

01086



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

INTEGRACION DE LAS DECLARATORIAS
DE LOS CUERPOS DE AGUA NACIONALES
Y LOS ESTUDIOS DE ORDENAMIENTO
ECOLOGICO

(ESTUDIO DE CASO DEL RIO ALSESECA EN EL
EDO, DE PUEBLA)

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

DOCTOR EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A

M en G. ARTURO MEJIA RAMIREZ

ASESOR:

DRA. MARTA C. CERVANTES RAMIREZ

44 08 62



MEXICO. D. F.

MAYO 2000



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.

AGRADECIMIENTOS

A la memoria de mis padres
Martín F. Mejía G.
Elvira Ramírez G.

A mi amada hijita **Estefanía**,
por darle un nuevo sentido a mi existencia,
por el gran amor que nos prodigamos
y todos los grandes momentos que hemos vivido juntos

A mis hermanos: **Fernando, Estela, Ma. Luisa,**
Gonzalo, David, Manuel, Martín, Angel y Rosa.

A todos mis **sobrinos**,
esperando sea un estímulo para ellos.

A la doctora: **Marta Cervantes Ramírez**, por su valiosa dirección y asesoría en el desarrollo de este trabajo.

A las doctoras: **Laura Elena Maderey Rascon**, y **María del Carmen Carmona Lara**. por sus importantes aportaciones e invaluable ayuda.

Así como al comité revisor de este trabajo: **Dra. María Inés Ortiz Alvarez**, **Dr. Juan Carlos Gómez Rojas**, **Dra. María Esther Georgina Ruiz Santoyo** y **Dra. Patricia Romero Lankau**. Por sus valiosos comentarios y sugerencias al presente trabajo.

A mi amigo y colega: **Manuel Salazar Nava**, por su invaluable ayuda en este trabajo y solidaridad mostrada en todos estos años de fructífera amistad.

A la geógrafa **Santa Castro Miranda**, por su gran amistad e inapreciable asesoría.

A mi amiga **Magdalena Nava Nava**, por su amistad incondicional y sus valiosos consejos.

A mi alumna y becaria **María Dolores Vanessa Ibarra A.**, por su colaboración en la parte final del trabajo.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, que a pesar de todo continúa formando profesionistas comprometidos con la sociedad, y sigue siendo la máxima casa de estudios del país.

A la **Comisión Nacional del Agua**, así como al **Ing. Gerardo Castillo V.** y al **Ing. Fernando Rosales C.** por su preciada ayuda y asesoría proporcionadas.

Al **Instituto Mexicano del Petróleo**, por todas las facilidades otorgadas en la realización de este trabajo, así como a mis compañeros del Grupo de Análisis Geográfico Ambiental: **Ing. Arturo Rodríguez C.** Ecol. **Javier A. Espinosa G.** y Biol. **Ernesto Soto G.**

A todas aquellas personas que de forma directa o indirecta colaboraron en este trabajo y que por alguna razón las he omitido.

RESUMEN

TITULO DEL PROYECTO: INTEGRACIÓN DE LAS DECLARATORIAS DE CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA NACIONALES Y LOS ESTUDIOS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.

Presenta: Mtro. Arturo Mejia Ramirez, Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

La conservación de los recursos naturales se ha convertido en una de las prioridades nacionales, destacando entre dichos recursos el agua y el suelo, sin embargo en muchas ocasiones se ha trabajado en forma aislada para lograr estos objetivos, situación que ha ocasionado la disgregación de esfuerzos e incluso la falta de complementación de políticas ambientales y condiciones de antagonismo, todo esto a pesar de que en el Plan Nacional de Desarrollo se considera al recurso agua como una de las variables vertebrales para el reordenamiento territorial, la localización de asentamientos humanos y actividades económicas. Las regiones de crecimiento restringido, como las de crecimiento deseable deben ser definidas fundamentalmente con base a la disponibilidad del agua, y el aprovechamiento adecuado del suelo, según su potencialidad y vocación.

Es por lo anterior que se proponen trabajos integradores que entiendan el ambiente como un todo y no solo estudien por separado cada elemento, evitando de esta forma las situaciones antes mencionadas.

En el presente estudio se considero simultáneamente las metodologías de clasificación del cuerpo de agua y del ordenamiento ecológico, con la finalidad de buscar puntos de coincidencia de ambas y establecer así su uso en conjunto, obteniendo una metodología integrada, que permita un mejor y mayor aprovechamiento de los recursos, por medio de la aplicación de acciones y políticas concurrentes para el manejo de dichos recursos.

Cabe señalar que para el logro del objetivo antes planteado, el uso de un sistema de información geográfica (Autocad-Map), tuvo una participación determinante, ya que permitió visualizar de forma simultanea los productos obtenido en ambos estudio y de esta forma alcanzar su integración metodológica y de resultados.

Mayo 2000

Doctoral Thesis Abstract

THE PROYECT TITLE: INTEGRATION OF DECLARATIONS OF NATIONAL WATER BODIES AND STUDIES OF ECOLOGICAL LAND USE MANAGEMENT.

Composer: ARTURO MEJÍA RAMÍREZ, Colegio de Geografía de la Facultad de Filofofia y Letras de la UNAM.

The National Development Programme of Mexico defines water resources as the main axis for territorial planning, human development and economic activities. However, so far management of natural resources has not been approached with an integral perspective, which has resulted in lack of development of appropriate environmental policies.

The best alternative to achieve sustainable development of natural resources is through an integral, innovative approach. In order to achieve the sustainable conservation of the natural resources in the country, geographical regions with restricted growth should be established based mainly on availability of water resources and appropriate ecological land use planning.

In the present research, several methodologies to classify bodies of water and carry out ecological land use planning practices were considered simultaneously. The objective was to develop an integral methodology, which allowed the better management of the natural resources through the appropriate implementation of actions and policies. The GIS utilised was Autocad-Map, with which it was possible to visualise simultaneously and integrate the results of both the classification of bodies of water and the practices for ecological land use planning.

May 2000

INDICE	Página
Introducción	1
Capítulo 1. – Marco Teórico y Metodología	4
1.1 Marco Teórico Conceptual.	4
1.1.1 Planeación.	5
1.1.2 Antecedentes de la planeación en México.	7
1.1.3 Sistemas de Información Geográfica.	9
1.2 Metodologías.	11
1.2.1 Antecedentes de las metodologías de ordenamiento ecológico y clasificación de cuerpos de agua.	12
1.2.2 Condición actual de la metodología de ordenamiento ecológico.	16
1.2.3 Condición actual de la metodología de clasificación de cuerpos de agua.	19
Capítulo 2.- Descripción de la zona de estudio	27
2.1 Antecedentes históricos.	27
2.1.1 Evolución de la zona de estudio	27
2.1.2 La época colonial.	29
2.1.3 El México independiente	31
2.2 Delimitación de la zona de estudio (Río Alseseca).	35
2.2.1 Aspectos Generales.	35
2.2.2 Aspectos Geográficos.	36
2.3 Regionalización ecológica de INE y entorno del río Alseseca.	37
2.4 Caracterización del medio, abiótico, biótico y socioeconómico.	37

2.4.1 Clima.	37
2.4.2 Topografía.	38
2.4.3 Edafología.	38
2.4.4 Geología.	40
2.4.5 Vegetación.	40
2.4.6 Fauna.	41
2.4.7. Medio socioecómico.	41
Capitulo 3.- Usos y condición actual de los recursos	53
3.1. Usos y calidad del agua (agropecuario, industrial y urbano).	53
3.1.1 Usos del agua	53
3.1.2 Problemática actual del abastecimiento del agua.	53
3.1.3 Clasificación de la corriente hídrica en función de sus usos.	54
3.2 Modalidad de uso del suelo (agropecuario, industrial y urbano)	57
3.3 Recursos bióticos.	58
3.4 Recursos minerales.	58
Capitulo 4. - Diagnóstico ambiental y social.	59
4.1. Análisis espacial-cuantitativo del manejo de los recursos del río Alseseca.	59
4.1.1 Índice de calidad del agua.	59
4.1.2 Índice de uso del suelo.	65
4.1.3 Índice de capacidad agrológica.	68
4.1.4 Índice de deterioro forestal.	68
4.1.5 Clasificación del río Alseseca.	71

Capitulo 5. Congruencias e incongruencias de los resultados del ordenamiento y la clasificación del cuerpo de agua.	79
5.1. Pronóstico.	79
5.1.1 Operatividad de los cambios propuestos a las metodologías.	79
5.1.2 Evaluación de los resultados obtenidos.	86
5.1.3 Ordenamiento conjunto de los usos del suelo y agua.	88
5.1.4 Resultados del Proyecto de ordenamiento ecológico para la región centro – poniente del estado de Puebla.	91
Capitulo 6. Conclusiones.	105
Capitulo 7. Bibliografía.	108
Anexo 1: Cartografía.	113
Anexo 2: Gráficas.	129
Anexo 3: Fotografías.	140
Anexo 4: Listados de Flora y Fauna.	156
Anexo 5: Organigramas	168

Introducción

El mayor reto del momento actual para la sociedad, se desprende de la intensión de garantizar la conservación, calidad y cantidad de los recursos naturales para el abastecimiento de las presentes y futuras generaciones, ya que en muchos casos la explotación indiscriminada de éstos ha tenido consecuencias graves e incluso en algunos casos irreversibles. Tal situación obliga a tomar un nuevo camino en la utilización de los recursos, que permita su permanencia e incluso su recuperación, para lo cual es necesario la implementación de nuevas técnicas, métodos y modelos, que permitan alcanzar el aprovechamiento óptimo de todos los recursos. Dos de estos mecanismos son: los estudios de ordenamiento ecológico territorial y las declaratorias de clasificación de los cuerpos de agua nacionales, que se abordan en ésta investigación.

El objetivo primordial del presente estudio es: integrar las dos diferentes metodologías por medio del Sistema de Información Geográfica que se desarrollan y de esta manera proporcionar los argumentos físicos, sociales y económicos para que se efectúen los cambios necesarios en la forma de explotar y utilizar los recursos de la cuenca del Río Alseseca, además de ofrecer alternativas para dichos cambios, y bajo estas condiciones garantizar la protección, preservación y restauración del medio ambiente.

Las hipótesis principales del trabajo son:

- 1) ¿Es posible, integrar la metodología de los estudios de ordenamiento ecológico con la de las declaratorias de los cuerpos de agua nacionales, utilizando para ello nuevas herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), y obtener así un mecanismo que proporcione alternativas viables para la conservación, restauración y aprovechamiento racional de los recursos?
- 2) ¿De no llevar a cabo un cambio en la forma de explotación de las zonas forestales, en la parte alta de la cuenca se podrá garantizar el abastecimiento de agua para el riego y como fuente de abastecimiento, en la parte baja de la cuenca?
- 3) ¿Es factible disminuir la pobreza que existe en la parte alta de la cuenca, si se realizan los usos adecuados de los recursos y se favorece a la población de escasos recursos con nuevas fuentes de ingresos, como con el manejo adecuado del bosque para la comercialización de los productos derivados, lo que implicaría un cambio en el uso del suelo actual?

De lo anterior se desprende la intención de realizar en forma simultánea la administración de los recursos naturales y la prevención así como el control de la contaminación por medio de las metodologías citadas. Estas metodologías, pueden ser integradas, para desarrollarse en forma conjunta; a partir del análisis de la estructura de cada una de ellas y de la utilización del Sistema de Información Geográfica, para obtener así, una nueva metodología que incluya la mayor cantidad posible de elementos del medio ambiente.

Esta propuesta se presenta en la zona de estudio, que es la cuenca de Río Alseseca, dónde se ha podido detectar un uso antagónico de los recursos; por un lado se considera la presencia de la ciudad de Puebla (que es la zona urbana más importante del estado), en donde se dota a la mayor parte de la población de todos los servicios, haciendo uso de recursos que vienen incluso de fuera de la cuenca, mientras que en el resto de la misma se encuentran zonas de una economía muy deprimida con la carencia de varios servicios, en donde los recursos naturales están siendo explotados de forma acelerada por falta de ingresos que permitan su adquisición y la transferencia de los mismos hacia las zonas urbanas.

Con estos antecedentes, la presente investigación se estructura de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se desarrollan los principios teóricos así como las metodologías a los que se hace referencia en la investigación; conceptos básicos como ordenamiento ecológico territorial, Sistemas de Información Geográfica y aspectos de legislación como las declaratorias de los cuerpos de agua nacionales, que se abordan con mayor detalle a fin de permitir una mayor comprensión del tema.

El segundo capítulo, presenta la fase descriptiva de la investigación, es decir, los aspectos generales de la zona de estudio: sus antecedentes históricos, la delimitación de la misma, y una caracterización temática del medio ambiente.

Este capítulo se complementa con el 3ro y 4º, que desarrollan la fase de diagnóstico del trabajo, se lleva a cabo una evaluación del medio ambiente en la zona estudiada, para conocer los daños causados por las actividades humanas en él. Esta fase se divide en tres aspectos: la selección de índices e indicadores; la evaluación de la aptitud de la zona estudiada y la evaluación del deterioro ambiental.

Es en ésta parte de la investigación que es la utilización del Sistema de Información Geográfica permite conocer la condición de los recursos naturales, por medio de mapas digitales que sirven para cuantificar los recursos existentes; así como, la sobreposición de cartografía para detectar el uso adecuado e inadecuado del suelo.

El capítulo cinco presenta un pronóstico de la investigación, es decir, se hace una estimación de las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro de la zona de estudio, así como las modificaciones ambientales que está pudiera sufrir por diversos factores. También en este capítulo se aborda la fase propositiva del trabajo, que pretende realizar un nuevo esquema de uso y manejo de los recursos naturales en la cuenca del río Alseseca, por medio de la conjunción de las metodologías citadas, a través del Sistema de Información Geográfica, para obtener un mejoramiento de la Calidad de Vida de la población y la protección del Medio Ambiente.

Cabe señalar que en los estudios de ordenamiento, se considera a la regionalización fisiográfica del territorio nacional como punto de partida, misma que toma como base la geomorfología y la geología para sus subdivisiones, sin embargo es importante destacar que en estos estudios se le asigna un papel preponderante al suelo y el resto de los componentes ambientales son relegados a un segundo término.

En el presente trabajo no se consideró esta regionalización, ya que la intención del mismo es la de proponer un manejo integral de los recursos naturales dando un especial énfasis al agua y al suelo, por lo que se tomó como referencia la división por cuenca, que es la unidad natural que permite un análisis global de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos y que a su vez están definidas por las corrientes superficiales y los límites marcados por las geoformas.

Capítulo 1.- MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍAS.

1.1. Marco teórico conceptual.

En los últimos años el uso y conservación de los recursos naturales, se ha convertido en un tema clave para lograr un desarrollo óptimo de cualquier economía, la creciente demanda de recursos en el ámbito mundial ha hecho necesario crear mejores formas para su aprovechamiento. Esta necesidad, aunque no es nueva, se vuelve apremiante en las condiciones actuales, representadas por un gran crecimiento de la población y por lo tanto de la demanda de servicios básicos y productos terminados, sustentados en los recursos naturales. Es en estas condiciones que el Ordenamiento Ecológico del Territorio, relacionado directamente con los procesos de planeación, ofrece una mejor forma de organizar el aprovechamiento y conservación de los sistemas ambientales.

A principios de la década de los 70, surgen en México los estudios de impacto ambiental, como respuesta a la preocupación por la conservación del ambiente tanto en el sector público como en el sector privado, los cuales tenían como finalidad evitar y mitigar los efectos que se generarían o que ya estaban presentes a consecuencia de las diferentes actividades económicas. Este tipo de estudios reveló la necesidad de contar con lineamientos generales de nivel regional y territorial que proporcionaran un marco normativo y un panorama global, en aspectos de contaminación y manejo de recursos naturales y humanos, por lo cual se iniciaron los estudios de Ordenamiento Ecológico del Territorio, que son considerados como *“Un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales, en el territorio nacional y sobre las zonas que la nación ejerce soberanía y jurisdicción para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente”* (SEDUE, 1987, P. 10).

Por otra parte, con relación al recurso agua, las declaratorias de clasificación de aguas nacionales, con base en la Ley de Aguas Nacionales, pretenden establecer estándares en la calidad del agua que permiten fijar condiciones particulares de descarga de contaminantes; esto contribuye a una serie de acciones encaminadas a la conservación de este recurso, así como a mantener la flora y fauna de los cuerpos receptores, promueve la conservación del medio natural e impulsa a sectores en los cuales se necesita del recurso hídrico para poder desarrollarse.

Según lo muestran los párrafos anteriores la conservación de los recursos ha sido una de las principales preocupaciones de las políticas de desarrollo desde la década de los setenta, sin embargo los resultados en este sentido han sido muy pobres, por lo anterior, urge tomar las medidas necesarias para alcanzar una verdadera conservación y una efectiva protección de los recursos, además del aprovechamiento racional de los mismos, es esta situación la que motiva el desarrollo de este estudio, en donde se aplican las metodologías antes descritas en forma conjunta, para con ello buscar una mayor integración de las técnicas existentes utilizando para esto las nuevas herramientas que proporciona el desarrollo tecnológico, como son los sistemas de información geográfica.

1.1.1 Planeación.

Se entiende como planeación, “ al procedimiento idóneo para racionalizar el proceso de decisiones y acciones requeridas para la ejecución de un determinado proyecto político” (DE MATTOS, 1986; AVILA, 1993, P. 271). Surge como respuesta a “ los obstáculos presentes en la transmisión de los impulsos del desarrollo a través del espacio y el fracaso en el establecimiento automático del equilibrio en la distribución de la población, los recursos y las actividades económicas” (STOHR, 1972, P.16). Lo anterior se manifiesta en dos tipos de problemas principalmente:

- a) Los fenómenos de origen y evolución interdependientes, es decir, las disparidades regionales y la concentración territorial de las actividades y de la población en un número reducido de puntos de cada territorio nacional.
- b) Las experiencias concretas de acción regional y su relación con la escasa integración económica – espacial existente entre ciertas regiones de la periferia y los centros dinámicos de cada sistema.

Ante ésta problemática, la planeación ofrece distintas alternativas de solución, que van a diferir en función de la escuela o corriente a la que pertenezcan. Así, las tres principales tendencias en planeación son:

1.- La Escuela Norteamericana: Emplea el método hipotético deductivo para integrar las variables involucradas en la solución de problemas concretos, a escala regional; y se apoya en el análisis por medio de un lenguaje lógico matemático, principalmente. No se preocupa por definir unidades homogéneas del paisaje bajo una estructura jerarquizada.

2.- La Escuela Francesa: Considera a la región, como la base fundamental de integración funcional en una economía global, en el logro de un crecimiento económico nacional. Toma en consideración como factores de la formación de las regiones: el soporte natural, la polarización representada por la industria y la banca, los circuitos y la administración.

3.- La Escuela Ruso-Cubana: Toma en cuenta todos los factores posibles en la estructuración del espacio basándose, en un inicio, en regionalizaciones definidas a partir de sistemas naturales homogéneos del paisaje (geosistemas), bajo un método de análisis integral y jerárquico.

Como lo muestran estas tendencias, la concepción de región es fundamental en el proceso de planeación del espacio geográfico, pues ayuda a definir las áreas sujetas de planeación; la región como unidad espacial permite “situar al proceso en su específico contexto histórico y sociopolítico, considerando a las fuerzas sociales que allí actúan y en particular los factores que determinan la acción del Estado” (AVILA, 1993,p.24).

Desde su aplicación inicial, “los planificadores regionales generalmente adoptaron fundamentos teóricos, paradigmas y modelos precedentes de realidades muy distintas” (DE MATTOS, 1986; AVILA, 1993, P. 275). Entre estos se pueden distinguir cuatro estrategias o modelos que fueron aplicados a países de América Latina:

- a) El Desarrollo Integrado por Cuencas Hidrográficas: Corresponde a un enfoque de planeación intrarregional, esto es, de planeación de una región considerada en forma aislada del resto de su contexto nacional.
- b) La Estrategia de Polos de Crecimiento: Se basa en el establecimiento de polos de desarrollo que debían irradiar diversos efectos de expansión en un área geográfica determinada, que en consecuencia se consolidaría como una región. Este tipo de planeación estaba dirigido a la interrelación Industria – Espacio Urbano.
- c) Las estrategias de Desarrollo Rural Integrado: Son complementarias a las anteriores y se enfocaban a áreas productivas y territoriales diferentes de las que privilegiaban las de polarización. Sus acciones y objetivos se dirigían a la interrelación Agricultura – Espacio Rural.
- d) El Modelo Neoclásico y la Estrategia Neoliberal: Establecen que en una economía de libre mercado con una elevada intercomunicación interna, el crecimiento de una determinada región estará condicionado por su dotación

de recursos naturales y por el crecimiento que en ella tengan los factores capital y trabajo, así como la incorporación del proceso técnico.
(DE MATTOS, 1986; AVILA, 1993)

1.12 Antecedentes de planeación en México.

En sus orígenes, el proceso de planeación, se relacionó a la conducción del proceso soviético, lo que provocó un rechazo inicial a su aplicación en países de régimen capitalista, tanto del primer como del tercer mundo. Sin embargo, en la década de los 60 se hizo necesario implementar el proceso de planeación a los países de Latinoamérica, para afrontar las consecuencias de la posguerra en la economía mundial, e intensificar su proceso de desarrollo económico. “El impulso definitivo hacia la legitimación y adopción de la planeación fue dado por la Conferencia realizada en Punta del Este en 1961 y por la consecuente creación de la Alianza para el Progreso (...) desde entonces se acelera el proceso de creación de organismos de planeación y la elaboración de planes nacionales de desarrollo económico y social” (DE MATTOS, 1986; AVILA, 1993).

En México, la planeación tiene su antecedente en la década de los 40 cuando “se promovió la construcción de grandes obras hidráulicas e infraestructura diversa en un modelo de desarrollo regional por cuencas hidrológicas, teniendo como base la inversión estatal (...) Se crearon entonces las comisiones que elaboraron estudios y propuestas para el desarrollo económico de esas áreas en el país, las más importantes fueron la Comisión para la Cuenca del Río Papaloapan, del Tepalcatepec y Balsas (1947), Lerma – Chapala – Santiago (1950), Fuerte (1951) y Grijalva (1953)” (Idem).

El desarrollo integrado por cuencas hidrográficas, parece ser el primer modelo utilizado ampliamente por la planeación regional en los países de América Latina, incluyendo México.

Sin embargo, el mayor auge de los procesos de planeación en nuestro país, aunado al creciente interés por el uso y conservación de los recursos naturales, se registró en la década de los 70; en este período, el proceso de planeación toma un nuevo matiz, enfocándose a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo del Ordenamiento Territorial.

A partir de entonces, se fortalece la política ambiental en el país, tomando como antecedente la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio

Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) realizada en 1972. Surge la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) que desarrolló los llamados Ecoplanes y el Plan Nacional de Desarrollo Urbano (1978). “ La continuación de dicha política (de planeación) está contenida en el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda elaborado en 1984 por al Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). En ambos casos ocupa ya un lugar central la atención prioritaria a los problemas ambientales” (SEDUE, 1987).

“En este contexto, el manejo institucional del tema ambiental rebasó el limitado marco de la salud en el que surgió, y con ello se abrió a partir de 1983 otra etapa de la política ambiental mexicana. Se dio un salto en su atención, ensanchando los horizontes de la temática ambiental al incluir, además del control y prevención de la contaminación, los temas de restauración ecológica, ordenamiento territorial, conservación, aprovechamiento y enriquecimiento de los recursos naturales y formación de una conciencia ambiental”

En 1988 entra en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEPEA). “Esta Ley refleja una visión más integrada y completa sobre la problemática ambiental (...) y enuncia que el uso del suelo debe ser compatible con su vocación, y define que se deben reglamentar las formas adecuadas de uso de los recursos naturales. Por otro lado, ofrece instrumentos como el Ordenamiento Territorial para acercarse al uso compatible de los recursos con las condiciones del medio ambiente”(CARABIAS, 1996,p.408).

Sin embargo, la estructuración de la política ambiental no fue suficiente para afrontar la problemática citada; esto porque “ no logra resolver la desarticulación de los problemas ambientales con los procesos productivos (...) presenta una exclusión de la dimensión ambiental frente a la estrategia general y sectorial de desarrollo” (Idem). Frente a ésta situación, la SEDUE se transformó en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), que pretende “elaborar la normatividad para la prevención y control de la contaminación, del aprovechamiento de los recursos naturales y su conservación y fomentar el Ordenamiento Territorial” (CARABIAS, 1996). Con el objetivo de “formular, conducir y evaluar la política general de desarrollo social, y en particular la de asentamientos humanos, desarrollo regional y urbano, vivienda y ecología) (artículo 32 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LAOF), Secretaría de Gobernación, 1992).

Así, para diciembre de 1996, se hace necesaria una revisión y modificación de a LEEGEPa, en la que se otorga un mayor valor jurídico al Ordenamiento Ecológico del Territorio, y se define con mayor claridad su función y objetivo, así como, las penalizaciones correspondientes

Con ésta revisión 1996, la LEEGEPa, asigna las atribuciones de realizar y dar seguimiento al Ordenamiento Ecológico a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), por medio de organismos como el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

A pesar de los múltiples esfuerzos que se han realizado en materia de política ambiental, ésta “ no ha podido avanzar a la velocidad necesaria, haciéndose cargo sólo de la gravedad de la problemática ecológica en la perspectiva de un desarrollo más armónico con el medio ambiente”. Para que dicha política sea efectiva “ debería expresar al menos las siguientes áreas de reforma: a) revisión de los métodos y prioridades para definir las estrategias de desarrollo; b) reforma del marco legal y regulatorio para garantizar que la normatividad sea coherente con las prioridades ambientales; c) adopción de instrumentos económicos que orienten los mecanismos de mercado, de la producción y el consumo, para interiorizar la racionalidad ambiental en las decisiones económicas; d) reformulación de los sistemas de información y cuantificación de la actividad productiva y social para eliminar los sesgos antiambientales y **e) estructuración de un sistema eficaz de ordenamiento general del uso productivo y ocupación del territorio**” (Idem).

En este sentido, el Ordenamiento Ecológico permite la “ definición de los espacios geográficos, su caracterización ambiental, y socioeconómica actual y su potencialidad de uso, y se convierte en un primer paso, básico e indispensable para determinar un uso apropiado de los espacios ambientales”(Idem).

1.1.5 Sistemas de Información Geográfica.

Ante ésta problemática, la presente investigación propone la metodología y técnica de los Sistemas de Información Geográfica, como una opción para la integración del Ordenamiento Territorial y las Declaratorias de los Cuerpos de Agua Nacionales, con la finalidad de lograr un aprovechamiento racional de los recursos, como son agua y suelo, en la cuenca del río Alseseca.

Los Sistemas de Información Geográfica han servido tradicionalmente para facilitar la ordenación del territorio, se desarrollaron en los años 60, como respuesta a las crecientes necesidades de información sobre territorio, Canadá resulta pionero en el nacimiento de estos programas, extendiéndose rápidamente a sus vecinos del sur y a otros países anglosajones. A finales de los años 60 ya existía una gran cantidad de SIG's operando. El creciente interés por la planificación del medio ambiente permite que los SIG's se consoliden en la década de los años 70 paralelamente al vertiginoso desarrollo de los equipos informáticos. (http://ddi.semarnap.gob.mx/sig_1.htm).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como “ Una tecnología para el análisis y la resolución de problemas espaciales” o bien como “ Una caja de experimentación lo que permite al analista o al gestor territorial trabajar o plantearse diferentes escenarios virtuales de una determinada región: los que se producirían con la ejecución de ciertas políticas, o los que ocurrirían siguiendo determinadas tendencias (...)”(BARREDO,1996, 1). Por lo tanto, el uso de esta tecnología tiene particular importancia en el tema de investigación, pues permite entender el impacto de la política ambiental en el ámbito espacial.

Proporciona un almacenamiento coherente de la información espacial, que puede ser actualizada o manipulada con el mínimo esfuerzo, permite obtener modelos cartográficos a partir de la transformación o combinación de diversas variables. Asimismo facilita la exposición gráfica de los resultados.

Se compone por: hardware (donde se opera el sistema), software (herramientas y funciones que efectúan los procesos), datos (el epicentro de todo el sistema) y métodos (reglas de operación y explotación de los SIG's).

La forma de trabajar de un SIG es muy flexible, organiza la información como una colección de “capas” independientes con datos diferentes, logrando que trabajen como un todo mediante la geografía, para lo cual utiliza estos dos elementos:

1. Referencias Geográficas. Se dividen a su vez en dos tipos, referencias explícitas, como latitud y longitud y las referencias implícitas, nombres, por ejemplo.
2. Modelos Vectorial y Raster. En el modelo de vectores, la información es almacenada como una serie de coordenadas x, y;

mientras que el raster maneja las imágenes como un conjunto de celdas (o cuadrícula) (http://ddi.semarnap.gob.mx/sig_1.htm).

La tecnología de los SIG se complementa, por un lado, con la metodología del análisis espacial, es decir, “ el análisis de información espacial y no espacial de los elementos en sistemas espaciales o espacio-temporales, como una herramienta para su descripción, explicación y predicción” (FISHER , 1992, P.215). Y por otro lado con “ el modelado espacial, concebido como la unión entre métodos basados en modelos y operaciones de los SIG para proporcionar herramientas adecuadas para asistir a la planificación (...) utiliza estas operaciones, especialmente la superposición de capas, integrando dichas operaciones con modelos espaciales y operaciones aritméticas o estadísticas .

Los modelos espaciales antes mencionados pueden ser utilizados principalmente para tres propósitos:

- Predicción y generación de escenarios.
- Análisis de impacto de políticas.
- Generación y/o diseño de políticas.”

(BARREDO, 1996,P.39)

En este punto, es necesario destacar el uso de SIG's como una herramienta que permite una mayor manipulación de los datos espaciales a fin de llevar a cabo un análisis más completo de los mismos. Sin embargo, para su óptima aplicación, se debe tener muy claro el objetivo de la investigación, así como los temas centrales de la misma. Por otro lado, el uso de un SIG, en este caso AutoCAD Map versión 3, permite mostrar los cambios de los indicadores espaciales a fin de lograr un cambio en la explotación de los recursos de la cuenca del río Alseseca, además, de ofrecer alternativas para garantizar las condiciones óptimas de protección, preservación y reestructuración del medio ambiente. Sin embargo, cabe señalar que los resultados obtenidos con el SIG dependen en gran medida de la información estadística y documental obtenida.

1.2 Metodologías

En la última década, el concepto de Ordenamiento Ecológico toma mayor fuerza en el campo de la planeación; La problemática ambiental, objeto del Ordenamiento Ecológico del Territorio, “incluye el diagnóstico de los

procesos que allí se desarrollan, las consecuencias que tienen fuera de los límites geográficos del sistema y la consideración de las acciones específicas y políticas generales (de carácter correctivo y preventivo aplicables a tales sistemas" (SEDUE, 1987).

En el caso de México, las funciones de aprovechamiento de los ecosistemas forestales habían quedado a cargo de la SAHR, y el resguardo y la vigilancia de la conservación de los mismos a cargo de la SEDUE. La separación institucional de estas metodologías hacía perder la visión de conjunto, y se tradujo en un permanente enfrentamiento, duplicidad de funciones y, por consiguiente, en una alta ineficacia tanto en el aprovechamiento como en la conservación de los recursos (CARABIAS, 1987, 411).

Estas funciones, son transmitidas posteriormente a la SEMARNAP, que las ejerce por medio del Instituto Nacional de Ecología (INE), con la metodología del Ordenamiento Ecológico del Territorio, y la Comisión Nacional del Agua (CNA), con las Declaratorias de los Cuerpos de Agua Nacionales. Sin embargo, el problema de duplicidad de esfuerzos persiste.

1.2.1 Antecedentes de las metodologías de ordenamiento ecológico y clasificación de cuerpos de agua.

En México desde 1976, con la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos, el gobierno federal comenzó a producir Ecoplanes y Planes de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos, a escala estatal y municipal, con el objetivo de establecer un marco de actuación ambiental para la sociedad en su conjunto, y principalmente para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En 1983, con la expedición de la Ley de Planeación, el gobierno federal continuó su labor de planificación ambiental instrumentando Proyectos de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) para zonas y áreas prioritarias del desarrollo nacional. Estos fueron elaborados para dar cumplimiento adecuado a la Ley Federal de Protección al Ambiente y orientar las acciones del Subsector Ecología, encabezado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

Ambos antecedentes y experiencias sirvieron de base a la nueva Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), para que contemplara al Ordenamiento Ecológico del Territorio, en el Capítulo V

sección II, como un marco de regulación de las actividades humanas en el territorio nacional.

Las primeras medidas administrativas de carácter preventivo para proteger el ambiente se emplearon, a escala mundial, a partir de la década de los 70, y se les denominó evaluaciones de impacto ambiental. Estas se aplican actualmente en México a proyectos de obra o actividades públicas o privadas que pudieran causar efectos significativos en los ecosistemas, con el objeto de incorporar acciones de mitigación y control de impactos negativos a los elementos que componen el ambiente.

Con la aplicación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental a proyectos locales, se observó la necesidad de poseer lineamientos generales de carácter regional y territorial que sirvieran de marco normativo y complemento de las normas técnicas que, en materia de contaminación y manejo de recursos bióticos, se aplican a nivel mundial.

En el campo de la planeación física surgió un nuevo concepto que tiene más de diez años de aplicación en países desarrollados y en nuestro propio país. Este es el de Ordenamiento Ecológico del Territorio, el cual se considera como *"un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente"*. (SEDUE, 1989, p.10).

Con este término y la disciplina de trabajo que implica, se pretende dar un mayor y más completo soporte técnico a la administración de recursos naturales y a la prevención y control de la contaminación ambiental, ambas actividades realizadas en forma separada en la mayoría de los países que llevan a cabo labores de protección a la naturaleza y a la salud pública.

De este proceso surgen planteamientos que quedan plasmados en Proyectos de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), de carácter regional y programático, en los cuales se determinan usos específicos del suelo y normas para un aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales. Para esto, se llevan a cabo análisis físicos y biológicos de los ecosistemas que componen el área de interés, con el fin de determinar el potencial de sus recursos. Esta información se combina con las características socioeconómicas de la población y las tendencias de ocupación del territorio por los

asentamientos humanos y el desarrollo de las actividades productivas, para así establecer un planteamiento que contribuya positivamente al desarrollo integral del área.

La metodología de ordenamiento ecológico de territorio plantea un esquema general de trabajo semejante al aplicado por los planificadores urbanos, ajustando y ampliando sus alcances al ámbito rural. En este campo la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) reguló durante décadas los procesos de explotación del suelo, el agua, los bosques y la fauna, mediante una planeación sectorizada y centralizada de tipo administrativo y productivo.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) cuenta con un inventario nacional de recursos naturales en los que se incluye la carta de uso potencial del suelo, que constituye la principal indicación de las alternativas de nuestro territorio para el sector primario.

Actualmente, el Ordenamiento Ecológico del Territorio, se sustenta en la teoría sobre Sistemas Complejos, para representar a los sistemas ambientales. Estos últimos se caracterizan por presentar “problemáticas complejas, donde están involucrados el medio físico – biológico, la producción, la tecnología, la sociedad, la economía. Tales situaciones se caracterizan por la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada, a la cual hemos denominado Sistema Complejo” (GARCÍA, 1991).

Por lo tanto, “ investigar uno de tales sistemas significa estudiar un ‘trozo de la realidad’ que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos. Es obvio que hay múltiples formas de abordar estos sistemas, dependiendo de los objetivos que se persiguan en cada programa concreto de investigación” . Para lograr un entendimiento real de este tipo de sistemas, se hace necesario desarrollar “ una metodología de trabajo interdisciplinario” que presente al mismo tiempo fundamentos para este tipo de trabajo; es decir, que permita establecer un marco conceptual, en cual tenga cabida el “esfuerzo realizado por diferentes especialistas para tomar una cierta distancia con respecto a los problemas particulares de sus propios campos y entenderlos desde nuevos ángulos poco familiares” (LEFF, 1986, 52).

Además, la metodología de sistemas complejos debe integrar el trabajo de gabinete y de campo de tal manera que se optimice el manejo de la diversa

información del problema de investigación, es decir, de todos los factores y elementos que intervienen en él.

Por otro lado, las declaratorias nacionales de cuerpos de agua, se basan en el artículo 87 de la Ley de Aguas Nacionales, promulgada en diciembre de 1992, por lo tanto son de reciente creación con todo lo que esto implica, sin embargo como antecedentes directos de dichas declaratorias se puede mencionar que en la Ley Federal de Aguas, publicada en 1972 y en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, publicado en marzo de 1973, se contemplan varias disposiciones para prevenir y controlar la contaminación del agua entre las que destacan las del artículo 6, el cual indica que se deberán tratar las aguas residuales para el control de sólidos sedimentables, grasas y aceites, material flotante, temperatura y potencial de hidrógeno (pH), además, de la determinación de las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales, mediante el tratamiento de éstas, en su caso, de acuerdo *con el resultado de los estudios que la autoridad competente realice de los cuerpos receptores, su capacidad de asimilación, sus características de dilución y otros factores*. Como se puede observar ya para estas fechas se tenían contemplados algunos de los objetivos que incluyen las declaratorias de aguas nacionales. (SARH, 1978, P. 10 Y 11).

En estas declaratorias, la Comisión Nacional del Agua determina los parámetros que deben cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos puedan recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas. Incluyen los siguientes puntos básicos:

1. La delimitación del cuerpo de agua clasificado.
2. Los parámetros que deben cumplir las descargas según el cuerpo de agua clasificado.
3. La capacidad del cuerpo de agua clasificado para diluir y asimilar contaminantes.
4. Los límites máximos de descarga de los contaminantes analizados, como base para fijar las condiciones particulares de descarga.

(CNA, 1996, p.1-10).

Con base a estos antecedentes prácticos y documentales, se diseñó una metodología de trabajo que aprovecha al máximo estos recursos y no duplica esfuerzos en materia de planificación física, sino que aporta una nueva perspectiva de manejo de recursos y uso del territorio, la cual contribuye a alcanzar un desarrollo equilibrado y armónico de la naturaleza.

1.2.2.- Condición actual de la metodología de ordenamiento ecológico.

La metodología original de ordenamiento estaba constituida por las siguientes seis fases:

1) Fase de Organización: Esta fase es fundamental en el desarrollo de la metodología de ordenamiento ecológico, en ella se definen los alcances del POET (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio), es decir, los objetivos del programa, además se elabora un plan de trabajo, un calendario de realización y presupuesto; y se conforma el grupo de trabajo; (Destacando la participación de geógrafos por su capacidad integradora de grupos multidisciplinario).

2) Fase Descriptiva: Una vez completada la fase anterior, se procede a recopilar, organizar y generar la información necesaria para elaborar el diagnóstico del AOE (Area de Ordenamiento Ecológico). Por medio de la delimitación del área de estudio y la descripción de los aspectos físicos, bióticos, socioeconómicos se pretende identificar la problemática ambiental del AOE. (Por su carácter de ciencia físico-social, la geografía podrá hacer aportaciones en los diferentes aspectos que se solicitan).

3) Fase de Diagnóstico: Consiste en la evaluación, por medio de criterios ecológicos-geográficos, de la información obtenida en la fase anterior; para determinar la situación actual del Area de Ordenamiento Ecológico y definir las causas que originan su estado. Esto permite la formulación de hipótesis y la selección de índices e indicadores, además de obtener una evaluación de la aptitud del AOE, y conocer la evolución del deterioro ambiental en la zona.

4) Fase de Pronóstico: En esta etapa se deberán estimar tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro del AOE y las modificaciones ambientales que ésta pudiera sufrir por el crecimiento poblacional y el incremento o intensificación de las actividades productivas.

Para realizar el pronóstico es recomendable fijar escenarios en el tiempo que coincidan con los periodos de gestión del POET, ya que esto facilitará la comprensión de autoridades y población en general de las medidas regulatorias que contenga el proyecto. Se sugiere entonces plantear tendencias de comportamiento para :

- Corto plazo. de 1 a 3 años (período municipal).
- Mediano plazo. de 3 a 6 años (período estatal)

-Largo plazo. Mayor de 6 años (períodos presidenciales)

5) Fase Propositiva:

Con los resultados de las fases anteriores se establecen las políticas y estrategias a seguir para con ello definir el modelo de usos del suelo a promover en el AOE los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento de los recursos naturales, así como las obras, servicios y acciones.

Los pasos que integran ésta fase son:

- a) Construcción de Escenarios Alternativos:
- b) Definición de la Estrategia General.
- c) Establecimiento del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET)
- d) Definición de Obras Servicios y Acciones.

6) Fase de ejecución.

Finalmente se establecen los instrumentos legales, administrativos y financieros aplicables al POET, además de definir la forma en que éste se gestionará ante autoridades y población en general.

Una vez concluidas las fases anteriores se obtiene, como producto final del estudio, lo siguiente:

- a) Instrumentación.
- b) Gestión.
- c) Concertación y Coordinación.
- d) Consulta Popular.
- e) Expedición del POET.
- f) Difusión y Comunicación.
- g) Vigilancia y Evaluación (SEDUE, op.cit).

Como ya se menciona anteriormente la mas reciente tendencia de los estudios de Ordenamiento Ecológico es la metodología de los Sistemas Complejos, con la cual se han desarrollado 8 estudios, entre ellos el Proyecto de Ordenamiento Ecológico para la Región centro Poniente del Estado de Puebla, en el cual queda incluido la zona de estudio del presente trabajo.

También es importante señalar que la información disponible en la hoja electrónica de Instituto Nacional de Ecología indica que existen 5 Ordenamientos Ecológicos Regionales Decretados que son:

- 1.- OER del Corredor Cancún-Tulum, Q. Roo.
- ¡Error!No se encuentra el origen de la referencia.2.- OER del Estado de Colima.
- 3.- OER del Corredor Tijuana Ensenada, B. C.
- 4.- OER de Costa de Jalisco.
- 5.- OER del Estado de Baja California.

