

## EL SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO EXPERIENCIA PILOTO PARA LA ONA ARIADA

Act. Elvira Miranda Víquez\*  
Ing. Agr. Adriana Pineda Velázquez\*\*  
Biol. Pedro Antonio Barrera Jaramillo\*

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología desarrolló de 1983 a 1988 estudios y trabajos para el diseño, construcción e instalación de un Sistema de Información Ecológica. Dichos trabajos permitieron identificar las carencias y deficiencias para la continuación y replanteamiento de ese proyecto.

La actual coyuntura que enmarca las acciones de gobierno y la nueva forma de resolver los problemas inherentes al desarrollo nacional demanda modernidad y eficiencia en las tareas administrativas así como un nuevo enfoque en la solución de dichos problemas basado en la concertación y colocación de las partes involucradas.

Lo anterior obliga a identificar a las partes involucradas, a determinar su disposición de colaboración y a buscar formas de concertación que permitan el avance de tareas particulares que converjan en un mismo objetivo.

Tal es el caso del replanteamiento del proyecto originado en SEDUE que bajo la actual restricción presupuestaria y reorganización administrativa del gobierno federal impide la continuación de proyectos tan ambiciosos como el Presente.

Sin embargo, se cree que el cumplimiento de los objetivos de este proyecto contribuiría en mucho con las nuevas demandas de modernidad y eficiencia en las tareas de administración y toma de decisiones para orientar el desarrollo nacional.

El planteamiento que se expone se ve reforzado con el compromiso establecido por México a nivel mundial para" (PNUMA-OLPAC, 1984) así como con las políticas nacionales prioritarias relacionadas con la protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Tecnológico.

Como respuesta al compromiso de fortalecer y aumentar los esfuerzos nacionales y la cooperación internacional en la esfera de la protección ambiental, desde la década de los 60's en varios países latinoamericanos se ha realizado investigaciones científicas y tecnológicas con relación a lo que actualmente se reconoce como una línea de acción prioritaria: la Ordenación Ambiental.

Este tipo de estudios y actividades prácticas derivadas de ellos, se han venido realizando en nuestro país desde hace más de 20 años, tanto en Centros Académicos y de Investigación como en el Sector Privado y en Sector

---

\* IPN. Secretaría Académica. Proyecto Interdisciplinario de Medio Ambiente y Desarrollo Integrado.

\*\* Fundación Arturo Resenblueth para el Avance de la Ciencia A.C.

Gubernamental. Como resultado de esto han ido surgiendo nuevas técnicas y métodos que es necesario integrar en el proyecto conjunto Sistema de Información Ambiental Regional – Ordenamiento Ambiental, bajo el enfoque metodológico interdisciplinario, sistémico, holístico y dinámico, adecuado a nuestras características como país latinoamericano en vías de desarrollo.

Desarrollo que debe sustentarse en un aprovechamiento sostenido de los recursos naturales y en la protección ambiental, sin cancelar opciones productivas para el futuro.

La metodología a emplear será la de Ordenamiento Ecológico del Territorio adaptada y modificada por el Sistema de Información Ecológico y el Grupo Sistema de Información Ambiental Regional (SAR), la cual se representa gráficamente, junto con los diversos instrumentos metodológicos desarrollados expresamente, en la figura no. 1.

En ésta se muestra el procedimiento general para la elaboración de diversos estudios de ordenamiento ambiental, con sus elementos básicos y las interrelaciones entre ellos.

Como elementos tenemos: 1) el Tronco Metodológico; 2) La Información; 3) Los Instrumentos de Análisis Regional, Manuales y Computarizados, y 4) Los Productos.

Fase de Organización.- Consiste en la definición de alcances, objetivos, metas, disponibilidad de recursos (de información, humanos, materiales y equipo) y calendario de trabajo. Básicamente es la elaboración del Diseño de Investigación o plan de Trabajo.

Fase Descriptiva.- Se delimita el área de estudio, se realiza la descripción del ambiente caracterizando los elementos del medio natural y los elementos antrópicos y la problemática ambiental.

Asimismo, es necesario identificar la tecnología utilizada para el aprovechamiento y transformación de los recursos naturales.

# METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

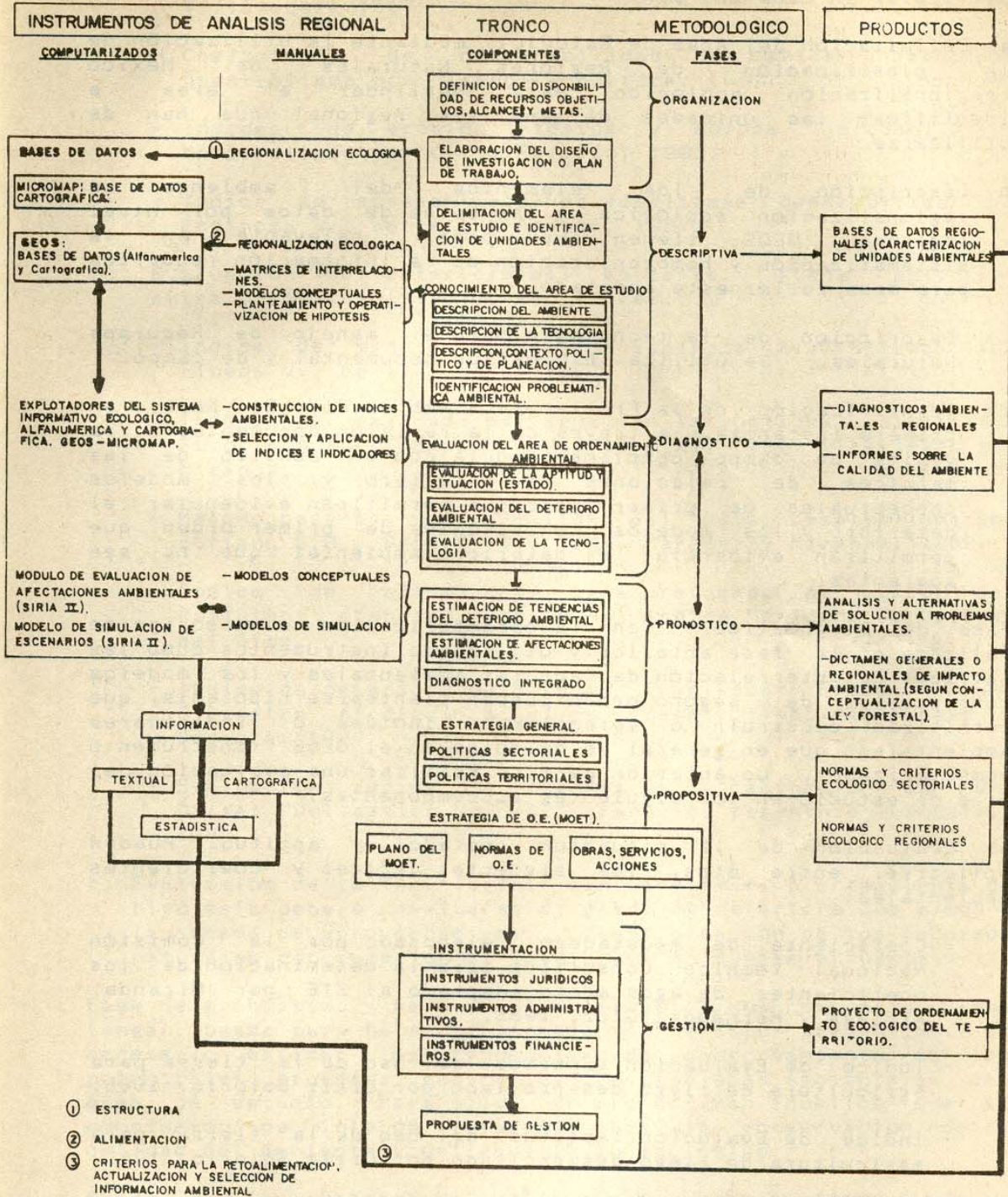


FIGURA No 2

Los componentes de esta fase y los instrumentos que pueden utilizarse en cada uno son:

**Delimitación del Área de Estudio:** mediante la utilización de la clasificación de Regiones Naturales de México (regionalización ecológica para deslindar el área e identificar las unidades de análisis regional que han de utilizarse.

**Descripción de los elementos de ambiente:** La regionalización ecológica y las bases de datos por nivel regional GEOS tienen un papel relevante en la sistematización y homogeneización de la información requerida para desarrollar este apartado.

