

01026
48



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

**INFORME ACADÉMICO DE PRÁCTICA PROFESIONAL
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
Y SU APLICACIÓN EN ESTUDIOS
DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO**

EJEMPLAR UNICO

**QUE PRESENTA:
FRANCISCO EMANUEL PÉREZ DOMÍNGUEZ
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

Acompañado de un CD

**ASESOR:
DR. JOSÉ LUIS PALACIO PRIETO**



SEPTIEMBRE 2003



**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

PAGINACION DISCONTINUA

**A mis padres, que con su esfuerzo y dedicación
me han enseñado el valor de los logros forjados por uno mismo
y como reconocimiento a sus sacrificios por brindarme una educación.**

**A mis hermanos, que siempre han estado conmigo
Apoyándome y dándome ánimos para vencer
cualquier obstáculo en la vida.**

**En agradecimiento a todos los profesores
que cooperaron con su granito de arena
a enriquecer mi espíritu**

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	7
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	9
1.1 MARCO CONCEPTUAL.....	9
1.2 MARCO LEGAL DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.....	10
1.3 METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.....	12
1.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	15
1.5 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SIG.....	16
1.5.1 Tipos de datos utilizados por un SIG.....	17
1.6 PRINCIPALES FUNCIONES DE UN SIG.....	19
1.7 LOS SIG Y EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.....	21
1.7.1 Aplicaciones básicas de un SIG en el proceso de elaboración de un OET..	21
CAPÍTULO 2 FASE I Y II DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO	23
2.1 FASE I: ORGANIZACIÓN.....	23
2.1.1 Establecimiento de objetivos.....	23
2.1.2 Equipo y plan de trabajo.....	24
2.2 FASE II: DESCRIPCIÓN.....	26
2.2.1 Captura y procesamiento de información con ARC/INFO.....	27
2.2.2 Captura y procesamiento de información con Arcview.....	34
2.2.2.1 <i>Vistas (View)</i>	36
2.2.2.2 <i>Tablas (Tables)</i>	38
2.2.2.3 <i>Gráficas (Charts)</i>	38
2.2.2.4 <i>Diseño y edición de Mapas (Layout)</i>	39
2.2.2.5 <i>Programas (Scripts)</i>	39

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
2.2.3 Delimitación del área de estudio	41
2.2.3.1 Localización geográfica	42
2.2.4 Descripción temática del medio natural	44
2.2.4.1 Condición climática	45
2.2.4.2 Condición edáfica	46
2.2.4.3 Condición geológica	47
2.2.4.4 Hidrología superficial	48
2.2.4.5 Condición del uso del suelo y la vegetación	50
CAPÍTULO 3 FASES III Y IV DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO	52
3.1 FASE III: DIAGNÓSTICO	52
3.1.1 Subsistema natural	54
3.1.1.1 Recurso suelo	54
A) Índice de aptitud del suelo	54
a) Capacidad agrológica del suelo	58
b) Capacidad pecuaria del suelo	59
c) Capacidad urbana del suelo	60
B) Índice de erosión laminar	61
a) Obtención del valor del periodo de crecimiento (PECRE)	63
b) Obtención del factor de erodabilidad del suelo (CAERO)	67
c) Obtención del factor de textura (CATEX)	71
d) Obtención del factor de relieve (CATOP)	71
e) Obtención del factor de obertura (CAUSO)	72
3.1.1.2 Recurso agua	74
3.1.1.3 Recurso biota	75
A) Modificaciones ecológico-paisajísticas	76
3.1.2 Subsistema socioeconómico	78

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
3.1.3 Subsistema productivo.	78
3.1.4 Diagnóstico integrado.	81
3.2 FASE IV: PRONÓSTICO O PROSPECCIÓN.	81
3.2.1 Presión de la población.	84
3.2.2 Actividades económicas.	85
3.2.3 Usos del suelo.	86
CAPÍTULO 4 FASE V Y VI DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO.	87
4.1 FASE V: PROPOSITIVA.	87
4.1.1 Definición de las unidades de gestión ambiental.	89
4.1.2 Estimación de escenarios.	90
4.1.3 Determinación de fragilidad, presión y vulnerabilidad del territorio.	92
4.1.3.1 <i>Fragilidad.</i>	93
4.1.3.2 <i>Presión.</i>	95
4.1.3.3 <i>Vulnerabilidad.</i>	96
4.1.4 Definición de la estrategia general.	96
4.1.4.1 <i>Políticas territoriales.</i>	97
4.1.4.2 <i>Definición de los usos del suelo.</i>	100
4.1.5 Criterios ecológicos para el manejo de las UGA's.	102
4.1.6 Modelo de ordenamiento ecológico.	102
4.1.6.1 <i>Lineamientos y criterios de regulación ecológica.</i>	103
4.1.6.2 <i>Obras servicios y acciones.</i>	103
4.2 FASE VI: EJECUCIÓN.	104
4.2.1 Etapa de instrumentación.	105
4.2.2 Etapa de gestión.	106
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES.	108

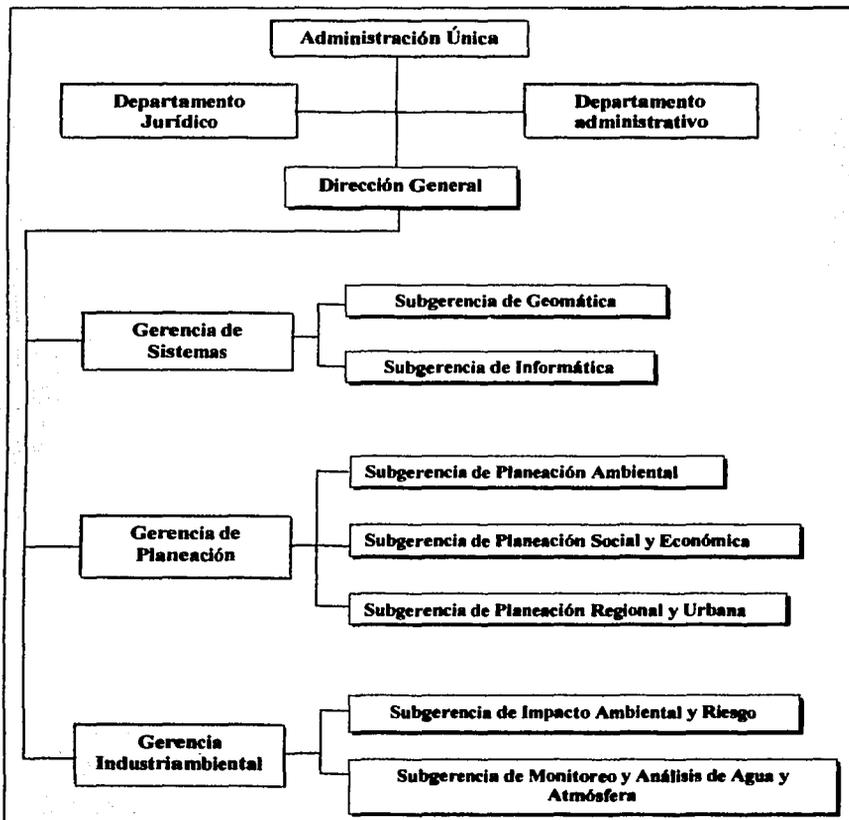
ÍNDICE

CONTENIDO	Página
ANEXOS	113
Anexo 1 Fichas para la descripción temática del Medio Natural.....	113
Anexo 2 Criterios para la asignación de la Fragilidad, Presión, Vulnerabilidad, las Políticas Ambientales y los Usos de Suelo.....	119
Anexo cartográfico.....	128
Sistema de Topoformas.....	130
Unidades de Relieve (Geoformas).....	131
Aptitud del suelo para uso Agrícola.....	132
Aptitud del suelo para uso Pecuario.....	133
Aptitud del suelo para uso Urbano.....	134
Índice de Erosión laminar.....	135
Red de puntos de Muestreo de Calidad del Agua.....	136
Modificaciones Ecológico-Paisajísticas.....	137
Inventario de Humedales.....	138
Dimensión Económica.....	139
Dimensión Sociopolítica.....	140
Dimensión Cultural.....	141
Diagnóstico Integrado.....	142
Unidades de Gestión Ambiental.....	143
Fragilidad Territorial.....	144
Presión Ecológica.....	145
Vulnerabilidad.....	146
Modelo de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz (Políticas Territoriales).....	147
Modelo de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz (Usos Predominantes).....	148
Bibliografía.....	149

INTRODUCCIÓN

El presente informe académico, es el resultado de diez años de labor profesional en la empresa de consultoría ambiental Solta Pruna S. A. de C. V., de la cual se presenta su estructura en la Figura 1.1.

Figura 1.1 Organigrama SOLTA PRUNA S.A. de C.V.



Fuente: Solta Pruna S.A. de C.V.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La orientación laboral durante este periodo, estuvo encaminada principalmente, a la elaboración de cartografía digital, y la aplicación de los sistemas de información geográfica en estudios de planeación territorial; evaluación de impacto ambiental, ordenamiento ecológico del territorio, plan de centros de población, auditoría ambiental, estudios de riesgo y diagnóstico ambiental, y más recientemente ordenamiento territorial y plan estatal de desarrollo urbano.

La directriz profesional prevaleciente en el desarrollo de este tipo de estudios debe considerar; además de sus propios lineamientos, la estructura y capacidad de la empresa, así como la supervisión y control, por parte de los organismos gubernamentales encargados de la legislación en materia ambiental.

Por lo tanto, la empresa como prestadora de servicios enfoca su desempeño a contribuir con su experiencia, en la realización de proyectos ambientales enfocados al bienestar y desarrollo de una región determinada, tomando en cuenta que estos, dependen directamente de los recursos con que se disponga, así como de la habilidad de la población para su utilización racional, evitando con ello, el uso inadecuado, la sobreexplotación, o subutilización de sus recursos, y en muchos casos la afectación y destrucción total del entorno natural.

Para alcanzar estos objetivos, resulta muy importante, la conformación de un grupo interdisciplinario de profesionistas o técnicos en distintas áreas, destacando:

- Ciencias biológicas (ecología, biología, zoología, etc.)
- Ciencias de la tierra (geografía, geología, etc.)
- Ingeniería ambiental, agrícola, pecuaria, forestal y pesca
- Economía y sociología
- Planeación, urbanismo y arquitectura del paisaje
- Computación y dibujo cartográfico

Por otra parte, diversas dependencias gubernamentales se han preocupado por atender, prevenir y controlar la problemática ambiental, con el desafío de concebir y operar la planeación de las actividades productivas, sin el deterioro de los recursos naturales del país, con el fin de alcanzar un mejor nivel de vida para la población, y lograr el equilibrio entre la utilización de los recursos naturales y su conservación.

Con base en estas ideas, fueron creadas en administraciones anteriores, instancias como la Secretaría de Mejoramiento Ambiental, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y La Dirección de Ecología Urbana dependiente de la Secretaría de Asentamiento Humanos y Obras Publicas. Posteriormente, en 1982 se creó La Subsecretaría de Ecología, como parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) ,que a la fecha, ha sido transformada en el Instituto Nacional de Ecología (INE), de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

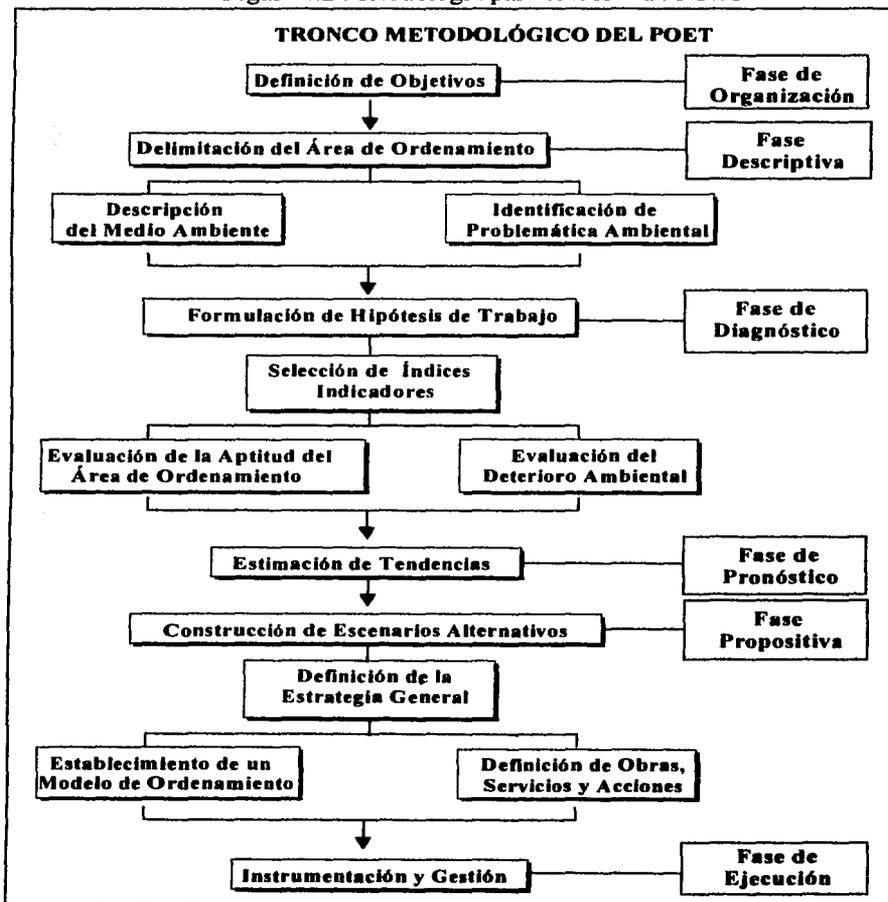
Lo anterior, con el fin de elaborar reglamentos y leyes en materia de regulación ambiental, decretándose para 1988, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LGEEPA), donde se dictan las disposiciones generales para la prevención y control de la contaminación, así como las bases de la planeación ambiental, con lo que se pretende lograr el equilibrio entre las acciones productivas y el medio ambiente, por medio de la planeación ecológica, la cual debe sustentarse como lo señala la LGEEPA, en el Ordenamiento Ecológico del Territorio.

El Ordenamiento Ecológico es el marco de regulación más importante dentro del proceso de planeación ambiental, económica y urbana del país, cuyo objetivo primordial, es el de analizar y ordenar desde el punto de vista de la sustentabilidad, los usos del suelo y el manejo de los recursos naturales, para optimizar la potencialidad del territorio mediante la gestión de modelos alternativos, que brinden opciones para la localización de actividades productivas en concordancia con la capacidad de soporte de los ecosistemas.

El Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), se ha consolidado así como la principal herramienta dentro del campo de la planeación y administración de

recursos, su metodología plantea un esquema general de trabajo consistente en seis fases: organización, descripción, diagnóstico, pronóstico, propositiva y ejecución, cada una de las cuales se subdivide en diversas actividades específicas y claramente definidas (Ver figura 1.2). Cuyo producto principal es un mapa en el cual se especifican los usos del suelo, acompañado de un conjunto de tablas donde se indican los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento de los recursos naturales.

Figura 1.2 Metodología para elaborar un POET



Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Actualmente, este tipo de proyectos y sus respectivas metodologías han sufrido una transformación considerable a partir de la aparición y desarrollo de los sistemas de información geográfica, los cuales, juegan un papel predominante en la creación, procesamiento, mantenimiento, actualización, y generación de información cartográfica, por lo que se recomienda su uso generalizado en la elaboración de estudios que requieran manejar grandes cantidades de datos e información.

Los sistemas de información geográfica (SIG), han demostrado ser una herramienta útil, en el desarrollo de proyectos de administración de los recursos naturales, planeación territorial (uso de suelo), y de servicios (obras, escuelas, etc.), así como en la toma de decisiones. Todas estas aplicaciones se encuentran estrechamente relacionadas con los estudios de Ordenamiento Ecológico del Territorio, aportando productos y asistencia profesional que permite el control, manejo y análisis de datos espaciales y no espaciales, proceso que se lleva a cabo a través de una serie de pasos que comienzan con su captura y almacenamiento, transformando datos espaciales del mundo real en una forma digital, lo que permite posteriormente su recuperación, procesamiento y despliegue.

El SIG, Proporciona así un medio eficaz para realizar diversos tipos de análisis, permitiendo calcular y correlacionar un conjunto de datos entre sí, al mismo tiempo que con sus diferentes componentes geográficos, tienen la capacidad de organizar y manejar grandes cantidades de datos de manera que la información se presenta en forma fácil y accesible a los usuarios y planificadores, de igual manera permite el despliegue de mapas con alta calidad, siendo este un producto implícito dentro de su configuración.

El rápido desarrollo alcanzado por los sistemas digitales hace factible por su parte la combinación de información para múltiples propósitos, a partir de crear interrelaciones entre las bases de datos y los gráficos, permitiendo con ello realizar diversas consultas y análisis que incluyen operaciones de sobreposición, intersección, relaciones de proximidad, clasificación, generalización y seccionamientos, con la posibilidad de conjuntar todo dentro de un solo sistema.

Es por eso que en los últimos años, se ha venido dando un nuevo impulso al desarrollo de los SIG, con la integración a estos de los sensores remotos (imágenes de satélite), creando una nueva gama de posibilidades, para aquellos estudios en los que la continua actualización de la información, y el monitoreo periódico resultan claves para establecer las condiciones que guarda el medio ambiente, y que junto con la geodesia por satélite (GPS), la fotogrametría digital, y los modelos digitales de elevación del terreno (DTM) se vuelven componentes vitales en el desarrollo y alcances logrados en la administración eficiente de los recursos naturales, sociales y económicos de una determinada región del país.

JUSTIFICACIÓN

La finalidad del presente informe académico es; demostrar la importancia que guarda la geografía y el uso de los SIG, en una de las diversas aplicaciones de índole territorial en las que se pueden implementar, tanto para la solución de problemas, como para la agilización de múltiples procedimientos.

Para ello fue seleccionado el Estudio de Ordenamiento Ecológico para la Costa Norte de Veracruz, realizado en 1998. Tomando como sustento básico para su realización el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, desarrollado en 1988 por la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, de la Subsecretaría de Ecológica, perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, así como en los términos de referencia del contrato establecido por la Dirección General de Acuacultura, perteneciente a la SEMARNAP y la empresa Solta Pruna.

En este documento se exponen las fases metodológicas que componen un OET, y sus principales características, además del material utilizado para establecer a partir de la descripción y el análisis de las condiciones naturales, económicas y sociales, un Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET), así como las estrategias que regulan las políticas y los usos del suelo en el Área de Ordenamiento Ecológico (AOE).

Se busca por lo tanto, de una manera practica y sencilla mostrar los procesos más generales que intervienen en el desarrollo de un OET, destacando aquellos en los que el uso del SIG, lo hacen destacar como una herramienta capaz de obtener mejores resultados al sustituir las antiguas técnicas manuales por aplicaciones automatizadas, logrando con ello una mayor exactitud y un ahorro considerable de tiempo, además de incrementar la capacidad de manejo de información cartográfica y sus diversos atributos no espaciales, involucrados en la elaboración del material que se genera como insumos de consulta y análisis a lo largo de la formulación de un POET, y los aquellos productos cartográficos que son editados para su entrega final.

Durante el desarrollo de un POET, la utilización del SIG en algunas de sus fases, resultó de gran relevancia, desde la captura de información, hasta la presentación de los resultados obtenidos, procesos en los que el uso de un sistema de este tipo no solo se restringe a digitalizar mapas y su posterior despliegue en el monitor o en papel. Ya que estas acciones se podrían realizar con cualquier otro paquete de diseño asistido por computadora, como por ejemplo AutoCAD.

La virtud de los SIG se centra entonces, en la incorporación de funciones que permiten obtener más información a través de la formulación de preguntas dirigidas, construcción de variables, álgebra de mapas y la generación de nueva información a partir de datos diversos, además de la capacidad de construir modelos que permitan explicar la evolución de cierto elemento en el medio a través del tiempo y poder así pronosticar las tendencias futuras.

Los sistemas utilizados durante el desempeño de las actividades que forman parte del Estudio de Ordenamiento Ecológico para la Costa Norte de Veracruz fueron: ARC/INFO versión 3.5 y ArcView versión 3.1 Paquetería desarrollada por el *Environmental Systems Research Institute* de Estados Unidos (ESRI).

Dado, que se trata de exponer las aplicaciones y no desarrollar todo un proyecto, solo se mencionan las principales características que se deben considerar para el estudio a nivel general, y en aquellas en las que se identifica la utilización del SIG de forma primordial, por lo que pueden faltar algunos elementos o funciones que nos permite el sistema para manejo y despliegue de datos en el caso de este y otro tipo de estudios.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 MARCO CONCEPTUAL

En los últimos 30 años a partir de la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas llevada a cabo en Estocolmo, el mundo ha reconocido, que los problemas ambientales resultan inseparables de aquellos del bienestar humano y del proceso de desarrollo económico en general, y que muchas de las formas actuales de desarrollo deterioran en gran medida los recursos ambientales.

Sin embargo, estas ideas comenzaron a difundirse desde 1947 cuando en Francia aparece por primera vez el término “Manejo del Territorio”, con el propósito de remediar los desequilibrios provocados por acciones de uso y explotación de recursos logrando así una mejor disposición y repartición de los elementos espaciales alcanzando una mejor funcionalidad de la sociedad¹.

Es a partir de estas ideas, que se concibe al espacio geográfico como un elemento esencial para el desarrollo económico y social, y se considera que las modificaciones que ocurren sobre la superficie terrestre influyen de manera directa sobre la vegetación, el suelo, y una serie de fenómenos hidrológicos² y climáticos en los cuales están inmersas las diversas actividades humanas.

De tal forma que su estudio y análisis, requiere efectuarse de manera integral a partir de un razonamiento estadístico-probabilístico de utilización habitual en las ciencias de la naturaleza (lo que le confiere una importancia considerable en la estructura temporal de los fenómenos), considerando también en todo momento los procesos dinámicos que tienen lugar en las diferentes estructuras terrestres, siendo este el método más adecuado para la realización de un ordenamiento del territorio.

¹ M. Lamotte, *Fundaments Rationnels del'aménagement d'un Territoire*, Masson S.A. 1985

Debido a lo anterior y con base a la legislación ambiental se dio impulso al concepto de “Desarrollo Sustentable”, el cual entró en vigor a partir de 1987, durante el informe final de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, de la Organización de las Naciones Unidas. Este nuevo concepto propone; mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, con base en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de recursos naturales, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras.³

Pero ¿cómo alcanzar este desarrollo?, ¿qué tipo de información se requiere para evaluar el deterioro ambiental?, ¿cómo controlar y minimizar sus efectos?. A este respecto las diferentes disciplinas que intervienen en la caracterización y estudio del medio ambiente, con fundamento en la legislación nacional, ofrecen una respuesta con medidas preventivas de protección, mediante la Evaluación de Impacto Ambiental y el Ordenamiento Ecológico del Territorio en sus diferentes modalidades, aplicados a proyectos de obras y actividades públicas y privadas, con el fin de mitigar y controlar los impactos negativos que pudieran afectar en forma significativa a los ecosistemas.

1.2 MARCO LEGAL DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Dentro de la política ambiental Mexicana, el Ordenamiento Ecológico del Territorio se erige como el instrumento de planeación que permite el conocimiento y análisis del estado general de los recursos naturales,⁴ cuya formulación dentro del marco legal esta regulada principalmente por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en los artículos 27, 26, 73 fracción XXIX-G y 115 fracción V. La Ley de Planeación en su artículo 2, la Ley General de Asentamientos Humanos, artículos 3 y 11, y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en sus artículos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 15, 16, 17, 18, y en forma específica en los artículos 19, 19 Bis, 20, 20 Bis1, 20 Bis2, 20 Bis3, 20 Bis4, 20 Bis5, 20 Bis6, 20 Bis7 y 23. Así como en el Plan de Desarrollo y Programa del Medio Ambiente vigentes en el periodo de realización del OET.

² Jean Tricart y Jean Kilian, *La Eco-geografía y la Ordenación del Medio Natural*, Ed. Anagrama 1982

³ Instituto Panamericano de Geografía e Historia, *Recursos Mundiales 1992-1993*, México 1992.

⁴ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio, formula lineamientos generales de carácter regional y territorial, como marco normativo y complemento a las normas técnicas en materia de contaminación y recursos bióticos, se define como: “El instrumento de política ambiental, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”.⁵

De manera general, busca garantizar la funcionalidad y sustentabilidad del medio natural con la población y sus actividades productivas, a fin de lograr un equilibrio, entre la transformación y la conservación del medio, sobre una base de conocimientos y análisis científicos y jurídicos, con el apoyo de técnicas como la estadística, la cartografía y los sistemas de información geográfica. Este instrumento se plasma en una división geopolítica-administrativa a través de la aplicación de políticas y programas gubernamentales.

Los principales objetivos que se persiguen durante la realización de un OET se pueden resumir en los siguientes apartados:⁶

- Dar coherencia a las políticas institucionales o de administración y gestión del territorio, en particular en la coordinación entre los diferentes sectores de gobierno.
- Simplificar la aplicación de otros instrumentos de la política ambiental, como el otorgamiento de concesiones en la zona federal marítimo-terrestre, la evaluación de impacto ambiental y los permisos de aprovechamiento de recursos naturales.
- Contribuir a conciliar los intereses de conservación con los de crecimiento económico, en los programas de los sectores de fomento turístico, de comunicaciones y transportes, energía, desarrollo urbano, agricultura y

⁵ SEMARNAT, *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, Capítulo I, Artículo 3 fracción XXIII, México 2000.

⁶ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

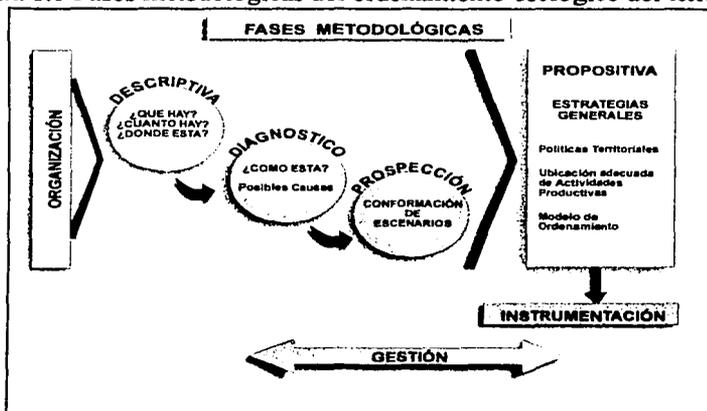
acuacultura entre otros, sobre una misma plataforma de información, por lo cual tiene una importancia estratégica para la solución de conflictos.

- Apoyar la aplicación de otros instrumentos y programas de la política ambiental de carácter territorial, tales como: Áreas Naturales Protegidas (ANP), Áreas de Interés para la Conservación de las Aves (AICAS), y diversas normas oficiales.

1.3 METODOLOGIA PARA ELABORAR UN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

La elaboración de un OET se lleva a cabo mediante el desarrollo de 6 etapas o fases metodológicas⁷ (Ver figura 1.1), orientadas a la identificación de las potencialidades, limitantes y la dinámica ambiental.

Figura 1.1 Fases metodológicas del ordenamiento ecológico del territorio



Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE 2000.

- I. Fase de Organización.** Define los alcances del POET, se establece un equipo de trabajo acorde a las necesidades del área de estudio, y se elabora el calendario de realización y presupuesto.

⁷ SEDUE, *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*, México 1988

- II. Fase Descriptiva.** Delimita y describe los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos, que sirven de base, para establecer la problemática ambiental del Área de Ordenamiento Ecológico Territorial.
- III. Fase de Diagnóstico.** Realiza la evaluación de la situación actual del AOE, con base a criterios ecológicos, y se identifican las causas que originan su estado.
- IV. Fase de Pronóstico o Prospección.** Estima las tendencias de comportamiento para el AOE, con el pronóstico de aquellas con interés para la conservación del medio ambiente, con en fin de realizar una planeación adecuada.
- V. Fase Propositiva.** Establece las políticas y estrategias a seguir, define el modelo de usos del suelo a desarrollar en el AOE, así como los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento de los recursos naturales en obras, servicios y acciones.
- VI. Fase de Ejecución.** Comprende a su vez dos etapas: la Instrumentación en la cual se establecen los instrumentos legales, administrativos y financieros aplicables al OET, y la Gestión encargada de vincular el proyecto de ordenamiento con la población local, además de efectuar la coordinación y concertación entre las autoridades federales, estatales y los sectores productivos.

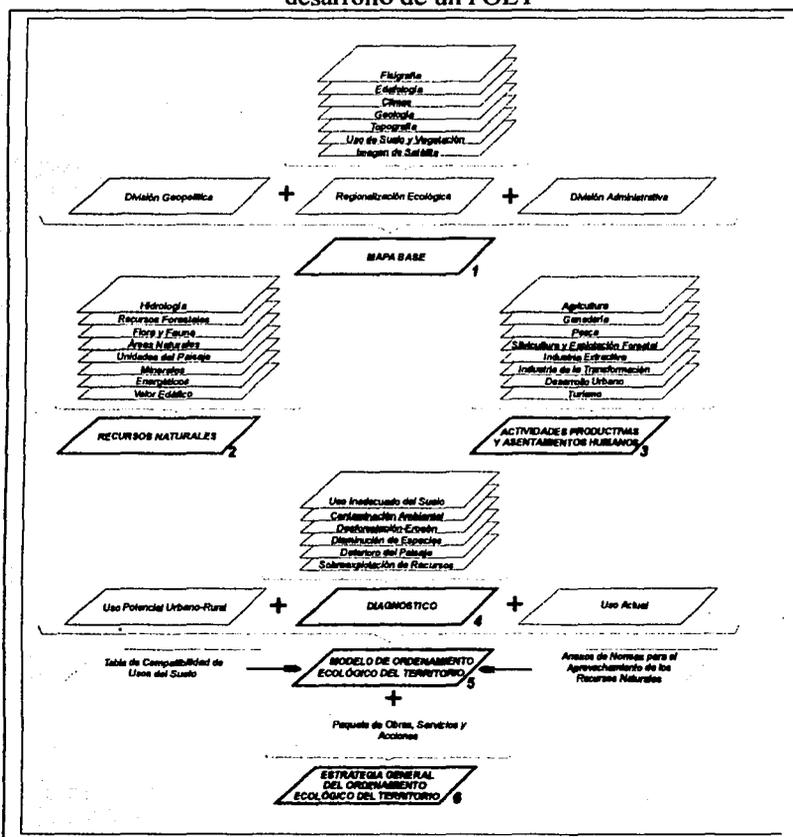
Cabe señalar, que la gestión es un proceso que no se realiza únicamente durante la elaboración del estudio, sino que comprende más allá de la instrumentación del ordenamiento, contemplando una vigilancia y evaluación periódica del desarrollo y alcances obtenidos.

Cuando se plantea un Ordenamiento Ecológico, se habla del territorio y de la distribución geográfica de sus elementos, refiriéndose a la regulación y orientación de las actividades productivas, así como del uso de recursos y servicios ambientales, los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población. De tal forma que la fuente de información para este tipo de estudios está constituida principalmente por

mapas, que funcionan como material de consulta y de representación de los diferentes fenómenos que se describen, analizan, y procesan a lo largo de todo el estudio.

Este tipo de procesos involucran múltiples sobreposiciones, reclasificación de variables, análisis y comparaciones así como el despliegue de resultados, es decir generar nuevos mapas a partir de los ya existentes, tanto del medio natural, como de los principales aspectos económicos y sociales del AOE (Ver figura 1.2).

Figura 1.2 Principales procesos de sobreposición de material cartográfico durante el desarrollo de un POET



Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Otro factor importante a considerar es la creciente necesidad de obtener información actualizada, acerca de la rápida y constante transformación de la superficie terrestre producto del acelerado desarrollo tecnológico.

A este respecto los mismos adelantos técnicos nos ofrecen hoy una herramienta poderosa y versátil, con grandes posibilidades y ventajas sobre la elaboración manual de información cartográfica, los sistemas de información geográfica (SIG o GIS por sus siglas en inglés), es por eso que a partir de este momento el desarrollo de un programa de Ordenamiento Ecológico se ve sustentado en la implementación de un SIG.

1.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Al hablar de un sistemas de información geográfica, es importante sentar las bases bajo las cuales dicho concepto, así como su funcionamiento se sustentan. Actualmente lo cotidiano del tema, y la cada vez mayor utilización de las computadoras hace de la concepción del término SIG algo intrínseco.

Computadora = Sistema de información geográfica

No obstante, un SIG va más allá que el solo ocupar una computadora, ya que por si mismo involucra un complejo desarrollo conceptual y metodológico bajo el cual opera y se desarrolla, permitiendo la existencia de tantos tipos de sistemas como elementos se quieran relacionar.

Existen varias definiciones de lo que es un SIG, algunas de ellas, se encuentran implícitas en el trabajo de diversos autores quienes nos dicen lo que se ha hecho, o lo que puede hacerse con los sistemas utilizados por ellos, (Marble, 1984; Goodchild, 1985; Burrough, 1986; Parker, 1987; Cowen, 1988 y Tomlin, 1990), en todos los casos las definiciones se encuentran enfocadas a las capacidades de los SIG.

Básicamente un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos para facilitar el manejo, manipulación, análisis, modelado, representación y despliegue de datos geo-referenciados para resolver problemas complejos con respecto a la planificación y administración de recursos (NCGIA, 1990.)

Independientemente de su definición, lo más importante es entender que los sistemas de información geográfica son una herramienta de gran capacidad de procesamiento, resultado de interrelacionar información geográfica de una región o área determinada con sus atributos no espaciales, mediante la aplicación de diversos métodos analíticos y automatizados.

1.5 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SIG

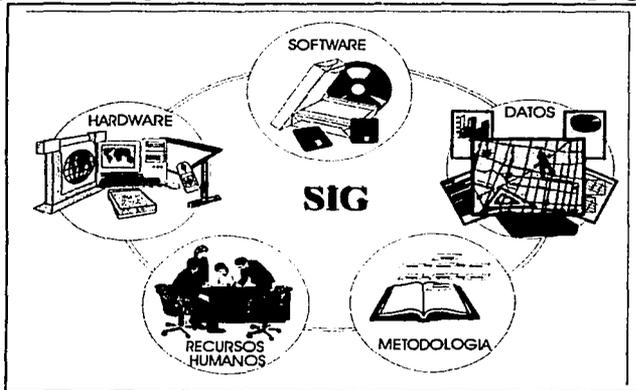
Para lograr sus objetivos un SIG está integrado por cinco componentes básicos: *hardware*, *software*, datos geográficos, recursos humanos y metodología⁸ (Ver figura 1.3).

- *Hardware* o equipo: computadora, discos de almacenamiento, periféricos de entrada (teclado, ratón, mesas digitalizadoras, *escáners*), y de salida (monitores, impresoras y trazadores gráficos o *plotter*).
- *Software* o programas de aplicación: Paquetería integrada para ejecutar diversas tareas especializadas de mapeo y análisis de datos (ARC/INFO, ArcView, IDRISI, ILWIS, Map Info, etc.).
- Datos geográficos: Información útil que se requiere para que funcione el sistema que puede provenir de fuentes muy diversas (mapas, censos, conteos económicos, leyes o decretos, trabajo de campo, fotografías e imágenes de satélite).

⁸ ESRI, *Geographic Information System An Overview*, 2000

- **Recursos humanos:** Personal capacitado para efectuar la manipulación necesaria para el correcto funcionamiento del sistema, así como los servicios de planificación, organización y supervisión, que permitan mantener la calidad de los datos y la integridad del producto final.
- **Metodología:** Para que la operación de un sistema de información geográfica sea exitosa depende de un plan y metodología de uso, siendo los modelos y prácticas de operación exclusivas para el fin con el que fue diseñado.

Figura 1.3 Componentes de un sistema de información geográfica



Fuente: *Geographic Information System An Overview ESRI 2000*

1.5.1 Tipos de datos utilizados por un SIG

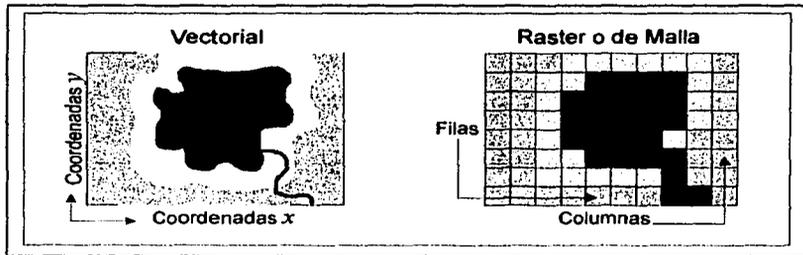
Los SIG se caracterizan por el manejo de dos tipos de datos para determinar las características propias de cada entidad geográfica; datos gráficos y datos alfanuméricos, cada uno de ellos cuentan con características diversas y muy específicas.

Datos gráficos: Datos espaciales de las características físicas y geométricas de la superficie terrestre que definen elementos cartográficos específicos, así como los diferentes objetos ubicados sobre ella; maneja propiedades métricas básicas de posición, dimensión y forma, así como sus principales relaciones, proximidad, vecindad, intersección y contacto.

Datos alfanuméricos: Variables que describen un fenómeno en particular en un tiempo determinado, atributos que definen sus características, calidad, cantidad o relaciones que guarda con respecto a los rasgos espaciales, expresadas mediante palabras o números y almacenados de manera textual o numérica.

Muchos de los datos usados por los SIG, se obtienen de primera instancia de fuentes de información ya disponibles en forma de mapas impresos o bases previamente capturadas, estos se pueden transferir, almacenar y representar por medio de dos estructuras básicas distintas; la estructura vectorial y la estructura raster (Ver figura 1.4).