Así mismo existen 17 Ordenamientos Ecológicos Regionales Terminados Técnicamente que son:

- 1.- OER de la Costa de Nayarit.
- 2.- OER de Aguamilpa, Nay.
- 3.- OER de Hidalgo del Parral, Chih.
- 4.- OER de la Zona Centro Noreste de Tabasco.
- 5.- OER de Lázaro Cárdenas, Mich.
- 6.- OER de la Zona Costera de Oaxaca.
- 7.-OER de la Costa de Chiapas.
- 8.- OER de la Zona Costera de Sinaloa.
- 9.- OER del Itsmo de Tehuantepec, Oax.
- 10.- OER dE LA Zona Costera de Tamaulipas.
- 11.- OER del Corredor Industrial del Bajío.
- 12.- OER de la desembocadura del Río Pánuco.
- 13.- OER de la Presa Hidroeléctrica de Zimapán.
- 14.- OER de la Selva Lacandona, Chis.
- 15.- OER de Pujal-Coy.
- 16.- OER del Centro-Poniente de Puebla.**
- 17.- OER de la Frontera Norte.

También se presentan 7 Ordenamiento Ecológicos Regionales en proceso que son:

- 1.- OER de la Costa de Campeche.
- 2.- OER de la Costa de Michoacán
- 3.- OER de la Zona de la Mariposa Monarca
- 4.- OER de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, Ver.
- 5.- OER de los Tuxtlas, Ver
- 6.- OER del Estado de Jalisco.

7.- OER de la Costa Maya.

Cabe señalar que a pesar del tiempo que se tiene elaborando este tipo de estudios solo 7 de ellos han sido decretado y 24 mas se encuentran técnicamente terminados o bien en proceso de elaboración, es decir que a 17 años de la instrumentación de los Proyectos de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) solo una mínima parte del territorio ha sido considerada en estos ordenamientos, por lo cual urge implementar medidas que permitan su agilización y su elaboración con mayor prontitud, y sin duda una herramienta que favorecería estas condiciones son los Sistemas de Información Geográfica.

1.2.3.-Condición actual de la metodología de clasificación de cuerpos de agua.

Por otra parte la metodología propuesta hasta el momento para los estudios de clasificación de cuerpos de agua, está integrada por los siguientes pasos:

1. Introducción.
2. Objetivos, principales y particulares.
3. Actividades de gabinete y de campo.
4. Trabajos de cálculo.
5. Evaluación de resultados de gabinete, campo y laboratorio
6. Conclusiones y recomendaciones.

1. Introducción: Se describen de manera general la problemática de la disposición y calidad del agua de la corriente, considerando su uso y la calidad de las descargas de aguas residuales que se están vertiendo en ella. Además en esta etapa, se plantean los alcances y limitaciones del estudio de clasificación, de acuerdo con los objetivos planteados.

2. Objetivos: Son de dos tipos, principales y particulares.

En los primeros se determina la capacidad de asimilación y dilución de la corriente y las cargas de contaminantes que ésta pueda recibir (considerando para esto el uso a que se destina el recurso); además, de los parámetros y sus valores máximos permisibles que deberán cumplir las descargas de aguas residuales, que se viertan o verterán a la corriente. Y las metas de calidad del agua de la corriente, de acuerdo a su uso actual y potencial y los plazos (corto, mediano y largo) para alcanzarlas.

Los segundos permiten identificar los usos actuales del recurso, así como las fuentes de contaminación de la corriente; clasificar la corriente con base en los diferentes usos del agua que se tienen a lo largo de su recorrido, considerando los actuales y potenciales. Y finalmente permiten elaborar la declaratoria de la corriente, que será la base técnico-jurídica que le permitirá a la CNA sustentar la fijación de las condiciones particulares de descarga a los usuarios que viertan sus aguas residuales a ésta.

3. Actividades de gabinete y de campo.

I. Las actividades de gabinete consisten en:

- a) La descripción de la corriente.
- b) Información general, es decir, recabar y adjuntar copia del Diario Oficial de la Federación donde se publicó la declaratoria de propiedad nacional de la corriente, incluyendo su fecha de publicación.
- a) Aspectos geográficos, como localización geográfica de la zona de estudio, en el país y estado o estados (en esta actividad se deben consultar cartas topográficas, en escala 1:50,000 y 1, 1,000,000, que resalten la información). Se establecen las coordenadas geográficas del lugar donde inicia y terminará la corriente o tramo de corriente a clasificar. Y se mencionan los estados y municipios que atraviesa la corriente en su recorrido.
- b) Aspectos hidrológicos, es decir, la delimitación de la región hidrológica, cuenca y subcuenca en la que se ubica la corriente, áreas drenadas por cada una. Se definen el área drenada por la corriente en estudio, los gastos mínimos y medios (promedios mensuales) registrados en la corriente y sus afluentes. Así como los tributarios o afluentes de la corriente (nombre de éstos y coordenadas del punto de confluencia).

En esta etapa también se incluye información sobre aspectos de climatología (tipos de clima), flora y fauna más representativa del área de influencia de la corriente; temperatura media mensual, mes más frío y más caliente, temperatura máxima y mínima diaria de dichos meses.

- c) Infraestructura hidráulica: Presas, superficie regada, canales y drenes de riego, etc. Incluir, en el informe, coordenadas geográficas de aquellas presas que se encuentren sobre la corriente en estudio (de la corona y del punto más alejado de ésta).
- d) Información socioeconómica: En el aspecto social se toman en cuenta las poblaciones más importantes localizadas en la zona de estudio; los núcleos de población que utilizan la corriente en estudio como fuente de abastecimiento o como cuerpo receptor de sus aguas residuales; la población actual de acuerdo al último censo o conteo y la proyección de su crecimiento en los próximos años, de acuerdo a los plazos propuestos para alcanzar cierta calidad del agua en la corriente; y el número de habitantes de cada población que tiene el servicio de agua potable (a domicilio y pública) y alcantarillado, volumen de dotación por habitante.

En el aspecto económico se consideran las principales actividades económicas relacionadas con el uso del recurso y su contaminación., como son la actividad agropecuaria, industrial, minera, acuacultura, generación de energía, turística, etc. Además de el nivel de tecnificación del sector agropecuario, superficie cultivada (indicar la de riego y temporal por separado). Los proyectos de crecimiento agropecuario, industrial, minero, acuacultura, generación de energía, turismo, etcétera; que se tengan contemplados en el área de influencia de la corriente. Localización y superficie destinada a cada sector.

- e) Información hidrológica: Básicamente se trata de aspectos hidrológicos complementarios, como son: Precipitación media, máxima y mínima anual que se ha registrado en el área de la cuenca que drena la corriente en estudio. Época de lluvias, época de estiaje (indicar los meses), mes más lluvioso y más seco. Determinación del volumen mínimo y promedio que transita la corriente, con base en los boletines hidrológicos, para los cinco años anteriores, o de los últimos cinco de información existente, según sea el caso. Determinación del gasto base en la corriente.

También se abordan los usos del agua, es decir, descripción breve de la problemática actual sobre el abastecimiento de agua para las diferentes actividades socioeconómicas que se realizan en la zona de estudio. Relación y localización (en cartas topográficas y/o planos) de las poblaciones, industrias, riego agrícola, actividades pecuarias, mineras, generación de energía, acuacultura, turismo, etc; que se abastecen de agua de la corriente, volumen

diario, mensual y anual. Clasificación de la corriente por tramos, de acuerdo al uso actual del recurso. Alternativas de fuentes de abastecimiento de agua que se tengan contempladas para el crecimiento poblacional, industrial, agropecuario, minero, generación de energía, acuacultura, turismo, etc.

Y se complementa con información sobre fuentes de contaminación, relación y localización (en cartas topográficas y/o planos) de las industrias, poblaciones, drenes agrícolas, actividades pecuarias, mineras, generación de energía, acuacultura, turismo, etc., que vierten sus aguas residuales a la corriente, así como sus volúmenes de descarga diario, mensual y anual, y los parámetros físicos, químicos y biológicos medidos. Coordenadas geográficas de los sitios de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su localización. Cuando sean afluentes contaminados, determinar las principales actividades socioeconómicas que la causan.

- f) Control de las fuentes de contaminación: Se presenta una relación y localización (en cartas topográficas y/o planos) de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (en operación, fase de arranque, construcción o proyecto) con que cuentan y/o contarán las fuentes contaminantes (3.1.3.3.), volumen tratado, proceso utilizado y eficiencia de operación. Reportar los valores de los parámetros con los que se evalúa su eficiencia.
- g) Selección del modelo matemático: Esta etapa permite elegir y proponer el modelo matemático que será utilizado para determinar la capacidad de asimilación y dilución de la corriente; justificando su selección de acuerdo con los objetivos del estudio. También se indican los alcances y limitaciones del modelo matemático; las hipótesis en las que se basa; los parámetros (de aguas, corriente, ambiente) y expresiones matemáticas que utiliza para la simulación matemática; aplicación que ha tenido en otras corrientes; cómo muestra y almacena los resultados; cómo resuelve las expresiones matemáticas utilizadas; intervalos de tiempo en que muestra resultados de la simulación. Se sistematizará el modelo matemático a emplear en el estudio y se instalará en el equipo de cómputo requerido para la operación y actualización de información de calidad del agua.

II. Actividades de campo:

- a) Recorrido de la corriente para validar la información de los aprovechamientos (abastecimiento de agua potable, riego, industrial,

minero, generación de energía, acuacultura, turismo, etc.), descargas (municipales, domésticas, industriales, de retorno agrícola, minería, generación de energía, acuacultura, turismo, etc.) y afluentes. Determinar las coordenadas geográficas de cada sitio.

- b) División de la corriente en tramos de acuerdo a las variaciones de volumen en la corriente, causadas por las descargas, tomas, derivaciones y confluencias con otras corrientes. Determinación de la ubicación de las estaciones de muestreo y aforo.
- c) Elaboración del programa de aforo, muestreo y análisis de muestras :

Los parámetros a determinar en campo serán los siguientes:

- Del agua: oxígeno disuelto, pH, temperatura del agua y su velocidad en la corriente.
- Otros: presión barométrica y altura media sobre el nivel medio del mar (para determinar la pendiente media de cada tramo), de los sitios de muestreo y aforo.
- Determinar la sección transversal de la corriente, tubo, canal, dren o afluente correspondientes, en los puntos en los que se lleve a cabo el muestreo y medición del volumen, así como sus coordenadas geográficas.

Mientras que los parámetros que se analizarán en el laboratorio son los siguientes:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos, nitrógeno en todas sus formas, fosfatos, grasas y aceites, detergentes, coliformes totales, coliformes fecales, Conductividad Eléctrica (CE), Relación de Adsorción de Sodio (RAS), cloruros, sulfatos, metales y principales contaminantes agroquímicos u otros compuestos utilizados en las actividades agrícolas, industriales, mineras, generación de energía, que causan la contaminación de la corriente.
- Además de las actividades anteriores, se realizarán las que sean requeridas por el modelo matemático propuesto (3.1.4) para el cálculo de la capacidad de asimilación y dilución de la corriente.

- 3. Trabajos de cálculo: Estos consisten en el ordenamiento de los resultados determinados en campo y laboratorio, por cada tramo en que se dividió la corriente. Se llevan a cabo la interpretación de resultados de campo y

laboratorio, la obtención de los valores de los parámetros (físicoquímicos y biológicos) que se utilizarán en el modelo matemático, para cada uno de los tramos en que fue dividida la corriente, utilizando promedios.

Se elabora la representación esquemática de la corriente en tramos, con toda la información utilizada por el modelo matemático, para la simulación numérica. Y se aplica el modelo para la determinación de la capacidad de asimilación y dilución de la corriente, en cada tramo, incluyendo datos, resultados y memoria de cálculo detallada.

De acuerdo a la calidad del agua que se pretende alcanzar en la corriente (en el corto, mediano y largo plazo), se tomarán los valores de los parámetros primarios de los Criterios Ecológicos, y con éstos se hará la simulación para obtener la calidad del agua que se requerirá en las descargas de aguas residuales, en cada uno de los tramos en que se dividió la corriente.

Concluido lo anterior se presentan en forma tabular y gráfica los resultados del modelo matemático, correspondientes a la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que pueda recibir la corriente, por cada uno de los tramos en que fue dividida la corriente y en su totalidad.

Es en este punto que se realiza el estudio de costo-beneficio, que resultará de aplicar la declaratoria de clasificación de la corriente, donde se indica que debe mejorar su calidad, mediante sistemas de tratamiento, de acuerdo a las metas de calidad establecidas para regular las descargas de aguas residuales.

Esta etapa finaliza con un curso de capacitación, sobre el uso de modelos matemáticos seleccionados para el estudio de esta corriente, de acuerdo con las características especiales que presente.

5. Evaluación de resultados de gabinete, campo y laboratorio.

Se evalúan las características de calidad del agua de acuerdo a su uso, considerando lo que se establece en los criterios ecológicos. Se efectúa la clasificación de la corriente en función de los usos a que se destina el recurso a lo largo de la corriente.

El paso siguiente es evaluar la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que pueda recibir la corriente, en cada

uno de los tramos en los que se dividió para su estudio. Se debe identificar y determinar las causas que degradan la calidad del agua del cuerpo receptor. Y evaluar la importancia relativa de cada fuente de contaminación con base en la magnitud y características de sus aportaciones, y el efecto que producen en la calidad del agua de la corriente.

Enseguida se determinan los límites máximos permisibles de contaminantes para las descargas de aguas residuales, de acuerdo con las metas de calidad propuestas para la corriente, en cada uno de los tramos en que se dividió ésta.

Con los datos obtenidos arriba, se estimarán los cambios de la situación actual debido al desarrollo previsto a corto, mediano y largo plazo; se determinarán proyecciones de cargas contaminantes que se generasen, como consecuencia de dichos cambios; y se evaluará cualitativamente el efecto que ocasionarán en la calidad del agua de la corriente, así como la repercusión en las actividades socioeconómicas de la región.

6. Conclusiones y recomendaciones.

Con base en el análisis y discusión de los resultados se formularán las conclusiones y recomendaciones relevantes del estudio, relacionando la disposición, principales usos del agua y fuentes de contaminación, con la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que puede recibir la corriente.

Considerando los resultados en su conjunto, se recomendarán alternativas de manejo, prevención y control de la contaminación del agua, a nivel conceptual, estimando los costos y beneficios que implica; las prioridades y estrategias a establecer para el aprovechamiento de las aguas del cuerpo receptor.

De acuerdo con la experiencia obtenida en el programa de muestreo y aforo, y con el fin de establecer una base para estudios posteriores, se recomendarán los sitios que deberán ser monitoreados en forma continua y permanente, periodicidad en el muestreo, aforos y parámetros a determinar más importantes.

Esta metodología comienza a desarrollarse a partir de 1992, cuando la aparición de la ley de aguas nacionales inicia la elaboración de las

declaratorias de los cuerpos de aguas nacionales, sin embargo, a la fecha se ha expedido una sola declaratoria que corresponde al río Lerma y esto fue en abril de 1996 y se encuentran en proceso 8 declaratorias, sin embargo no se pueden publicar o expedir, por la falta de consejos de cuenca correspondientes, en los cuales están representados los presidentes municipales y el gobierno estatal además, que deben ser sometidas al consenso de los usuarios, esta situación podría promover la formación del consejo de cuenca, pero mucho de esto depende de las autoridades.

Las declaratorias que se encuentran en proceso son: Nazas-Aguanaval, Bajo-Bravo, Río Tula, Ayuquila-Armeria, parte baja del Balsa y Río Moctezuma entre otras.

Cabe aclarar que existen aproximadamente 150 estudios de clasificación de cuerpos de agua y como se menciono anteriormente, solo una declaratoria expedida, esto nos habla de las deficiencias que se tienen para el establecimiento de las declaratorias y por consiguiente de la falta de implementación de los mecanismos para alcanzar una verdadera recuperación de los cuerpos de agua, si estó lo aunamos a la disgregación de los estudios que tienen por objeto la conservación de los recursos, tendremos un panorama desalentador y que propone estudios que eliminen dichas condiciones o al menos que logren una mayor eficacia en los objetivos de las metodologías.

Es importante señalar que ambas metodologías están siendo sometidas a modificaciones en estos momentos por lo cual resultará necesario un seguimiento de su evolución durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo 2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1 Antecedentes históricos.

2.1.1. Evolución de la zona de estudio.

El estado de Puebla tiene sus antecedentes en la extensión del imperio de los colhua-mexica, en el área de los hablantes de náhuatl antes de la Conquista y en el territorio que se conoció como Reino de México, en los primeros años de colonización. Puebla fue incorporando todas las provincias menores, hasta conformar una de las cinco mayores que constituían el Reino de México, y que abarcaba un territorio que iba del Océano Pacífico al Golfo de México, en amplias fajas del noreste al sureste.

La fundación de la ciudad de Puebla de los Angeles sobre el asentamiento de Cuetlacohuapan hacia 1530, constituyó un evento de particular trascendencia en la estructura del territorio que tres siglos después conformaría el estado de Puebla y que incorpora la constitución de 1824.

Entre las razones para la fundación destaca la conveniencia de los españoles de contar con un lugar seguro y estratégico entre la ciudad de México-Tenochtitlan y Veracruz, ya que la capital de la Nueva España se estableció tierra adentro y no en la costa como en otros territorios americanos. Por ello la necesidad de tener una capital regional que controlara política, religiosa y culturalmente a los poderosos señoríos indígenas de su entorno como son: Tlaxcala, Cholula, Huejotzingo, Tepeaca, etc.

A la ciudad de Puebla se le dio un carácter hispano y excluyente de lo indígena, a pesar de que los primeros españoles se casaron con nativas, lo cual generó que se establecieran en los alrededores barrios indígenas: cholultecas, tlaxcaltecas, mexicas, huejotzincas y texcucanos que con el tiempo tuvieron su propio gobierno. Esta zonificación étnica y social perduró durante toda la Colonia con una división de castas que imponía vestidos específicos y lugares particulares a cada grupo, así para españoles, mestizos, indígenas, negros, mulatos e incluso chinos.

La ocupación del territorio actual del estado de Puebla por el hombre probablemente se remonta a unos 20 ó 30,000 años de antigüedad, en la porción central, alrededor de la actual presa Valsequillo, que se conoce desde principios de siglo como un sitio rico en fauna pleistocénica Las

investigaciones científicas y sistemáticas, tal vez pudieran dar con el tiempo la razón de la presencia del hombre en estos lugares.

Los restos más antiguos de plantas ocurren en la fase conocida como El Riego entre 7200 y 5200 años a.C., e incluyen plantas como la calabaza, el chile, el aguacate y el algodón. En la fase Coxcatlán de 5200 a 3400 años a.c., se agregan amaranto, frijol, otros tipos de calabazas y la más importante de todas las plantas para el desarrollo de la cultura mesoamericana: el maíz. Este era probablemente silvestre y el primero de este tipo que se ha descubierto.

La siguiente fase, Abejas de 3400 a 2300 años a.C., muestra evidencias de agricultura, la adición del frijol común y la presencia del maíz cultivado. La fase del Purrón de 2300 a 1500 a.C., muestra escasos restos de plantas, pero en la siguiente, Ajalpan de 1500 a 900 años a.C., la población aparece dedicada ampliamente a la agricultura con una variedad de plantas que incluía maíz híbrido, varias especies de calabazas, frijoles, chiles, amaranto y algodón. La fase Santa María de 900 a 200 años a.C. ve los principios de la irrigación, que se utiliza extensamente en la siguiente fase, Palo Blanco, de 200 años a.c. a 700 años d.c.. La última fase antes de la llegada de los españoles conocida como la Venta Salada, que se extiende desde el año 700 a 1540 d.c., está caracterizada por una agricultura ampliamente desarrollada y productiva, con una irrigación capaz de soportar una amplia población residiendo en pequeñas aldeas o pueblos.

Los principales cultivos mesoamericanos, se desarrollaron en un corto período después del establecimiento de la agricultura y de las comunidades sedentarias. De esto se deriva la importancia de la secuencia de Tehuacán que con las aldeas sedentarias, la economía de producción e incipientes formas de organización social inicia 1500 años a.C. una nueva forma de vida. Más tarde le sigue el surgimiento de pequeños centros ceremoniales con templos y plazas; después aparecen las agrupaciones concentradas de población en torno a los centros ceremoniales que constituyen en el altiplano verdaderas ciudades y por último aparece el fenómeno de la expansión de algunas de estas ciudades-estados en unidades territoriales mayores. La región de Cholula ejemplifica con claridad esta evolución en los tres milenios que precedieron a la llegada de los españoles.

En el Clásico Temprano, entre 200 y 450 años d.C., comienza el desarrollo amplio y monumental de Cholula, fundamentando el desarrollo de una conformación territorial que corresponde a un grupo de aldeas ligadas

orgánicamente a una población que hace las veces de centro o de capital y que tiene como resultado progresivo un alto grado de “civilización”.

Esto supone a partir de este momento la presencia de una economía de producción con excedentes, una estratificación social, el monopolio de la autoridad y del capital en poder de una élite constituida por la casta religiosa y militar y la producción del artesano para basar en él la evolución tecnoeconómica. La interdependencia que existe desde este momento entre las diferentes unidades de asentamiento se mantiene con ciertas modificaciones durante toda la época prehispánica.

Hacia el Clásico Tardío, entre 500 y 700 años d.C. Cholula, a semejanza de Teotihuacán, atraviesa por una fase crítica que reduce su crecimiento y que se agudiza en el siguiente siglo. El cambio en la cerámica y en los patrones funerarios que aparece hacia el siglo IX, sugiere la presencia de otra población en el lugar. A partir de 900 y hasta 1519 Cholula resurge e inicia el período durante el cual alcanzará su mayor extensión, misma que encontraron los españoles a su llegada.

2.1.2 La época colonial:

Aunque los españoles destruyeron todo lo que de imperial o confederado tuvieran los estados indígenas y con ello favorecieron la desaparición de todos aquellos aspectos relacionados con los altos niveles de organización político-militar y religiosa, su arquitectura y sus artesanías de lujo permitieron que se conservaran muchas tradiciones tanto de la aldea como de la familia. Así perduraron las técnicas de producción de la unidad familiar, los cultos privados y las creencias conectadas con eventos del ciclo vital o en las diferentes actividades.

La fundación de la ciudad de Puebla significó la voluntad de afirmar lo conquistado y erigir un centro a partir del cual se ejercería el control y la dominación sobre los extensos territorios de su entorno. Desde el principio Puebla se ve como una gran ciudad de españoles y como ejemplo para los indígenas. La ciudad se crea sobre el **Río Atoyac** en el lugar llamado Cuetlaxcohuapan, que significa “lugar donde se arrojan las tripas o inmundicias”.

La ciudad situada en el eje México-Veracruz precedió a la infraestructura y a las comunicaciones con otros núcleos y se pretendió que fuera autosuficiente.

Para mediados del siglo XVI, Puebla inicia su ascenso y cuenta ya con una población próxima a los 20,000 habitantes, compuesta por 1,250 españoles y 17,000 indígenas.

El sistema de alcabalas y la exclusividad en el comercio de ciertos productos, reforzaron el papel de los comerciantes de Puebla y les permitieron controlar el comercio regional indígena; no sólo de productos artesanales sino también de productos agrícolas y de otras materias primas. A partir de la segunda mitad de siglo, Puebla empieza a destacar como centro productor de cerámica vidriada y se instalan obrajes textiles y curtidurías cuyos alcances rebasan rápidamente los límites de la ciudad para ampliarse a toda la Nueva España y aún más allá. De los obrajes dependía en mucho el comercio, ésta era una forma de empresa comparable a la de las manufacturas europeas. Se procesaba lana, algodón y seda en una amplia variedad de tejidos. El primero de estos obrajes apareció hacia 1539, apenas ocho años después de la fundación de la ciudad, y para 1579 había ya más de 40. Esta primera industria se vio pronto limitada con la prohibición de comerciar con Perú, lo que trajo como consecuencia su reducción durante los siglos XVII y XVIII. Las otras industrias ligadas también a la producción de bienes de consumo se vieron alentadas por el crecimiento de la población de la ciudad y por la riqueza de sus habitantes.

Para fines del siglo XVIII la ciudad había prácticamente triplicado su tamaño, a pesar de que durante estos años su crecimiento no fue muy rápido, debido en gran parte también a la absorción de los barrios indígenas que anteriormente se consideraban fuera de la ciudad.

En forma paulatina el cabildo de Puebla introdujo el agua potable, primero en fuentes y tomas en las plazas y posteriormente en los crucés de las calles más importantes, y el alumbrado público, los puentes y las calles. Para el siglo XVIII existen ya en la ciudad cinco colegios con estudios mayores y menores y con cátedras y colegios de niñas, así como ocho hospitales. Otros servicios como los de drenaje, basura y empedrado de calles no parecen haber sido atendidos con mucha eficiencia dado el cúmulo de quejas y descripciones que se hacen de sus carencias. La vida social de la ciudad estaba condicionada por la rígida división de las castas, que imponía visibles indicadores de las diferentes posiciones a los habitantes y que en lo físico se manifiesta en lugares bien delimitados y en tipos de construcción específica.

La población de la ciudad de Puebla que en 1532 era de 3,160 habitantes, asciende con lentitud a 18,250 en 1550 y para 1678 cuenta ya con un total de 69,800 habitantes, cifra muy semejante a la que tendrá hacia 1807 y que es de 67,800. De 1678 a 1802 la población sufre altas y bajas, se eleva a 71,366 personas en 1777 y baja a 50,366 en 1746.

2.1.3 El México independiente

La crisis política, económica y social por la que atraviesa el país durante los dos primeros tercios del siglo XIX no deja de tener sus consecuencias en el estado de Puebla. Al consumarse la Independencia de México a partir de 1821, se interrumpe el tráfico de mercancías establecido desde los años de la Colonia entre México y España vía Puebla y Veracruz. A este problema se agregó la suspensión de viajes comerciales que algunos años antes hiciera la Nao de China o Nao de Filipinas y la autorización que se dio a fines del siglo XVIII a otros puertos para comercializar con la metrópoli y ya en la década de los treinta, se contempla la posibilidad que posteriormente se realizaría, de la introducción del ferrocarril en esta importante ruta que todavía a finales del siglo XIX no sólo era la mas significativa, sino la única puerta hacia el exterior de nuestro país. La difícil circunstancia que atravesó Puebla en estos dos primeros tercios del siglo se debió también a su posición estratégica sobre la ruta a México y a la participación que tuvieron sus habitantes en la conformación política del país. La ciudad de Puebla fue sitiada durante este periodo en doce ocasiones con las consiguientes pérdidas humanas y materiales. Estos asedios se suceden desde la guerra de independencia hasta la última intervención extranjera en 1867.

En el último tercio de siglo y durante la estabilidad política del porfiriato, Puebla ve desarrollar sus antiguos obrajes coloniales, una nueva industria textil, moderna y ambiciosa, que aprovecha la infraestructura de comunicaciones existentes para proveerse de los insumos necesarios y para distribuir mejor sus productos. Sin embargo este desarrollo industrial tenía como antecedentes la fundación en 1830 del Banco del Avío, cuyo propósito era fomentar la industria nacional, y gracias a este impulso, desde esa fecha se instalaron varias empresas textiles en la región.

Las Leyes de Reforma tuvieron importantes consecuencias tanto en el paisaje urbano como en el paisaje rural al afectarse los bienes de las comunidades eclesiásticas y las de los indígenas que en diferentes lugares estos últimos poseían y dando lugar a la afectación de numerosos espacios urbanos que

detentaba la iglesia a través de sus diferentes organizaciones, mismos que sirvieron para extender el desarrollo creciente de los centros urbanos, presionados por una población que aún no siendo tan numerosa como la actual, empezaba a aumentar. Las limitaciones que tuvieron los centros de población para su crecimiento estimularon el uso más intensivo de los espacios urbanos y este fenómeno conllevó a la destrucción de numerosos inmuebles de la época colonial que según la visión mercantil de sus propietarios, “estorbaban”.

La población de la ciudad de Puebla crece de 67,800 habitantes en 1802 a 105,000 en 1888 y paralelamente a este crecimiento se introducen nuevos servicios: agua potable, alumbrado, drenaje, transporte público, etcétera y de este proceso algunas de las fábricas que antes quedaban fuera de la traza de la ciudad son paulatinamente absorbidas, entre ellas: La Constanacia, La Covadonga, Huexotitla, Molino de Enmedio, etcétera.

En el periodo revolucionario que comprende entre 1910 y 1921 la población disminuye ligeramente al reducirse de 101,518 a 95,533. En 1930 había 114,793 habitantes y es a partir de 1940 cuando alcanza los 138,491, que se inicia la urbanización acelerada de la capital del estado al pasar en 40 años de 138,000 a 545,000 habitantes, cuadruplicándose su población inicial. Este crecimiento de la población en la ciudad de Puebla ha sido aparentemente estimulado por el proceso de industrialización, que como factor básico eligió una localidad próxima al gran mercado nacional que significa la Ciudad de México. Además la concentración y crecimiento de la capacidad de prestación de servicios, los servicios públicos de la ciudad, la concentración de la capacidad de toma de decisiones y el consecuente incremento de los recursos financieros en la órbita de la economía metropolitana, han sido factores determinantes para dicho crecimiento demográfico. Sin embargo las causas profundas deben buscarse en la descomposición de las estructuras agrarias de los sectores productivos marginales, y en el control o la mayor participación de las firmas multinacionales en la economía.

En el periodo postrevolucionario, entre 1930 y 1950 se produce la modernización de la industria textil y se desarrolla la industria alimenticia y de bebidas, además de otras ramas que con la metálica ya existían. La industria junto con el comercio y los servicios constituían las actividades económicas más importantes, pero sólo eran controladas por algunas familias.

Los siguientes treinta años han visto aparecer un fenómeno de la industrialización diferente. Ante la gran demanda de trabajo que implica el aumento de población, tanto en las ciudades como en el campo, se decidió aplicar una política de atracción a las grandes industrias al ubicarlas cerca de las concentraciones de población y así se iniciaron los corredores industriales. De esta manera pronto se instalaron, principalmente entre Puebla y México, poderosas industrias filiales de grandes compañías transnacionales relacionadas con la producción de acero, con la química básica y con la industria automotriz, todas ellas con capitales, tecnología e incluso maquinaria extranjera. Esta industrialización está claramente ligada al crecimiento y a la concentración de la población que se da en el gran centro estatal que ocupa Puebla, y al consecuente crecimiento físico de sus espacios urbanizados. El gigantismo urbano provocado por esta concentración crea simultáneamente una pulverización de los asentamientos dentro de su área de influencia. No hay pequeñas localidades que puedan oponerse a la influencia que ejerce la ciudad de Puebla en todos los órdenes.

Para 1960 en el periodo conocido como México moderno, la ciudad de Puebla se concentraba el 56% del valor de la producción industrial del Estado y muy lejos le seguía Atlixco con el 8.6% gracias a la importancia de su industria textil establecida desde la segunda mitad del siglo XIX, le seguían en importancia con porcentajes menores a 4.7% Chietla, San Pedro Cholula, Teziutlan y Tehuacán, esto seis centros concentraban casi el 80% del valor industrial total del Estado. Esta situación poco favorable para la redistribución geográfica de la industria se agudizó hacia 1970 cuando de los cinco centros mencionados, fuera de Puebla, tan sólo Tehuacán pudo aumentar ligeramente su importancia. Puebla es ahora el centro de la industrialización del Estado y de la ciudad irradian corredores industriales, uno desde Cuauhtlazingo y Xoxtla hasta San Martín Texmelucan, otro hacia el municipio de Xicoténcatl en el estado de Tlaxcala y otro más antiguo hacia San Pedro Cholula. Paralelamente a este proceso de industrialización y de urbanización, se produce en los espacios directamente afectados por este desarrollo y crecimiento un proceso de desertificación de los espacios rurales que en este caso se observa en la ciudad de Puebla.

Los municipios limítrofes a la ciudad, que todavía hace pocos años disfrutaban de las condiciones idílicas del campo, se ven incorporados por medio de una urbanización prácticamente continua desde el núcleo principal, con la consecuente degradación y la destrucción de los recursos naturales y la contaminación. La agricultura, actividad predominante de estos espacios

rurales conjugaba diferentes elementos actualmente en vías de disociación. El modo de producción tiende a liberar una cantidad importante de mano de obra; el modo de vida pierde su especificidad y si los sistemas de valores son todavía diferentes, las prácticas de la vida cotidiana tienden a uniformizarse mientras que una parte del espacio aparece en vías de urbanización continua o discontinua. De esto depende la declinación relativa de la población ocupada en actividades agrícolas y la débil dotación de servicios en donde se encuentran asentados.

Al hablar del territorio del Estado se ha procurado hacer referencia a dos ámbitos claramente significados: el indígena ejemplificado en Cholula y el español en Puebla como aquellos que mostrarían a través de su historia el papel de estos próximos extremos y sus interrelaciones. Con la fundación de Puebla como ciudad de españoles fuera del territorio tlaxcalteca y en el límite del cholulteca se creó la sede de una administración colonial, civil y religiosa de una región muy amplia. Con estas funciones la ciudad española empezó a crecer en detrimento visible de las ciudades indígenas próximas, en ese caso principalmente Cholula y Tlaxcala, que no podían competir con ésta y dependían de ella. Las relaciones no sólo entre Cholula y Puebla sino entre Atlixco, Acatlan, Tehuacán, Tepeaca Teziutlán o Zacapoaxtla con Puebla se vieron encausadas por las relaciones de dominación colonial.

Después de esta etapa durante la cual el Estado se fue conformando territorialmente, apareció en su desarrollo otro tipo de dominación: el capitalismo que integra los hechos y concreciones económicas y sociales de la situación colonial. El Estado, como el país en su conjunto, se desarrolla inicialmente en torno a un capitalismo mercantil-industrial fundamentado en una nueva división del trabajo a nivel internacional con especialización de actividades organizadas desde centros hegemónicos que crean periferias dependientes y al cual corresponden en el Estado las grandes plantas industriales y la infraestructura construida durante el siglo XIX y aún parte del XX. A esta fase del capitalismo le sigue ya en el segundo cuarto del siglo la llamada industrialización por sustitución de importaciones y en el tercer cuarto, la industrialización con fuerte participación de grupos trasnacionales. En esta última etapa la empresa utiliza técnicas y capitales del centro y espacio, materia prima, mano de obra, mercados y hasta capitales periféricos para una producción industrial ya no sólo destinada al mercado nacional sino también al mercado internacional. (Este es el caso de Puebla y las grandes empresas asentadas en sus corredores y áreas industriales).

Paralelamente a su industrialización se ha producido en el Estado, como en el país, un acelerado proceso de urbanización que coincide con la nueva ocupación del espacio por las presión que ejerce en las ciudades la población migrante expulsada del campo, para la que no hay cabida en las grandes empresas que requieren de personal altamente calificado y que pasa a conformar las masas de excluidos de las calidades de la vida urbana. A este problema se agrega también la resultante de un crecimiento natural elevado para configurar el fenómeno de los nuevos ingredientes conglomerados urbanos, con todas sus consecuencias en los órdenes físicos, económico-sociales y políticos. El proceso de urbanización de los últimos años con su otra cara: la desertificación del espacio rural ha condicionado fuertemente el desarrollo del Estado de Puebla en los últimos decenios y ha influido en su nueva conformación espacial a pesar de que el excepcional poblamiento del campo en esta entidad es el resultado de un fenómeno de ocupación muy antiguo y de adaptación e integración al medio natural.

Es claro que Puebla debe enfrentar en su desarrollo además de los problemas generados por el proceso de urbanización apuntados anteriormente, los que se refieren a la lucha contra el centralismo económico y social externo e interno. El primero respecto a la ciudad de México y sus alrededores y el segundo en relación a las regiones y localidades urbanas de la propia entidad. Esto le permitiría difundir en todo el territorio del Estado la densidad económica, técnica y cultural y eliminar las desigualdades territoriales.

La evolución histórica lejana y reciente del espacio geográfico en el Estado de Puebla y en particular el entorno de la ciudad de Puebla, permite deducir que desde épocas muy remotas esta área ha tenido la presión del genero humano, con consecuencias como la degradación ambiental y la contaminación del entorno entre otras.

2.2.- Delimitación de la zona de estudio (Río Alseseca).

2.2.1 Aspectos Generales.

El estado de Puebla se encuentra ubicado en la porción centro este del país, abarca una superficie de 34,017 km²; se localiza entre los 17° 52' 39" y 20° 50' 39" de latitud norte y los 96° 43' 00" y 99° 04' 10" de longitud oeste. Limita al norte y al este con el estado de Veracruz, al sureste y sur con el estado de Oaxaca, al suroeste con el estado de Guerrero y al oeste con los

estados de Morelos México, Tlaxcala e Hidalgo (ver mapas 1 y 2, del anexo 1).

El estado comparte con Veracruz, una de las cumbres mas elevadas del país, el pico de Orizaba o Citlaltepetl, con Tlaxcala la Malintzin o Matlalcueyetl, con los estados de Morelos y México el Popocatepetl y el Iztaccihuatl. La altura mínima sobre el nivel del mar en el estado es de 170 metros en San José Acatenco, Teziutlan y la máxima es de 3,670 metros en el Rancho Pelagallinas en Cholula.

2.2.2 Aspectos Geográficos.

La subcuenca del río Alseseca se encuentra ubicada en la región hidrológica del Balsas, que corresponde a la No. 18 (RH-18), en la cuenca del alto Atoyac. La parte alta de la subcuenca se divide en dos subcuencas principales, una conocida como la subcuenca del arroyo Manzanilla y la otra como San Diego, que al confluir, a la altura de la vialidad Vicente Suárez, dan origen propiamente al río Alseseca.

La subcuenca del río Alseseca se encuentra ubicada en el municipio de Puebla en la zona oriente de la ciudad, éste hace un recorrido de norte a sur dentro de la mancha urbana. Sus zonas de confluencia principian en las faldas de la montaña denominada la Malintzi, sus coordenadas extremas son: 18° 57' 00" y 19° 10' 00" de latitud norte y 98° 05' 00" y 98° 12' 00" de longitud oeste, el área de la cuenca es de aproximadamente de 321 km² con una longitud de cauce principal de 31.82 km. Las barrancas que confluyen a este río que desemboca en la Presa Valsequillo, son las siguientes: Barranca San Antonio, Barranca Manzanilla, Barranca San Sebastián, Barranca Mixactlatl y Barranca San Diego (ver mapa 3, del anexo 1).

Las coordenadas de ubicación del río dentro del municipio son las siguientes:

Latitud Norte	Longitud Oeste
Punto inicial.- 19° 09' 59"	98° 05' 24"
Punto final.- 18° 57' 24"	98° 11' 10"

Unicamente el municipio de Puebla es atravesado por el río Alseseca, aunque sus barrancas atraviesan otras localidades como San Miguel Canoa, la Resurrección y San Francisco Totimehuacan.

2.3.- Regionalización ecológica del INE y entorno del río Alseseca.

El río Alseseca se ubica dentro de la Zona Templada de la regionalización ecológica del INE, en la provincia No. 57 de Lagos y Volcanes de Anáhuac y queda comprendida en los sistemas ecogeográficos de la Malinche con toposformas de sierra y una pequeña porción en el Sistema de Tlaxcala con toposformas de bajadas.

Cabe aclarar que esta Regionalización se está dejando de utilizar dentro del INE, para permitir mayor libertad a los responsables de los estudios de Ordenamiento Ecológico y poder establecer sus propias delimitaciones, que resulten de utilizar la metodología de los Sistemas Complejos.

2.4.- Caracterización del medio biótico, abiótico y socioeconómico.

2.4.1 Clima.

Los climas predominantes en la zona de estudio son: en la parte alta el E(T)H que es del grupo de los fríos, con la temperatura media del mes mas caliente menor a 6.5°C y la temperatura del mes mas frío es menor a 0°C, y ocupa una superficie de 40.3 km² (12.5%), mientras la mayor parte del área con 281.2 km² (87.5%), se tiene un clima C(E)(w₂)(w), que es del tipo semifrio subhúmedo con lluvias en verano, y el porciento de la precipitación invernal es menor 5% (ver mapa 4, del anexo 1).

La temperatura que predomina en el área de estudio varía de los 18° C en los valles y llanuras, a los 12° C en terrenos más elevados. Las mayores temperaturas se registran en los meses de marzo a mayo, siendo del orden de 28.6° C hasta los 32°C, mientras que las temperaturas más bajas se verifican entre los meses de diciembre y enero con oscilaciones desde -1.8°C. hasta 1.5°C, estas cifras toman como base los últimos 7 años de mediciones en el observatorio meteorológico de Puebla.

La precipitación varía de los 800 a los 1000 mm al año.

2.4.2 Topografía.

En la zona de estudio del río, la altura máxima con respecto al nivel del mar es de 2,700 metros, esta se localiza en el punto de inicio en la localidad de San Miguel Canoa en las faldas de la montaña Malintzi, (la cual alcanza una altura máxima de 4500 mts.) y la altura desciende hasta los 2,050 m.s.n.m., en el embalse con la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo) teniendo una diferencia en altura de 650 metros (ver mapa 5, del anexo 1).

Las pendientes topográficas a lo largo del río varían de entre el 9.54 % hasta el 1.26 % en los diferentes tramos en que se dividió la corriente. El cauce ha sufrido modificaciones en su estructura natural, debido al crecimiento de la ciudad.

2.4.3 Edafología.

Para la zona de estudio se describen los siguientes tipos de suelos:

Regosol eutrico (Re), este tipo de suelo es el más abundante y se localiza en San Miguel Canoa hasta la confluencia de la barranca San Sebastián-Manzanilla.