**Descripción de la tecnología para el manejo de Recursos Naturales:** Se utiliza información documental y de campo.

**Identificación de la Problemática Ambiental:** Se hace, en primera instancia, a través de la revisión documental y la visita de campo complementándola con el auxilio de las matrices de relaciones de deterioro y los modelos conceptuales de primer orden que permitirán evidenciar el deterioro y los modelos conceptuales de primer orden que permitirán evidenciar el deterioro ambiental que no sea aparentes.

**Fase de Diagnóstico.-** Con la caracterización o descripción realizada en la fase anterior y utilizando instrumentos como las matrices de interrelación de factores ambientales y los modelos conceptuales de segundo orden pueden plantearse hipótesis que permitirán construir o seleccionar índices o indicadores ambientales que en general se calculan en el GEOS (instrumento computarizado). Lo anterior permite realizar una evaluación del área de estudio en los siguientes subcomponentes:

**Evaluación de la situación (estado) y aptitud.** Pueden aplicarse, entre otros, los siguientes índices y coeficientes ambientales:

Coeficiente de Agostadero, elaborado por la Comisión Nacional técnica consultiva para la determinación de los coeficientes de agostadero adaptado al SIE por Miranda, Arriaga y Hernández Cruz, 1985.

Índice de Evaluación (aptitud) del uso de la tierra para agricultura de riego desarrollado por Ortiz Solorio, 1985

Índice de Evaluación (aptitud) del uso de la tierra para pastizales desarrollado por Ortiz Solorio, 1985.

Coeficiente de Conservación Faunística y Florística desarrollado por Miranda, Espinosa R., Barrera J.P. y Villalobos, 1987.

Coefficiente de disponibilidad de mantos freáticos desarrollado por Miranda y Barrera, 1967.

Índices de erosión hídrica y eólica (erodabilidad) desarrollado por Ortiz Solorio, 1985.

Índice de representación ecosistemas desarrollado por Espinosa R., Barrera y Aldeco, 1987.

Evaluación del deterioro del ambiente. Puede aplicarse entre otros los siguientes índices:

Índice de manejo de suelo de Espinoza R., Miranda V., Pineda V., Celis y Mora, 1987.

Índice de calidad del agua de la National Sanitation Foundation adaptado por González Leal, 1987 y revisado por Miranda.

Método para evaluar la calidad del agua, desarrollado por Osarían C.H., Berdejo V., Cruz, Márquez y Miranda, 1989.

Índice de calidad del aire retomado por SEDUE del Pollutant standard Index y del Índice Mexicano por Lar y Barrera, 1987.

Evaluación rápida de fuentes de contaminación de "Who FOCEP Publication No. 62" traducido por Athie Lambarri, 1984.

Evaluación de la Tecnología.- Con base en el planteamiento de hipótesis deberá evaluarse el grado de deterioro que produce la forma de aprovechamiento y transformación de los recursos naturales con relación al ecosistema en que se encuentra.

Fase de pronóstico.- para efectuar estudios más completos y que tengan bases para hacer planteamientos de tipo preventivo, es necesario estimar las tendencias de comportamiento de los principales procesos ecológicos y/o problemas ambientales del área de estudio. Para ello, se pronostican aquellos que se consideran de interés relevante para la conservación de la calidad del ambiente y del equilibrio ecológico.

Entre los instrumentos de análisis que pueden auxiliar y apoyar el desarrollo de los componentes de esta fase están las matrices de relaciones de deterioro, modelos conceptuales, construcción de escenarios alternativos y algunos instrumentos computarizados por el Módulo de Evaluación de afectaciones ambientales y el Módulo de Simulación de Escenarios de la 2ª. Fase del SIRIA 8 (Sistema de Información Rápida de Impacto Ambiental).

Los componentes de esta fase son:

Estimación de tendencias de Deterioro Ambiental.

Estimación de Posibles Afectaciones Ambientales, pronosticadas con base en el análisis de las acciones a ejecutar, siendo necesario construir todos los escenarios probables.

Diagnóstico Integrado, se retoman las conclusiones de la fase de diagnóstico y las de los dos primeros componentes de esta fase para efectuar una jerarquización de fenómenos, presentes y potenciales, de deterioro ambiental a fin de proponer medidas tanto de tipo correctivo como preventivo.

