta de la unidad de protección ambiental.

*Densidad del área de cuerpos de agua.* Relación del área abarcada por uno o varios cuerpos de agua dentro del área absoluta de la unidad de protección ambiental.

Indicadores ecológicos seleccionados. Se tomaron en cuenta algunos indicadores aplicados en el programa de monitoreo de manglares a largo plazo por la Conabio (Rodríguez Zúñiga M. *et al*, 2012) y por Lozano B. *et al*, 2011 para caracterizar el estado de fragmentación de bosques en Colombia:

*Estabilidad de localización.* Cobertura del manglar que permanece al inicio y final del período de cambio dentro de la unidad de protección ambiental.

*Tasa de transformación.* Remplazo de la cobertura del manglar por cualquier otro tipo de clase con respecto a la proporción del área al inicio y final del período dentro de la unidad de protección ambiental.

*Índice de fragmentación.* Relación del tamaño, número y dispersión de parches de manglar dentro de la unidad de protección ambiental.

*Índice de compactación.* Grado de fragilidad o exposición del parche (mangle) con respecto a la cobertura de manglar dentro de la unidad de protección ambiental.

Indicadores antrópicos seleccionados. Se eligieron a partir de la información generada por la Conabio (2013) de la misma manera que los indicadores biológicos y se tomó en cuenta información obtenida en campo:

*Densidad de la cobertura del suelo empleado en actividades productivas.* Relación del área del suelo ocupado en actividades agropecuarias dentro de la unidad de protección ambiental.

*Densidad de la zona urbana.* Relación del área urbanizada con respecto a la unidad de protección ambiental.

*Evidencia de contaminación.* Presencia de residuos sólidos dentro de la unidad de protección ambiental.

*Ecoturismo.* Desarrollo de actividades turísticas dentro de la unidad de protección ambiental.

La mayoría de los datos generados a partir de la aplicación de los índices anteriormente descritos (ANEXO 3) no cuentan con una unidad de medición, sin embargo, los valores más altos representan condiciones menos desfavorables con respecto al elemento que toma en cuenta cada uno de los indicadores.

Como se muestra en la Tabla 4.10 generalmente los datos menos desfavorables sobrepasan el valor de cada uno de los indicadores para la cobertura total absoluta del área de protección del geosistema.

**Tabla 4.10 INDICADORES APLICADOS EN LA UNIDADES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.**

GEOSISTEMA INDICADOR UNIDAD	POTENCIAL ECOLÓGICO				EXPLOTACIÓN BIOLÓGICA				ACCIÓN ANTRÓPICA			
	EL	TT	IF	IC	DH	DOV	DSV	DCA	DAP	DZU	EC	ET
<b>A</b>	39.86	(-) 6.38	5.36	0.14	0.478	0.019	0.005	0.062	0.108	0.084	1	1
<b>B</b>	46.25	(-) 3.27	6.27	0.15	0.235	0.105	0	0.061	0.295	0.018	0	2
<b>C</b>	79.92	6.56	16.34	0.09	0.152	0.085	0	0.073	0.227	0.003	0	3
<b>COBERTURA TOTAL ABSOLUTA</b>	57.08	(±) 18.55	10.84	0.07	0.257	0.071	0.002	0.068	0.207	0.028	0.30	2

EL= Estabilidad de localización, TT= Tasa de transformación, IF= Índice de fragmentación, IC= Índice de compactación, DH= Densidad del área cubierta por otro humedal, DOV= Densidad del área cubierta por otra vegetación distinta a un humedal, DSV= densidad del área sin vegetación, DCA= Densidad del área de cuerpos de agua, DAP= Densidad del área del suelo empleado en actividades productivas, DZU= Densidad de zonas urbanas, EC= Evidencias de contaminación y ET= ecoturismo. Los signos ± corresponden a una transformación positiva o negativa respectivamente.

Fuente: Conabio, 2013; Lozano B. et al, 2011; Rodríguez Zúñiga M. et al, 2012.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

Debido a que los datos obtenidos muestran diferencias y algunas similitudes, para poder entender el comportamiento de los indicadores aplicados en la caracterización de las tres unidades de protección ambiental, se representan gráficamente.

Como se puede apreciar en la Figura 4.8 (en donde los valores de los indicadores “EL”, “TT” e “IF” fueron divididos entre 100, mientras que “EC” y “ET” entre 10 para generar rangos similares con el resto de los indicadores) , las unidades evaluadas a partir de los indicadores muestran un rango diferenciado con respecto a la cobertura total absoluta de protección, resulta un tanto complicado calificar y comparar el grado de comportamiento de cada una de ellas, por lo que se les asignó un valor que va de 0 a 3, aplicando 0 a los indicadores cuyo resultado es nulo, 1 a los valores más favorecidos, 2 a valores intermedios y el número 3 a los valores menos favorecidos (Tabla 4.11).

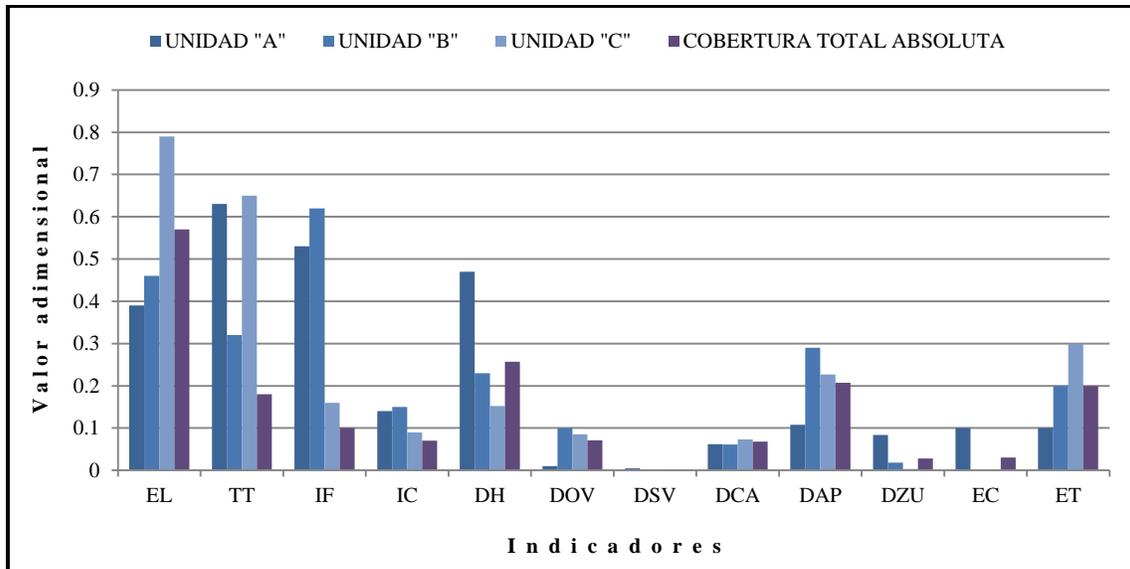


Figura 4.8 COMPORTAMIENTO DE INDICADORES AMBIENTALES APLICADOS PARA CADA UNA DE LAS UNIDADES DE PROTECCIÓN.

Fuente: Conabio, 2013; Lozano et al, 2011; Rodríguez et al, 2012. Gallardo Diego. Elaboración propia.

Tabla 4.11 VALORACIÓN DE LOS INDICADORES APLICADOS.