Regosol: Este tipo de suelo es predominante en la zona de estudio de la entidad, ocupan una superficie de 121.90 Km², que representa el 37.97 % del área de estudio. Su origen es residual y coluvial (es decir de materiales de aporte). Su color es gris, pardo o pardo amarillento; en la capa superficial la materia orgánica aportada por la vegetación natural (bosques y selvas) no ha tenido todavía una marcada influencia.

Litosol: EL siguiente suelo en importancia es el litosol, con una superficie de 56.16 km² y un porcentaje de 17.49%, sus características más importantes son las siguientes:

Suelos extremadamente delgados, menores de 10 cm de profundidad, esto debido a las condiciones topográficas de las zonas donde se desarrollan. La vegetación no ha tenido gran influencia en el intemperismo de las rocas de las cuales se originan. Estos suelos se localizan sobre algunos lomeríos (Síntesis Geográfica del Estado de Puebla, 1985, p. 35 y 36).

Fluvisol: El siguiente suelo en abundancia es el Fluvisol, con una superficie de 51.44 km² y un porcentaje de 16.03%, sus principales características son:

Están formados siempre por materiales acarreados por agua y disgregados que no presentan estructura en terrones, por lo que son suelos muy jóvenes, Se encuentran en todos los climas y regiones de México, cercanos siempre a los lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en el lecho de los ríos.

Cambisol: El último suelo en importancia dentro de la cuenca es el Cambisol vértico, con una superficie de 32.26 km², que representa el 10.05 % del área de la cuenca, sus principales características son:

Suelos jóvenes y poco desarrollados, se presentan en cualquier clima, menos en las zonas áridas, se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, magnesio, etcétera, pero sin que esta acumulación sea muy abundante.

Diversos tipos de suelos se distribuyen en los restantes 59.24 Km², como son: Vertisoles y Rendzinas y representan el 18.46% de la superficie de la cuenca. (ver mapa 6, del anexo 1)

Es importante resaltar que la obtención de las superficies de este y los demás mapas temáticos fue posible gracias a la utilización de los Sistemas de Información Geográfica y que de otra manera esto se hubiera dificultado.

Cuadro No. 1: Edafología

Tipo de suelo	Superficie Km ²	% respecto a la superficie
Regosol	121.90	37.97
Litosol	56.16	17.49
Fluvisol	51.44	16.03
Cambisol	32.26	10.05
Otros tipos de suelos	59.24	18.46

Fuente: datos obtenidos del procesamiento de la carta edafológica del SIG.

2.4.4 Geología.

La litología más abundante en la zona de estudio es la de tipo aluvial del cuaternario con una superficie de 160.47 km² que representa el 49.99 % del área de la cuenca, le sigue en importancia la toba intermedia del terciario superior con 64.81 km² que significa un 20.19 % de la cuenca y por último el material de brecha del terciario superior con 52.74 km² y un 16.43 %, los restantes 42.98 Km² de superficie se distribuye con diversas litologías pero sólo representan el 13.39% (ver mapa 7, del anexo 1)

Cuadro No. 2: Geología

Tipo de litología	Superficie Km ²	% respecto a la superficie.
Material aluvial	160.47	49.99
Toba intermedia	64.81	20.19
brecha	52.74	16.43
Otros materiales	42.98	13.39

Fuente: datos obtenidos del procesamiento de la carta edafológica por medio del SIG

2.4.5 Vegetación.

Al realizar la caracterización de la vegetación a lo largo del cauce del río Alseseca se observa gran perturbación de la vegetación original, pero que existen remanentes de bosques de encino-pino, encino y vegetación de galería. Se ha tratado de sustituir a la vegetación original con distintas especies, que conforman la flora urbana, siendo representadas por distintas variedades dentro de las que sobresale el Eucalipto.

Cabe destacar que la distribución de la vegetación se ve influida por la altitud, ya que aproximadamente de los 2740 msnm a los 2510 msnm se localizan comunidades de Quercus sp. (encinos) asociadas con de Pinus sp (pinos), estas especies se encuentran en menor abundancia.

Los bosques mixtos son comunidades escasas, ya que su explotación ha sido muy alta, sobre todo la de los pinares, debido a que su madera es de utilidad para la industria. Los encinos también han sido explotados pero en menor

escala; esto se debe a que su madera es más difícil de trabajar a causa de su dureza.

Este tipo de vegetación se puede localizar en San Miguel Canoa, observándose la perturbación de la vegetación natural por el desarrollo de cultivos como el maíz y por el pastoreo de ganado caprino.

La vegetación secundaria se puede localizar de los 2240 a los 2100 msnm aproximadamente, siendo las especies de mayor abundancia: *Fraxinus udhei* (fresno), *Schinus molle* (pirul) y *Populus alba* (álamo).

Bosque de encino.

A lo largo del cauce del Río Alseseca existen remanentes de lo que posiblemente fue un bosque de encinos siendo la especie predominante asociada con otras especies herbáceas y arbustivas, distribuidas únicamente a lo largo del cauce ya que ha sido desplazada por los asentamientos urbanos e industriales. (ver mapa 8, del anexo 1.), (ver Tabla 1, del anexo 4).

2.4.6 Fauna.

La fauna de la zona de estudio se ha visto afectada por los asentamientos urbanos e industriales, por lo que durante la caracterización se observaron solamente algunas ardillas, ratas y algunas aves. Sin embargo, la información obtenida del Consejo Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) indican que existe una gran variedad de especies, por lo cual se anexan los listados de aves, mamíferos y reptiles en el anexo 4, tabla 2, 3 y 4 respectivamente.

Por lo anterior se determinó que no existen especies de valor comercial de interés cinegético ni especies endémicas o en peligro de extinción.

2.4.7 Medio socioeconómico

Las poblaciones más importantes por las que atraviesa el río son: San Miguel Canoa, la Resurrección y San Francisco Totimehuacan, esta última es considerada parte de la conurbación de la ciudad de Puebla.

El río se utiliza como cuerpo receptor de aguas residuales municipales e industriales en la porción que cruza por la ciudad de Puebla. En los tramos

correspondientes a la junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan el agua es aprovechada para el riego agrícola.

Demografía.

Para la realización de este proyecto y en general para todos los Ordenamientos Ecológicos, es necesario conocer la densidad de la población actual y su proyección a futuro en el municipio por el cual atraviesa el río, y que las acciones que se deriven de este estudio estén acordes con el crecimiento poblacional. En este caso la población más importante por que atraviesa el río es la ciudad de Puebla. Se calculó la proyección de la población y se detalló la de las localidades por las cuales cruza el río, dicha proyección se calculó mediante el método aritmético. Para determinar la población actual y proyectada se requiere contar con los datos de por lo menos los tres últimos censos de población emitidos por el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI). La proyección calculada por este método, se compara con la tasa de crecimiento media municipal de los últimos 10 años, y se adoptó éste por tener un comportamiento similar a dicha tasa.

A continuación, se en lista el número de habitantes de los poblados más importantes que atraviesa el río Alseseca.

- San Miguel Canoa cuenta con 9,811 habitantes
- La Resurrección cuenta con 6,123 habitantes
- San Francisco Totimehuacan cuenta con 6,519 habitantes
- La Ciudad de Puebla cuenta con 1,222,177 habitantes (Cuadro No. 3)

La Ciudad de Puebla, tiene una tasa de crecimiento medio en los últimos 10 años de 5.07 %, según se refleja en el período de 1980 a 1990. (ver cuadro No. 3).

Cuadro 3: Datos históricos del crecimiento poblacional de Puebla.⁹

Año	No. de habitantes
1960	289,049
1970	401,603
1980	772,908
1990	1,007,180
1995	1,222,177

Fuente: Censos de los diferentes años

INDICADORES SOCIALES

Vivienda.

En el municipio de Puebla se cuenta con un total de 221,515 viviendas lo cual representa el 28.56 % de los hogares que existen en el estado, los diferentes materiales con los que se construyen este tipo de viviendas son los que a continuación se mencionan: ladrillo, block, cemento, adobe, madera, lámina de asbesto, entre los más sobresalientes.

Dentro de los tipos de vivienda que existen son: particular, rentada u otra, tenemos que 57.37 % del total de viviendas en el municipio son casas solas, el 41.35 % son departamentos en edificio, casa, vecindad o cuarto de azotea, el 0.01 % son viviendas móviles, el 0.03 % son refugios y por último el 1.24 % no están especificados, (ver cuadro No. 4).

⁹ Censos de Población 1960,1970,1980,1990,1995, INEGI

Cuadro No.4: Viviendas habitadas según tipo de vivienda

Municipi- pio	Total de vivien- das	VIVIENDAS PARTICULARES					
		Total	Casa sola	Depto. En edificio, casa en vecindad o cuarto de azotea	Vivien- da móvil	Refugio	No especi- ficado
PUEBLA	221,515	221,349	127,093	91,600	23	86	2,713

Infraestructura de agua potable.

El total de viviendas que existe actualmente en el estado es de 775,525, las cuales requieren de servicios tales como drenaje, energía eléctrica, agua, entre muchos otros, estos servicios son una necesidad para el bienestar de las familias que habitan estos hogares.

El total de viviendas que se encuentran a lo largo del cauce del río es de 25,854 incluyendo las de las localidades de San Miguel Canoa, La Resurrección, y San Francisco Totimehuacan, que son las localidades por las cuales atraviesa el cauce principal. (ver cuadro No. 5).

Del total de viviendas, a lo largo del cauce del río, el 65.76% cuentan con el servicio de agua dentro de su vivienda, el 21.84% cuentan con el servicio fuera de la vivienda, el 1.90% obtienen el agua de una llave pública o hidrante, el 10.25% no disponen de agua entubada, 0.25% no se encuentra especificado, el volumen de dotación es de 180 litros por habitante diarios en el municipio.

Cuadro No 5: Disponibilidad de agua potable en las viviendas ²

Población	Viviendas particulares	Disponen de agua entubada			No disponen de agua entubada	No especificado
		Dentro de la vivienda	Fuera de la vivienda pero en el predio	De llave publica o hidrante		
Puebla	22,009	14,636	4,503	362	2,388	120
San Miguel Canoa	1,636	245	1,107	89	50	145
La Resurreccion	1,102	270	573	40	60	158
San Francisco Teotimehuacan	1,107	406	427	15	78	182
Suma	25,854	15,557	6,610	506	2,576	605

Infraestructura de drenaje.

El drenaje en las casas habitación resulta un factor indispensable para que la población prevenga ciertos tipos de enfermedades infecciosas, pues al no desalojar los desechos orgánicos de las viviendas provocan malestares y enfermedades en la población.

Así como es indispensable este servicio también resulta un factor que perjudica a la naturaleza pues se vale de ella para el desalojo de estos desechos. Los principales afectados son los ríos, y posteriormente los lagos y lagunas.

Del total de viviendas que hay entre la ciudad de Puebla y las localidades por las cuales pasa el río Alseseca, se tiene que de 25,854 viviendas, el 89.93% cuentan con el servicio ya sea conectado a la red de drenaje, o a fosa séptica, o descargan directamente a un río o lago, y el 9.41% de viviendas no disponen

² Censo de Población y Vivienda, INEGI, 1990.

de este servicio, por último el .66% de viviendas no están dentro de algún rango específico. (ver cuadro No 6)

Cuadro No 6: Disponibilidad de drenaje en viviendas ³

Municipio	Viviendas particulares	Disponen de drenaje			No disponen de drenaje	No especificado
		Conectado al de la calle	Conectado a fosa séptica	Con drenaje al suelo río o lago		
Puebla	22,009	19,408	2,373	351	2,433	170
San Miguel Canoa	1,636	110	58	-	-	-
La Resurreccion	1,100	192	90	-	-	-
San Francisco Totimehuacan	1,107	391	366	-	-	1
Suma	25,852	20,010	2,887	351	2,433	171

Educación.

En el rubro de educación, la población alfabeta en el estado es de 1,943,675 habitantes el cual representa el 80.6 % del total de población de 15 años y más, los que son analfabetas son 462,408 habitantes el cual representan el 20.4%.

A nivel municipal de un total de 694,757 habitantes de 15 años y más, 651,755 habitantes son alfabetas, y 41,786 habitantes son analfabetas que representan el 93.81 y 6.19 % respectivamente. (ver cuadro No. 7)

³ Idem.

Cuadro 7: Población de 15 años y mas según condición de alfabetismo ⁴

Municipio	Población de 15 años y más			Alfabetas			Analfabetas		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Puebla	694,757	324,723	370,034	651,755	313,484	338,271	41,786	10,641	31,145

La población que asiste a la escuela según la condición de asistencia escolar es la que se describe a continuación, del total de 221,789 habitantes el 93.2 % de la población de 6 a 14 años asiste a la escuela, el 6.22 % no asiste a la escuela y el 0.58 % restante no se encuentra especificado, lo que representa que casi en su totalidad la población de esta edad asiste a recibir instrucción escolar. (ver cuadro No. 8)

Cuadro No. 8: Población de 6 a 14 años según condición de asistencia escolar ⁵

Municipios	Total	Asiste a la escuela	No asiste a la escuela	No especificado
Puebla	221,789	206,727	13,809	1,253

En cuanto a los niveles de instrucción en el estado se puede mencionar que la población de 15 años y más que cuentan con instrucción escolar tenemos que del total de la población de 2,411,512 habitantes, el 19.54% tienen primaria completa, el 34.16% tienen instrucción postprimaria, el 25.20% cuenta con primaria incompleta y el no cuenta con instrucción escolar.

En el municipio de Puebla la población de 15 años y más es de un total de 694,757 habitantes de los el 6.98% no cuentan con algún tipo de instrucción, el 12.16% tienen primaria incompleta, el 19.72% cuentan con primaria completa, el 59.84% tienen instrucción postprimaria y por último el 1.30% no se encuentran especificados.

⁴ Op. Cit Censo de Población

⁵ Idem.

Salud.

En el municipio de Puebla el sector salud cuenta con 67 unidades con servicio de consulta externa, 3 de hospitalización general y 5 de hospitalización especializada.

Estas instituciones atienden a un total de 765,346 derechohabientes y estas se reparten entre las instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios de Salud para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), y Petróleos Mexicanos (PEMEX), esta última cuenta con hospitales para atender a la gente que labora en su empresa.

La población que usa este tipo de servicios médicos en el municipio de Puebla es de un total de 824,463 habitantes, los cuales se sirven de los servicios médicos de las instituciones públicas y privadas.

Comunicaciones.

Por su ubicación geográfica el estado de Puebla cuenta con una infraestructura en cuanto a comunicaciones que le permite ser una de las más importantes en el país, por su cercanía con la capital y el desarrollo económico que se genera en la Angelópolis las redes de comunicación cuentan con una gran extensión de las cuales podemos mencionar que la red carretera es de 7,400 km. a nivel estatal, de las vías férreas cuenta con una extensión de 992.565 km., aunado a éstas, los aeropuertos localizados en Puebla, específicamente en las afueras de la localidad de Huejotzingo, y Tehuacán, así como algunas aeropistas, complementan las vías de comunicación en la entidad Poblana.

Las carreteras enlazan a la capital estatal con la del país y con las ciudades del Golfo y del Pacífico, y permiten la transportación tanto de materias primas como de productos manufacturados. Dentro de las más sobresalientes tenemos la autopista México-Puebla la cual cuenta con cuatro carriles y comunica además con la ciudad de San Martín Texmelucan. Otra de las autopistas importantes es la que comunica con el puerto de Veracruz, la cual cuenta al igual que la de México con cuatro carriles. Otra vía de comunicación importante es la supercarretera a Apizaco, la cual comunica con otras localidades del estado de Tlaxcala, así como con la ciudad capital. También una vía de comunicación sobresaliente es la que comunica con Oaxaca, la cual utiliza un tramo de la autopista a Veracruz para posteriormente entroncar con lo que es ya la carretera hacia el estado de Oaxaca.

Todas las vialidades anteriormente mencionadas intensifican más las actividades económicas en el estado haciéndolo más dinámico y cruzan por la zona de estudio de este trabajo con todos los beneficios que esto implica (ver mapa 9, del anexo 1).

Principales actividades productivas y economía:

La población que potencialmente se puede emplear en una actividad productiva es de 771,577 habitantes lo cual representa el 76.60 % del total de población según el censo de 1990, cabe aclarar que la población económicamente activa es considerada a partir de los doce años, de la cual se puede mencionar que el total es de 333,593 habitantes, de los cuales el 97.65% se encuentran empleados en algún sector, mientras que el 2.35% se encuentran sin empleo. (ver cuadro No. 9)

Cuadro No. 9: Población económicamente activa en el municipio ⁶

Municipio	Población	Población Económicamente Activa			Población Económicamente Inactiva
	De 12 años y mas	Total	Ocupados	Desocupados	
PUEBLA	771.577	333.593	325.769	7.824	437.984

Pesca.

En el estado sólo se cuenta con una minoría de población que se dedica a este tipo de actividad, pues solo se dedica un total de 703 habitantes de los cuales participan 687 en sociedad, y 16 actúan por cuenta propia en esta actividad productiva.

La pesca en el estado se ha generado a través del establecimiento de estanques artificiales lo cual genera una actividad económica en donde el recurso natural del agua resulta un factor importante, en el municipio prácticamente no se puede desarrollar esta actividad utilizando los recursos naturales, es decir los lagos, lagunas, ríos, etc. puesto que las condiciones en que se encuentran estos recursos no son óptimas para que se desarrolle la actividad. En algunos casos

⁶ Idem.

en el estado todavía se pueden aprovechar los recursos naturales anteriormente mencionados puesto que los niveles de contaminación no son tan altos en las localidades que se encuentran alrededor de la capital del estado, confinándolos a estanques y en algunos casos dejando que el agua siga su cauce natural.

En las localidades por las cuales atraviesa el río esta actividad no existe puesto que la vía principal que permitiría su desarrollo se encuentra en pésimas condiciones; mejorando la calidad del agua se pueden establecer actividades de acuicultura, aprovechando este recurso.

Industrias.

La población ocupada en el sector terciario en la ciudad de Puebla es de 112,868 habitantes, los cuales se emplean en las industrias que se establecen en el municipio, esto ha permitido un importante desarrollo en la Angelópolis. (ver cuadro No. 10)

En el municipio se han establecido empresas importantes, que emplean a una gran cantidad de población. La industria minera emplea 2,862 habitantes, la manufacturera ocupa un total de 110,006 habitantes en esta actividad (INEGI, 1995, 43).

El municipio cuenta con tres corredores industriales de importancia los cuales se ubican en la zona norte de la ciudad, y albergan a las empresas más importantes del estado, estos corredores son: corredor industrial Puebla 2000, Resurrección y 5 de Mayo.

En el corredor industrial 5 de mayo se encuentran ubicadas 17 empresas, de las cuales 6 son de alimentos, 3 son comercializadoras, 1 curtidoría, 3 metalmecánicas, 1 se dedica al manejo del mármol, 1 es embotelladora y se encuentran dos químicas.

En los corredores industriales Puebla 2000 y Resurrección se encuentra un total de 53 empresas, de entre las cuales hay 24 textiles, 6 químicas, 5 metalmecánicas, 1 es maquiladora, 2 embotelladoras, 3 alimenticias, 1 metalúrgica, 1 de fabricación de termostatos, 1 de fundición, 1 de manufacturas, 1 que fábrica pinturas, 1 de artículos escolares, 1 comercializadora, se encuentran 4 con un giro no específico y por último una de publicidad.

Cuadro No. 10: población ocupada según sector económico (INEGI, 1990)

Municipio	Población ocupada	Sector			No Especificado
		Primario	Secundario	Terciario	
PUEBLA	325,769	6,686	112,868	196,942	9,273

Agricultura.

En el sector productivo primario, en el cual se incluye la ganadería y la agricultura se ocupa una minoría de la población puesto que apenas alcanza los 6,686 habitantes y representa el 2.05 % del total de la población ocupada. (Ver Cuadro No. 10)

El estado cuenta con una superficie sembrada de cerca de 904,425 hectáreas, de las cuales el 94.17% son sembradas, y el 92.07% son cultivos cíclicos de donde se cosecha alrededor de 784,702 toneladas. Dentro de las especies más cultivadas se tiene al maíz, frijol, haba, y hortalizas entre otras.

La superficie de labor en el municipio es de 236,415 hectáreas, el 35.44 % son de riego, y el 64.66 % restante son de temporal, las cuales abarcan una superficie de 83.806 y 152.609 hectáreas respectivamente.

En lo que respecta al río Alseseca sus aguas son aprovechadas para el riego de campos agrícolas para una superficie de sólo 3 hectáreas.

Otros

A nivel estatal se emplean en el sector terciario un total de 381,055 habitantes, de un total de 1,084,316 personas ocupadas, lo que representa un 35.14 % del total de población actualmente activa.

La mayor parte de la población ocupada en la ciudad de Puebla se emplea en el sector terciario de la producción, en especial los servicios, y se emplean en éste un total de 196,942 habitantes que representa el 60.45 %.

La población actualmente ocupada que es de 325,769, se desempeña en las siguientes actividades: profesionales y técnicos el 16.19%, funcionarios y directivos el 3.92%, trabajadores administrativos y de oficina el 11.41%,

comerciantes y trabajadores ambulantes el 15.45%, trabajadores agropecuarios el 1.83%, supervisores y operarios industriales el 31.99%, trabajadores en servicios diversos el 17.78%, y por último el 1.43%, se emplean en una actividad no especificada.

Proyectos de crecimiento.

En cuanto a planes, programas y proyectos de crecimiento contemplados en la zona de estudio no se contempla alguno por parte de las autoridades. El Programa Regional de Desarrollo Angelópolis tiene en proyecto que la zona del parque de San Francisco se convierta en un centro turístico, la reforma a este paseo consistiría en crear un lago artificial, y en sus alrededores crear la infraestructura necesaria para fomentar el turismo, es decir hoteles, restaurantes, etc.

Otro de los proyectos para realizar es en la zona del río Alseseca, en donde se adecuara el cauce del río, puesto que a raíz de las fuertes lluvias que se suscitaron en el mes de junio de 1996, se modificó parte del trayecto del mismo, éste se había alterado previamente desviando parte del cauce del río de San Francisco hacia el Alseseca, motivando que se viera incrementado el caudal de este último, pero las lluvias hicieron que el desvío tomara su cauce normal.

Capítulo 3.- USOS Y CONDICIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS.

3.1 Usos y calidad del agua (agropecuario industrial y urbano).

3.1.1 Usos del agua.

El agua del río Alseseca, en el inicio de la subcuenca se destina para abastecer de agua potable a la localidad de San Miguel Canoa, esta captación no permite que el agua fluya por la corriente, lo que hace que gran parte de ésta se encuentre seca, posteriormente al continuar por el recorrido del río se localiza cierto flujo a partir del punto 4 Master Denim (que es una industria de la zona conurbada de Puebla) y es a partir de este punto en donde se localizan descargas de agua de desecho hacia el río, al final de la corriente se localizan aprovechamientos del agua para fines de riego agrícola, específicamente en la localidad de San Francisco Totimehuacan. (Ver mapa 10, del anexo 1)

3.1.2 Problemática actual del abastecimiento del agua

La situación por la cual atraviesa la ciudad de Puebla en la actualidad es que algunas zonas carecen del servicio de agua, Aunque el Sistema Operador de Agua y Alcantarillado (SOAPAP) cubre el 92 % de la población de la ciudad, este servicio no es satisfactorio pues no todos los días se cuenta con agua en todas las colonias.

Lo anteriormente expuesto es consecuencia de que los pozos actuales que se encuentran operando ya no satisfacen las necesidades de la población, lo cual genera descontento en los usuarios del servicio, además las recargas de estos pozos no son satisfactorias, puesto que prácticamente no hay filtraciones naturales para su recarga. Todo esto hace que la enorme demanda exceda la disponibilidad de agua que existe actualmente en los pozos y se tenga un déficit hidrológico.

Las soluciones a esta carencia por agotamiento del recurso en el municipio de Puebla es traer agua de otras cuencas, como lo plantea el proyecto del acueducto Nealtican y Acuexcomac pertenecientes al distrito de Cholula, Puebla, teniendo un costo elevado el tener que dotar de agua a los pobladores de la ciudad de Puebla.

Este proyecto contempla perforar diez pozos profundos los cuales producirán 500 litros por segundo que beneficiarán a 300 mil habitantes de 88 colonias,

principalmente del sur de la Angelópolis que no cuentan con un servicio regular de agua. Otro de los beneficios que brinda el acueducto es el reducir los días tandeados en las colonias de la ciudad de Puebla, lo que eficientiza el servicio en un 80 %.

3.1.3 Clasificación de la corriente hídrica en función de sus usos.

De acuerdo a la declaratoria de propiedad nacional número 64 con fecha del 29 de noviembre de 1937 y publicada en el diario Oficial el 13 de enero de 1938, se especifica que las aguas del río Alseseca son de régimen torrencial permanente y que proceden de la vertiente norte de la sierra La Malintzi hasta su desembocadura en el río Atoyac. Actualmente los usos a que se destina el recurso a lo largo de la corriente son tres:

- a) Abastecimiento
 - b) Colector de aguas residuales
 - c) Riego agrícola
-
- a) En el inicio del río, el agua es captada para el abastecimiento de la localidad de San Miguel Canoa, se consideró el muestreo en este punto para determinar la calidad del agua de la corriente en caso de que se mantuviera constante.
 - b) Posteriormente a este punto el cauce del río permanece sin flujo hasta las primeras descargas industriales y municipales, esto ocurre debido a que dentro del área que conforma la cuenca, se localizan dos Parques Industriales que son Resurrección y Puebla 2000. Además se tienen importantes desarrollos urbanos los cuales demandan grandes volúmenes de agua que son vertidos al río con su calidad degradada.
 - c) En la parte baja del río, a partir de los puntos del Dique Col. Lomas de San Miguel, y a los aprovechamientos por bomba, se extrae agua en diferentes volúmenes para riego de campos agrícolas. El aprovechamiento del punto 55 es un canal a cielo abierto el cual extrae un volumen de 27.41 lps y su uso es para riego de árboles frutales, maíz y forrajes, en un área de 4 hectáreas aproximadamente.

Los aprovechamientos por bomba son considerables en la época de estiaje, no así en tiempos de lluvia, los cuales quedan prácticamente sin uso.

En base a la división del río Alseseca, podemos mencionar para cada uno de los tramos su uso principal (ver anexo 1, mapa 11).

- Tramo No. 1, colector de agua residuales, (pto. 1 al pto. 21).
- Tramo No. 2, colector de aguas residuales, (pto. 21 al pto. 32).
- Tramo No. 3, colector de aguas residuales, (pto. 32 al pto. 38).
- Tramo No. 4, colector de aguas residuales, (pto. 38 al pto. 47).
- Tramo No. 5, colector de aguas residuales y riego agrícola, (pto. 47 al pto. 55).
- Tramo No. 6, colector de aguas residuales y riego agrícola, (pto. 55 al pto. 61).
- Tramo No. 7, riego agrícola principalmente, (pto. 61 al pto. 65).

En cuanto a volúmenes de agua aportados en cada tramo y de acuerdo a su origen se tienen lo siguiente:

Cuadro No 11: Origen de las aguas residuales.

No de tramo	Tipo municipal (l/s)	Tipo industrial (l/s)	Total
1	14.87	46.96	61.83
2	236.87	8.22	245.09
3	164.96	207.39	372.35
4	16.26	1.18	17.43
5	172.42	0.0	172.42
6	37.24	0.0	37.24
7	0.0	0.0	0.0

El tramo No. 3 es el que aporta el mayor volumen de descarga de aguas residuales de tipo industrial, le sigue en importancia el número 1, mientras que el tramo número 2 tiene el mayor volumen de aportación de aguas municipales, continuando en importancia el tramo número 5 y el número 3.

En el cuadro No. 12 se presenta el porcentaje de aguas residuales vertidas al río Alseseca.

Cuadro No 12: Número de descargas y porcentaje de aportación del río

Tramo	Descargas Industriales	Descargas Municipales	% Industrial	% Municipal	Total aportado l/s
1	12	3	75.95	24.05	61.83
2	4	2	3.35	96.64	245.09
3	5	1	55.69	44.30	372.35
4	1	5	6.72	93.27	17.43
5	0	5	0.0	100.00	172.42
6	0	4	0.0	100.00	37.244
7	0	0	---	---	0.0

El tramo No. 1 contiene la mayor parte de las descargas industriales (12) y está ubicado en partes de la Barranca San Antonio, así como tres descargas municipales, en este tramo se localizaron las mayores descargas de contaminantes que provienen de 3 colectores industriales.

El tramo No. 2 es el que tiene mayor aportación municipal, y recibe aguas de las barrancas Manzanilla, san Sebastián y Mixactlatl.

A partir del tramo No. 5 que inicia en el punto 48, ubicado en la calle 41 oriente de la colonia Alseseca, no hay aportación industrial, sólo se tienen descargas de tipo municipal.

En el tramo No. 7 no existe aportación alguna, sin embargo se cuenta con 2 bombas para riego.

En síntesis se puede mencionar que la corriente se clasifica de acuerdo al uso de sus aguas en:

- a) Fuente de abastecimiento, exclusivo en los primeros puntos
- b) Colector de aguas residuales
- c) Riego de campos agrícolas a partir del punto denominado Dique Lomas de San Miguel

De acuerdo con estos usos así como con el modelo utilizado y según los parámetros de clasificación del río Alseseca, a éste se le asignará una clasificación para **uso exclusivo de riego agrícola**, en todo su recorrido. Dicho uso se aplicará en el corto y mediano plazo, por considerarse como el único uso posible, sin embargo, para el largo plazo se pretende que la calidad del agua alcance condiciones que permitan desarrollar vida acuática y que permita su uso con fines recreativos con contacto primario, al verter sus aguas al embalse de la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo).

Actualmente el uso a que se destina el recurso a lo largo de la corriente es de riego agrícola presentándose en la parte baja antes del embalse con la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo). En los trabajos de campo se detectaron dos aprovechamientos por bombeo y uno por canal a cielo abierto, los cuales suministran agua para riego de árboles frutales, cultivos de maíz y forrajes.

3.2 Modalidad de uso del suelo.

Las áreas digitalizadas en el SIG permitieron obtener los siguientes porcentajes del uso del suelo a partir de los datos consultados en la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI (ver anexo 1, mapa No. 8) y de fotografías aéreas de 1995, así mismo se consultó la carta topográfica del INEGI editada en 1995, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

De la superficie total de la cuenca en estudio que es de 321 km², aproximadamente, la mayor parte está ocupada por la agricultura de temporal en sus diferentes modalidades y comprende un 50.25% de dicha superficie, que adicionada al 1.50% de la agricultura de riego constituye el 51.75%, le sigue en importancia las zonas de pastizal que abarcan un 26.34%, en este porcentaje las áreas urbanas ocupan una mayor proporción con un 18%, en estas zonas también se concentran las industrias, que por su superficie no son muy significativas, pero sí por los efectos que tienen sobre los recursos, ya que no solamente consumen recursos dentro de la cuenca sino más allá de ésta, así también los residuos que desalojan hacia el medio ambiente provocan impactos que van desde los moderados hasta los irreversibles.

El resto de la zona de estudio se distribuye de la siguiente manera:

bosque de encino con vegetación secundaria: 6.40%, bosque de coníferas con vegetación secundaria: 5.87%, bosque de coníferas con 3.08%, bosque de encino con 2.47%, y el resto del área está ocupada con matorrales, bosques cultivados, praderas y áreas sin vegetación que representan el 3.76%, de la superficie total de la cuenca, (ver gráfica 1, del anexo 2).

3.3 Recursos bióticos.

Dentro de la zona de estudio los recursos bióticos han sido disminuidos considerablemente, por la significativa presencia antrópica, ya que en cuanto a la vegetación se puede considerar que sólo el 5.88%, de la superficie se mantiene sin alteración, y está conformada por bosque de coníferas, bosque de encino y pradera de alta montaña, los dos primeros tipos se ubican dentro de las cañadas en las zonas más inaccesibles, y la última se ubica en la parte más alta de la cuenca.

Las áreas con bosque de coníferas y bosque de encino, ambos con vegetación secundaria representan 12.28% de la cuenca y también se encuentran en zonas inaccesibles. Las zonas que tienen diversos tipos de matorral y bosques cultivados que implican diferentes grados de perturbación ocupan el 3.7%, y el resto de la superficie está ocupada por zonas agrícolas o por pastizales, todos estos cambios están incrementando el déficit del balance hídrico.

En cuanto a la fauna se detectó que ésta es muy escasa ya que sólo se observaron en campo: ardillas, ratas y algunas aves, los peces dentro de la cuenca son inexistentes, ya que en muchos casos las corrientes son de tipo intermitentes por lo que no permiten el establecimiento de estas especies, además del grado de contaminación que se observa en las corrientes.

Este panorama muestra una condición preocupante en cuanto a los recursos bióticos, ya que o bien están agotados o prácticamente son inexistentes, condición que se debe tomar como una limitante para el adecuado desarrollo de la zona de estudio.

3.4 Recursos minerales.

Estos son escasos dentro de la zona de estudio, ya que los bancos de material de construcción, que se explotaban, se han agotado, por lo que se ha tenido que recurrir a otras áreas para obtener estos materiales, también cabe mencionar que no existe actividad minera dentro de la zona de estudio, condición que disminuye la importancia de este tipo de recursos.

Capítulo 4.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y SOCIAL

4.1 Análisis espacial cuantitativo del manejo de los recursos del río Alseseca.

En este capítulo se presenta la evaluación de los fenómenos y procesos del deterioro y transformación de la zona de estudio, detectando sus causas, de tal forma que el diagnóstico permite reconocer y cuantificar los daños causados por las actividades humanas en el medio ambiente del área de estudio y deberá proporcionar información suficiente de las formas con que son manejados y aprovechados los recursos naturales, con el fin de identificar aquellas prácticas que impliquen un uso inadecuado de los mismos.

Para lo anterior se emplearon las herramientas que proporciona el SIG en un análisis espacial cuantitativo del manejo de los recursos del río Alseseca, para detectar la problemática ambiental del área de estudio se utilizan diferentes técnicas que se sustentan en la determinación de índices, para analizar y cuantificar los diferentes recursos con que se cuenta en dicha zona.

4.1.1. Índice de calidad del agua (ICA).

Objetivos:

- Conocer los niveles de contaminación que poseen los diversos cuerpos de agua dulce del Área de Ordenamiento Ecológico (AOE), que para este caso de estudio es la cuenca del río Alseseca, tomando en consideración su variación temporal y espacial.
- Determinar los usos a que se pueden destinar los cuerpos de agua dulce en la cuenca.
- Detectar el grado de afectación causado por las descargas de aguas contaminada a los cuerpos receptores de la cuenca.
- Estimar posibles afectaciones causadas por la contaminación del agua a las poblaciones, sus actividades productivas y los recursos naturales.

Procedimiento:

Para calcular el Índice de Calidad del Agua ICA se emplean datos de 18 parámetros de calidad del agua, de los cuales 14 se consideran indispensables, mismos que se señalan con un asterisco (*) en la siguiente lista:

Indicadores de materia orgánica:

- *1. Oxígeno Disuelto (OD).
- *2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Indicadores Bacteriológicos:

- 3. Coliformes Fecales.
- *4. Coliformes Totales

Indicadores Fisicoquímicos:

- *5. Alcalinidad Total.
- *6. Dureza Total.
- *7. Conductividad Eléctrica.
- *8. Potencial de Hidrógeno (pH).
- *9. Grasa y Aceites.
- 10. Sólidos Suspendidos Totales.
- 11. Sólidos Disueltos.
- *12. Nitratos (NO_3^+).
- *13. Nitrógeno Amoniacal (NH_4^+).
- *14. Fosfatos Totales (PO_4^+).
- *15. Detergentes o Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM).
- *16. Cloruros (Cl).

Indicadores físicos:

- 17. Color.
- *18. Turbiedad.

El ICA tiene un rango de valores que va de 0 a 100, en donde el 100 representa una calidad óptima para cualquier uso y el cero la imposibilidad de éste, los usos que se distinguen en el índice son los siguientes:

- I. Abastecimiento Público.
- II. Natación y deportes acuáticos de contacto directo y completo con el cuerpo.
- III. Pesca, acuicultura y vida acuática.
- IV. Industrial y Agrícola.
- V. Navegación.
- VI. Transporte de desechos (cuerpos de agua que sólo sirven como drenaje).

El cuadro siguiente muestra los valores del índice con respecto a los usos listados. Se entiende que a un valor determinado del ICA de un cuerpo de agua cualquiera, es posible el empleo de éste para diversos fines, esto sin menoscabo del cumplimiento de las normas de calidad del agua que marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

CUADRO No. 13: CALIFICACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

ICA	USO I ABASTECIMI ENTO PUBLICO	USO II RECREACIÓN	USO III PESCA Y VIDA ACUATICA	USO IV INDUSTRIAL Y AGRICOLA	USO V NAVEGA- CION	USO VI TRANS- PORTE Y DESECHOS	
100	NO REQUIERE PURIFICA- CIÓN	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUATICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGA- NISMOS	NO REQUIERE PURIFICA- CIÓN	ACEPTABLE	ACEPTABLE	
90	LIGERA PURIFI- CACIÓN			LIGERA PURIFICA- CIÓN PARA ALGUNOS PROCESOS			
80	MAYOR NECESIDAD DE TRATA- MIENTO			ACEPTABLE NO RECOMENDA- BLE			EXCEPTO ESPECIES MUY SENSIBLES
70		DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES	CON TRATAMIE- NTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA				
60		DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO		SOLO ORGANIS- MOS MUY RESISTEN- TES			
50		SIN CONTACTO CON EL AGUA		MUESTRAS OBVIAS DE CONTAMINA CION			USO MUY RESTRINGUI DO
40		INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE				INACEPTA- BLE
30	INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE			INACEPTA- BLE
20		INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE	INACEPTA- BLE			INACEPTA- BLE
10							
0						INACEPTA- BLE	

Indicadores relevantes para cada uso del agua:

Uso I. Abastecimiento Público.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Grasa y Aceites
- Alcalinidad
- Oxígeno Disuelto
- Potencial de Hidrogógeno.

Uso II. Natación y deportes acuáticos de contacto directo y completo con el cuerpo.

- Coliformes.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Grasa y Aceites

Uso III. Pesca, acuicultura y vida acuática.

- Oxígeno Disuelto
- Grasa y Aceites
- Alcalinidad
- Nitratos y Nitrógeno en forma Amoniacal.
- Fosfatos.
- Sustancias Activas al Azul de Metileno. (Detergentes).

Uso IV. Industrial y Agrícola.

- Conductividad Eléctrica.
- Cloruros.
- Dureza.

Uso V. Navegación.

- Ninguno.

Uso VI. Transporte de desechos.

- Ninguno.

La escala de calificación (calificación del índice de calidad del agua e indicadores relevantes para cada uso del agua) permite identificar el valor del índice para los diferentes usos del agua.

Para el presente estudio se contó con el apoyo del SNICA (Sistema Nacional de Información de Calidad del Agua) mismo que permitió calcular el Índice de Calidad del Agua, con los datos reunidos durante 5 a 10 años de monitoreo, en las estaciones que se encuentran en la Cuenca del Río Alseseca que son:

1.- Puente San Francisco Teotimehuacan

2.- Presa Manuel Ávila Camacho.

Los resultados obtenidos de los parámetros analizados a partir de la red nacional de monitoreo del SNICA, en los años de 1991 a 1997 para los diversos usos del agua, en la estación Puente San Francisco Teotimehuacan varían de 18.30 a 39.89, por lo que para el uso de abastecimiento público (I) las 39 muestras son inadecuadas; Para el uso recreativo (II), 14 muestras son inaceptables, 19 tienen muestras obvias de contaminación y 6 están en la categoría de sin contacto directo con el agua Para la pesca y vida acuática (III), va de inaceptable en 33 muestras a 6 para sólo organismos muy resistentes; para el uso industrial y agrícola (IV), se tienen 14 muestras con calidad inaceptable, 19 para uso muy restringido y 6 con tratamiento en la mayor parte de la industria; para la navegación (V), se tienen 14 muestras con calidad inaceptable, 6 en la categoría de contaminada y 6 aceptable; para transporte y desechos (VI), todas las muestras son aceptables (ver cuadro No. 13). Los resultados anteriores se pueden visualizar en la gráfica No. 2, en donde se muestra que el valor mínimo de los últimos 5 años se registró en marzo del 93 y el máximo en julio del 95 (ver gráfica 2, del anexo 2), sin embargo en esta estación se tienen monitoreos desde 1986 registrándose un valor de sólo 11.93 del ICA en octubre de 1986 y de 46.68 en septiembre del 88 que es mayor al de julio del 95. La tendencia que se advierte a partir de las estadísticas es muy errática, pero se muestra una ligera tendencia de mejoría en los últimos años (Ver gráfica 3, del anexo 2).

La estación Manuel A. Camacho reportó los siguientes resultados para los mismos años de muestreo con valores que van de 30.09 a 59.72; para el uso de abastecimiento público (I), se tiene 7 muestreos con uso inadecuado, 26 con uso dudoso y 6 con mayor necesidad de tratamiento; para el uso recreativo (II), se tienen 7 con calidad sin contacto con el agua, 26 con calidad dudosa para el contacto directo y 6 de tipo aceptable no recomendable; para la pesca y vida acuática (III) se obtuvieron 33 resultados aptos sólo para organismos muy resistentes y 6 de calidad dudosa para especies sensibles; para el uso industrial y agrícola (IV), se tienen 33 muestreo de calidad que requieren tratamiento para la mayor parte de la industria, y 6 sin tratamiento para la industria

normal; para los usos de navegación (V) y transporte y desechos (VI) se consideran aceptables todos los monitoreos (ver cuadro No. 13). La gráfica referente a esta estación muestra que el valor menor se registro en marzo del 93 y el mayor en mayo del 93, y que la tendencia de la calidad del agua ha sido muy cambiante, mostrando una disminución en los últimos años (ver gráfica 4, del anexo 2).