Fase Propositiva.- Se plantean las diferentes propuestas par la realización de un nuevo esquema de uso y manejo de los recursos naturales en área de estudio, cuyo objetivo básico es el mejoramiento de la calidad de vida de la población y la protección al ambiente sin menoscabo de las actividades productivas.

Los componentes de esta fase así como los procedimientos que se utilizan son:

Estrategia General.- Mediante el análisis de los diversos planes y programas tanto regionales como sectoriales se identifican las estrategias y políticas determinadas para el área de estudio o para la región a la que pertenece. Con los resultados de este análisis así como con los escenarios probables construidos en la fase anterior, se efectuara una selección de los escenarios posibles, es decir, aquellos que son factibles de ejecutar, descartando, por mencionar algunos criterios, aquellos que 1) no sean congruentes con las estrategias para el desarrollo regional; 2) no sean compatibles con la preservación del equilibrio ecológico y la conservación de los recursos naturales; 3) Aún cuando sean escenarios resultantes de aplicar alguna estrategia sectorial, no sean compatibles con las estrategias regionales e incluso nacionales, o que provoque deterioro ambiental.

Después de esta selección será necesario identificar el escenario deseable, que se adoptará como imagen objetivo, la cual nos permitirá enunciar la estrategia general que será la directriz para el desarrollo de los siguientes subcomponentes.

Políticas Sectoriales.- Son directrices específicas para los sectores relevantes, podrán retomarse los planteamientos de los Planes y Programas que sean congruentes con la imagen objetivo.

Políticas Territoriales.- Son directrices específicas para las áreas relevantes, basadas en las 4 Políticas de Ordenamiento Ecológico: Conservación, Aprovechamiento, Protección y Restauración.

Estrategia de Ordenamiento Ecológico.- Es la conclusión del análisis efectuado durante la elaboración del estudio, deberá plantearse el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio al que se espera llegar mediante la ejecución de las propuestas concretas que son los subcomponenete:

Plano del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.- Donde se plasma la distribución y localización geográfica de las actividades socioeconómicas.

Lineamientos normativos y normas de ordenamiento ecológico.- En un conjunto de disposiciones que deberán ser obligatorias y que mediante su observación se pretende lograr: el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales, armonización de las actividades socioeconómicas con el entorno y prevención del deterioro ambiental.

Obras, servicios y acciones que es necesario programar y ejecutar para lograr implantar paulatinamente el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Fase de Gestión.- Mediante esta fase se elaboran los planteamiento y propuestas técnicas encaminadas a lograr la ejecución del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

Los componentes y subcomponentes de esta fase son:

Instrumentación.- A través del marco jurídico, administrativo y financiero existente será posible identificar los instrumentos que brinden sustento legal y operativo a la ejecución del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Instrumentos Jurídicos: Leyes, Reglamentos, Acuerdos, Convenios y Decretos.

Instrumentos Administrativos: Programación presupuestal a nivel federal o estatal, utilizando básicamente la apertura programática de SEP.

A nivel central: Programas Operativos Anuales, Programas de Inversión y Acuerdos de Coordinación.

A nivel estatal y municipal: Convenios Únicos de Desarrollo y Programas de Desarrollo Regional.

Instrumentos Financieros: Créditos, Financiamientos, Estímulos Fiscales.

Propuesta de Gestión.- Con base en el conocimiento y análisis de los instrumentos jurídicos y administrativos será posible elaborar una propuesta para la forma de gestionar los productos concretos del Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio a fin de lograr su ejecución.

Coordinación.- Se refiere a las acciones del Gobierno Federal con los Gobiernos Estatales y a través de éstos con los municipales. La ejecución se hace vía CUD, (Convenio Único de Desarrollo) y COPLADE (Comités de Planeación del Desarrollo Estatal).

Concertación.- Acciones conjuntas de los sectores público, social y privado de acuerdo a los lineamientos previstos en el Plan Nacional de Desarrollo. Se ejecutan mediante contratos y convenios de derecho público.

Inducción.- Políticas y acciones de gobierno tendientes a promover, regular, restringir, orientar o prohibir acciones a los particulares en materia económica y social.

Obligatoriedad.- Acciones y metas concretas que se ejecutan a través de los Programas Sectoriales y de Programas Operativos Anuales.

Los Productos.- Mediante la utilización de la metodología aquí expuesta es posible obtener diferentes tipos de estudios o proyectos de ordenamiento ambiental a los que llamamos productos, puesto que son el resultado del tratamiento o procesamiento de la información básica dentro del Sistema de Información Ambiental Regional.