UNIDAD	INDICADORES												PROMEDIO DE VALORES
	EL	TT	IF	IC	DH	DOV	DSV	DCA	DAP	DZU	EC	ET	
<b>A</b>	3	3	3	2	3	2	1	2	1	3	1	1	<b>2.08</b>
<b>B</b>	2	2	2	1	2	3	0	3	3	2	0	2	<b>1.83</b>
<b>C</b>	1	1	1	3	1	1	0	1	2	1	0	3	<b>1.25</b>

Gallardo Diego. Elaboración propia.

De acuerdo al promedio del rango de valores para calificar los datos generados por los indicadores se establece el grado de magnitud de observación y protección conveniente a desarrollar para la preservación del geosistema natural de transición mangle en la zona de estudio. Se asignó una categoría de *moderada* a los valores mayores a 1 y menores o iguales a 1.5, de *elevada* a valores mayores de 1.5 y menores o iguales a 2 y por último, una categoría de *muy elevada* a valores mayores a 2.

Por lo que se puede deducir que la unidad A de protección ambiental, es la menos favorecida de acuerdo con los indicadores aplicados a las características ambientales que presenta, obteniendo una categoría de *muy elevada* magnitud de observación y protección necesaria para asegurar la presencia del mangle en la zona.

La unidad B es la que refleja condiciones más favorables para su preservación, sin embargo, demanda una magnitud *moderada*. Por último la unidad C debido a sus características ambientales se encuentra dentro de la categoría de una *elevada* observación y protección necesaria.

Múltiples investigadores comparten que el efecto físico de la vegetación adyacente así como los distintos usos de suelo contiguos influyen 100 metros a partir de su perímetro, en la zona de estudio generalmente las actividades antrópicas y el desarrollo urbano comparten frontera con el geosistema de manglar, no respetando los lineamientos establecidos por la Norma 022 SEMARNAT.

Utilizando la cartografía generada para este capítulo, principalmente el mapa de pérdida de manglar, cobertura vegetal y uso de suelo, así como las unidades de protección ambiental delimitadas y algunos indicadores ambientales y normativos se obtuvo el mapa de Valoración ambiental del geosistema natural de transición de manglar asociado a la desembocadura del río Tecolutla, con la finalidad de poder identificar la vulnerabilidad y el tipo de influencia de acuerdo al uso de suelo adyacente a esta vegetación, así como medir la magnitud de observación y protección idónea, posibilitando el desarrollo de estrategias pertinentes que garanticen la preservación de dicho geosistema en la zona (Figura 4.9).

Tomando en cuenta la cobertura total del manglar y la información generada en el mapa anterior, y reflejada en las Figura 4.10 y 4.11, se puede analizar el comportamiento de los tipos de influencia y la vulnerabilidad que existe sobre el geosistema.

El desarrollo antrópico influye principalmente en poco menos de 316 ha de manglar, es decir, en más de 50% de la cobertura total del mangle de la zona de estudio, mientras que en casi una tercera parte de la cobertura de esta vegetación predomina la influencia de rasgos naturales con los que comparte frontera, 183 ha de la cobertura total, están influenciadas directamente tanto por rasgos antrópicos como por rasgos naturales, cabe aclarar que el rango de influencia está condicionado por 100 metros sobre el manglar de acuerdo con el efecto borde.

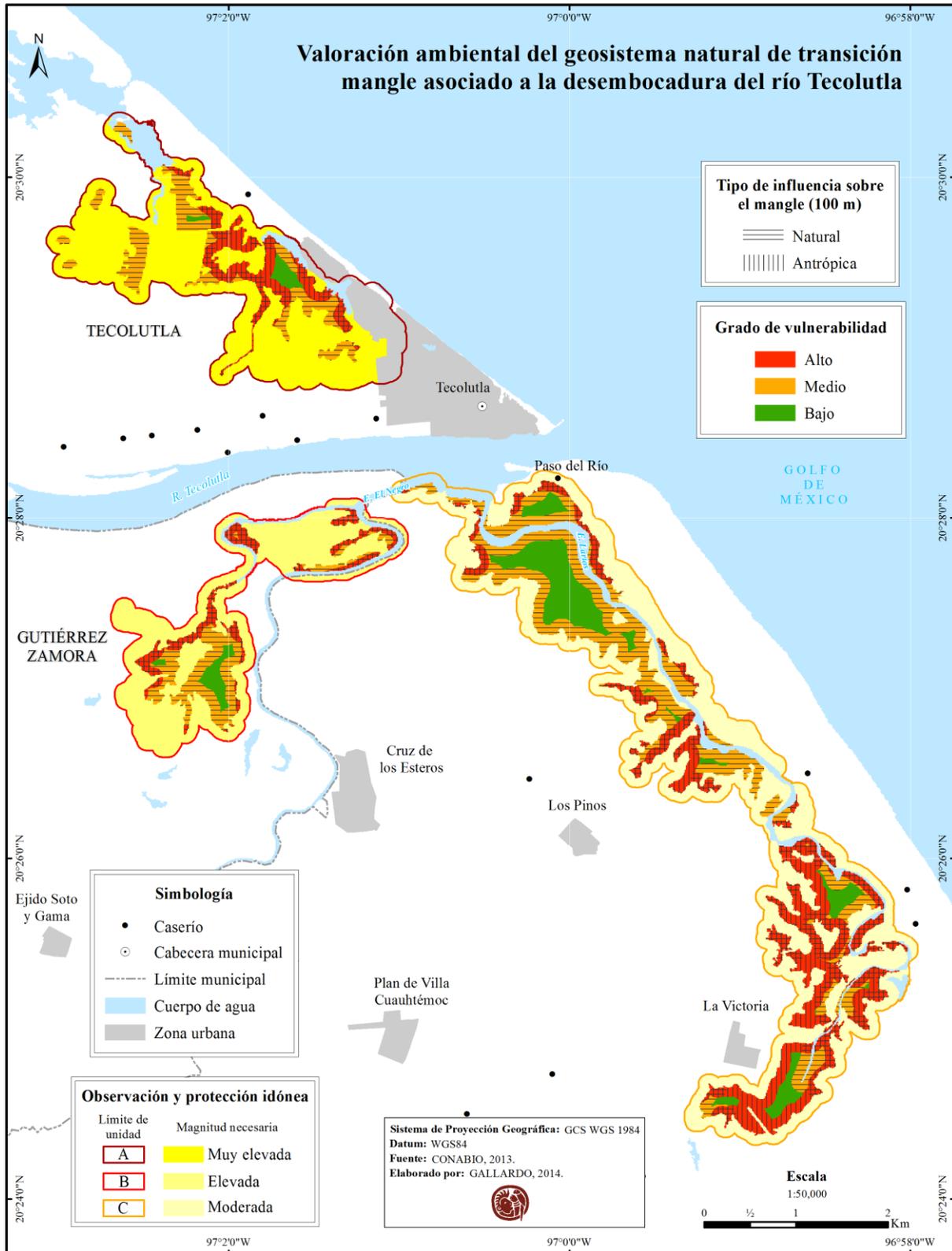


Figura 4.9 VALORACIÓN AMBIENTAL DEL MANGLE.

Respecto del grado de vulnerabilidad en la zona a partir de la influencia ejercida al manglar, la cobertura de la categoría media sobrepasa por unas 10 ha aproximadamente a la categoría alta, la baja vulnerabilidad está reflejada en 97.8 ha de la extensión total del geosistema.