La comparación de los resultados de ambas estaciones nos muestra que para el periodo 1991-1997, la calidad del agua siempre fue mejor en la estación Manuel A. Camacho en relación a la estación San Francisco Teotimehuacan (ver gráfica 5, del anexo 2).

4.1.2 Índice de Uso del Suelo (IUS).

La utilización del Índice del Uso del Suelo forma parte de la evaluación temática y global del Area del Ordenamiento Ecológico, que en este caso es la Cuenca del Río. En esta fase se detectan y cuantifican las áreas que presentan conflictos por el uso inadecuado del suelo.

En el guión de la presentación de un POET (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio) el suelo es el primero de los aspectos para evaluar, ya que con base en los resultados obtenidos mediante los índices de uso del suelo, es posible referir esta situación a problemas ambientales afines.

Objetivos:

1. Obtener el índice de uso del suelo con base a las características de la ocupación, confrontando los usos actuales y potenciales, para lograr un aprovechamiento adecuado a las características del área.
2. Detectar la manera en que se utiliza el suelo confrontando el uso actual con el uso potencial.
3. Detectar la vocación del suelo, utilizando como variable el uso potencial, las tendencias de desarrollo y las características socioeconómicas y culturales del mismo.

Como ya se mencionó en los objetivos de la técnica empleada, la intención del presente estudio es determinar el IUS lo cual se realizó por medio de la sobreposición de las cartas de Uso del Suelo y Vegetación y las de Uso

Potencial Agrícola, Ganadero y Forestal, (ver mapas 8, 12, 13 Y 14 del anexo 1) asignándole a los diferentes usos actuales y potenciales un código que permitió su liga con la base de datos y que al sobreponer las cartas antes referidas en el SIG, dio como resultado las áreas de uso inadecuado de la zona de estudio.

La escala de IUS está dada en unidades porcentuales cuyos valores van de 0 a 100, donde el 100% representa que las áreas están siendo utilizadas de forma adecuada y el 0% la existencia total de un mal uso del terreno.

El valor de IUS está representado por la siguiente formula:

$$IUS = 100 \frac{AZUNA}{AT} (100)$$

donde:

IUS = Índice de Uso del Suelo

AZUNA = Areas de Zonas de Uso No Adecuado (km²)

AT = Area Total de estudio (km²)

La aplicación del IUS fue a nivel de cuenca, debido a que la información cartográfica se tomo de las cartas 1:50,000.

Los pasos fueron los siguientes:

1.- Se delimitó la zona de estudio sobre los mapas de Uso Actual y Uso Potencial en la misma escala.

2.- Se digitalizaron los mapas ya mencionados en AutoCad-Map.

3.- Ya digitalizada la información se procedió a la limpieza de los archivos, para verificar que no existieran errores en los polígonos, e inmediatamente se generó la topología, para establecer las relaciones espaciales entre las entidades.

4.- En el archivo gráfico se asignaron identificadores a cada uno de los polígonos para ligarlos con las bases de datos, que se elaboraron en la hoja de cálculo de Excell y se les guardó con formato de Dbase.

5.- Una vez realizadas estas acciones se procedió a diseñar las consultas sobre las bases de datos para efectuar las sobreposiciones de los tipos de vegetación sobre los usos potenciales, detectando de esta forma los usos adecuados e inadecuados de los diferentes tipos de usos del suelo.

6.- Se aplicó la fórmula de manejo del suelo:

$$IUS = 100 \frac{AZUNA}{AT} (100)$$

Resultados:

Para obtener mejores resultados en el presente estudio, se consideró como áreas de uso inadecuado todas aquellas que no corresponden al uso potencial del suelo, que se obtuvieron de las cartas del INEGI. Por ejemplo aquellas zonas de agricultura o de pastizal inducido que han sido abiertas en zonas que son consideradas con vocación de uso forestal, o bien aquellas zonas con vegetación natural asociadas con vegetación secundaria que es indicio de perturbación y también las zonas que presentan una alta probabilidad de ser abiertas a la agricultura de riego y que son destinadas a un uso diferente.

Los resultados obtenidos para el índice del uso del suelo son los siguientes:

El área del suelo que se encuentra bajo uso inadecuado es de 64.80% que comprende zonas propuestas para la restauración como son las zonas agrícolas y de pastizal inducido en áreas que tienen vocación forestal. El 35.20% restante se encuentra bajo uso adecuado, ya que son áreas que coinciden con el uso potencial del suelo como son las zonas de agricultura de riego, o bien bosque en zonas con vocación forestal (ver gráfica 6 del anexo 2)

Si se comparan estos resultados con la escala de calificación del Índice de Uso del Suelo, se califica dentro de la categoría de uso Poco Adecuado, que va de 26 a 50 %.

4.1.3 Índice de capacidad agrológica (ICAG).

Para calcular este índice se partió de la sobreposición en el SIG de las cartas de Uso Potencial Agrícola con la de Uso Actual del Suelo, esta acción permitió detectar las áreas que son susceptibles de ser abiertas a la agricultura, ya que la carta de Uso Potencial considera factores como profundidad del suelo, pendiente y fases físicas o químicas que pueden actuar como factores de atraso. También se sobrepuso la carta de climas, que permitió detectar las limitantes por este elemento.

El criterio que se siguió para determinar si el suelo es o no susceptible de cambiar de uso es el siguiente: Sólo se consideró adecuado realizar cambios en áreas en las que se presenta un potencial edáfico alto o alto medio y que son capaces de soportar una agricultura mecanizada continua, mecanizada estacional o de tracción animal continua, ya que en estas áreas se puede garantizar una mayor producción agrícola y el resto de las zonas, aunque fueran susceptibles de cambio de uso se recomienda conservarlas o restaurarlas con vegetación natural, para que funcionen como zonas de captación y recarga de agua, además de preservar el escaso suelo y fauna, así como para evitar los rendimientos raquíticos en la agricultura.

Después de realizar las actividades antes descritas y de efectuar la verificación de campo, se obtuvieron los siguientes resultados:

El área susceptible de abrirse al riego, se ubica en la parte baja de la cuenca y actualmente sostiene vegetación natural con vegetación secundaria o bien agricultura de temporal y pastizal inducido, (este último en su mayor parte ya está ocupado por zonas urbanas, por lo cual no sería posible abrirlas al riego), éstas ocupan una superficie de 59.39 km² que representa un 19 % del área de la cuenca (ver gráfica 7, del anexo 2).

4.1.4 Índice de deterioro forestal.

Para calcular dicho índice se utilizaron las cartas de Uso Potencial Forestal, Uso Potencial Pecuario y Uso actual del Suelo, así como la verificación de campo respectiva. La sobreposición y análisis de dichas cartas por medio del SIG, permitió determinar las áreas de uso inadecuado dentro de las zonas con vocación forestal, así como aquellas que presentan perturbación que se manifiesta por medio de la disminución de la cobertura vegetal, además de la vegetación secundaria.

La cuantificación de las áreas se realizó por medio de la siguiente fórmula:

$$IDF = \frac{AUFNA}{AT} (100)$$

Donde:

IDF = Índice de Deterioro Forestal.

AUFNA = Areas de Uso Forestal no Adecuado.

AT = Area Total de estudio.

Antes de describir los resultados obtenidos, cabe aclarar que se agruparon los diferentes Usos Potenciales Forestales de la zona de estudio en tres tipos (ver mapa No. 14, del anexo 1), esto en función de la condición de la vegetación actual, resultando las siguientes:

- 1.- Uso Potencial Forestal Nulo.
- 2.- Uso Potencial Forestal Bajo.
- 3.- Uso Potencial Forestal Medio

Las cifras obtenidas para cada grupo se describen a continuación:

Para Uso Potencial Forestal Nulo se obtuvo una superficie total de 293.65 km², (que representa un 91.47% del área total de la cuenca), de dicha superficie el 56.14% lo ocupa la agricultura de temporal y una mínima parte la de riego, la siguiente superficie en importancia es el pastizal inducido con el 26.48% (la mayor parte de ésta es ocupada por las poblaciones), los bosques de encino y de coníferas con vegetación secundaria representan el 9.45% y estos mismos tipos pero en mejores condiciones abarcan el 5.07%, el resto del área (2.86%) esta ocupada por bosques cultivados, matorrales y otros tipos de vegetación.

El Uso Potencial Forestal Bajo tiene una superficie de 12.77 km² (que representa el 3.98% del total de la cuenca), la cual se distribuye en bosque de encino con vegetación secundaria con un 40.41%, le sigue en importancia el pastizal con 32.17%, la agricultura de temporal con un 4.91%, el bosque de encino con mejor condición que sólo ocupa el 2.74% y el resto del área que la ocupa el bosque cultivado, y los matorrales con el 19.77% de la superficie.

El Uso Potencial Forestal Medio ocupa una superficie de 14.62 km² (4.55% del total de la cuenca), de la cual el bosque de coníferas y de encino con vegetación secundaria cubre el 43.71%, le sigue en importancia el pastizal inducido con 18.39%, el bosque de coníferas y de encino en mejores condiciones con un 17.62%, la agricultura de temporal con el 5.92% y el resto del área está ocupada por bosque cultivado, matorral y pradera con un 15.36%. Cabe destacar que en este último tipo de uso potencial la superficie ocupada por bosques ya sea con vegetación secundaria o sin ella representa el 61.33%, situación que se explica por la ubicación de éstas ya que se encuentra en las zonas más altas de la cuenca, (ver gráfica 8 del anexo 2)

Otra reflexión importante es la forma de clasificar los usos potenciales, ya que estos sólo toman en consideración la condición actual de la vegetación y la extracción de los productos forestales y dejan de lado las condiciones ecológicas que favorecen el desarrollo de ciertos tipos de vegetación, que para este caso de estudio podrían ocasionar el aumento de la superficie cubierta de bosques, con lo cual se tendría una mayor superficie con vocación forestal.

Al aplicar la fórmula del deterioro forestal antes descrita se obtienen los siguientes resultados:

Si se considera como áreas de uso forestal no adecuado a todas aquellas que presentan vegetación secundaria o pastizal inducido en los bosques de coníferas, de encino y en los matorrales, se obtiene un Índice de Deterioro Forestal de 92.96%, y para el caso contrario en donde éstas son consideradas como de uso forestal adecuado, se obtiene un Índice de Deterioro Forestal del 80.05%. En ambos casos se puede considerar como un Índice de Deterioro muy alto, (ver gráfica 9, del anexo 2).

4.1.5 Clasificación del Río Alseseca

Determinación de la capacidad de asimilación y dilución de la corriente

Para poder planear y prever las acciones correctivas para la limpieza de una corriente es necesario que se sustenten en la simulación del comportamiento del agua con respecto a la distancia que recorre y el tiempo, con el objeto de que los resultados sean los más apegados a la realidad y que sean eficientes.

Una de las formas de realizar esta simulación del comportamiento de la calidad del agua, es el emplear modelos matemáticos relacionando los parámetros de interés sanitario o ambiental de los que existan datos provenientes de mediciones con los efectos de cada parámetro y, cómo se desarrollan en el medio acuático.

Al emplear un modelo matemático se debe tomar en cuenta que sólo podrá hacer una representación aproximada de las condiciones actuales, ya que en cuanto mayor sea la precisión requerida, será mayor el total de elementos que deberán agregarse al modelo, lo que trae como consecuencia un aumento en la cantidad de información y por lo tanto en un aumento en el tiempo para efectuar los cálculos correspondientes.

Los parámetros de calidad del agua pueden ser conservativos y no conservativos. Los primeros se representan con gran sencillez en la simulación, puesto que la cantidad de materia permanece constante en el tiempo y en la distancia, al no intervenir en reacciones que modifiquen su estado químico o físico, y se resuelven por medio de un simple balance de materia en cada punto o segmento donde haya extracción o incorporación de agua, ejemplos de este tipo de parámetros son los cloruros y los sólidos suspendidos fijos.

En cambio los parámetros no conservativos, es decir, los que modifican o transforman su estado inicial por intervenir en reacciones biológicas o en los ciclos biogeoquímicos, presentan complicaciones y menor precisión al ser simulados, puesto que sus tasas de velocidades normalmente son aproximaciones a las condiciones reales, ya que se asumen condiciones estables, su comportamiento se representa en aras de la simplificación, con ecuaciones de primer orden, cuando en las reacciones pueden intervenir dos o más reactantes; y por último, no siempre se toman en cuenta todos los mecanismos que intervienen en su evolución. Debido a lo anterior siempre

deberá tomarse en cuenta que los resultados de una simulación de este tipo de parámetros van a diferir, en cierta medida, de las condiciones reales.

De cualquier manera el empleo de modelos matemáticos es la mejor forma de predecir los efectos de la calidad de un cuerpo de agua que se pueden presentar debido a la presencia de aguas residuales, por eliminar o reducir la carga de contaminantes en un afluente, o por cambiar las condiciones o el régimen de escurrimiento de una corriente. De este modo se obtienen resultados de enorme trascendencia que sustentan la toma de decisiones con un programa de administración de la calidad del agua.

En la actualidad existen diferentes modelos matemáticos de simulación, los más usados se centran en el comportamiento del oxígeno disuelto, ante la presencia de materia orgánica proveniente de diferentes tipos de descargas, en virtud de que el oxígeno es fundamental para que se desarrolle la vida acuática aerobia, así como para los diferentes usos a los que se destine el agua.

Para llevar a cabo el balance de oxígeno algunos de los modelos sólo consideran las principales entradas y salidas de este elemento, como la reaeración a través de la superficie del cuerpo de agua, la solubilidad en función de la temperatura y la remoción debida a la actividad microbiana por demanda bioquímica de oxígeno (DBO) sobre la materia orgánica carbonosa. Sin embargo los modelos más especializados incluyen además la producción de oxígeno por la actividad fotosintética de las algas, la solubilidad en función de la presión barométrica y la remoción por oxidación del nitrógeno amoniacal en el proceso de nitrificación por la demanda bioquímica de oxígeno de los sedimentos y por la respiración de las algas.

Algunos modelos han sido diseñados para simular otros parámetros, distintos al oxígeno disuelto que pueden o no estar relacionados con él: por ejemplo, la demanda bioquímica de oxígeno, la temperatura; la concentración de nitrógeno orgánico, amoniacal, nitrito y nitratos, fósforo orgánico y soluble, la presencia de algas (como clorofila), coliformes fecales y constituyentes conservativos. Obviamente que mientras más parámetros puedan ser simulados por un modelo, mayor es su utilidad en programas de administración de la calidad del agua, pero su calibración y validación deben estar soportadas por una base de datos adecuada y confiable.

Para realizar el estudio de clasificación del río Alseseca se compararon cuatro modelos matemáticos los cuales son: QUAL-IIIE, SICLACOR, TOMCAT y RIOS 4

Optándose por el modelo RIOS 4 el cual se apega más a las características de la corriente del río Alseseca, que se está estudiando, a continuación se hará una descripción de este modelo.

El objetivo principal y fundamental en este estudio al modelar la calidad del agua en una corriente anaeróbica, es el determinar los cambios producidos por industrias, descargas municipales o de cualquier otra actividad que vierta directamente sus desechos sobre la misma. El parámetro más representativo de las condiciones de calidad de un río por efecto de contaminación orgánica lo constituye el oxígeno disuelto (OD).

Descripción del modelo matemático: Modelo ríos V4

EL modelo RIOS V4 fue desarrollado por los Ings. Henry Salas y Santiago Sarast, se realizó en 1995 en el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) de Perú, fue elaborado en lenguajes Fortran y C este ultimo tiene la capacidad de graficar los resultados de los parámetros utilizados.

Cuenta con tres versiones anteriores las cuales se caracterizan por las siguientes condiciones particulares de modelar el río: modelo RIOS el cual está basado en un programa desarrollado en Manhattan College en el año de 1979, el RIOS2 al que se le anexaron las condiciones anaeróbicas del río, en el RIOS3 en donde se hace la supresión automática de nitrificación, y la versión 4 del RIOS grafica los resultados de DBO, NKT (Nitrógeno Kjeldhal Total), OD (Oxígeno Disuelto) y Déficit de Oxígeno.

El modelo RIOS V4, representa las características hidráulicas de la corriente en cada tramo del río por medio de un canal trapezoidal, de tal manera que con introducir las condiciones geométricas de cada sección (ancho de fondo, sección transversal), el modelo efectúa el balance de masa en cada elemento de cálculo.

Los parámetros a utilizarse para la ejecución del modelo matemático son los siguientes: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Oxígeno Disuelto (OD), y Nitrógeno Total (NKT). Estos datos se obtienen de los análisis de

laboratorio de las tres campañas realizadas seleccionando la mediana, es decir el valor que se encuentra entre el máximo y el mínimo.

Por otro lado, el parámetro más aceptado para cuantificar el grado de contaminación orgánica de una descarga, es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que representa la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias para descomponer aeróbicamente una cantidad de materia orgánica en un cierto período de tiempo y a determinada temperatura.

Asociado a lo anterior, están dos constantes que son dependientes del tiempo y de la temperatura, las cuales permiten definir por un lado, la tasa de desoxigenación (K_d), y por el otro lado la tasa de reacción (K_2 o K_A), que ocurre en un tramo después de que se produce una descarga a una corriente, y que afectan las condiciones resultantes aguas abajo.

Para calcular el coeficiente de desoxigenación existen varios métodos aceptados. En este estudio se utilizó el método de Thomas.

Con los valores de DBO del primero al quinto día obtenidos en el laboratorio para cada una de las muestras tomadas en los diferentes puntos sobre el río y las descargas, se determinaron los valores de DBO última, K_d y la razón DBO/DBO5.

Determinación de otros parámetros a utilizarse en el modelo matemático.

Es importante para la ejecución del modelo matemático el seccionamiento de la corriente por tramos, el modelo tiene la capacidad de simular 50 tramos sin restricción de distancia, por cada tramo se deben de tener datos como la longitud de cada segmento, el gasto, la constante de desoxigenación (K_d), el área del punto final del tramo, la profundidad media de la sección de la corriente, y la temperatura. Los datos anteriormente mencionados se obtienen de las descargas que se encuentran en cada uno de los tramos, tal es el caso del volumen que se puede obtener sumando las aportaciones de las descargas y adicionándole el gasto del tramo anterior.

Los resultados obtenidos en campo, señalan que el río Alseseca carece de oxígeno disuelto desde su inicio, dando como resultado la anulación de la capacidad de asimilación y dilución de la corriente. Los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua marcan tener una concentración de oxígeno disuelto a 4.0 mg/l, Por lo que se simularon las disminuciones de contaminantes necesarios

para recuperar la calidad del agua. Se simularon remociones de 50% , 60%, 70%, 75% y 80 % y se determinó que el porcentaje óptimo es el del 70% de remoción, ya que con esto se logra que el agua tenga 4.00 mg/l de oxígeno en el embalse del cauce con la Presa Valsequillo.

Resultados obtenidos

En la calibración del modelo, se simularon las condiciones actuales de la calidad que fue medida en el muestreo en campo y se consideran los gastos mínimos como condiciones de diseño. Para el análisis de la corriente, el río se dividió en 7 tramos; el primero con una longitud de 3.5 Km, sobre el tributario se San Antonio, el segundo de 1.56 Km, el tercero de 1.21 Km, el cuarto de 3.25 Km, el quinto de 4.10 Km, el sexto de 2.45 y el séptimo tramo de 2.03 Km, el kilometraje total del río es de 18.15 Km; esta longitud se consideró, dado que la primera aportación de agua residual se presenta en el kilometraje 12.345 y prácticamente es el inicio del río Alseseca con agua corriente, aunque la longitud total del río es de 30.491 Km (ver mapa 11, del anexo 1).

Cada uno de los siete tramos a su vez, fue dividido en intervalos de toma de muestreo de 250 m.

La razón de la DBO última al nitrógeno oxidable (Nitrógeno Kjeldhal Total) se consideró de 11.48 valor que corresponde al promedio general de los siete tramos como lo sugiere el modelo al suministrar concentraciones de nitrógeno Kjeldhal Total (THOMAN V., Robert. System Anaysis and Water Quality Management, pag 93).

En los datos de concentraciones y descargas, se considera el apartado de fuentes puntuales en el cual se suministra el gasto aportado por tramo, la Demanda Bioquímica de Oxígeno carbonácea, la razón de DBOu/DBO5 y el Nitrógeno Kjeldhal Total.

En los datos de geometría del río se suministró por cada uno de los siete tramos, valores del caudal, área, profundidad, temperatura, distancia final del tramo y su elevación, resultado de las tres campañas de monitoreo.

Posteriormente se introducen los coeficientes de reacción K_r , K_d , y K_2 ó K_a .

El modelo realiza la corrección por temperatura para los coeficientes mencionados y también hace el cálculo de nivel de saturación del oxígeno.

Para los resultados del modelo, éste arroja, como muestran las corridas, la distancia mostrada a cada 250 m, su tiempo de paso en horas, el comportamiento de la DBO carbonácea última, el nitrógeno oxidable, déficit de oxígeno y oxígeno disuelto.

Es muy importante hacer notar que debido a que se trata de tramos anaeróbicos, se aplican las siguientes condiciones:

- No existe fotosíntesis por respiración de alga.
- No existe Demanda béntica de oxígeno disuelto.

Motivo por el que se suministran valores de cero a las tasas de decaimiento por respiración de algas y tasa de producción de oxígeno por fotosíntesis de algas. Además el fenómeno de la nitrificación puede ser modificado por varios fenómenos, entre ellos tenemos:

- El nivel de oxígeno disuelto bajo (< 1.5 mg/l) suprime la nitrificación.

Las temperaturas bajas del agua (< 10 ° C) suprimen la nitrificación.

El modelo RIOS V4.0 en condiciones de oxígeno disuelto bajo, automáticamente suprime el cálculo de nitrificación.

Como se observa se obtienen niveles aceptables de predicción del modelo respecto al rango de valores de OD y DBO medidos en campo.

Para calibrar el modelo, se simulan inicialmente las condiciones de calidad medidas en los muestreos efectuados en campo, o condiciones actuales; a continuación, y considerando los gastos mínimos en siete días con un período de retorno dado, se simulan las condiciones de diseño.

En este caso se tomaron en cuenta las condiciones de diseño para un período de retorno de cinco años.

Para el análisis del río, se consideró dividir cada tramo en elementos o subtramos de 0.250 kilómetro cada uno.

Al modelar la calidad de agua es necesario tener claro el objetivo de calidad que se persigue para poder hacer aproximaciones hasta llegar a la calidad requerida, el objetivo es que el agua tenga 4.00 mg/l de oxígeno disuelto, ya que este sería el parámetro que determinaría la cantidad de remoción de los contaminantes.

Al hacer las remociones se obtuvo que al hacer una remoción del 70% de DBO y un 25 % de NKT se alcanzan los 4.00 mg/l de oxígeno disuelto en el embalse con la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo), por lo que se determinó que estas serían las condiciones para poder alcanzar la calidad del agua deseada, con esta calidad, el agua se puede emplear para riego agrícola, y marcar la pauta para que a futuras proyecciones se alcance una mejor calidad de agua.

Para poder realizar la remoción y alimentar esta información al modelo matemático se hace un balance de carga orgánica por cada una de las descargas, esto se realiza en cada uno de los tramos y está en función del gasto de cada una de ellas. La remoción del 70% de DBO y un 25% de NKT se aplica al resultado del balance en cada uno de los tramos y con ello se obtiene la simulación del comportamiento de los contaminantes con ese grado de remoción. Los datos que se alimentaron al modelo con las remociones realizadas se presentan en el cuadro No. 14.

Cuadro No. 14: datos de remoción alimentados al modelo matemático.

Tramo	Natural	Remoción de DBO5				
		50%	60%	70%	75%	80%
1	286.28	143.14	114.51	85.88	71.57	57.26
2	321.19	160.60	128.48	96.36	80.30	64.24
3	290.03	145.02	116.01	87.01	72.51	58.01
4	272.07	136.04	108.83	81.62	68.02	54.41
5	280.34	140.17	112.14	84.10	70.09	56.07
6	156.65	78.33	62.66	47.00	39.16	31.33

También se realizaron corridas con los parámetros del proyecto de norma NOM-001-ECOL-1996, para estas corridas se marcaron los tres plazos y el período en años para cubrir los requisitos de acuerdo a este proyecto de norma. El primer plazo que marca la norma al año 2000 requiere cierta calidad para un uso agrícola, el segundo plazo marca que para el año 2005 su uso será público urbano, y por último para el año 2010 que marca el tercer plazo a cumplir, el agua tendría la calidad para proteger vida acuática.

Para estas corridas se hace un balance en el cual las descargas que están fuera de norma se ajustan al límite máximo permisible de DBO y NKT y se obtiene un resultado por tramo el cual se aplica al modelo matemático.

Capítulo 5.- CONGRUENCIAS DE LOS RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA Y EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.

5.1 Pronóstico.

5.1.1 Adecuaciones y operatividad de los cambios propuestos en las metodologías para su uso en conjunto.

El Ordenamiento Ecológico se define como: “Un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente”. A su vez los estudios de clasificación de los cuerpos de agua tienen como objetivo el determinar la capacidad de asimilación y dilución de la corriente y las cargas de contaminantes que ésta pueda recibir (considerando para ello, el uso a que se destine el recurso), así mismo se fijarán las metas de calidad del agua de la corriente de acuerdo a su uso actual y potencial, así como los plazos (corto, mediano y largo) para alcanzarlas.

A partir de lo anterior, se puede deducir que la clasificación de los cuerpos receptores de agua, son de la total competencia de dicho ordenamiento, ya que éstos constituyen un recurso indispensable para toda forma de vida y en especial para el hombre.

Al comparar las metodologías aplicadas se encuentran varios puntos de coincidencia los cuales se podrían desarrollar conjuntamente y así lograr un mejor aprovechamiento de los recursos.

A continuación se enumeran las adecuaciones propuestas a las metodologías para su uso en conjunto:

1) En los estudios de ordenamiento ecológico existe una **fase descriptiva** en donde se delinear y delimitan los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos así como la problemática ambiental del Área de Ordenamiento Ecológico (AOE), mientras que en los estudios de Clasificación de Cuerpos de Agua en sus **actividades de gabinete**, se describen los aspectos geográficos, hidrológicos y socioeconómicos, además de que en su **introducción** se describe de manera general la problemática de la disposición y calidad del agua corriente considerando su uso y calidad de las descargas de aguas residuales que se están vertiendo en ellas.

ESTA YESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

*Ambas metodologías requieren de esta fase descriptiva, por lo que sería conveniente que se considerara la información que se recabe en una u otra, para ser incorporada a la que se elabore en segundo término y de esa forma realizar descripciones que integren todos los elementos necesarios para una mejor comprensión de los componentes de la naturaleza. **Aun mejor sería que las dependencias encargadas de estos proyectos se mantuvieran en continua comunicación, para el intercambio de información o en su caso realizar los estudios en forma simultánea e integrada.***

2) En la **fase de diagnóstico** dentro del ordenamiento ecológico se evalúan los criterios geográfico-ecológicos y la situación actual del AOE. y se definen las causas que la originan, mientras que, en la clasificación de cuerpos de agua en el apartado de la **información hidrológica** se indica la problemática del abastecimiento del agua, se clasifica la corriente por tramo según su uso actual y se dan alternativas de fuentes de abastecimiento y en los **objetivos particulares** se plantea la identificación de los usos actuales del recurso, así como las fuentes de contaminación de la corriente.

Los puntos anteriores se pueden considerar equivalentes, por lo que podrían trabajarse conjuntamente en ambos estudios, o bien retroalimentarse con el intercambio de información obtenida, ya que por parte del ordenamiento, se daría un diagnóstico global de la zona de estudio con los criterios utilizados, misma que podría emplearse para identificar los usos del agua, clasificar la corriente y elaborar una declaratoria más completa.

3) En la **fase de pronóstico** de los ordenamientos y en la **selección del modelo matemático** de la clasificación del cuerpo de agua, se encontraron las siguientes concurrencias:

Para realizar una planeación adecuada en dicha fase, es indispensable estimar las tendencias de comportamiento del AOE y así pronosticar aquellas que son de interés para la conservación del medio, en tanto que en los estudios de clasificación con la selección y desarrollo del modelo matemático, se determina la capacidad de asimilación y dilución que tiene la corriente y se indicarán los alcances y limitaciones del mismo, considerando para ello el uso al que se destina el recurso, asimismo se determinarán en los parámetros y valores máximos permisibles que de cumplir las descargas de aguas residuales que se viertan o se verterán a la corriente.

Es importante en estas fases buscar una coincidencia entre ambos estudios, ya que por un lado se pretende estimar las tendencias del AOE y por otro determinar la capacidad de asimilación y dilución de la corriente y carga de contaminantes que ésta puede recibir. Además, como ya se mencionó, se deberán determinar los parámetros y valores máximos permisibles que tendrán que cumplir las descargas de aguas residuales que se viertan a la corriente.

Ambos estudios buscan con estas medidas realizar una planeación adecuada del uso de los recursos y de no tener un intercambio de información para buscar la concurrencia de dicha planeación, ésta no se podrá alcanzar.

Por otro lado el ordenamiento pretende establecer áreas que sean de interés para la conservación del medio, mientras los estudios de clasificación buscan determinar las metas de calidad del agua de la corriente, según su uso actual y potencial en diferentes plazos, *estos objetivos resultan imposibles de alcanzar, ya que de no ser concomitantes las áreas de conservación con las metas de calidad de los usos del agua, se establece un conflicto de intereses entre las dependencias encargadas de realizar dichas tareas.*

4.- En la **fase propositiva** del Ordenamiento Ecológico se establecen las políticas y estrategias a seguir y de esta forma definir el modelo del uso del suelo a promover dentro del Área de Ordenamiento Ecológico (AOE), así como los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento de los recursos naturales, además de las obras, servicios y acciones a realizar

En esta fase también es importante estimar las tendencias del comportamiento de los procesos del deterioro del AOE y las modificaciones ambientales que ésta pudiera sufrir por el crecimiento poblacional y el incremento o intensificación de las actividades productivas.

Mientras que en los estudios de clasificación, dentro de los **trabajos de cálculo**: se presentan en forma tabular y gráfica los resultados obtenidos del modelo matemático para la calidad del agua en los diferentes periodos, según los valores de los parámetros primarios de los criterios ecológicos y en la **evaluación de resultados**, se establecen la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que puede recibir cada uno de los tramos de la corriente.

Para alcanzar los planteamientos de ambos estudios es recomendable establecer plazos de tiempo que coincidan con los periodos de gestión del

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), ya que esto facilitaría su implementación por parte de las autoridades y de la población en general, para lo cual se sugieren los siguientes periodos:

Corto plazo de 1 a 3 años (periodo municipal).

Mediano plazo de 3 a 6 años (periodo estatal)

Largo plazo mayor de 6 años (periodo presidencial)

Como se puede observar en ambas metodologías se pretende establecer las políticas, estrategias y metas para los usos del suelo y el agua, pero sin tener una vinculación estrecha de ambos estudios, a pesar de que la intensión de esta fase de pronóstico del POET, es el aprovechamiento de los recursos naturales.

5.- Las últimas etapas de los estudios consisten por la parte del Ordenamiento Ecológico en la **fase de ejecución**, en la cual se establecen los instrumentos legales, administrativos y financieros aplicables al POET, además de definir la forma en que esta se gestionará entre las autoridades y la población en general, mientras que en la clasificación del cuerpo de agua dentro de las **conclusiones y recomendaciones**, se establecen las consideraciones relevantes del estudio, en función de la relación que exista entre la disposición, principales usos y fuentes de contaminación del agua con la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que puede recibir la corriente. Así mismo se elabora la Declaratoria de la Corriente, la cual es la base técnico-jurídica, para que la Comisión Nacional del Agua (CNA) establezca las Condiciones Particulares de Descarga (CPD), a los usuarios que viertan sus aguas residuales a esta.

Con el fin de esquematizar estas coincidencias se incluyen en el anexo 5 los organigramas correspondientes de Ordenamiento Ecológico y Clasificación de cuerpos de agua, en los que se destacan las fases de actividades equivalentes.

En este apartado cabe resaltar algunos de los artículos que confieren dichas atribuciones a las dos dependencias encargadas de efectuar los estudios en cuestión: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), por medio de su reglamento interior asigna las atribuciones al Instituto Nacional de Ecología para la elaboración de los Estudios de Ordenamiento Ecológico, que a su vez se fundamenta en los artículos 9 y 16 de la Ley de Planeación. Por otra parte la Comisión Nacional del Agua, sustenta sus actividades en el artículo 118, criterio VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.(LGEEPA). El cual señala

los criterios que serán considerados para la prevención y control de la contaminación del agua indicando la atribución de la clasificación de cuerpos receptores de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y la carga de contaminantes que éstos pueden recibir.

Por lo anterior se puede deducir que las atribuciones legales asignadas a cada una de estas dependencias, no deben resultar antagónicas sino complementarias, ya que la intención en ambos casos es la conservación de los recursos bajo el esquema legal.

De la misma manera se propone la ejecución conjunta de este tipo de estudios, para lo cual se sugiere la siguiente metodología integrada que se denominaría: **“ORDENAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS PARA SU MANEJO, APROVECHAMIENTO Y CONSERVACION (DESARROLLO SUSTENTABLE).**

1.- Se puede continuar con la Fase de Organización del ordenamiento ya que en esta se definen los alcances del POET (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio), así como los del estudio de la clasificación del cuerpo de agua, para lo cual se establece un grupo de trabajo, calendario de realización y presupuesto. (destacando la participación de geógrafos por su capacidad integradora de grupos multidisciplinares).

2.- La Fase Descriptiva se puede considerar equivalente a la Introducción y las Actividades de Gabinete (punto 3.1) de la metodología de la clasificación de los cuerpos de agua, por lo cual se pueden desarrollar en forma simultánea, ya que ambos casos se describen las características físicas, bióticas y socioeconómicas, esto tendría como ventaja que se tuviera el mismo marco de referencia para los dos estudios y de esta forma ir integrando desde esta fase la problemática que se tiene en la zona. Es importante señalar que se deberán tener en consideración las necesidades particulares de cada uno de los estudios, por lo cual será necesario obtener toda la información requerida para cada uno de ellos.

3.- Fase de Diagnóstico: Con la información de la fase anterior se evalúa con criterios ecológico-geográficos la situación actual del Area de Ordenamiento Ecológico y se definen las causas que originan su estado, de la misma forma con la información hidrológica obtenida, se indica la problemática del

abastecimiento de agua y se clasifica la corriente por tramo según su uso actual y se dan alternativas de las fuentes de abastecimiento.

Con la situación anterior se podría tener un diagnóstico más completo tanto del área de ordenamiento como de la corriente, por lo cual dicha información permitiría alcanzar una mejor perspectiva de la zona en estudio.

4 - En la Fase de Pronóstico, en donde se estiman las tendencias del comportamiento del Área de Ordenamiento Ecológico y se pronostica aquellas que son de interés para la conservación del medio ambiente, cabría perfectamente la selección del modelo matemático (3.1.4) que permita determinar la capacidad de asimilación y dilución de la corriente, indicando los alcances y limitaciones del mismo. Inclusive se podría tratar de buscar un modelo matemático que se aplicará en el Ordenamiento Ecológico, para de esta forma buscar un mayor sustento científico para establecer dicha metodología.

5.- Fase Propositiva: Se establecen las políticas y estrategias a seguir, para con ello definir el modelo de usos del suelo a promover en el AOE, así como los lineamientos y criterios de regulación para el aprovechamiento de los recursos naturales, además de las obras, servicios y acciones, se podrían efectuar simultáneamente los Trabajos de Cálculo (pto. 4), ya que con la aplicación del modelo matemático, se determina la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes de la corriente en cada tramo, incluyendo datos, resultados y memoria de cálculo detallada, estos a su vez son establecidos o fijados en la etapa de Evaluación de Resultados (pto. 5).

De la misma manera y de acuerdo a la calidad del agua que se pretende alcanzar en la corriente (en el corto, mediano y largo plazo), se tomarán los valores de los parámetros primarios de los Criterios Ecológicos, y con éstos se hará la simulación para obtener la calidad del agua que se requerirá en las descargas de aguas residuales, en cada uno de los tramos en que se dividió la corriente.

Cabe resaltar que al realizar estas actividades simultáneamente, se tendría un mejor panorama de toda la zona de estudio, lo que permitiría alcanzar resultados más completos y mejor integrados.

6.- Fase de Ejecución: Finalmente se establecen los instrumentos legales, administrativos y financieros aplicables al POET, además de definir la forma en que este se gestionará ante autoridades y población en general, mientras que en los estudios de clasificación de cuerpos de agua, en el punto 6, se formularán las conclusiones y recomendaciones relevantes del estudio, relacionando la disposición, principales usos del agua y fuentes de contaminación, con la capacidad de asimilación, dilución, porcentaje de remoción y carga de contaminantes que puede recibir la corriente, así mismo se recomendarán alternativas de manejo, prevención y control de la contaminación del agua, a nivel conceptual, estimando los costos y beneficios que implica; las prioridades y estrategias a establecer para el aprovechamiento de las aguas del cuerpo receptor.

En este punto cabe una reflexión muy importante, ya que por el lado del Ordenamiento se pretende establecer un decreto a nivel estatal e inscribirse en el registro público de la propiedad, con el fin de que su observancia sea obligatoria para todos los sectores o particulares que se asienten o pretendan explotar los recursos naturales del AOE, para tal objetivo se requiere de la participación de especialistas en derecho, que transcriban el mapa final del ordenamiento a una forma escrita, y que determinen los linderos precisos de las unidades de Gestión Ambiental, (este punto resalta la participación de los sistemas de información geográfica, para evitar los tan comunes conflictos derivados de los límites de propiedades).

Por parte de los estudios de clasificación de cuerpos de agua se genera la declaratoria del cuerpo de agua, la cual es la base técnico jurídica, para que se establezcan las condiciones particulares de descarga, y alcanzar así las metas programadas de calidad del agua.

Cabe aclarar que en ambos casos, estos objetivos no se han alcanzado en su totalidad, por lo cual sería conveniente buscar un instrumento jurídico de mayor eficacia o en su defecto hacer que éstos se cumplan cabalmente.

Es importante resaltar que para que esta metodología funcione es indispensable que el ordenamiento tome como base las divisiones geohidrológicas, es decir: Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca, ya que de continuar utilizando las provincias fisiográficas, los cambios propuestos no podrán llevarse a cabo.

5.1.2- Evaluación de los resultados obtenidos en la Cuenca del río Alseseca.

Es importante destacar que todos los datos obtenidos en este apartado son producto del análisis geográfico que se realizó dentro del Sistema de Información Geográfica, el cual muestra aquí algunas de las potencialidades que tiene este tipo de herramienta; en este caso permitió la sobreposición de mapas como el de uso actual del suelo contra los de uso potencial agrícola, ganadero y forestal; para determinar de esta forma el uso más adecuado del suelo, considerando además otros factores de tipo social y económico.

De lo anterior se derivaron los siguientes resultados para el ordenamiento. De los 321 Km² que integran la cuenca del Río Alseseca el 58.95% (189.24 Km²) deben de ser sometidos a una política de restauración; dicha área está compuesta por zonas de agricultura de temporal (117.82 Km²), pastizal, bosque de coníferas con vegetación secundaria y bosque de encino con vegetación secundaria, que se ubican en áreas que tienen vocación forestal (ver foto 1, del anexo 3).

Dicha política territorial se aplica en zonas con procesos acelerados de deterioro ambiental, como son: contaminación, erosión y deforestación, por lo cual es necesario marcar una política de restauración. Esta implicará la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propiciaron la alteración y continuidad de los procesos naturales.

Para este caso, la restauración está dirigida a la recuperación de tierras no productivas y al mejoramiento de los ecosistemas, con fines de aprovechamiento y conservación.

La política de Aprovechamiento, se aplica en áreas con usos productivos actuales o potenciales, así como en aquellas que tienen características adecuadas para el desarrollo urbano. En estas áreas será permitida la explotación y el manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente (ver fotos 2 y 3, del anexo 3).

Bajo esta política se clasificó el 33.70% de la superficie de la cuenca, que equivale a 108.18 Km² y que están ocupados en su mayor parte por zonas

urbanas que son clasificadas como pastizal inducido (70.32 Km²) y las zonas de uso agrícola (37.86 Km²).

Al resto del área que es el 7.35%, se le aplicará una política de Conservación, la cual se instrumentará en aquellas zonas o elementos naturales, cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante pero que no merece ser incluido en el Sistema Nacional de Areas Protegidas (SINAP). Estas pueden ser paisajes, pulmones verdes, áreas de amortiguamiento contra la contaminación o riesgos industriales, zonas de recarga de acuíferos, cuerpos de agua intraurbanas, arboles o rocas singulares etc (ver gráfica 10, del anexo 2 y mapa 15 del anexo 1).

Para el presente estudio se trata de zonas que tienen un valor paisajístico y que son pulmones verdes, ya que se ubican en las cañadas con las pendientes más pronunciadas, o bien en las partes más altas de los sistemas montañosos, estas zonas están cubiertas con vegetación que conserva las condiciones menos perturbadas, en ellas se presentan bosques de coníferas, de encino y matorrales inermes, con muy poca vegetación secundaria, que indique alteraciones de las condiciones originales , (ver fotos 4 y 5, del anexo 3).

Este panorama brinda una idea clara de que en general el uso del suelo dentro de la cuenca es inadecuado, ya que la potencialidad de dicho elemento está enfocada hacia las actividades forestales; sin embargo los usos principales son: agrícolas y de pastizales, en los cuales se incluyen las zonas urbanas. Estos dos usos del suelo suman el 76.65% de la superficie de la cuenca; en contraste, la mayor parte de ellas deberá de ser sometida a una política de restauración y conservación.