Los productos que se pueden obtener se mencionan a continuación, ordenados de menor a mayor complejidad en el procesamiento de información que requieren, es decir, el primero tienen un manejo más simple de la información y último es el producto más elaborado, con un mayor tratamiento de información y también con un mayor grado de complejidad de los procesos a los que fue sometido:

Bancos de Datos Regionales.- Constituye un producto primario que consiste en la información básica necesaria para la elaboración de estudios ambientales que ha sido sistematizada con base en la teoría de unidades ambientales homogéneas concebida para el Sistema de Información Ambiental y Regional y el Sistema de Información Ambiental y Regional y el Ordenamiento Ecológico del Territorio.

La estructura de este banco de datos es la Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales), por lo tanto la información está organizada jerárquicamente en los diferentes niveles regionales identificados: Zona Ecológica, Provincia, sistema Ecogeográfico, Paisaje Terrestre y Unidad Natural, es decir, cada nivel tiene una base de datos con el nivel de desagregación de la información que la determina y su base geográfica correspondiente, constituida por las unidades ambientales territoriales previamente delimitadas conforme a la teoría y métodos de la Regionalización Ecológica (clasificación de Regiones Naturales).

Este producto puede ser utilizado para consultar y “explorar” información, pudiendo generar reportes simples de una región compuesta por diferentes unidades ambientales, la superficie de áreas erosionadas, los tipos de cuerpos de agua presentes, la fauna en peligro de extinción, el tipo de actividades industriales, etc.

Diagnósticos Ambientales Regionales.- Los Diagnósticos Ambientales Regionales son un tipo de producto que nos permite conocer las características de una región



cualquiera del territorio nacional, respecto al inventario de recursos naturales y antrópicos, las características ecológicas de cada unidad ambiental elegida así como la tecnología utilizada en la transformación de los recursos naturales.

Informes sobre la Calidad del Ambiente.- A diferencia de los anteriores involucran la identificación y evaluación de los principales componentes que determinan la calidad ambiental y que a su vez repercuten en el nivel de bienestar y calidad de vida de la población de alguna unidad geopolítica del país. El objetivo es brindar los elementos necesarios para la toma de decisiones y la gestión ambiental que corresponda a las autoridades político-administrativa.

Análisis y alternativas de Solución de Problemas Ambientales.- Se refiere a estudios sobre procesos particulares de degradación o contaminación ambiental, su interrelación con los elementos ambientales, la participación de los procesos naturales en la evaluación del problema así como la identificación de sus causas y consecuencias. Lo anterior permite tener más elementos de juicios en al valoración y jerarquización de las alternativas de solución al problema en estudio.

Dictámenes Generales de Impacto Ambiental.- La ley Forestal en su Art. 23 refiere que “los estudios y permisos para los aprovechamientos forestales, cambio de uso de terrenos ambiental que por regiones, ecosistema territorialmente SEDUE”. Asimismo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente lo refiere en su Art. 30.

El concepto y aceptación manejada para los Dictámenes Generales de Impacto Ambiental Consiste en el Análisis ecológico que permita sustentar o proponer cierto statu ambiental (podría ser una categoría del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas) que se dictamine, decrete o declare para:

Ciertas regiones del territorio nacional. por ejem.: regiones con una función ambiental que permita regular o preservar el equilibrio ecológico en alguna zona o unidad político-administrativa como la región del Ajusco para el D.F. y la Cd. de México o el Parque Nacional Cumbre de Monterrey para la Cd. de Monterrey.

Ecosistemas territorialmente definidos que pudieran corresponder a algunos de los niveles de la regionalización ecológica o a alguna delimitación convencional que los incluya (como por ejem.: región forestal, cuenca hidrológica, subprovincia fisiográfica, sistema de topoforma, etc.) que posean ciertas características ecológicas o ambientales que se deseen preservar, regular o proteger v.gr. el Bosque de la Primavera en Jalisco como hábitat de especies de fauna única y en peligro de extinción.

Especies vegetales determinadas que por su representatividad, exclusividad, riesgo de extinción o amenazadas deban ser protegidas como la orquídeas y cactáceas. Este tipo de dictámenes y estudios deben ser extensivos también para las especies de fauna como el teporingo y oso negro.