Figura 1.4 Estructuras básicas de un SIG



Fuente: *Geographic Information System An Overview ESRI 2000*

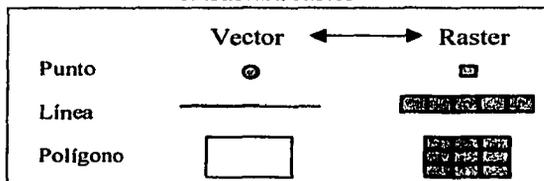
Estructura Vectorial: Supone un espacio geográfico continuo, que reproduce explícitamente la geometría de las entidades espaciales a representar mediante una serie de segmentos rectos llamados vectores, su representación se basa en tres elementos básicos que reciben el nombre de “elementos primitivos”:

- Puntos o nodos
- Líneas o arcos
- Polígonos o áreas

Estructura Raster: Supone un espacio geográfico discreto, la unidad básica de representación es una pequeña unidad de área, llamada celda o pixel (*picture element*). Los elementos son representados y registrados en este sistema como un conjunto de celdas, con

características particulares dependiendo del elemento que se representa, un punto por ejemplo se representa por una celda aislada, una línea se compone por la sucesión de celdas tangentes, y un polígono se conforma por una agrupación de celdas (Ver figura 1.5).

Figura 1.5 Representación de los elementos primitivos en estructura vectorial y en estructura raster



Fuente: GIS in Hidrology, David Tarboton, Utah State University, 2000

1.6 PRINCIPALES FUNCIONES DE UN SIG

En términos generales las funciones principales del SIG están basadas en diversos módulos técnicos que a su vez conforman 4 subsistemas⁹ (Ver Figura 1.6).

1. Entrada de datos: Se encarga del procedimiento mediante el cual se capturan los datos, se clasifican y son transformados a formato digital tomando en consideración dos aspectos primordiales; La posición de una entidad geográfica para definir el lugar de ocurrencia del fenómeno, y la asociación de atributos que indican la característica cartográfica que representa.
2. Almacenamiento y recuperación: Incluye los componentes y las funciones necesarias que el sistema requiere para almacenar y recuperar determinada información desde la base datos, los métodos empleados para la implementación de estas funciones afectan la eficiencia con la cual realiza sus operaciones, y se ve determinada por la forma en que los datos han sido estructurados así como el

⁹ Valenzuela, Carlos R. *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*, International Institute For Aerospace Survey and Earth Sciences, 1989

sistema de preguntas, análisis e informes de los atributos relacionados a las características que se pretendan consultar.

3. Manejo y análisis: Desarrolla los procedimientos que permiten al sistema dar respuestas concretas a determinados problemas, tomando como base los diferentes métodos matemáticos (álgebra de mapas) que permiten encontrar las regularidades cuantitativas y facilitan el procesamiento de la información, el cual puede referirse a los aspectos espaciales y no espaciales de la información, o ambos.
4. Despliegue: Es el encargado de realizar la representación de la información obtenida por el SIG en la forma que sea más conveniente para el usuario; análoga (impresión sobre papel), digital (visualización en pantalla lo que permite la interacción del operador con el sistema), y electrónico (archivos en un formato digital compatible para ser transferido a otra computadora o a un SIG diferente), los principales productos que se obtienen son mapas, gráficas o tablas incluyendo también formas textuales.

Figura 1.6 Módulos o subsistemas de un sistema de información geográfica



Fuente: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica, Valenzuela Carlos R. 1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.7 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

La esencia de un SIG en la realización de un OET está constituida principalmente por una base de datos geográfica, es decir, un modelo que representa las principales características del espacio geográfico ocupado por el AOE, organizados de tal forma que permite un análisis y modelamiento de datos, el análisis puede realizarse sobre los datos espaciales, los atributos no espaciales o ambos de manera interactiva, y este puede ser de manera muy simple o compleja como los modelos de simulación o predicción.

Un SIG permite el manejo de múltiples variables de consulta y un eficiente desempeño en la obtención de resultados, cuya mejor forma de representación es mediante los mapas. Un mapa es un material gráfico geo-referenciado en donde cada punto puede ser definido por sus coordenadas planas o geodésicas. Las coordenadas planas se expresan en metros y las geodésicas en grados, expresando ambas su relación a planos o ejes "X, Y" y/o al Meridiano de Greenwich y el Ecuador (longitud y latitud), según el tipo de proyección cartográfica con que se representa.

1.7.1 Aplicaciones básicas de un SIG en el proceso de elaboración de un OET

Durante el proceso de desarrollo de un OET el SIG nos auxilia en la captura de información básica (topografía, suelos, vegetación, geología, etc.) para convertirla en un conjunto de datos compatibles entre sí, permitiendo posteriormente combinarlos, procesarlos, analizarlos y visualizarlos mediante un mapa impreso o en pantalla, así como contar con la información de manera tabular y poderla representar mediante gráficas, (capacidades con las que cuenta la mayoría de los SIG). Con el fin de obtener una visión global de las condiciones que prevalecen en el AOE y poder tomar las decisiones adecuadas para lograr la administración eficiente de los recursos existentes y una mejor planeación de las actividades productivas.

Entre las operaciones más comunes que se pueden realizar con los SIG destacan:

- Integración de mapas en escalas y/o proyecciones diferentes.
- Cambios de escala, proyecciones, leyendas, inscripciones, etc. en los mapas.
- Superposición o intersección de distintos tipos de mapas de una determinada zona, para formar un nuevo mapa en el que se incluyen los datos descriptivos de cada uno de los mapas originales, mediante operaciones aritméticas (suma, resta multiplicación y división), y/o operaciones lógicas, para la selección de aquellas áreas donde se cumple o no una serie de condiciones.
- Reclasificación de categorías, es decir, asignar nuevos valores temáticos a las categorías de mapas existentes.
- Caracterización de vecindades cartográficas, en torno a puntos, líneas o polígonos.
- Modelado cartográfico, mediante la manipulación de funciones y el análisis exploratorio de variables cuantitativas de intervalo o de razón, para dar respuesta a problemas espaciales, como la densidad de población o la productividad en cultivos entre otros, aportando información de tipo descriptiva, predictiva o de decisión.
- Creación de Modelos Digitales de elevación del Terreno (MDT), para calcular mapas de pendientes y de aspecto (imagen del terreno en su aspecto tridimensional) entre otros, para el análisis cuantitativo de la forma del terreno.
- Interpretación y manejo de imágenes de satélite, así como de fotografías aéreas, con el fin de mantener actualizados los elementos y condiciones que prevalecen en el AOE.
- Dar respuesta a preguntas de carácter espacial e informativo a través de la consulta directa a las bases de datos.

CAPÍTULO 2

FASES I Y II DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

En este capítulo se proceden a describir las principales características de las dos primeras fases que componen un OET; la fase de Organización y la fase Descriptiva.

2.1 FASE I: ORGANIZACIÓN

La Fase de Organización tiene como tarea principal la de establecer y definir claramente los objetivos del estudio, conformar un equipo interdisciplinario, y elaborar un plan de trabajo. Este último, debe incluir un calendario de realización y una estimación del presupuesto requerido para completar el estudio.

2.1.1 Establecimiento de objetivos

Dadas las características en materia de regulación ambiental existentes en nuestro país los objetivos del OET son competencia directa del Estado o dependencia del gobierno a cargo del proyecto, y se encuentran establecidos en los términos de referencia del contrato elaborados sobre la base del Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio emitido por SEDESOL (antes SEDUE), quien se encarga a su vez de regular, revisar y aprobar el correcto desempeño y aplicación del POET.¹

Bajo este marco, los objetivos generales que sustentan la elaboración de un POET así como sus alcances globales deben ser los mismos para todos los estados, permitiendo con esto la futura integración de cada estudio a una red total de manejo de información con el apoyo de los SIG.

Es importante aclarar, que bajo este criterio la formulación de los objetivos y alcances particulares del estudio pueden sin embargo, presentar algunas variantes de una entidad a otra, dependiendo del interés específico que tenga sobre su territorio el gobierno

¹ SEDUE, *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*, 1988

estatal y de las condiciones de desarrollo que se buscan alcanzar atendiendo a las características propias de cada región.

2.1.2 Equipo y plan de trabajo

La conformación del equipo y la realización del plan de trabajo se reconocen como actividades propias de la empresa encargada de la elaboración del OET, no obstante, en cuanto a la estimación del tiempo de entrega este no debe superar al previsto por las autoridades, por lo cual es responsabilidad de la empresa tomar las decisiones que más convengan durante la estimación del tiempo que se requiere para culminar cada una de las fases que componen el proyecto.

Para lograr una adecuada calendarización y asignación del presupuesto a utilizar se deben tomar en cuenta: la escala del área de interés para el OET, y los recursos humanos y económicos que se destinaran al estudio, toda vez que no existen precios unitarios o parámetros fijos para su asignación. A su vez el equipo de trabajo debe contar con la participación de personal capacitado; profesionistas y técnicos con conocimiento apropiado en las diversas áreas de cubrimiento del estudio.

Debido a que en la metodología se plantea la sobreposición de material cartográfico con el fin de reunir información que permita identificar las áreas territoriales con características comunes, definir los diversos niveles de regionalización ecológica dentro del AOE y la generación información específica que permita identificar las áreas susceptibles o en franco proceso de deterioro ambiental, la consulta a los especialistas en SIG es fundamental para establecer los tiempos de elaboración de productos en función de la fuente, disponibilidad y características de la información.

La consideración de estos tres factores resulta muy importante ya que esto permite determinar aquellos elementos que necesiten ser capturados, corregidos y/o actualizados para establecer bases de datos confiables y compatibles entre sí en caso de provenir de diferentes fuentes para su posterior análisis y procesamiento.

Existen a su vez actualmente tres formas para obtener el material cartográfico necesario:

1. Generación directa por parte de la empresa prestadora del servicio
2. Préstamo del gobierno del Estado que solicita el estudio
3. Compra a las dependencias o instituciones gubernamentales y de investigación

Un detalle importante a considerar al respecto es el tiempo destinado para la generación de los diferentes insumos, ya que este será mucho menor si el estado provee la cartografía básica en formato digital, seguido por la compra directa en cuyo caso sé esta sujeto a la existencia y tiempo de entrega, no obstante el tiempo en este caso seguiría siendo menor que si se procediera a la digitalización del material cartográfico por parte de la empresa.

Una vez establecidos los requerimientos y especificaciones necesarias para llevar a cabo el OET es posible realizar una adecuada calendarización con periodos de recopilación de información, generación de informes, mapas y visitas a campo, así como establecer fechas determinadas para entrega de avances y periodos de revisión por parte de la autoridad competente, sin perder de vista algunas consideraciones muy importantes como son:

- La recopilación y organización de la información dentro de la Fase Descriptiva no deben exceder en tiempo a la Fase de Diagnóstico.
- Las fases Descriptiva y de Diagnóstico deben incluir al menos 2 recorridos en el área de interés, uno de carácter prospectivo y otro al concluir el Diagnóstico previo a la realización de la Fase Propositiva.
- Las fases Descriptiva y Propositiva deben incluir cada una un periodo de recopilación y discusión de opiniones con autoridades, investigadores y cualquier otro personal involucrado en el proyecto.

2.2 FASE II: DESCRIPCIÓN

Durante el desarrollo de esta fase la empresa prestadora del servicio debe: recopilar, organizar, estandarizar y generar la información que servirá de insumo a lo largo de las siguientes etapas de elaboración de un OET, con la finalidad de caracterizar las variables que permitan el análisis de la problemática a lo largo de la fase de diagnóstico, a partir de este momento la utilización del SIG resulta de gran importancia ya que mediante su manejo es posible dar respuesta a través de un inventario de recursos a las preguntas: *¿qué se tiene?, ¿cuánto se tiene? y ¿dónde está?*.

Lo que permite identificar, por un lado, su disponibilidad en la región y por otro, sus formas de uso y manejo. Asimismo determinar la demanda o presión que ejercen las actividades humanas sobre los recursos naturales.

Las principales actividades que constituyen y dan forma a la Fase Descriptiva son:

1. Captura y procesamiento de información
2. Delimitación del área de estudio
3. Descripción temática del medio ambiente

Para cada una de estas actividades el material de apoyo y consulta, así como la presentación de resultados esta sustentado principalmente en el manejo de información cartográfica complementada con información censal, tabular y/o documental. Las fuentes de información que aportaron los datos para la elaboración de estos mapas así como los que se incluyeron a lo largo de las diferentes fases del OET fueron:

- El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI)
- El Instituto Nacional de Ecología (INE)
- La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) antes SEDUE
- La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

- La Comisión Nacional de Población (CONAPO)
- La Comisión Nacional del Agua (CNA)

Este material fue puesto a disposición del área de geomática de Solta Pruna, para su captura mediante el programa ARC/INFO. A continuación se presenta la lista de los productos cartográficos elaborados para realizar la descripción adecuada y completa del AOE.

MAPA	FUENTE	ESCALA
Base	INEGI	1:50,000
División municipal	INEGI	1:250,000
Climas	CONABIO	1:1,000,000
Suelos	INEGI	1:250,000
Geología	INEGI	1:250,000
Hidrología superficial	INEGI	1:250,000
Uso de suelo y vegetación (1979)	INEGI	1:250,000
Uso de suelo y vegetación (1999)	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000

Dentro del Manual de Ordenamiento Ecológico una de las técnicas que más se utiliza para definir los productos cartográficos es la sobreposición manual de mapas, hoy en día esta manera de trabajar ha sufrido importantes modificaciones con la introducción de los SIG en este tipo de procesos, sin embargo para poder realizar estas sobreposiciones o cualquier otro tipo de análisis es indispensable contar con el material de trabajo en forma compatible con el sistema, es decir en formato digital.

En el siguiente apartado se exponen brevemente algunos conceptos básicos necesarios para entender el funcionamiento de ARC/INFO en la generación de cartografía digital como actividad previa a la aplicación de cualquier técnica ocupada en la presente fase o cualquier otra de las que conforman el OET.

2.2.1 Captura y procesamiento de información con ARC/INFO

ARC/INFO estructura la información que se introduce a la computadora en capas temáticas conocidas como coberturas, estas conforman un conjunto de hechos geográficos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ligados entre sí mediante una topología específica. Se reconocen 3 tipos básicos de coberturas:

- Coberturas de líneas (Arcos)
- Coberturas de puntos (Nodos o Etiquetas)
- Coberturas de polígonos

En cada cobertura quedan almacenados en ficheros independientes tanto los datos gráficos como los datos descriptivos que permiten caracterizar a cada uno de los objetos geográficos, los primeros se localizan en el fichero ARC (coordenadas de arco y topología), mientras que los segundos son almacenados en tablas AAT (tabla de atributos de arcos) para la representación de líneas, y tablas PAT (tabla de atributos de puntos o de polígonos) en el caso de puntos y polígonos.²

Puesto que cada elemento gráfico de un mapa debe ser transformado de un formato análogo a uno digital, la creación de una base de datos para el SIG pasa necesariamente por un proceso denominado digitalización o digitización, mediante el cual se transforman las imágenes análogas de los mapas de papel en elementos digitales creando un fichero con coordenadas "X, Y" de los límites o posición de cada uno de los objetos espaciales.

La digitización comienza con la selección de los puntos de control o *Tic*, obtenidos directamente del material a cartografiar, estos proporcionan al sistema la capacidad de geocodificar cada objeto geográfico, es decir determinar su localización espacial, empleando para tal efecto principalmente las coordenadas esféricas (longitud y latitud) y el sistema de coordenadas planas o UTM (en metros).

El OET de la Costa Norte de Veracruz, debido a su extensión de cubrimiento requirió para cada tema de la utilización de 49 cartas en escala 1:50,000 y 7 cartas escala 1:250,000 del INEGI.

² Bosque Sendra Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica, Practicas con ARC/INFO e IDRISI*, 1994

Las opciones viables para manejar tal cantidad de cartas son 2:

1. Digitalizar cada uno de los mapas por separado
2. Digitalizar todos los mapas en una sola cobertura

En este caso se optó por la segunda opción, ya que en la primera una vez generadas las 49 coberturas de manera individual deben ser unidas directamente en el módulo central de ARC/INFO especificando la cobertura de salida así como las coberturas que se desean unir mediante la utilización del comando *Append*, estructurado de la siguiente manera:

```
(C:\)[ARC] APPEND [Cobertura de Salida]{Punto/Línea/Polígono/Red/Lazo} {Rasgos/Tics /Todo}
```

Donde la sintaxis de los mandatos ofrecidos para cada comando significa:

(C:\)[ARC] Ruta de Acceso

APPEND Comando de ARC/INFO

[] Argumento requerido

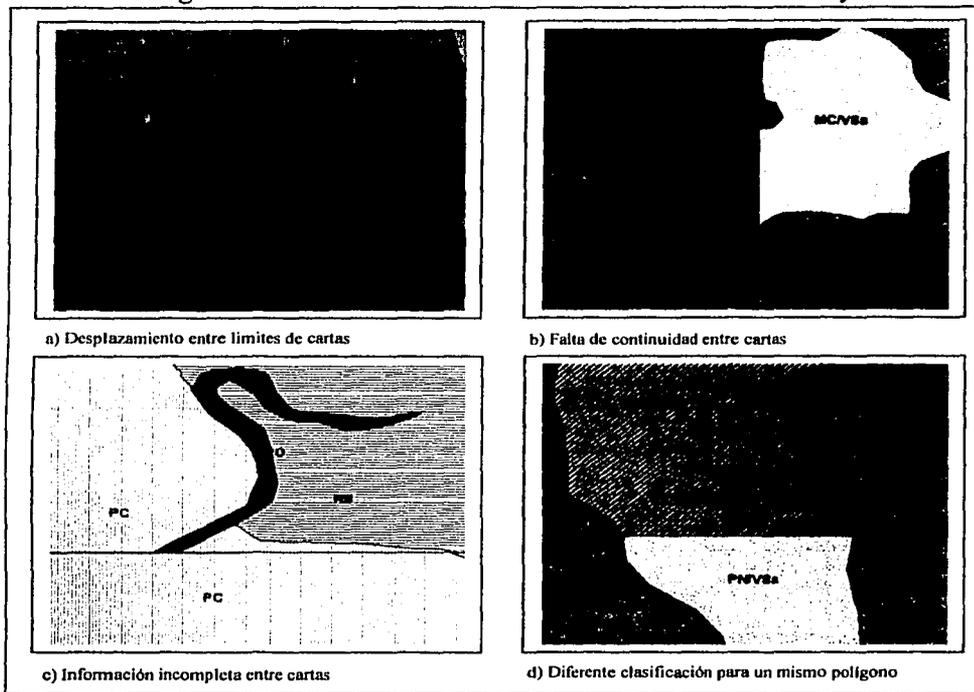
{ } Argumento opcional, si no se especifica ninguno el programa toma como predefinido la primera opción

/ Separador de opciones

En la aplicación de este comando existen algunos detalles importantes a considerar, ya que es común que los elementos geográficos presenten un ligero error de desplazamiento entre una carta y otra. Por otro lado, existen casos en que los polígonos que comienzan en una carta no están representados en la siguiente o bien describen una unidad geográfica (suelo, vegetación, etc.) distinta a la que se presenta en la carta adyacente con lo que el proceso de agrupación resulta complicado (Ver figura 2.1).

La segunda opción, si bien un poco más laboriosa, permite un mayor control de la cobertura al momento de su digitalización, lo que hace posible ajustar el desplazamiento entre unidades o elementos lineales limítrofes entre carta y carta, corrigiendo igualmente los pequeños detalles de falta de continuidad de elementos entre una y otra.

Figura 2.1 Errores más comunes al momento de unir cartas adyacentes



Fuente: Carta de Uso de Suelos y Vegetación, Escala 1:250,000 INEGI 1990

Para comenzar el proceso de digitalización desde ARC/INFO son necesarios los siguientes pasos:

1. Abrir el módulo de *ArcEdit*: (C:\)[ARC] ARCDIT
2. Activar el modo gráfico de trabajo: DISP 4
3. Seleccionar como periférico de entrada la mesa digitalizadora: COORD DIG
4. Indicar el nombre de la cobertura a crear: CREATECOV [Nombre]
5. Especificar el elemento a editar: EF [Arco/Nodo/Etiqueta/Tic/Texto]
6. Iniciar la digitalización mediante el comando: ADD

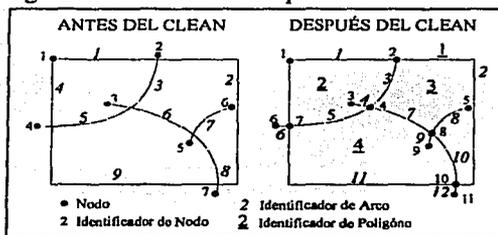
Durante la captura de información una tarea primordial es la de asignar un identificador de tipo numérico (*Id*) a cada elemento que simbolice una determinada entidad

espacial ya sean líneas, puntos o polígonos, este valor numérico debe ser único, ya que sirve de liga entre la cobertura y la base de datos dentro de la cual se especifican las características más importantes del objeto que se esta representando, en el caso de líneas y puntos el valor va directamente aplicado al elemento, en los polígonos el *Id* se establece en su interior mediante una etiqueta que en ARC/INFO se denomina *Label*.

Una vez terminada la digitización de la cobertura y previo a su utilización es necesario realizar una operación de limpieza, la cual tiene como función principal, generar para cada cobertura una base de datos topológica* de todos los elementos que la componen permitiendo con esto revisar y corregir los errores geométricos de coordenadas, detectar la existencia de nodos sin conexión, ensamblar arcos de polígonos y crear la información de atributos de rasgo para cada polígono, el comando que se utiliza para este fin se denomina *Clean*, (Ver figura 2.2) y su instrucción se muestra a continuación:

(C:\)[ARC] CLEAN [Cobertura de Entrada] [Cobertura de Salida] {Tolerancia Mínima de longitud de arcos} {Distancia mínima entre nodos}

Figura 2.2 Proceso de limpieza con ARC/INFO



Fuente: Manual de ARC/INFO, ESRI 1996

La cobertura resultante, se encuentra lista para ser verificada con la ayuda de 2 comandos que muestran en forma de listado los errores que se presentan tanto de nodos (puntos que delimitan segmentos de líneas o intersecciones entre ellas), como de etiquetas.

* Dentro de los SIG la Topología se define como la relación cualitativa de vecindad, adyacencia, inclusión, conectividad y orden que un objeto espacial mantiene con respecto a otro, son propiedades no métricas que permanecen invariables ante cambios morfológicos, de escala o de proyección, una estructura de datos es 'topológica' cuando incluye información explícita sobre estas propiedades.

1. *Nodeerrors*: errores en nodos, denotan la presencia de líneas no conectadas entre sí.
2. *Labelerrors*: errores de etiqueta, debidos principalmente a las siguientes causas:
 - Existencia de 2 o más etiquetas en un polígono
 - Ausencia de etiqueta en uno o varios polígonos

Las instrucciones respectivas para cada comando se muestran a continuación:

```
(C:\)[ARC] NODEERRORS [Cobertura]{Todo/Nodos Abiertos/PseudoNodos} {Archivo con lista de errores} y,
```

```
(C:\)[ARC] LABELERRORS [Cobertura] {Archivo con lista de errores}
```

Ya que se han corregido los errores y siempre que se realicen modificaciones a la cobertura es necesario efectuar una reconstrucción de polígonos, para actualizar la tabla de atributos de la cobertura. Es importante mencionar que esta operación llamada *Build* se efectúa tanto en coberturas de líneas como para coberturas de puntos y polígonos. La instrucción para el comando *Build* queda definida de la siguiente manera:

```
(C:\)[ARC] BUILD [Cobertura] {Polígonos/Líneas/Puntos}
```

Terminado el proceso de digitización, se procede a realizar la gestión y captura de las bases de datos para cada una de las coberturas, lo cual se puede efectuar con la ayuda de métodos directos o indirectos.

Método directo: acceder mediante el comando *Tables* a la base de datos de cada cobertura seleccionando el archivo AAT o PAT para agregar los campos que conformaran nuestra base de datos y llenar cada uno de los registros.

Método indirecto: capturar una base de datos en formato DBF de manera externa con ayuda de un programa gestor de base de datos (Dbase, Excel, Fox Pro, Access, etc.) cuya condición primordial es la de que uno de los campos contenga el mismo valor de *Id* que la cobertura ya que será este el que servirá para relacionar el elemento gráfico con su respectiva base de datos utilizando el comando *Joinitem*.

```
(C:)\[ARC] JOINITEM [Archivo de Entrada PAT/AAT] [Base de Datos] [Archivo de Salida PAT/AAT] [Campo de Liga] [Campo de Inserción] {Forma como serán unidos los campos Lineal/Ordenada/ Cadena}
```

El segundo método resulta más práctico ya que se puede utilizar cuando la cobertura cuenta con un gran número de registros, o bien, si ya se tiene una base de datos generada con anterioridad, en cuyo caso solo se requiere añadir un campo extra que corresponda al *Id* del componente del mapa al que se refiera la base.

Una vez generadas las coberturas pueden utilizarse como insumos que aporten información relevante acerca de las condiciones que prevalecen en el AOE, ya sea a través su consulta y revisión individual o realizando sobreposiciones de temas específicos que permitan mostrar la relación existente entre ellos, los comandos encargados de realizar esta tarea en ARC/INFO son *Union* para las coberturas de polígonos e *Intersect* para aquellas formadas por líneas y puntos.

```
(C:)\[ARC] UNION [Cobertura Inicial] [Cobertura de Union] [Cobertura de Salida] {Distancia mínima entre nodos}
```

```
(C:)\[ARC] INTERSECT [Cobertura Inicial] [Cobertura de Intersección] [Cobertura de Salida] {Polígono/Línea/Punto} {Distancia mínima entre nodos}
```

Con el material obtenido se procede a cubrir cada una de las actividades que forma parte de la Fase de Descripción, para este fin, la información que se obtuvo fue resultado en primer termino del tratamiento de los insumos básicos con ARC/INFO complementada con la manipulación de estos resultados en el programa ArcView.

2.2.2 Captura y procesamiento de información con Arcview

ArcView es una herramienta capaz de organizar, almacenar, visualizar, analizar y distribuir mapas e información espacial, funciona mediante una interface diseñada para Microsoft Windows compuesta por una ventana de aplicación, ventana de proyectos, y barras de menus, botones, herramientas y barras de estado (Ver figura 2.3).

Figura 2.3 Pantalla principal de ArcView



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Dentro de la ventana de proyectos se reconocen varios iconos que dan entrada a su vez a múltiples ventanas denominadas documentos (Ver figura 2.4), que trabajan en forma conjunta durante una sesión de ArcView, cada proyecto de manera general incluye los documentos que a continuación se describen:

View (Vistas): Despliega un mapa conteniendo cada capa de información, por ejemplo límites municipales, carreteras, núcleos de población, vegetación, etc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tables (Tablas): Despliega información tabular y almacena información que describe a los elementos geográficos (por ejemplo, superficie, vegetación primaria y secundaria, flujo vial, tipo de clima, etc.).

Charts (Gráficas): Representa de manera visual la información contenida en las tablas con ayuda de seis tipos de gráficas.

Layouts (Diseño): Permite unir los diferentes tipos de documentos del proyecto y otros componentes de un mapa (escala, orientación, imágenes, simbología, etc.) para crear un mapa final que será enviado para su impresión en papel.

Scripts (Programas): permiten elaborar programas en lenguaje *Avenue* (lenguaje de programación de ArcView) que permite personalizar diferentes aplicaciones.

Figura 2.4 Documentos de la ventana de proyecto en ArcView



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Dada su versatilidad y fácil manejo ArcView fue utilizado para elaborar y dar forma a cada uno de los mapas que forman parte integral del OET, tanto para la presente fase como de las fases subsecuentes, cabe aclarar sin embargo, que durante el proceso de elaboración de la cartografía se cuentan con numerosas coberturas que por si solas no constituyen un mapa como tal, si no que se integran para dar forma al mapa temático correspondiente, y existen otras que solo se ocupan como insumos o productos intermedios

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

sobre los cuales se trabaja, se analizan elementos y se hacen correcciones antes de establecerse como coberturas generadoras de mapas.

Todos los procesos que se llevan a cabo en ArcView tienen lugar dentro de un área de trabajo denominada Proyecto, dentro del cual es posible trabajar con numerosos temas, que es como se denomina a las coberturas de ARC/INFO o archivos Shp generados por ArcView, una vez abierto el sistema aparece una ventana principal que permite el acceso a los diferentes documentos, cada uno de los cuales ejecuta una acción específica.

2.2.2.1 Vistas (View)

ArcView enlaza elementos y atributos agrupados por temas y los maneja en una vista, es decir, un mapa interactivo que despliega temas de información geográfica. Un tema es un conjunto de elementos geográficos como pueden ser municipios, calles, ríos, suelos, etc., junto con sus respectivos atributos.

Al seleccionar el documento View se abre una nueva ventana dividida en 2 partes, la tabla de contenido (TOC) y la muestra de mapas, la primera lista los temas y muestra sus leyendas mientras que la segunda despliega los elementos que componen cada tema (Ver figura 2.5).

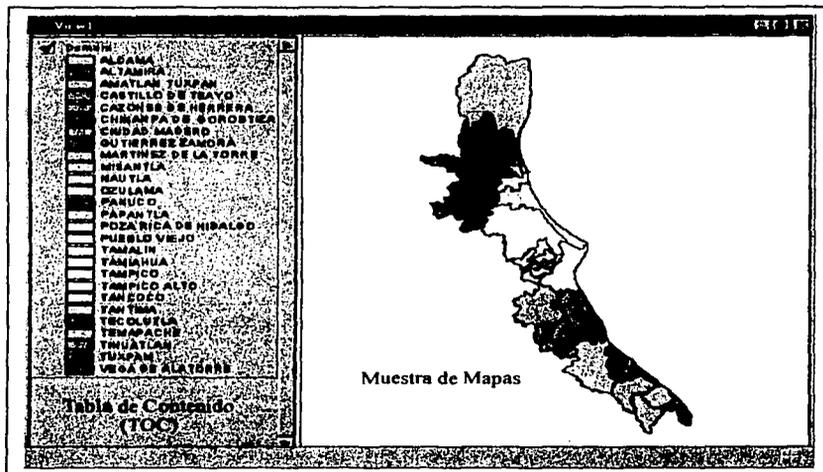
En la parte superior de la Vista encontramos los menús y comandos que sirven para realizar operaciones sobre cada uno de los temas (Ver figura 2.6.), Destaca el comando Añadir Tema (*Add Theme*), que permite seleccionar las coberturas o archivos en formato Shp con la finalidad de integrar el mapa del tema correspondiente, posteriormente mediante el comando Editar Leyenda (*Edit Legend*), se pueden establecer los atributos o características por las cuales se quiere desplegar la información para cada tema.

Cuando se trabaja con el documento Vista es posible además de visualizar el mapa, realizar la consulta de las diferentes bases de datos que conforma cada tema, incluyendo la formulación de preguntas referentes a las características de cada uno de sus elementos, con

Query Builder, o bien, seleccionando un área específica de forma gráfica, en ambos casos se puede generar un nuevo tema a partir de dicha selección.

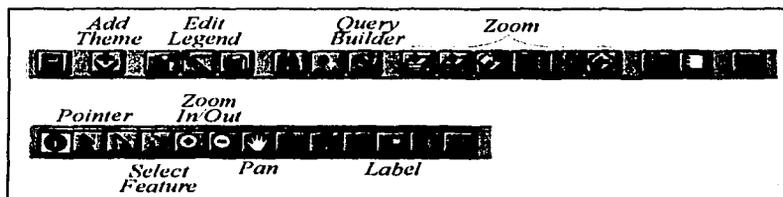
Entre otras funciones básicas para la visualización de un tema destacan los acercamientos con la herramienta *Zoom*, o los desplazamientos a lo largo del mapa mediante la opción de paneo (*Pan*), además, cuenta con la opción de auto-etiquetación (*Label*) lo que hace posible rotular cada punto, línea o polígono que conforma el tema por cualquiera de los campos que integran la base de datos.

Figura 2.5 Ventana principal del documento Vista



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Figura 2.6 Barra de herramientas y comandos principales del documento View

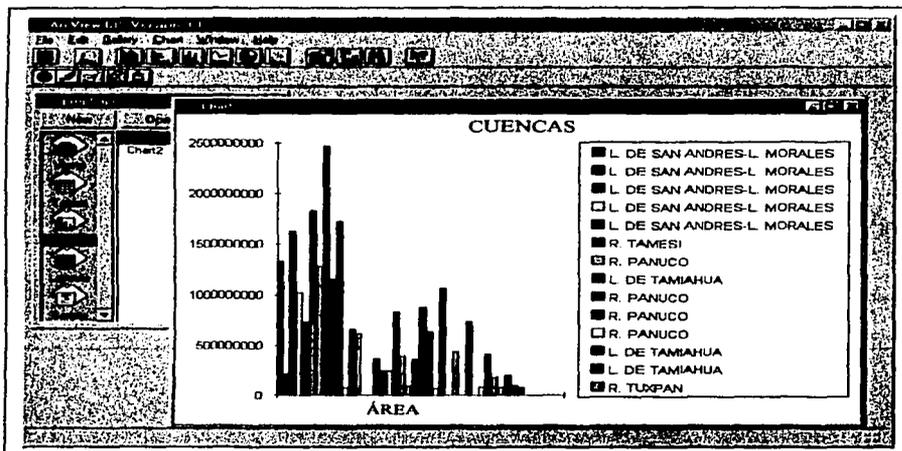


Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

proyecto mediante el documento *Tables*, como forma de visualización permite el manejo de gráficas de área, de barras, de columnas, lineal, circular y por coordenadas “X, Y”.

Al contar con la base de datos específica para trabajar se debe seleccionar el botón Nuevo (*New*), el cual permite entrar a un cuadro de diálogo donde se selecciona el campo y las series que se ocuparan para realizar cada una de las gráficas que acompañaran a nuestro mapa.

Figura 2.8 Ventana principal del documento Gráficas



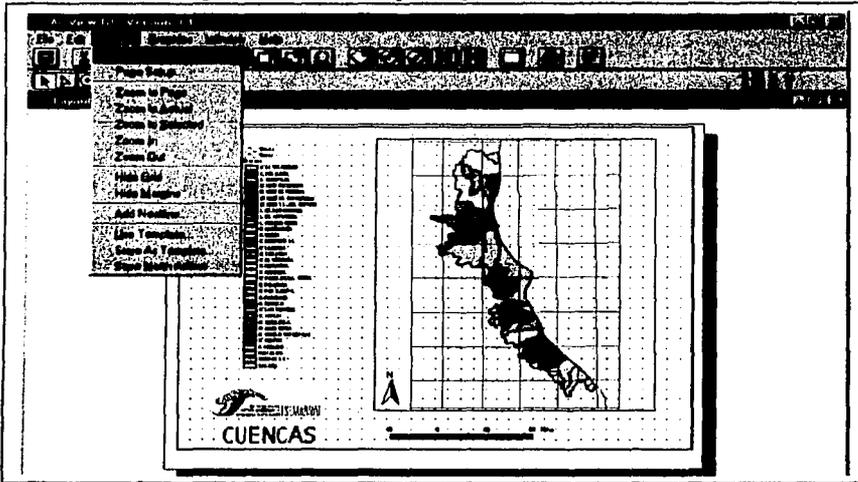
Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

2.2.2.4 Diseño y edición de mapas (*Layouts*)

En relación directa con la vista se encuentran los documentos denominados *Layouts* (Ver figura 2.9), en los cuales se pueden combinar múltiples elementos, con la finalidad de darle calidad y presentación a nuestro mapa, algunos de los más importantes son: líneas del marco, escala (numérica y gráfica), orientación, cuadrícula, caneavá, simbología, tablas, gráficas y logos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 2.9 Ventana principal del documento Edición



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Dentro de los menús y herramientas de este documento se encuentra el comando *Page Setup* mediante el cual se le asigna el tamaño que tendrá nuestro mapa en dimensiones reales al momento de imprimirlo sobre papel.

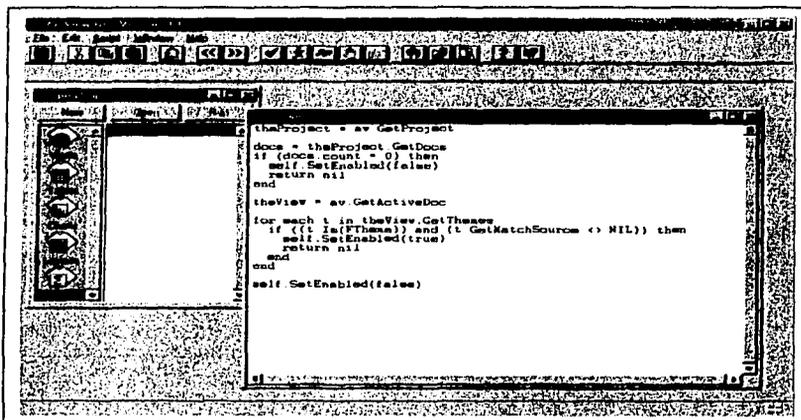
En la barra de herramientas destaca el botón *View Frame* que permite introducir la vista a partir de la cual se desea generar el mapa. Este cuenta con una opción de despliegue que hace aparecer diferentes botones como *Legend Frame*, para extraer la leyenda del mapa directamente de la vista, *Scale Bar Frame* para generar una escala gráfica, o *North Arrow* que permite la inserción del elemento de orientación del mapa. Existen además botones que nos permiten desplegar tablas y gráficas previamente realizados en ArcView o en otros paquetes como Excel, así como imágenes o logotipos generados en programas de diseño.

2.2.2.5 Programas (Scripts)

La programación de determinadas acciones o funcionamiento dentro de ArcView tiene lugar en el último de los documentos llamado *Scripts* (Ver figura 2.10), el cual funciona como un editor de texto que permite al especialista el desarrollo de programas en

código *Avenue* con el fin de automatizar tareas, añadir nuevas capacidades y construir aplicaciones específicas.