Por el lado de la clasificación del cuerpo de agua cabe recordar que se utilizó el modelo denominado Ríos V4, el cual fue desarrollado por el Ing. Henry Salas y Santiago Sarast en 1995 en el CEPIS de Perú, que cuenta con cuatro versiones y que lanzo los siguientes resultados:

Al hacer las remociones se obtuvo como resultado lo siguiente: con una remoción del 70% de DBO y un 25 % de NKT se alcanzan los 4.00 mg/l de oxígeno disuelto en el embalse de la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo), por lo que se determinó que esta sería la corrida para poder alcanzar los objetivos marcados, con ésta calidad de agua se puede emplear para riego agrícola, y marcaría la pauta para que, a futuras proyecciones, se alcance una mejor calidad de agua (ver foto 6, del anexo 3).

Para poder realizar la remoción y poder alimentar esta información al modelo matemático se hace un balance de carga orgánica por cada una de las descargas, esto se realiza en cada uno de los tramos y está en función del gasto de cada una de ellas. La remoción del 70% de DBO y un 25% de NKT se aplica al resultado del balance en cada uno de los tramos y con ello se obtiene la simulación del comportamiento de los contaminantes con ese grado de remoción (ver foto 7, del anexo 3).

También se realizaron corridas con los parámetros del proyecto de norma NOM-001-ECOL-1996, para estas corridas se marcaron los tres plazos y el período en años para cubrir los requisitos de acuerdo a este proyecto de norma. El primer plazo que marca la norma al año 2000 se requiere cierta calidad para un uso agrícola, el segundo plazo marca que para el año 2005 su uso será público urbano, y por último para el año 2010 que marca el tercer plazo a cumplir, el agua tendría la calidad para proteger vida acuática.

Para estas corridas se hace un balance en el cual las descargas que están fuera de norma se ajustan al límite máximo permisible de DBO y NKT y se obtiene un resultado por tramo el cual se aplica al modelo matemático.

Todo esto está respaldado en los artículos 278 y 278-A de la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua en donde se clasifica al río Alseseca y su afluentes como un río tipo B, es decir que tendrá uso de riego agrícola (ver fotos 8 y 9 del anexo 3).

5.1.3- Ordenamiento conjunto de la Cuenca y la clasificación del cuerpo de agua.

Como se puede observar en el punto anterior el ordenamiento de la zona indica que en su mayor extensión se deberán de aplicar principalmente políticas de restauración y de conservación, y en la menor parte, de aprovechamiento, mientras que la clasificación del cuerpo de agua dio como resultado un uso de riego agrícola, calidad que se pretende alcanzar en el año 2000 mientras que para el 2005 se desea lograr la calidad para abastecimiento público y para el 2010 una calidad de vida acuática.

A partir de esto se puede deducir que si se desean cumplir las metas de calidad del agua, y el aprovechamiento adecuado de los recursos, ambos aspectos se deben de manejar en forma coordinada, ya que de no existir políticas

congruentes y concordantes para alcanzar las metas planteadas no se lograrán dichos objetivos, es decir, que si se pretende lograr una depuración del cuerpo de agua se deberán aplicar usos del suelo que coadyuven a esto, por ejemplo en las áreas deforestadas deberán de aplicarse programas de reforestación que ayuden a la disminución de la aportación de sedimentos. Todo esto sin desconocer que para ello se afectarán zonas agrícolas y de pastizal que proveen el sustento de los habitantes de la cuenca, por lo cual dichos programas de reforestación deberán de ser aplicados paulatinamente o por etapas, sin descuidar una capacitación simultánea a los actuales usuarios del suelo. Esto a su vez implica una gran labor de convencimiento para establecer este cambio de uso del suelo y las conveniencias de hacerlo. Se deberá de garantizar a los pobladores los ingresos necesarios para su sustento e incluso posibles mejoras sociales y económicas de su situación.

Para lograr estos cambios se deberán efectuar estudios forestales y en particular dasonómicos que permitan conocer la potencialidad de la explotación forestal, así como estudios de mercado, demográficos y sociales que garanticen la colocación y aceptación de sus productos.

Por la ubicación de esta zona, la cual incluye en su interior parte de la Ciudad de Puebla y el resto de ésta se encuentra en la zonas contiguas, se puede augurar que el mercado de estos productos estaría garantizado, e incluso no se debe desconocer la cercanía al mayor mercado del país que es la Ciudad de México, en dónde se podría colocar cualquier excedente de la producción.

Algo que se pudo observar, durante los recorridos de campo, es la utilización de leña como fuente energética para usos domésticos, por lo cual es urgente el establecimiento de programas que induzcan a la población al uso de gas LP, disminuyendo de esta forma la enorme presión que tienen los escasos recursos maderables (ver foto 10, del anexo 3).

Por otro lado se requiere que durante toda la trayectoria del río y en sus cauces tributarios se coloquen colectores marginales que conduzcan las aguas hasta plantas de tratamiento, las cuales deben ser construidas a la brevedad posible, esto al menos en las áreas más densamente pobladas, como son la Ciudad de Puebla y San Miguel Canoa. En las áreas más dispersas se podrían establecer fosas que fueran individuales o bien compartidas y que por lo menos proporcionen un tratamiento primario al agua de desecho doméstico, todo esto con la intención de disminuir la carga de contaminantes que se vierte al río (ver foto 11, del anexo 3).

Otra acción inmediata es la de recuperación de cauces, ya que como se pudo observar en muchos casos, éstos han sido ocupados por viviendas de todo tipo, e incluso las construidas con tabique, cemento y varilla, es decir de un costo considerable y bien edificadas (ver foto 12, del anexo 3).

Según las metas propuestas para los periodos de las diferentes calidades del agua, se deberán establecer programas coincidentes para los usos del suelo, es decir que si para el año 2000 se pretende alcanzar un uso del agua para riego agrícola, en donde los parámetros de la calidad del agua son menos exigentes, se deberán iniciar a la brevedad posible los programas de cambios de uso del suelo; sin embargo por la proximidad a este año, lo que si convendría es instaurar las condiciones particulares de descarga a las diferentes empresas y para el municipio, con la finalidad de cumplir con la norma oficial mexicana (NOM-001-ECOL-1996) y así cumplir con dichas metas.

Para el año 2005 se plantea alcanzar la calidad del agua para uso público urbano, por lo cual para ese entonces, se deberá tener un área con programas de reforestación, que induzcan a la disminución de sedimentos y aportación de fertilizantes que llegan a las corrientes de agua y que favorecen el crecimiento de malezas acuáticas dañinas, las cuales consumen el oxígeno disuelto y perturban el desarrollo de la vida acuática, además de tener otros efectos como el no permitir el paso de la luz en el agua, que es necesaria para la fotosíntesis y el intercambio de oxígeno entre el aire y el agua.

Este caso se agudiza en la presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo), en donde el crecimiento del lirio acuático ya es considerable, con las consecuencias antes mencionadas, (ver foto 13, del anexo 3).

Por otra parte también es importante mantener políticas que controlen el crecimiento urbano sobre las áreas agrícolas o de vegetación natural, para lo cual será necesario implementar programas que induzcan a la disminución del crecimiento poblacional y sobre todo aquellos que eleven el nivel educativo de los habitantes, ya que se ha demostrado que existe una estrecha relación entre estos indicadores (ver fotos 14 y 15, del anexo 3).

5.1.4 Resultados oficiales: el caso del Proyecto de ordenamiento ecológico para la región centro - poniente del estado de Puebla.

Con el fin de comparar los resultados obtenidos en esta investigación, se toma como referencia el "Proyecto de ordenamiento ecológico para la región centro – poniente del estado de Puebla" elaborado por PLANECO, S.C., para el Instituto Nacional de Ecología, en 1997. A continuación se presenta un extracto de este proyecto.

El proyecto se deriva del convenio entre el INE-SEMARNAP y el Gobierno del Estado de Puebla, donde se estipula la conveniencia de integrar el Ordenamiento Ecológico para la Región Centro – Poniente del Estado de Puebla.

El área de estudio forma parte de la región hidrológica del Río Balsas, se caracteriza por la dinámica de sus múltiples actividades productivas, tanto agrícolas como industriales en los distintos ecosistemas que componen la región. Incluye 26 municipios entre los que se encuentra Puebla, objeto de estudio del presente trabajo.

La problemática ambiental de la región se centra en la afectación del agua y los suelos por el crecimiento industrial y urbano, aunado al acelerado ritmo de crecimiento demográfico. En particular los ríos Atoyac y Alseseca se encuentran en un estado de deterioro ecológico alarmante, lo que presenta un grave riesgo para la salud de la población de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla y de las poblaciones que se extienden a lo largo de la cuenca del río Balsas.

El desequilibrio ecológico en la entidad está estrechamente relacionado con la utilización irracional de los recursos naturales, lo que se refleja en una alta deforestación, disminución de la cantidad y calidad del agua, empobrecimiento y contaminación de los suelos. Asimismo, la generación e inadecuado manejo y disposición final de desechos urbanos e industriales ha contribuido a la degradación del medio ambiente urbano.

Objetivos Generales:

Atienden a los propósitos básicos del ordenamiento ecológico que es el establecer una base de planeación para la mejor utilización de los recursos y del territorio, gestionado por la participación de la población.

Los establecidos en los términos de referencia son:

- Establecer las bases de planeación de acciones orientadas a la conservación de los recursos naturales y detener su deterioro para el desarrollo sustentable de la región, mediante la elaboración del Ordenamiento Ecológico del Territorio que fundamente la toma de decisiones en las diferentes instancias gubernamentales involucradas.
- Promover la participación de los sectores público, social y privado en el proceso de diagnóstico, gestión e instrumentación del ordenamiento ecológico y sus programas, con la finalidad de llevar a cabo la aplicación y cumplimiento de las políticas ambientales en los programas sectoriales.
- Mejorar los niveles de bienestar de la población a través del uso adecuado del suelo y los recursos naturales, para contribuir al desarrollo sustentable en la región.

Políticas Operacionales:

- Cumplir con la disposición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección ambiental en el sentido de integrar el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- Promover la intervención de los sectores público, social y privado en la instrumentación de los programas específicos de ordenamiento ecológico, a través de convenios, licitación pública y de financiamiento para llevar a cabo los planes, programas y proyectos establecidos.

Políticas Técnicas:

- Determinar la vocación del suelo, para elaborar el modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- Colaborar en la integración de un Sistema de Información geográfica (SIG), que pueda ser manejado por el Gobierno Estatal, lo que supone agilizar y fundamentar la gestión de licencias y autorizaciones de uso del suelo, así como fundamentar las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) requeridas.
- Establecer una metodología dinámica e interactiva de modo que la información pueda ser retroalimentada en un proceso continuo de actualización y precisión.

Pronóstico:

La región ha sufrido un proceso de transformación de sus tierras dedicadas a actividades agropecuarias, hacia el uso del suelo industrial y urbano. Constituye un área de influencia directa del área metropolitana de la Ciudad de México, dada su cercanía, sus comunicaciones eficientes y su ubicación como puerta hacia el sureste.

El crecimiento de la Ciudad de Puebla hacia el sur amenaza con llegar hasta la Presa de Valsequillo, hacia el oriente hasta Amozoc y hacia el poniente hasta Xoxtla y Huejotzingo. El crecimiento de San Martín Texmelucan hacia el sureste hace posible la conurbación con estas poblaciones lo que implica una continuidad urbana desde Amozoc hasta San Martín Texmelucan.

El pronóstico de uso del suelo y utilización de recursos en la región apunta hacia un cambio de uso importante agrícola a urbano y en menor extensión, industrial, lo que implica cancelar el importante potencial agropecuario de la región.

En cuanto a la utilización de recursos, se espera incrementar la explotación del acuífero, abatiendo sus niveles e incrementar la contaminación del agua de los ríos Atoyac y Alseseca y consecuentemente de la Presa Valsequillo.

Escenarios Alternativos:

- Escenario tendencial:- Supone la continuación del modelo de desarrollo actual. Considerando la importancia que le está dando a la industrialización, este escenario parte del supuesto de un incremento en la actividad industrial. Con el objeto de evaluar sus efectos se corrió la matriz utilizada en el diagnóstico integrado suponiendo un mayor peso en los efectos derivados de la industria y un aumento en los efectos de las actividades terciarias: comercio, servicios, transporte y desarrollo urbano. En los sectores sociales, las relaciones sociales prioritarias se dan entre el sector de altos ingresos y los de Puebla y los sectores industrial, comercial, turístico y de servicios.
- Escenario contextual.- Este escenario supone la integración de la región a los procesos de globalización en un contexto descentralizado. Considerando una prioridad especial que se le proporcione a la industrialización, parte del supuesto de un incremento mayor en la

actividad industrial. En este caso se incrementa también el efecto de la población y el empleo.

Se extremarán las relaciones de los sectores de mayores ingresos de Puebla con el sector industrial, empresarial y financiero. Cobrando también importancia las actividades derivadas en los sectores comercial, turístico y de servicios.

- Escenario estratégico.- Supone la integración de la región a un modelo de desarrollo sustentable con capacidad de autogestión. Considerando una prioridad especial que se le propone a las actividades primarias, se prevé una disminución de los impactos producidos por los sectores secundario y terciario. Se propone además la introducción de tecnologías adecuadas para minimizar los impactos derivados de las actividades productivas, así como urbanas.

Dentro del escenario estratégico presentado en el proyecto, cobran importancia las relaciones de las poblaciones urbanas con los sectores artesanal, industrial y comercial, dado que se persigue un desarrollo basado en actividades productivas que aprovechen al máximo los recursos naturales de la región. Igualmente resultan en este caso las relaciones de las poblaciones rurales con el sector agropecuario y artesanal.

La estrategia para acercarse al escenario estratégico parte de un cuidadoso uso del suelo de modo que se respeten las políticas derivadas de este programa. A partir de un uso del suelo congruente con las vocaciones naturales se proponen una serie de políticas para cada categoría del uso del suelo.

Las áreas protegidas deben contar con un Plan de Manejo específico para cada área. Las áreas agrícolas deben ser manejadas siguiendo principios de conservación de los recursos agua y suelo.

FASE PROPOSITIVA:

Las políticas de ordenamiento ecológico que corresponden a cada una de las unidades que integran el área de estudio son: Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento.

Política de Protección: Las unidades de máxima protección comprenden aquellas áreas en donde no debe permitirse ninguna actividad productiva. La determinación de estas áreas se realizó, tomando en cuenta la posición altitudinal, el clima y el tipo de hábitad ecológico.

Política de restauración: Se trata de áreas muy deterioradas con suelos muy delgados y pedregosos con cobertura vegetal mínima y pendientes abruptas.

Política de aprovechamiento: Las áreas de aprovechamiento se determinaron en función de la posición altitudinal de las unidades, de acuerdo al clima, la evapotranspiración, al período de crecimiento, suelos profundos y bien desarrollados y el uso actual del suelo.

A continuación se mencionan los criterios federales que regulan la región sujeta a nueva legislación local de usos del suelo:

- Criterios de ordenamiento ecológico aplicables a la política ambiental de protección.
- Criterios de ordenamiento ecológico aplicables a la política ambiental de conservación.
- Criterios de ordenamiento ecológico aplicables a la política ambiental de aprovechamiento
- Criterio de ordenamiento ecológico aplicables a la política ambiental de restauración.
- Criterios de extracción de aguas subterráneas y el manejo y disposición final de aguas residuales
- Criterios para el manejo y disposición de desechos sólidos.
- Criterios de vegetación.
- Criterios para la conservación del paisaje.
- Criterios sobre densidades
- Criterios de Imagen Urbana
- Criterios de desarrollos urbanos
- Criterios sobre usos del suelo
- Criterios sobre usos industriales y ductos
- Etcétera.

Dentro de los criterios que se proponen para el área de estudio, destacan los relacionados a la investigación:

1. Criterios para la extracción de aguas subterráneas y el manejo y disposición final de aguas residuales.
C1. Todas las zonas urbanas deberán contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales y el agua tratada deberá emplearse en el riego de áreas verdes.

C2. Deberá estar separado el drenaje pluvial y el sanitario, para reaprovechar el agua en distintos usos.

C3. Estarán prohibidas las descargas de aguas residuales sobre el suelo o cuerpos de agua.

C4 Las aguas servidas deberán recibir, cuando menos, un tratamiento secundario y serán utilizadas para riego de áreas verdes y jardines, sólo cuando los análisis de calidad del agua sean realizados y así lo recomienden. Las aguas tratadas que no sean utilizadas para el riego se inyectarán a pozos de absorción con adame ciego, a la profundidad que los estudios específicos determinen.

C5. No se deberá permitir la infiltración de aguas residuales sin previo tratamiento.

C6 Las aguas residuales generadas en la zona urbana y recreativa deberán depurarse por medio de tratamiento preliminar primario y secundario, ajustándose a las condiciones particulares de descarga que fije la autoridad competente.

C7. Los lodos residuales de las plantas de tratamiento deberán tratarse y desinfectarse.

C8. Los desarrollos urbanos y recreativos se implusarán en función de la disponibilidad del agua potable, evitando la sobreexplotación de los acuíferos.

C9. Se evitará alterar áreas relevantes para los procesos de recarga de acuíferos y deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.

C10. No deberán permitirse la desecación de cuerpos de agua en general y la obstrucción de escurrimientos fluviales.

2. Criterios sobre uso del suelo:

Se deberán aislar a una distancia mínima de 10 metros o reubicar aquellos usos urbanos que produzcan las siguientes afectaciones molestas a habitantes y construcciones de áreas circunvecinas.

Cualquier uso habitacional, deberá estar alejado como mínimo a:

- 50 metros de cualquier ducto de petróleo o sus derivados
- 30 metros de una vía férrea
- 10 metros de una vialidad primaria de acceso controlado
- 100 metros de un canal de desagüe a cielo abierto
- 30 metros de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, etcétera.

Estrategia General:

Se orienta fundamentalmente a:

- Protección de las zonas de interés ecológico y agrícola.
- Propiciar la formación de un sistema urbano jerárquico que ofrezca diversidad de equipamiento y servicios a la población.
- Impedir el desarrollo lineal continuo a lo largo de las carreteras
- Evitar al máximo los impactos negativos en los recursos naturales y paisajísticos.
- Utilizar adecuadamente la ribera y favorecer el acceso de la población local a la Presa Manuel Ávila Camacho (Valsequillo)
- Fomentar y consolidar las comunicaciones y transporte regional, estableciendo una comunicación eficiente con la autopista.

Esta estrategia responde a la regionalización ecológica, al potencial de la región y las tendencias observadas, condicionada por la disponibilidad del elemento vital que es el agua, factor determinante para el desarrollo de la zona de estudio.

En la elaboración de la estrategia se toma en cuenta que la capacidad de la región para albergar población y las actividades económicas esta íntimamente ligada al recurso agua potable. Debido a ello, el tratamiento de esta problemática debe integrar elementos, programas y acciones en dos ejes fundamentales: el primero, relacionado con la atención prioritaria al conjunto de la infraestructura de explotación y dotación del líquido a la población ; el segundo ligado con medidas que permitan conservar las zonas de recarga, la disminución de los impactos ambientales, la recuperación de las cuencas hidrológicas de superficie, de las áreas forestales y la racionalización del uso y consumo del recurso.

De conformidad con la regionalización planteada se agruparon las Unidades de Gestión Ambiental en las siguientes subregiones, la estrategia general se propone diferenciar en cada una:

1. Sierra Nevada
2. Laderas de Sierra Nevada
3. Lomerío
4. Planicie
- 5. Puebla**
- 6. Sierra La Malinche**
- 7. Ladera de La Malinche**
8. Llanura

9. Colinas

Para el caso de Puebla, región que se estudia en este trabajo, se propone la restauración ambiental con las siguientes medidas:

Reforestación

Mejoramiento de la imagen en los corredores urbanos

Valorización del patrimonio cultural

Modelo de ordenamiento ecológico del territorio:

A partir del potencial de aprovechamiento de la región y de las tendencias de crecimiento observadas, de la regionalización ecológica y de los lineamientos de estrategia, se plantea el siguiente modelo de ordenamiento ecológico.

Para proponer las políticas de protección, conservación, aprovechamiento y restauración del territorio así como los usos del suelo, se consideraron diversos aspectos entre los que destacan los siguientes:

- Clima
- Topografía
- Edafología
- Hidrología
- Tipos de Vegetación
- Capacidad agrológica
- Uso actual del suelo
- Uso potencial del suelo
- Problemas de deterioro ambiental y del paisaje

Con base en las características naturales de la zona y el análisis de los factores que condicionan el uso del suelo y el mejor aprovechamiento de los recursos naturales, se plantea la vocación territorial para lograr el uso óptimo del territorio.

La vocación territorial se clasificó de la siguiente manera:

AREAS APTAS PARA:

1. Parque nacional
2. Parque Estatal
3. Conservación Forestal
4. Vida Silvestre

5. Para desarrollo rural de baja densidad
6. Para desarrollo urbano de muy baja densidad
7. Para desarrollo urbano de baja densidad
8. Desarrollo urbano de densidad media
9. El equipamiento urbano
10. Áreas de amortiguamiento
11. Actividades agropécuaras
12. Usos múltiples de baja densidad
13. Actividades Industriales
14. La restauración ecológica.

Entre los distintos programas que se proponen en el proyecto están:

A. Acciones

1. Programa para la identificación y control de fuentes contaminantes al agua.
2. Control de descargas industriales
3. Estudio para la identificación y preservación de áreas de recarga acuífera
4. Racionalizar el consumo de agua, etc.

B. Servicios

1. Plan parcial de las áreas de crecimiento de las poblaciones con más de 5000 habitantes del área de estudio
2. Plan de Manejo de la Sierra Nevada y en la Malinche
3. Plan parcial de la franja a lo largo de la Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo)

Entre otros es conveniente destacar el esquema general de los dos últimos planes:

Plan de Manejo de la Sierra Nevada y en la Malinche .-

Objetivo:

Proteger los parques nacionales mencionados

Alcance

Este Plan debe ser una combinación de planeación de usos del suelo y de manejo de un área natural protegida, donde puedan establecerse diferentes áreas para la recreación.

Metas

Operar los planes en 1999

Montos

Plan de Manejo de Ixta –Popo: \$ 350,000.00

Plan de Manejo de La Malinche: \$ 160,000.00

Financiamiento: Inversión Pública

Empleo Generar

Profesionistas: 9

Especialistas: 18

No calificados: 6

Sustentabilidad: Protección de parques

Calendarización

Plan de Manejo de Ixta- Popo: 1998

Plan de Manejo de La Malinche: 1997

Responsables

Ejecución: INE

Evaluación: INE y SEDUEEP

Cobertura: Subregional

Localización: Sierra Nevada y La Malinche

Plan parcial de la franja a lo largo de la Presa Manuel Avila Camacho
(Valsequillo)

Objetivo:

Esta área debe planearse cuidadosamente para respetar los fraccionamientos y las fincas existentes y lograr el desarrollo urbano y recreativo que espera en esta franja.

Alcance:

Elaborar proyectos ejecutivos

Metas

Tener el plan en 1998

Montos

Planeación: \$250,000.00

Financiamiento:

Inversión Privada

Empleo a generar:

Profesionistas: 8

Especialistas: 12

No calificados: 16

Sustentabilidad: Contribuye a la protección del paisaje

Calendarización

1997

Responsables: Ayuntamiento Puebla

Evaluación: SEDUEEP

Cobertura: subregional

Localización: Presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo)

C. Obras

1. Complementar la red de drenaje para las poblaciones con más de %000 hab. Del áreas de estudio
2. Programa de saneamiento de los cuerpos de agua y mejoramiento de cauces
3. Plantas de tratamiento en Puebla
4. Plantas de tratamiento en las poblaciones con más de 5000 habs. Del área de estudio

Entre otros.

Mecanismos de gestión legal e intersectorial:

Se plantea la creación de Comisiones de Ecología con objeto de lograr una coordinación adecuada entre los diferentes sectores que permita alcanzar los objetivos planteados, en cuanto a la compatibilización de las actividades productivas con la protección de los recursos naturales.

La Comisión sería el interlocutor con el Gobierno del Estado y tendría a su cargo la coordinación con dicho nivel de gobierno.

Gestión

La adecuada gestión del Plan derivado de este estudio requiere el concurso de los siguientes aspectos:

- Revisar y en su caso actualizar los ordenamientos jurídicos que sustentan su elaboración y aplicación.
- Instaurar los mecanismos de concertación administrativo-financiero, que brinden apoyo a la instrumentación del Programa.
- Crear un sistema permanente de información y seguimiento, que permita retroalimentar las acciones de gobierno, con la Participación Pública y la participación ciudadana.

Jurídica

Los instrumentos de planeación para orientar y regular los actos del Poder Ejecutivo Federal, Estatal y Municipal tendientes a ordenar el fenómeno del desarrollo regional, con sus repercusiones en el ordenamiento ecológico, el

desarrollo social, se enmarcan en el instrumento rector de la planificación, el Plan Nacional de Desarrollo 1996-200 y en los programas específicos que del mismo se derivan.

Para alcanzar los objetivos planteados se propone lo siguiente:

- Celebrar los acuerdos de Coordinación con las autoridades federales y estatales a fin de integrar las normas y criterios de ordenamiento ecológico establecidos por la Federación de los OET locales (Sobre todo considerando la carencia del Reglamento en materia de ordenamiento ecológico derivado de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente).
- Incorporar el ordenamiento ecológico regional dentro del Plan Estatal de Desarrollo y el Programa Estatal de Ecología.
- Establecer un sistema de seguimiento y evaluación de las actividades del proyecto y otras relacionadas con la problemática ecológica en la entidad, tales como la evaluación de impacto ambiental, conservación ecológica, etc.

Propuesta de Declaratorias de Usos, Destinos y Reservas

A partir de la aprobación del Plan, se pasa el Plan de Desarrollo Urbano, en el que las áreas y predios que integran su territorio quedan sujetos a él, por lo que para su ordenación y regulación deben dictarse las declaratorias de usos, destinos y reservas.

Mecanismos de gestión legal e intersectorial

A nivel local es de importancia fundamental que, se formalice la creación de las Comisiones de Ecología, con objeto de lograr una coordinación adecuada entre los diferentes sectores que permita alcanzar los objetivos planteados, en cuanto a la compatibilización de las actividades productivas con la protección de los recursos naturales de la región.

La Comisión sería el interlocutor con el Gobierno del Estado y tendría a su cargo la coordinación con dicho nivel de gobierno en cuanto a la aplicación de la normatividad que en su caso se establezca centralmente; así como la celebración de convenios entre los niveles Federal, Estatal y Municipal y los sectores social y privado.

La participación principal de los diferentes sectores es la siguiente:

Gobierno Municipal: Las autoridades municipales son el eje de la operación del programa por su contacto directo con la comunidad, el conocimiento preciso de los problemas que presenta y sus posibles vías de solución y su capacidad de intervención inmediata.

Gobierno del Estado:

- Apoyo en la revisión y actualización del Plan de Desarrollo de cada municipio.
- Aval en las gestiones crediticias del ayuntamiento.
- Establecimiento de Convenios de Contratación con los sectores privado y social, aportación de recursos financieros.

Sector Privado: La iniciativa privada de la localidad y las empresas de carácter regional, nacional o internacional encontrarán atractivas oportunidades de inversión en proyectos de alta rentabilidad por lo que participación deberá ser fundamental en el programa.

Sector Social: La comunidad organizada en la localidad es a la vez agente y beneficiaria del programa, ya que con su participación activa se detectarán las necesidades, se identificarán las posibles alternativas de solución y se ejecutarán las acciones correspondientes, en función de sus aspiraciones de bienestar común y de identificación con su ámbito urbano. Se espera de este sector:

- La aportación de recursos materiales, económicos y mano de obra.
- La obtención de créditos e incentivos; y la ejecución de acciones.

Participación de la comunidad

La estrategia propuesta requiere en su instrumentación del convencimiento individual y de grupo, así como del compromiso de los diversos agentes involucrados y de vigilancia por parte de toda la sociedad de cumplimiento de sus acciones.

Para llevar a cabo lo anterior, es preciso introducir innovaciones en los mecanismos tradicionales de participación ciudadana, en particular a nivel municipal. Se propone la institución de Consejos municipales de Protección al Ambiente con la representación de las autoridades, y de los representantes de los sectores académico, de las organizaciones no gubernamentales, empresarial, social de productores, ciudadana, etc.

Observaciones:

Como se observa el diagnóstico y las medidas propuestas en el presente trabajo, así como las obtenidas en el estudio del Proyecto de Ordenamiento ecológico para la región centro – poniente del estado de Puebla, son coincidentes en casi todos los aspectos pero a diferencia de este último, el trabajo que se realizó en este proyecto de investigación, permite una continua actualización y los ajustes necesarios por encontrarse en un Sistema de Información Geográfica con todas las ventajas que esto implica.

Capítulo 6.- CONCLUSIONES.

Como resultado del presente estudio se han obtenido las siguientes conclusiones.

1.- La utilización e implementación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG's) en este tipo de estudios presta una valiosa ayuda para su desarrollo de una forma rápida y oportuna que permitirá la toma de decisiones en los diferentes niveles de los sectores participantes. Sin embargo, cabe mencionar que dichos sistemas sólo resultan eficientes cuando se plantean en forma adecuada, ya que de no ser así pueden conducir a resultados equívocos. En el presente estudio se utilizó el SIG denominado Autocad-Map para realizar desde la elaboración de la cartografía automatizada hasta el análisis espacial por medio de la sobreposición de mapas, que permitió calcular los diferentes índices de este estudio así como de las áreas que deberán ser sometidas a las diferentes políticas territoriales, para efectuar el ordenamiento ecológico, por el lado de la clasificación de cuerpo de agua permitió la elaboración de la cartografía automatizada para la ubicación de las estaciones de monitoreo, y sobre todo el empleo de la conjunción de los resultados obtenidos.

2.- Es importante señalar que la falta de información de cartografía temática actualizada (uso del suelo, edafología, geología, etc.) o bien su existencia en diversas escalas, dificulta en gran medida la implementación de los Sistemas de Información Geográfica, por lo que el investigador ha recurrido a técnicas alternas que le permitan superar dichas limitantes, entre estas se puede mencionar, la fotointerpretación y el procesamiento de imágenes de satélite.

3.- Se debe tomar en consideración que esta subcuenca forma parte de la cuenca alta del río Atoyac, que a su vez esta comprendida dentro de la región hidrológica del río Balsas (RH-18), por lo cual se espera alcanzar un verdadero ordenamiento y el saneamiento de los cuerpos de agua que la constituyen, se deberá pensar en función de toda la cuenca (de ser posible de la región hidrológica) y no solo de la subcuenca. Cabe resaltar que en este trabajo se toma como base para su funcionamiento la cuenca hidrológica, en lugar de las zonas que propone el ordenamiento.

4.- La integración de estas metodologías, es decir, el POET y las Declaratorias de cuerpos de agua, sin duda alguna resulta de gran importancia, ya que teniendo ambos objetivos comunes y tantos puntos coincidentes (como se ha demostrado), deberían manejarse en forma conjunta, y así lograr un manejo integral de los recursos, pues como es sabido, éstos actúan en forma interactiva y no aislada, como lo pretenden hacer las instituciones que se encargan de su uso y manejo.

5.- De no llevarse a cabo los programas resultantes de los estudios y sobre todo de no cumplirse los objetivos y los tiempos programados para los mismos, no se podrá garantizar la recuperación y mucho menos la conservación de los recursos y por ende el desarrollo sustentable del que tanto se ha hecho mención, llevando todo esto hacia un colapso irreversible en el uso de los recursos.

6.- Cabe resaltar que urge un planteamiento que permita la sana convivencia de las diferentes actividades del hombre y el respeto a la naturaleza, por lo cual se deberán establecer límites perfectamente definidos entre el desarrollo poblacional y la conservación de los recursos; y buscar mecanismos que convengan a la población y a los grandes grupos de intereses económicos a respetarlos.

7.- Es importante reconocer que la implementación de cualquier metodología lleva un tiempo de maduración y durante este periodo se registran cambios y adecuaciones a la misma, sin embargo no se puede sustituir de forma repentina una metodología por otra, ya que esto ocasiona graves atrasos en el desarrollo de este tipo de estudio. Sería mejor realizar dicha sustitución en forma paulatina y una vez que se haya comprobado que la nueva metodología ofrece mejores resultados. Tal es el caso del INE, que está cambiando la metodología tradicional por la de Sistemas Complejos, siendo que esta última no se ha probado de forma suficiente.

8.- Ya es tiempo de que las autoridades que dirigen la Comisión Nacional del Agua (CNA), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y sobre todo la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), logren acuerdos que permitan renunciar a sus feudos de poder, y se establezca una real y verdadera coordinación entre estas dependencias, que conlleven a la instauración de medidas que permitan el tan anhelado desarrollo

sustentable, pues de otra forma esto quedará solo plasmado en el papel y no se tornará en una realidad palpable.

9.- La participación del geógrafo en este tipo de estudios es determinante, ya que su formación le permite participar en equipos de trabajo multidisciplinarios; sin embargo, es importante que este profesional se actualice en el empleo de herramientas como los SIG's y de las nuevas teorías de los ordenamientos, la clasificación de los cuerpos de agua y el desarrollo sustentable entre otras, para poder acceder a un liderazgo en la materia.

Capítulo 7.- Bibliografía

AGUILAR, Adrián Guillermo. Las bases del ordenamiento territorial. Algunas evidencias de la experiencia Cubana. Revista geográfica, No. 109. enero-julio 1989. México. 25 p. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

ALVAREZ-ICAZA LONGORIA, Pedro. Ordenamiento ambiental, instrumento de certidumbre para el desarrollo sustentable en México. México, 1995. 15 p. Documento interno del INE.

AVILA, Héctor. Lecturas de análisis regional en México y América Latina. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 1993. 631 p.

AZUELA Antonia, et al. Desarrollo sustentable. Hacia una política ambiental. UNAM, Coordinación de Humanidades. Cd. Universitaria, México, 1993. 176p

BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCION (Documento de política del banco mundial) La ordenación de los recursos hídricos Washington, D.C., Estados Unidos, 1994, 158 p.

BARREDO Cano, J.I. Sistemas de información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Ed. Ra-ma. Madrid, España, 1996. 261 p.

BRANDON, Pleawe. Gis on line (información retrieval mapping and the internet). Sta Fe USA, 1997. Ed. OnWord press, 311 p.

CARABIAS, Julia; PROVENCIO, E. La política ambiental mexicana antes y después de Río.

CARMONA LARA, Ma. del Carmen. Derecho Ecológico. Instituto de investigaciones jurídicas, UNAM. México 1991. 62 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Estudio de clasificación del río Alseseca en el estado de Puebla. México, 1996. 363 p.

COMISION NACIONAL DEL AGUA-SARH. Presas de México. México, 1993. 6 Tomos.

COMISION NACIONAL DEL AGUA-SARH, Ley de aguas nacionales y su reglamento, México, 1998. 169 p.

COMISION NACIONAL DEL AGUA, Ley federal de derechos en materia de agua, México 1998, 113 p.

CRUICSHANK GARCIA, Gerardo. Conservación y manejo de cuencas. México, 1972. 6 p. Trabajo presentado en la octava reunión del Comité Central, Coordinador de Programas para el mejoramiento del Ambiente. México, D.F.

DE LA LANZA, Espino Guadalupe y García Calderón J. Luis, comp. Lagos y presas de México. Ed. Centro de Ecología y desarrollo, A.C., 1995, 320 p.

DE MATTOS, C. A. Paradigmas, modelos y estrategias en la práctica latinoamericana de planificación regional. Pensamiento Iberoamericano. Revista de Economía Política. Desarrollo Regional, Nuevos Desafíos. No. 10 Jul- Dic. Instituto de Cooperación Iberoamericana. Madrid, España, 1986. 13-37 pp.

DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK, Manual de tratamiento de aguas negras. Ed. Limusa, 1994.

EDICIONES DELMA, Legislación de la Administración Pública Federal (Ley de Planeación), México, 1999 436 p.

ESPINOZA RODRIGUEZ, José Manuel. Modelo de manejo de los recursos naturales de la Cuenca de El Salado, SLP. México, 1990. 231 p. Tesis (Maestría en Geografía) UNAM.

FISHER, M.; NIJKAMP, P. Geographic Information Systems and spatial modelling potential and bottlenecks. En Proceedings EGIS 92 Third european on Geographic Information Systems, vol 1. 1992.

GARCIA CABRERA, Jesús, et al. Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca del río Yautepec, Mor. Jiutepec, Mor. 1991, 68 p.

GARCIA RODRIGUEZ, Miriam I. Geografía del medio ambiente. Una alternativa del ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma del Estado de México. 1995, 175 p.

GARCIA, Rolando, La investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: El caso de los sistemas ambientales. tercera versión, Prensa México. México, 1991. 57 p.

GRAME, F. Bon Hom Carter. Geographic Information System for geoscientist (modeling with GIS). USA, 1994. Ed. Pergamon.

GRENIER, Philippe. Problemas de la "Ordenación de territorio" en America Latina. Revista geográfica, No. 104 julio-diciembre 1986. 18 p.

Guía México desconocido. Animales en peligro de extinción. n. 13, Ed. Jilguero, México, 1994 74 p.

BROWN, Villalba Cecilia, et.al. El territorio mexicano. T 2, México, Ed. Instituto mexicano del seguro social, 1982

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA, Anuario estadístico del estado de Puebla. México, 1993

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA, Cartografía de la hoja México en escala 1:1,000,000. Temas: Climatología.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA, Cartografía de las hojas E14-2 y E14-5 en escala 1:250,000. Temas: Aguas

Superficiales, Edafología, Geología, Topografía, Uso del suelo y vegetación y Uso potencial Agrícola, Pecuario y Forestal, México, varios años.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. Cartografía de las hojas E14-B43 y E14-B53 en escala 1:50,000. Temas: Topografía y Uso del suelo y Vegetación.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. Anuario estadístico del estado de Puebla. México, 1993

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. XI Censo General de Población y Vivienda del estado correspondiente de 1990. México, 1991.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. XIII Censo Industrial. México, 1989. 790 p..

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. X Censo de Servicios (financieros). México, 1989. 450 p.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. X Censo de Servicios. México, 1989. 420 p.

INSTITUTO NAL. DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. Síntesis geográfica del Estado de Puebla. México, 1989.

JIMENEZ GUZMAN, LUCERO, coordinadora. Desarrollo sustentable y participación comunitaria. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Cuernavaca, Mor. 1994. 128 p.

KOSTROWICKI, Jersy. Un concepto clave: Organización espacial. Tr. Elizabeth Holt. Instituto de geografía, UNAM. México, 1986. 35 p.

LEFT, Enrique. coor. El problema del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. Aut. Rolando García. México, Ed. Siglo XXI, 1986, 25 p.

LOPEZ, Alegría Pedro, Abastecimiento de Agua Potable y Disposición y Eliminación de Excretas. Instituto Politecnico Nacional, México, 1990. 230 p.

NELSON L. NEMEROW, AVIJIT DASGUPTA Industrial And Hazadous Waste Treatment, Environmental Engineering Series, 1991, New York. 200 p.

METCALFF AND EDDY, Tratamiento y depuración de aguas , 1987. 195 p.

MEJIA RAMIREZ, Arturo. Ordenamiento ecológico para el manejo de la cuenca del río Fuerte (Chih. Son. y Sin.). México, D. F, 1995. 155 p. Tesis (Maestría en Geografía) UNAM.

MORALES SANTOS, Tayde. Marco jurídico para la instrumentación del ordenamiento ecológico. (Conferencia) curso de "ordenamiento ecológico". Palacio de Minería, México, mayo de 1995.

SANTACRUZ, Et Al... La Flora De La Ciudad De Tlaxcala, Gobierno del Estado de Tlaxcala, 1993, Jardín Botánico Tizatlá, Folleto No. 18.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. Evaluación del grado de contaminación de las diferentes cuencas del país y prioridades de atención. México, 1982. 65 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. Manual de factores ambientales. México, 1982. 705 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. Manual para la estimación de avenidas Máximas en Cuencas y presas pequeñas. México, 1982. 194 p.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. Uso y manejo del agua y aguas residuales en las principales Cuencas Hidrológicas del País y en las Localidades mayores de 10,000 habitantes. México, 1982. pags. 829 a 848.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. Ordenamiento ecológico general del territorio nacional. México, 1992. 68 p. (Memoria técnica y metodología).

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. Ordenamiento ecológico para la región de la desembocadura del Río Panuco, Ver. México, 1994 85 p. (Resumen ejecutivo).

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Estrategia ecológica. México, 1985. 24 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Guía básica para la integración de información ecológica. (Serie: Ordenamiento ambiental no. 3). México, 1987. 23 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Información básica sobre las Áreas naturales protegidas de México. México, 1989. 82 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Lineamientos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales. (Serie: Ordenamiento ambiental no. 2), México, 1987. 21 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente. México, 1989. 69 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Manual de regionalización ecológica. (Serie: Ordenamiento ambiental no. 1). México, 1987. 13 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Programa de ordenamiento ecológico para el desarrollo turístico del corredor Cancun-Tulum, Q.R. México, 1991 102 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Propuesta para el programa de ordenamiento ecológico y del uso y aprovechamiento del agua. México, 1992. 50 p.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. Regionalización ecológica de territorio. (Serie: Ordenamiento ambiental no. 4). México, 1987. 21 p.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, et al: Atlas cultural de México. Fauna, México, Ed. Planeta 1987, 190 p.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, et al: Atlas cultural de México. Flora, México, Ed. Planeta 1987, 222 p.

SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, Enciclopedia de México. V 11. México, 1987. 6629-6711 p.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA, Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente, delitos ambientales. México, 1997, 244 p.

SOTO ROMERO, Juan Antonio. Manejo de Cuencas (Una solución al problema de desarrollo integrado). México, 1979. 160 p. Tesis (Doctorado en Geografía) UNAM.

STOHR, W.; TODTLING, F. Spatial Equity. Some Antitheses to current regional development strategy. Papers of the Regional Science Association, vol. 38. 1978.