Normas y Criterios Ecológico Regionales o Sectoriales.- Se refiere a los "requisitos, especificaciones, condiciones, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo e actividades" según Art. 36 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (en el caso de esas sectoriales) o en el uso y destino del territorio de alguna zona (en el caso de las regiones).

Proyectos o Estudios de Ordenamiento Ecológico del Territorio.- Es el producto más elaborado y a que en su desarrollo demanda mayor cantidad de información y de procesos en el manejo de la misma, tal como puede apreciarse en la figura y en la metodología expuesta.

El grupo SIAR fue apoyado durante 1990 por el Instituto Politécnico Nacional en el área del programa Interdisciplinario para el Medio Ambiente y Desarrollo Integrados para realizar una experiencia piloto en la Zona Árida, misma que no se concluyó, sin embargo se crearon los siguientes módulos.

Una base de datos a nivel de sistema Eco-geográfica para la Zona Ecológica Árida del país formada por las variables; sistema de topografía, superficie, de municipios, climas, precipitación media pluvial, vegetación, posibilidades de uso potencial agrícola, pecuario y forestal; zonas de explotación y veda de aguas subterráneas, suelos y altitudes, áreas erosionadas.

La aplicación de algunos indicadores e índices de calidad Ambiental como, calidad del agua y uso del suelo.

Generación de Cartografía 1: 1 000,000 y 1: 2 000 000 para la Zona Árida con la variable: Sistema Eco-geográficos.

Una propuesta de Restauración Ecológica de Áreas Erosionadas para la región piloto (mapa 1) los instrumentos utilizados fueron:

Formatos de información de las SIAR  
Clasificación de Regiones Naturales de México  
Matrices de Relaciones de Deterioro  
El sistema cartográfico Computarizado MICROMAP

El avance es mínimo, sin embargo están creadas las bases y capturados los datos (para el 50% del territorio) básico del medio físico con lo cual bajo la metodología de OE que proponemos, será posible generar información para el manejo e Recursos Naturales, marcar prioridad de atención de Zonas con problemas ambientales, diagnósticos ambientales y reportes del inventario de recursos naturales.

## **Bibliografía Relevante.**

Fundación Arturo Resenbklueh A.C. Calderón Enrique. Hernández Beatriz y Hernández Arturo. GEOS: Sistema Geográfico Propósito General. México, FAR, 1987, 16 pp.

Lara Vázquez A., Miranda Viqez E. Y Pineda Velásquez A. Propuesta de Trabajo Conjunto de las Subdirecciones del Sistema de Información Ecológica y Ordenamiento Ecológico del Territorio 1987-1988. Presentada al Director General de Normatividad y Regulación Ecológica de SEDUE Cd. de México, D.F. Mayo de 1987.

Miranda Víquez E. Bases para un Sistema de Información Ecológica. Tesis para obtener el Grado de Licenciatura en Actuaría. UNAM. México. Dic. de 1989.

Pineda Velásquez A. Análisis y Alternativas de Restauración Ecológica para Áreas con Degradación Ambiental por Desertificación y Erosión en Tlaxcala. Tesis para obtener el Grado de Licenciatura en Ingeniera Agrícola. UNAM. México. Dic. 1989.

PNUMA-ORLPAC. Dos Actos Decisivos. De Estocolmo a Nairobi 1972-1982 Declaraciones sobre el Medio Ambiente Mundial. Nairobi, Kenya; 1984.

PNUMA. En Defensa de la Tierra. Los Documentos Básicos Sobre el Medio Ambiente. Founex: Estocolmo. Cocoyoc. Nairobi, Kenya; 1981, pp. 129-ç146.

Ramos Fernández, A. (et.al) Planificación Física y Ecología. Modelos y Métodos. Madrid, España: EMESA, 1979, pp. 13-23, 138-146.

SAHOP. Nuevo Orden Internacional Habitat. México. Dir. Gral. De Ecología Urbana, 1978.

SEDUE. Fundación Arturo Rosemblueth A.C. Estudio de Factibilidad Técnica de un Sistema de Información Ecológica. México. Dir. Gral. De Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, 1985.

SEDEU-SYSPLAN, S.A. Lineamientos para la Elaboración del Manual del ordenamiento Ecológico del territorio. México: Dir. Gral. De Normatividad y Regulación Ecológica. 1988.