Figura 2.10 Ventana principal del documento Programas



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

2.2.3 Delimitación del área de estudio

El primer paso en la realización del OET es delimitar el área de estudio (AOE) para lo cual se requieren principalmente dos insumos importantes; el mapa de la División Política del Territorio Nacional, así como el mapa de Regionalización Ecológica de SEDUE, donde se encuentran las Zonas y las Provincias Ecológicas, este último se puede complementar con el mapa Fisiográfico elaborado por el INEGI en escala 1:1,000,000.

La delimitación del AOE de la Costa Norte de Veracruz esta conformada por 23 municipios pertenecientes al Estado de Veracruz y 4 al Estado de Tamaulipas, obteniendo su limite administrativo del mapa de división municipal del INE, posteriormente con base al conteo de población y vivienda 95 del INEGI y mediante la utilización de ArcView se procedió a generar un archivo digital de localidades (Shape) capturando estas por medio de sus coordenadas geográficas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

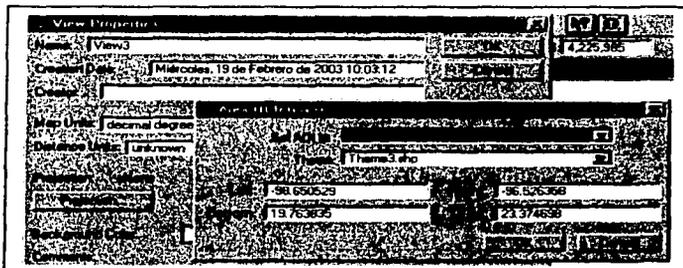
El archivo resultante se cambio de proyección y de formato para convertirlo en una cobertura de localidades que al sobreponerse con la de municipios permitió una mayor exactitud en el trazo de los limites municipales en función de la escala de trabajo, estableciendo así la localización geográfica del AOE.

2.2.3.1 Localización geográfica

El AOE se sitúa en la parte norte del Estado de Veracruz y la parte sur del Estado de Tamaulipas entre los $19^{\circ} 46' 34.93''$ y $23^{\circ} 21' 23.86''$ de Latitud Norte y los $96^{\circ} 28' 01.7''$ y $98^{\circ} 39' 23.85''$ de Longitud Oeste, abarcando una superficie de 2,231,847.70 Hectáreas.

Las coordenadas extremas del AOE se obtienen con ayuda del Sistema utilizando el comando propiedades del menú *View*, se selecciona el área de interés del tema de división municipal, esta instrucción delimita un polígono generando los puntos extremos del área seleccionada (Ver figura 2.11).

Figura 2.11 Muestra de obtención de coordenadas mediante ArcView



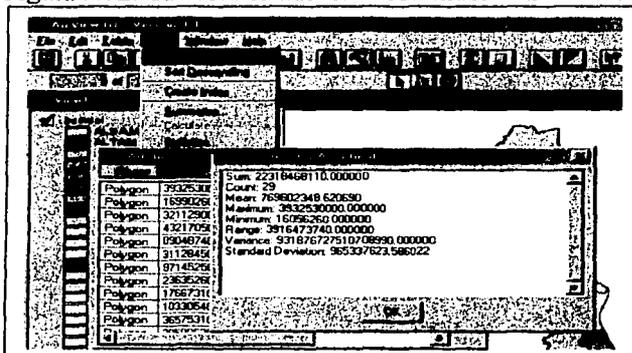
Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

El cálculo de la superficie por su parte se efectúa abriendo la tabla temática de la cobertura seleccionando el campo que proporciona el valor de la superficie, posteriormente se aplica el comando Estadísticas (*Statistics*) del menú *Field*, este proceso despliega una pantalla en la cual se indica el área total del AOE y algunos otros datos como son la media, el valor máximo y el valor mínimo entre otros, (Ver figura 2.12), en caso de ser requerida el

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

área por municipio es posible extraer la base datos del sistema especificando únicamente los campos requeridos que para este caso serian municipio y área.

Figura 2.12. Cálculos estadísticos obtenidos con ArcView



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Con base en los mapas de Regionalización ecológica y Sistemas de topoformas ajustados con ayuda del mapa Topográfico de INEGI escala 1:50,000, fue posible establecer que el AOE pertenece a la Zona ecológica Trópico-húmeda y comprende tres Provincias ecológicas, cuatro Subprovincias y siete Sistemas de topoformas.

En su parte administrativa se encuentra conformada por los Municipios del Estado de Veracruz: Amatlan, Tuxpan, Castillo de Teayo, Cazones de Herrera, Chinampa de Gorostiza, Gutiérrez Zamora, Martínez de la Torre, Misantla, Nautla, Ozuluama, Pánuco, Papantla, Poza Rica de Hidalgo, Pueblo Viejo, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto, Tancoco, Tantima, Tecolutla, Temapache, Tihuatlan, Tuxpam, Vega de Alatorre, y los municipios del estado de Tamaulipas: Aldama, Altamira, Ciudad Madero y Tampico.

Limita con 29 Municipios, colindando al Norte con los Municipios de Soto la Marina, Casas y Llera, al Noroeste con los municipios de González y El Mante en el Estado de Tamaulipas, al Oeste ya dentro del Estado de Veracruz colinda con los Municipios de Ebano, San Vicente, Tancuayalab, Tempoal, Citlaltepétl, Tantoyuca, al Suroeste con los Municipios de Cerro Azul, Chicontepec, Ixhuatlán de Madero y Francisco Z. Mena, por su

parte Sur limita con los Municipios de Venustiano Carranza, Coatzintla, Espinal, Tenampulco, Acateno, Tlapacoyan y Atzalan y al Sureste con Colipa, Yecuatlan, Alto Lucero y al Este con el Golfo de México.

Las colindancias son obtenidas visualmente utilizando para ello los temas de división estatal y municipal, esta delimitación puede realizarse directamente en pantalla o bien imprimiendo el mapa generado anteriormente.

2.2.4 Descripción temática del medio natural

Con el fin de dar cubrimiento a la descripción temática, es necesario contar con el material que permita sintetizar cada una de las características relevantes de las unidades ambientales que componen el medio natural, para esto, en el manual se estipula el empleo del mapa Fisiográfico a nivel de Sistemas de topoformas (Ver anexo cartográfico).

La cobertura correspondiente a este tema se realiza efectuando un ajuste de los límites de cada topoforma con ayuda del mapa de Geoformas (Ver anexo cartográfico), generado a partir de la carta Topográfica de INEGI escala 1: 50,000, sobre la cual se afinan los detalles para ajustar los trazos de las geoformas y se añade un campo extra dentro de la base de datos donde se asigna una clave para cada unidad que representa un sistema de topoforma independiente, dando así un total de 58 unidades terrestres, esta clasificación permite obtener un mayor grado de precisión en la descripción de los elementos que conforman el AOE.

El procedimiento para el manejo de la información de esta manera requiere de la sobreposición de la cobertura de Topoformas con cada una de las coberturas temáticas mediante el comando *Union* de ARC/INFO, el resultado se presenta en el Anexo 1 (solo se muestran las tres primeras unidades a modo de ejemplo de la información que debe contener cada tabla.

De igual forma con la conjugación de los elementos temáticos y el empleo del SIG es posible obtener también una visión global de las características relevantes que prevalecen dentro del AOE.

2.2.4.1 Condición climática

El AOE se caracteriza por la presencia de 3 tipos de climas principales, dos de ellos pertenecientes al grupo de los tropicales húmedos que son el clima cálido-subhúmedo y el cálido-húmedo; el tercero se ubica dentro del grupo semitropical-húmedo y es el clima semicálido o subhúmedo (Ver cuadro 2.1), la relación entre superficie y porcentaje de cubrimiento se puede obtener fácilmente con la ayuda del SIG.

El clima semicálido o subhúmedo se ubica en el extremo nornoroeste cubriendo casi en sus totalidad el municipio de Aldama en el Estado de Tamaulipas, el clima cálido-subhúmedo presenta la mayor área de cubrimiento abarcando más de la mitad de la superficie del AOE y se encuentra distribuido desde los municipio de Altamira, Ciudad Madero y Tampico en el Estado de Tamaulipas para continuarse a lo largo del Estado de Veracruz de manera ininterrumpida hasta los municipio de Chinapa de Gorostiza, Ozuluama y Tampico Alto, aproximadamente a los 21° 21' y 21° 37' de latitud norte a partir de este punto se observa el clima cálido-húmedo el cual continua hasta el extremo sursureste del AOE, aunque no de manera continua ya que se ve interrumpido en su parte central y el punto más extremo por el lado de la costa por el clima cálido-subhúmedo.

Cuadro 2.1 Distribución de climas por superficie de cubrimiento en la Costa Norte de Veracruz

Grupo	Superficie de Cubrimiento	
	Hectáreas	Porcentaje
Cálido-húmedo	555459.33	24.89
Cálido-subhúmedo	1346737.69	60.34
Semicálido o Subhúmedo	329646.80	14.77

Fuente: Carta de Climas, Escala 1:1,000,000 CONABIO 1996

2.2.4.2 Condición edáfica

En la zona de estudio se pueden encontrar una gran variedad de tipos de suelos (Ver cuadro 2.2), sin embargo es evidente el predominio de vertisol y regosol, ya que se encuentran distribuidos prácticamente en toda el AOE, aunque la mayor aglomeración de vertisol se localiza desde la porción centro, hasta el noroeste y nornoroeste, solo en la parte del municipio de Aldama se ve combinado con varios tipos de suelo entre ellos litosol, regosol, cambisol, feozem y rendzina principalmente.

En el caso del regosol su área de cubrimiento es menor, aunque se ve concentrado de manera importante dentro del Estado de Veracruz en la porción comprendida entre los ríos Pantepec y Nautla, en la cercanía de este último y hacia el extremo sursureste del AOE comienza a mezclarse con feozem, vertisol y cambisol. En el resto de la zona se pueden observar algunas áreas de regular tamaño una a la altura de la Laguna de Tamiahua, otra más en la cercanía del Río Pánuco hasta el Río Barberena muy cerca de la costa en el municipio de Altamira y uno mas en la porción central y sur del municipio de Aldama

En el resto de la zona la distribución de los suelos se vuelve mas dispersa destacando el cambisol en las partes aledañas a los ríos más importantes, ocupando una zona de tamaño considerable en la región comprendida entre el Río Pantepec y la Laguna de Tamiahua. El zolonchak predomina en la margen del Río Pantepec hacia el norte hasta la Laguna de Tamiahua, presentando otra aglomeración importante en las inmediaciones de la Laguna Pueblo Viejo y hacia la zona costera en dirección a la Laguna de San Andrés ya en el Estado de Tamaulipas.

El resto de los suelos se pueden encontrar en áreas muy pequeñas y específicas como el luvisol que solo se encuentra en el extremo sursureste del AOE principalmente en la zona perteneciente al municipio de Misantla, o el chernozem que muestra una localización única en la porción central del municipio de Altamira, el fluvisol por su parte se distribuye en las cercanías de la Laguna de Tamiahua y el Río Nautla, mientras que el gleysol se concentra en la isla el Ídolo, así como al norte del Estero Tres pinos entre

Tecolutla y Martínez de la Torre y una pequeña franja ubicada en el municipio Vega de Alatorre.

Cuadro 2.2 Distribución de los suelos por superficie de cubrimiento en la Costa Norte de Veracruz

Tipo de Suelo	Superficie de Cubrimiento	
	Hectáreas	Porcentaje
Cambisol	175474.52	8.52
Chemozem	12088.63	0.59
Rendzina	52119.88	2.53
Gleysol	10655.70	0.52
Feozem	145847.45	7.08
Litosol	130186.85	6.32
Fluvisol	8204.89	0.40
Luvisol	72341.18	3.51
Regosol	538349.90	26.15
Vertisol	868168.84	42.17
Zolonchak	45480.20	2.21

Fuente: Carta Edafológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

2.2.4.3 Condición geológica

El sustrato rocoso predominante en el AOE se ve caracterizado por rocas sedimentarias de consolidación media del Oligoceno, principalmente rocas calizas, lutitas y areniscas así como rocas sedimentarias no consolidadas del periodo Cuaternario destacando las formaciones de tipo aluvial, litoral, conglomerado y depósitos Lacustres entre otros (Ver cuadro 2.3).

En conjunto los dos grupos cubren mas del 80% de la superficie del AOE, el primero logra una mayor concentración a partir de la porción central en dirección al noroeste, disminuyendo notablemente hacia el extremo sursureste, región donde las rocas sedimentarias no consolidadas obtienen su mayor cubrimiento sobre todo hacia la zona costera.

Existe además una presencia importante de rocas volcánicas consolidadas cuya incidencia se ve claramente definida en 2 secciones ubicadas en ambos extremos del AOE por una parte al noroeste sobresale un macizo en la región central del municipio de

Aldama, bordeado en su parte norte por rocas metamórficas no consolidadas, mientras que en la zona sursureste existe otro grupo en forma muy dispersa, el cual se ve combinado con rocas volcánicas no consolidadas y de consolidación media.

Por último se observa solo una porción de terreno ubicada entre la Laguna Pueblo Viejo y el Río Pánuco con presencia de rocas sedimentarias consolidadas conformada por calizas principalmente.

Cuadro 2.3 Distribución de las formaciones litológicas por superficie de cubrimiento en la Costa Norte de Veracruz

Formación Litológica	Superficie de Cubrimiento	
	Hectáreas	Porcentaje
Rocas metamórficas consolidadas	22579.38	1.10
Rocas metamórficas no consolidadas	9471.99	0.46
Rocas sedimentarias consolidadas	13795.61	0.67
Rocas sedimentarias de consolidación media	1112204.67	54.00
Rocas sedimentarias no consolidadas	674334.04	32.74
Rocas volcánicas consolidadas	165605.52	8.04
Rocas volcánicas de consolidación media	5867.82	0.28
Rocas volcánicas no consolidadas	55693.38	2.70

Fuente: Carta Geológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

2.2.4.4 Hidrología superficial

En términos generales se puede observar que el AOE queda comprendida dentro de 3 Regiones Hidrológicas; San Fernando-Soto la Marina, Pánuco y Tuxpan-Nautla (Ver cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Distribución de las regiones hidrológicas en la Costa Norte de Veracruz

Región Hidrológica	Superficie de Cubrimiento	
	Hectáreas	Porcentaje
San Fernando-Soto la Marina	492515.03	22.07
Pánuco	607682.96	27.23
Tuxpan-Nautla	1131649.43	50.70

Fuente: Carta Hidrológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

La Región San Fernando-Soto la Marina esta compuesta por una sola cuenca; Lago de San Andrés-Lago Morales que a su vez se divide en 5 subcuencas (Ver cuadro 2.5), y esta localizada en la porción nornoroeste del AOE cubriendo completamente el municipio de Aldama y una parte de Altamira, Ciudad Madero y Tampico. Al interior de esta Región

destacan los ríos El Tigre y Barbarena y la Laguna de San Andrés como principales cuerpos de agua.

Cuadro 2.5 Distribución de la región hidrológica San Fernando – Soto la Marina

Cuenca	Subcuenca	Superficie en Hectáreas
Laguna de San Andres - Laguna Morales	Arroyo El Calabozo	21884.13
	Laguna de San Andrés	72620.70
	Río Barberena	162682.60
	Río El Carrizal	133079.40
	Río Tigre o Cachimbas	102248.20

Fuente: Carta Hidrológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

Por su parte la Región Pánuco presenta 2 cuencas principales la del Río Tamesí y la del Río Pánuco, esta última conformada por 4 subcuencas (Ver cuadro 2.6), su superficie de cubrimiento abarca una parte del municipio de Altamira, y casi la totalidad de Tampico y Ciudad Madero, así como los municipios Pánuco, Pueblo Viejo, Tampico Alto y Ozuluama, en el Estado de Veracruz, es sin duda la Región con mayor presencia de cuerpos de agua, entre los más importantes se pueden mencionar las lagunas de Champayan, La Tortuga, La Vega, Chaivel, Chila, Cerro Pez y Pueblo Viejo, así como los ríos Tamesí, Pánuco, Tamacuil y Topila.

Cuadro 2.6 Distribución de la región hidrológica Pánuco

Cuenca	Subcuenca	Superficie en Hectáreas
Río Pánuco	Laguna Pueblo Viejo	115674.60
	Río Chicayan	172748.10
	Río Moctezuma	8051.26
	Río Pánuco	128175.70
Río Tamesí	Río Tamesí	183033.30

Fuente: Carta Hidrológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

Por último la Región Tuxpan-Nautla se encuentra integrada por 5 cuencas y un total de 23 subcuencas, destaca como la de mayor cobertura superficial abarcando gran parte del Estado de Veracruz a partir de la Laguna de Tamiahua y hasta los límites del AOE en dirección sursureste (Ver cuadro 2.7), entre la presencia de cuerpos de agua más importantes se pueden mencionar la Laguna de Tamiahua, la Laguna de Tampamachoco, los ríos Pantepec y Cazonen en su parte central y los ríos Tecolutla, Nautla, Misantla y Colipa hacia el sur.

Cuadro 2.7 Distribución de la región hidrológica Tuxpan – Nautla

Cuenca	Subcuenca	Superficie en Hectáreas
Laguna de Tamiahua	Estero Cucharas	66317.86
	Estero de Corral	37475.03
	Estero de Tancochin	61580.13
	Laguna de Tamiahua	246816.60
Río Cazones	Estero y Laguna de Tumilco	39414.62
	Río Cazones	88064.04
	Río San Marcos	9318.37
	Río Tenixtepec	63558.23
Río Tecolutla	Río Joloapan	8864.35
	Río Tecolutla	106502.80
Río Tuxpan	Arroyo Tecomate	35806.81
	Río Buenavista	25496.63
	Río Pantepec	9897.34
	Río Tuxpan	83234.87
	Río Vinazco	24754.28
Río Nautla y otros	Arroyo Solteros	42927.95
	Río Bobos	20271.44
	Río Juchique	10612.16
	Río María de la Torre	8318.31
	Río Misanitla	41558.64
	Río Colipa	19247.49
	Río Nautla	73331.16
Santa Ana	8280.33	

Fuente: Carta Hidrológica, Escala 1:250,000 INEGI 1985

2.2.4.5 Condición del uso del suelo y la vegetación

Dentro del AOE es notable la presencia de grandes zonas dedicadas a la agricultura en cualquiera de sus modalidades y la presencia de diversos tipos de pastizales (Ver cuadro 2.8), muchos de ellos relacionados con actividades ganaderas.

En cuanto a la distribución de la agricultura esta se encuentra claramente definida hacia el norte de la porción central y en dirección noroeste del AOE, mientras que en dirección sursureste es más evidente la presencia de pastizales. El resto de la vegetación se encuentra demasiado dispersa y segmentada generando algunos manchones de poca relevancia, lo que más llama la atención es la disminución o casi ausencia de vegetación natural como son los bosques y selvas, particularmente de estas últimas debido a que dadas las condiciones de humedad y tipo de suelo que se presentan en la zona sería propicio su desarrollo

Algunos otros tipos como Popal-Tular o Vegetación Halófila solo es posible encontrarlos en las márgenes de los ríos y lagunas más importantes como son el Pánuco y la Laguna de Tamiahua o de San Andrés, así como a lo largo de la línea costera pero solo hasta la altura del Río Pantepec. Es importante considerar también la gran cantidad de centros de población distribuidos a todo lo largo y ancho del AOE, destacando por su superficie, Tampico y Ciudad Madero en Tamaulipas y Poza Rica de Hidalgo, Miramar, Papantla, Tuxpan, Naranjos, Pánuco y Martínez de la Torre entre otros en el Estado de Veracruz.

Cuadro 2.8 Distribución de los tipos de vegetación y usos del suelo por superficie de cubrimiento en la Costa Norte de Veracruz

Tipo de Vegetación	Superficie de Cubrimiento	
	Hectáreas	Porcentaje
Actividad acuícola	178.47	0.01
Agricultura de riego	365942.67	17.76
Agricultura de temporal	673407.97	32.69
Bosque de encino	7899.96	0.38
Bosque de galería	2194.84	0.11
Bosque mesófilo de montaña	2617.71	0.13
Ciénega perenne	453.07	0.02
Zona con erosión	1684.57	0.08
Manglar	22733.03	1.10
Pastizal cultivado	680068.20	33.01
Pastizal halófilo	217.21	0.01
Poblados	45948.89	2.23
Popal - Tular	37743.29	1.83
Selva alta perennifolia	3418.45	0.17
Selva alta subperennifolia	21356.72	1.04
Selva baja caducifolia	90187.26	4.38
Selva baja perennifolia	3366.48	0.16
Selva baja perennifolia	4066.89	0.20
Selva mediana perennifolia	44744.97	2.17
Selva mediana subcaducifolia	3081.89	0.15
Selva mediana subperennifolia	12038.94	0.58
Sin vegetación aparente	505.90	0.02
Vegetación de dunas costeras	5674.06	0.28
Vegetación halófila	28332.69	1.38
Vegetación secundaria	1856.37	0.09
Zona de inundación	199.94	0.01

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000 INEGI 1985, Actualizada por Solta Pruna 1999

CAPÍTULO 3

FASES III Y IV DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

Dentro del proceso de OET, y tomando como punto de partida la descripción temática del medio natural, se procede a elaborar un diagnóstico (Fase III) de la situación actual del AOE, identificando para tal efecto los factores que dan origen a la problemática general en el ámbito natural, económico y social, con la finalidad de establecer un pronóstico (Fase IV) de la afectación a futuro en el corto, mediano y largo plazo si no son controlados los procesos que propician su deterioro.

FASE III: DIAGNÓSTICO

Es considera la fase más importante del tronco metodológico, ya que en esta se realiza la evaluación de la situación que prevalece dentro del AOE, reconoce y cuantifica los daños o afectaciones causadas por las actividades humanas sobre el medio ambiente, para poder establecer el mejor aprovechamiento de los recursos naturales, respondiendo a la pregunta: *¿cómo está?* y averigua sus posibles causas, con el fin de determinar su estabilidad o inestabilidad, enfocado a la factibilidad de establecer un desarrollo sustentable y el equilibrio entre la naturaleza y las actividades humanas dentro del AOE.

El Diagnóstico es básico para establecer la calidad ecológica de los recursos de la zona a partir del grado de deterioro que presentan, la identificación de los usos inadecuados, además de tipificar cada una de las actividades productivas para definir los sistemas de producción, el grado de tecnicidad, los insumos utilizados y la infraestructura existente, todo esto bajo una visión integradora que contemple además la perspectiva de la distribución y la dinámica de la población así como de los principales aspectos socioeconómicos¹.

En términos generales el diagnóstico incluye tanto la reconstrucción de la estructura actual de los recursos, como el análisis de los procesos que le dieron lugar, con el resultado

¹ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

de éste, el ordenamiento ecológico reconocerá las formas actuales de operación y facilitará la proyección de aquellas que permitan la protección, la restauración y el manejo armónico de los recursos naturales, con una tendencia a mejorar el desarrollo económico y lograr la equidad intergeneracional, permitiendo con ello que el aprovechamiento de estos recursos sea reintegrado para su disponibilidad futura.

Los productos cartográficos que acompañan la entrega de esta fase comprenden los siguientes mapas:

MAPA	FUENTE	ESCALA
Aptitud del suelo	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Erosión	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Puntos de muestreo de calidad del agua	CNA	-
Modificaciones ecológico-paisajísticas	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Inventario de humedales	CONABIO	1:250,000
Dimensión cultural	INEGI	1:250,000
Dimensión económica	INEGI	1:250,000
Dimensión sociopolítica	INEGI	1:250,000
Diagnóstico integrado	SOLTA PRUNA	1:250,000

Debido a que el ordenamiento ecológico involucra aspectos tales como el medio físico biótico y abiótico, la actividad productiva, el desarrollo tecnológico, las relaciones y organización social, así como la política económica, entre otros, en las modificaciones a la metodología para la elaboración del OET establecidas por SEDESOL en el año 2001 se han incluido todos estos aspectos como parte de un sistema subdividido a su vez en tres subsistemas: natural, socioeconómico y productivo.

- Subsistema natural: Considera a los recursos suelo, agua y vegetación como requerimiento fundamental para la población y las actividades productivas, a la vez que constituye la base para el mantenimiento de los procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.
- Subsistema socioeconómico: Analiza a la sociedad *per se* como elemento de presión y como eje alterador del medio natural a través del consumo y los desechos que son producto de ese consumo.

- **Subsistema productivo:** Hace referencia fundamentalmente a la participación e importancia que tienen las actividades y los sectores productivos sobre el territorio, como elementos indispensables para satisfacer las necesidades humanas, que a la vez tienen un impacto relevante en los recursos naturales.

Esta reclasificación no afecta en nada los resultados obtenidos sobre la base de procesos anteriores, al contrario permite un mayor orden en la disposición de los elementos que componen en forma global el AOE.

3.1.1 Subsistema natural

La evaluación del subsistema natural requiere de la generación de nuevos insumos a partir del material previamente descrito para cada uno de los componentes que lo integran (suelo, agua y vegetación).

3.1.1.1 Recurso suelo

El recurso suelo se ve caracterizado por la potencialidad y las limitantes que tiene para sostener un tipo específico de vegetación o actividad económica así como el establecimiento de centros de población. A esta particularidad en conjunto se le denomina Aptitud del suelo, siendo esta, clave en el desarrollo y elaboración del diagnóstico.

A) Índice de aptitud del suelo

En este apartado se procede a determinar y cartografiar los niveles de potencialidad (características que denotan una aptitud o cualidad) y las limitantes (condiciones que restringen el desarrollo de cierto uso), que presentan los suelos para permitir el desarrollo de la actividad agrícola, pecuaria o el uso urbano, con base a criterios de selección que los identifican como adecuados o inadecuados para la realización de una actividad específica.

Para la obtención de estos niveles se requiere de la utilización de árboles de decisiones que muestran los criterios o parámetros generales que debe contener cada clase de capacidad basándose para ello en la manipulación de información de diversos

componentes ambientales organizados por categorías, así como el análisis cuantitativo y cualitativo de cada uno de ellos².

Los lineamientos generales en que se basan estos cálculos están tomados de la clasificación realizada por el USDA (Departamento de Agricultura de lo Estados Unidos), adecuados a las condiciones mexicanas por el Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma Chapingo y el punto de partida para la obtención de este índice lo conforman los insumos que se muestran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Componentes para el cálculo del índice de aptitud del suelo

COBERTURA	FUENTE	ESCALA
Unidades taxonómicas de suelo	INEGI	1:250,000
Fases físicas y químicas del suelo	INEGI	1:250,000
Pendientes	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Regímenes de humedad del suelo	Instituto de Geografía, UNAM	1:4,000,000

Las Unidades taxonómicas, así como las fases físicas y químicas del suelo se obtienen directamente de la cobertura de suelos, con lo cual, es posible generar dos nuevas coberturas; una para los tipos de suelo dominante y otra para las fases físicas y químicas, mediante una operación de agrupación de polígonos con un campo similar con ayuda del comando *Dissolve* de ARC/INFO, como se muestra a continuación.

```
(C:\)[ARC]DISSOLVE [Cobertura de Entrada] [Cobertura de Salida][Primer Campo de
Union{Último Campo de unión/Todo}]
```

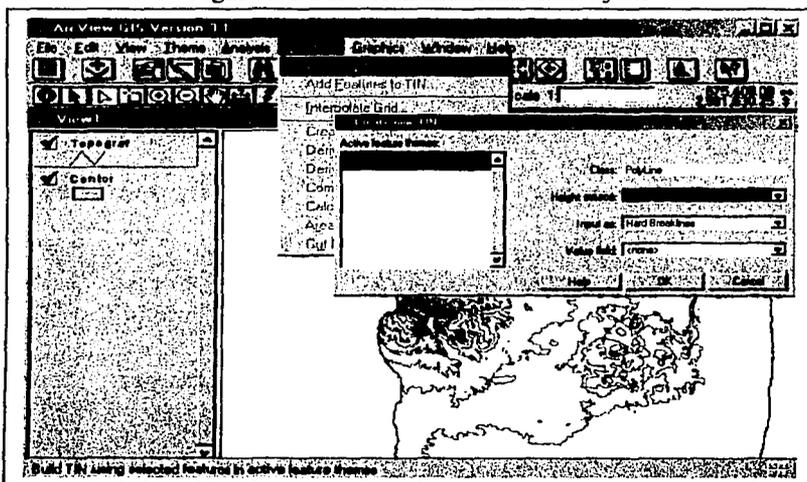
El siguiente paso es generar la cobertura de pendientes, la cual se puede calcular de manera automática a partir de la cobertura de Topografía mediante la construcción de un modelo de interpolación o Red de Triangulación Irregular (TIN) por medio de ArcView.

Para la obtención de este modelo de interpolación es necesario efectuar el procedimiento que a continuación se describe:

² CP, SARH, SPP, *Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Posgraduados, 3ª Edición 1991*

1. Abrir Arcview y activar las extensiones *Spatial Analyst* (análisis espacial), y *3D*, (modelado en tercera dimensión).
2. Abrir una vista nueva y añadir la cobertura de Topografía mediante *Add Theme*.
3. De la barra de menú, seleccionar el comando *Surface* con la opción *Create TIN from Features* (Ver figura 3.1).
4. En el cuadro de diálogo asignar el campo de la base de datos por el cual se va a realizar el modelo *TIN* (*Triangulated Irregular Network*), en este caso se selecciona el que contenga las altitudes para cada curva de nivel (Ver figura 3.2).
5. Asignar un nuevo nombre al tema de salida.

Figura 3.1 Selección del comando *surface*

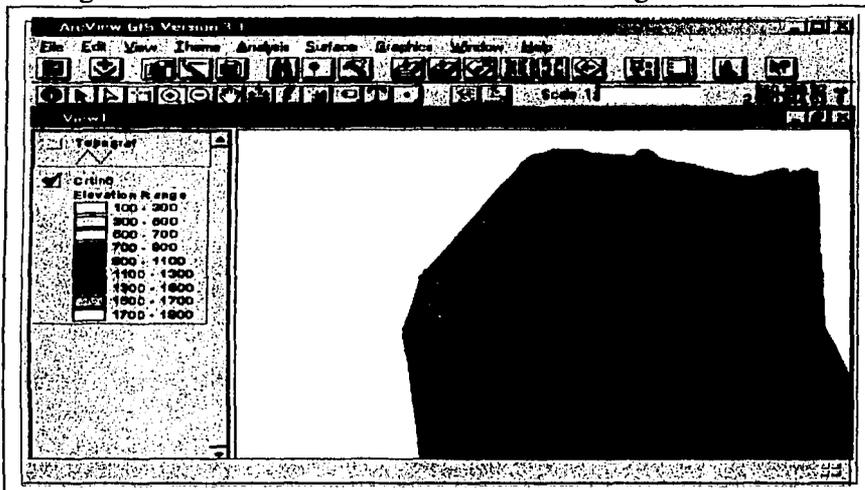


Fuente: ArcView, *Spatial Analyst*, ESRI 1996

Posteriormente, es necesario realizar una conversión de formato del archivo TIN mediante la opción *Convert to Grid* del menú *Theme*, obteniendo así una imagen tipo raster a partir de la cual es posible la generación del mapa de pendientes utilizando para ello el comando *Derive Slope*. Por último se ajustan y reclasifican los valores de pendiente a los diferentes rangos establecidos en el árbol de decisiones para cada aptitud, asignándole un valor único para cada rango con ayuda de *Reclassify*, ubicado en el menú *Analysis*. Una vez

terminado este proceso se requiere de convertir la imagen raster de nueva cuenta a formato vectorial con la ayuda del comando *Convert to Shapefile* del menú *Theme*.

Figura 3.2 Generación de un modelo de elevación digital del terreno



Fuente: ArcView, Spatial Analyst, ESRI 1996

La cobertura de Régimen de humedad del suelo debido a la falta de fuentes de información adecuadas se obtuvo de una forma muy general a partir del mapa elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM en escala 1:4,000,000. El cual debido a la diferencia de escala con respecto a la de trabajo tuvo que ser ajustado de la misma manera que sucedió con el mapa de Sistemas de Topoformas. Aunque para lograr mejores resultados es conveniente utilizar información a la misma escala o generarla a partir de los datos climatológicos de las estaciones cercanas al AOE.

Una vez generadas las cuatro coberturas se procede a su sobreposición permitiendo conjuntar en una sola base cartográfica la información que contiene cada una de las coberturas de la siguiente manera:

(C:\)[ARC]UNION Unitax Fases Apt1 .05

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

(C:\)[ARC]UNION Apti1 Pendien Apti2 .05

(C:\)[ARC]UNION Apti2 Reghum Tmpapti .05

La cobertura resultante permite el manejo vía base de datos, de los criterios que determinaran cada clase de capacidad ya sea agrícola, pecuaria o urbana, definidos con base en un árbol de decisiones dividido en 4 clases, que van de los suelos más aptos para la actividad en particular, hasta aquellos con limitantes altas.

Los polígonos con características similares pueden ser agrupados por clases mediante el comando *Dissolve* desde ARC/INFO. Obteniéndose así el mapa de Aptitud del suelo en sus tres variantes que posteriormente servirá de base para el establecimiento de la problemática ambiental.

(C:\)[ARC]DISSOLVE Tmpapti Aptitud claptag alaptur

a) Capacidad agrológica del suelo

Pretende determinar las diferentes clases de capacidad que se presentan dentro del AOE para este tipo de actividad (Ver anexo cartográfico), determinada de manera general por la presencia de suelos fértiles con alto contenido de nutrientes ricos en materia orgánica, con buen drenaje y niveles bajos de salinidad y sodicidad, así como por la presencia de pendientes suaves. Los criterios de clasificación quedan establecidos como se muestra en la Tabla 3.1.

Donde:

CLASE 1. - Suelos con propiedades adecuadas para la realización de la actividad agrícola intensiva; no presenta limitantes o son de poca importancia. Aunque requiere técnicas de manejo regulares.

CLASE 2. - Suelos con limitaciones menores para el desarrollo de actividades agrícolas, necesitan técnicas para el tratamiento del suelo o del terreno.

CLASE 3. - Suelos que presentan varias limitaciones simultáneas para la agricultura, demandan fuertes insumos y pueden ocasionar impactos considerables sobre el medio.

CLASE 4. - Suelos de muy baja o nula calidad agrológica, en muchas ocasiones inadecuadas para esta actividad, requieren de insumos en cantidades y costos muy elevados.

Tabla 3.1 Árbol de decisiones para la capacidad agrícola de los suelos

	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4		
DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM VERTISOL FLUVISOL	ACRISOL ANDOSOL NITOSOL CAMBISOL XEROSOL	RENDZINA ARENOSOL	PLANOSOL REGOSOL YERMOSOL SOLONETZ HISTOSOL GLEYSOL SOLOCHAK y SOLOCHAK	RENDZINA ARENOSOL	LITOSOL
TIPO DE SUELO						
CO-DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM VERTISOL	y ACRISOL ANDOSOL NITOSOL CAMBISOL XEROSOL VERTISOL FEOZEM CASTAÑOZEM		PLANOSOL REGOSOL YERMOSOL SOLONETZ HISTOSOL GLEYSOL SOLOCHAK	y RENDZINA ARENOSOL	
PENDIENTE	y < 0.5° 0.5°- 1.5° 1.5°- 3.0° 3.0°- 6.0° 6.0°- 14.0°	y < 0.5° 0.5°- 1.5° 1.5°- 3.0° 3.0°- 6.0° 6.0°- 14.0°			y 14.0°- 29.0°	o > 29.0°
FASE FÍSICA Y/O QUÍMICA	y SIN FASES GRAVOSA	y SALINA SÓDICA DÚRICA PETROCALCICA		o PEDREGOSA SALINO-SÓDICA		o LÍTICA PETROGYPSICA
RÉGIMEN DE HUMEDAD	y ÚSTICO ÚDICO		y ÚDICO ÚSTICO	o ACUICO	y ARÍDICO	

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Posgraduados, 3ª Edición 1991

b) Capacidad pecuaria del suelo

Permite determinar las potencialidades y limitantes que presentan los suelos dentro del AOE para el desarrollo de actividades ganaderas (Ver anexo cartográfico), considerando como limitantes importantes la existencia de suelos salinos o sódicos, suelos someros o propensos a inundaciones, y la presencia de pendientes fuertes. (Ver tabla 3.2).

Donde:

CLASE 1. - Suelos que permiten el desarrollo de actividades de pastoreo, no requieren de un alto grado de tecnificación o algún otro tratamiento para su utilización.

CLASE 2. - Suelos que necesitan técnicas de bajo costo para poder llevar a cabo pastoreo o suelos que pueden ser utilizados por cierto tipo de ganado.

CLASE 3. - Suelos con limitantes que obligan al uso altamente tecnificado para poder aprovechar los suelos para la practica del pastoreo.

CLASE 4. - Suelos con características desfavorables para las actividades pecuarias; las limitantes hacen incoesteable su aprovechamiento y pueden generar impactos considerables.

Tabla 3.2 Árbol de decisiones para la capacidad pecuaria de los suelos

	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4	
DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM VERTISOL FLUVISOL ANDOSOL ACRISOL NITOSOL LUVISOL CAMBISOL	RENDZINA GLEYSOL XEROSOL HISTOSOL PLANOSOL YERMOSOL FLUVISOL	REGOSOL ARENOSOL SOLONCHAK	XEROSOL YERMOSOL	LITOSOL SOLONETZ
TIPO DE SUELO					
CO-DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM VERTISOL FLUVISOL ANDOSOL ACRISOL NITOSOL LUVISOL CAMBISOL	RENDZINA GLEYSOL XEROSOL HISTOSOL PLANOSOL YERMOSOL FLUVISOL	REGOSOL ARENOSOL SOLONCHAK	REGOSOL	
PENDIENTE	< 0.5° 0.5°- 1.5° 1.5°- 3.0° 3.0°- 6.0° 0.0°- 6.0° 6.0°- 15.0°	15.0°- 25.0°		> 25.0°	
FASE FÍSICA Y/O QUÍMICA	SIN FASES GRAVOSA DURICA	SALINA PETROCÁLCICA	PEDREGOSA SALINO-SODICA SODICA	LÍTICA PETROGYPSICA	
RÉGIMEN DE HUMEDAD	ÚSTICO ÚDICO	ARÍDICO (0 Días) XÉRICO	ARÍDICO (0 Días)	ACUICO	

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Posgraduados, 3ª Edición 1991

c) Capacidad urbana del suelo

En esta clasificación quedan identificados los niveles de potencialidad y limitantes que poseen los suelos en el AOE para el desarrollo de asentamientos humanos (Ver anexo cartográfico), las limitantes para la infraestructura urbana están determinadas por las características físicas y químicas de los suelos (expansión y contracción), su dispersión y su textura granular así como su nivel corrosivo, además de propensión a inundaciones o asentamientos del terreno (Ver tabla 3.3).