O'CONNOR, D.J. y DOBBINS, Mechanisms of reaeration in natural streams. Journal of the Sanitary Engineering Division, Transactions, ASCE, 1958, Vol.103. pp. 641-684.

TSIVOGLOU, E.C. y NEAL, Tracer measurement of reaeration:III. Predicting the reaeration capacity of inland streams. Journal WPCF., 1976, Vol.48, No. 12. pp 2669-2689.

THOMANN, R.V. & MUELLER J.A. (1987) Principles of Surface Water Quality Modeling and Control. Harper & Row. New York

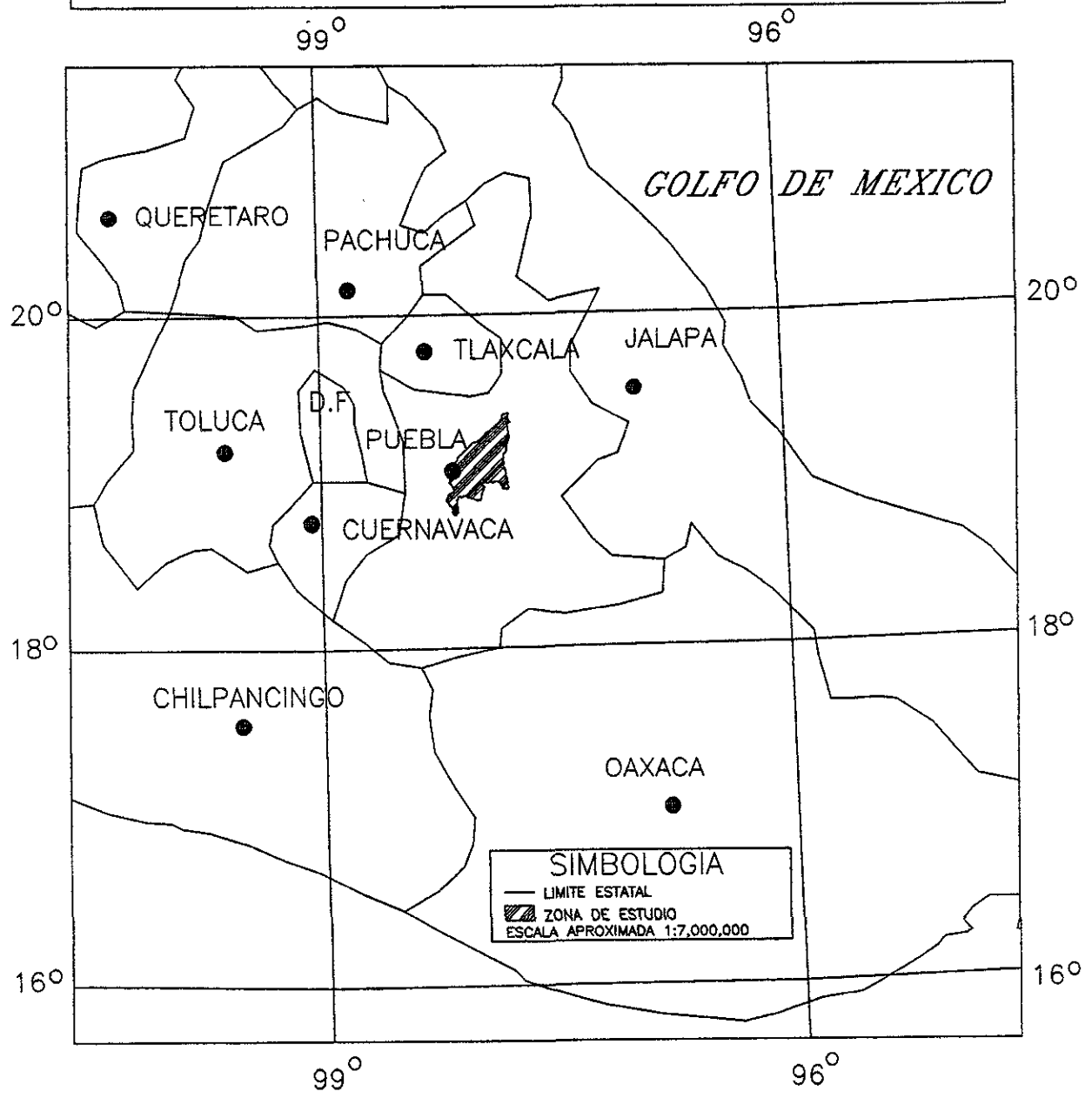
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO - PEMEX, Pemex: Ambiente y Energía. Los retos del futuro. Instituto de investigaciones jurídicas, UNAM. México, 1995. 292p

WILLIAM ANTHONY GRANVILLE, Cálculo diferencial e integral, Ed. Limusa, pp 298-301, México 1986.

ANEXO 1

Cartografía

MAPA 2: UBICACIÓN REGIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO



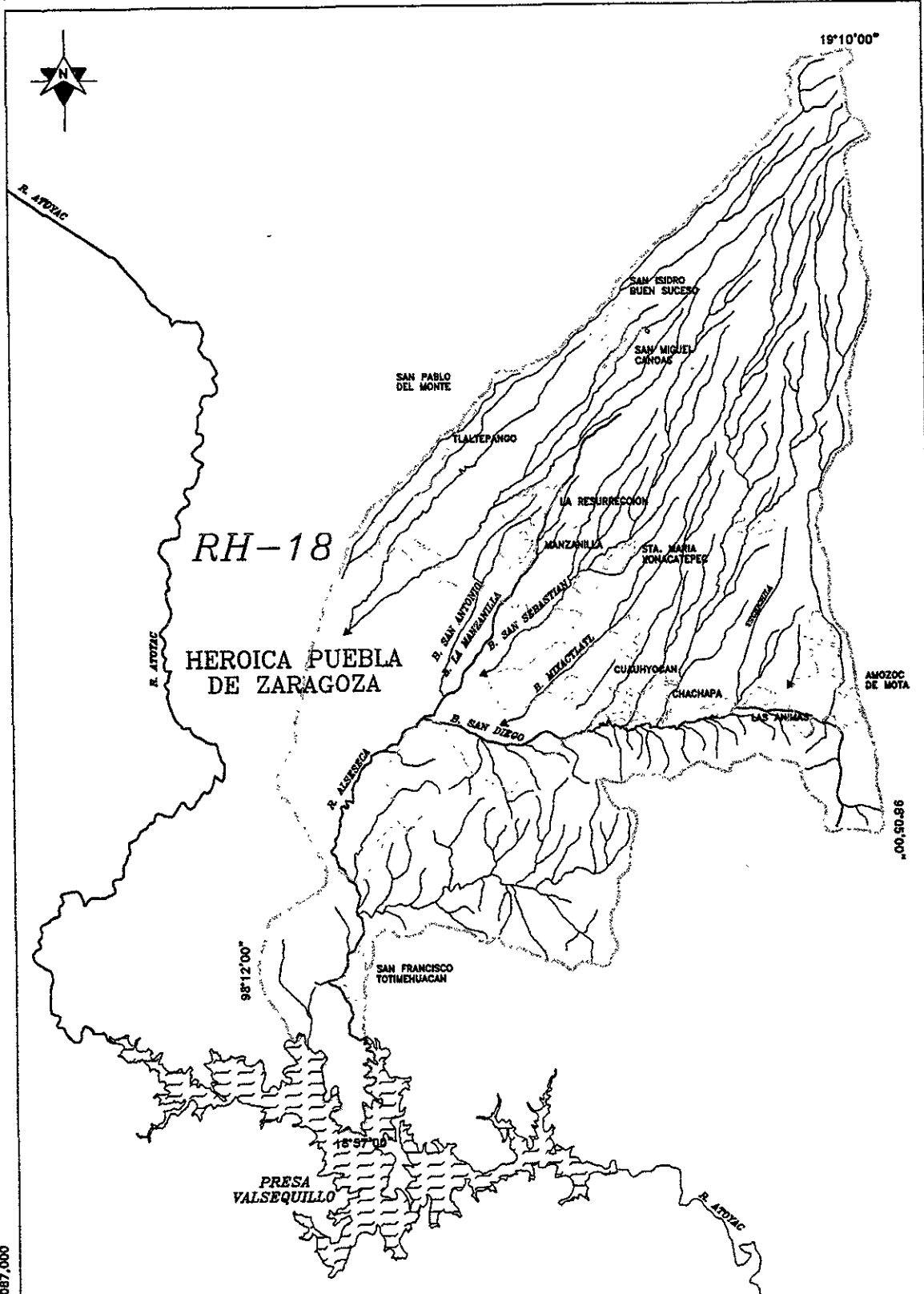
MAPA 3: HIDROLOGÍA

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



RH-18

HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA

SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA TOPOGRÁFICA DEL INEGI 1:50,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- LIMITE DE CUENCA
- CORRIENTES PRINCIPALES
- CORRIENTES SECUNDARIAS
- ◻ POBLADOS

2,082,000
2,087,000
575,000
2,082,000
575,000

604,000
2,087,000
2,082,000
604,000

604,000

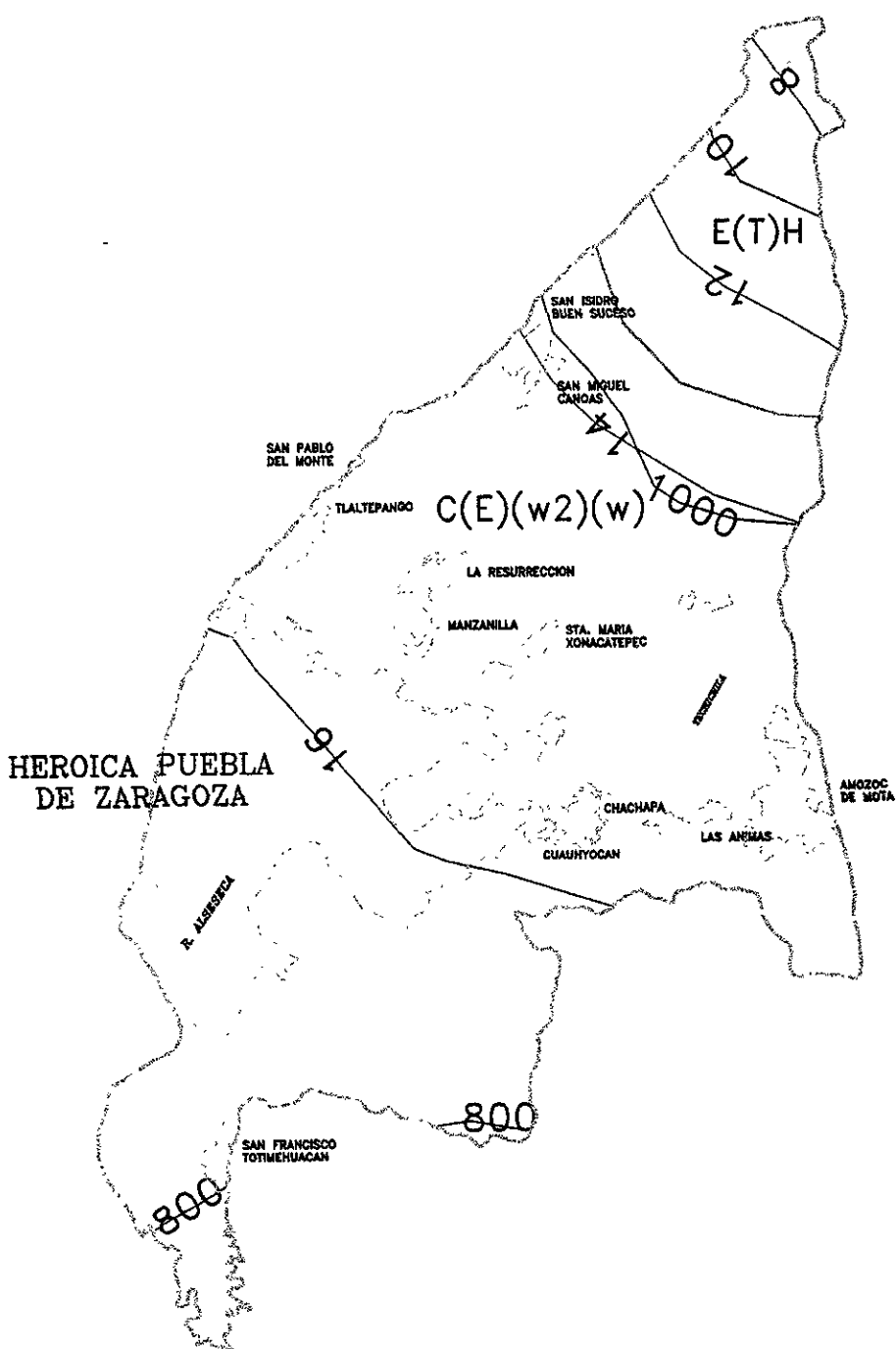
MAPA 4: CLIMATOLOGÍA

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA DE CLIMAS DEL INEGI 1:1,000,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000
 E(T)H: CLIMAS FRIOS
 C(E)(w2)(w): SEMIFRIOS SUBHUMEDOS
 CON LLUVIAS EN VERANO

- LIMITE DE CUENCA
- LIMITE DE ZONAS CLIMATICAS
- ISOTERMA
- ISOYETA
- POBLADOS

2,087,000

575,000

2,087,000

575,000

604,000

2,082,000

604,000

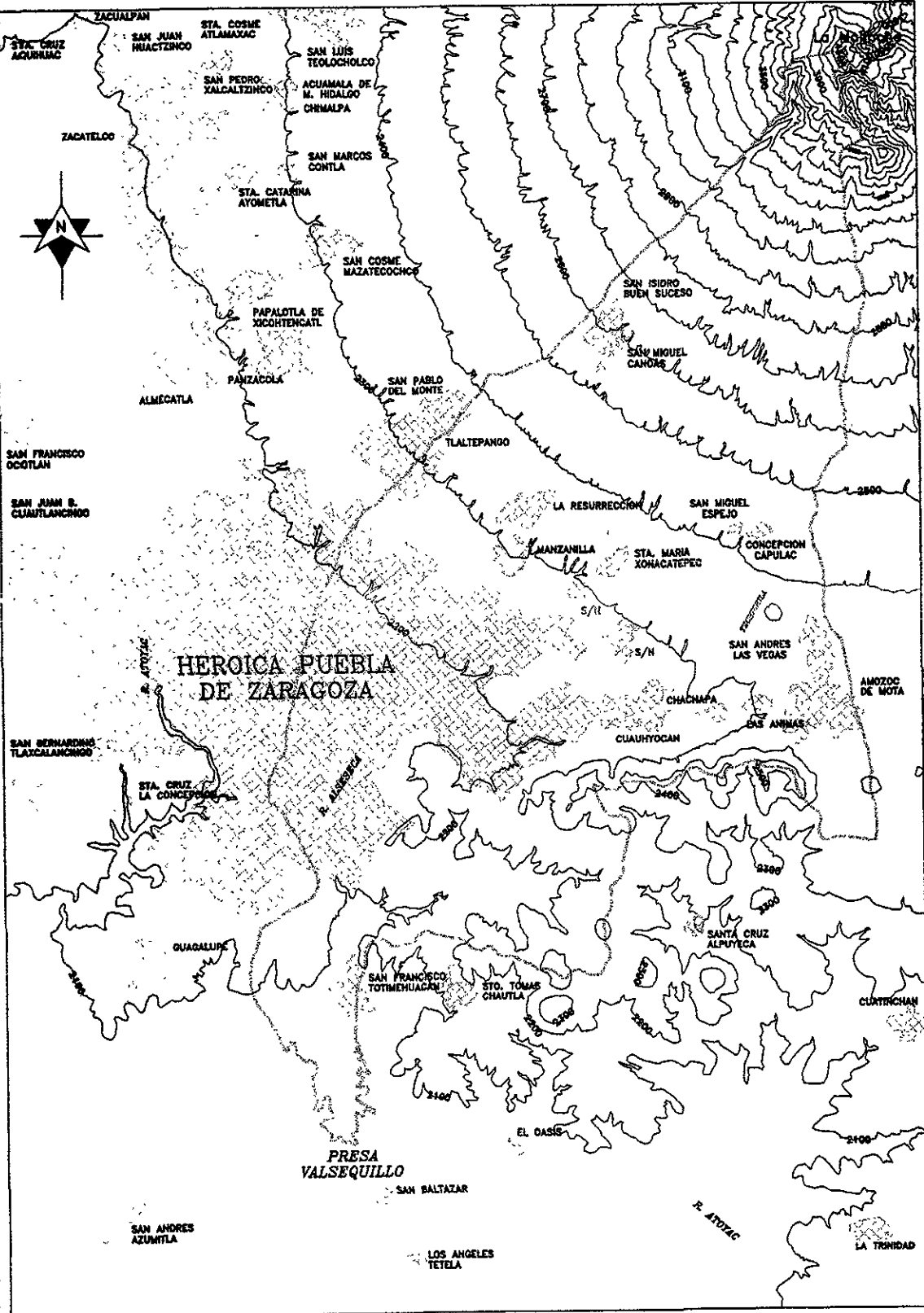
MAPA 5: TOPOGRAFÍA

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA TOPOGRAFICA DEL INEGI 1:50,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000

-  CURVAS DE NIVEL
-  LIMITE DE CUENCA
-  POBLADOS

2,082,000
2,087,000
575,000
2,082,000
575,000

604,000
2,087,000
2,082,000

604,000

MAPA 7: GEOLOGÍA

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



SIMBOLOGÍA

FUENTE: CARTA GEOLOGICA DEL INEGI 1:50,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- LIMITE DE CUENCA
 — LIMITE DE TIPOS DE LITOLOGIA

Q(al): Material aluvial del Cuaternario
 Ts(TD): Toba intermedia del Terciario superior
 Ts(bs): brecha del Terciario superior

2,087,000

575,000

2,082,000

575,000

604,000

2,087,000

2,082,000

604,000

MAPA 8: USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



2,087,000

604,000 2,087,000

575,000



2,082,000

2,082,000

575,000

604,000

SIMBOLOGIA

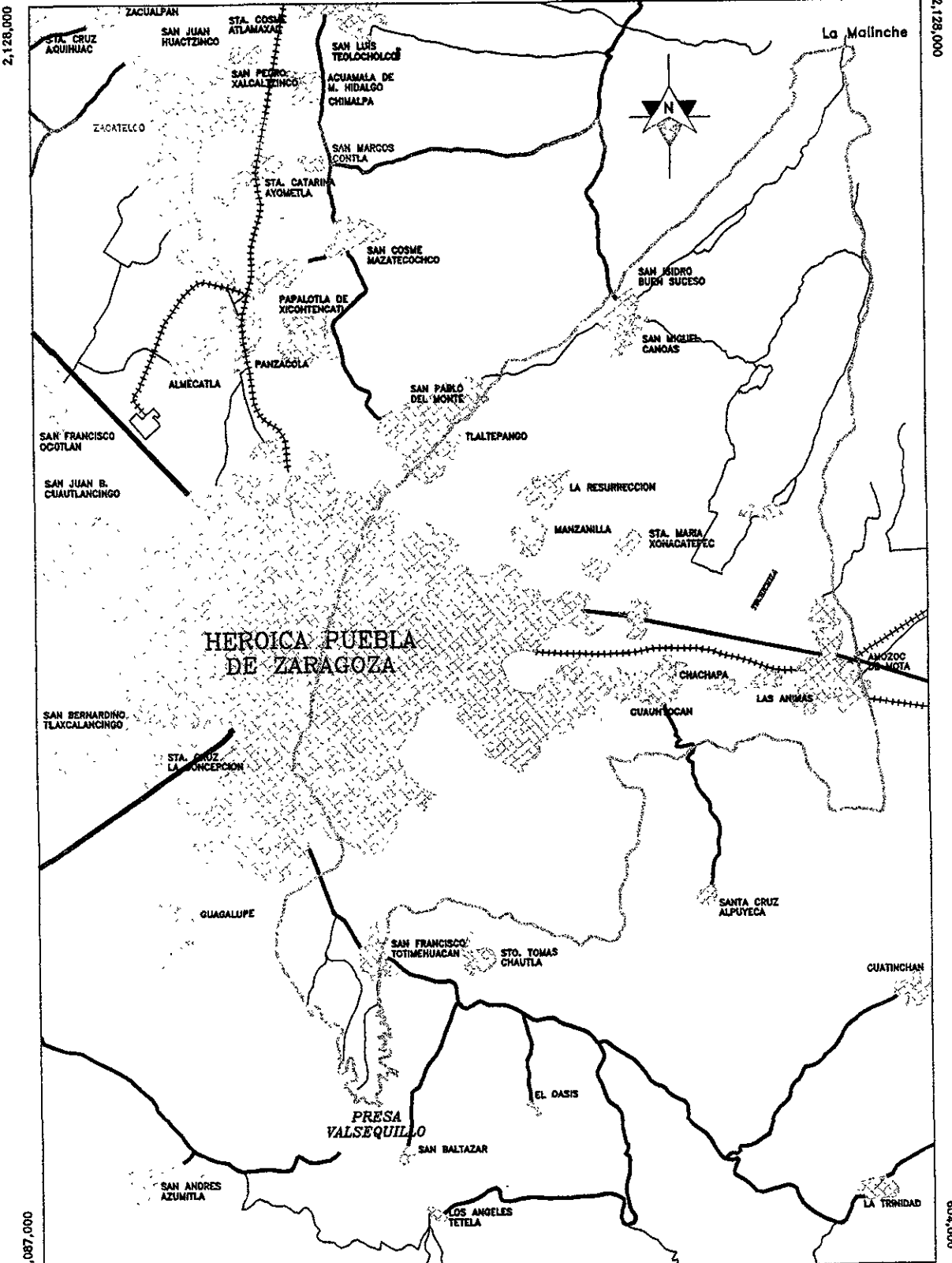
FTE: CARTA DE USO DEL SUELO DEL INEGI 1:50,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000
 LIMITE DE TIPO DE VEGETACION 
 LIMITE DE CUENCA 

- TA: AGRICULTURA DE TEMPORAL
- PI: PASTIZAL INDUCIDO
- Bq-vvs: BOSQUE DE ENCINO CON VEGETACION SECUNDARIA
- BP-vvs: BOSQUE DE PINO CON VEGETACION SECUNDARIA
- Bpr: BOSQUE DE PINO
- Bq: BOSQUE DE ENCINO
- AR: AGRICULTURA DE RIEGO
- BC: BOSQUE CULTIVADO
- (M): MATORRAL INERME
- (M)-PI: MATORRAL INERME CON PASTIZAL INDUCIDO

MAPA 9: COMUNICACIONES

575,000

604,000



SIMBOLOGÍA

FUENTE: CARTA TOPOGRÁFICA DEL INEGI 1:50,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- LIMITE DE CUENCA
- ▭ POBLADOS
- CARRETERAS PAVIMENTADAS
- TERRACERIAS Y BRECHAS
- ++++ VIAS DE FERROCARRIL

2,128,000
2,087,000
575,000
2,082,000
575,000

604,000
2,087,000
2,082,000
604,000

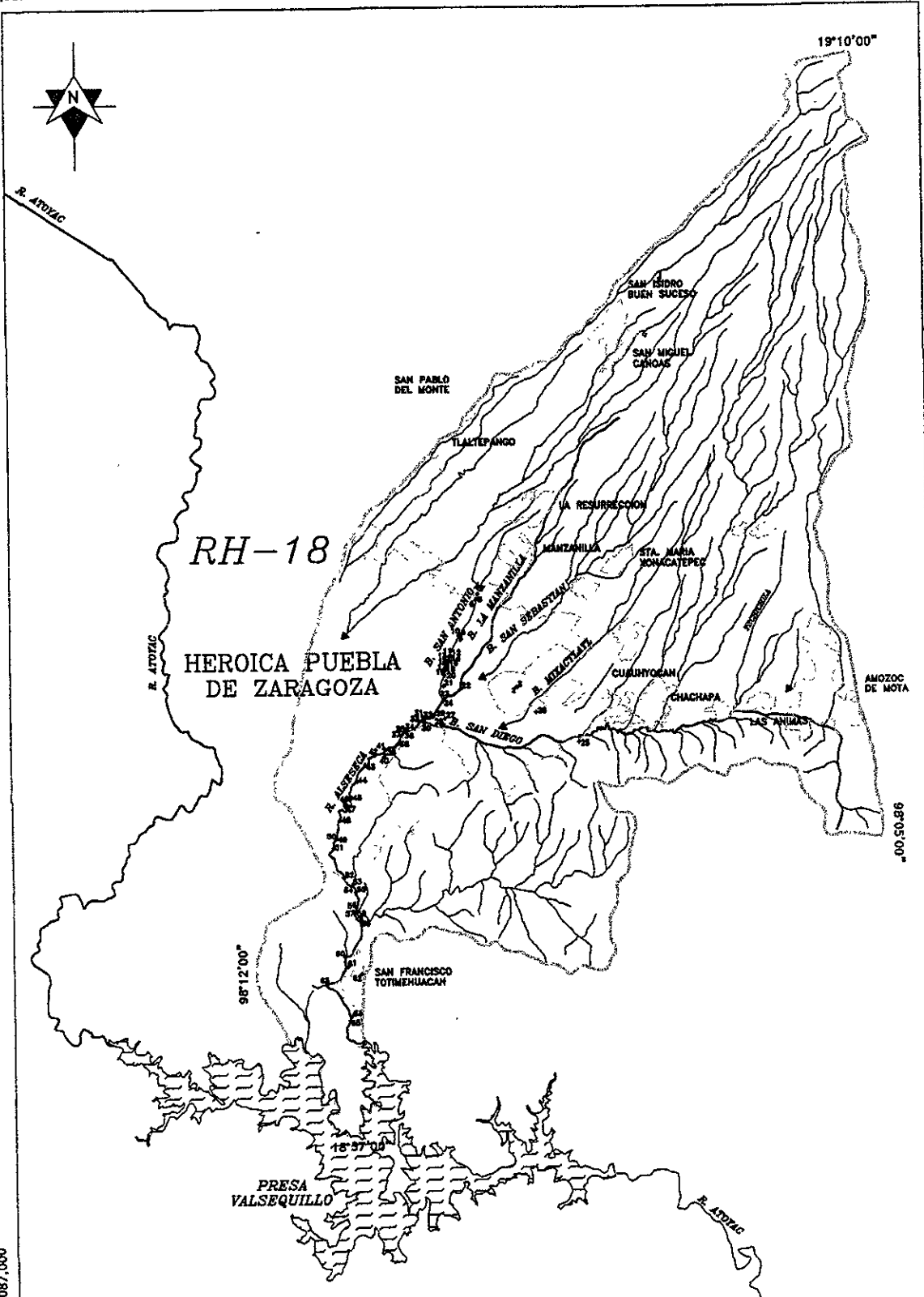
MAPA 10: PUNTOS DE MONITOREO

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



RH-18

HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA

PRESA VALSEQUILLO

SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA TOPOGRAFICA DEL INEGI 1:50,000
Y ESTUDIO DE CLASIFICACION DEL RIO ALSESECA.
ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- LIMITE DE CUENCA
- CORRIENTES PRINCIPALES
- CORRIENTES SECUNDARIAS
- POBLADOS
- PUNTOS DE MONITOREO

2,087,000

604,000

2,087,000

2,082,000

604,000

575,000

MAPA 11: DIVISION POR TRAMOS CLASIFICADOS

575,000

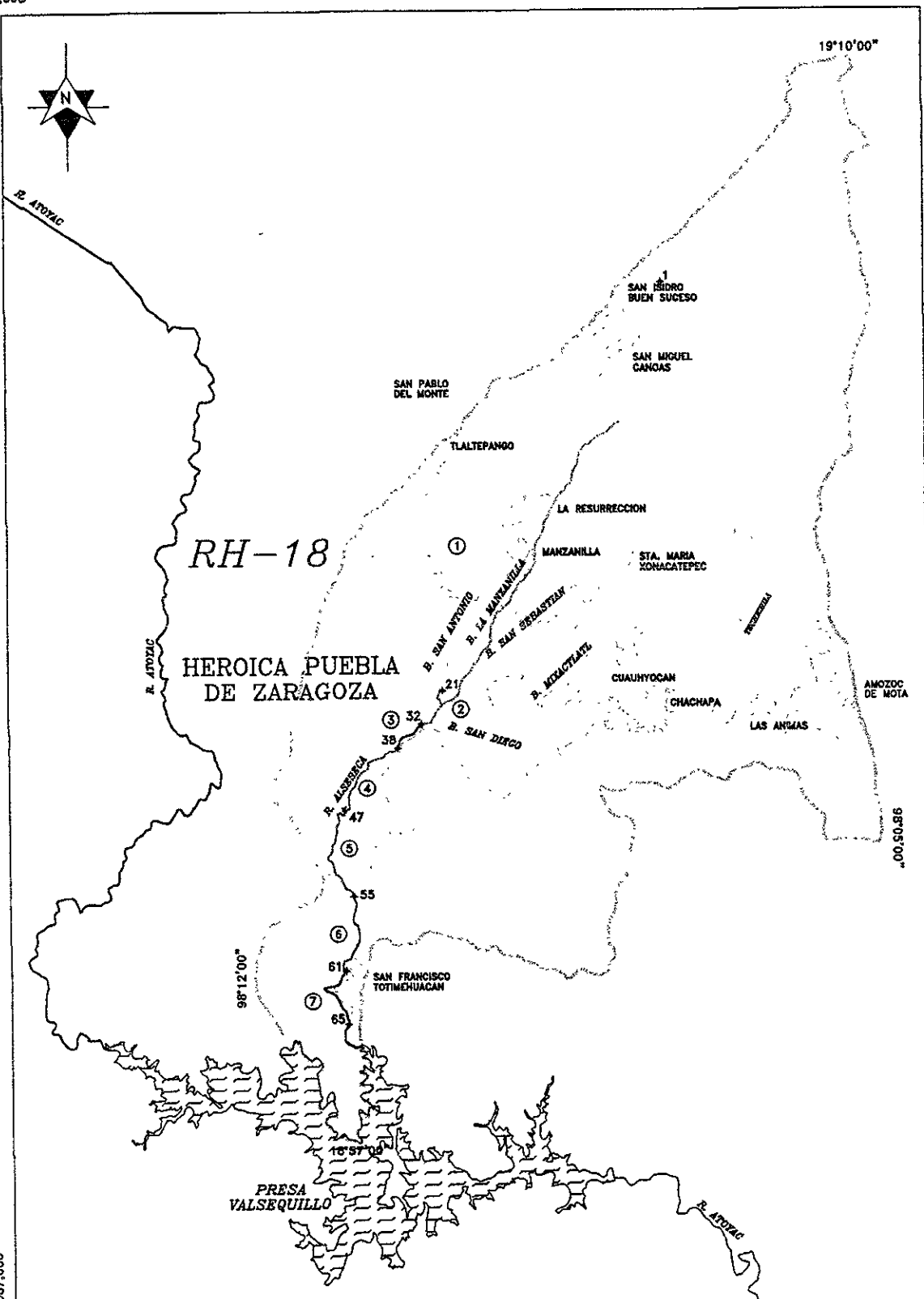
604,000

2,128,000

2,128,000



R. ATOZAC



RH-18

HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA

PRESA VALSEQUILLO

SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA TOPOGRAFICA DEL INEGI 1:50,000
Y ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN DEL RÍO ALSESECA
ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- LIMITE DE CUENCA
- CORRIENTES MONITOREADAS
- ① NUMERO DE TRAMO
- POBLADOS
- +84 PUNTOS DIVISORIOS DE TRAMOS

575,000 2,087,000

604,000 2,087,000

2,082,000

2,082,000

575,000

604,000

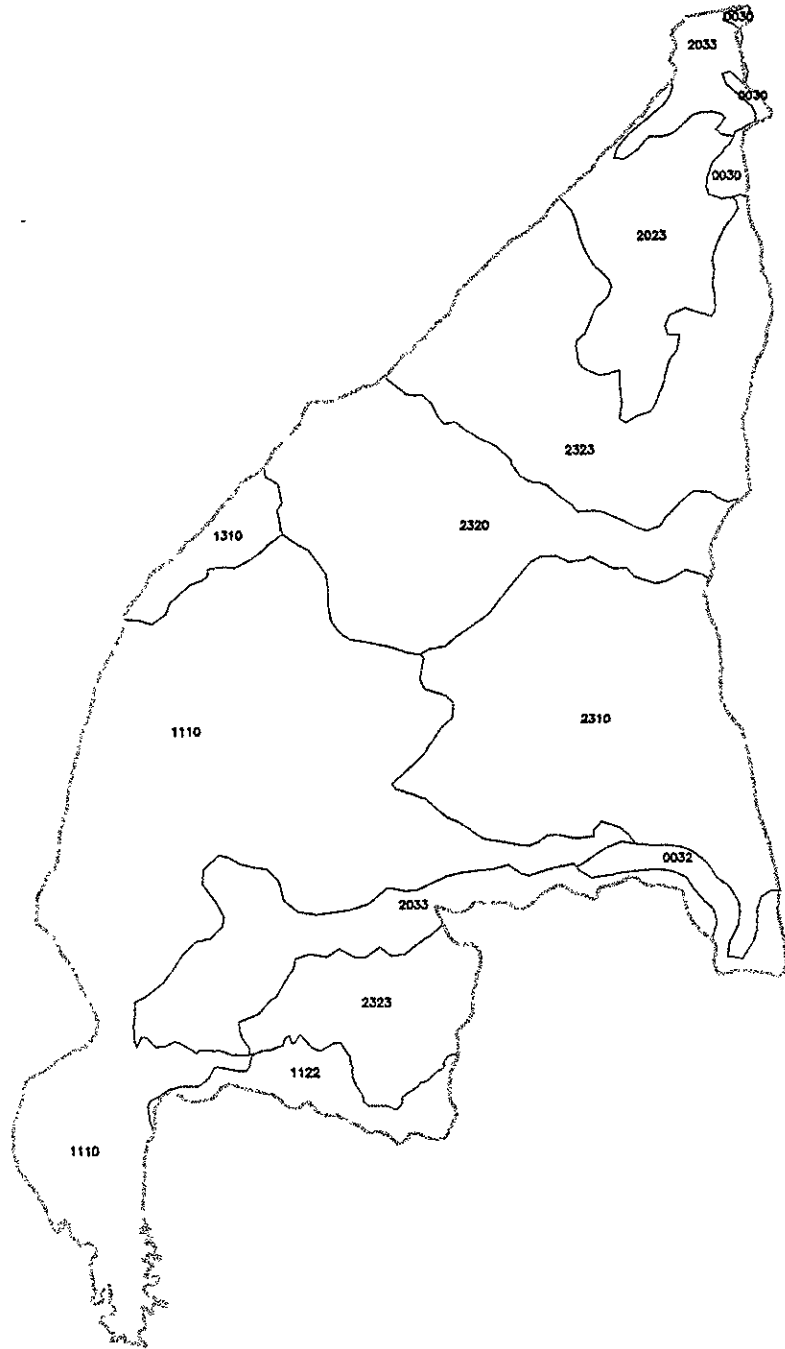
MAPA 13: USO POTENCIAL GANADERIA

575,000

604,000

2,128,000
000'821.7

2,128,000



2,087,000

604,000

2,087,000

2,087,000

2,082,000

2,082,000

575,000

604,000

SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA DE USO POT. GAN. DEL INEGI 1:1,000,000

ESCALA APROXIMADA 1:195,000

— LIMITE DE USOS POTENCIALES

- - - LIMITE DE CUENCA

NIVELES DE LA CLAVE:

1: ALTO, 2: MEDIO, 3: BAJO Y 0: NULO

0123 COMPOSICION DE LA CLAVE

1er. DIGITO DESARROLLO DE ESPECIES FORRAJERAS

2do. DIGITO ESTABLECIMIENTO DE PASTIZAL CULTIVADO

3er. DIGITO MOVILIDAD DEL GANADO EN EL AREA DE PASTOREO

4to. DIGITO CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION APROVECHABLE

MAPA 14: USO POTENCIAL FORESTAL

575,000

604,000

2,128,000

2,128,000



575,000 2,087,000

604,000 2,087,000

2,082,000

2,082,000

SIMBOLOGIA

FUENTE: CARTA DE USO POT. FOR. DEL INEGI 1:1,000,000
 ESCALA APROXIMADA 1:195,000

----- LIMITE DE CUENCA
 12 COMPOSICION DE LA CLAVE

----- LIMITES DE USOS POTENCIALES
 NIVELES DE LA CLAVE:
 1er. DIGITO CONDICION DE LA VEGETACION ACTUAL
 2do. DIGITO EXTRACCION DE LOS PRODUCTOS FORESTALES

1: ALTO, 2: MEDIO, 3: BAJO Y 0: NULO

575,000

604,000

MAPA 15: RESULTADOS DEL ORDENAMIENTO ECOLOGICO

575,000

604,000





2,128,000

2,128,000



SIMBOLOGIA

FUENTE: SOBREPOSICION DE LAS CARTAS DE USO DEL SUELO Y USOS POTENCIALES EN EL SIG.
ESCALA APROXIMADA 1:195,000

- | | |
|---|---------------------------|
|  | POLITICAS TERRITORIALES |
|  | RESTAURACION-CONSERVACION |
|  | RESTAURACION |
|  | APROVECHAMIENTO |

2,087,000

2,087,000

2,082,000

575,000

604,000

2,087,000

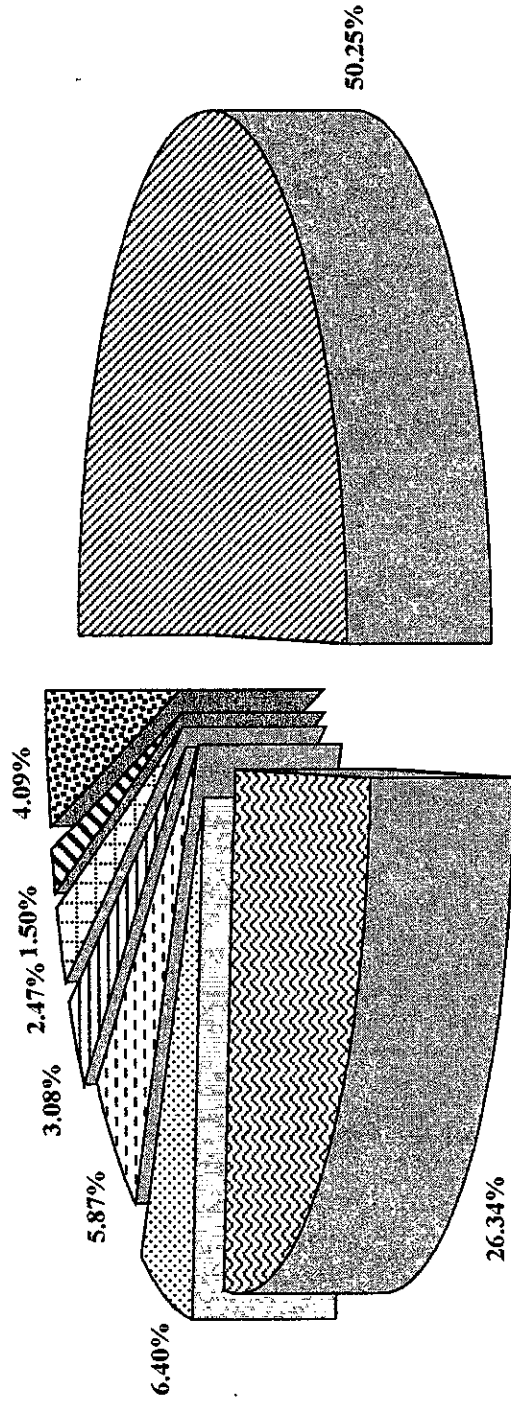
2,082,000

604,000

ANEXO 2

Gráficas

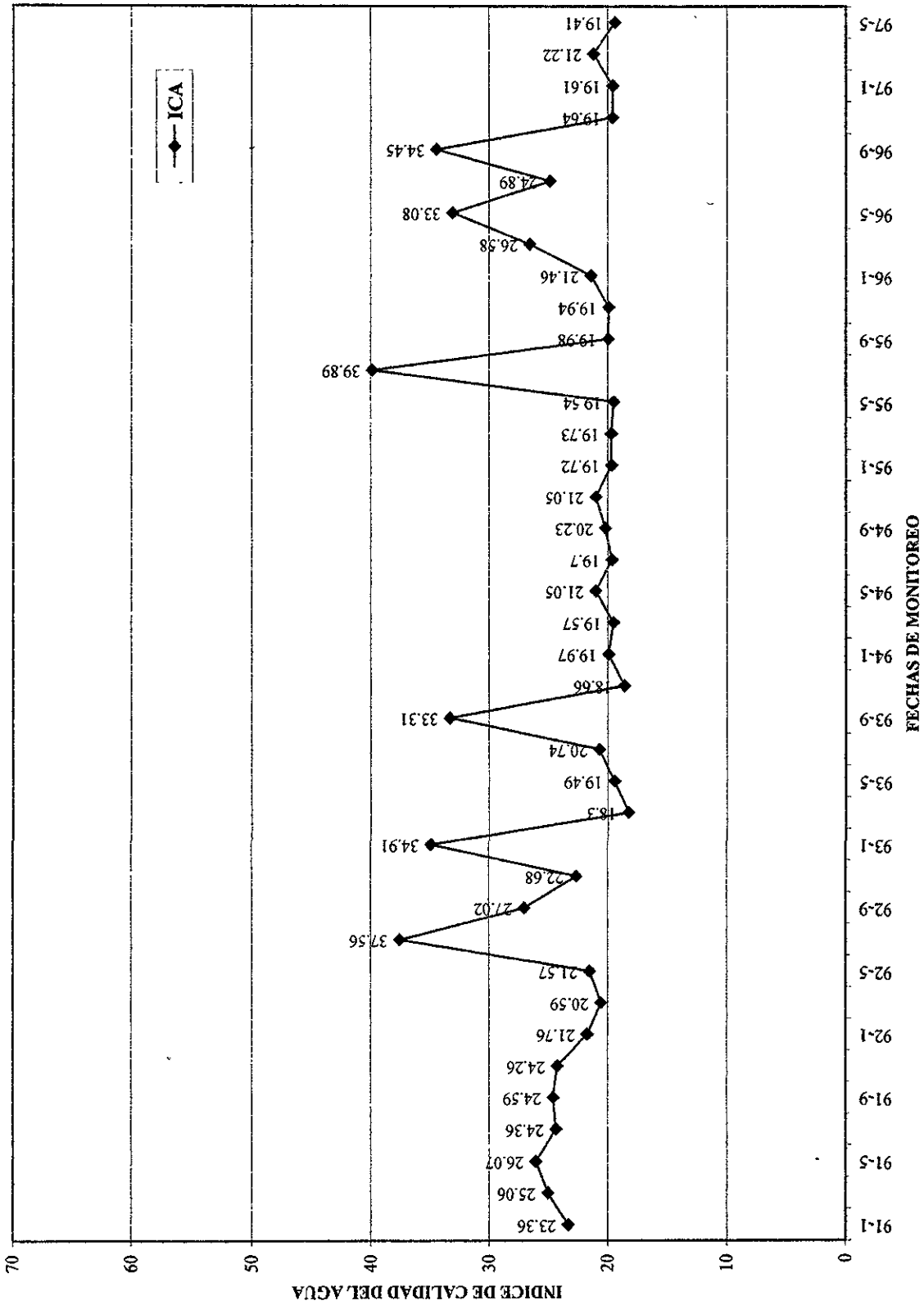
GRÁFICA N° 1: DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ALSESECA