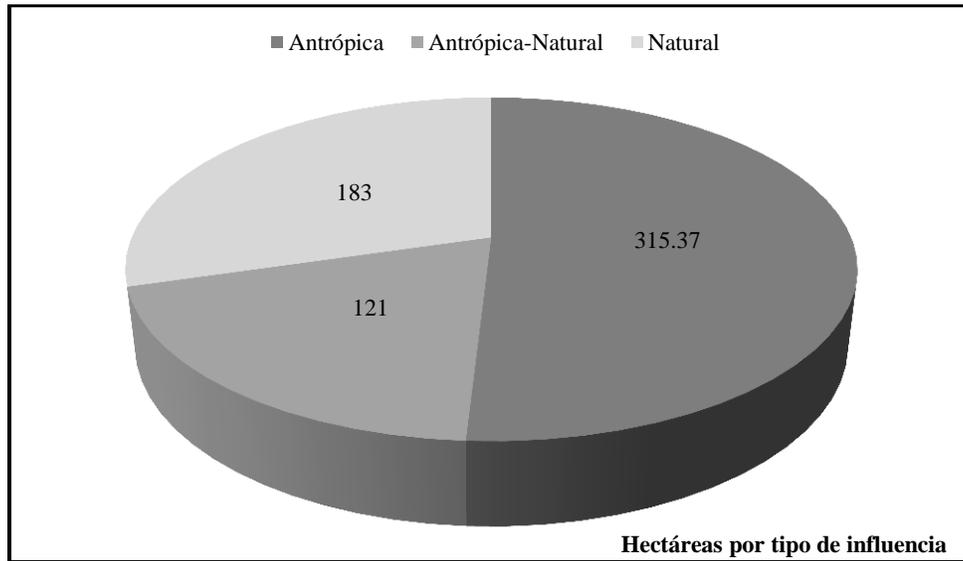


Figura 4.10 TIPO DE INFLUENCIA EJERCIDA SOBRE EL MANGLE.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

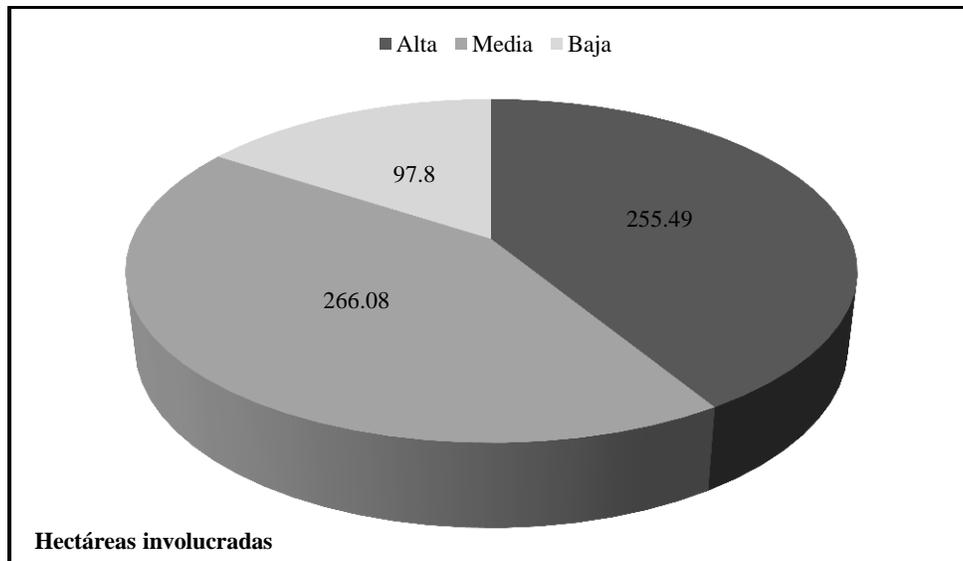


Figura 4.11 VULNERABILIDAD DEL MANGLE.  
Gallardo Diego. Elaboración propia.

A través de la caracterización de las condiciones ambientales a las que se encuentra sometido el manglar asociado a la desembocadura del río Tecolutla y a partir de la delimitación de las unidades de protección ambiental y observación idónea generadas en función de un análisis multitemporal de la cobertura de esta vegetación, se observa que las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidas las unidades de protección identificadas están directamente influenciadas por las actividades antrópicas y el desarrollo urbano, caracterizadas por rasgos particulares:

*Unidad A.* Presenta una categoría de *muy elevada* magnitud de observación y protección idónea, contiene una cantidad considerable de hectáreas con asentamiento urbano, siendo ésta la razón principal por lo cual la unidad ha sufrido una mayor pérdida de mangle. El grado de vulnerabilidad del mangle va de *medio* a *alto* en más de 80% de su cobertura, asociado a la influencia natural (otros humedales, como popal y tular) y a las actividades agropecuarias contiguas.

*Unidad B.* Presenta una categoría de *elevada* magnitud de observación y protección idónea, ya que el borde de la zona de manglar se encuentra directamente influenciado por actividades agropecuarias y naturales (afluentes del río Tecolutla). Cerca de una quinta parte del manglar de esta unidad tiene una vulnerabilidad *baja*, debido a que no se encuentra próximo al desarrollo urbano (comunidades), sin embargo, el resto de la cobertura presenta una vulnerabilidad *media-alta*, por las actividades antrópicas que se desarrollan contiguamente.

*Unidad C.* Presenta una categoría de *moderada* magnitud de observación y protección idónea; es la unidad que contiene la mayor cobertura de manglar de la zona de estudio con casi 70%. Es en esta zona principalmente, en donde se presenta el mayor crecimiento de nuevas áreas de manglar, debido a que existen ONG's e instancias gubernamentales que llevan a cabo programas de protección y conservación. La notable importancia de cuidado en esta unidad, está relacionada al ecoturismo que se desarrolla sobre este estero. Cerca de 20% de manglar se encuentra en un grado *bajo* de vulnerabilidad por la distancia que tiene con respecto al desarrollo urbano y actividades antrópicas; sin embargo, poco más de 50%

presenta un grado *alto* de vulnerabilidad, caracterizado al igual que en las otras unidades, por la doble influencia (natural y antrópica) ejercida sobre el mangle.

Es importante tomar medidas preventivas con respecto a la manera en que los actores sociales involucrados en Tecolutla desempeñan sus actividades, principalmente para favorecer la permanencia del manglar en la zona y así generar un ambiente de bienestar natural que pueda ser aprovechado por la propia sociedad.

## CONCLUSIONES

La cabecera municipal de Tecolutla resalta fundamentalmente por ser uno de los centros turísticos más importantes de la región Totonaca del estado de Veracruz, caracterizada por sus playas e influenciada por la desembocadura del río Tecolutla permitiendo el desarrollo de esteros, lagunas costeras y sobre todo manglares, los cuales generalmente atraen aún más al turismo nacional.

La actividad turística en la zona de estudio es una de las principales fuentes de ingreso para los habitantes establecidos en la región, razón por la cual mejorar las condiciones ambientales de sus playas y manglares repercutirán notablemente en la economía de la población.