Donde:

CLASE 1. -Suelos que permiten el establecimiento de asentamientos urbanos sin limitantes ni afectaciones de tipo natural evitando con esto un alto costo de inversión.

CLASE 2. - Suelos que presentan algunas limitaciones para el establecimiento de asentamientos humanos, que representan un costo adicional a la inversión inicial.

CLASE 3. - Suelos que presentan fuertes limitantes para la construcción, es posible realizar urbanización en terrenos de esta clase, aunque con medidas estrictas y alto grado de riesgo.

CLASE 4. - Suelos caracterizados por presentar limitantes extremadamente severas y aunque puedan ser superadas representan un elevado costo económico.

Tabla 3.3 Árbol de decisiones para la capacidad urbana de los suelos

	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM XEROSOL LITOSOL CAMBISOL	VERTISOL ACRISOL ANDOSOL PLANOSOL NITOSOL YERMÓSOL RENDZINA	REGOSOL ARENOSL	GLEYSOL HISTOSOL SOLONETZ SOLONCHAK
TIPO DE SUELO				
CO-DOMINANTE	CASTAÑOZEM FEOZEM XEROSOL LITOSOL CAMBISOL FLUVISOL	VERTISOL ACRISOL ANDOSOL PLANOSOL NITOSOL YERMOSOL RENDZINA LUVISOL	REGOSOL ARENOSL FLUVISOL	
PENDIENTE	0.5°-1.5° 1.5°-3.0° 3.0°-6.0° 0.0°-6.0°	6.0°-15.0°		>25.0°
FASE FÍSICA Y/O QUÍMICA	SIN FASES LÍTICA DURICA	GRAVOSA PEDREGOSA PETROCÁLCICA	PETROGYPSICA SALINO-SODICA SODICA SALINA	LÍTICA PETROGYPSICA
RÉGIMEN DE HUMEDAD	ÚSTICO ÚDICO XÉRICO	ARIDICO		

Fuente: Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Posgraduados, 3ª Edición 1991

B) Índice de erosión laminar

Una vez establecido el índice de aptitud del suelo para las principales actividades productivas, es necesario determinar aquellas condiciones que denotan algún tipo de

perturbación provocado principalmente por la actividad humana, o bien algún problema de los suelos que afecte a cualquier tipo de actividad.

A este respecto, uno de los más graves problemas que aquejan al suelo en el ámbito nacional es la erosión. Existen otros problemas importantes, como son; el alto contenido de bases, acidez, laterización, disminución y pérdida de carbono y de nutrimentos, sobrecarbonatación, contaminación, etcétera, Sin embargo, se cuenta con poca información sobre estos temas a escala nacional.

La erosión del suelo consiste en términos generales, en el desgaste o pérdida paulatina de los horizontes edáficos y a pesar de que se presenta en la mayoría de las veces como un proceso natural las actividades humanas pueden incrementar la velocidad de erosión con efectos ambientales severos, de aquí la importancia de generar una cobertura dentro de la fase de Diagnóstico capaz de determinar la cantidad potencial de suelo perdido mediante procesos erosivos de tipo hídrico y/o eólico.

En la elaboración de esta cobertura de erosión potencial, intervienen diferentes cálculos basados en sencillas operaciones matemáticas que permiten estimar la pérdida de suelo para el AOE, lo que hace posible su representación cartográfica (Ver anexo cartográfico). Su obtención requiere del manejo de diversos temas entre los que destacan clima, suelo, vegetación y pendientes agrupados en 7 factores que se encuentran descritos en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Factores necesarios para el cálculo del índice de erosión

FACTOR	SIGNIFICADO	ORIGEN	FUENTE
PECRE	Periodo de Crecimiento	Mapa de Climas o datos tabulados	CONABIO/CNA
IALLU	Índice de Agresividad de la Lluvia	Aplicación de fórmula por PECRE	-
IAVIE	Índice de Agresividad del viento	Aplicación de fórmula por PECRE	-
CAERO	Factor de Erodabilidad	Mapa de Suelos	INEGI
CATEX	Factor de Textura	Mapa de Suelos	INEGI
CATOP	Factor de Relieve	Mapa de Pendientes o Geofomas	SOLTA PRUNA
CAUSO	Cobertura del Suelo	Mapa de Vegetación	INEGI

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico, SEDUE 1988

Ya que se han obtenido cada uno de los factores se procede a calcular la erosión hídrica y/o eólica en toneladas por hectárea por año (ton/ha/año) mediante la utilización de su respectiva fórmula:

$$\text{Erosión Hídrica} = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

$$\text{Erosión Eólica} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Dentro de un OET se distinguen dos tipos de índice erosión laminar: la erosión hídrica y la erosión eólica, sin embargo, no siempre se requiere elaborar el cálculo de ambos, ya que esto dependerá de las condiciones que prevalezcan dentro del AOE, tomando para ello como referencia los factores IALLU (índice de agresividad de la lluvia) e IAVIE (índice de agresividad del viento), para establecer si uno o los dos cálculos deben ser realizados.

Si el valor de IALLU es mayor a 50 se considera zona de influencia para el estudio de la erosión hídrica y si el valor de IAVIE es superior a 20 se considera zona de influencia para el estudio de la erosión eólica³.

Para el Ordenamiento de la costa norte de Veracruz dadas las condiciones climatológicas solo fue necesario realizar el cálculo del índice de erosión laminar hídrica, debido a que las condiciones del viento no reportaron valores superiores a los requeridos por el manual para su elaboración.

a) Obtención del valor del periodo de crecimiento (PECRE)

El PECRE se define como el número de días al año con disponibilidad de agua; es el primer factor que se debe generar ya que a partir de este se obtiene el cálculo del índice de agresividad del agua, para esto fue necesario consultar los datos de precipitación media anual, de manera muy general, estos datos se pueden obtener del mapa de efectos

³ SEDUE, *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*, México 1988

climáticos con base a las isoyetas medias anuales aunque una mejor opción es ubicar todas las estaciones meteorológicas que cubran el AOE y proceder a calcular los valores de precipitación media anual esto en algunos casos confiere una mayor exactitud en los resultados obtenidos.

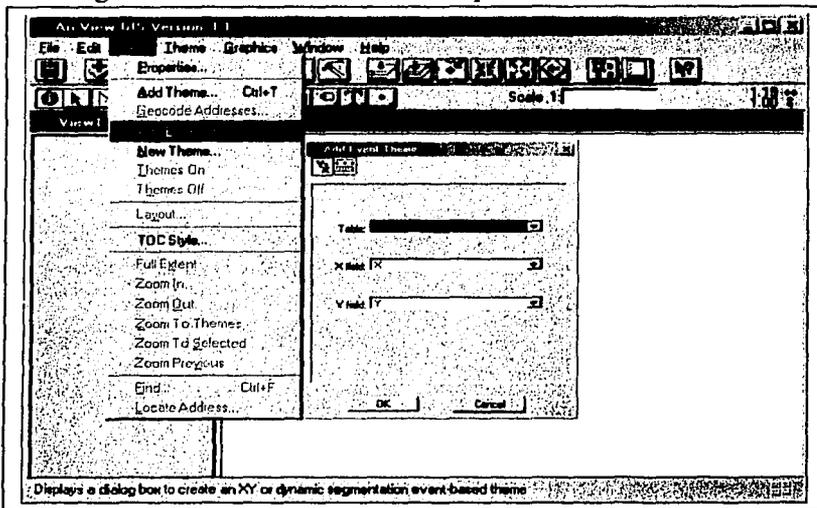
En caso de optar por la segunda opción, resulta muy útil el *software* denominado ERIC II el cual incluye información de las estaciones meteorológicas ubicadas en toda la república mexicana incluyendo las del Servicio Meteorológico Nacional y las de algunas dependencias de gobierno como la CNA. Este paquete cuenta con un listado de estaciones y su localización geográfica lo que facilita su manipulación mediante el SIG.

Una vez seleccionadas las estaciones que cubren el AOE se pasan a una base de datos con extensión Dbf para que sea leída por ArcView, el requisito primordial es que debe existir un campo con la clave de la estación, las coordenadas de la misma, así como los datos necesarios para obtener la información, en este caso la precipitación media anual para cada estación, con esto se procede de la siguiente manera:

1. Abrir ArcView
2. Seleccionar el documento *Tables*
3. Agregar una Tabla (en este caso nuestra base de datos) mediante la opción *Add*
4. Abrir una nueva vista y agregar la localización de las estaciones mediante el comando *Add Event Theme* del Menú *View* para generar así un archivo *Shape* (Ver figura 3.6)
5. En el cuadro de diálogo seleccionar la base de datos, y los campos donde se encuentran almacenadas las coordenadas "X,Y" (longitud y latitud) de las estaciones de monitoreo.

Después de generar el nuevo tema se procede a realizar un proceso de interpolación (Ver figura 3.7) que da como resultado el cálculo de la precipitación media anual para toda el AOE mediante la opción *Interpolate Grid* del menú *Surfase*.

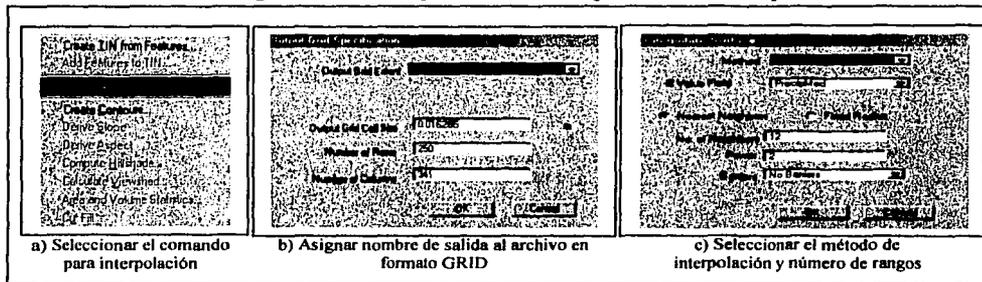
Figura 3.6 Generación de un tema a partir de una base de datos



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

Aquí se especifican tanto los parámetros del tamaño de pixel, como el número de columnas y filas a continuación se abre un nuevo cuadro de diálogo, en el cual se especifica el método de interpolación y el campo que contiene los valores que se utilizarán, las características de vecindad y de radio así como el número de clases que se desean, una vez realizada la interpolación se salva el resultado en formato Grid mediante la opción *Save Data Set* del menú *Theme* con el nombre que se desee en este caso se optó por *Precimed*.

Figura 3.7 Pasos para realizar el proceso de interpolación



Fuente: Manual de ArcView, ESRI 1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

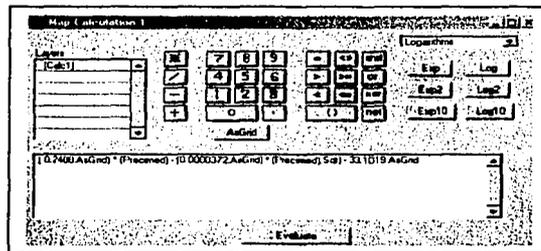
El producto resultante se emplea como insumo para generar el mapa de PECRE a partir de la fórmula que se presenta en el manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio (pag. 178) y mediante la aplicación del comando *Map Calculator* ubicado en el menú *Analysis*, lo cual permite realizar una multiplicación directa sobre la imagen recién creada.

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{precipitación}) - 0.0000372 (\text{precipitación})^2 - 33.1019$$

Para utilizar la fórmula anterior dentro de comando *Map Calculator* es necesario escribirla de la siguiente forma en el cuadro de diálogo correspondiente (Ver figura 3.8):

$$[0.2408.\text{AsGrid}] * [\text{Precimed}] - [0.0000372.\text{AsGrid}] * [\text{Precimed}].\text{Sqr} - 33.1019.\text{AsGrid}$$

Figura 3.8 Introducción de la fórmula para la obtención del valor de PECRE mediante *Map Calculator*



Fuente: *Manual de ArcView, ESRI 1996*

Al obtener el valor del PECRE se procede entonces con cálculo de los valores para el IALLU, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{IALLU} = [1.1244] * [\text{PECRE}] - 14.7875$$

La cual se sustituye para ser utilizada por *Map Calculator* como se muestra a continuación:

$$\text{IALLU} = [1.1244.\text{AsGrid}] * [\text{PECRE}] - 14.7875.\text{AsGrid}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Obtención del factor de erodabilidad del suelo (CAERO)

El siguiente índice y quizá uno de los más laboriosos para su obtención es el CAERO, este se encuentra relacionado directamente con las unidades de suelo presentes en el AOE y de igual forma que los anteriores índices su cálculo se sustenta en la Tabla 3.5, que para tal efecto viene en el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, en esta se asigna un valor que varía del 0.5 al 2.0 para cada tipo suelo atendiendo a su erodabilidad o susceptibilidad a la erosión.

Tabla 3.5 Clasificación de las unidades del suelo con base al CAERO

CAERO	Unidades de Suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Ql	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Yy	Yt	Zt					

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

En caso de existir combinación de dos o más suelos es necesario realizar un promedio ponderado en base al porcentaje de ocurrencia de cada unidad de suelo, en función a la siguiente fórmula:

$$\text{CAERO de la unidad ambiental} = \frac{\text{CAERO de la unidad de suelo } i \times \text{Porcentaje de ocurrencia de la unidad de suelo}}{100}$$

Debido a que esta operación se repite para todas las unidades de suelo comprendidas en el AOE, en la Tabla 3.6 se muestra de manera practica como se puede manejar esta relación para efectuar los cálculos directamente en ArcView, con lo cual se simplifica esta labor.

Tabla 3.6 Relación de porcentaje para unidades de suelo primario, secundario y terciario

Unidad de Suelo	Cálculo de CAERO	Valor de CAERO
Re	1.0×1	1.00
Re + Hh	$1.0 \times .7 + 0.5 \times .3$	0.85
Re + Hh + Je	$1.0 \times .7 + 0.5 \times .2 + 1.0 \times .1$	0.90

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

Para poder trabajar de esta manera se requiere separar en la base de datos las unidades de suelo por campos independientes como se muestra a continuación:

1. Añadir en una vista nueva la cobertura de suelos
2. Abrir la base de datos mediante *Open Theme Table* ubicado en la barra de botones.
3. Selecciona la opción *Start Editing* del menú *Table*
4. Generar cuatro nuevos campos mediante la opción *Add Field* del menú *Edit* para el cálculo del índice CAERO. (Ver figura 3.9)

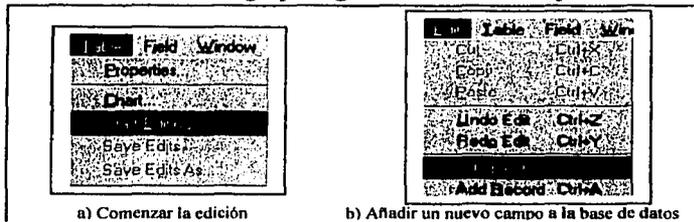
CAEROPRI (para el suelo dominante).

CAEROSEC (para el suelo secundario).

CAEROTER (para el suelo terciario).

CAERO (para el valor final del índice).

Figura 3.9 Cuadro de diálogo para generar nuevos campos en ArcView



a) Comenzar la edición

b) Añadir un nuevo campo a la base de datos

Fuente: ArcView, ESRI 1996

Una vez generados los campos, se procede al llenado de la información con ayuda del botón *Query Builder*, este permite seleccionar todos los tipos de suelo que presentan un valor de CAERO similar, mediante un proceso sencillo

Concluida la asignación de todos los valores, el siguiente paso es obtener el valor definitivo de CAERO para cada unidad (Ver figura 3.12), en el caso de las unidades que presenten un solo tipo de suelo se seleccionan estos mediante *Query Builder*, posteriormente en el cuadro de diálogo de *Calculate* se señala que el valor del campo CAERO será igual al valor de CAEROPRI

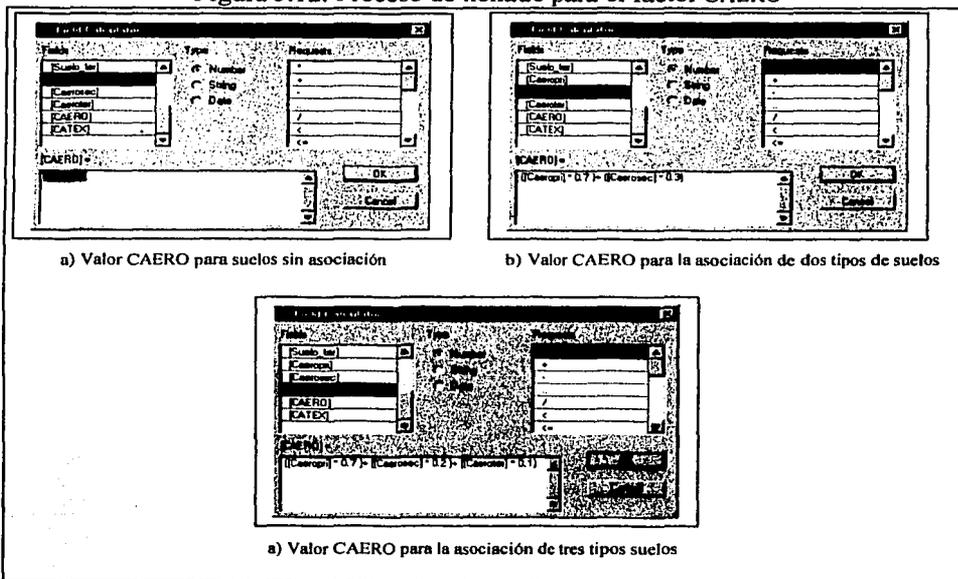
Para las unidades conformadas por la asociación de dos tipos de suelos dentro del cuadro de diálogo se establece la ecuación

$$([CAEROPRI] * 0.7) + ([CAEROSEC] * 0.3)$$

Por último para aquellas conformados por la asociación de tres tipos de suelos la ecuación quedara de la siguiente forma:

$$([CAEROPRI] * 0.7) + ([CAEROSEC] * 0.2) + ([CAEROTER] * 0.1)$$

Figura 3.12. Proceso de llenado para el factor CAERO



Fuente: ArcView, ESRI 1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

c) Obtención del factor de textura (CATEX)

Para el cálculo del índice CATEX, se emplea el mismo procedimiento descrito para el CAERO, agregando un campo en la base de datos de suelos donde se pondrá el valor asignado a la textura y las fases físicas, en correspondencia a los datos de la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Clasificación de textura y fase física CATEX

CATEX	Textura y Fase Física
0.2	1
0.3	2
0.1	3
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

Con el comando *Query Builder* se seleccionan las unidades que presenten la misma textura o fase física y con ayuda del botón *Calculate* se le asigna el valor CATEX para cada una almacenándolo en su respectivo campo.

Una vez terminado el proceso de asignación de índices se deben salvar los cambios en la base de datos, para ello se selecciona del menú *Tables* la opción *Save Edits* o directamente *Stop Editing*, al utilizar este último el sistema pregunta si se desean salvar los cambios, se acepta y vuelve a quedar bloqueada la base, permitiendo abandonar la tabla y cerrar la vista.

d) Obtención del factor del relieve (CATOP)

Hasta este momento se tienen elaborados tres de los cinco índices que en total conforman la ecuación que nos permita calificar el grado de erosión hídrica laminar que puede presentar el suelo, falta calcular CATOP y CAUSO, el primero retoma la cobertura de pendientes que se genero a partir de la topografía, solo que en esta ocasión los rangos en los cuales se agrupa la pendiente difieren a los que se generaron para la aptitud basándose en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Clasificación por rangos de pendiente CATOP

CATOP	Clase de Pendiente	Rango	Topoforma Asociada
0.35	A	0 - 0.8 %	Valle, Llanura, Mesetas con Variación de 500 mts.
3.50	B	8 - 30 %	Lomerios, Mesetas con Variación de 500 a 750 mts.
11.00	C	Mayor al 30 %	Sierra, Bajada, Meseta con Variación mayor de 750 mts.

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

En caso de no contar con las pendientes se puede realizar la asignación de CATOP en base a la topoforma predominante como se puede observar en la misma Tabla 3.8.

e) Obtención del factor de cobertura (CAUSO)

Para el cálculo del índice CAUSO se utiliza la cobertura de uso de suelo y vegetación conjuntamente con la aplicación de un fórmula similar a la utilizada para el cálculo del CAERO, enfocada al hecho de contar con un tipo de vegetación primaria relacionada o asociada a un tipo de vegetación secundaria.

$$\text{CAUSO de la unidad ambiental} = \frac{\text{CAUSO por uso del suelo} \times \text{Porcentaje de ocurrencia de cada uso del suelo}}{100}$$

Obteniendo el valor para cada unidad a partir del valor correspondiente de CAUSO de la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Clasificación por usos de suelo CAUSO

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.15	Matorral

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

Al concluir el proceso de obtención de los diferentes índices y previo a la aplicación de la fórmula para el cálculo de la erosión se requiere realizar la conversión de formato vectorial a raster de cada una de las coberturas en ArcView, tomando para cada caso el

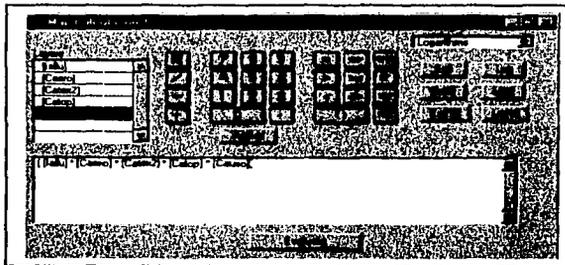
campo del índice correspondiente para generar la nueva imagen tipo Grid siguiendo los pasos que se muestran a continuación.

1. Activar la extensión *Spatial Analysis*.
2. Abrir la vista correspondiente a cada tema.
3. Seleccionar la opción *Convert to Grid* del menú *Theme*.
4. Asignar el nombre de salida.
5. Se establecen los parámetros del tamaño de pixel, numero de columnas y filas que componen la imagen.
6. Selección del campo en base al cual generar la imagen es decir el índice.

Para finalizar se colocan todas las imágenes en una sola vista para proceder al cálculo de la erosión hídrica de la siguiente manera:

1. Añadir todos los mapas en una nueva vista *View*
2. Seleccionar del menú *Analysis* la opción *Map Calculator*.
3. Introducir la fórmula en el cuadro de diálogo seleccionando los elementos de la lista y agregando los factores necesarios para el cálculo (Ver figura 3.13)
4. Oprimir el comando *Evaluate* ubicado en la parte inferior del cuadro de diálogo para que corra la fórmula
5. Guardar la imagen resultante con el comando *Save data Set* del menú *Theme*.
6. Reclassificar las unidades resultantes en 4 clases con base a la Tabla 3.10.

Figura3.13 Obtención del índice de erosión laminar mediante ArcView



Fuente: ArcView, ESRI 1996

Tabla 3.10 Nivel de degradación del suelo

Clase de degradación	Valor de la erosión laminar
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año
Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio, SEDUE 1988

3.1.1.2 Recurso agua

El segundo componente del subsistema natural es el Recurso Agua, su análisis se realiza enfocado a dos aspectos principales: aguas superficiales y aguas subterráneas, cuyos objetivos principales son:

1. Determinar la disponibilidad del recurso en el AOE.
2. Establecer los tipos y niveles de deterioro del recurso en función de la información disponible.
3. Identificar los niveles de oportunidad para el uso del recurso.

El análisis para el AOE incluye fundamentalmente el estudio de las condiciones que prevalecen en los ríos y principales cuerpos de agua a nivel de subregión y cuencas hidrológicas. Su disponibilidad se calcula a partir del análisis de puntos de muestreo dentro de las subregiones en función de las condiciones climáticas y su deterioro.

Para este fin se genera un mapa de Cuencas, basándose en el mapa de aguas superficiales de INEGI a escala 1:250,000, realizando la digitalización hasta el nivel de subcuenca, en el caso del análisis de deterioro se contó con información de muestreos de calidad del agua con lo cual se genero un mapa de puntos de muestreo de calidad del agua, (Ver anexo cartográfico), y dado que una parte importante del estudio se enfoco más al desarrollo acuícola existente en la zona fue elaborado un mapa de concesiones acuícolas, no obstante, de tratarse de un OET.

En este apartado mucha de la información tabular relacionada con el tema fue obtenida con ayuda de la subgerencia de monitoreo y análisis del agua, quienes se

encargaron de los cálculos necesarios para obtener el balance hídrico, lámina de precipitación, lámina de evapo-transpiración, lámina de escurrimiento, lámina de infiltración aunque no se realizó una cobertura específica para la representación de estos eventos la información si fue considerada en el momento de generar el diagnóstico integrado.

3.1.1.3 Recurso biota

El tercer elemento se refiere a la flora y fauna distribuida a lo largo de toda el AOE y que en conjunto conforma el Recurso Biótico, el cual se constituye como un componente ambiental resultado de la interacción de elementos diferenciadores o dominantes, como el relieve, el clima, el agua y el suelo, todo incluido dentro de una estructura ecológica compleja, esta situación convierte al medio biótico en el recurso más vulnerable y más sensible ante los cambios que ocurren de manera natural o provocados por la acción humana.

A continuación se describen los elementos más representativos dentro de este proceso de planificación:

- La vegetación y la flora constituyen la fuente de madera, leña, medicamentos y comestibles, entre otros productos. Asimismo, hacen las veces de bancos de germoplasma y reguladores de los ciclos biogeoquímicos de la naturaleza. Son, también, el hábitat de la fauna silvestre.
- La condición de la vegetación es un indicativo del grado de perturbación del sitio.
- La conservación de la vida silvestre permite el mantenimiento de los procesos ecológicos y, en consecuencia, de los recursos naturales que puede aprovechar la sociedad⁴.

⁴ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

Dentro de este estudio destacaron únicamente los aspectos de la vegetación, en vista de que no se tiene conocimiento de bases de datos actualizadas de fauna silvestre que tengan una representatividad cartográfica. La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) cuenta con un buen banco de información, pero en el momento de la realización del OET de la Costa Norte de Veracruz, no se encontraba suficientemente sistematizado por lo que no fue posible ingresarla a este proyecto. Por otro lado, la fauna tiende a ser sumamente dinámica y difícil de monitorear, lo cual complica todavía más la situación de la representatividad geográfica.

El recurso de la vegetación al igual que los recursos descritos con anterioridad se analiza y evalúa con base al enfoque de disponibilidad-deterioro, en el cual la disponibilidad esta asociada a los sitios donde existe algún tipo de vegetación natural susceptible de ser utilizada para algún fin productivo (maderable, medicinal, alimenticio, etcétera) o la preservación del ecosistema.

A) Modificaciones ecológico-paisajísticas

Un elemento importante a considerar en este apartado es el deterioro que puede presentar la vegetación dentro del AOE, su calculo tomo como base la cartografia del INEGI utilizando en primer lugar el mapa de Uso del Suelo y Vegetación de 1980, en base al cual se realizó una actualización de unidades con ayuda de fotografías aéreas.

Posteriormente en ARC/INFO se realizó la sobreposición de ambas coberturas, a partir de la información obtenida se generó un producto denominado Modificaciones ecológico-paisajísticas (Ver anexo cartográfico), mediante el cual se muestran los diversos grados de sustitución de la vegetación natural, desde aquella que se encuentra en un estado de hasta las áreas que muestran una sustitución absoluta de las comunidades originales por áreas agrícolas y/o ganaderas (Ver tabla 3.11).

Cabe señalar que el término vegetación conservada no es indicativo de ninguna especie de vegetación en particular, por lo que puede tratarse de bosques templados, bosques tropicales, matorrales, manglares o cualquier otro tipo.

Tabla 3.11 Modificaciones ecológico-paisajísticas

ZONAS	DESCRIPCIÓN
Sin modificación aparente	Prácticamente inalteradas, sus componentes se encuentran en estado natural o muy cercano al natural sus modificaciones han sido originadas por eventos naturales o procesos inherentes a la dinámica evolutiva de los mismos. <i>Ejemplo: Bosques de pino/encino sustituidos por Bosques de pino/encino con algún tipo de vegetación natural</i>
Débilmente modificadas	Presenta ligeras modificaciones de carácter antrópico en los componentes bióticos pudiendo ser automitigables y sin la ocurrencia de alteraciones en su desarrollo. <i>Ejemplo: Bosque mesófilo de montaña sustituido por Selva alta perennifolia</i>
Parcialmente modificadas	Existen determinadas alteraciones en la estructura de los componentes bióticos originando su secundarización pero sin afectar sus propiedades más estables por lo que es posible su recuperación por vías naturales. <i>Ejemplo: Vegetación de galería sustituida por Agricultura de temporal</i>
Medianamente modificadas	Mantienen restos de componentes biogénicos secundarios con alteraciones de composición y estructura y la dinámica funcional originadas por un proceso gradual de asimilación y transformación antrópica. <i>Ejemplo: Selva alta subperennifolia sustituida por Pastizales</i>
Fuertemente modificadas	Predominan los agrosistemas poco mecanizados sobre el resto de las formaciones secundarias y las practicas antropogénicas comienzan a afectar algunos de los componentes abióticos como el microclima y el suelo. <i>Ejemplo: Bosque de galería sustituido por Pastizal cultivado</i>
Muy fuertemente modificadas	Se caracterizan por la total sustitución de los componentes biogénicos de esta forma los ecosistemas naturales y secundarios se ven reemplazados por agrosistemas altamente mecanizados u otro tipo de sistema antrópico. <i>Ejemplo: Bosque de pino o encino sustituido por agriculturas o pastizales</i>
Paisaje antrópico	Han sido creadas sobre elementos naturales modificados por el hombre como marco y sustento de sus propias necesidades predominando los elementos tecnogénicos sobre restos de componentes naturales con dinámica funcional totalmente artificial. <i>Ejemplo: Presas, Bordos, Canales o Corredores Agroindustriales</i>
Zonas urbanas	El paisaje natural ha sido transformado al grado de que este desaparece en su mayor parte para ser sustituido por formas culturales, poblados y ciudades. <i>Ejemplo: Bosques, Selvas o Pastizales naturales sustituidos por Poblados</i>

Fuente: Estudio Especializado en Acuacultura y Ordenamiento Ecológico en municipios costeros de Michoacán, SEMARNAP Dirección General de Acuacultura 1996

Como complemento al tema se identificaron aquellas zonas determinadas como regiones prioritarias terrestres, destacando para el caso de Veracruz las zonas de Humedales generándose su cobertura correspondiente (Ver anexo cartográfico), tomando como base la información generada por CONABIO, ajustada con base a la cartografía base en escala 1:250,000.

El siguiente paso en el desarrollo de la fase de Diagnóstico es el de caracterizar los subsistemas socioeconómico y productivo

3.1.2 Subsistema socioeconómico

El subsistema socioeconómico tiene como objetivo analizar las características de la población que contribuyan al conocimiento de las causas que influyen en el estado del medio natural. Por lo tanto, el criterio para determinar las variables que se utilizaron fue en primera instancia, tomar aquellas que implican una relación directa con el territorio o el medio físico y las propias de la sociedad que puedan dar indicios de su relación con el medio. En este sentido, se marcaron tres aspectos principales que sirven de lineamientos para abordar el estudio de la población dentro de un ordenamiento ecológico:

1. Distribución de la población.
2. Dinámica de la población (espacial y temporal).
3. Aspectos socioeconómicos.

3.1.3 Subsistema productivo

Por su parte para el desarrollo del diagnóstico del subsistema productivo es necesario identificar las variables a considerar relacionadas con los siguientes lineamientos generales:

- Superficie que ocupan las actividades productivas.
- Infraestructura existente y grado de tecnicidad para su desarrollo.
- Insumos utilizados.
- Tipos o formas de producción.

Del análisis de estos lineamientos se obtiene la tipificación de cada una de las actividades productivas, con lo que es posible definir las y caracterizarlas. Comúnmente, las actividades de una economía se dividen en tres grandes grupos:

Actividades primarias. Aquellas que se relacionan con el aprovechamiento de los recursos naturales, como el suelo, el agua, la flora y la fauna, de las que se derivan actividades económicas como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca, principalmente.

Actividades secundarias. Tienen que ver con la transformación de todo tipo de bienes y productos en otros nuevos o diferenciados. En este grupo se ubican las manufacturas, la minería, la construcción, la generación y distribución de energía eléctrica.

Actividades terciarias. Corresponden a las actividades complementarias a las dos anteriores, y se refieren al comercio y a la gran gama de servicios.

En el caso de OET de la Costa Norte de Veracruz estos dos subsistemas sufrieron una adecuación debido a que en los términos de referencia se especificaba la entrega de 3 documentos cartográficos que en esencia contenían la misma información pero con un acomodo diferente, los mapas que se integraron fueron:

- Mapa de Dimensión económica
- Mapa de Dimensión sociopolítica
- Mapa de Dimensión cultural

Debido a las características de la información involucrada para estos temas que comprende; la determinación puntual de ciertos elementos y el establecimiento de áreas para otros, fue necesario ensamblar los mapas con el manejo de varias coberturas integradas en una sola vista en ArcView, conjuntando así para una mejor representación, coberturas de puntos, polígonos y líneas. De igual forma se recurrió al uso de tablas para brindar un apoyo visual a la representación de cada tema.

La Dimensión Económica (Ver anexo cartográfico), incluyó como componentes principales información de los campos petroleros, pozos de explotación y yacimientos

petroleros detectados en el AOE, así como también los principales polos de desarrollo económico tanto actual como potencial, identificación de las zonas agrícolas, zonas avícolas, zonas ganaderas, puertos marítimos, zonas arqueológicas, zonas turísticas y localización de algunas de las principales zonas de desastres y de inundaciones.

Las tablas que acompañaban a este mapa incluían datos del Producto Interno Bruto (PIB) por ramo de actividad y por sectores productivos a nivel general para el estado de Veracruz y el estado de Tamaulipas, así como una tabla a nivel municipal del PIB por sector de actividad.

La Dimensión Sociopolítica (Ver anexo cartográfico), consideró como elementos fundamentales el grado de marginación para cada municipio del AOE, la ubicación de las principales organizaciones sociales acompañadas de tablas donde se describe la población estatal, por municipio y localidad según condición de inmigración y migración, el total de inmigrantes por municipio según su origen así como los principales datos socioeconómicos de cada municipio

La Dimensión Cultural (Ver anexo cartográfico), describe por su parte la situación de la población indígena dentro del AOE mostrando los municipios con presencia de población indígena y tablas que muestran el porcentaje de la población indígena contra el total del municipio, así como los principales grupos étnicos y su porcentaje con relación a la población indígena.

Como suplemento a la información que cada mapa incluye, es posible obtener datos estadísticos de las localidades ubicadas dentro del AOE ya que en la cobertura de poblaciones que se incluye en los tres mapas vienen todos los datos del conteo 95 de INEGI los cuales se pueden consultar directamente desde su respectiva vista en ArcView utilizando el icono *Identify* o bien mediante el comando *Table* del menú *Theme* ya utilizado anteriormente.

3.1.4 Diagnóstico integrado

Con base en la información recopilada y su respectivo análisis por temas así como los productos cartográficos generados, fue posible identificar los elementos que están ocasionando efectos adversos dentro del AOE, tanto en la continuidad de los procesos naturales como en las actividades económicas y el desarrollo social, permitiendo estructurar así el mapa de Diagnóstico integrado (Ver anexo cartográfico) el cual se presenta como la síntesis global del estado que guarda la Costa Norte del Estado de Veracruz, caracterizado por tres componentes principales

El primer componente es el resultado del análisis de los diferentes usos del suelo, su significado en actividades productivas y los estados de conservación de las asociaciones vegetales, a partir de lo cual se estableció una problemática.

El segundo componente, tiene como base la información generada en el mapa geomorfológico, a partir del cual se identificaron unidades en las que puede generarse algún efecto adverso derivado del uso y ocupación de esas áreas. Finalmente, el tercer componente es el resultado de la identificación de los asentamientos humanos más poblados así como cualquier otro sitio en el que se estuvieran desarrollando actividades que pudieran estar generando daños al ambiente, definiendo con ello la problemática puntual del área de estudio.

3.2 FASE IV: PRONÓSTICO O PROSPECCIÓN

El Pronóstico se realiza retomando la información generada durante la fase del Diagnóstico. De su síntesis y análisis se pueden identificar los puntos que merecen pronta atención, al contar con una visión anticipada acerca de cual sería el futuro de los recursos naturales a partir de su deterioro, así como las modificaciones ambientales que podrían sufrir debido al crecimiento poblacional y el incremento de las actividades productivas, con la intención de crear un marco de referencia que sirva como escenario base y que finalmente conduzca hacia la imagen-objetivo.

En suma, el desarrollo de esta fase ofrece la posibilidad de analizar las tendencias de comportamiento de los procesos generales de cambio, de esta manera, la prospección del territorio permite identificar las regiones donde se presenten procesos acelerados de deterioro, siendo estos de origen natural o bien resultado de la influencia de las actividades del hombre y en las cuales es necesario incidir para abatir la problemática ambiental.