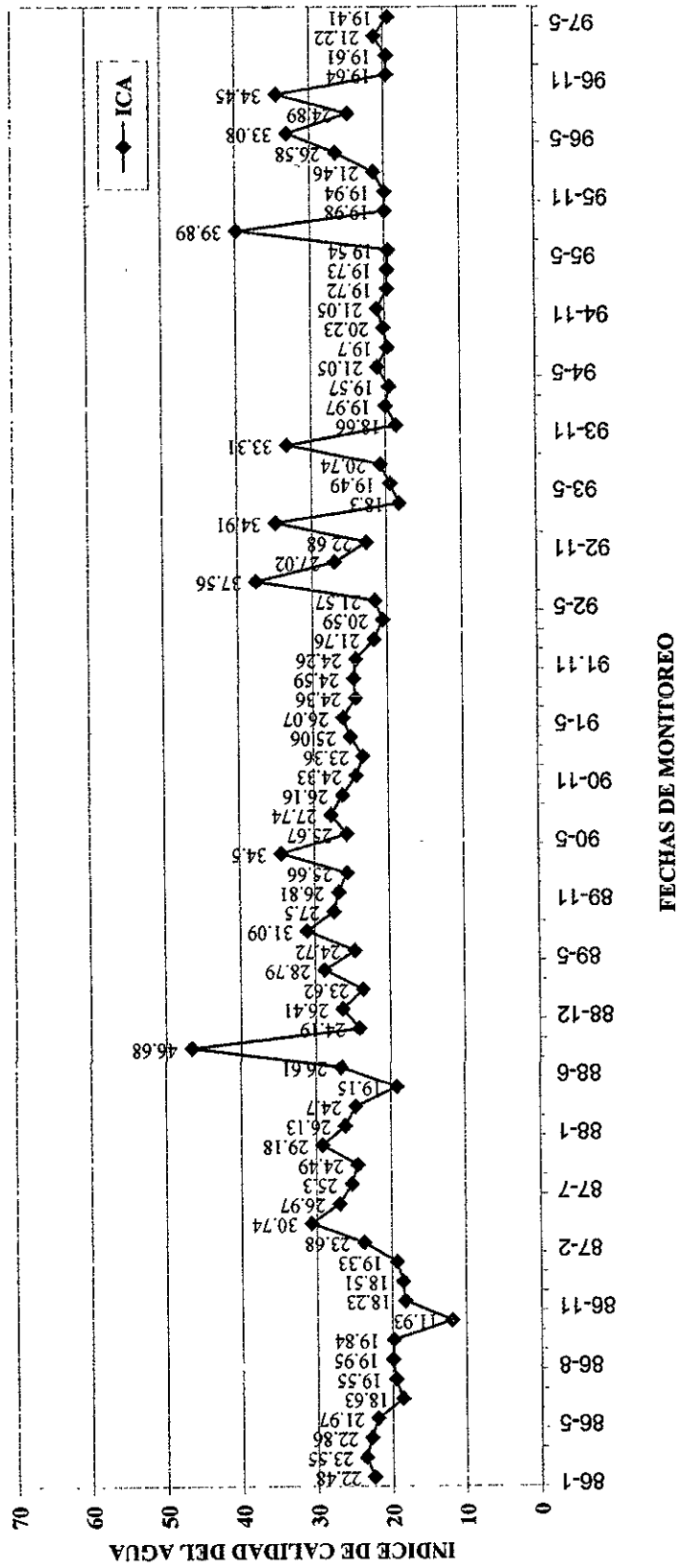
- ▣ AGRIC. DE TEMPORAL ▣ PASTIZAL ▣ BOS. ENC. V. SEC. ▣ BOS. CON. V. SEC.
- ▣ BOS. CONIFERAS ▣ BOS. ENCINO ▣ AGRIC. DE RIEGO ▣ OTRAS

FUENTE: PROCESAMIENTO DEL USO DEL SUELO EN EL SIG

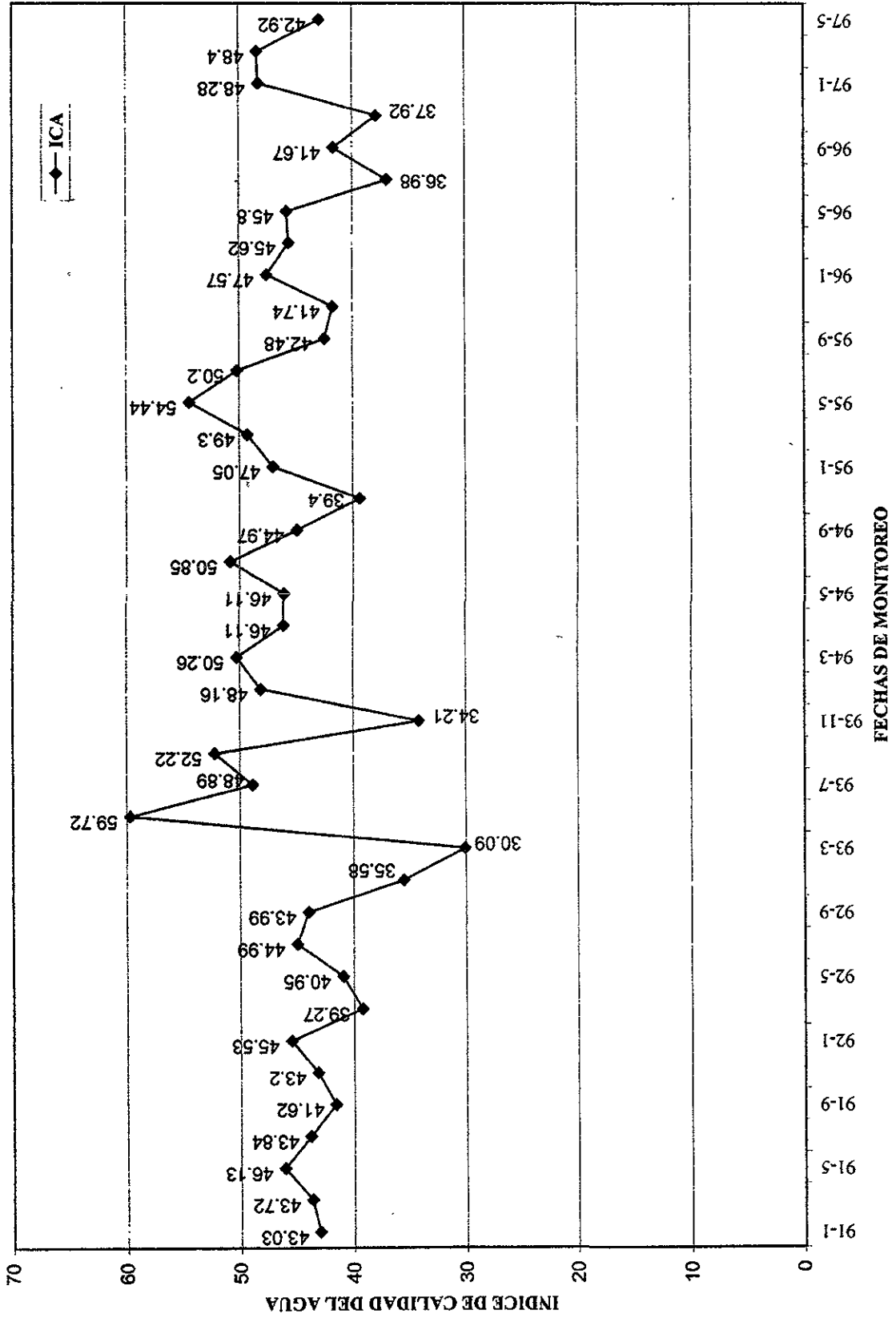
GRÁFICA No. 2: ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESTACIÓN PUNTE SAN FRANCISCO
TEOTIMEHUACAN (ULTIMOS 5 AÑOS)



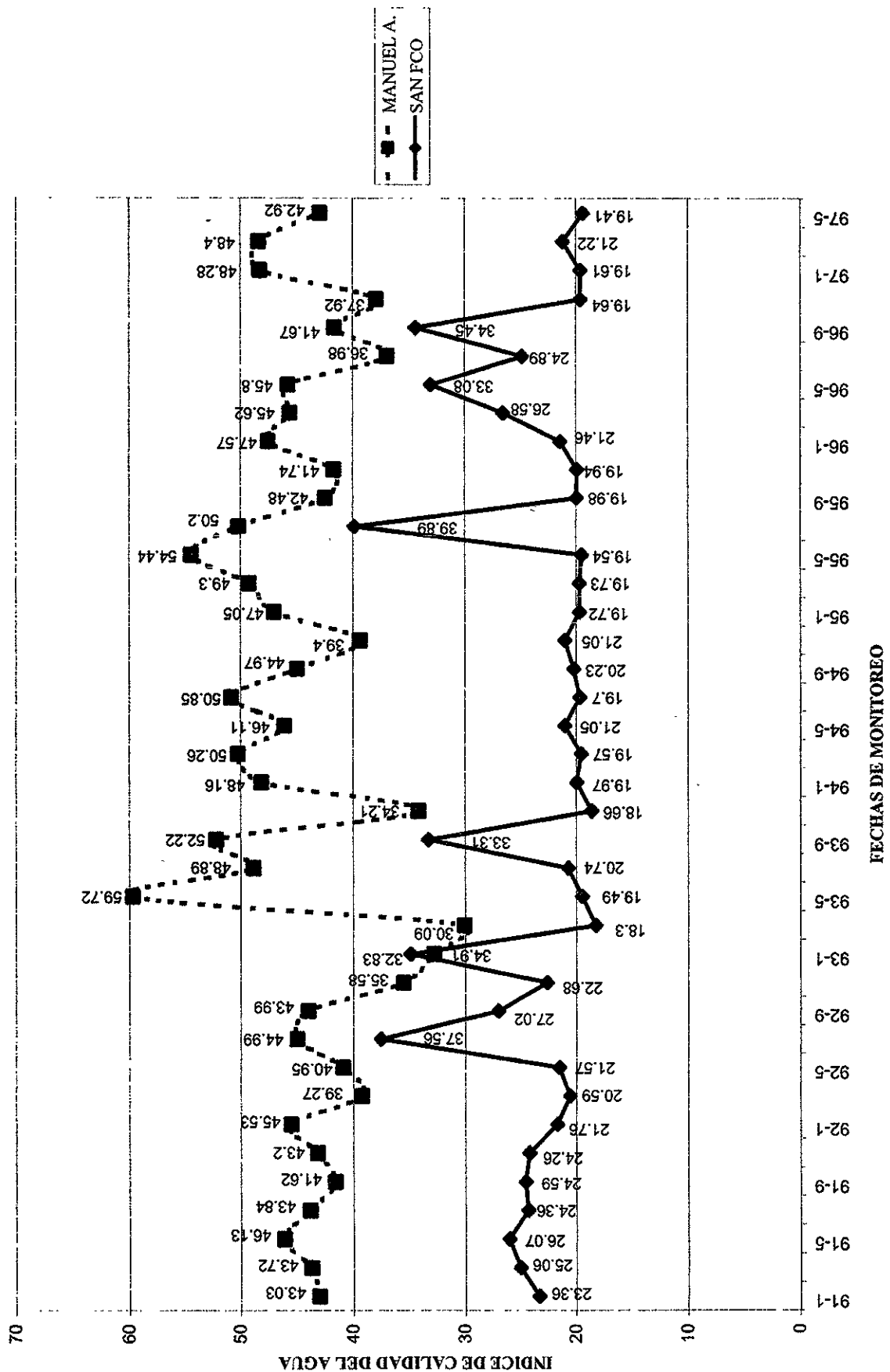
GRÁFICA No. 3 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESTACIÓN SAN FRANCISCO
TEOTIMEHUACAN (TOTAL DE AÑOS MONITOREADOS)



GRÁFICA No. 4: ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ESTACIÓN MANUEL A. CAMACHO

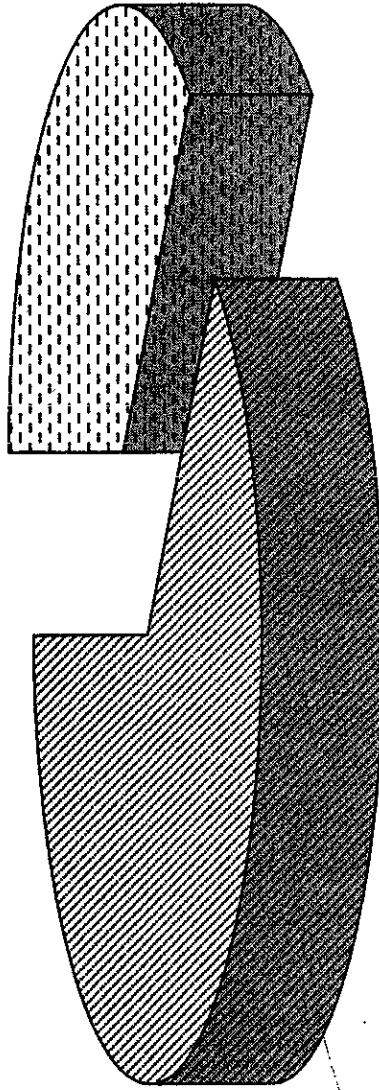


GRÁFICA No. 5: COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS ESTACIONES MANUEL A. CAMACHO Y SAN FRANCISCO



**GRÁFICA No. 6: ÍNDICE DE USO DEL SUELO DE LA CUENCA DEL RÍO
ALSESECA**

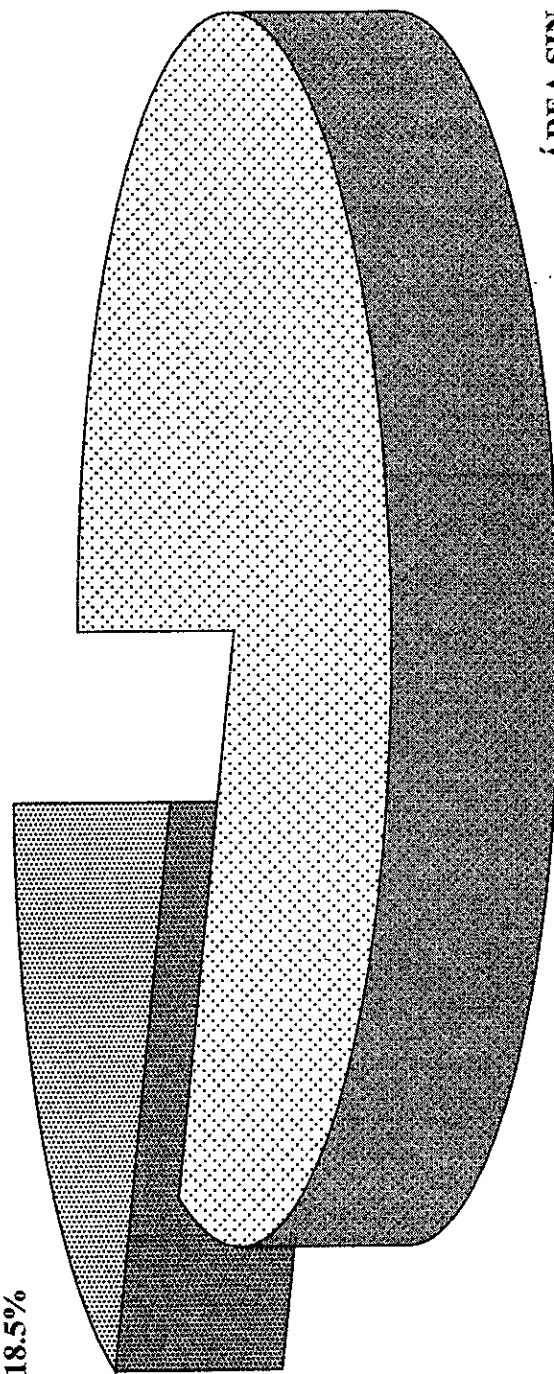
**USO ADECUADO
35,2%**



**USO INADECUADO
64,8%**

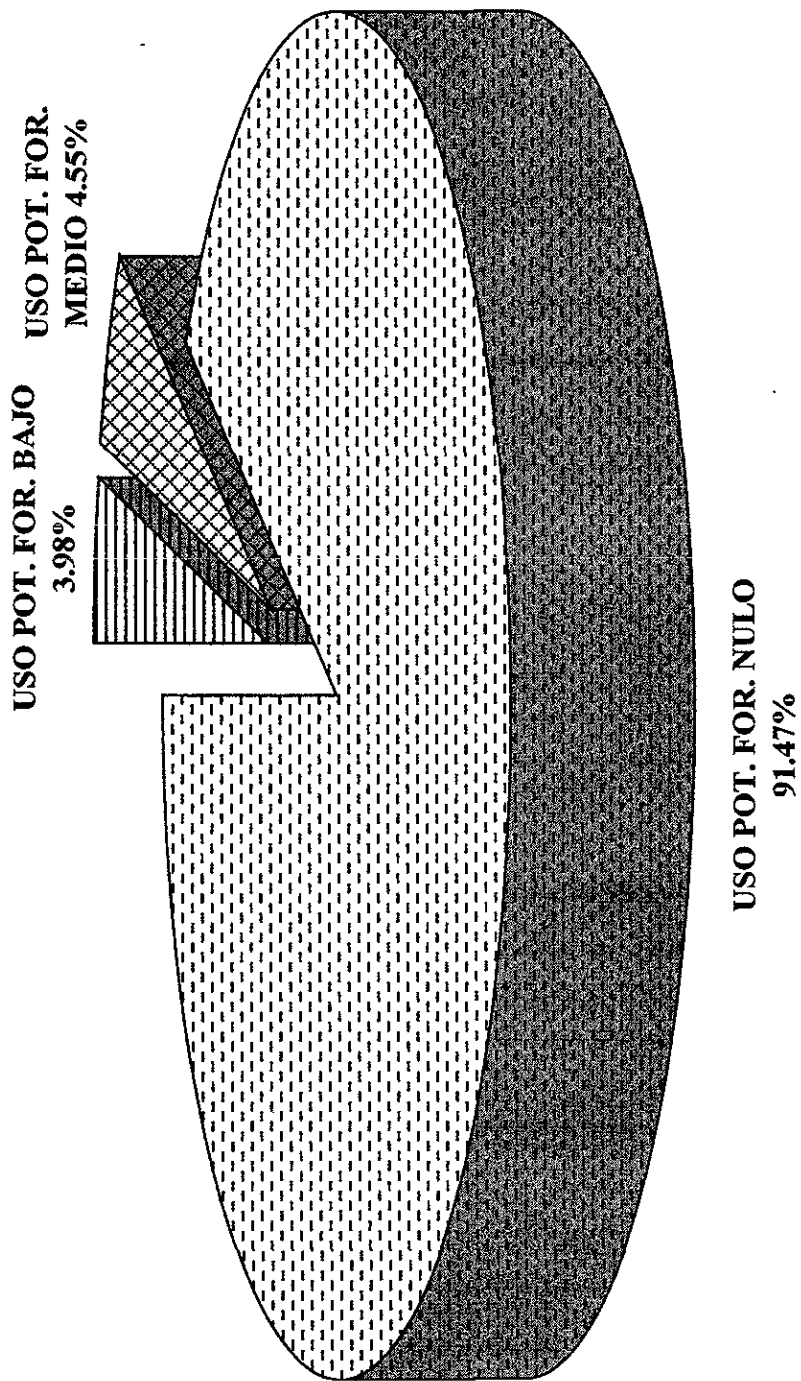
GRÁFICA No 7: ÍNDICE DE CAPACIDAD AGROLÓGICA EN LA CUENCA DEL RÍO ALSESECA

ÁREA DE APERTURA
18.5%



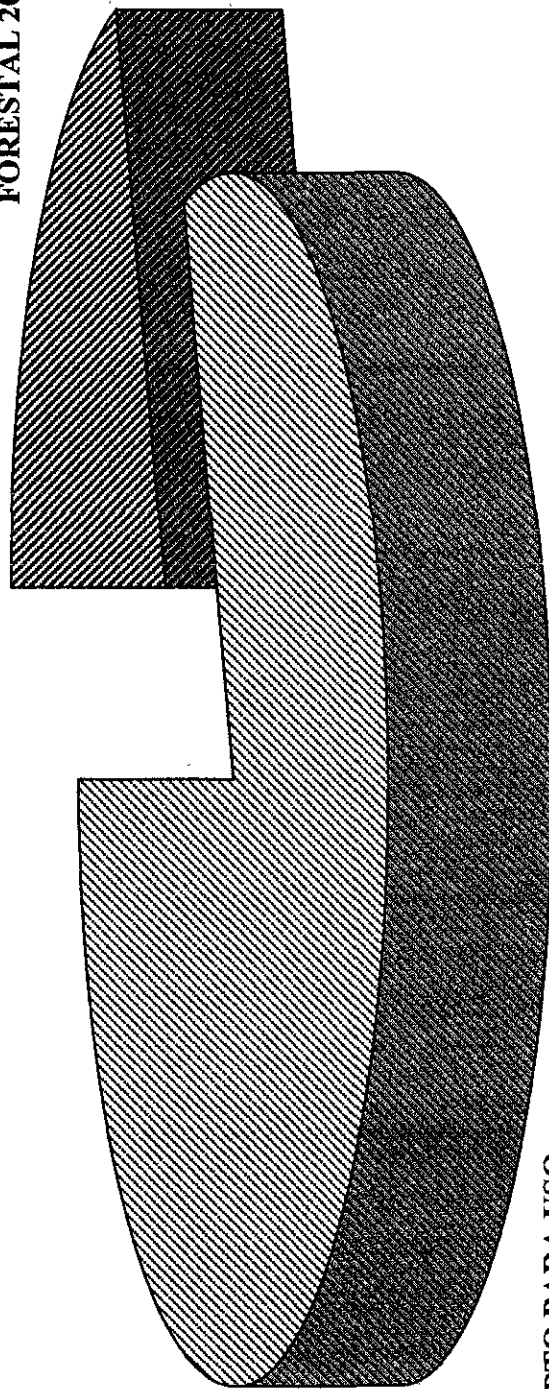
ÁREA SIN
POSIBILIDAD 81.5%

GRÁFICA No. 8: PORCENTAJES DE DETERIORO FORESTAL POR NIVELES



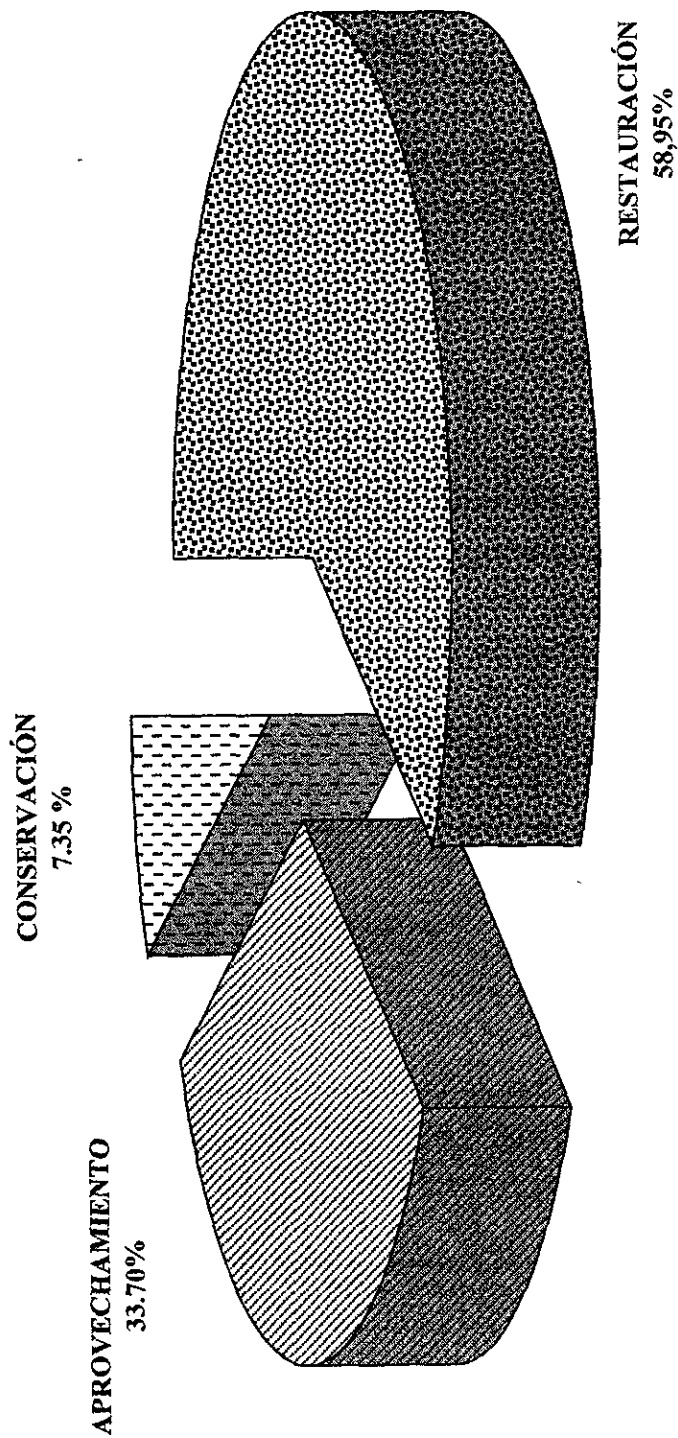
GRÁFICA NO 9: ÍNDICE DE DETERIORO FORESTAL

**APTO PARA USO
FORESTAL 20%**



**NO APTO PARA USO
FORESTAL 80%**

**GRAFICA No. 10: RESULTADOS DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO POR
POLÍTICAS TERRITORIALES**



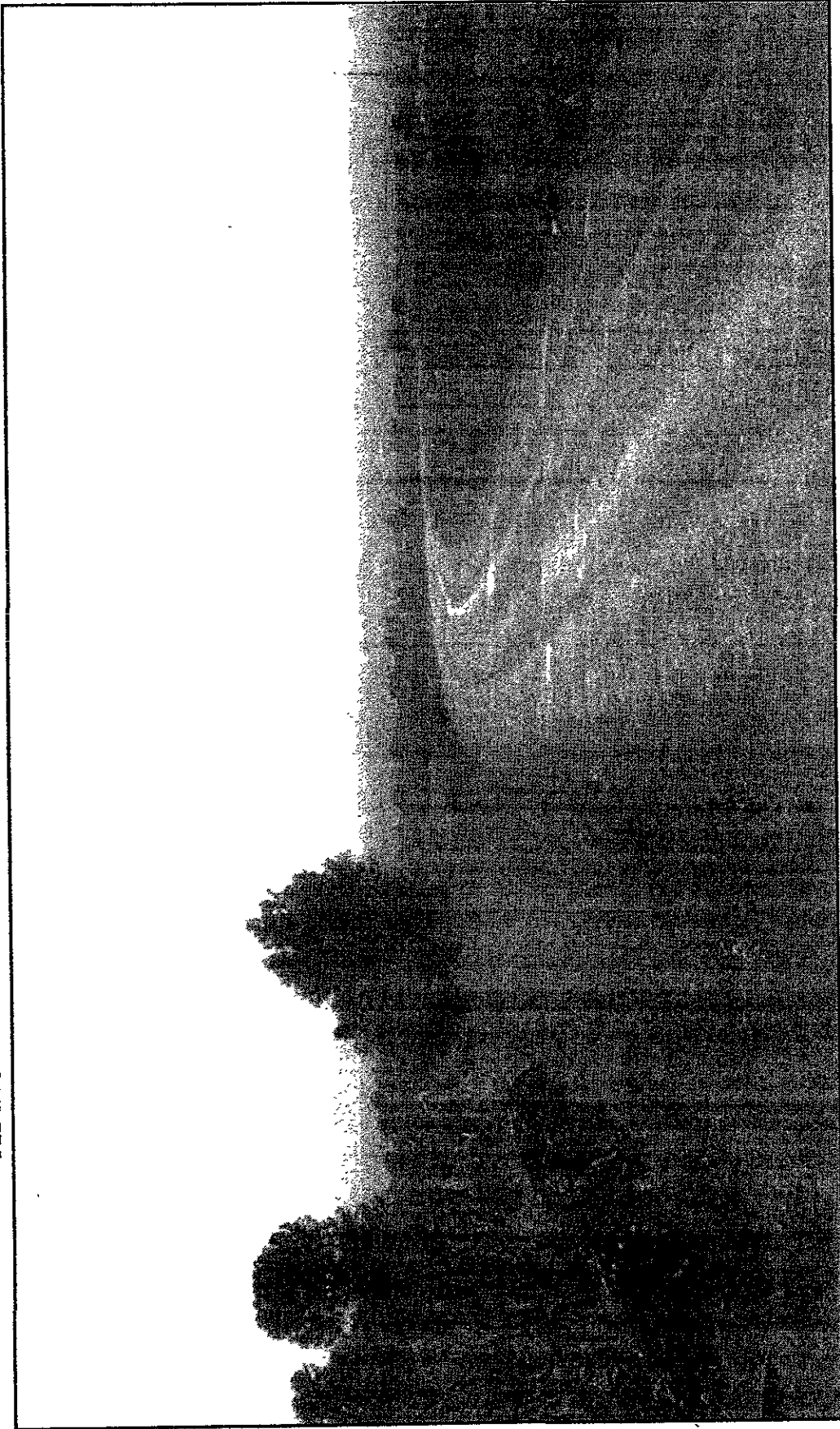
ANEXO 3

Fotografías

FOTO 1: ZONAS EN QUE SE DEBERA APLICAR LA POLITICA DE RESTAURACION



FOTO 3: EN LAS PARTES BAJAS DE LA CUENCA SE DEBERÁ CONTINUAR CON EL APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LOS RECURSOS



**FOTO 4: ZONA DE CAÑADAS PROPIAS
PARA LA CONSERVACIÓN**

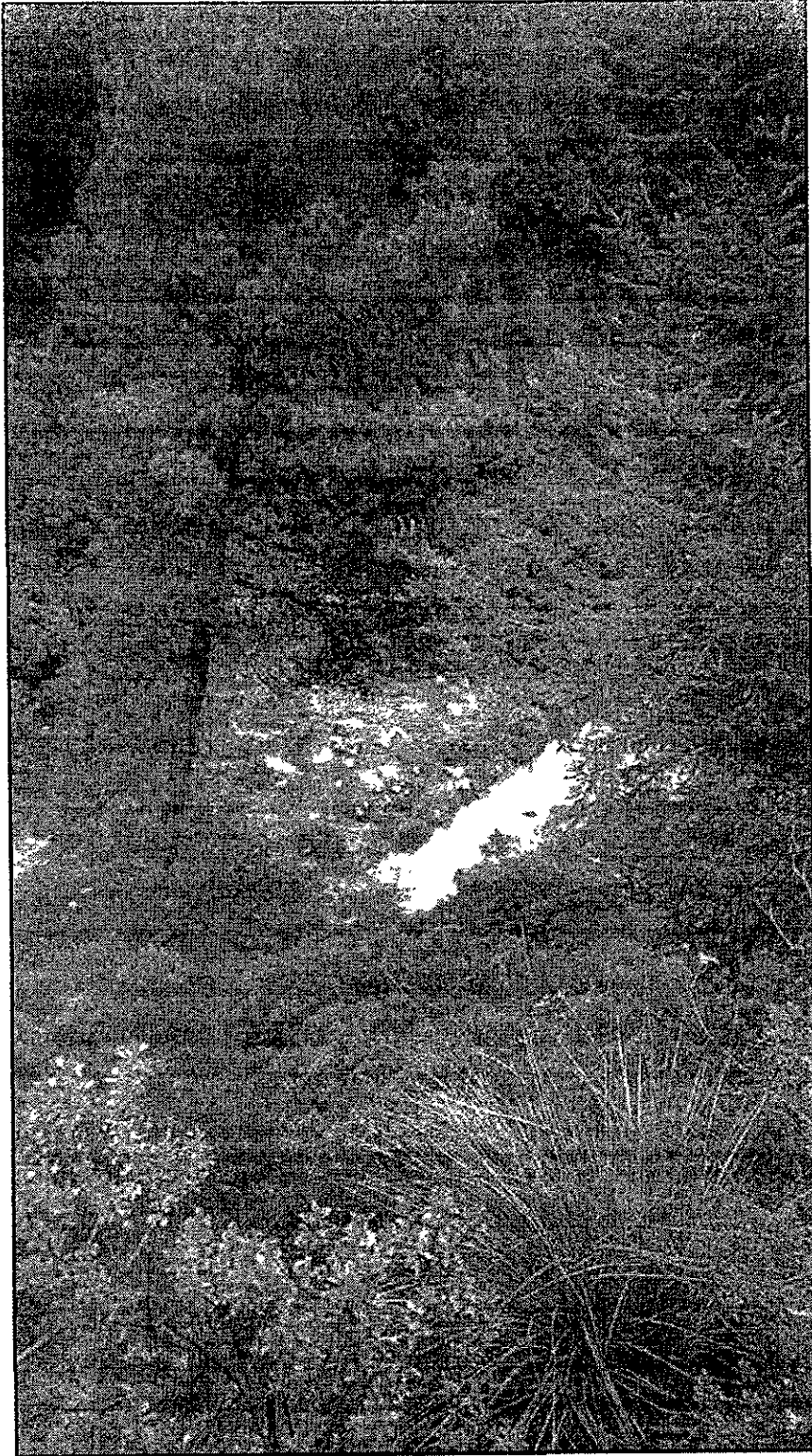


FOTO 5: PARTE ALTA DE LA CUENCA ADECUADAS PARA LA CONSERVACIÓN

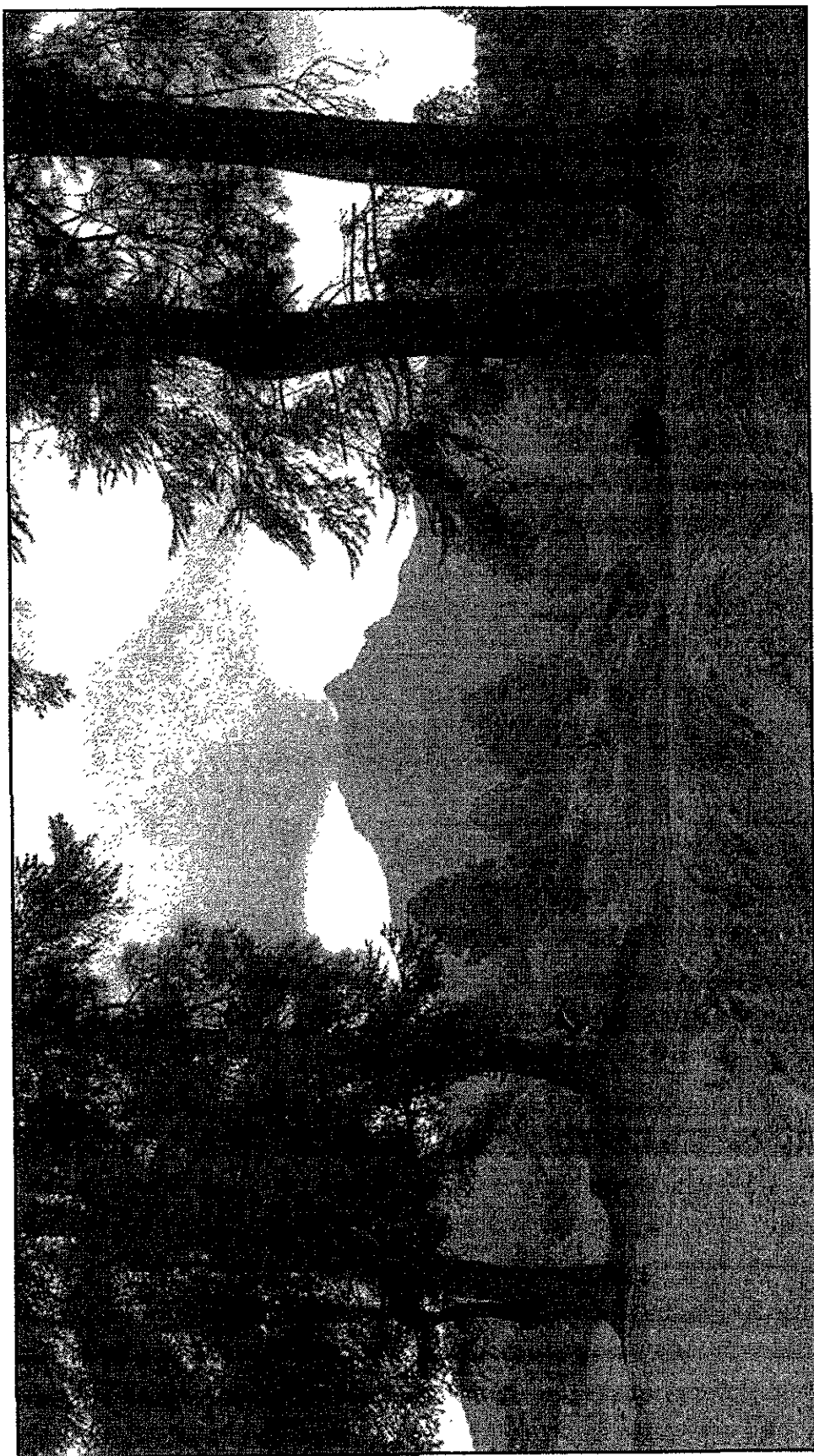


FOTO 6: PANORÁMICA DE LA PRESA VALSEQUILLO

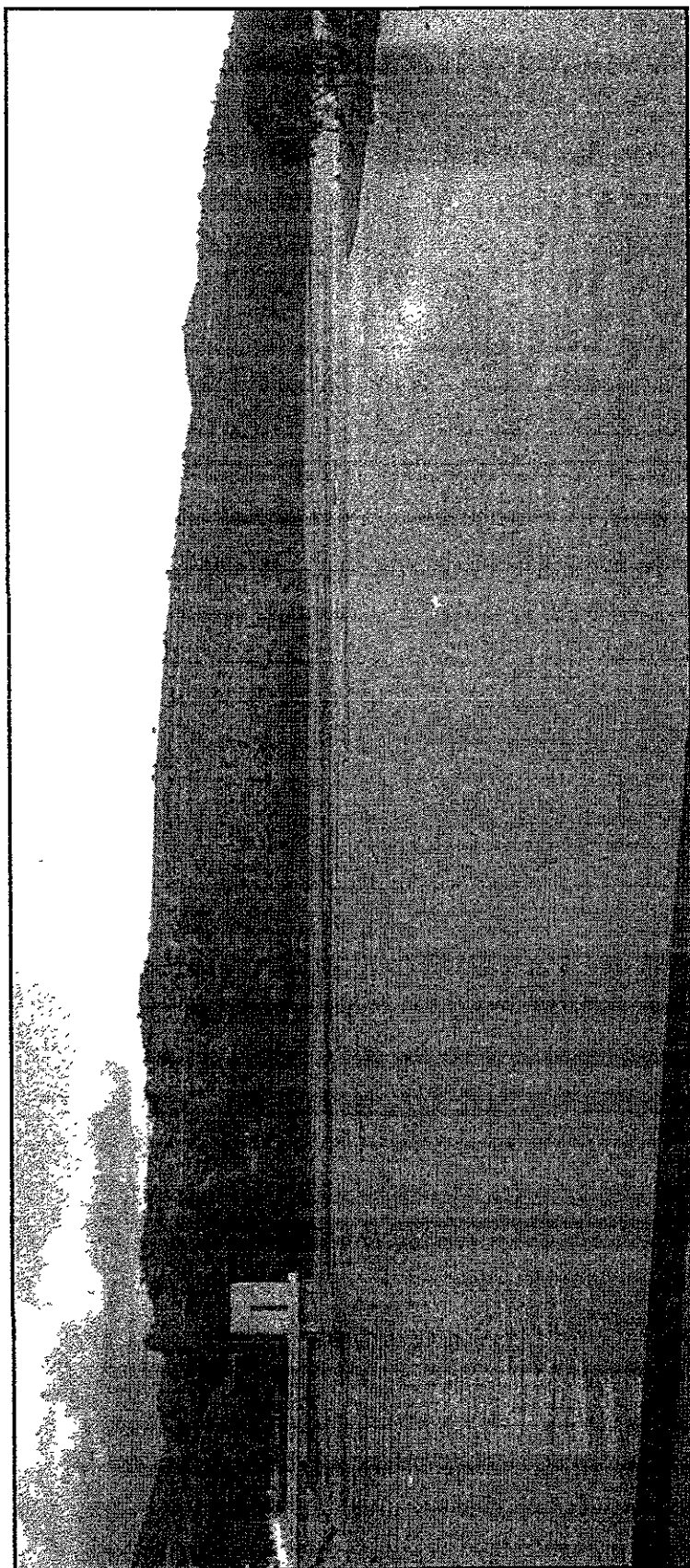
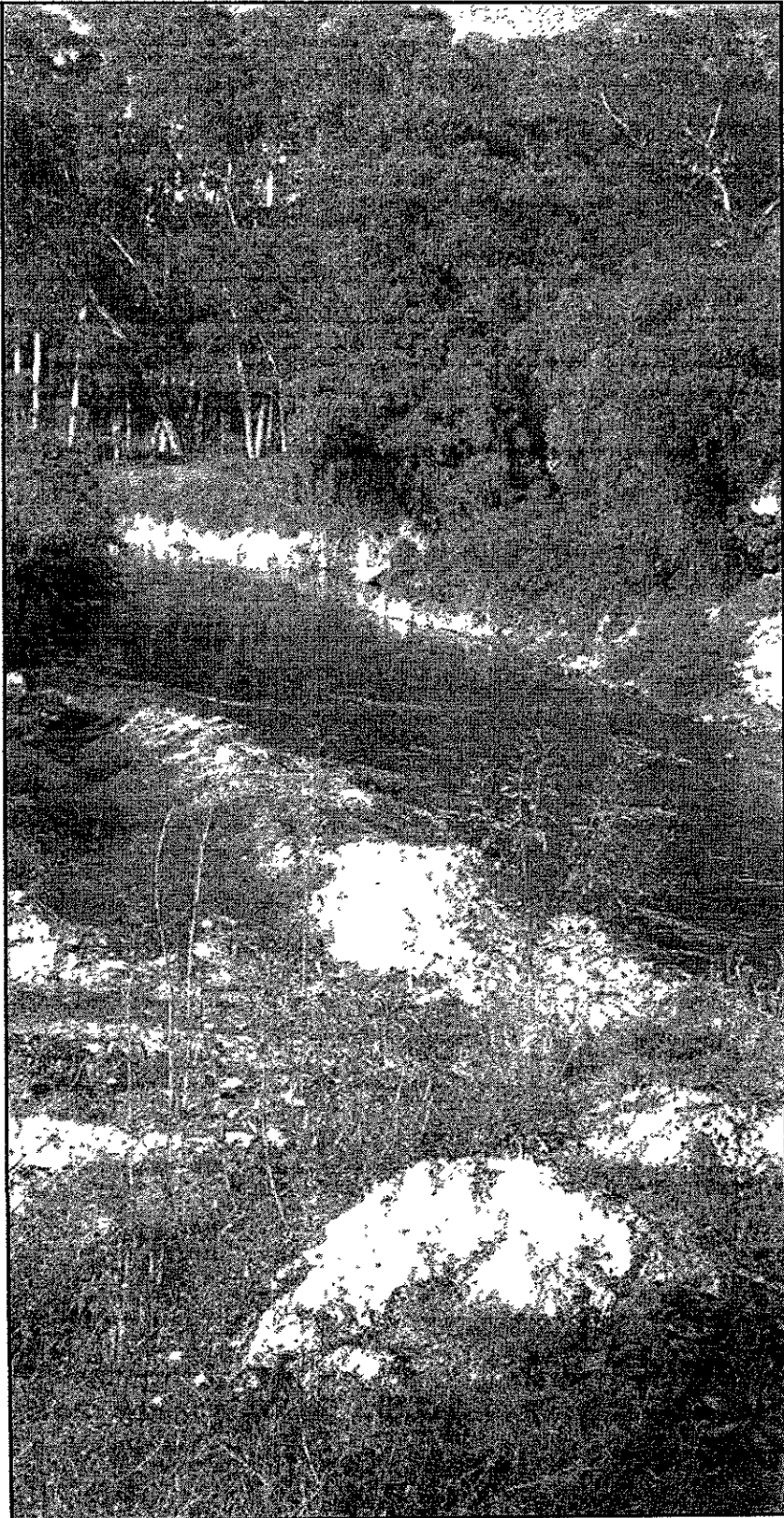


FOTO 7: ASPECTO DEL ARROYO MAZANILLA, EN LA ZONA URBANA DE PUEBLA



FOTO 8: ASPECTO DEL RÍO ALSESECA EN LA ZONA URBANA DE PUEBLA.