En general, la caracterización geosistémica del manglar a partir del modelo PER facilita la identificación de elementos que determinan las condiciones ambientales de esta vegetación en la zona de estudio e incluso, permite identificar los factores (antrópicos y/o naturales) que alteran su comportamiento, a partir de un potencial ecológico, una explotación biológica, y sobre todo, un acción antrópica ejercida por y sobre el mangle.

Al conjuntar el modelo geosistémico con el modelo PER para el estudio del manglar se reconocieron algunos rasgos característicos en la zona (Cuadro C.1) que influyen directamente (de manera positiva y/o negativa) sobre esta vegetación.

El comportamiento del geosistema natural de transición mangle está estrechamente relacionado a la manera en que el desarrollo urbano se presenta en la zona, caracterizado principalmente por las actividades agropecuarias, aunque éstas no son de gran impacto económico, y por la zona urbana, las cuales influyen en el límite de la cobertura de manglar, reflejándose en el grado de vulnerabilidad que presenta el geosistema en cada una de las unidades delimitadas.

Por lo anterior, se puede afirmar que la hipótesis planteada al inicio del trabajo se cumplió, las actividades antrópicas desarrolladas en la desembocadura del río Tecolutla y en la cabecera municipal, si determinan las condiciones ambientales de la zona, afectando

## CONCLUSIONES

directamente el buen funcionamiento y cobertura vegetal del geosistema natural de transición mangle.

Finalmente, se recomienda generar programas alternativos de protección y conservación del manglar, principalmente en la porción Norte de la zona de estudio, a través de una alianza de los gobiernos municipales de Tecolutla y Gutiérrez Zamora, que favorezcan a su vez las condiciones ambientales, aplicando planes estratégicos sustentables que permitan el desarrollo de las actividades económicas para un beneficio en común de la propia población, garantizando así la existencia del manglar en la zona.

CONCLUSIONES

**Cuadro C.1 GEOSISTEMA Y MODELO PER. RASGOS NATURALES-SOCIALES DEL MANGLAR.**

MODELO		P E R		
		Presión	Estado	Respuesta
<b>G E O S I S T É M I C O</b>	Potencial ecológico	Desecación de suelos.	619.37 ha de manglar.	Brote de otros humedales (popal y tular) en las áreas de manglar.
	Explotación biológica	Desarrollo de actividades agropecuarias.	Se presentan las cuatro especies de manglar que existen en México (Rojo, Negro, Blanco y Botoncillo).	Prohibida la pesca y la tala en zona de manglar.
		Expansión de la zona agropecuaria.	Mangle Botoncillo en peligro de desaparecer.	Decretos:
Acción antrópica	Presencia de ganado en el borde de manglar.	Presencia de fauna endémica (Cangrejo azul).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica GM33.</li> <li>• Región Marina Prioritaria No. 48.</li> <li>• Área de Importancia para la Conservación de las Aves.</li> </ul>	
	Cobertura de manglar comparte frontera con la cabecera municipal de Tecolutla.	Disminución de la cobertura de manglar.	Instancias implicadas: INE, CONABIO, SEMARNAT, CONANP.	
	Presencia de residuos sólidos en lagunas costeras donde existe manglar.	315.37 ha de manglar influenciadas por actividades antrópicas.	ONG's y programas implicados: Vida Milenaria A.C., Kululu, Takantú, Nuestro Sueño Conciencia Verde y movimiento Salvemos a los Humedales de Tecolutla.	
	Ecoturismo.	521.57 ha de manglar con grado medio-alto de vulnerabilidad.		

Gallardo Diego. Elaboración propia.

## FUENTES CONSULTADAS

### Bibliografía

- Alcalá Graciela (1981). Los pescadores de Tecolutla: el tiempo cotidiano y el espacio doméstico en una villa de pescadores. Serie los pescadores de México. Vol. 10. Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Cultura. Centro de Investigaciones y estudios superiores en antropología social. Cuadernos de La Casa Chata 119. México, D.F.
- Agráz Hernández C., Noriega Trejo R., López Portillo J., Flores Verdugo F. y Jiménez Zacarías J. (2006). Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México. pp 45.
- Alcamo J. (2003). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Millennium Ecosystem Assessment Board. USA.
- Alcántara Ayala Irasema y Garnica Peña Ricardo J. (2004). “Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz”. *Investigaciones Geográficas* No. 55. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. pp 23-45.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra *Coords.* (1998). Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Bertrand Claude y Georges (2006). Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: geosistema, territorio y paisaje. Geografía del Medio Ambiente, Universidad de Granada. España. pp. 98-108.
- Bitrán D. (2001). Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período de 1980-1999. Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred). México, D.F. pp107.
- Blanco L. J. y Rodríguez G. Ma. (2008). Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- Bolós i Capdevila, María (1980). “Problemática actual de los estudios de paisaje integrado”. *Revista de Geografía*, Vol. XV. Universidad de Barcelona, Departamento de Geografía. Barcelona, España.
- Cabrera Ángel I. y Willink Abraham (1980). *Biogeografía de América Latina*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Departamento de Asuntos Científicos. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Cárdenas Vargas José *Coord.* (1994). *Monografía Geológico-Minera del estado de Veracruz*. Consejo de Recursos Naturales. Subsecretaría de Minas e Industria Básica. México, D.F.
- Castillo Manuel (2000). *Análisis geográfico del municipio de Tecolutla, Veracruz, 1999*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2011). *Marco Jurídico de los Humedales Costeros con presencia de Manglar*. [En línea]. Fondo para la Conservación del Golfo de California (FCGC). México. Disponible en: <http://www.cemda.org.mx> [Consultado el 21 de octubre del 2013 a las 23:30 hrs].
- Cervantes-Zamora Y., Cornejo Olguín R., Márquez Lucero, Espinoza Rodríguez J., Miranda Viquez y Pineda Velázquez (1990). *Provincias Fisiográficas de México*. Extraído de *Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2*. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Cifuentes Lemus J., Frías M. y Torres García P. (1997). *El océano y sus recursos VIII. El aprovechamiento de los recursos del mar*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Chávez Amezcua Luis Ricardo (2006). *Impacto socioterritorial de las reubicaciones de comunidades ocasionadas por las inundaciones de 1999 en el municipio de Tecolutla Veracruz y sus alrededores*. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- ©CNES 2010. Imagen SPOT 4 producida por ERMEXS – COUM UV bajo la licencia de SPOT IMAGE, S.A.
- ©CNES 2012. Imagen SPOT 4 producida por ERMEXS – COUM UV bajo la licencia de SPOT IMAGE, S.A.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Conabio (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Conabio, México D.F.
- ----- (2009). Mangle negro. Fichas de Especies Mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- ----- (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- ----- (2009). Mangle blanco *Laguncularia racemosa*. Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, D.F.
- ----- (2011). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. pp 163-180, 207-216.
- ----- (2011). Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC). [En línea]. Conabio. México. Disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos\\_golfo\\_mexico/finales/oemrgmmc\\_prefinal\\_agosto2011.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_golfo_mexico/finales/oemrgmmc_prefinal_agosto2011.pdf). [Consultado el 22 de octubre del 2013 a las 01:30 hrs].
- ----- (2013). Distribución de los manglares de México 1970-1980. Escala 1:50 000. Extraído del proyecto GQ004: Los manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: Segunda y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- ----- (2013). Distribución de los manglares de México 2005. Escala 1:50 000. Extraído del proyecto GQ004: Los manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: Segunda y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal,

México. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- ----- (2013). Distribución de los manglares de México 2010. Escala 1:50 000. Extraído del proyecto GQ004: Los manglares de México: Estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: Segunda y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cram Heydrich S., Mendoza Cantú Ania, Sommer Cervantes Irene y Oropeza Orozco Oralia (2010). Atlas Regional de impactos derivados de las actividades petroleras en Coatzacoalcos, Veracruz. INE - Semarnat - IG (UNAM). México, D.F.
- De la Lanza Espino G. y Cáceres Martínez C. (1994). Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Díaz Gaxiola, Jesús Manuel (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. Ra Ximhai. Recuperado el 21 de octubre del 2013 en: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=46121063005>
- Espinosa Contreras Francisco (2010). Ecosistemas costeros mexicanos, una actualización. Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- FAO (2005). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. México. Perfil Nacional. Departamento de Montes. Dirección de Recursos Forestales FAO. Roma, Italia.
- Gallegos, Margarita (1986). “Petróleo y manglar”. Serie Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Vol. III. Centro de Ecodesarrollo. México. pp 15 -20.
- Gaertn F. (s/f). *Laguncularia racemosa* (L.) White Mangrove. U.S. Department of Agriculture, Forest Servicio. Southern Forest Experiment Station. New Orleans, EUA. Recuperado el 18 de marzo del 2013 a las 18:00 hrs, del Sitio web The International Name Index en <http://www.ipni.org>

- Garnica R. (2003). Riesgos por inundaciones e inestabilidad de laderas en el municipio de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Geissert Kientz Daniel (1999). “Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz”. *Investigaciones Geográficas*, Boletín No. 40. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- González O. y Arcia R. (1994). “*Fundamentos teóricos y metodológicos de la Geografía del medio ambiente*”. En Geografía del Medio Ambiente: Una alternativa del Ordenamiento ecológico. Universidad Nacional Autónoma de Estado de México. México.
- Gómez Piñeiro J. (1992). Geografía y Ecología. Universidad de Deusto, San Sebastián España. pp. 9-16.
- Grupo Interdisciplinario Manglares de la Península de Yucatán (2010). Memoria. Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar: investigación, educación y gestión frente a cambios locales y globales. GIMPEY. Mérida, Yucatán. Recuperado el 21 de octubre del 2013 a las 17:00 hrs en: <http://investigacion.izt.uam.mx/ocf/Manglares2010.pdf>
- Hentschel Ariza Edna (1986). La Geografía de la vida: ¿Cómo se han repartido en la Tierra los seres vivos?. Dirección General de Publicaciones y Medios (SEP) y Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (UNAM). México, D.F. pp 29, 52-54.
- Hernández Unzón Alberto (2009). Temporada de Ciclones Tropicales 1999. Océano Atlántico: Depresión Tropical No. 11. Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional, Subdirección General Técnica. México, D.F.
- Hiernaux Daniel y Lindón Alicia (2006). Tratado de Geografía Humana. Universidad Autónoma de México. Iztapalapa, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1980). X Censo de Población y Vivienda. INEGI. México.
- ----- (1990). XI Censo de Población y Vivienda. INEGI. México.
- ----- (1995). Conteo de Población y Vivienda. INEGI. México.
- ----- (2000). XII Censo de Población y Vivienda. INEGI. México.
- ----- (2005). II Conteo de Población y Vivienda. INEGI. México.

- ----- (2010). Censo de Población y Vivienda. INEGI. México.
- ----- (1988). Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. México.
- Instituto Nacional de Ecología (2004). Perspectivas del medio ambiente en México. Geo México 2004. INE, PNUMA y Semarnat. México, D.F.
- IPNI (s/f). *Rhizophora mangle* (L). Red mangrove. U.S. Department of Agriculture, Forest Servicio. Southern Forest Experiment Station. New Orleans, EUA. Recuperado el 10 de marzo del 2013 a las 12:00 hrs, del Sitio web The International Name Index en <http://www.ipni.org>
- Jardí M. (1990). “Paisaje: ¿una síntesis geográfica?”. *Revista de Geografía* Vol. XXIV. Universidad de Barcelona, Departamento de Geografía. Barcelona, España.
- Jiménez A. y Lugo A. (s/f). *Avicennia germinans* (L.). U.S. Department of Agriculture, Forest Servicio. Southern Forest Experiment Station. New Orleans, EUA. Recuperado el 22 de febrero del 2013 a las 16:15 hrs, del Sitio web The International Name Index en <http://www.ipni.org>
- Lacerda, L. D. Alvarez León, Ricardo. Bacon, Peter. D'Croz, Luis. Kjertve, Bjorn. Polanía, Jaime. Vannucci, M. Echevarría, Jorge. Sarabia, José. Mainardi, Victoria. Padrón, Ciro M. Llorente, Santiago O. Menéndez, Leda. Conde, Jesús E. Alarcón, Clara (1993). Conservación y aprovechamiento sostenible de bosques de manglar en las regiones América Latina y África: informe técnico del proyecto. Sociedad Internacional para los ecosistemas del manglar: Organización Internacional de maderas tropicales. Okinawa, Japón.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. Academic Press Inc, New York, 428 pp.
- Lanza E. Guadalupe y Ortiz P. Mario (2006). “Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional”. Geografía para el Siglo XXI. Serie Textos Universitarios No.3 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- López de Olivera Ma. y Pickenhayn J. (1982). El geosistema de San Juan. Facultad de Filosofía, Humanidades y Arte, Universidad de Nacional de San Juan. República Argentina.
- López Portillo J., A. L. Lara Domínguez, A. Ávila Ángeles y A. D. Vázquez Lule (2009). Caracterización del sitio de manglar Tecolutla. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- López Portillo, J. A., L. R. Gómez Aguilar y V. Vázquez (2009). Criterios para la selección del sitio de manglar Tecolutla. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Lozano B., Luis A., Gómez A., Valderrama C. (2011). Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima. *Revista Tumbaga*. Ciencias biológicas. Colombia.
- Martí Brugueras Monserrat M. (1975). “Aportaciones del profesor Schmithüsen a la terminología geográfica”. *Revista Geográfica*. Universidad de Lleida. Lérida, España.
- Martínez Martínez Jesús (1997). Geomorfología Ambiental. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. España.
- Mateo Rodríguez José Manuel (2012). “Paisaje y Geosistema: Apuntes para una discusión teórica”. *Revista GEONORTE*, Edición Especial. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.
- MEA (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Millenium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington, D.C.
- Mints A. y Preobrazhenskii, trad. por Gojman K. (1971), “*El enfoque sistémico en la Geografía*”. Publicado en “Voprosi Geografii”, No. 88. Moscú. pp.38-56.
- Moncada Maya Omar (1989). Historia de la Geografía en el mundo y en México. Escuela de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- Moreno Casasola P., Peresbarbosa Rojas E. y Traviedo Bello A. *Eds.* (2006). Estrategia para el Manejo Costero Integral. El enfoque municipal. Volumen 1 y 3. Instituto de Ecología A.C., Conanp y Gobierno del estado de Veracruz-Llave. Xalapa, Veracruz. pp 183-204.