Esta etapa tiene un carácter sintético (ofrece una visión integral de la problemática, al considerar los factores naturales, productivos y socioeconómicos), correctivo (es la base para planear y revertir tendencias presentes) y preventivo (permite proponer formas de aprovechamiento que eviten el deterioro de los recursos).

La disponibilidad de estas observaciones prospectivas permitirán, por tanto, esbozar una guía en la definición de estrategias a mediano y largo plazo así como los posibles comportamientos futuros, sean estos posibles o deseables. Asimismo, mantiene un amplio horizonte temporal; es decir, se interesa por eventos y situaciones a largo plazo. Ello trae consigo la flexibilidad, ya que por tratarse de una visión a alcanzar en varios años, permite la elección de futuros alternativos.

La prospectiva es un insumo básico para la planeación, ya que apoya el logro de los siguientes objetivos⁵:

- Construir escenarios o imágenes que consideren la visión del futuro.
- Aportar elementos estratégicos a los procesos de planeación, de apoyo a la toma de decisiones, definición de prioridades y asignación de recursos.
- Impulsar la planeación abierta y creativa fundamentada en una visión compartida del futuro.
- Proporcionar una guía conceptual que permita enfrentar con creatividad e innovación la complejidad del contexto actual tendente a la globalización.

⁵ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

Los escenarios se construyen, en términos generales, a través de la formulación de preguntas tales como⁶:

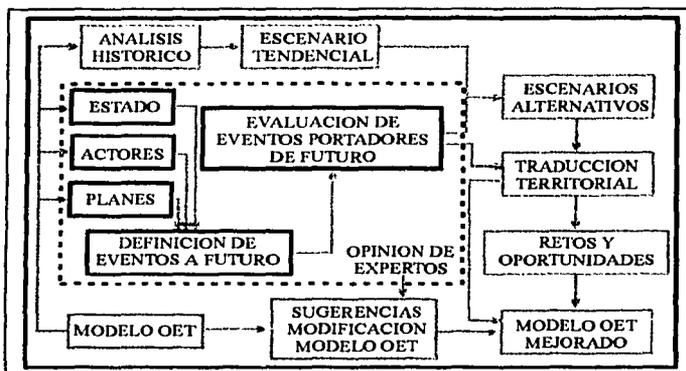
1. Percepción del Presente: *¿En Donde Estamos?*; Delimitación del sistema, constituido por el fenómeno o problema a estudiar y su contexto, el horizonte temporal del estudio y la formulación de algunas conjeturas iniciales sobre las variables esenciales, internas y externas.
2. Percepción del Futuro Probable: *¿Hacia Dónde Vamos?*; Análisis retrospectivo del fenómeno, que indaga sus mecanismos evolutivos, invariables (factores que pueden considerarse constantes en el horizonte temporal determinado) y tendencias profundas a largo plazo, considerando tanto los elementos estables como los indicios de cambio y exploración de indicios que revelen un hecho transformador: germen de cambio, diseño de escenarios probables y alternos..
3. Diseño del Futuro Deseable: *¿Hacia Dónde Queremos Ir?*; Elaboración de escenarios alternativos (propiamente) a partir de las evoluciones más probables de las variables esenciales, la interacción y negociación de los actores, y las transformaciones que pueden emerger.
4. Estrategias de Desarrollo: *¿Hacia Dónde Podemos Ir?*; Después de construidos los escenarios se pueden considerar su formulación cuantitativa y determinarse así sus probabilidades relativas.

Con esta base metodológica, en el ejercicio de prospectiva realizado para el caso del OET de la Costa Norte del Estado de Veracruz los objetivos se dirigieron a la construcción de escenarios sobre la evolución a corto, mediano y largo plazo (entre la actualidad y el año 2025) de los componentes del modelo enfocado a tres rubros principales, Presión de la Población, las Actividades productivas y Usos del Suelo, para construir escenarios

⁶ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

ambientales, que finalmente y en la medida de lo posible, fueron traducidos a impactos geográficos territoriales (Ver figura 3.14).

Figura 3.14 Prospectiva del OET



Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, México 2000.

Aunque durante el desarrollo de esta fase el SIG no fue utilizado para generar los productos finales, ya que se emplearon más los métodos matemáticos y el análisis estadístico, siguió siendo la fuente más importante de información que permitió dar cumplimiento a los objetivos de esta fase.

3.2.1 Presión de la Población.

Con la comparación de los datos censales de 1960 a 1995 por localidad se construyó una base de datos que permitiera estimar la evolución de la población con base en un método matemático, cuya principal virtud es la de requerir de poca información y la sencillez de los cálculos, lo cual se consideró de suma importancia dado que para el presente estudio se requería conocer la probable evolución de 2,781 localidades identificadas en la base cartográfica del ordenamiento. No obstante, debido a que se estableció como requisitos necesarios: a) contar con dato de 1995, y b) tener dos datos como mínimo, es que sólo se pudo proyectar la población de 2,113 localidades.

Cabe señalar que esta base de información tuvo una serie de depuraciones que implicaron la eliminación de datos discrepantes así como de aquellas comunidades que no tuvieran referencia al año 1995. La manera como se calcularon estas constantes, fue mediante regresiones lineales con ayuda del paquete estadístico *CurveExpert 1.3*.

Una vez revisados los resultados, se estuvo en condición de establecer un balance cuantitativo sobre la evolución de la población dentro del área de ordenamiento: cuantas continuarían creciendo, cuantas desaparecerían y en que áreas se concentrarían los crecimientos.

3.2.2 Actividades económicas.

Un sistema complejo por su carácter holístico se debe estudiar considerando esta condición de funcionamiento. Debido a esto se ha anticipado el empleo de técnicas y modelos de aplicación que manejen la prospectiva y los escenarios futuros; tanto para prevenir el deterioro territorial, así como detectar posibles oportunidades socioeconómicas para los actores sociales.

En el caso de la Costa Norte de Veracruz, este apartado se enfocó a la revisión de las alteraciones del suelo ocasionadas por la pérdida de vegetación natural existente en el AOE, en contra posición con el incremento de actividades agrícolas y ganaderas, ampliamente relacionadas con el aumento de población en la zona a lo largo de un periodo de comparación de 29 años, contando para ello con el mapa de vegetación de 1970 y la actualización de esta para 1999, obtenida de la cartografía de INEGI y el auxilio de la interpretación de fotografías aéreas.

Otros métodos utilizados para el establecimiento de las tendencias de comportamiento que permiten la creación de escenarios alternativos fueron; la extrapolación de tendencias, el análisis de variaciones canónicas, el análisis de colas de tendencia y el sistema complejo.

3.2.3 Usos del suelo.

Para establecer un pronóstico sobre la evolución de los usos del suelo y las asociaciones de vegetación, se preparó una base cartográfica con información de 1970 y 1999, con la finalidad de estimar el grado de avance en los últimos 29 años de las actividades productivas sobre la vegetación natural.

Una parte importante del proyecto fue la determinación de las tendencias históricas en aquellos asuntos e indicadores que forman parte del modelo. Asimismo, se definieron y evaluaron *eventos portadores de futuro*; es decir, sucesos que podrían darse en el futuro y que, de hacerlo, podrían alterar las tendencias, modificando su dirección o reforzándola.

Permitiendo así con la información del diagnóstico y las estadísticas históricas hacer posible la elaboración de los escenarios tendenciales, esto es, aquellos que en el futuro seguirán vigentes a partir de las tendencias del desarrollo.

La evaluación de los eventos portadores de futuro (importancia, deseabilidad, probabilidad de ocurrencia, fechas probables de ocurrencia e impacto), sus diferentes combinaciones y su posible impacto sobre las tendencias permitieron definir escenarios alternativos sobre la futura evolución de las presiones sobre el ambiente y el estado del medio natural.

CAPÍTULO 4

FASES V Y VI DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

Al concluir la caracterización y el diagnóstico del territorio en materia de recursos naturales, actividades productivas y aspectos económicos, se cuenta con una fotografía actualizada del AOE, y un completo dictamen de su condición a partir de la información cartográfica y geoestadística disponible para su análisis, se construyó una visión prospectiva que incorpora elementos de importancia para determinar la posible evolución a largo plazo del OET, basado en la necesidad de incluir elementos dinámicos que permitiesen tener una imagen de las presiones sobre el ambiente y el estado del mismo a la fecha y determinar así la imagen de desarrollo a la cual se desea llegar (imagen- objetivo).

En función de los resultados obtenidos y la incorporación de nuevos elementos de información que influyen directamente sobre el medio ambiente y su calidad ecológica como son fragilidad, presión y vulnerabilidad es posible establecer las directrices del manejo de los recursos naturales, en forma conjunta con las actividades económicas más apropiadas para llevar a cabo el desarrollo sustentable dentro del AOE.

Para alcanzar estos resultados es necesario definir y establecer las estrategias, políticas y usos del suelo acordes con la estructura y las posibilidades de cada una de las unidades que conforman el AOE, para posteriormente plasmarlas en programas, leyes, decretos y acuerdos que serán observados para su correcta instrumentación por parte de las autoridades federales, estatales, municipales, particulares y diversas organizaciones sociales, de aquí la importancia de las dos últimas fases del POET; La Fase Propositiva y la Fase de Ejecución.

4.1 FASE V: PROPOSITIVA

Es considerada la parte medular del OET, ya que su objetivo principal es el de asignar un nuevo esquema de uso y manejo de los recursos naturales existentes en el AOE,

lo que da la pauta para asegurar su aprovechamiento racional y sostenido así como establecer las estrategias generales del ordenamiento.

Durante este proceso se realiza la integración de la información con ayuda del SIG, en base al manejo de mapas en formato digital que resumen el comportamiento de los diferentes subsistemas considerados en el ordenamiento y de bases de datos generadas con el mismo fin.

Todo ello, con el propósito de obtener en principio, un producto denominado Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), término que identifica a las unidades espaciales que constituyen la base territorial para evaluar la oferta ambiental y su manejo con fines de planificación espacial y sectorial, que servirán de marco a las "Políticas Ambientales para el Uso del Territorio", representando la forma más general del uso actual del suelo además de los usos predominante, compatible y condicionado para garantizar el uso sustentable de los recursos naturales, considerando en todo momento como temáticas básicas a la fragilidad del territorio y la calidad ecológica de los recursos naturales.

Al realizar la integración de las políticas y los usos del suelo al modelo de ordenamiento ecológico, este debe ser complementado mediante un cuadro de obras, servicios y acciones, así como una serie de lineamientos o criterios ecológicos de carácter general para definir las actividades necesarias que tendrán lugar durante su ejecución. Los principales productos cartográficos esperados para esta fase son:

MAPA	FUENTE	ESCALA
Unidades de gestión territorial	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Fragilidad	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Presión	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Vulnerabilidad	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000
Modelo de ordenamiento ecológico	INEGI/SOLTA PRUNA	1:250,000

4.1.2 Definición de las unidades de gestión ambiental (UGA's).

Además de los mapas antes mencionados para esta fase destaca la elaboración de una cobertura de unidades del paisaje la cual servirá como antecedente inmediato para generar el mapa de Unidades de Gestión Ambiental.

La elaboración de la cobertura de unidades del paisaje se sustenta en el análisis e interpretación de cartografía temática que incluye; topografía, geología y edafología, a nivel de geoformas, unidades litológicas y grupos primarios de suelo respectivamente. Los tres mapas ya fueron utilizados en procesos anteriores, pero en este caso, tanto el mapa de Geología como el de Edafología requieren de algunas modificaciones para su uso.

Para obtener una nueva cobertura de geología con base a las principales unidades litológicas (rocas ígneas, sedimentarias y volcánicas), se procede a realizar una agrupación de polígonos utilizando ARC/INFO mediante el comando *Dissolve*, indicando el nombre de la cobertura de entrada, el nombre de la cobertura de salida y el campo por el cual se van a reagrupar las unidades quedando estructurada la instrucción de la siguiente manera:

```
(C:\)[ARC]DISSOLVE Geología Rocas Form_lito
```

De igual forma se procede con la cobertura de suelos tomando como base el campo en el cual se registran las unidades de suelo dominante, eliminando las líneas de polígonos contiguos con la misma unidad de suelo como se muestra a continuación:

```
(C:\)[ARC]DISSOLVE Edafolo Suelos Suelp_pri
```

Con estas tres coberturas se realiza una sobreposición para obtener una primera versión de unidades del paisaje:

```
(C:\)[ARC]UNION Geoforma Rocas Paisaj1 .5
```

```
(C:\)[ARC]UNION Paisaj1 Suelos Paisatmp .5
```

La cobertura resultante deberá someterse a un proceso de depuración dado el gran número de unidades que se generan lo cual hace difícil su manipulación, sin olvidar, que la escala establecida para la impresión de los mapas es 1:250,000 haciendo que unidades muy pequeñas sean imperceptibles, por lo que un primer paso fue eliminar aquellas unidades cuya área fuera menor a 25 Hectáreas, utilizando el comando *Eliminate* de ARC/INFO:

```
(C:\)[ARC]ELIMINATE Paisatmp Paisajes
: Res Area < 250000
: Presionar Enter
:N
:N
```

De esta agrupación y reclasificación se obtuvieron 976 unidades que corresponden a las diferentes formas de relieve, y que resumen la convergencia del relieve, la geología y los suelos esto es; los elementos más representativos del ambiente físico.

Sin embargo, no hay que olvidar que sobre estas formas se están desarrollando actividades que favorecen en mayor o menor medida los procesos que las modifican o por el contrario, existen asociaciones de vegetación que establecen un equilibrio, por ello se incluyó esta variable como elemento para dividir las formas de relieve y definir así unidades más homogéneas, mismas que fueron revisadas particularmente con la finalidad de evitar en lo posible una fragmentación excesiva, obteniéndose de esta segunda división y depuración 463 unidades, estableciéndose así en forma definitiva las Unidades de Gestión Ambiental (Ver anexo cartográfico).

4.1.2 Estimación de escenarios

Con base a la división del territorio en UGA's y el Diagnóstico Integrado que es el análisis de todos los aspectos físicos, bióticos y sociales por cada unidad diferenciada se dan las condiciones necesarias para crear un marco de referencia que sirve como base en la creación de la imagen-objetivo, con la intención de encontrar soluciones a la problemática general y puntual, así como las ventajas y desventajas para la continuidad de las actividades que se desarrollan en el momento actual dentro de cada UGA.

De aquí la importancia de generar los escenarios probables que resultan ser subsecuentes a la estimación de tendencias realizada en la fase anterior, clasificados de la siguiente manera:

Escenarios alternativos. Se establecen dentro del AOE como resultado de la aplicación de medidas preventivas y correctivas de carácter ambiental que ayudan a disminuir las tendencias al deterioro

Escenarios deseables. Son producto de una selección de los escenarios alternativos y representan la imagen objetivo a lograr en el AOE, considerando para ello el estado ideal de desarrollo sin que exista destrucción del ambiente.

La formulación de estos escenarios si bien, no implican la generación de nuevo material cartográfico, si depende de los productos realizados con anterioridad como ayuda en la consulta y análisis de información, lo cual aunado a la existencia de tablas, matrices y/o gráficas generadas conjuntamente u obtenidas de otras fuentes censales son indispensables para estimar aspectos tan importantes como son:

- Tendencias de comportamiento de índices e indicadores; hacia donde se incrementa la erosión, o si el uso de suelo predominante se lleva acabo y acorde al potencial del suelo.
- Porcentajes de disminución del avance del deterioro de los ecosistemas; que tantas hectáreas de bosque han sido desmontadas para establecer zonas agrícolas o de pastizales.
- Estrategias distintas del OET; donde se indiquen usos y aprovechamiento recomendables y prohibidos, medidas de prevención, control y mitigación de efectos degradantes del medio.

4.1.3 Determinación de fragilidad, presión y vulnerabilidad del territorio

Con base en lo anterior y con el fin de darle mayor sustento al diagnóstico realizado hasta el momento, como sustento para la construcción de las políticas ambientales se plantea la elaboración de los mapas de fragilidad natural, presión y vulnerabilidad, lo cual permite valorar la capacidad del medio para enfrentar diversos fenómenos de impacto. El establecimiento de estas características busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Identificar diferentes niveles de fragilidad, presión y vulnerabilidad con base en las características de los componentes naturales: elementos morfoclimáticos; formas y procesos generales del relieve, pendiente y precipitación; suelo (tipos y grados de erodabilidad) y vegetación.
- Relacionar la fragilidad, la presión y la vulnerabilidad con la condición global de deterioro de los recursos naturales, y determinar los factores que propician dicho deterioro.
- Relacionar la fragilidad con la presión socioproductiva sobre el espacio.
- Emplear la fragilidad, presión y vulnerabilidad como insumos para la determinación de las políticas ambientales.

La fragilidad territorial está determinada por la correlación entre la sensibilidad conjunta de los componentes naturales, principalmente la relación relieve-pendiente-suelo-vegetación. Como ejemplos de ecosistemas con alta fragilidad, pueden citarse un bosque mesófilo de montaña ubicado en laderas empinadas, o un manglar de terrenos inundados sujetos a un intercambio continuo de sales y corrientes de agua dulce y salada en una circulación recíproca océano tierra. En ambos casos, cualquier cambio de origen natural o antrópico constituye una presión que repercute fuertemente en el ambiente modificándolo de una manera irreversible eliminándose principalmente la cobertura vegetal y el sustrato edáfico.

La condición de irreversibilidad-reversibilidad se encuentra fuertemente asociada con las categorías de fragilidad. En el caso de efectuarse impactos severos sobre un terreno muy frágil, la reversibilidad a la condición original (antes de efectuarse el impacto) es prácticamente imposible o puede tardar demasiado tiempo para recuperarse.

Por el contrario, los sitios con baja fragilidad se regeneran rápidamente aun cuando existan impactos considerables. Asimismo, las zonas frágiles son fácilmente afectables por la influencia de los paisajes contiguos, en tanto que las zonas poco frágiles pueden ubicarse y mantenerse aun existiendo sitios aledaños con fuerte presión.

4.1.3.1 Fragilidad

La fragilidad es un indicador ambiental que mide la calidad de los recursos naturales considerando elementos del ambiente físico y del ecológico en igual número de componentes, para evitar o disminuir la posibilidad de que el resultado sea sobre o subvalorado.

Debe aclararse que para el análisis de fragilidad no se consideran elementos sociales o económicos, debido a que estos elementos se han incorporado en otros productos del Ordenamiento Ecológico.

Los criterios rectores para la evaluación de los niveles de fragilidad en el aspecto ecológico son: procesos ecológicos, cobertura de las asociaciones de vegetación y magnitud de las asociaciones, mientras que para el aspecto físico sobresalen: suelos, procesos geomorfológicos y la magnitud de las geoformas.

A cada elemento se le agregó un valor numérico que varía entre 1 y 5, aumentando el nivel de la fragilidad de muy baja hasta muy alta dependiendo del valor asignado, las calificaciones se otorgaron con base a los procesos ecológicos por tipo de vegetación, el grado de cobertura de las asociaciones y en función a la superficie de cubrimiento como puede observarse en el Anexo 2 cuadros 4.1, 4.2 y 4.3.

En la definición de la fragilidad por tipo de suelo se tomaron en cuenta los datos representados en el Cuadro 4.4 del anexo 2, el cual nos relaciona el tipo de suelo predominante con el nivel de fragilidad correspondiente.

Para el caso de los principales procesos geomorfológicos que se llevan a cabo dentro del AOE, se requirió de elaborar una nueva cobertura tomando como referencia las unidades geológicas, y realizando los ajustes requeridos con ayuda de la cobertura de Geofomas. Obteniéndose así una relación de los principales procesos geomorfológicos que tienen lugar en la zona, a los cuales se les asignó su valor de fragilidad correspondiente (Ver cuadro 4.5 anexo 2).

Por último con ayuda de la cobertura de geofomas y el dato correspondiente a la superficie de cubrimiento proporcionado directamente por ARC/INFO, para cada unidad que conforma la totalidad del AOE fue posible calcular la fragilidad por magnitudes de las formas del relieve como se ve en el Cuadro 4.6 del anexo 2.

Toda la información contenida en los cuadros descritos anteriormente se debe integrar ahora a su respectiva cobertura la forma más sencilla y dado que ya se cuenta con las tablas generadas es realizar una unión de la tabla con la cobertura mediante el comando *Joinitem* de ARC/INFO para posteriormente realizar la sobreposición de estas y generar así una base de datos que integre toda la información generada hasta el momento, el procedimiento se describe a continuación:

```
(C:)\[ARC]UNION Clasveg Classuel Fragil1 .05
```

```
(C:)\[ARC]UNION Fragil1 Procesos Fragil2 .05
```

```
(C:)\[ARC]UNION Fragil2 Clasgefo Fragil3 .05
```

La sobreposición realizada permitió obtener un factor de ponderación como resultado de la suma de los componentes procesados entre el número total de los mismos, esto dio a cada combinación un valor de fragilidad mínimo de 1 (Muy Baja) y máximo de 5

(Muy Alta), el proceso de asignación del grado de fragilidad requirió añadir un nuevo campo en la base de datos con ArcView y realizar la operación de suma del valor de los elementos y efectuar la división entre el número de elementos, mediante los siguientes pasos:

1. Abrir Arcview.
2. Añadir en una vista nueva la cobertura Frágil.
3. Abrir la base de datos mediante *Open Theme Table*, ubicado en la barra de botones.
4. Dentro de la base se selecciona la opción *Start Editing* del menú *Table*.
5. Generar el campo de nombre Fragili, con *Add Field* del menú *Edit*.
6. Seleccionar el nuevo campo con el puntero del ratón.
7. Seleccionar la botón *Calculate*.
8. Escribir en el cuadro de diálogo la operación de suma para el campo de fragilidad de cada elemento y su correspondiente división entre el número de elementos.

Ya que se obtienen los valores definitivos de la fragilidad, se procede a la agrupación de todos los polígonos que cuenten con un mismo valor mediante el comando *Dissolve* de ARC/INFO (Ver anexo cartográfico), como se muestra a continuación:

```
(C:\)[ARC]DISSOLVE Fragil3 Frágil Fragili
```

4.1.3.2 Presión

Este indicador hace referencia a la intensidad con la que se está actuando sobre las distintas asociaciones de vegetación y usos del suelo en respuesta al desarrollo de las actividades productivas y antropogénicas. Las calificaciones que se asignaron para cada caso se presentan en el Cuadro 4.7 del anexo 2.

Al igual que en el caso de la fragilidad, la información concerniente al grado de presión puede agregarse directamente en la base de vegetación mediante el comando *Joinitem* o bien puede procederse de manera manual llenando cada uno de los campos ya sea con ayuda de ArcView o bien entrando el menú *Tables* de ARC/INFO.

Una vez terminada la captura es conveniente realizar una agrupación de polígonos mediante *Dissolve* con el fin de obtener una nueva cobertura en la que se observen claramente los cinco grados de presión para el AOE (Ver anexo cartográfico).

4.1.3.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad del territorio se puede definir como el balance que se establece entre la condición de fragilidad de un ambiente y las presiones a las que se ve expuesto. Para su obtención es necesario combinar los factores de fragilidad y presión, asignado a cada combinación un nivel de vulnerabilidad.

El proceso para obtener la cobertura de Vulnerabilidad requiere de la sobreposición de la fragilidad y la presión mediante el comando *Union* generando una nueva cobertura temporal de vulnerabilidad.

(C:)\[ARC]UNION Fragil Presion Vulnetmp .5

La base de datos producto de la sobreposición debe ser manipulada mediante ArcView para asignarle a cada unidad generada su respectiva condición de vulnerabilidad, como en otras ocasiones es necesario agregar un nuevo campo, el cual será llenado según la clasificación que se presenta en el Cuadro 4.8 del anexo 2.

El proceso en ArcView es sencillo ya que solo se debe preguntar por cada una de las combinaciones descritas y llenar el campo correspondiente, una vez capturada toda la base se realiza nuevamente el proceso de reagrupación con *Dissolve*, obteniendo así la versión final de la cobertura de vulnerabilidad (Ver anexo cartográfico).

4.1.4 Definición de la estrategia general

Las estrategias son el conjunto de acciones o lineamientos de carácter general que crean las condiciones específicas para alcanzar los objetivos deseados:

Globales: Establecen las grandes directrices que deberán orientar el desarrollo, tomando en cuenta su situación actual y las perspectivas generales que se estiman en el corto y mediano plazos.

Sectoriales: En este ámbito se contemplan aquellas estrategias de aplicación en los sectores más relevantes, que correspondan a la lógica de la división social del trabajo o a la partición de los fenómenos o afinidades de la naturaleza y la sociedad.

Territoriales: Se refiere a las estrategias que permitan dar cohesión interna a la región y articulación con otras regiones, considerando elementos de localización tales como: cercanía, conectividad, dispersión, contigüidad, entre otras.¹

De tal forma, que con base a los resultados obtenidos hasta el momento y la generación de la imagen-objetivo (planteamiento de la situación ambiental que se espera alcanzar a largo plazo, resultado de la selección del escenario deseable) se esta en condiciones para establecer la estrategia general. La cual se compone de la aplicación discrecional de políticas territoriales a implementar en el AOE y las UGA's que ahora la componen.

4.1.4.1 Políticas territoriales

Un componente importante dentro del planteamiento de las estrategias lo conforma la asignación de políticas territoriales cuyos principales objetivos son:

1. Dar respuesta a los diferentes niveles de deterioro que presentan los recursos naturales (agua, aire, suelo, vegetación y fauna).
2. Garantizar el desarrollo sustentable que articule el crecimiento económico con la protección y conservación de los recursos naturales de la región².

¹ INE, *Términos de Referencia Para Elaborar un Ordenamiento Ecológico*, México 1999

² SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

Mediante su aplicación se busca promover de manera equilibrada territorios impulsores del desarrollo socioeconómico paralelamente con espacios geográficos suficientes para mantener los servicios ambientales que dan vida a las actividades productivas, estas políticas reflejan el potencial natural o las limitantes regionales, y son independientes de la estrategia de desarrollo o de la definición de los usos del suelo.

Dentro de un Ordenamiento Ecológico las políticas son concebidas de la siguiente manera:

Aprovechamiento. Política ambiental en la que se promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite establecer su cambio en la totalidad de la UGA donde se aplica, siempre y cuando las características actuales y potenciales sean las adecuadas inclusive para el desarrollo urbano, procurando mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de recarga de los ecosistemas que contiene la UGA.

Restauración. Política que promueve la aplicación de programas y actividades encaminados a recuperar o minimizar, con o sin cambios en el uso del suelo, las afectaciones producidas por procesos de degradación en los ecosistemas tales como contaminación, erosión, deforestación, etc., incluidos dentro de la UGA. Por medio de su aplicación se tratan de restablecer las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales que se llevan a cabo dentro de la UGA, para que una vez restaurada sea reasignada sobre ella otra política ambiental.

Conservación. Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que cumplen con una función ecológica relevante y su utilización, sin que esto último implique cambios masivos en el uso del suelo en la UGA donde se aplique. Su principal objetivo es el de mantener tanto la forma como la función de los ecosistemas, a la vez que se utilizan los recursos existentes en la UGA.

Protección. Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en sistemas de áreas naturales protegidas en el ámbito federal, estatal o municipal, para

asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, quedando la utilización de los recursos naturales sujeta a la normatividad estipulada en el programa de manejo que sea definido por la administración del área protegida³.

Para la definición de las políticas ambientales para el OET de la Costa Norte de Veracruz se procedió tomando como base los indicadores de fragilidad y presión (Ver cuadro 4.9 anexo 2). El proceso de captura de datos fue similar al realizado anteriormente para la obtención de la vulnerabilidad en ArcView, seleccionando la combinación de la que se desea obtener su política correspondiente.

Obteniéndose así, una versión preliminar de las políticas que se establecerán dentro del AOE, para lograr una mayor precisión en su designación y poder definir los usos del suelo se incluyeron dos variables adicionales; la geoforma y el tipo de vegetación, a las cuales se les asignó una política considerando su potencial de aprovechamiento para el desarrollo de alguna actividad específica, la conservación de sus recursos naturales, la protección de ecosistemas de relevancia ecológica, la restauración de zonas deterioradas y el aprovechamiento de los recursos sin sobrepasar su capacidad, como se observa en los Cuadros 4.10 y 4.11 del anexo 2.

La aplicación de estos indicadores permitió elaborar una cobertura preliminar de políticas territoriales. Debido a que la designación definitiva requiere ser establecida teniendo como marco de referencia las UGA's es necesario realizar una sobreposición entre ambas coberturas con la finalidad de obtener para cada unidad su respectiva política territorial.

Ahora bien, ya que se habla de un proceso de particularización a partir de una información general es común la presencia de unidades con más de una política lo cual determino el establecimiento de criterios alternativos que permitieran una mejor clasificación.

³ SEMARNAP, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, Memoria Técnica 1995-2000, México 2000.

El más sencillo de ellos fue el seleccionar aquella política que presentara una mayor superficie de cubrimiento, sin embargo a este respecto cabe hacer algunas aclaraciones ya que si dentro de una unidad se encuentran ubicadas zonas denominadas como Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias de Conservación o Zonas de Reserva Ecológicas, por decreto estas se regulan principalmente bajo las políticas de Protección y Conservación. Siendo posible en ocasiones la asignación de la política de Aprovechamiento siempre y cuando se observen las normas establecidas dentro de los decretos ya existentes y los usos previstos sean compatibles con el medio ambiente, procurando evitar su degradación.

Como ejemplo de este caso se puede mencionar la zona de Humedales de la Costa Norte de Veracruz, en la cual predominan las políticas de conservación y protección, no obstante se permite para algunas zonas el aprovechamiento principalmente con fines de uso acuícola. En otros casos es indispensable retomar los resultados de análisis elaborados anteriormente como son: erosión, ubicación de asentamientos humanos, cubrimiento de actividades productivas así como condiciones de problemática zonal o puntual para establecer la condición que más favorezca a la unidad en cuestión.

Obteniéndose de esta manera como producto final el mapa de políticas territoriales asignadas para cada una de las UGA's (Ver anexo cartográfico), atendiendo al comportamiento y características que se presentan a partir del manejo del mapa de diagnóstico integrado, conjuntamente con la fragilidad, presión, la vulnerabilidad y las modificaciones ecológico-paisajísticas, incluyendo también los asentamientos humanos, más la estimación de tendencias que se pueden establecer a partir del comportamiento que se tiene en la actualidad y de como evolucionará en el futuro el medio natural.

4.1.4.2 Definición de los usos del suelo

Otro componente importante en la determinación de las estrategias lo constituye el establecimiento de los usos del suelo en sus modalidades de uso propuesto, compatible y

condicionado, esto se logra atendiendo principalmente a las condiciones actuales de la vegetación y el análisis de las aptitudes del suelo que se presenten para cada UGA.

El planteamiento básico para la definición de los usos propuestos del OET fue el de respetar los usos actuales que estén de acuerdo con la vocación del suelo establecida por la geoforma y el uso actual o asociación de vegetación que sustenta el sitio, considerando los criterios que se definen en los Cuadros 4.12 y 4.13 del anexo 2.

La modalidad de uso del suelo establecida para cada UGA dependió de una evaluación de las posibilidades y limitaciones de cada geoforma o asociación de vegetación, para sostener un determinado uso del suelo, teniendo en cuenta los criterios que se expresan en el Cuadro 4.14 del anexo 2. La asignación definitiva de usos del suelo, propuesta para el OET de la Costa Norte de Veracruz considero además, a los indicadores de fragilidad y presión así como a la Política Ecológica establecida en cada UGA.

Todo esto con la finalidad de proponer la intensificación de los usos del suelo en aquellos sitios subutilizados, respetando el uso actual cuando este constituyera una zona de amortiguamiento para zonas vecinas de conservación o protección, disminuir la intensidad de los usos cuando se rebasara el potencial de aprovechamiento establecido para la forma de relieve o vegetación y proteger o conservar zonas de importancia ecológica o que resulten incompatibles para el desarrollo de actividades productivas.

Los usos propuestos para el AOE son: Agrícola (Ag), Ganadero (Gan), Pesca (Ps), Acuicultura (Ac), Forestal No Maderable (Fnm), Urbano (Urb), Industrial (Ind), Turístico (Tu), Flora y Fauna (FyF) y Espacio natural (En). Con respecto a la categoría establecida para cada tipo de uso debe entenderse por:

Uso Predominante. Uso del suelo o actividad actual establecida con un mayor grado de ocupación de la unidad territorial, cuyo desarrollo es congruente con las características y diagnóstico ambiental (aptitud territorial) y que se quiere incentivar en función de las metas estratégicas regionales.

Uso Compatible. Uso del suelo o actividad actual que puede desarrollarse simultáneamente espacial y temporalmente con el uso predominante que no requiere regulaciones estrictas especiales por las condiciones y diagnóstico ambiental.

Uso Condicionado. Uso del suelo o actividad actual que se encuentra desarrollándose en apoyo a los usos predominantes y compatibles, pero que por sus características requiere de regulaciones estrictas especiales que eviten un deterioro al ecosistema.

4.1.5 Criterios ecológicos para el manejo de las UGA's.

Con base en los usos del suelo y en las características físicas, económicas y bióticas del AOE para cada unidad territorial definida, se elaboraron una serie de criterios para el mejor aprovechamiento de los recursos existente, mismos que se clasificaron por tipo de uso y política ecológica.

Cabe señalar, que algunas UGA's contienen pequeñas superficies que requieren de una política diferente a la predominante y por lo tanto de la asignación de criterios particulares;. Así mismo, debido a la amplia gama de actividades que pueden haber quedado sin consideración, dentro de los criterios establecidos, se abrió la posibilidad de hacer evaluaciones específicas de su factibilidad, indicando el requerimiento de pasar por el procedimiento de evaluación en materia ambiental.

4.1.6 Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE)

Es la conclusión del análisis territorial, formulado a partir de los resultados obtenidos en las fases anteriores cuya tarea principal es la aplicación de las políticas que fomenten de manera equilibrada espacios para la promoción del uso y aprovechamiento óptimo del territorio (Ver anexo cartográfico).

En términos generales el MOE esta compuesto por una propuesta cartográfica donde se plasman por UGA's las políticas territoriales y los usos predominantes, tablas de designación de usos donde se definen los usos predominantes, compatibles y condicionados, la regulación de las actividades productivas para cada unidad, el aprovechamiento de los recursos naturales, el establecimiento de áreas o patrimonios naturales, zonas de amortiguamiento, depósitos para residuos y áreas bajo riesgo de contingencia ambiental, así como la regulación de las obras, servicios y acciones propuestas por el organismo encargado establecidas en forma de normas, lineamientos y criterios de regulación ecológica⁴.

4.1.6.1 Lineamientos y Criterios de Regulación Ecológica

La Regulación Ecológica es el instrumento más fino de la promoción de las actividades productivas, la tabla de criterios que la acompaña es un listado de todas las regulaciones aplicables en la región, que son asignadas al modelo a través de las UGA's.

Los criterios ecológicos son de dos tipos: genéricos y específicos; los primeros, se refieren a aquellas disposiciones aplicables a cada UGA, independientemente de la actividad que se desee desarrollar, en esta categoría se encuentran los criterios para el manejo de los ecosistemas y los de equipamiento e infraestructura; los específicos por su parte promueven, regulan o prohíben tecnologías, mecanismos o formas en la apropiación del territorio.

4.1.6.2 Obras Servicios y Acciones

Para cada UGA se define un conjunto de Obras, Servicios y Acciones que deben ser agrupadas en los siguientes rubros⁵:

- Prevención y control de la contaminación ambiental.

⁴ SOLTA PRUNA, *Metodología para el Estudio de Ordenamiento Ecológico para la Costa Norte de Veracruz*, México 1999

⁵ SEDUE, *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*, México 1988

- Protección y conservación de la flora y fauna silvestre y acuática.
- Establecimiento, regulación y protección de Áreas Naturales Protegidas.
- Restauración ecológica de áreas naturales o productivas deterioradas.
- Prevención y control de emergencias y contingencias ambientales.
- Educación y promoción ambiental en la comunidad.

Se entienden por obras al conjunto de construcciones civiles, publicas o privadas requeridas para cumplir con las estrategias y políticas del ordenamiento. Los Servicios son aquellas actividades gubernamentales de beneficio publico y las acciones son consideradas como las actividades preferentemente concertadas entre el gobierno y la ciudadanía.

4.2 FASE VI: EJECUCIÓN

El proceso que culmina con la elaboración del mapa de Modelo de Ordenamiento Ecológico, requiere ahora de ser consolidado como un instrumento legal, administrativo y financiero aplicable al AOE, para esto toda la información recopilada y obtenida debe presentarse en forma escrita y sintética, de acuerdo al guión del documento de presentación de un POET.

Este documento puede presentar algunas variantes dependiendo del enfoque propio que se le da a cada ordenamiento, como es el caso de la Costa Norte de Veracruz en el cual se dio una importancia relevante a la actividad productiva acuicola así como el seguimiento y evaluación de las causas y efectos que han tenido sobre los ecosistemas costeros, las actividades antropogénicas, con lo cual algunos puntos del guión de presentación pudieron o debieron sufrir algunas modificaciones.

El producto final es el que debe promoverse ante los diversos sectores de la sociedad con la finalidad de lograr su observancia según lo establecido en la LGEEPA en sus artículos 19 y 20. Para este fin sin embargo es necesario que se incluyan al POET algunos trabajos preparatorios de presentación de sus propuestas, dando lugar a una etapa que se conoce como instrumentación, dentro de la cual se incluye todo procedimiento jurídico necesario para llevar la propuesta de ordenamiento ecológico al nivel de decreto o

programa ya que para toda parte propositiva se determina el tipo de instrumento legal, administrativo y financiero necesario para su ejecución.

La segunda etapa importante es la de gestión, la cual comprende la vinculación del proyecto de ordenamiento con la población local, y la coordinación y concertación con los sectores involucrados. A partir de reconocer la función social del territorio, donde las políticas y programas institucionales benefician al conjunto de la sociedad, la gestión se encarga de concertar y validar, en el ámbito sectorial, el estilo de desarrollo que cumpla con las aspiraciones sociales del país.