**FOTO 9: PROCESO DE ENTUBAMIENTO
DEL RÍO ALSESECA.**

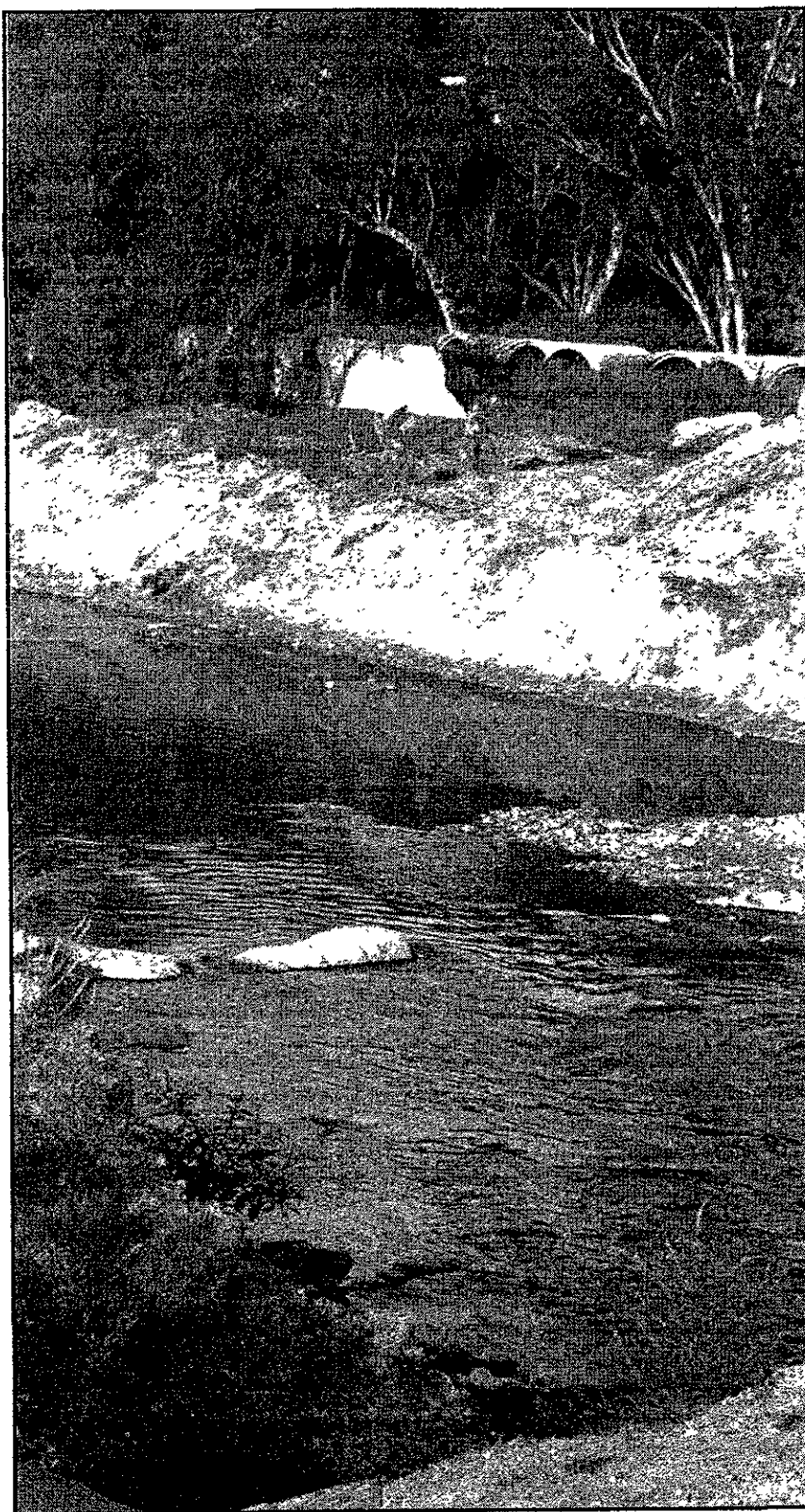


FOTO 10: RECOLECCIÓN DE LEÑA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA



FOTO 11: DESCARGA DE CONTAMINANTES EN EL CAUCE DEL RÍO

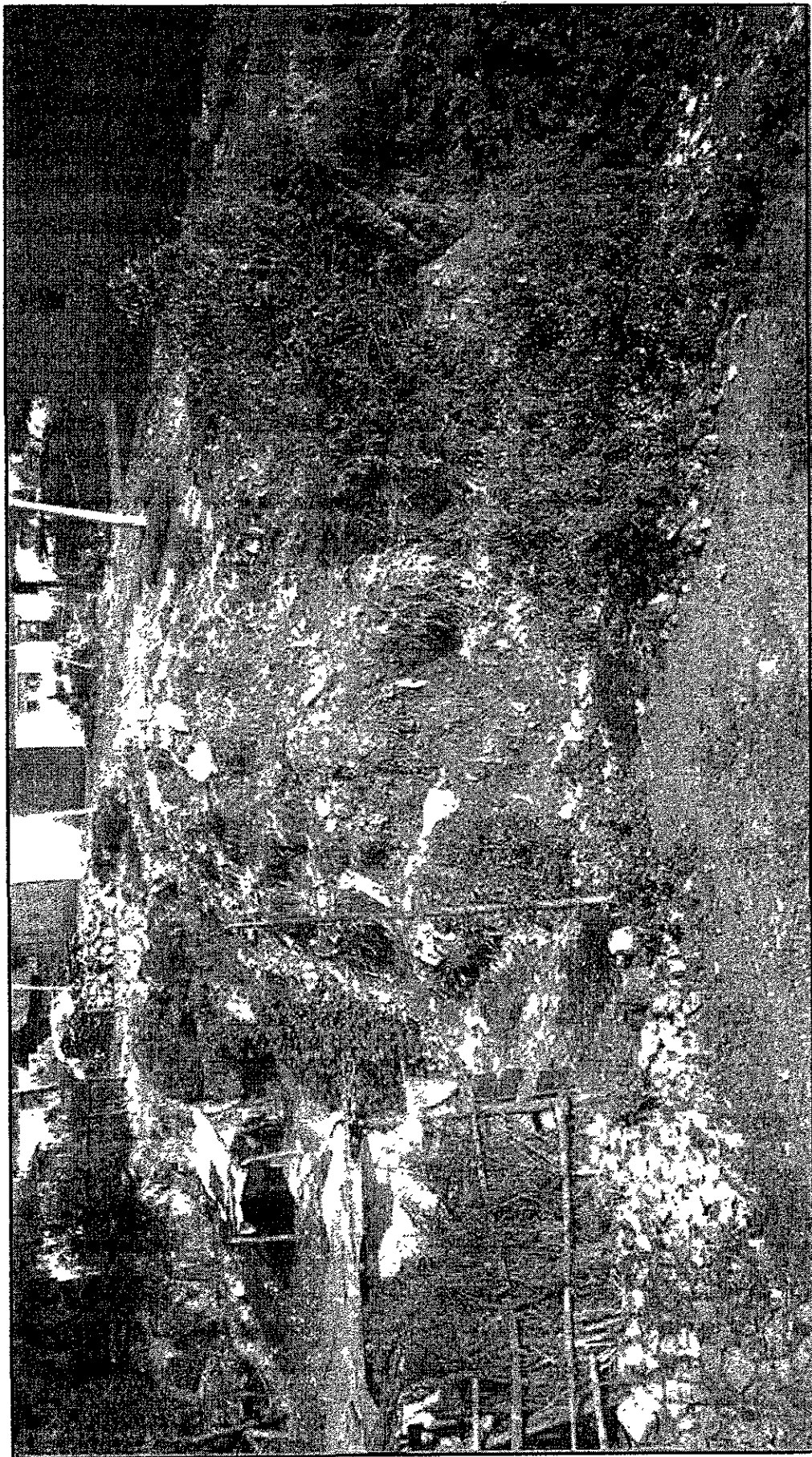
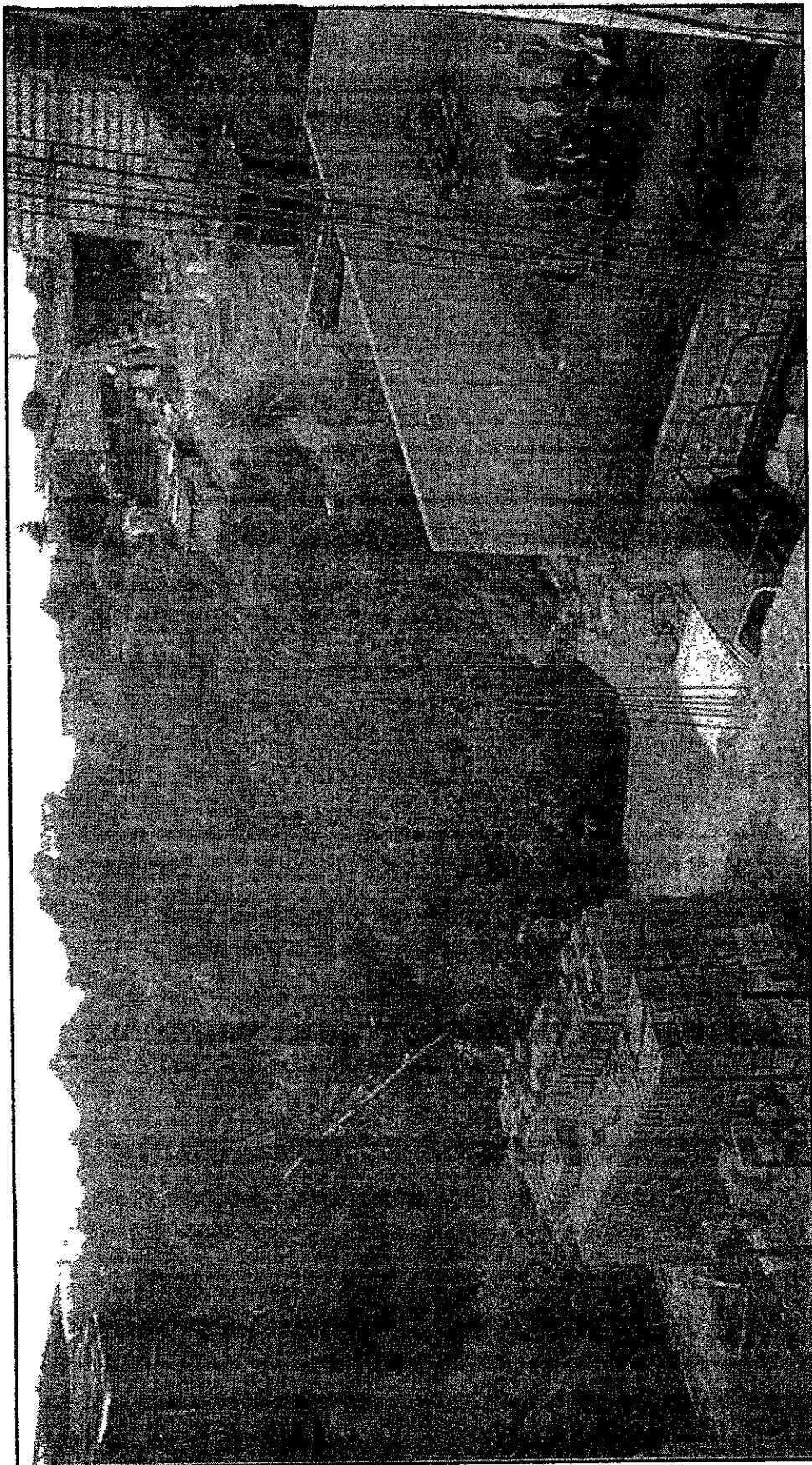


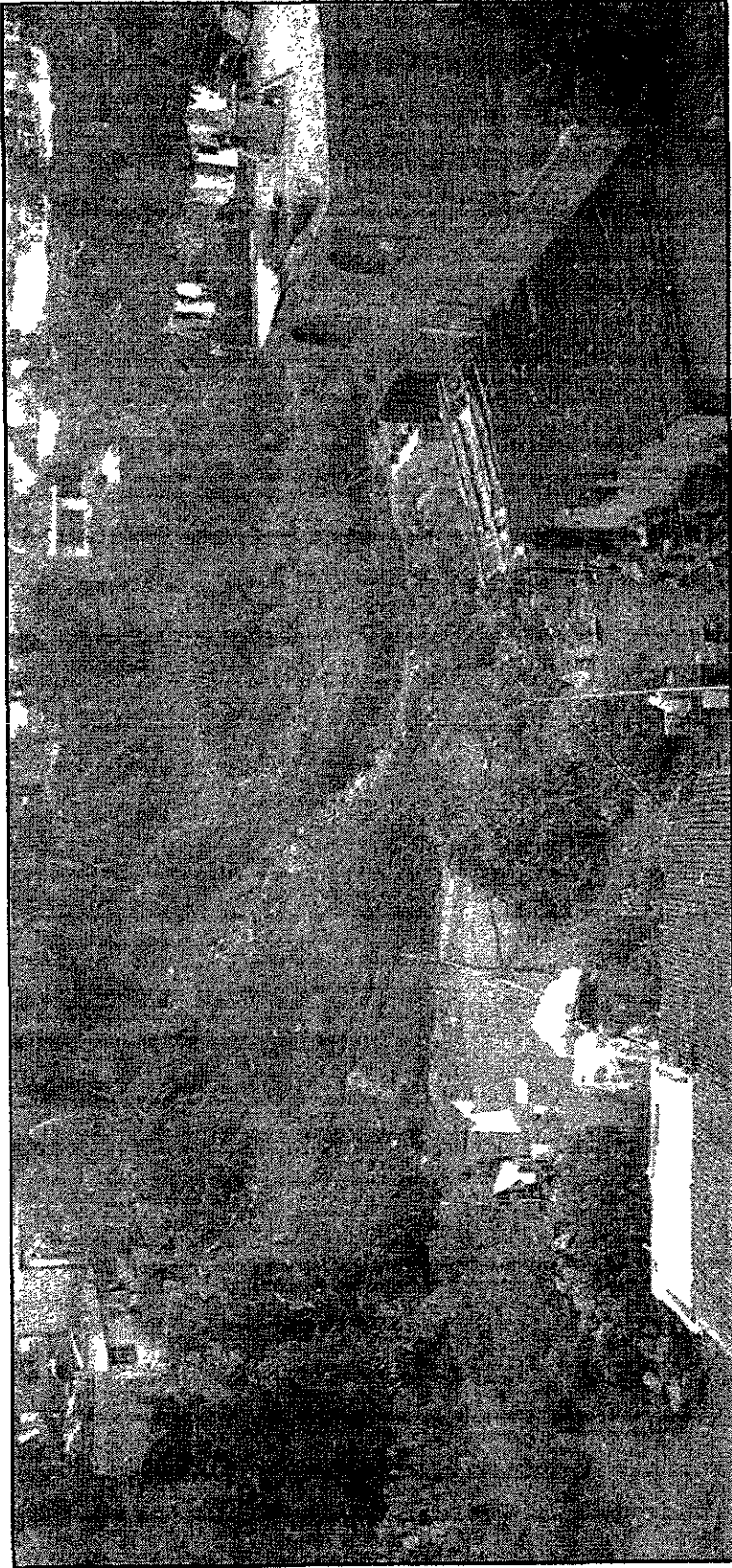
FOTO 12: CONSTRUCCIONES SOBRE EL CAUCE DEL RÍO



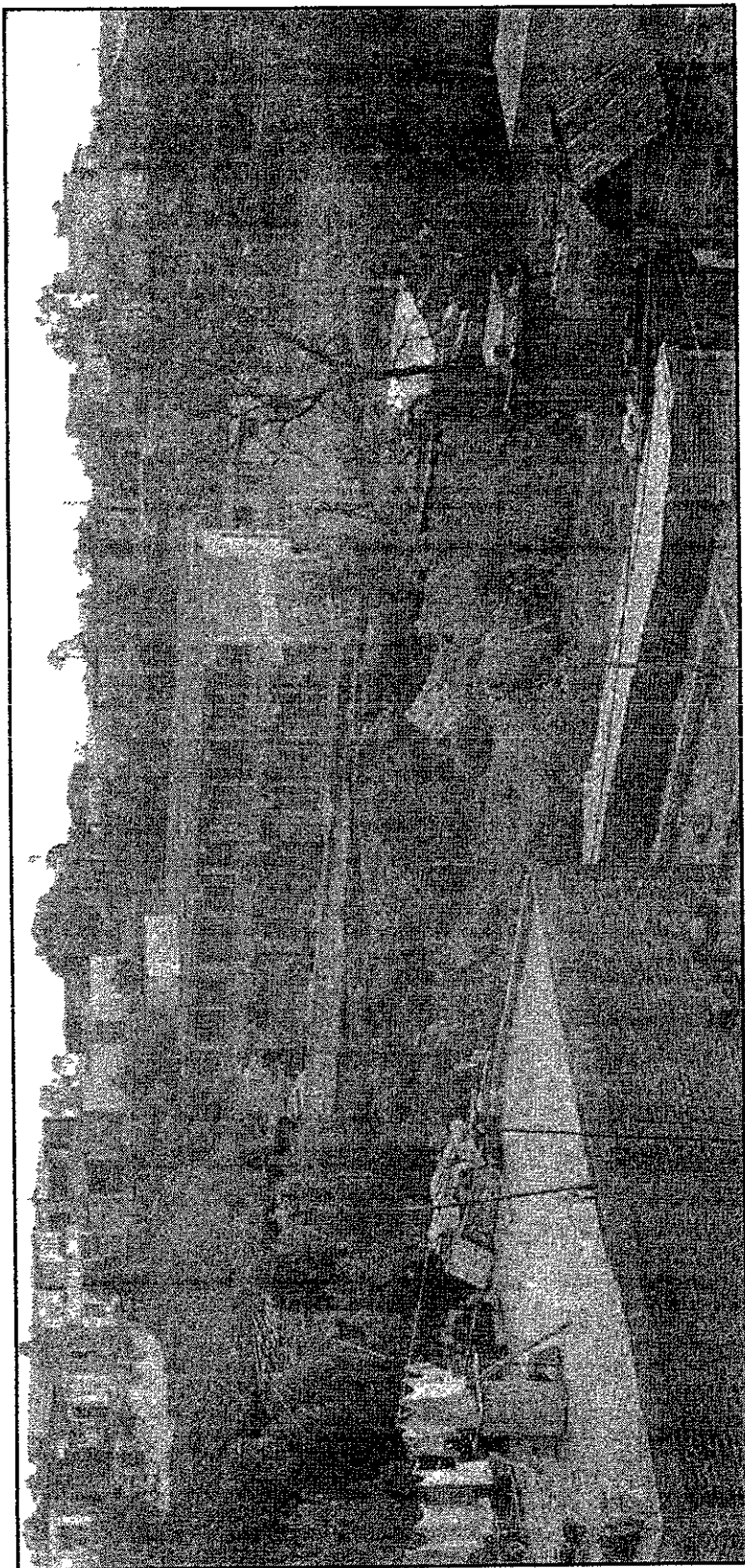
**FOTO 13: PRESENCIA DE LIRIO ACUÁTICO EN EL VASO DE LA PRESA
Valsequillo**



FOTO 14: CRECIMIENTO URBANO EN ZONAS DE ALTO RIESGO



**FOTO 15: PRESENCIA DE UNA ESCUELA, EN ZONAS DE ALTO RIESGO Y DE
BAJO NIVEL DE INGRESO**



ANEXO 4

Listados de Flora y Fauna.

TABLA No. 1: LISTADO DE LA FLORA IDENTIFICADA EN LOS PUNTOS DE AFORO Y MUESTREO EN EL CAUCE DEL RIO ALSESECA

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLÓGICA
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Magüey	Ar
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	Ab
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Fabaceae	<i>Lupinus montanus</i>		H
Fagaceae	<i>Quercus microphylla</i>	Encino	A
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	Encino	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	A
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Pino	A
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacate	H
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Tronadora	Ar
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Hidrophyllaceae	<i>Wigandia urens</i>	Tabaquillo	Ar
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	A
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Moco de guajolote	H
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	Ar
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Girasol morado	H
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Bacín de perro	H
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Huihuilán	Ar.
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	A
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	Ab
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Girasol morado	H
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Ar
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Labiatae	<i>Salvia sp.</i>	Mirto	H
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLOGICA
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	A
Agavaceae	<i>Agave sp</i>	Maguey	Ar
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Fabaceae	<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	A
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rutaceae	<i>Ruta graveolens *</i>	Ruda	H
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	A
Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	Pino	A
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	A
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	H
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	A
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulin	A
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Ar
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	Ar
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozan	A
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	Ar
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Cruciferae	<i>Lepidium sp.</i>	Lentejilla	H

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLÓGICA
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	H
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>	Nabo	H
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora	H
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Maguey	Ar
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>		H
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote	H
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Labiatae	<i>Salvia sp.</i>	Mirto	H
Agavaceae	<i>Agave sp.*</i>	Maguey	Ar
Agavaceae	<i>Nolina longifolia *</i>	Palma de izote	Ar
Cactaceae	<i>Opuntia sp.*</i>	Maguey	Ar
Cannaceae	<i>Canna indica *</i>	Platanillo	H
Cucurbitaceae	<i>cucurbita ficifolia *</i>	Chilacayote	H
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Fabaceae	<i>Erythrina coralloides *</i>	Colorín	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Ligustrum sp.*</i>	Trueno	Ar
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	A
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora	H
Agavaceae	<i>Nolina longifolia *</i>	Palma de izote	Ar
Bambusaceae	<i>Bambusa sp.*</i>	Bambú	Ar
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Lauraceae	<i>Persea americana *</i>	Aguacate	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Eucalipto	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus gunii *</i>	Dolar	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei *</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

• Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLOGICA
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Moco de guajolote	H
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Girasol morado	H
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	A
Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Platanillo	H
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	H
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Ligustrum sp.*</i>	Trueno	Ar
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulin	A
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Moco de guajolote	H
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Girasol morado	H
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	A
Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Platanillo	H
Myrtaceae	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Ligustrum sp.*</i>	Trueno	Ar
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulin	H
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	fresno	A
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote	H
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Poligonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Lengua de vaca	H
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Arrocillo	H
Asteraceae	<i>Chrysanthemum parthenium</i>	Santamaría	H
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	Ar
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce	Ar
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	Ar
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLOGICA
Agavaceae	<i>Nolina longifolia</i>	Palma de izote	Ar
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Maguey	Ar
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Cupressaceae	<i>Cupressus benthamii</i>	Ciprés	Ar
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	A
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Agavaceae	<i>Nolina longifolia</i>	Palma de izote	Ar
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> *	Limón	A
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> *	Ruda	Hr
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	H
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>	Nabo	H
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Durazno	A
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> *	Zapote blanco	A
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> *	Limón	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLOGICA
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Maguey	Ar
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Fabaceae	<i>Erytrina coralloides</i> *	Colorín	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Hidrophillaceae	<i>Wigandia urens</i>	Tabaquillo	Ar
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>		
Bambusaceae	<i>Bambusa sp.</i> *	Bambú	H
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> *	Jacaranda	Ar
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus gunii</i> *	Dolar	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Agavaceae	<i>Nolina longifolia</i>	Palma de izote	Ar
Asteraceae	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate	H
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Ar
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	A
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Durazno	A
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	H
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Cupressaceae	<i>Cupressus benthamii</i>	Ciprés	Ar
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Ar
Fabaceae	<i>Erytrina coralloides</i> *	Colorín	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>	Toloache	H

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLÓGICA
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	A
Myrtaceae	<i>Eucaliptus gunii</i> *	Dolar	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>	Nabo	H
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>		
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Moco de guajolote	H
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	Ar
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote	H
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	Ar
Agavaceae	<i>Agave sp.</i> *	Magüey	Ar
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i> *	Nopal	Ar.
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote	H
Poaceae	<i>Arundo donax</i> *	Carrizo	Ar
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Hierba mora	H
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>	Toloache	H
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	A
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	Ar
Oleaceae	<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno	A

Nota:

A: Arbol

Ar: Arbusto

H: Hierba

* Especie cultivada

CONTINUACION TABLA 1

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FORMA BIOLÓGICA
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal	Ar
Cruciferae	<i>Brassica campestris</i>	Nabo	H
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto	A
Poaceae	<i>Zea mays</i> *	Maiz	Ar
Poaceae	<i>Arundo donax</i> *	carrizo	Ar
Salicaceae	<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón	A
Agavaceae	<i>Agave sp.</i> *	Magüey	Ar
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	Jarilla	Ar
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	Alamo blanco	A
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	A
Agavaceae	<i>Agave sp.</i>	Magüey	Ar
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirul	A
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> *	Alfalfa	H
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	A
Mimosaceae	<i>Mimosa sp.</i>	Uña de gato	Ar
Poaceae	<i>Zea mays</i> *	Maiz	Ar

Nota

A:Arbol

Ar:Arbusto

H:Hierba

* Especie cultivada

TABLA 2: LISTADO DE AVES

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>beryllina</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>violiceps</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus</i>	<i>colubris</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Calothorax</i>	<i>lucifer</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri</i>	<i>thalassinus</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Cyananthus</i>	<i>sordidus</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes</i>	<i>fulgens</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Hylocharis</i>	<i>leucotis</i>
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis</i>	<i>clemenciae</i>
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles</i>	<i>acutipennis</i>
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles</i>	<i>minor</i>
Aves	Passeriformes	Certhiidae	<i>Certhia</i>	<i>americana</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Calcarius</i>	<i>ornatus</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Dendroica</i>	<i>coronata</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Euphagus</i>	<i>cyanocephalus</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Junco</i>	<i>phaeonotus</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Oriturus</i>	<i>superciliosus</i>
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Wilsonia</i>	<i>pusilla</i>
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis</i>	<i>psaltria</i>
Aves	Passeriformes	Muscicapidae	<i>Turdus</i>	<i>migratorius</i>
Aves	Passeriformes	Paridae	<i>Parus</i>	<i>wollweberi</i>
Aves	Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta</i>	<i>pygmaea</i>
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes</i>	<i>ardor</i>
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon</i>	<i>ambiguus</i>

TABLA 3: LISTADO DE MAMIFEROS

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Categoría	Distribución
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>		
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra</i>	<i>longicaudis</i>		
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Taxidea</i>	<i>laxus</i>	Amenazada	No endemica
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus</i>	<i>astutus</i>	Amenazada	Endemica
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus</i>	<i>mexicanus</i>		
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Rhogeessa</i>	<i>gracilis</i>		
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>virginiana</i>		
Mammalia	Insectivora	Soricidae	<i>Sorex</i>	<i>oreopolus</i>		
Mammalia	Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys</i>	<i>merriami</i>		
Mammalia	Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys</i>	<i>umbrinus</i>		
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys</i>	<i>phillipsii</i>	Amenazada	Endemica
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys</i>	<i>phillipsii</i>	Rara	Endemica
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Liomys</i>	<i>irroratus</i>		
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Perognathus</i>	<i>flavescens</i>		
Mammalia	Rodentia	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>auduboni</i>		
Mammalia	Rodentia	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Microtus</i>	<i>mexicanus</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Neotoma</i>	<i>mexicana</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Neotomodon</i>	<i>alstoni</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus</i>	<i>difficilis</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus</i>	<i>levipes</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus</i>	<i>maniculatus</i>	Amenazada	Endemica
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus</i>	<i>melanotis</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontom</i>	<i>chrysopsis</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontom</i>	<i>megalotis</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Reithrodontom</i>	<i>sumichrasti</i>		
Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Sigmodon</i>	<i>sp</i>		
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus</i>	<i>mexicanus</i>		
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus</i>	<i>variegatus</i>		
Mammalia	Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>novemcinctus</i>		

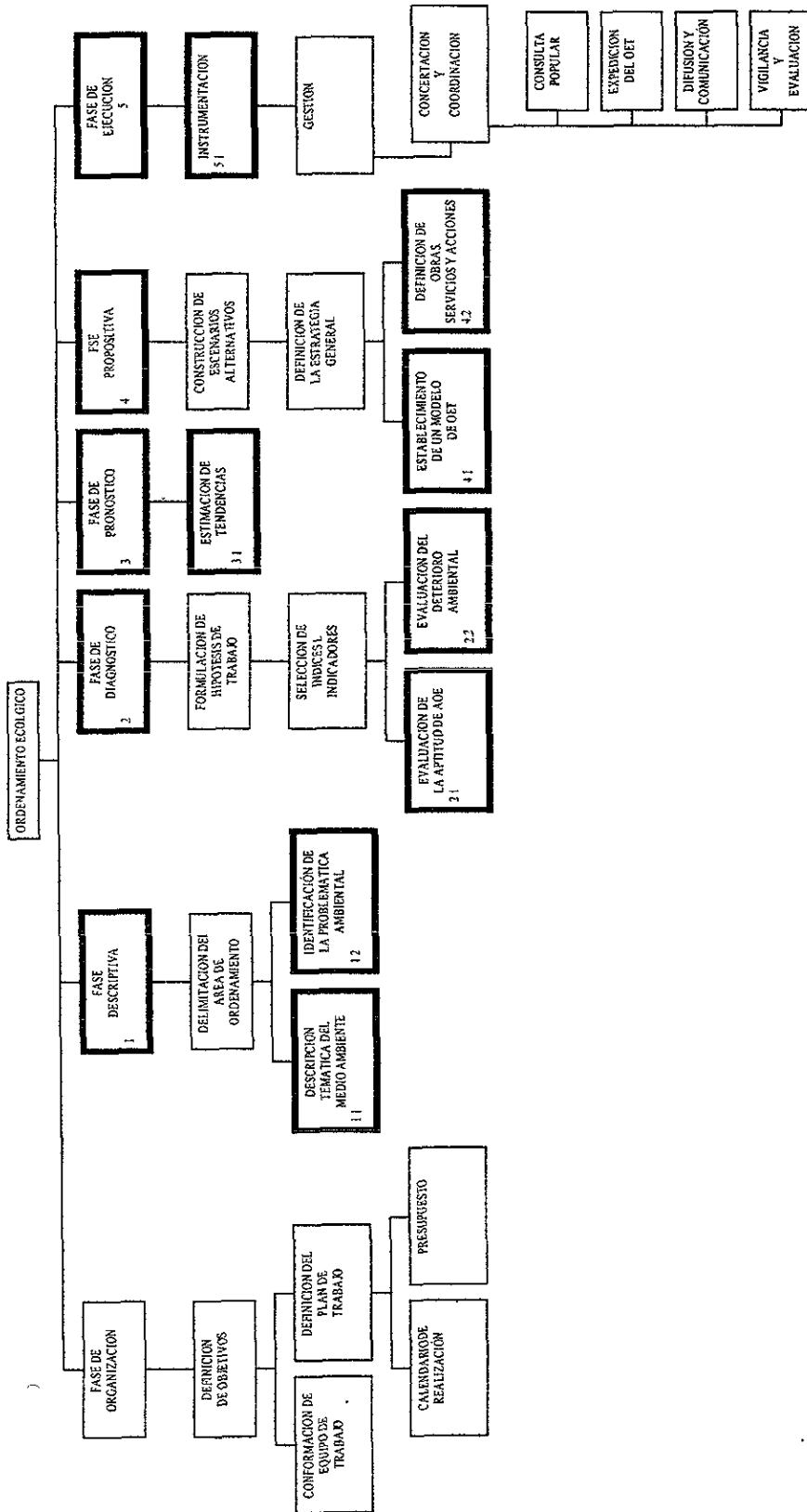
TABLA 4: LISTADO DE REPTILES

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Amphibia	Anura	Bufo	<i>Bufo</i>	<i>compactilis</i>
Amphibia	Anura	Bufo	<i>Bufo</i>	<i>accidentalis</i>
Amphibia	Anura	Bufo	<i>Bufo</i>	<i>vallaceus</i>
Amphibia	Anura	Hyla	<i>Hyla</i>	<i>euphorbiacea</i>
Amphibia	Anura	Hyla	<i>Hyla</i>	<i>eximia</i>
Amphibia	Anura	Hyla	<i>Hyla</i>	<i>picta</i>
Amphibia	Anura	Pelobatidae	<i>Spea</i>	<i>hammondi</i>
Amphibia	Anura	Pelobatidae	<i>Spea</i>	<i>multiplicatus</i>
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>montezumae</i>
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>pustulosa</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Charoptero-trilo</i>	<i>charopterus</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>cephalica</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>gadovi</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>gadovi</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Pseudoeurycea</i>	<i>leprosa</i>
Amphibia	Caudata	Plethodontidae	<i>Thorius</i>	<i>dubitus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma</i>	<i>orbiculare</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>geneus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>formosus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>grammicus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>grammicus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>megalepidauri</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>micronatus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>scularis</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>spinosus</i>
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus</i>	<i>bicarinatus</i>
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophoru</i>	<i>communis</i>
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophoru</i>	<i>costatus</i>
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophoru</i>	<i>mexicanus</i>
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophoru</i>	<i>sacki</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Conopsis</i>	<i>lineatus</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Lampropeltis</i>	<i>triangulum</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Pituophis</i>	<i>deppei</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Sistrurus</i>	<i>ravus</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Sonora</i>	<i>michoacanen</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Tantilla</i>	<i>bocourti</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Thamnophis</i>	<i>chrysocephal</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Thamnophis</i>	<i>eques</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Thamnophis</i>	<i>scularis</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Thamnophis</i>	<i>scularis</i>
Reptilia	Squamata	Viperidae	<i>Toluca</i>	<i>lineata</i>

Anexo 5

Organigramas

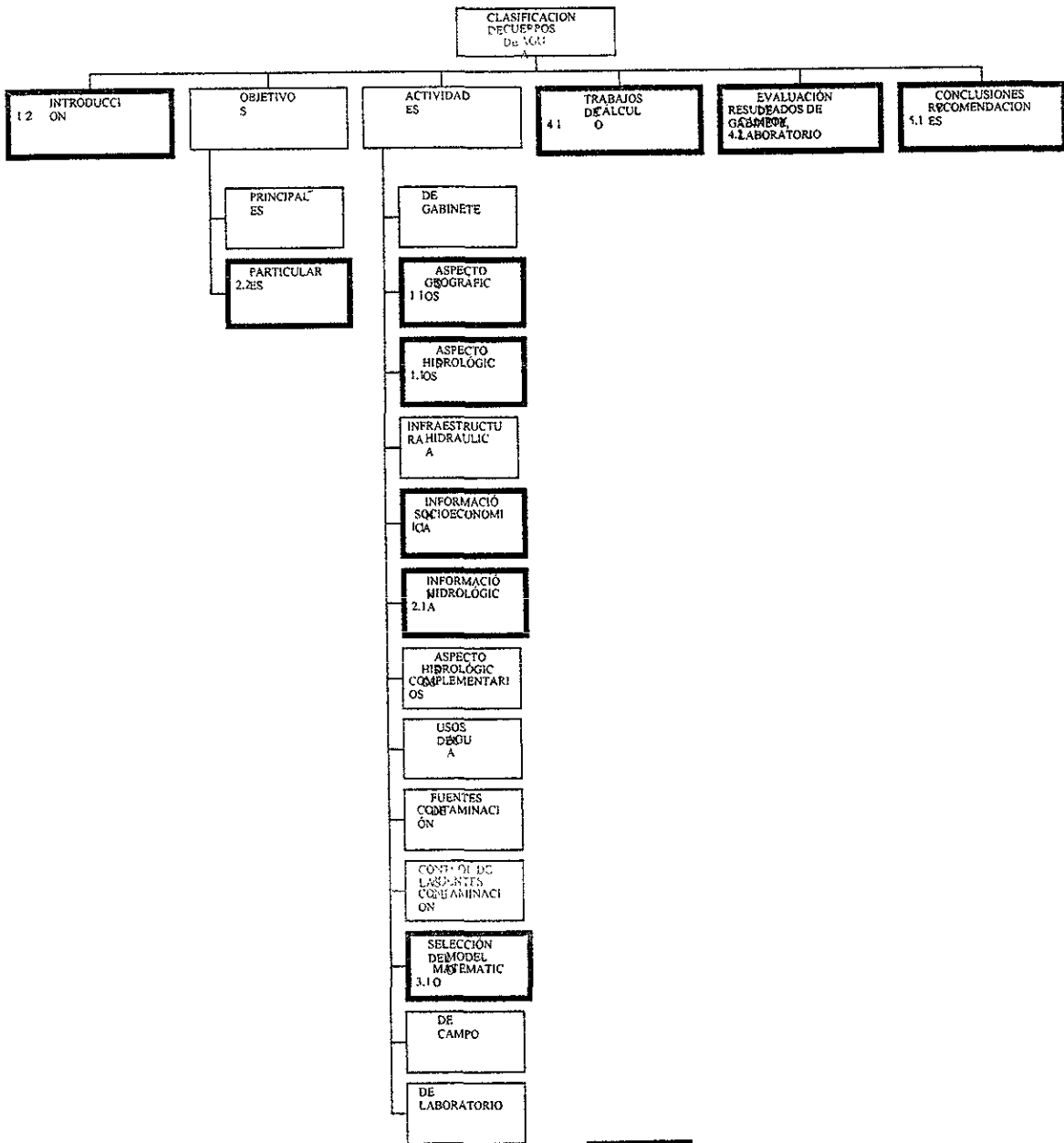
ORGANIGRAMA DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO



FASES Y ACTIVIDADES EQUIVALENTES

1.1

ORGANIGRAMA DE LA CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA



1.1 FASES Y ACTIVIDADES EQUIVALENTES