- Moreno Casasola Patricia y Warner Barry (2009). Breviario para describir, observar y manejar humedales. Serie Costa Sustentable No.1. RAMSAR, Instituto de Ecología A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, US State Department. Xalapa, Ver. México.
- Moreno Casasola Patricia (2010). Veracruz, mar de arena. Secretaría de Educación-Gobierno del estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México.
- Niembro Rocas Aníbal (1990). Árboles y arbustos útiles de México: naturales e introducidos. Ed. Limusa. Departamento de Bosques, Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Ortega Valcárcel José (2000). Los Horizontes de la Geografía. Teoría de la Geografía. Ariel S.A. Barcelona, España.
- Pannier Federico y Fraíno de Pannier Rosario (1989). Los Manglares de Venezuela. Serie de Cuadernos Lagoven 1976-1997. Lagoven S.A. Filial de Petróleos de Venezuela. Venezuela.
- Pérez Sesma José Antonio A. (2009). Estudio del agua en la cuenca del río Tecolutla, México. Tesis de maestría en Geografía (Ambiental). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Rodríguez M. y Vázquez Lule (s/f). Los manglares: conocimiento e importancia. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. Recuperado el 10 de julio del 2013 a las 15:00 hrs en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pdf/manglares\\_general.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pdf/manglares_general.pdf)
- Rodríguez Zúñiga M., Troche Souza C., Vázquez Lule A. D., Márquez Mendoza J. D., Vázquez Balderas B., Valderrama Landeros L., Velázquez Salazar S., Uribe Martínez A., Acosta Velázquez J., Díaz Gallegos J., Cruz López M. I. y Ressler R. (2012). Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2ª y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-Conabio proyecto No. GQ004. México, D.F
- Rzedowski Jersy (1981). Vegetación de México. Limusa. México.
- Sarukhán José y Pennington Terence (2005). Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica, UNAM. México.

- Saushkin G. y Smirnov A. (1968). “Geosistemas y Geoestructuras”. *Revista de la Universidad Estatal de Moscú*, Serie Geografía No. 5. Moscú.
- Schnetter Marie Luise (2002). “El sistema radical del mangle blanco (*Avicennia germinans*), un ejemplo de adaptaciones morfológicas y anatómicas en espermatófitos a condiciones a condiciones ecológicas adversas”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. Volumen XXVI, Número 98. Marzo del 2002. Colombia.
- Secretaría de Protección Civil (2011). Atlas Municipal de Riesgos. Nivel Básico. Tecolutla. Gobierno del Estado de México. Veracruz, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000). La Gestión Ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. pp. 27.
- ----- (2006). Situación ambiental de la zona costera y marina, en particular humedales costeros y manglares. Gestión 2000-2006. Semarnat. México, D.F. Recuperado el 21 de octubre del 2013 a las 18:00 hrs en: <http://www.semarnat.gob.mx>
- ----- (2011). Estrategia Nacional para la Atención de los Ecosistemas de Manglar. [En línea]. Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas. CIMARES-Semarnat. México, D.F. Recuperado el 21 de octubre del 2013 a las 16:30 hrs en: [http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/participacion/consultas\\_publicas/marescostasymanglares/Documents/estrategia\\_nacional\\_manglares\\_2011.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/participacion/consultas_publicas/marescostasymanglares/Documents/estrategia_nacional_manglares_2011.pdf)
- Tejeda Martínez Adalberto (2006). Panorámica de las inundaciones en el estado de Veracruz durante 2005. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz México. Pp. 9-20.
- Tesser Obregón Claudio (2000). “Algunas reflexiones sobre los significados del paisaje para la Geografía”. *Revista de Geografía Norte Grande* No. 27. Pp. 19-26. Instituto de Geografía. Universidad Católica de Chile. Chile.
- Thom R. R. (1984). Coastal landforms and geomorphic process. En: S.C. Snedaker y J. G. Snedaker (eds.) *The mangrove ecosystem: research method*. UNESCO. París.
- Tomlinson, P. B. (1986). *The botany of mangroves*. Ed. Cambridge University. EUA. 413 p.
- Ugalde García Edith Irma (2007). Manejo integral del geosistema de manglar dentro de la reserva de la biósfera de Ría Lagartos, Yucatán. Tesis de Maestría en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

## **Cibergrafía.**

- Ferral María Eugenia (2011). Noticia: Acaba amarillamiento letal con 200 hectáreas de cocoteros en Tecolutla. Recuperado el 11 de septiembre del 2013 a las 13:25 hrs, del Sitio web Disponible del Diario de Xalapa en <http://www.oem.com.mx/diariodexalapa/notas/n2110961.htm>.
- Fomento agropecuario Tecolutla (s/f). Recuperado el 11 de septiembre del 2013 a las 15:00 hrs, del Sitio web del Gobierno del municipio de Tecolutla en [www.tecolutla.gob.mx](http://www.tecolutla.gob.mx).
- Servicios Kululú (s/f). Recuperado el 23 de octubre del 2013 a las 10:30 hrs, del Sitio web de Grupo Kululú en <http://www.ecoturismokululu.org>
- Sánchez Durán Aurelio (1978). Monografía de Tecolutla. Recuperado el 15 de agosto del 2013 a las 18:00 hrs, del Sitio web del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal en <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30158a.html>.
- La Jornada en Veracruz (2013). Noticia: Crisis en cultivo de coco: amarillamiento letal acabó con más de 2 mil hectáreas. Recuperado el 11 de agosto del 2013 del Sitio web La Jornada en Veracruz en [http://www.jornadaveracruz.com.mx/Nota.aspx?ID=130227\\_085653\\_251](http://www.jornadaveracruz.com.mx/Nota.aspx?ID=130227_085653_251)
- Servicios turísticos Takantú (s/f). Informes. Recuperado el 21 de octubre del 2013 a las 15:00 hrs, del Sitio web de la Organización no gubernamental Takantú en <http://www.takantu.com>
- Vida Milenaria (s/f). Liberación de tortugas. Recuperado el 23 de octubre del 2013 a las 10:00 hrs, del Sitio web de la Organización no gubernamental Vida Milenaria en <http://www.vidamilenaria.mx>
- Uscanga Gisela (2013). Incendio forestal campo Hidalgo, Tecolutla. Recuperado el 02 de agosto del 2013 a las 23:30 hrs, del Sitio web de Punto Revista en [http://www.puntorevista.com/secciones/estatal/estatal100413incendio\\_tecolutla.html](http://www.puntorevista.com/secciones/estatal/estatal100413incendio_tecolutla.html)
- Sagarpa (s/f). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado el 11 de septiembre del 2013 a las 12:00 hrs, del Sitio web de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en <http://www.siap.gob.mx>

FUENTES CONSULTADAS

- SEP (s/f). Registro nacional de escuelas, Tecolutla. Recuperado el 02 de agosto del 2013 a las 21:00 hrs, del Sitio web del Registro Nacional del Alumnos, Maestros y Escuelas de la Secretaría de Educación Pública en <http://www.rname.sep.gob.mx>
- Semarnat (2013). Misión. Recuperado el 21 de octubre del 2013 a las 18:30 hrs, del Sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en <http://www.semarnat.gob.mx>
- Seduma (2008). Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Análisis FODA). Recupera el 22 de octubre del 2013 a las 01:00 hrs en [http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/04/pronostico\\_consulta\\_oemr\\_gmmc.pdf](http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2013/04/pronostico_consulta_oemr_gmmc.pdf)
- Secretaría de Salud del estado de Veracruz (s/f). Listado de centros de salud rurales. Recuperado del Sitio web de la Secretaría de Salud del estado de Veracruz en <http://www.ssaver.gob.mx>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Caracterización biológica de los mangles asociados a la desembocadura del río Tecolutla.

Mangle rojo *Rhizophora mangle*. Los suelos en donde se desarrolla este mangle están caracterizados por índices altos de PH, alto contenido de azufre, nitrógeno, fósforo y carbono oxidante, por lo que al secarse se vuelven altamente ácidos.

La corteza es de color olivo pálido con manchas grises, que al raspar adquiere una coloración rojiza. Sus raíces fungen un papel prescindible en el desarrollo biológico del mangle, se caracterizan por ser aéreas (en forma de zancos), en las que se encuentra apoyado el tronco, permitiéndole se establezca en suelos anegados. En sus raíces presenta lenticelas, poros que permiten introducir aire, abriéndose y cerrándose de acuerdo al nivel de inundación que presente, además de realizar filtraciones a través de membranas en su interior que le permiten absorber agua con cantidades bajas de sal (IPNI, s/f).

Las hojas son simples y opuestas, tiene la capacidad de disminuir los niveles de sal del árbol, a través de la transpiración cuticular y al desprenderse de ellos. Sus flores son pequeñas de color blanco amarillento y se presentan en la porción terminal de las ramas. Su fruto, en forma de baya que generalmente es alargado y llega a medir hasta 30 cm, desarrolla una semilla en su interior (viviparidad) que comienza su crecimiento aun estando prendido al árbol (Rodríguez M. y Vázquez Lule, s/f). Después de un período de más de 8 meses la plántula ya más desarrollada, cae y actúa como unidad de dispersión, ya que tiene la capacidad de flotar y mantener la viabilidad, hasta que sus raíces sean lo suficientemente fuertes para establecerse sobre el suelo anegado (IPN, s/f).



**RAÍZ AÉREA DEL MANGLE ROJO.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.



**HOJAS DEL MANGLE ROJO.**

Foto: Gallardo Diego, 2013.



**FLOR DEL MANGLE ROJO.**

Fuente: Banco de imágenes de la Conabio.  
En línea: [www.bdi.conabio.gob.mx](http://www.bdi.conabio.gob.mx)



**FRUTO DEL MANGLE ROJO**

Foto: Gallardo Diego, 2013.

Mangle negro *Avicennia germinans*. El suelo sobre el cual se desarrolla tiene presente un contenido de materia orgánica que va de un 20 a un 60% y bajo contenido de nitrógeno. El árbol tiene una corteza de color gris oscuro o negro. Sus hojas de color verde amarillento son de forma puntiaguda y usualmente presentan granos de sal, debido a que tienen glándulas excretoras de sal en su superficie (Jiménez A. y Lugo A. s/f).

Sus flores son pequeñas de color crema a blanco y amarillo en el centro. Su fruto es elíptico, achatado y vellosa, da cavidad a una sola semilla, la cual comienza a germinar aun estando encerrada en el fruto (3-4 meses) (Rodríguez M. y Vázquez Lule, s/f). Al igual que en el mangle rojo, ya más desarrolla la plántula cae y es transportada por la marea. La plántula ya establecida en el suelo, genera varias raíces adventicias que desarrollan rápidamente una ramificación, encargada de la absorción de agua y nutrientes, además de funcionar como el soporte de la planta. Comportándose como un sistema radical preliminar que permite el desarrollo en todas direcciones de las primeras raíces cables. Cuando el tamaño del árbol aumenta, las raíces cable se ramifican con mayor intensidad, permitiendo poco a poco la formación de raíces absorbentes en la parte superior de las raíces cable, ascendiendo a la atmósfera a través de un crecimiento vertical, es decir con geotropismo negativo (neumatóforos) que miden entre 20 y 30 cm de largo (Jiménez A. y Lugo A. s/f).



**HOJAS DEL MANGLE NEGRO.**  
Foto: Gallardo Diego. Elaboración propia.



**FLOR DEL MANGLE NEGRO.**  
Fuente: Banco de imágenes de Conabio.  
En línea: [www.bdi.conabio.gob.mx](http://www.bdi.conabio.gob.mx)



**FRUTO DEL MANGLE NEGRO.**  
Fuente: Agráz Hernández C. *et al*, 2006.



**NEUMATÓFORO DEL MANGLE NEGRO.**  
Foto: Gallardo Diego, 2013.

Mangle blanco *Langucalaria racemosa*. Tiene una corteza exterior fisurada (pequeñas placas) de color gris a rojiza. Sus hojas miden entre 4 y 10 cm de largo, de color verde oscuro en su parte superior, mientras que en la parte inferior presenta un color amarillento y su principal característica son dos glándulas excretoras de sal cerca de su base (Gaertn F., s/f).

Posee flores pequeñas de color blanco verdusco, que crecen en ramillete (flores y ramillas se conocen como inflorescencia). Su fruto es parecido a una cápsula alargada (un poco aplastada) y mide en promedio de 2 a 3 cm de largo (Rodríguez M. y Vázquez Lule, s/f).

Una de sus características biológicas principales de esta especie de mangle, es la incidencia de viviparidad en el fruto, menor a la que presenta el mangle rojo y negro. La semilla comienza a germinar dentro del fruto, aun cuando este sigue prendido del árbol, sin embargo es hasta después de varios días de haberse caído cuando la plántula emerge, para flotar y dispersarse sobre el agua. Cuatro semanas después, ya más desarrollada se establece generalmente en áreas acuáticas poco profundas (Conabio, 2009).

Al igual que el mangle negro, genera raíces a poca profundidad que a su vez permite la formación de un subsistema de raíces que crecen en forma vertical, sobresaliendo del suelo (neumatóforo). El mangle blanco es de los únicos mangles que tienen la capacidad de propagarse vegetativamente, por lo que se usa para cercas vivas (Conabio, 2009).



**HOJAS DEL MANGLE BLANCO.**  
Fuente: Agráz Hernández *et al*, 2006.



**FLORES DEL MANGLE BLANCO.**  
Foto: Gallardo Diego, 2013.



**FRUTO DEL MANGLE BLANCO.**  
Fuente: Agráz Hernández *et al*, 2006.



**NEUMATÓFORO DEL MANGLE BLANCO.**  
Foto: Gallardo Diego, 2013.

Mangle botoncillo *Conocarpus erectus*. El suelo sobre el cual se desarrolla no presenta niveles altos de inundación y es caracterizado por arcillas y limos, este mangle se establece en áreas más secas y estables, ricas en materia orgánica. Éste árbol suele ser de tronco derecho y muy ramificado de color amarillento y corteza oscura fisurada con follaje denso.

Sus hojas de color verde amarillo son elípticas de 3 a 8 cm de largo y de 1.5 a 3 cm de ancho, levemente carnudas y puntiagudas en ambos extremos.

Tiene inflorescencias que se convierten en fruta agregada, redonda y de color castaño se presentan en los extremos de las ramas y en la parte inferior de la hoja, suelen ser de color

amarillento de pequeñas cabezas, cerca de 5 mm de diámetro en tallos delgados. Los frutos son múltiples y redondeados de 10-12 cm de diámetro de color verde amarillento y se desarrollan en ramillete. Las raíces de este mangle se generan de manera subterránea, como cualquier planta (Rodríguez M. y Vázquez Lule, s/f).