Cabe aclarar que la gestión es un proceso que está presente no sólo en la etapa de elaboración del estudio; sino que comprende incluso más allá de la instrumentación del ordenamiento.

4.2.1 Etapa de Instrumentación

El Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz fue de carácter regional por lo que debió insertarse dentro del Sistema Estatal de Planeación Democrática establecido en la Ley de Planeación del estado de Veracruz (LPEV), la cual contempla al Comité de Planeación para el Desarrollo del estado (COPLADE) como el responsable de la planeación estatal y a los Comités de Planeación para el Desarrollo Municipal (COPLADEM) como los encargados de proyectar y coordinar las actividades de planeación en el ámbito territorial de su municipio.

Así, la gestión de los productos derivados del Ordenamiento Ecológico de Costa Norte de Veracruz (plano de modelo de usos del suelo, criterios normativos de dichos usos y paquete de servicios, obras y acciones contenidos en los programas) se deberá efectuar de conformidad con los mecanismos establecidos por el COPLADE y el COPLADEM.

Previo a la gestión deberá presentarse el estudio de Ordenamiento Ecológico de la región antes las autoridades municipales para su aprobación y poder continuar con las

siguientes fases de la gestión. El primer punto a considerar para iniciar la gestión es el hecho de que las entidades y dependencias de los tres niveles de gobierno, así como los particulares y organizaciones sociales que realicen actividades productivas en el área de ordenamiento ecológico deberán respetar los usos del suelo indicados en el plano de modelo de ordenamiento ecológico y los criterios normativos de dichos usos, asimismo, deberán cumplir con las responsabilidades que les correspondan en la instrumentación de los servicios, obras y acciones contenidos en los programas del presente estudio.

4.2.2 Etapa de gestión

Para lograr la ejecución y cumplimiento del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio será necesario realizar acciones de coordinación entre los tres niveles de gobierno y de concertación con los particulares y las organizaciones sociales involucrados, a través del COPLADE, ya que éste es un órgano que compatibiliza los esfuerzos que realizan la Administración Pública Federal, el Gobierno del Estado y sus Ayuntamientos en materia de planeación estatal, evitando con ello la dispersión de recursos y la duplicidad de obras, asegurando la terminación puntual de los objetivos y metas establecidos en los programas. Asimismo, representa el medio de enlace entre los sectores de la sociedad y los órganos de gobierno.

Dentro del COPLADE se dará a conocer el estudio de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz, haciendo hincapié en los productos de cumplimiento obligatorio, con el propósito de recoger el punto de vista de los sectores involucrados y lograr el apoyo de los mismos. Con las aportaciones y opiniones que se realicen se harán las modificaciones necesarias al estudio. La coordinación y la concertación institucional también se podrán establecer fuera del marco del COPLADE mediante reuniones directas con los sectores involucrados. Donde podrán participar en las acciones de coordinación las siguientes autoridades:

- **Secretaría de Desarrollo Social, a la cual le corresponde proyectar y coordinar con los gobiernos estatales y municipales la planeación regional (Ley Orgánica de la Administración Pública Federal Art. 32, fracción II).**
- **Los Gobernadores de los Estados de Veracruz y Tamaulipas, podrán celebrar acuerdos de coordinación con la Federación y con los Municipios.**
- **Los Municipios podrán celebrar acuerdos de coordinación con la Federación para la realización de acciones en materia de ecología.**
- **Las Unidades Administrativas encargadas de la planeación dentro de las entidades y dependencias públicas de los tres niveles de gobierno involucrados.**

Es importante señalar que el Consejo Estatal de Ecología de los estados de Veracruz y Tamaulipas también participará en la coordinación y concertación del ordenamiento ecológico, ya que es un órgano de concertación social y de coordinación entre las dependencias y entidades, con funciones técnicas y de consulta que puede establecer acuerdos con las autoridades correspondientes en materia de planeación, organización, coordinación, operación y control de los planes y programas ecológicos

Una vez que se haya coordinado y concertado el estudio de ordenamiento ecológico de la Costa Norte de Veracruz y se hayan hecho las modificaciones surgidas en esta etapa, se le dará la denominación de Proyecto. En este momento los gobiernos de los municipios de Veracruz y Tamaulipas, por medio del COPLADE, que es la instancia más cercana entre la población y la autoridad, convocarán a la realización de foros de consulta popular para incorporar al proyecto las demandas y propuestas de la comunidad. Podrán participar en esta etapa organizaciones de obreros, campesinos, pescadores, profesionales y ecologistas, instituciones académicas y de investigación, partidos políticos, así como miembros de la comunidad en general.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

El ordenamiento ecológico del territorio ha sido formulado como un proceso metodológico encaminado a satisfacer por una parte, la creciente necesidad de la población por planificar su crecimiento, y por otra, cumplir con los lineamientos nacionales en materia de regulación ecológica. Obteniendo así el marco bajo el cual se sustenta la elaboración de programas y acciones que permitan asignar a las unidades territoriales el uso de suelo más apropiado, sin el riesgo de que los recursos naturales se vean afectados de manera permanente e irreversible, garantizando con ello alcanzar el desarrollo sustentable de una región determinada.

Como se puede apreciar dentro del desarrollo de un OET se ve involucrada una compleja red de relaciones territoriales, la cual hasta antes de la aplicación de los sistemas digitales de procesamiento no contaba con un auxiliar que pudiera integrar en su conjunto el conocimiento del medio natural, el análisis del comportamiento de sus elementos y la relación que guardan con respecto a las diversas actividades socioeconómicas de la población.

De aquí la importancia de la utilización de los SIG durante la elaboración de un OET, como parte fundamental dentro del proceso de evaluación, aprovechamiento y conservación del territorio, ya que permiten entre otras cosas la recopilación de información acerca de los diferentes factores ambientales, económicos y sociales, que tienen lugar en el AOE, su integración y análisis mediante procesos de sobreposición, clasificación y selección, así como el procesamiento de gran cantidad de información, además de la supervisión, actualización y el monitoreo constante de la evolución del territorio.

Su uso facilita además el manejo e interpretación espacial de la información mediante la generación de cartografía digital que puede de igual forma desplegarse en la computadora o bien mediante la impresión de material cartográfico acompañado por tablas,

cuadros o gráficas que otorgan un marco de referencia y análisis más basto que en la forma manual, brindando el sustento para la toma de decisiones a las que estará sujeta el AOE.

Otra característica importante que le confiere un mayor éxito sobre las técnicas manuales durante el desarrollo de trabajos de ordenamiento ecológico, es la posibilidad de desarrollar una interface con el usuario final, de esta manera la población en general que requiera del uso de la información contenida dentro del SIG puede hacerlo de manera sencilla con un mínimo de capacitación, siendo posible la consulta y manipulación de los mapas y sus bases de datos guiados por un sencillo menú de opciones previamente programado donde se incorporen las funciones y herramientas más utilizadas.

En el caso del Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz el resultado del estudio quedó plasmado dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico, en el cual se resumen el conjunto de políticas y usos del suelo asignados para lograr un óptimo aprovechamiento y establecer las medidas encaminadas al mejoramiento de las condiciones ambientales.

Después de haber pasado por un cuidadoso proceso de selección de los elementos más sobresalientes dentro del AOE que incluyo el manejo de temas como: geología, sistema de topoformas, geoformas, edafología, uso de suelo y vegetación, fue posible la delimitación de 463 Unidades de Gestión Ambiental, que sirvieron de marco para designar aquellas áreas más adecuadas para el establecimiento de las políticas y usos compatibles con las condiciones naturales, en función a sus características y problemática ambiental, así como de las diversas actividades económicas y sociales desarrolladas dentro de cada UGA.

De este proceso se obtuvieron 179 UGA's correspondientes al 42% del AOE destinadas a la política de aprovechamiento, presentando la mayor concentración a partir de su porción central hasta alcanzar el extremo sur, 41 UGA's encaminadas a la conservación cubriendo el 7% de la superficie del AOE, principalmente en las zonas de los grandes cuerpos de agua y sus cercanías, con excepción de la Laguna Pueblo Viejo, 34 UGA's para protección distribuidas a lo largo de la franja costera hacia el sur del AOE y un área al norte

de la Laguna de Tamiahua franqueada por las lagunas Chaivel, La Tortuga y Champayán con un 5% de ocupación del territorio y por último 209 UGA's con propósitos de restauración distribuidos a todo lo largo del AOE y un fuerte predominio en la región que va de la porción central hacia su extremo norte con una distribución total del 46%.

Con estos datos es claro el predominio de zonas de aprovechamiento y restauración lo que denota una región con gran potencial pero al mismo tiempo una zona con grandes problemas resultado posiblemente de una planeación inadecuada o deficiente.

A su vez cada política ambiental recibió la asignación de diferentes usos del suelo destacando la ganadería con 103 unidades, la acuacultura con 43, la agricultura con 21, uso industrial y turismo con tres y una unidad respectivamente en el caso de la política de aprovechamiento.

En el caso de la conservación esta mostró una subdivisión tan solo de tres usos, flora y fauna en 23 unidades, pesca en 15 y forestal no maderable tan solo en tres unidades, en cuanto a la política de protección todas la UGA's fueron reservadas para su uso como espacios naturales.

Mientras que los usos propuestos para la política de restauración comprenden 134 UGA's para uso forestal no maderable, 70 para flora y fauna, tres con uso industrial y tan solo dos para el turismo tomando en cuenta para ambos casos las condicionantes de normatividad ambiental respectivas.

Por último, al establecimiento de las políticas ambientales y los usos de suelo propuestos se añaden los componentes ambientales de fragilidad, presión y vulnerabilidad como parte importante de los elementos que forman parte del AOE, esto con la finalidad de que sean tomados en cuenta para que, sin importar la actividad que se este realizando sobre determinada UGA se apliquen las medidas pertinentes de manejo y control de riesgos para en la medida de lo posible no sea alterado de manera significativa el entorno natural.

Un aspecto importante a considerar con respecto al Ordenamiento Ecológico del Territorio y otros estudios en materia ambiental, es el hecho de que desde la aparición de las computadoras y el desarrollo de los SIG el manejo de esta información ha resultado ser menos laboriosa que mediante el uso de técnicas manuales, permitiendo alcanzar mejores resultados en periodos de tiempo más cortos, un ejemplo muy claro de esto se observa en el mapa de índice de erosión del suelo, los cálculos que conllevan a la elaboración de este producto normalmente de dos semanas pueden efectuarse en un periodo no mayor a tres días. Menos confusión.

Sin embargo, no hay que olvidar que ante el desempeño de los SIG los resultados que se obtengan serán tan buenos como lo sean las fuentes con las cuales se este trabajando, siendo la prioridad del geógrafo el esforzarse en obtener los mejores insumos sin escatimar en cantidad y calidad de información, ya que no se obtendrá nada del SIG que no tenga sustento en la información que se le haya suministrado.

Con base en lo anterior es necesario, contar con una percepción clara de que se trata de una herramienta más dentro del ámbito de la geografía y por lo tanto requiere de un manejo y aplicación adecuada, enfatizando el hecho de que su utilización visto desde este punto de vista implica necesariamente la presencia de muchas ventajas, pero a la vez enfrenta desventajas y condicionantes importantes a considerar al momento de su utilización.

Las principales ventajas que reporta el uso de los SIG dentro del ámbito de los estudios de índole territorial se pueden agrupar en los siguientes rubros:

- Manejo de información dentro de un contexto espacial.
- Incremento en la eficiencia, capacidad de análisis y productividad.
- Mejor almacenamiento, monitoreo y actualización de información.
- Eliminación de tareas redundantes.
- Mayor precisión.

- Permite una mejor evaluación de la información con capacidad de predicción de eventos auxiliando con ello en la correcta toma de decisiones.
- Acrecienta la calidad de los productos finales (archivos digitales, mapas, tablas, gráficos, fotografías aéreas, imágenes de satélite).
- Ahorro de tiempo en la toma de decisiones y reducción de costos.
- Proporciona el fácil acceso para la utilización y consulta pública de la información, incrementando la interacción con el usuario final.

Por otro lado las desventajas o condicionantes que tienden a presentarse al implementar un SIG como herramienta para el desarrollo de estudios ambientales pueden referirse de la siguiente manera:

- Los costos de adquisición de equipo adecuado y programas especializados al momento de su implementación resultan ser altos.
- Requerimiento de personal capacitado en la operación del SIG.
- La información cartográfica requiere siempre de una geo-referenciación
- El material digital debe presentar compatibilidad de formato, escala y proyección.
- El manejo de las bases de datos requiere de una estructuración coherente y no debe presentar inconsistencias o vacíos en la información que proporciona.
- El nivel de detalle que se obtiene se encuentra relacionado directamente con la escala original del material suministrado al SIG.
- Errores por variación de escalas sin efectuar procesos de generalización y clasificación.
- Requiere conocimiento de métodos adecuados para el procesamiento de datos.

ANEXO 1
Fichas para la descripción temática del Medio Natural

Cuadro 1.1 Descripción de la condición climática del AOE con base en el Sistema de topoformas

CLAVE DE TOPOFORMA	CLIMA	CLAVE DE CLIMA	RÉGIMEN DE HUMEDAD	TEMPERATURA MEDIA ANUAL	PRECIPITACIÓN INVERNAL	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	Semicálido subhúmedo	(A)C(w1)(w)(e)w"	Intermedio	< 18° C	Menor al 5%	11587.50
8.36.2	Semicálido subhúmedo	(A)C(w1)(w)(e)w"	Intermedio	< 18° C	Menor al 5%	15482.56
8.39.3	Semicálido subhúmedo	(A)C(w1)(w)(e)w"	Intermedio	< 18° C	Menor al 5%	32305.68
	Semicálido subhúmedo	(A)C(w2)(e)w"	El más húmedo	< 18° C	Entre 5 y 10.2 %	5488.33
	Cálido subhúmedo	Aw0(w)(e)g	El menos húmedo	< 22° C	Menor al 5%	398.25

Fuente: Carta de Climas, CONABIO, Escala 1:1,000,000, 1999

Cuadro 1.2 Descripción de la condición edáfica del AOE con base en el Sistema de topoformas

CLAVE DE TOPOFORMA	UNIDAD EDAFOLÓGICA	UNIDAD DE SUELO PREDOMINANTE	CLASE TEXTURAL	FASE FÍSICA	FERTILIDAD	ERODABILIDAD	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	E+Hh+Vc/3	Rendzina	Fina	Lítica	Alta	Moderada	910.02
	I+Hh+E/2	Litosol	Media	Sin fase física	Alta	Moderada	13.84
	Jc+Bk/2	Fluvisol calcárico	Media	Sin fase física	Baja	Alta	3531.69
	Re+I+Hh/2	Regosol eútrico	Media	Pedregosa	Moderada	Moderada	880.54
	Vp+Vc/3	Vertisol pélico	Media	Lítica	Baja	Moderada	4838.75
8.36.2	Vp+Vc/3	Vertisol pélico	Fina	Sin fase física	Baja	Moderada	4.03
	Be+Hh+Re/2	Cambisol eútrico	Fina	Sin fase física	Moderada	Baja	1154.65
	E+Hh+Vc/3	Rendzina	Media	Sin fase física	Alta	Moderada	403.49
	I+E/2	Litosol	Fina	Lítica	Alta	Moderada	992.52
	I+Hh+E/2	Litosol	Media	Sin fase física	Baja	Alta	1205.68
	I+Re+Vp/2	Litosol	Media	Sin fase física	Baja	Alta	65.44
	Re+I+Hh/2	Regosol eútrico	Media	Sin fase física	Baja	Alta	1207.20
	Re+I+Hh/2	Regosol eútrico	Media	Lítica	Baja	Moderada	2086.87
	Vp/3	Vertisol pélico	Media	Sin fase física	Baja	Moderada	64.16
	Vp+Bk/3	Vertisol pélico	Fina	Pedregosa	Moderada	Baja	1013.80
	Vp+Vc/3	Vertisol pélico	Fina	Sin fase física	Moderada	Baja	2259.84
	Vp+Vc/3	Vertisol pélico	Fina	Sin fase física	Moderada	Baja	5376.32
8.39.3	E+I+Re/2	Rendzina	Media	Lítica	Alta	Moderada	358.90
	Hh+Rc+Vp/2	Feozem háptico	Media	Lítica	Moderada - alta	Moderada	640.93
	I+Hh+E/2	Litosol	Media	Sin fase física	Baja	Alta	37150.20
	Vp+Hc/3	Vertisol pélico	Fina	Lítica Profunda	Moderada	Baja	39.35

Fuente: Carta Edafológica, INEGI, Escala 1:250,000, 1985

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Cuadro 1.3 Descripción de la condición geológica del AOE con base en el Sistema de topoformas

CLAVE DE TOPOFORMA	PERIODO	CLASE DE ROCA	CLAVE	TIPO DE ROCA PREDOMINANTE	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	Cretácico inferior	Rocas sedimentarias consolidadas	Ki(cz)	Caliza	128.85
	Cretácico superior	Rocas sedimentarias de consolidación media	Ks(cz-lu)	Caliza-lutita	2124.97
	Cuaternario	Rocas sedimentarias no consolidadas	Q(al)	Deposito aluvial	1618.40
	Eoceno	Rocas sedimentarias de consolidación media	Te(lu)	Lutita	1209.76
	Oligoceno	Rocas sedimentarias de consolidación media	To(lu-ar)	Lutita-arenisca	422.17
	Terciario	Rocas metamórficas consolidadas	T(Si)	Sienita	388.53
	Terciario superior	Rocas volcánicas consolidadas	Ts(B)	Basalto	2859.95
	Cuaternario	Rocas sedimentarias no consolidadas	Q(al)	Deposito aluvial	2580.86
	Eoceno	Rocas sedimentarias de consolidación media	Te(lu)	Lutita	261.28
	Mioceno	Rocas sedimentarias de consolidación media	Tm(lu-ar)	Lutita-arenisca	1537.43
	Oligoceno	Rocas sedimentarias de consolidación media	To(lu-ar)	Lutita-arenisca	59.26
	Terciario	Rocas metamórficas consolidadas	T(Ga)	Gabro	5636.02
	Terciario superior	Rocas volcánicas consolidadas	Ts(B)	Basalto	253.05
	Terciario superior	Rocas volcánicas consolidadas	T(Si)	Sienita	194.96
8.36.2	Cretácico superior	Rocas sedimentarias de consolidación media	Ks(lu)	Lutita	3245.68
8.39.3	Cretácico inferior	Rocas sedimentarias consolidadas	Ki(cz)	Caliza	3487.63
	Cretácico superior	Rocas sedimentarias de consolidación media	Ks(cz-lu)	Caliza-lutita	7713.23
	Cuaternario	Rocas sedimentarias no consolidadas	Q(al)	Deposito aluvial	17291.97
	Plioceno	Rocas sedimentarias no consolidadas	Tpl(cg)	Conglomerado	210.31
	Terciario	Rocas metamórficas consolidadas	T(Si)	Sienita	1194.19
	Terciario superior	Rocas metamórficas no consolidadas	Ts(tr)	Travertino	187.94
					11520.79
					70.99

Fuente: Carta Geológica, INEGI, Escala 1:250,000, 1985

Cuadro 1.4 Descripción de la condición hidrológica del AOE con base en el Sistema de topoformas (cuencas y subcuencas)

CLAVE DE TOPOFORMA	REGIÓN HIDROLÓGICA	CUENCA HIDROLÓGICA	SUBCUENCA HIDROLÓGICA	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	San Fernando-Soto La Marina	Laguna de San Andrés-Laguna Morales	Río El Carrizal	11587.46
8.36.2	San Fernando-Soto La Marina	Laguna de San Andrés-Laguna Morales	Río El Carrizal	15482.53
8.39.3	San Fernando-Soto La Marina	Laguna de San Andrés-Laguna Morales	Río Barberena	17352.34
	San Fernando-Soto La Marina	Laguna de San Andrés-Laguna Morales	Río El Carrizal	16771.40
			Río Tigre O Cachimbas	4068.47

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 1.4a Descripción de la condición hidrológica del AOE con base en el Sistema de topoformas
(corrientes principales)

CLAVE DE TOPOFORMA	CUERPO	TIPO DE CORRIENTE	NOMBRE	LONGITUD (m)
8.36.1	Acueducto	Acueducto	S/N	5749.04
	Río	Intermitente	Las Alazanas	13705.91
			Pedregoso	4381.07
			S/N	125085.16
	Río	Perenne	El Estero	0.85
			S/N	1479.85
San Pedro			779.24	
8.36.2	Acueducto	Acueducto	S/N	974.66
	Canal	Canal	S/N	8951.49
	Río	Intermitente	A. Verde	1738.95
			Brasilito	5669.90
			El Naranjo	6204.90
			Las Guajolotas	1357.56
			Los Algodones	5343.73
			Los Gatos	2887.51
			S/N	94784.10
	Río	Perenne	Varas Dulces	2682.35
			Bejarano	11093.40
			Carrizal	20213.61
			El Estero	781.20
			La Minita	5762.57
			Los Gringos	3787.58
San Pedro			12785.38	
S/N			1368.05	
8.39.3	Acueducto	Acueducto	S/N	1368.05
	Río	Intermitente	A. Hondo	4485.70
			Dos De Abril	1578.19
			El Agua	4166.80
			El Aguacate	6548.76
			El Caballo	1361.83
			El Cabrito	4556.73
			El Cautivo	2358.92
			El Guaje	6314.65
			El Higuierón	3124.70
			El Nogal	7821.80
El Olivo	4514.01			

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Cuadro 1.4a (Continuación) Descripción de la condición hidrológica del AOE con base en el Sistema de toposformas (corrientes principales)

CLAVE DE TOPOFORMA	CUERPO	TIPO DE CORRIENTE	NOMBRE	LONGITUD (m)
8.39.3	Río	Intermitente	El Pedregoso	59.21
			El Plomo	5614.30
			El Risco	3975.00
			La Tortuga	1029.48
			Las Alazanas	5235.68
			Las Yucas	953.07
			Magucyito	6439.60
			Ratón	3898.96
			S/N	633211.79
			Tinajas	7836.63
			Tocho	1085.85
			Tres Piedras	5920.21
	Río	Perenne	El Alamo	3182.41
			La Calabaza	25108.25
			Las Palmas	2548.01
			Llano Grande	724.75
			S/N	4959.18
			San Pedro	10884.91

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

Cuadro 1.4b Descripción de la condición hidrológica del AOE con base en el Sistema de toposformas (cuerpos de agua)

CLAVE DE TOPOFORMA	CUERPO	TIPO DE CORRIENTE	NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	Río	Intermitente	Pedregoso	253.95
8.36.2	Laguna	Intermitente	S/N	1.55
	Presa	Perenne	República Española	784.51
	Río	Perenne	Carrizal	21.17
8.39.3	Laguna	Intermitente	Los Frailes	0.73
			S/N	2.10

Fuente: Carta de Aguas Superficiales, INEGI, Escala 1:250,000, 1985; Carta Topográfica, INEGI, Escala 1:50,000, 1985

Cuadro 1.5 Descripción del uso del suelo y la vegetación del AOE con base en el Sistema de topoformas

CLAVE DE TOPOFORMA	CLAVE DE VEGETACIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN	PROCESOS ECOLÓGICOS	SUPERFICIE (Ha)
8.36.1	Agt	Agricultura de temporal	Transformada	Sustitución	9200.59
	Bc	Selva baja caducifolia	Conservada	Dominancia	1986.76
	er	Erosión	Alterada	Colonización	120.41
	POB	Poblado	Transformada	Ninguno	25.76
8.36.2	Agt	Agricultura de temporal	Transformada	Sustitución	8848.71
	Bc	Selva baja caducifolia	Conservada	Dominancia	1324.11
	Bc/Vs	Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	Semiconservada	Dominancia	1113.99
	Bq	Bosque de encino	Conservada	Dominancia	141.92
	er	Erosión	Alterada	Colonización	967.95
	Pc	Pastizal cultivado	Transformada	Sustitución	2092.23
	Pc/Vs	Pastizal cultivado con vegetación secundaria	Transformada	Sustitución	97.22
	POB	Poblado	Transformada	Ninguno	89.17
8.39.3	Agt	Agricultura de temporal	Transformada	Sustitución	14237.67
	Bc	Selva baja caducifolia	Conservada	Dominancia	23912.58
	POB	Poblado	Transformada	Ninguno	39.12

Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación, INEGI, Escala 1:250,000 1979, Actualizada por Solta Pruna 1999

ANEXO 2
Criterios para la asignación de la Fragilidad, Presión,
Vulnerabilidad, las Políticas Ambientales y los Usos de Suelo

Cuadro 4.1 Fragilidad territorial por procesos ecológicos

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	PROCESO ECOLÓGICO	FRAGILIDAD	
Ac	Actividad acuícola	Sustitución	1	Muy baja
Ag	Agricultura	Sustitución	1	Muy baja
Bq	Bosque de encino	Dominancia	3	Media
Vg/er	Bosque de galería con erosión	Dominancia	3	Media
M	Bosque mesófilo de montaña	Dominancia	3	Media
er	Erosión	Colonización	5	Muy alta
er/Agt	Erosión con agricultura de temporal	Sucesión	2	Baja
Ma	Manglar	Dominancia	3	Media
Pc	Pastizal cultivado	Sustitución	1	Muy baja
Pob	Poblados	Ninguno	1	Muy baja
Pt	Popal - tular	Dominancia	3	Media
Ap	Selva alta perennifolia	Dominancia	3	Media
Asp	Selva alta subperennifolia	Dominancia	3	Media
Bc	Selva baja caducifolia	Dominancia	3	Media
Bp	Selva baja perennifolia	Dominancia	3	Media
Mp	Selva mediana perennifolia	Dominancia	3	Media
Msc	Selva mediana subcaducifolia	Dominancia	3	Media
Msp	Selva mediana subperennifolia	Dominancia	3	Media
Vu	Vegetación de dunas costeras	Colonización	5	Muy alta
Vh	Vegetación halófila	Colonización	5	Muy alta
Vs	Vegetación secundaria	Sucesión	2	Baja
Zin	Zona de inundación	Colonización	5	Muy alta
CUERPOS DE AGUA	Canal	Sucesión	2	Baja
	Bordo	Colonización	5	Muy alta
	Pres. Laguna permanente	Dominancia	3	Media
	Laguna intermitente. Cauce permanente	Sucesión	2	Baja
	Cauce intermitente	Colonización	5	Muy alta

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.2 Fragilidad territorial por cobertura de las asociaciones vegetales

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	COBERTURA	FRAGILIDAD	
Ac	Actividad acuícola	Nula	1	Muy baja
Agr	Agricultura de riego	Media	3	Media
Agt	Agricultura de temporal	Baja	5	Muy alta
Bq	Bosque de encino	Alta	2	Baja
Be/Pc	Bosque de encino con pastizal cultivado	Media	3	Media
Vg/er	Bosque de galería con erosión	Baja	5	Muy alta
M	Bosque mesófilo de montaña	Muy alta	2	Baja
er	Erosión	Nula	1	Muy baja
er/Agt	Erosión con agricultura de temporal	Baja	5	Muy alta
Ma	Manglar	Alta	2	Baja
Ma/Pt	Manglar con popal y tular	Muy alta	2	Baja
Pc	Pastizal cultivado	Media	3	Media
Pc/er	Pastizal cultivado con erosión	Baja	5	Muy alta
Pc/Asp	Pastizal cultivado con selva alta subperennifolia	Alta	2	Baja
Pob	Poblados	Nula	1	Muy baja
Pt	Popal - tular	Alta	2	Baja
Ap	Selva alta perennifolia	Muy alta	2	Baja
Asp	Selva alta subperennifolia	Muy alta	2	Baja
Bc	Selva baja caducifolia	Alta	2	Baja
Bp	Selva baja perennifolia	Muy alta	2	Baja
Bp/Agt	Selva baja perennifolia con agricultura de temporal	Alta	2	Baja
Mp	Selva mediana perennifolia	Muy alta	2	Baja
Msc	Selva mediana subcaducifolia	Alta	2	Baja
Asp/Pc	Selva alta subperennifolia con pastizal cultivado	Media	3	Media
Asp/Vs	Selva alta subperennifolia con vegetación secundaria	Alta	2	Baja
Msp	Selva mediana subperennifolia	Alta	2	Baja

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 4.2 (Continuación) Fragilidad territorial por cobertura de las asociaciones vegetales

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	COBERTURA	FRAGILIDAD	
Vu	Vegetación de dunas costeras	Baja	5	Muy alta
Vh	Vegetación halófila	Baja	5	Muy alta
Vh/Ma	Vegetación halófila con manglar	Media	3	Media
Vs	Vegetación secundaria	Media	3	Media
Zin	Zona de inundación	Nula	1	Muy baja
CUERPOS DE AGUA	Canal, Bordo	Media	3	Media
	Presa	Baja	5	Muy alta
	Laguna permanente, Laguna intermitente	Media	3	Media
	Cauce permanente	Media	3	Media
	Cauce intermitente	Baja	5	Muy alta

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.3 Fragilidad territorial por magnitud de las asociaciones de vegetación

TAMAÑO DE LA ASOCIACION	FRAGILIDAD	
Menor a 1250 ha	5	Muy alta
1250 a 2499 ha	4	Alta
2500 a 4999 ha	3	Media
5000 a 9999 ha	2	Baja
Mayor de 10,000 ha	1	Muy Baja

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.4 Fragilidad territorial por tipo de suelo

CLAVE	SUELO	FRAGILIDAD	
B	Cambisol	3	Media
C	Chernozem	2	Baja
E	Rendzina	3	Media
G	Gleysol	2	Baja
H	Feozem	3	Media
I	Litosol	4	Alta
J	Fluvisol	5	Muy alta
L	Luvisol	3	Media
R	Regosol	3	Media
V	Vertisol	3	Media
Z	Solonchak	2	Baja

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.5 Fragilidad territorial por procesos geomorfológicos

CLAVE	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	FRAGILIDAD	
1	Tectónico-volcánicos	1	Muy baja
2	Tectónicos-acumulativos	1	Muy baja
3	Tectónicos-mixtos	5	Muy alta
4	Volcánicos eruptivos	5	Muy alta
5	Volcánicos de derrame	4	Alta
6	Volcánicos secundarios	2	Baja
7	Diagénéticos	4	Alta
9	Denudatorios gravitacionales	3	Media
11	Erosivos marinos	5	Muy alta
13	Erosivos hídricos fluviales	5	Muy alta
15	Acumulativos hídricos	4	Alta
16	Erosivos acumulativos eólicos	4	Alta

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cuadro 4.6 Fragilidad territorial por magnitud de las formas del relieve

TAMAÑO DE LA GEOFORMA	FRAGILIDAD	
Menor a 10,000 Ha	5	Muy Alta
10,000 A 19,999 Ha	4	Alta
20,000 A 39,999 Ha	3	Media
40,000 A 79,999 Ha	2	Baja
Mayor de 80,000 Ha	1	Muy Baja

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.7 Grados de presión por asociación de vegetación

CLAVE	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	GRADO DE PRESIÓN	
Ac	Actividad acuícola	5	Muy alta
Agr-Agt	Agricultura de riego o agricultura de temporal	4	Alta
Agt/Bc	Agricultura de temporal con selva baja caducifolia	3	Media
Bq	Bosque de encino	1	Muy baja
Be/Pc-Vs	Bosque de encino con pastizal cultivado o vegetación secundaria	2	Baja
Vg/er	Bosque de galería con erosión	2	Baja
M	Bosque mesófilo de montaña	1	Muy baja
Er	Erosión	3	Media
Ma	Manglar o manglar con popal y tular	1	Muy baja
Pc	Pastizal cultivado	4	Alta
Pc/Pt	Pastizal cultivado con popal y tular	3	Media
Pc/Msp-Asp	Pastizal cultivado con selva mediana subperennifolia o selva alta subperennifolia	3	Media
Pob	Poblados	5	Muy alta
Pt	Popal - tular	1	Muy baja
Ap	Selva alta perennifolia	1	Muy baja
Ap/Vs	Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	2	Baja
Asp	Selva alta subperennifolia	1	Muy baja
Asp/Pc-Vs	Selva alta subperennifolia con pastizal cultivado o vegetación secundaria	2	Baja
Bc	Selva baja caducifolia	1	Muy baja
Bc/er- Vs	Selva baja caducifolia con erosión o vegetación secundaria	2	Baja
Bp	Selva baja perennifolia	1	Muy baja
Bp/Agt-Vs	Selva baja perennifolia con agricultura de temporal o vegetación secundaria	2	Baja
Mp	Selva mediana perennifolia	1	Muy baja
Mp/Vs	Selva mediana perennifolia con vegetación secundaria	2	Baja
Msc	Selva mediana subcaducifolia	1	Muy baja
Msc/Vs	Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	2	Baja
Msp	Selva mediana subperennifolia	1	Muy baja
Msp/Vs	Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria	2	Baja
Vu	Vegetación de dunas costeras	1	Muy baja
Vh-Vh/Ma	Vegetación halófila o vegetación halófila con manglar	1	Muy baja
Vs	Vegetación secundaria	3	Media
Vs/Bc	Vegetación secundaria con selva baja caducifolia	3	Media
Zin	Zona de inundación	2	Baja
CUERPOS DE AGUA	Río Tamesí, Cazones y Tuxpan	5	Muy alta
	Laguna del Carpintero, Pueblo Viejo, Champayán (Pánuco)	5	Muy alta
	Laguna Las Marismas, del Concejo, San Andrés (Costera)	5	Muy alta
	Laguna de Tampachoco (Tuxpan)	5	Muy alta
	Laguna de Tamiahua (Costera)	4	Alta
	Otros ríos, arroyos y lagunas identificados como cuerpos de agua	3	Media

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Cuadro 4.8 Asignación de vulnerabilidad

FRAGILIDAD	PRESIÓN	VULNERABILIDAD
Muy baja	Muy baja	Muy baja
	Baja	Muy baja
	Media	Baja
	Alta	Baja
	Muy alta	Media
Baja	Muy baja	Muy baja
	Baja	Baja
	Media	Baja
	Alta	Media
	Muy alta	Media
Media	Muy baja	Muy baja
	Baja	Baja
	Media	Media
	Alta	Media
	Muy alta	Media
Alta	Muy baja	Alta
	Baja	Alta
	Media	Alta
	Alta	Alta
	Muy alta	Muy alta
Muy alta	Muy baja	Alta
	Baja	Alta
	Media	Alta
	Alta	Muy alta
	Muy alta	Muy alta

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.9 Políticas ambientales asignadas según la relación entre fragilidad y presión

NIVEL DE FRAGILIDAD	GRADO DE PRESIÓN				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento
Baja	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento
Media	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento	Aprovechamiento
Alta	Conservación	Conservación	Conservación	Conservación	Restauración
Muy alta	Protección	Protección	Restauración	Restauración	Restauración

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.10 Asignación de políticas ecológicas según el tipo de geoforma

GEOFORMAS	POLÍTICA ECOLÓGICA
Campo de dunas	Conservación
Cauces fluviales estacionales	Conservación
Cauces fluviales permanentes	Conservación
Cimas montañosas	Conservación
Cordón litoral	Conservación
Cuencas lagunares	Conservación
Cuencas palustres	Conservación
Esteros y marismas	Conservación
Laderas inferiores	Conservación
Laderas superiores	Conservación
Llanuras de inundación	Aprovechamiento

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cuadro 4.10 (Continuación) Asignación de políticas ecológicas según el tipo de geoforma

GEOFORMAS	POLÍTICA ECOLÓGICA
Lomeríos altos	Aprovechamiento
Lomeríos bajos	Aprovechamiento
Lomeríos medios	Aprovechamiento
Mesas	Aprovechamiento
Pluyas	Conservación
Terrazas de valle	Aprovechamiento
Terrazas marinas	Aprovechamiento
Tierras altas	Conservación
Valles intermontanos	Conservación

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.11 Asignación de políticas ecológicas según el tipo de vegetación o uso del suelo

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	POLÍTICA ECOLÓGICA
Actividad acuícola	Aprovechamiento
Agricultura de riego	Aprovechamiento
Agricultura de riego con erosión	Restauración
Agricultura de temporal	Aprovechamiento
Agricultura de temporal con selva baja caducifolia o vegetación secundaria	Aprovechamiento
Agricultura de temporal con erosión	Restauración
Agua	Conservación
Bosque de encino	Conservación
Bosque de encino con pastizal cultivado o con vegetación secundaria	Restauración
Bosque de galería con erosión	Restauración
Bosque mesófilo de montaña	Conservación
Erosión	Restauración
Erosión con agricultura de temporal	Restauración
Manglar	Conservación
Manglar con popal y tular	Conservación
Pastizal cultivado	Aprovechamiento
Pastizal cultivado con popal y tular	Aprovechamiento
Pastizal cultivado con selva alta subperennifolia o selva mediana subperennifolia	Aprovechamiento
Pastizal cultivado con vegetación secundaria	Aprovechamiento
Pastizal cultivado con erosión	Restauración
Poblados	Aprovechamiento
Popal - tular	Conservación
Selva alta perennifolia	Conservación
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	Restauración
Selva alta subperennifolia	Conservación
Selva alta subperennifolia con Pastizal cultivado o vegetación secundaria	Restauración
Selva baja caducifolia	Conservación
Selva baja caducifolia con erosión o vegetación secundaria	Restauración
Selva baja perennifolia	Conservación
Selva baja perennifolia con agricultura de temporal o vegetación secundaria	Restauración
Selva mediana perennifolia	Conservación
Selva mediana perennifolia con vegetación secundaria	Restauración
Selva mediana subcaducifolia	Conservación
Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	Restauración

Cuadro 4.11 (Continuación) Asignación de políticas ecológicas según el tipo de Vegetación o uso del suelo

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	POLÍTICA ECOLÓGICA
Selva mediana subperennifolia	Conservación
Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria	Restauración
Vegetación de dunas costeras	Conservación
Vegetación halófila	Conservación
Vegetación halófila con manglar	Conservación
Vegetación secundaria	Aprovechamiento
Vegetación secundaria con selva baja caducifolia	Aprovechamiento
Zona de inundación	Conservación
Canal, Bordo, Presa	Conservación

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.12 Criterios para la designación de usos del suelo con base en el tipo de geoforma

GEOFORMA	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO
Campo de dunas	Forestal no maderable	Flora y fauna	Turismo
Cauces fluviales estacionales	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Cauces fluviales permanentes	Pesca	Flora y fauna	Acuícola
Cimas montañosas	Espacio natural	Flora y fauna	Forestal no maderable
Cordón litoral	Acuícola	Flora y fauna	Turismo
Cuencas lagunares	Pesca	Flora y fauna	Acuícola
Cuencas palustres	Acuícola	Flora y fauna	Forestal no maderable
Esteros y marismas	Espacio natural	Flora y fauna	Forestal no maderable
Laderas inferiores	Forestal no maderable	Flora y fauna	Ganadero
Laderas superiores	Forestal no maderable	Flora y fauna	Ganadero
Lomeríos medios	Ganadero	Forestal no maderable	Agrícola
Lomeríos altos	Ganadero	Forestal no maderable	Agrícola
Lomeríos bajos	Ganadero	Forestal no maderable	Agrícola
Llanuras de inundación	Acuícola	Ganadero	Agrícola
Mesas	Agrícola	Ganadero	Forestal no maderable
Playas	Turismo	Pesca	Forestal no maderable
Terrazas de valle	Acuícola	Ganadero	Agrícola
Terrazas marinas	Acuícola	Ganadero	Agrícola
Tierras altas	Espacio natural	Flora y fauna	Forestal no maderable
Valles intermontanos	Forestal no maderable	Flora y fauna	Ganadero

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.13 Criterios para la designación de usos del suelo con base en el tipo de vegetación y uso actual del suelo

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO
Actividad acuícola	Acuícola	Pesca	Forestal no maderable
Agricultura de riego, de temporal o permanente	Agrícola	Ganadero	Acuícola
Agricultura de riego o temporal con erosión	Agrícola	Ganadero	Acuícola
Agricultura de temporal con selva baja caducifolia	Agrícola	Ganadero	Acuícola
Agricultura de temporal con vegetación secundaria	Agrícola	Ganadero	Acuícola

Cuadro 4.13 (Continuación) Criterios para la designación de usos del suelo con base en el tipo de vegetación y uso actual del suelo

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO
Selva baja perennifolia con agricultura de temporal	Agrícola	Ganadero	Acuícola
Bosque de encino	Espacio natural	Flora y Fauna	Forestal no maderable
Bosque de encino con pastizal cultivado	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Bosque de encino con vegetación secundaria	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Bosque de galería con erosión	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Bosque mesófilo de montaña	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Agricultura
Erosión	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Erosión con agricultura de temporal	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Agricultura
Manglar o manglar con popal y tular	Espacio natural	Flora y Fauna	Forestal no maderable
Pastizal cultivado	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal cultivado con erosión	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal cultivado con popal y tular	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal cultivado con selva alta subperennifolia	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal cultivado con selva mediana subperennifolia	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal cultivado con vegetación secundaria	Ganadero	Agrícola	Forestal no maderable
Pastizal halófilo	Flora y fauna	Forestal no maderable	Turismo
Popal - tular	Espacio natural	Flora y Fauna	Forestal no maderable
Poblado	Urbano	Industrial	Turismo
Selva alta perennifolia con vegetación secundaria	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva alta subperennifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva alta subperennifolia con pastizal cultivado	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva alta subperennifolia con vegetación secundaria	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva mediana perennifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva mediana perennifolia con vegetación secundaria	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva mediana subcaducifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva mediana subperennifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria	Forestal no maderable	Flora y Fauna	Ganadero
Selva baja perennifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva baja perennifolia con vegetación secundaria	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva baja caducifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva baja caducifolia con erosión	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Selva baja caducifolia con vegetación secundaria	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Vegetación de dunas costeras	Flora y fauna	Forestal no maderable	Turismo
Vegetación halófila	Flora y fauna	Forestal no maderable	Acuícola
Vegetación halófila con manglar	Flora y fauna	Forestal no maderable	Acuícola
Vegetación secundaria	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Vegetación secundaria con selva baja caducifolia	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Zona de inundación	Flora y fauna	Forestal no maderable	Acuícola
Sin vegetación, Isla, Arena	Flora y fauna	Forestal no maderable	Ganadero
Laguna, Presa, Río, Canal, Ciénega, Estero, Arroyo	Pesca	Flora y fauna	Acuícola

Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

Cuadro 4.14 Criterios para la asignación del tipo de uso del suelo

POLÍTICAS <i>Uso del suelo</i>	APROVECHAMIENTO			CONSERVACIÓN			PROTECCIÓN			RESTAURACIÓN		
	P	CMP.	CND	P	CMP.	CND	P	CMP.	CND	P	CMP.	CND
Agrícola	x	x				x						x
Ganadero	x	x				x						x
Forestal no Maderable				x	x				x	x	x	
Acuícola			x			x						x
Turismo	x	x				x			x			
Flora y fauna				x	x					x	x	
Urbano	x	x				x		x				x
Pesca	x	x		x	x				x	x	x	
Espacio natural							x					
Industrial			x			x						x

Clave: **P** = Predominante; **CMP** = Compatible; **CND** = Condicionado.

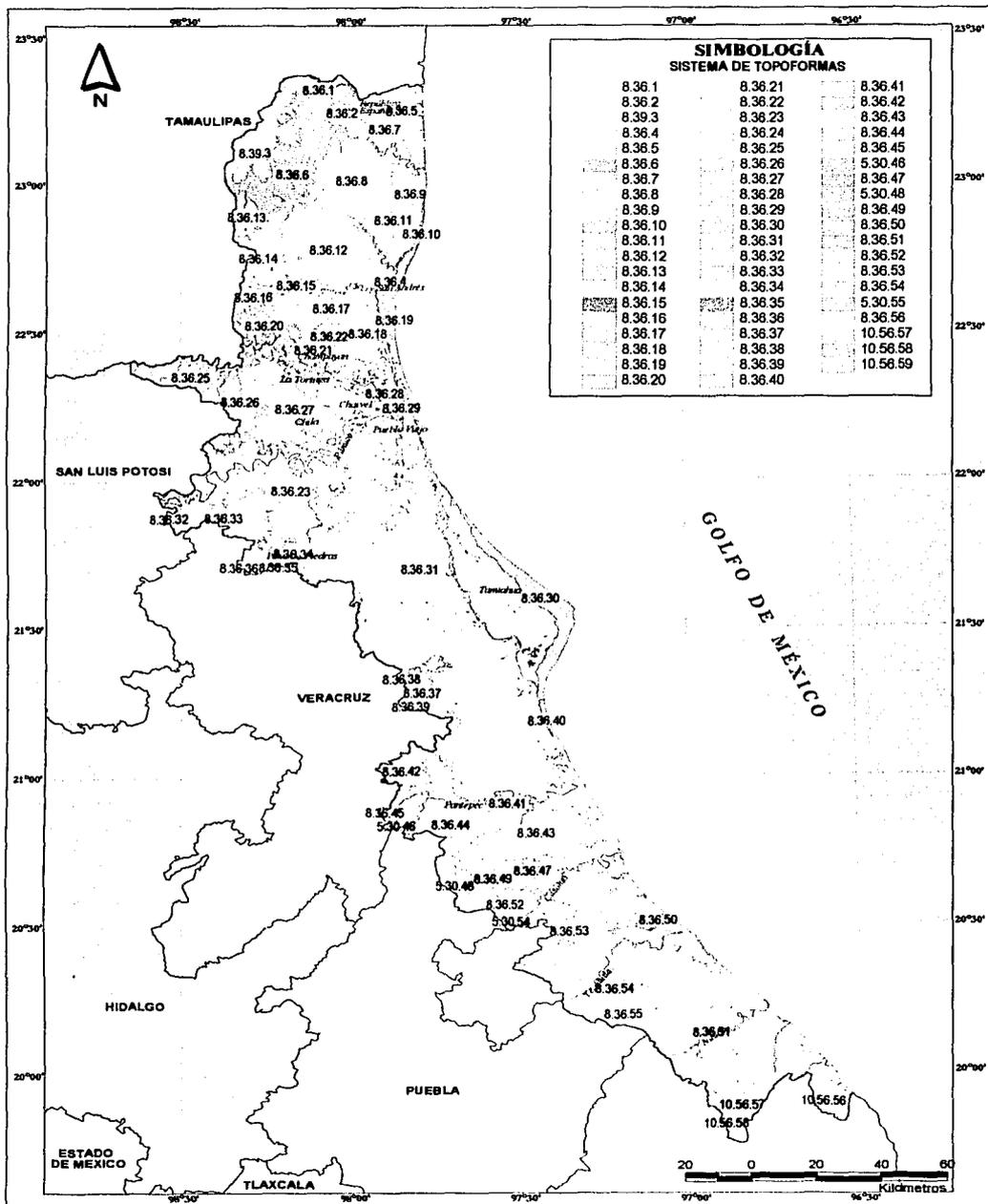
Fuente: Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Memoria Técnica 1995-2000, SEMARNAP-INE, 2000

ANEXO CARTOGRÁFICO

Los mapas que conforman el Anexo Cartográfico expuestos a continuación son tan solo una versión simplificada de los originales presentados durante la elaboración del Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Veracruz, ya que debido a la gran cantidad de información contenida en estos no es posible mostrarlos en tamaño carta sin perder definición.

Por ese motivo se presenta junto con el documento un disco compacto (*CD-Rom*) en el cual se incluyen las imágenes en formato *WMF (Windows Meta Field)*, donde se logran apreciar con claridad los detalles y la información que compone a cada mapa.

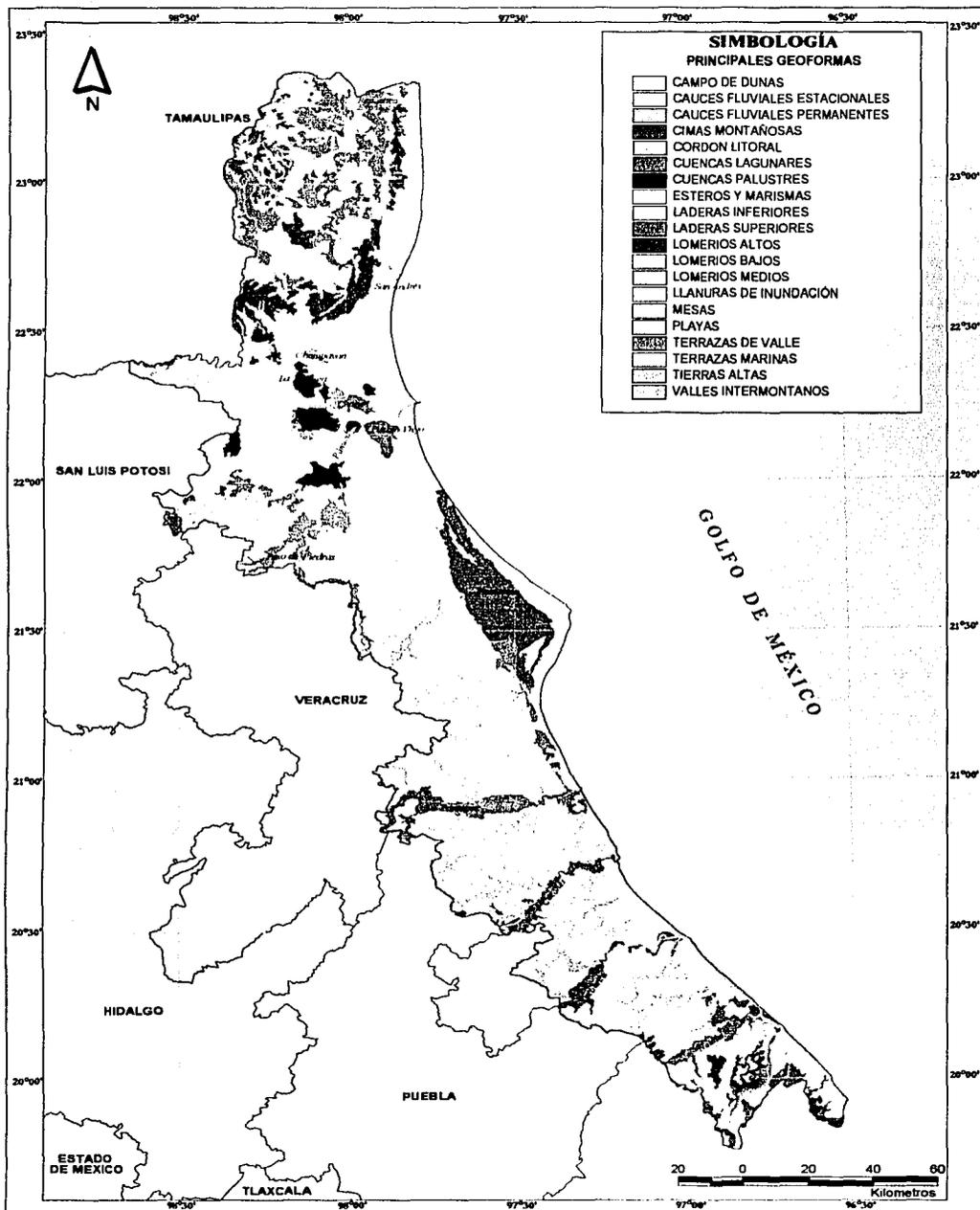
SISTEMA DE TOPOFORMAS



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

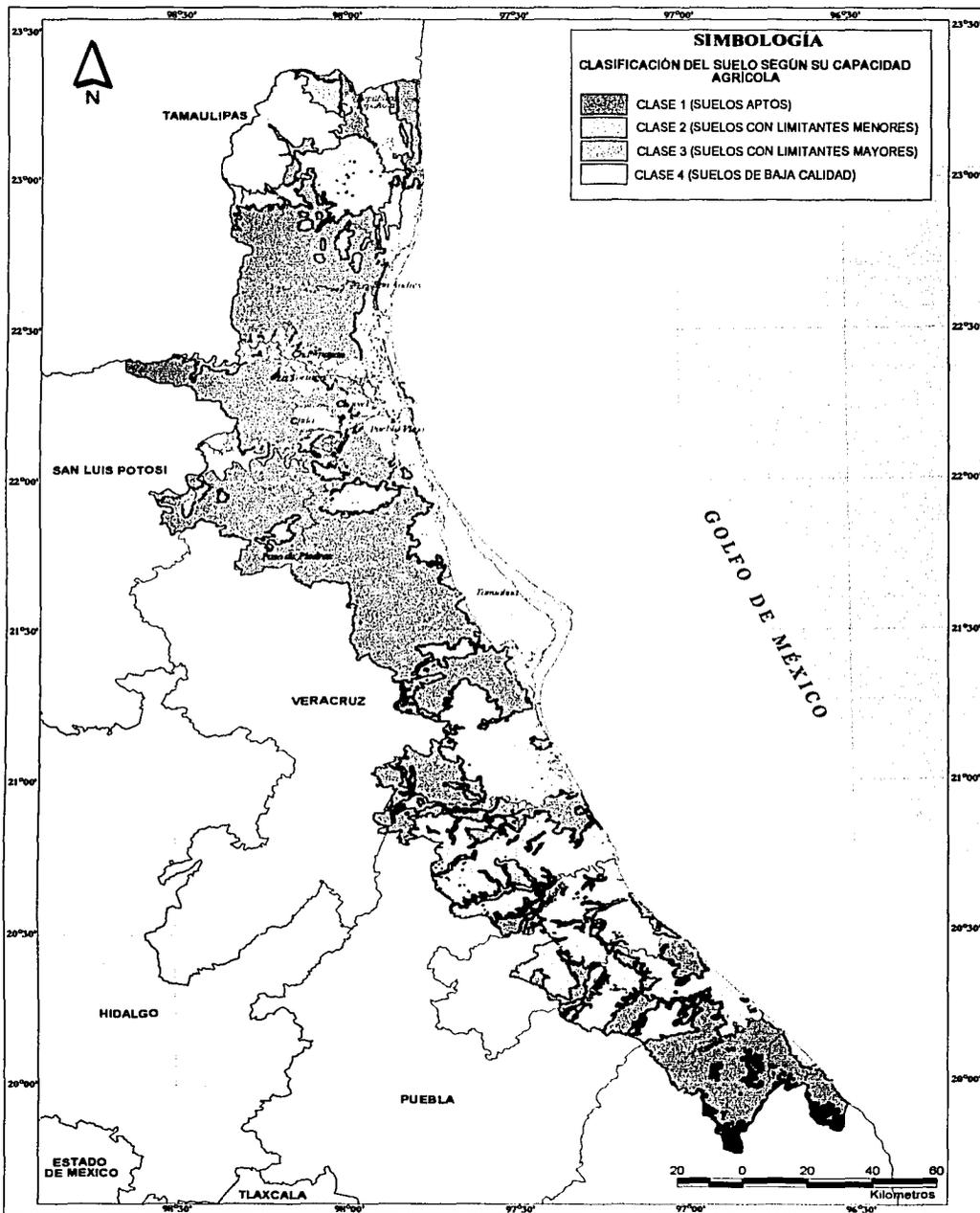
UNIDADES DE RELIEVE (GEOFORMAS)



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

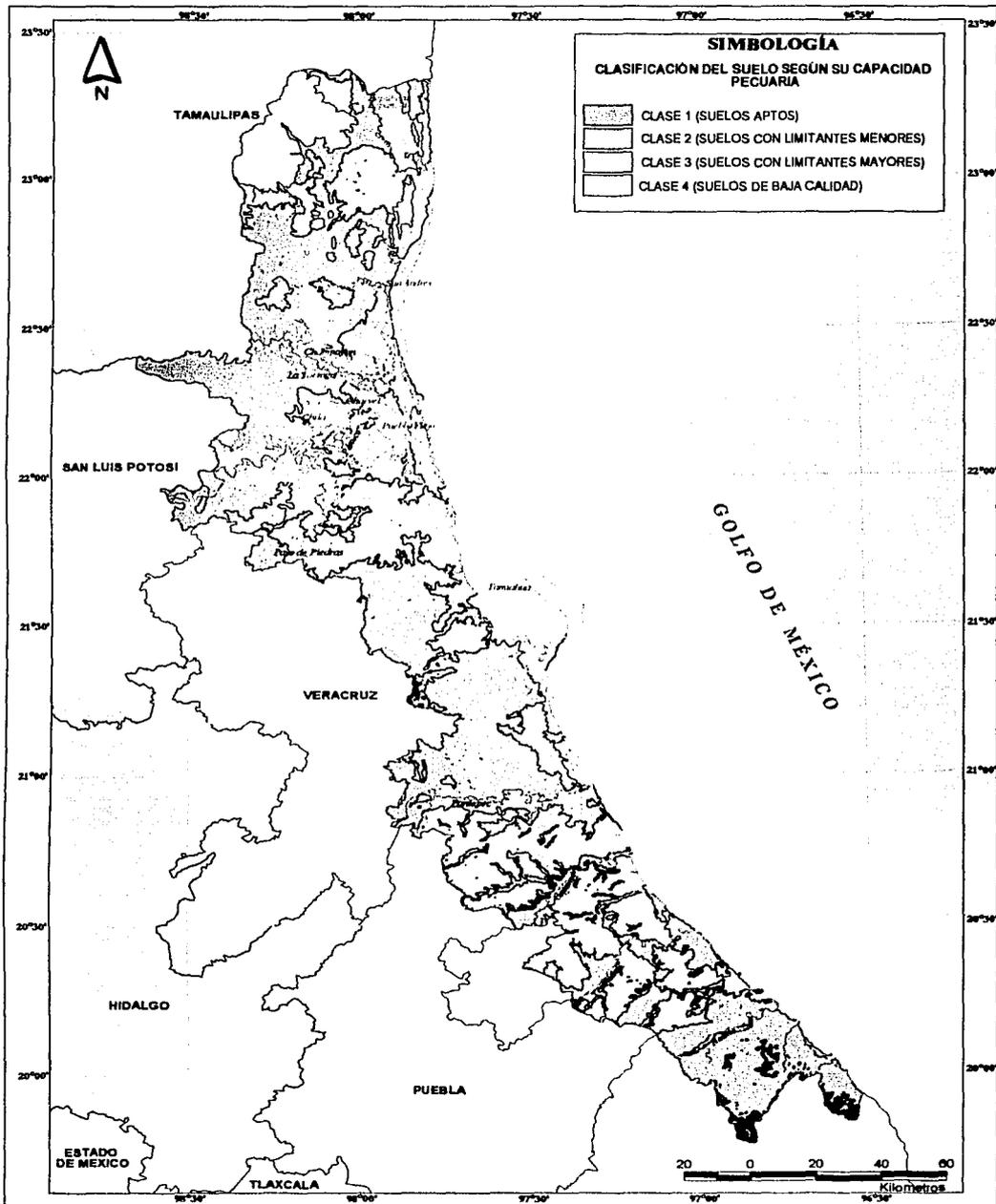
APTITUD DEL SUELO PARA USO AGRÍCOLA



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

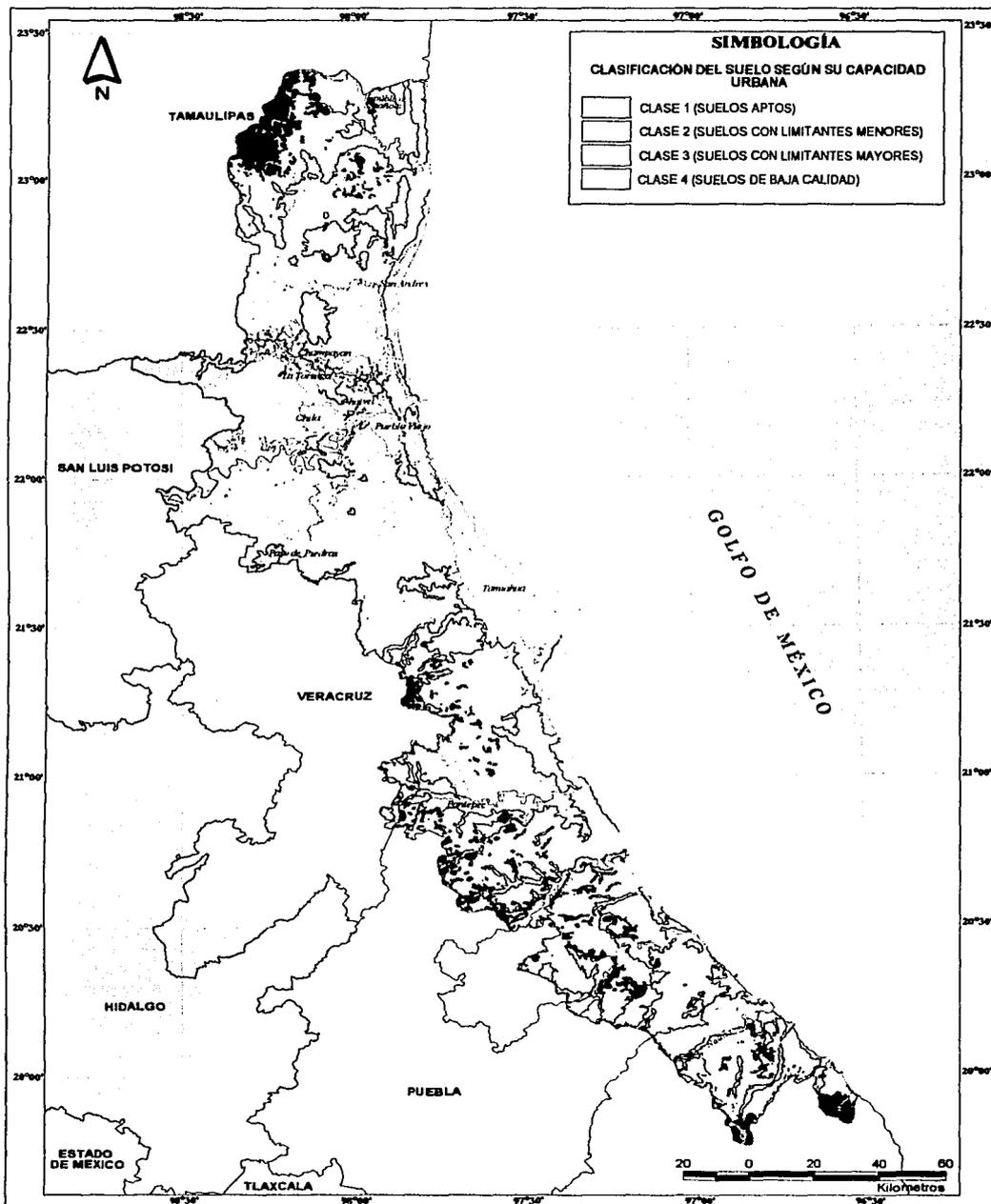
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APTITUD DEL SUELO PARA USO PECUARIO



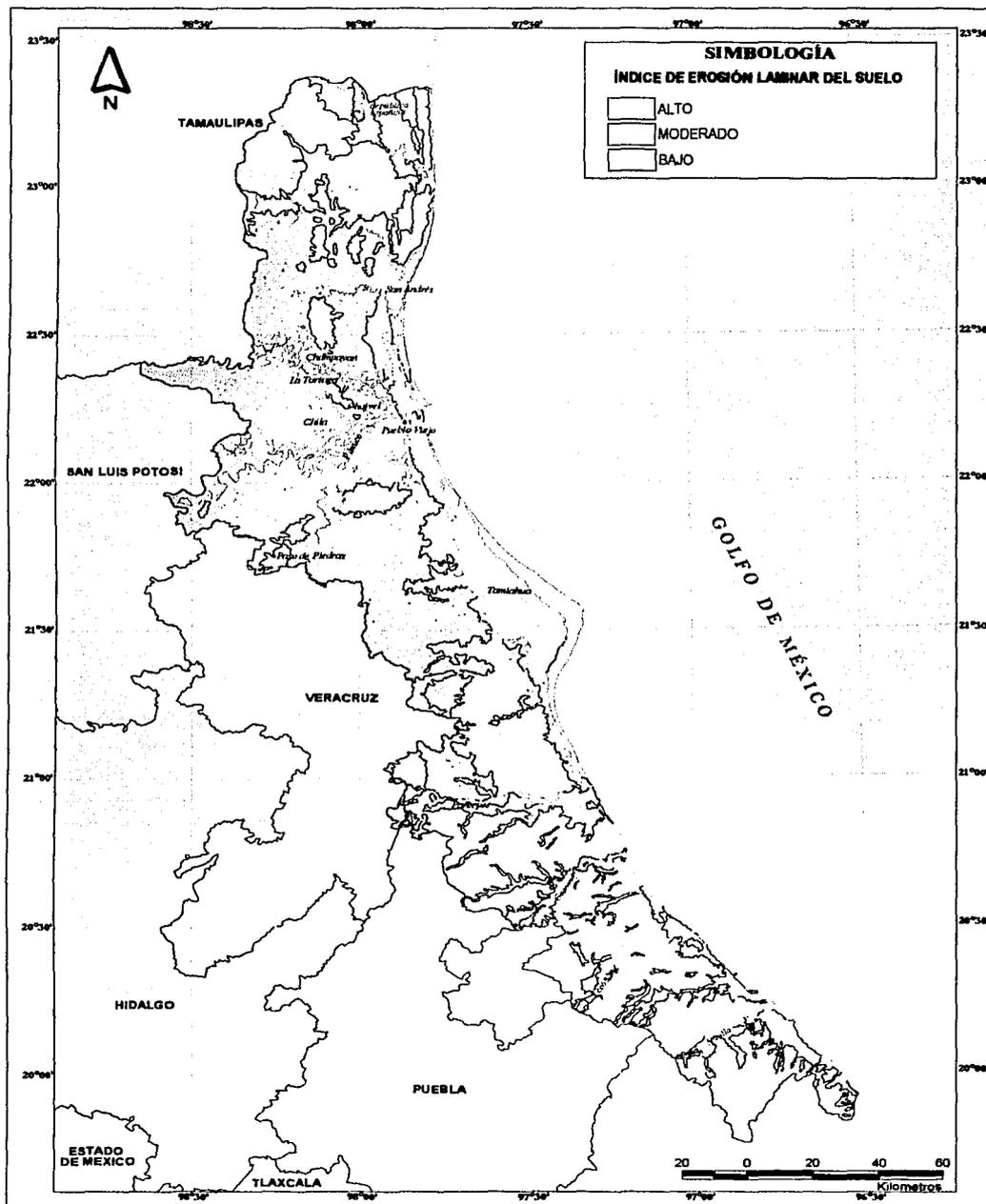
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APTITUD DEL SUELO PARA USO URBANO



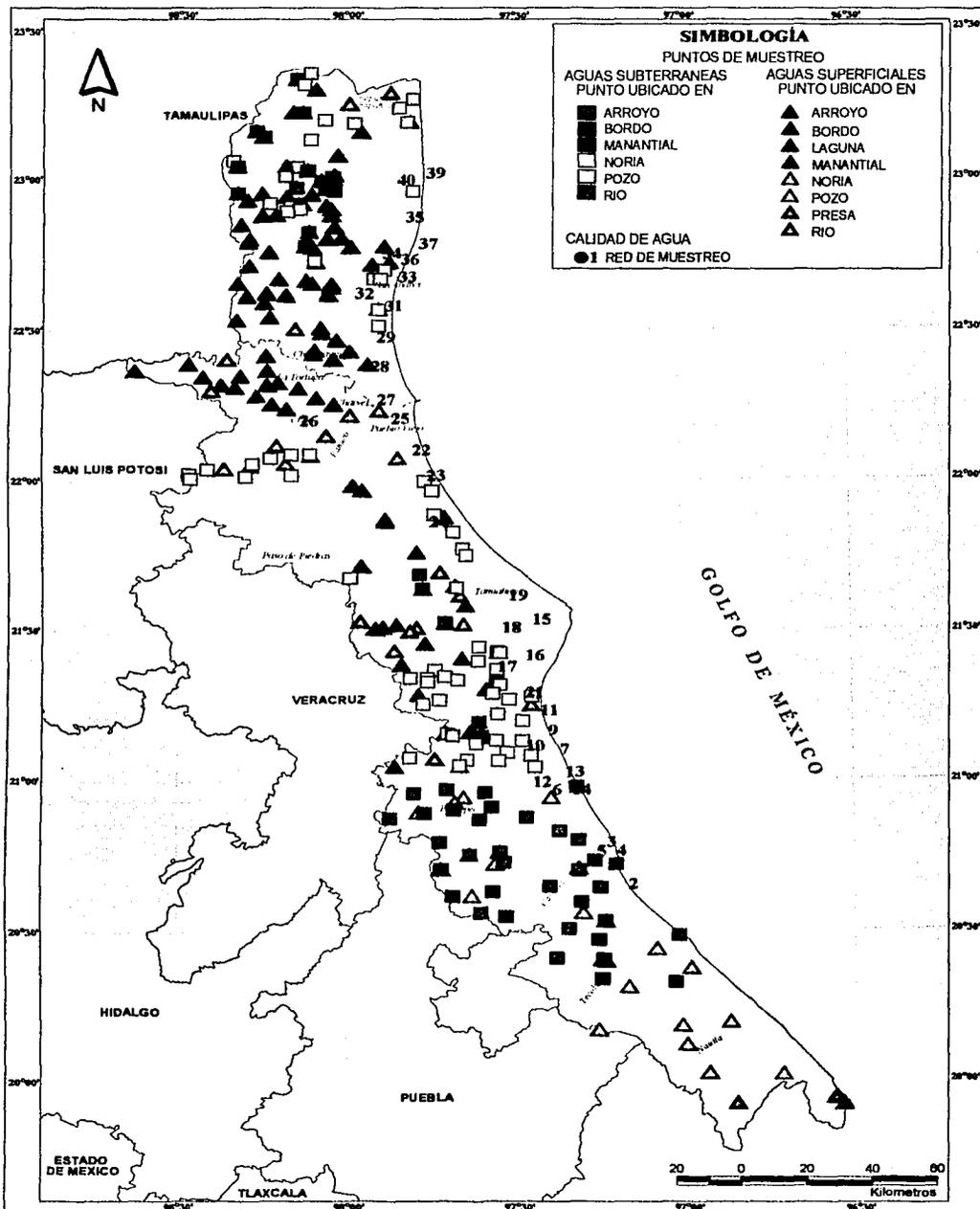
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE DE EROSIÓN LAMINAR



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

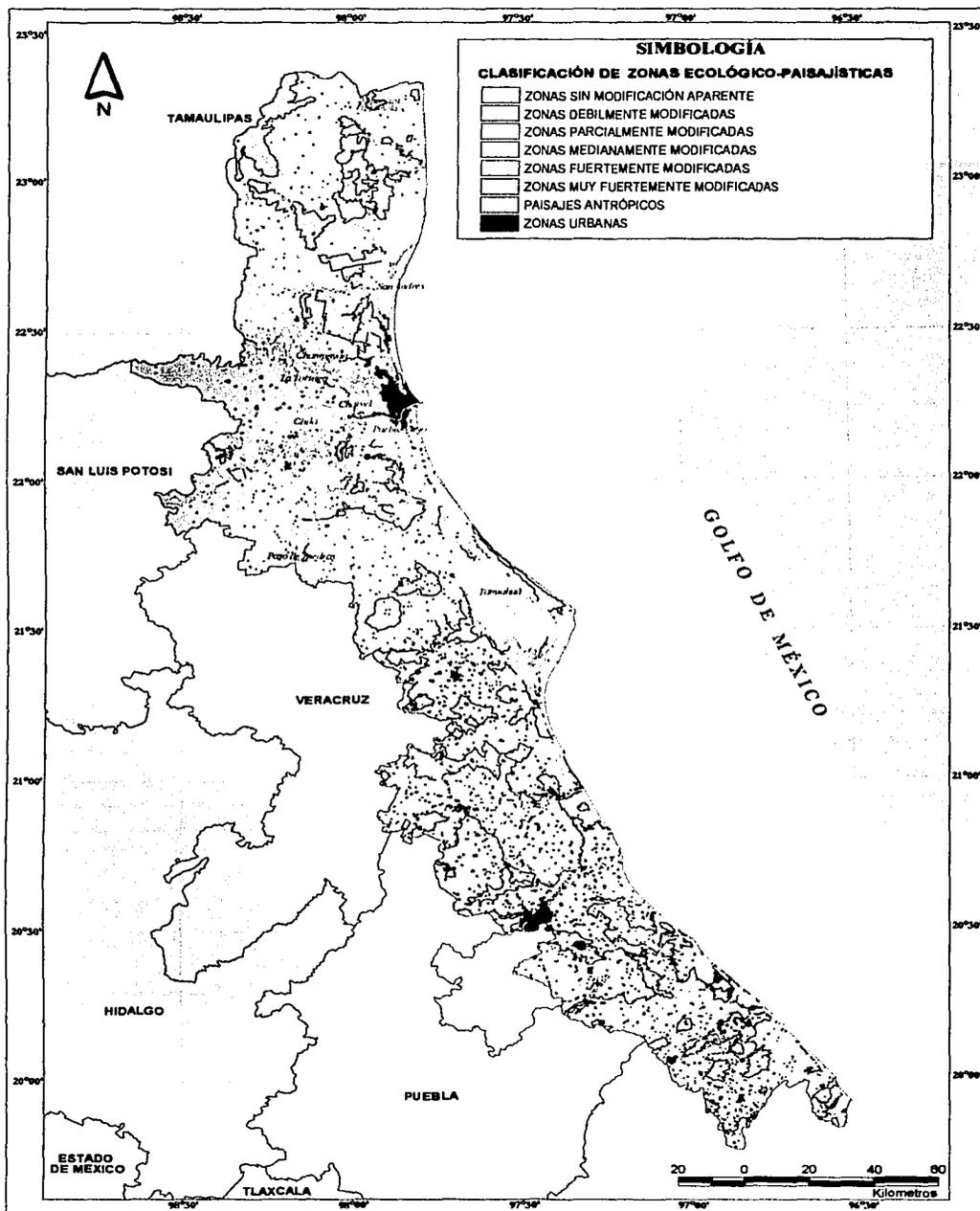
RED DE PUNTOS DE MUESTREO DE CALIDAD DEL AGUA (CNA)