**HOJAS DEL MANGLE BOTONCILLO.**  
Foto: Gallardo Diego, 2013.



**FLOR DEL MANGLE BOTONCILLO.**  
Fuente: Pronatura Veracruz A.C.  
En línea: [www.pronaturaveracruz.org](http://www.pronaturaveracruz.org)



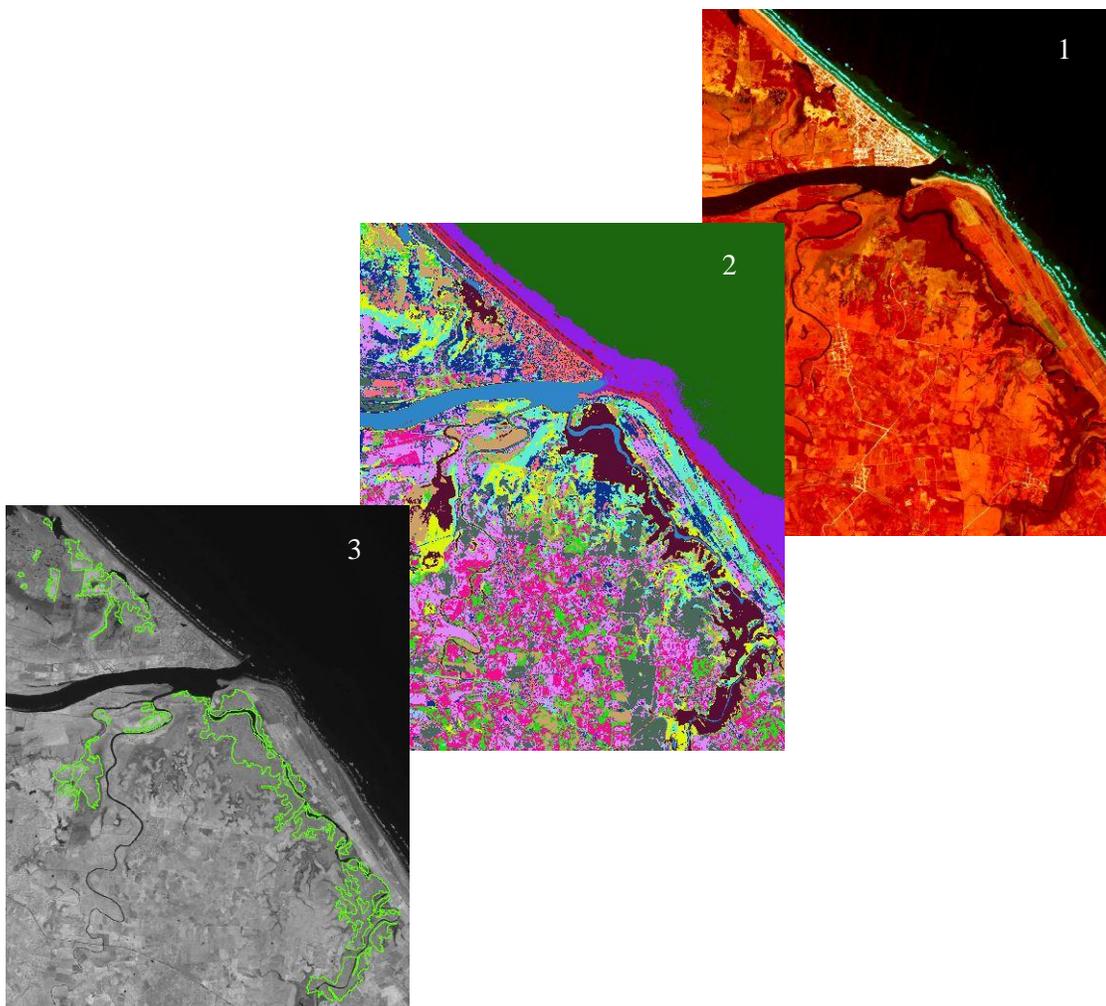
**FRUTO DEL MANGLE BOTONCILLO.**  
Fuente: Pronatura Veracruz A.C.  
En línea: [www.pronaturaveracruz.org](http://www.pronaturaveracruz.org)

## ANEXO 2

### Delimitación de la cobertura de manglar.

Se utilizó el software ENVI 5.1 y el ArcGIS 10.1, primeramente las imágenes LANDSAT de los años 1990 y 2000 y SPOT 4 de los años 2000 y 2010 fueron sometidas a una clasificación digital supervisada con base a los píxeles.

Posteriormente fueron revisadas y corregidas por interpretación visual con el apoyo de Google Earth, aplicando el compuesto de las bandas espectrales (falso color) 3, 4 y 2 (RGB, combinación de bandas del espectro visible electromagnético rojo, verde y azul por sus siglas en inglés). Por último, la información obtenida fue transformada a formato vector, para generar los polígonos de la cobertura vegetal del mangle.



## ANEXO 3

### Indicadores biológicos.

- Densidad del área cubierta por otro humedal (Conabio, 2013).

$$DH = \frac{\text{Area de otro humedal distinto al mangle}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

- Densidad del área cubierta por otra vegetación distinta a un humedal (Conabio, 2013).

$$DOV = \frac{\text{Area de vegetación distinta al mangle y a otros huemdales}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

- Densidad área del suelo sin vegetación (Conabio, 2013).

$$DSV = \frac{\text{Area del suelo desnudo}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

- Densidad del área de cuerpos de agua (Conabio, 2013).

$$DCV = \frac{\text{Area de cuerpos de agua}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

### Indicadores ecológicos.

- Estabilidad de localización (Rodríguez Zúñiga M. *et al*, 2012).

$$EL = \frac{(\text{Cobertura del año inicial} - \text{pérdida de la cobertura del año inicial})100}{\text{Cobertura del año inicial}}$$

- Tasa de transformación (Rodríguez Zúñiga M. *et al*, 2012).

$$TT = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Donde:  $t_2$  y  $t_1$  Es la fecha de la segunda y primer evaluación.

$A_2$  y  $A_1$  Es el área de la cobertura de manglar en la primera y segunda evaluación.

- Índice de fragmentación (Rodríguez Zúñiga M. *et al*, 2012).

$$IF = \frac{\text{Superficie de la unidad de protección}}{\text{Número de parches} * \text{Índice de dispersión de parches}}$$

$$\text{Índice de dispersión} = 2dc \left(\frac{\gamma}{\pi}\right)$$

Donde: *dc* Es la distancia media desde un parche al próximo más cercano.

$\gamma$  Es la densidad media de parches por cada 100 ha.

- Índice de compactación (Lozano B. *et al*, 2011).

$$IC = \frac{1}{\text{Índice de diversidad de Patton}}$$

$$\text{Índice de diversidad de Patton} = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi} * \sqrt{A}}$$

Donde: *P* Es el perímetro de cada fragmento de manglar.

*A* Es el área de cada fragmento de manglar.

### **Indicadores antrópicos.**

- Densidad de la cobertura del suelo empleado en actividades productivas (Conabio, 2013).

$$DAP = \frac{\text{Area del suelo ocupado para actividades agropecuarias}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

- Densidad de la zona urbana (Conabio, 2013).

$$DZU = \frac{\text{Area urbanizada}}{\text{Area de la unidad de protección}}$$

- Evidencia de contaminación (Conabio, 2013).

*Presencia de residuos sólidos en la zona de manglar.*

- Ecoturismo (Conabio, 2013).

*Recorridos en lancha a la zona de manglar.*