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

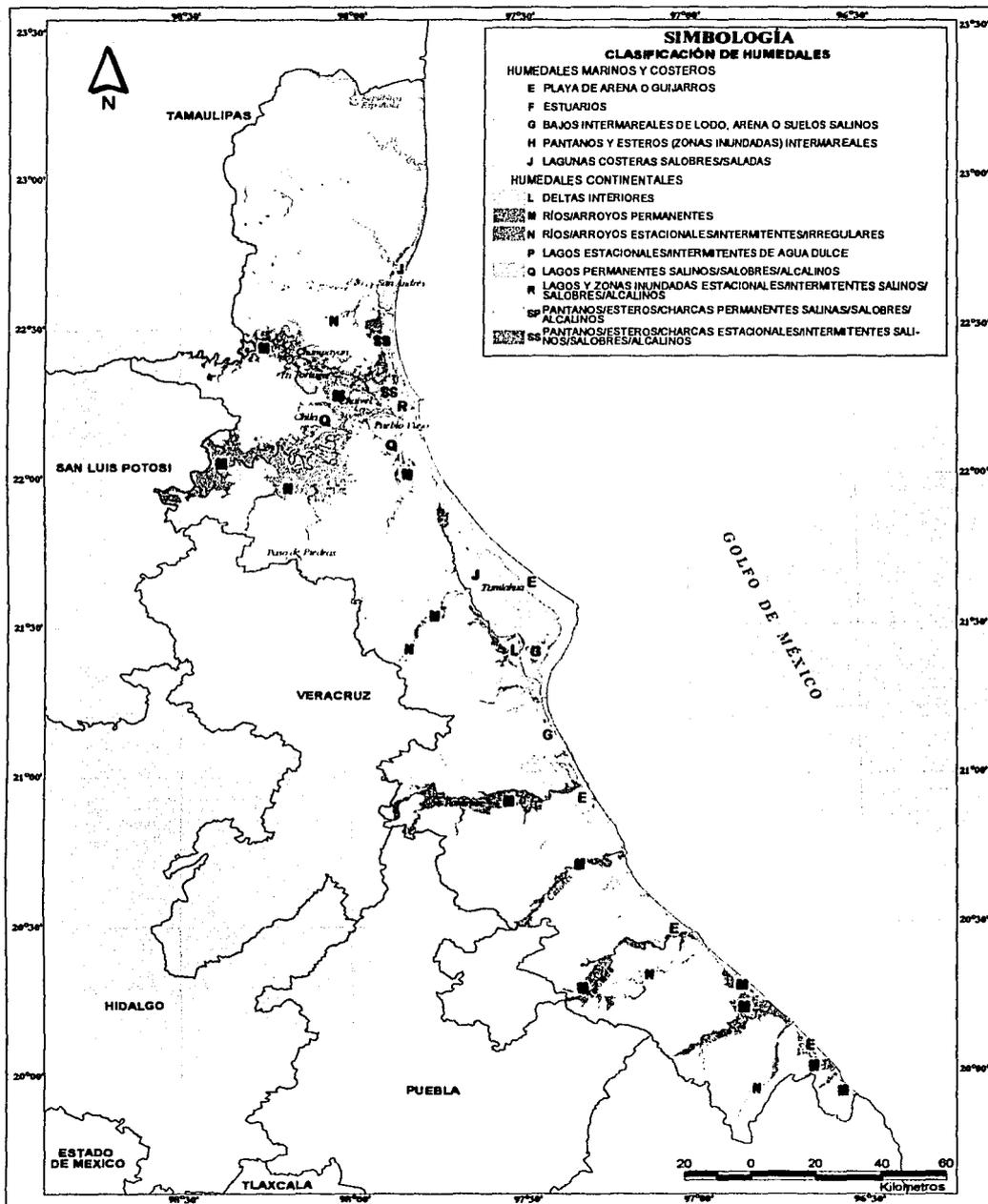
MODIFICACIONES ECOLÓGICO PAISAJÍSTICAS



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

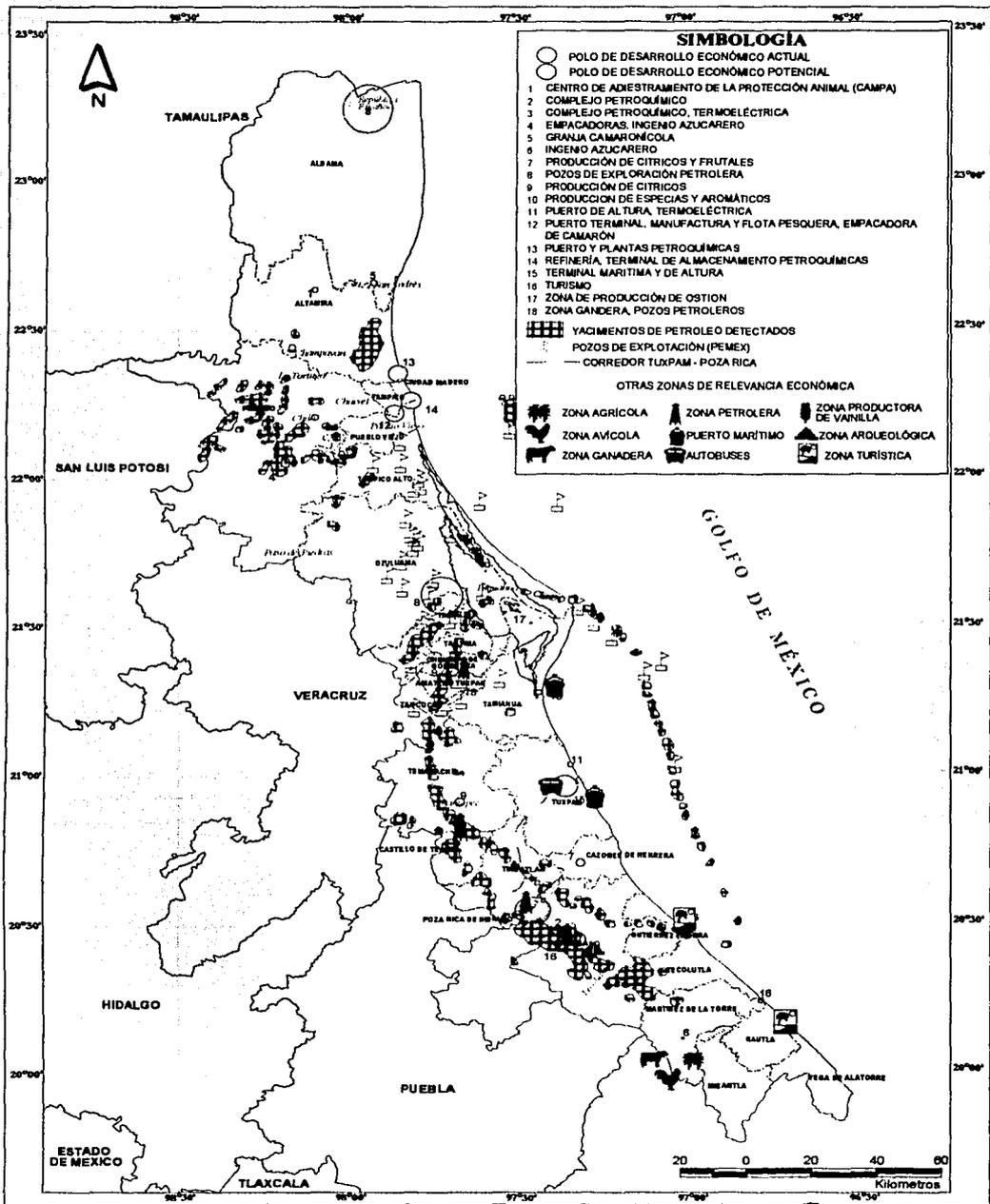
INVENTARIO DE HUMEDALES



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

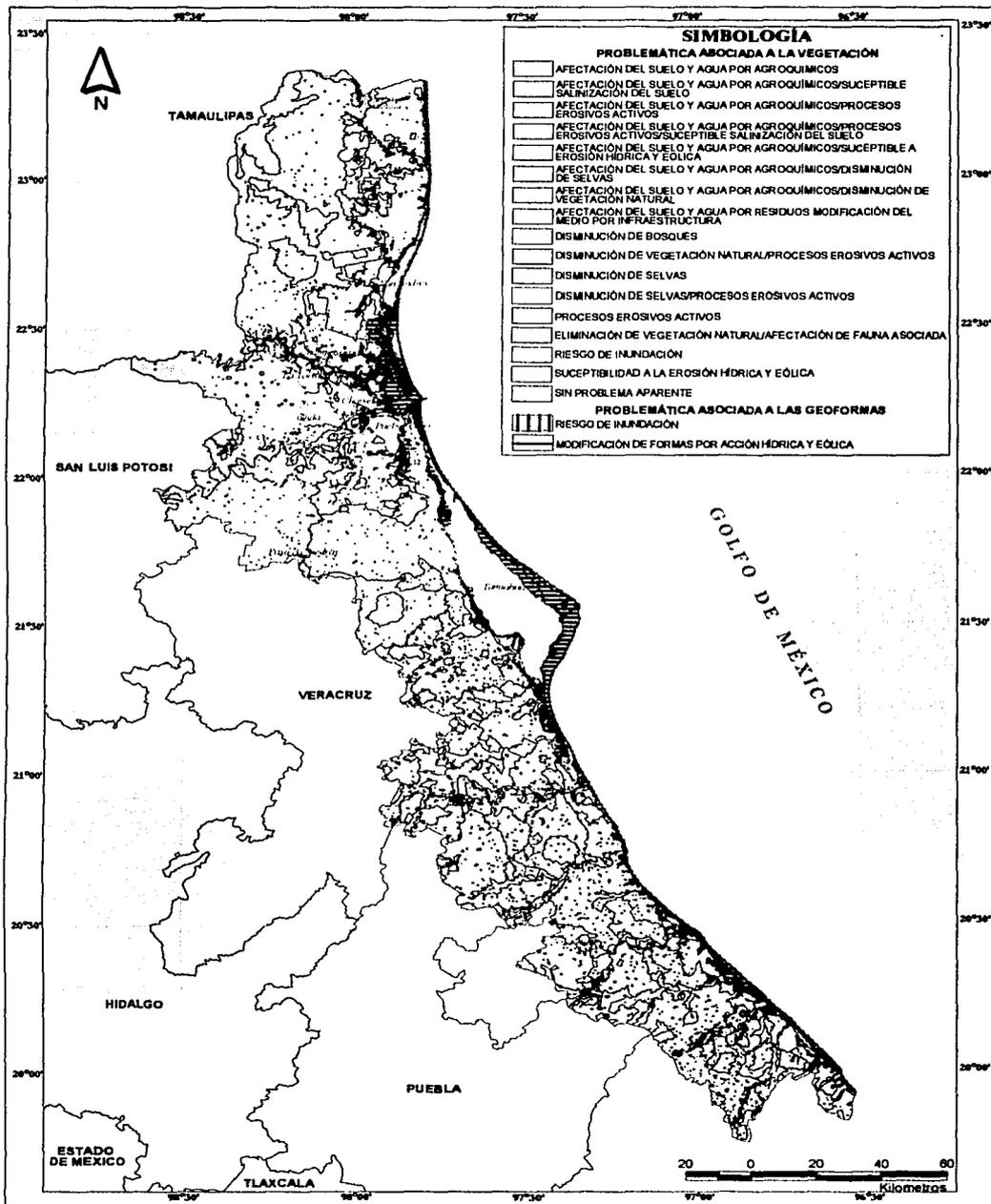
DIMENSIÓN ECONÓMICA



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

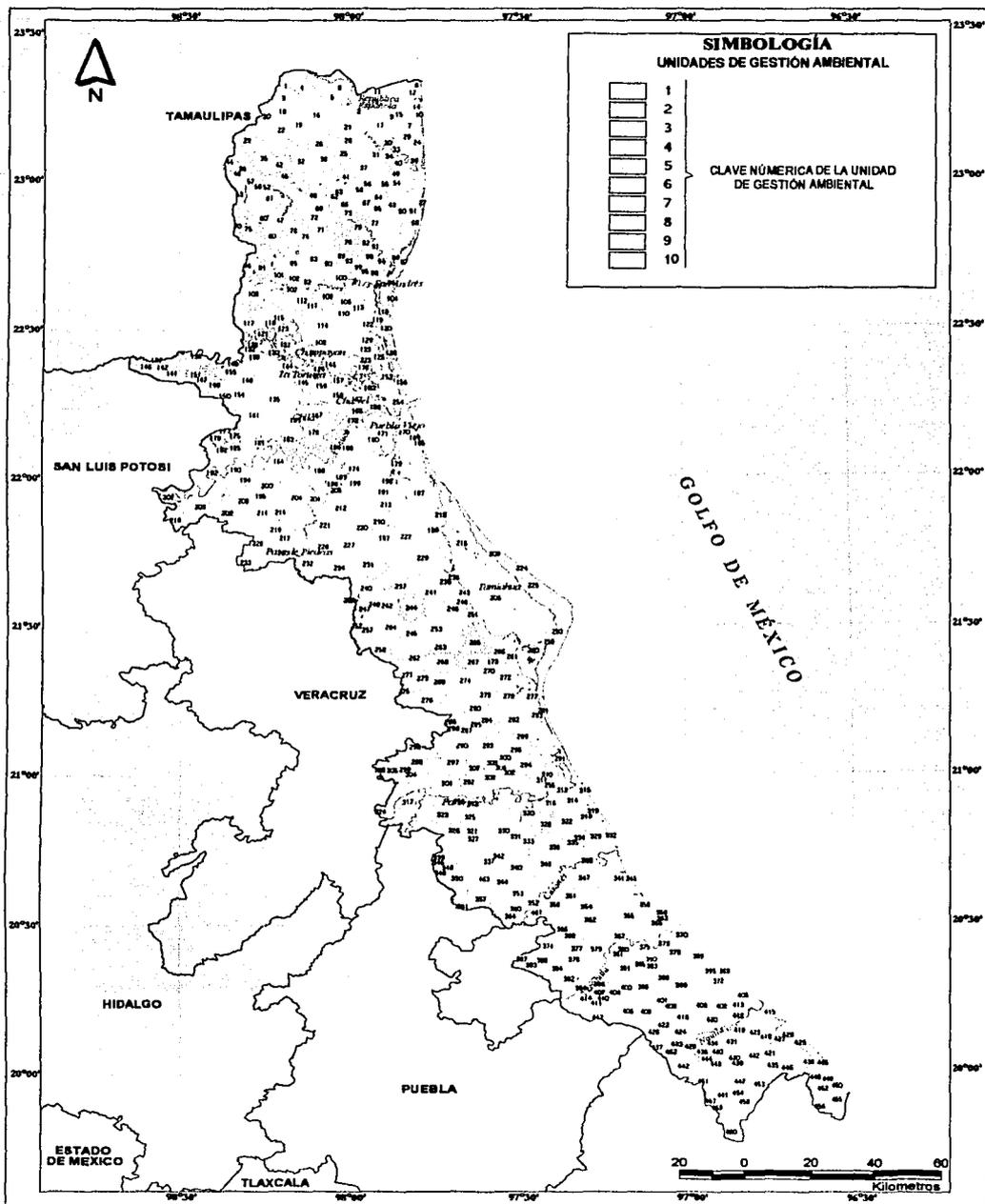
DIAGNÓSTICO INTEGRADO



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

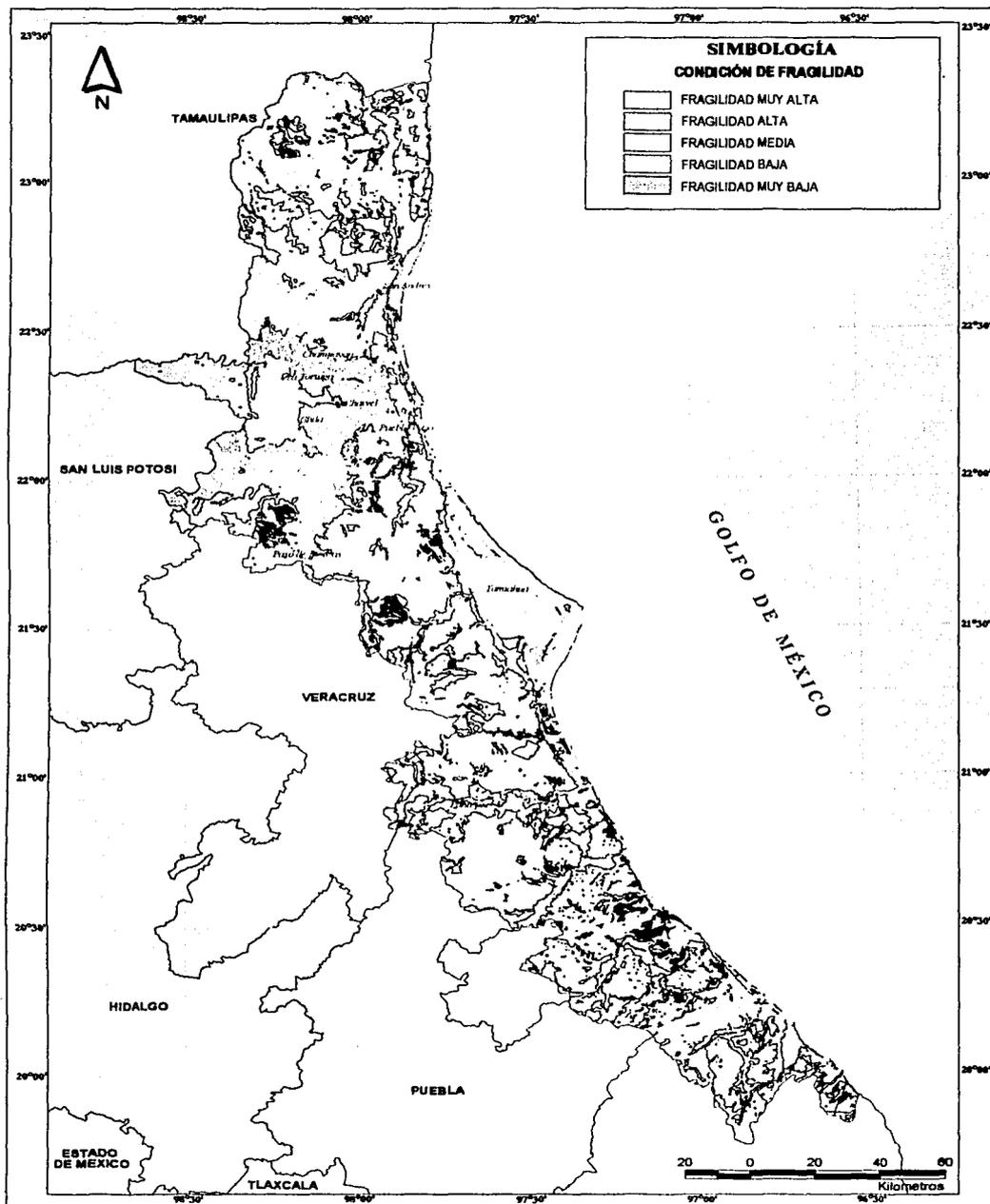
UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

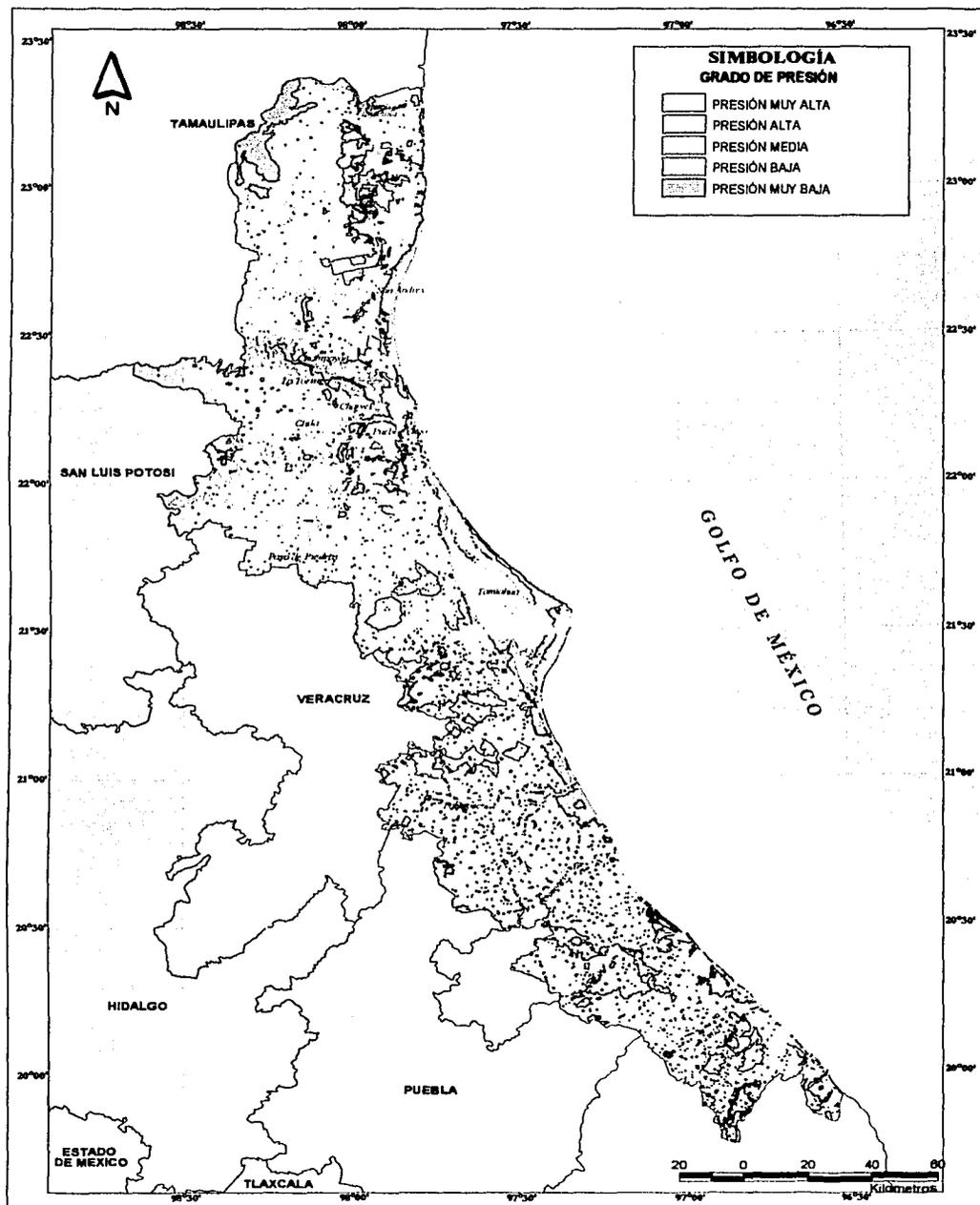
FRAGILIDAD TERRITORIAL



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

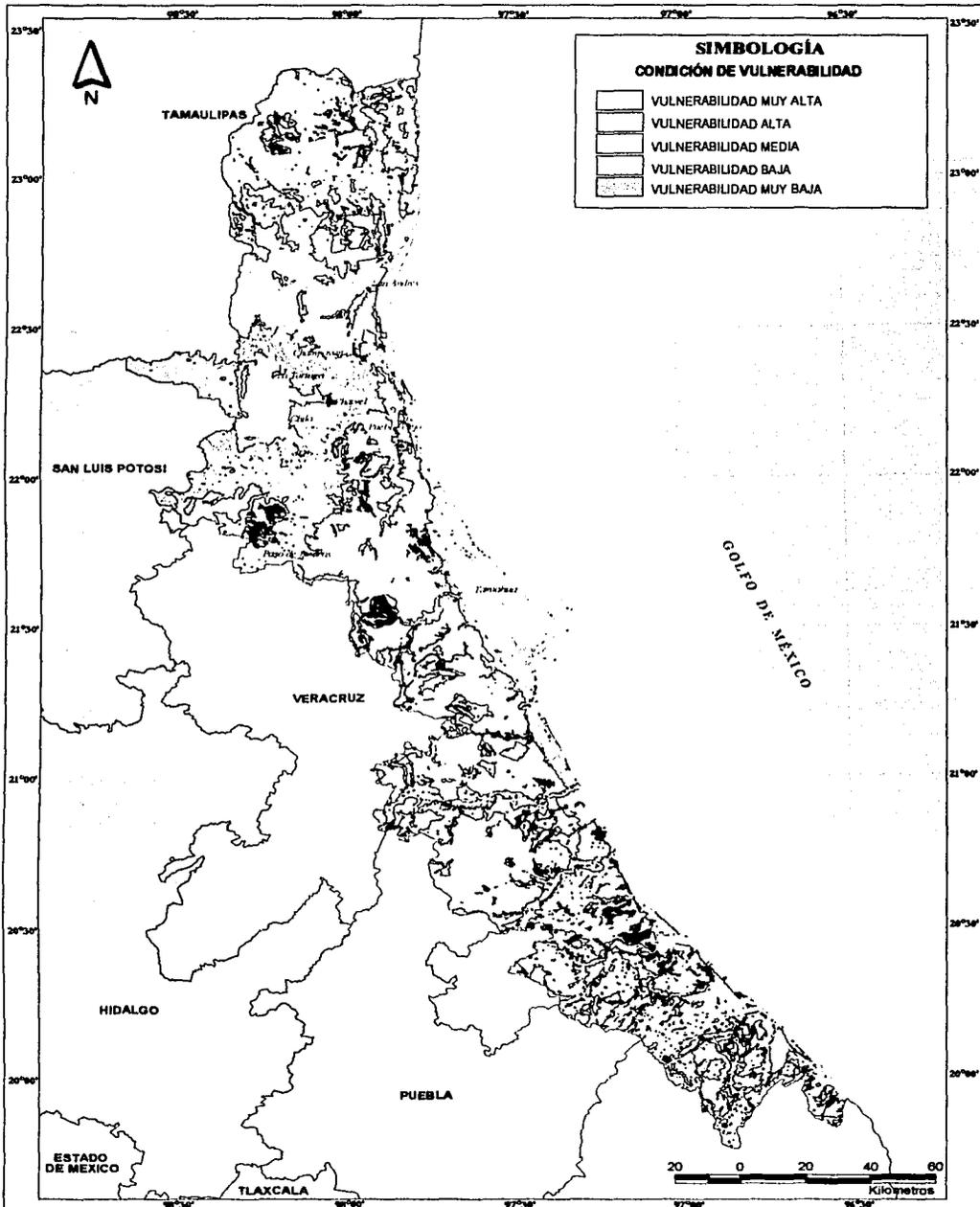
PRESIÓN ECOLÓGICA



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

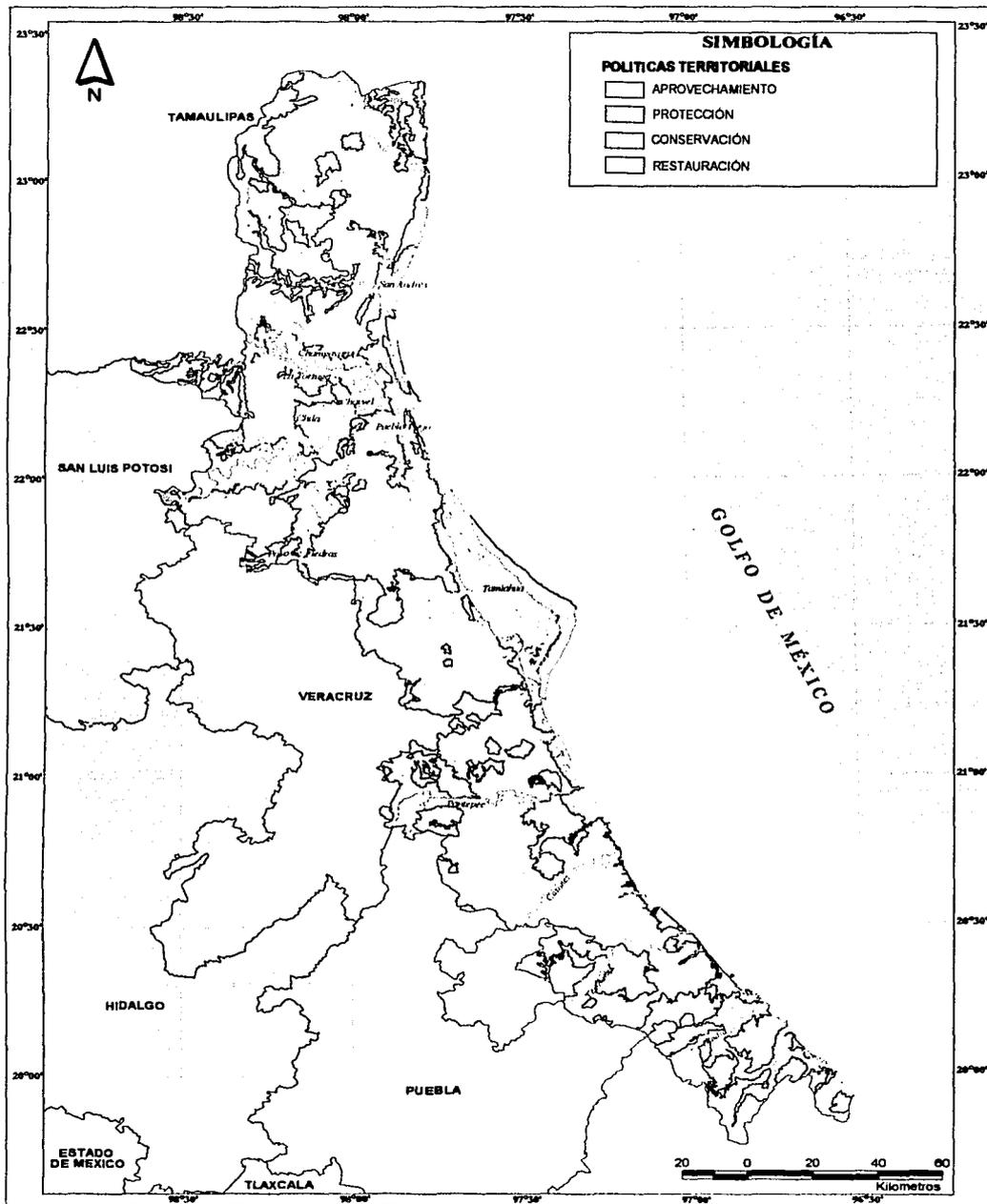
VULNERABILIDAD



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

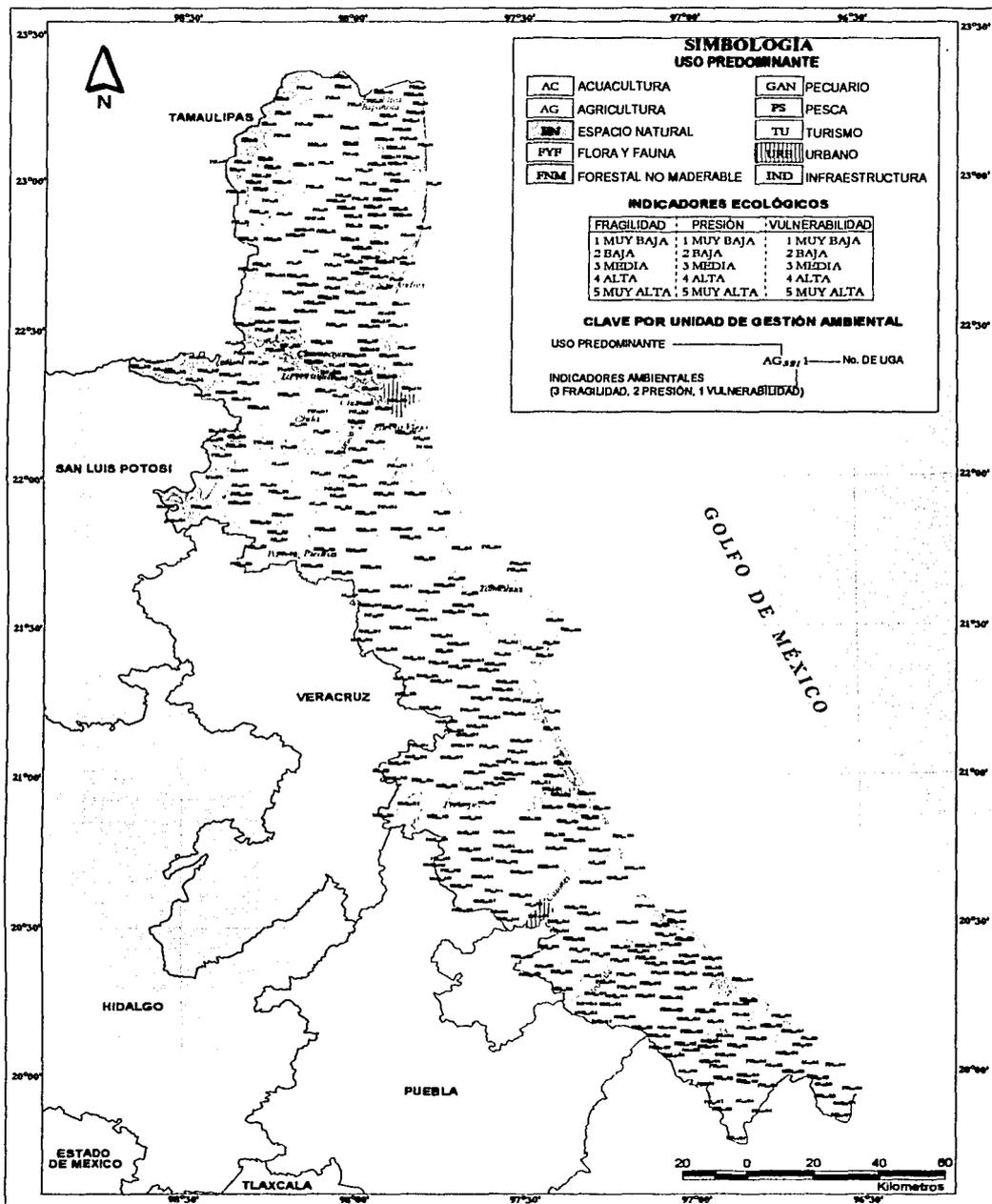
MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA COSTA NORTE DE VERACRUZ (POLÍTICAS)



Elaboró: Fco. Emanuel Pérez Domínguez

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA COSTA NORTE DE VERACRUZ (USOS)



BIBLIOGRAFÍA

ARONOFF, Stan, *Geographic Information System a Management Perspective*, WDL Publications Ottawa, Canadá, 1989.

BENÍTEZ, H.; C. Arizmendi y L. Márquez, *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves*, CONABIO. México 1999.

BOSQUE, Sendra Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica*, Ediciones Rialp S.A. Madrid 1992.

BOSQUE, Sendra Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica, Practicas con PC ARC/INFO e IDRISI*, Ediciones Ra-ma y Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid 1994.

BURCH, John G., *Sistemas de Información "Teoría y Practica"*, Editorial LIMUSA 1981.

BURROUGH, P.A. *Principles of Geographical Information Systems For Land Resources Assessment*, Clarendon Press Oxford First Published 1986, Reprinted 1989.

CHAVARRIA, Mario Rubén, *Cartografía Semiautomatizada en Geografía, Aplicación a Índices Socioeconómicos*, Tesis Licenciatura UNAM, 1984.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONABIO, *Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y Regiones Prioritarias Marinas*, México 1999

COQUE, Roger, *Geomorfología*, Versión Española Julio Muñoz Jiménez, Isabel Pérez-Villa Nueva Tovar, Alianza Editorial 1984.

DANGERMOND, Jack, "Automatización de Información Geográfica y Mapeo por Computadoras" en Revista Cartográfica IPGH Número 30, México 1976.

DAVIS, John C. And LEVI, Silvana, *Computer Mapping For Resource Analysis, Proceedings of An International Conference*, Kansas Geological Survey, University of Kansas 1978.

DE LA CERA, Alonso José, *Topografía*, Alfa Omega Grupo Editor S.A. de C.V. 9a Edición, México 1997.

DÍAZ, Cisneros Luis R., *Sistemas de Información Geográfica*, Universidad Autónoma del Estado de México, México 1992.

EPPINK L.A., *Soil Conservation and Erosion Control, Agricultural University Wageningen Department of Land and Water Use*, 1985.

ESRI, *Manual de ARC/INFO GIS Versión 3.5* EUA 1995.

ESRI, *Manual de ArcView GIS Versión 3.1*, EUA 1996.

FLORES y GEREZ.. *Programa De Areas Naturales Protegidas 1995-2000*. SEMARNAP. México 1994

FRASER Taylor D.R. *Geographic Information System, The Microcomputer and Modern Cartography*, Modern Cartography Volume One Pergamon Press Carleton University Ottawa, Canadá 1991.

HAMMOND, Hugh, *Elementos de Conservación del Suelo*, Fondo de Cultura Económica México 1989.

INEGI, SPP, *Cartografía Básica Para Estudiantes y Técnicos*, Volúmen 1, México 1989.

IPGH, *Recursos Mundiales 1992-1993*, Oxford University Press 1992.

LAMOTTE, M, *Fondements Rationnels de l'aménagement d'un territoire*, Masson Paris 1985

Ley de Planeación.

Ley General de Asentamientos Humanos.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

McHARG, Ian L. *Design with Nature, American*, Museum of Natural History, Garden City New York, 1971

MILNE, P.H., *Computer Graphics For Surveying*, Department of Civil Engineering, University of Strathclyde U. K. 1987.

PEUCKER, K, Thomas, *Computer Cartography*, Commission on College Geography Resource Paper No. 17 Association of American Geographers, Washington D.C. 1972
Plan Estatal de Desarrollo.

Programa del Medio Ambiente.

RIPPLE, William J., *Fundamental of Geographic Information Systems: A compendium, American Society for Photogrametry and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping*, EUA 1989.

ROBINSON, Arthur H. *Elementos de Cartografía*, Ediciones Omega, Barcelona 1994.

ROSE, J., *La Revolución Cibernética*, Fondo de Cultura Económica 1987.

SEDUE, *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*, Subsecretaría de Ecología, Dirección de Normatividad y Regulación Ecológica, México 1988.

SEMARNAP. INE, *Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Memoria Técnica 1995 - 2000*. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Dirección de Ordenamiento General del Territorio. México 2000

TAKESHI, A. W., *Especies Presentes por Provincia Mastofaunística*, CONABIO-UNAM. México. 1999

TARBOTON, David. *Distributed Modeling in Hydrology using Digital Data and Geographic Information Systems*, Utah State University 2000.

TOMLIN, Dana C. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, School of Natural Resources The Ohio State University, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989.

TRICART, Jean y Kilian Jean, *La Eco-geografía y la Ordenación del Medio Natural*, Editorial Anagrama 1982

VALENZUELA, Carlos R., *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*, International Institute For Aerospace Survey and Earth Science, 1989.

VIDAL, Dominguez María J., *Introducción al Programa de Cartografía Automatizada por Impresión de Líneas SYMAP*, Cuadernos de Trabajo de Geografía No. 2, Universidad Complutense Depto. de Geografía Humana, Madrid 1983.

VIERS, Geores, *Climatología*, Traducción Alexander Ferrer, Elementos de Geografía Oikos-Tau S.A. Ediciones 2a Edición 1981.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA