

199  
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL  
DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE  
LA PRESA Y ZONA DE RIEGO  
"LLANO DE MIXQUIAPAN, HGO."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

ODETTE STERLING PEREZ



México, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1991



## **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 está 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.

## INDICE GENERAL

|  | PAGINA |
|--|--------|
| DEDICATORIA .....  | I      |
| PREFACIO .....   | III    |
| AGRADECIMIENTOS .....  | IV     |
| INDICE GENERAL .....   | V      |
| INDICE DE FIGURAS .....  | VI     |
| INDICE DE TABLAS .....   | VII    |
| RESUMEN .....  | VIII   |
| 1. INTRODUCCION .....  | 1      |
| 2. ANTECEDENTES .....  | 3      |
| 2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO .....   | 12     |
| 2.1.1 OBJETIVO Y JUSTIFICACION .....   | 12     |
| 2.1.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO .....  | 13     |
| 2.1.3 USO DEL SUELO Y TENENCIA DE LA TIERRA .....                                  | 13     |
| 2.1.4 DESCRIPCION DE LAS OBRAS .....   | 15     |
| 2.1.5 DESCRIPCION DE ACCIONES .....  | 17     |
| 3. OBJETIVOS .....   | 24     |
| 4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....   | 25     |
| 4.1 DELIMITACION Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO .....                          | 25     |
| 4.2 CLIMA .....  | 27     |
| 4.3 AGUA .....   | 30     |
| 4.4 GEOLOGIA .....   | 33     |
| 4.5 SUELOS .....   | 37     |
| 4.6 VEGETACION .....   | 40     |
| 4.7 FAUNA .....  | 47     |
| 4.8 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS .....   | 51     |
| 5. METODOLOGIA .....   | 60     |
| 5.1 RECOPIACION DE LA INFORMACION .....  | 60     |
| 5.2 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS<br>AMBIENTALES .....                   | 61     |
| 6. RESULTADOS .....  | 64     |
| 6.1 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS<br>AMBIENTALES .....                   | 64     |
| 6.2 DESCRIPCION DE IMPACTOS .....  | 64     |
| 6.3 MEDIDAS DE OPTIMIZACION AMBIENTAL Y/O MITIGACION<br>DE IMPACTOS ADVERSOS ..... | 75     |
| 6.4 DESCRIPCION DEL AMBIENTE A 10 AÑOS SIN LA<br>REALIZACION DEL PROYECTO .....    | 80     |
| 7. DISCUSION .....   | 83     |
| 8. CONCLUSIONES .....  | 86     |
| 9. RECOMENDACIONES .....   | 87     |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 88     |

## INDICE DE FIGURAS

## PAGINA

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Localización del Proyecto . . . . .  | 14 |
| Figura 2. Obras del Proyecto . . . . .   | 16 |
| Figura 3. Localización de Bancos de Material . . . . .   | 18 |
| Figura 4. Area de Estudio . . . . .  | 26 |
| Figura 5. Cuenca del Río Metztitlán . . . . .  | 31 |
| Figura 6. Hidrología . . . . .   | 32 |
| Figura 7. Geología . . . . .   | 34 |
| Figura 8. Perfil Geológico del Vaso . . . . .  | 36 |
| Figura 9. Topografía . . . . .   | 38 |
| Figura 10. Edafología . . . . .  | 39 |
| Figura 11. Uso del Suelo y Vegetación . . . . .  | 41 |
| Figura 12. Perfil de Vegetación Existente en el Area de Estudio . . . . .  | 43 |
| Figura 13. Diagrama de las Relaciones Existentes en la Trama Trófica del<br>Bosque de Pino-Encino y Encino, Pertenecientes al Area de<br>Estudio . . . . . | 52 |
| Figura 14. Medidas de Optimización Ambiental y/o Mitigación de Impactos<br>Adversos . . . . .  | 76 |

## INDICE DE TABLAS

|  | PAGINA |
|--|--------|
| Tabla 1. Cultivos Propuestos en Base a Estudios Agrológicos para el Proyecto "Llano de Mixquiapan, Hgo." . . . . .   | 21     |
| Tabla 2. Calendario de Actividades del Proyecto "Llano de Mixquiapan, Hgo." . . . . .  | 23     |
| Tabla 3. Datos Climatológicos del Area de Estudio (1976-1986) . . . . .  | 28     |
| Tabla 4. Distribución de la Población por Edad y Sexo en las Localidades del Area de Estudio (1980) . . . . .  | 54     |
| Tabla 5. Distribución de la Población Económicamente Activa en los Tres Sectores de Producción en las Localidades del Area de Estudio (1980) . . . . .                                       | 56     |
| Tabla 6. Número y Porcentaje de Alfabetismo en las Localidades del Area de Estudio (1980) . . . . .  | 58     |
| Tabla 7. Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales . . . . .   | 65     |
| Tabla 8. Resumen de los Posibles Impactos y Medidas de Optimización Ambiental y/o Mitigación de Efectos Adversos en las Diferentes Etapas del Proyecto "Llano de Mixquiapan, Hgo." . . . . . | 81     |

## RESUMEN

Desde 1975 en la localidad "El Paso de Mixquiapan", en el estado de Hidalgo, se planteó la necesidad de construir una presa de almacenamiento y una zona de riego (Proyecto "El Llano Mixquiapan, Hgo.") debido a que las características de precipitación en la región impiden una óptima producción agrícola.

Actualmente dentro de la planeación de este proyecto, se incluye una evaluación de impacto ambiental como requisito indispensable de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual permite efectuar obras de desarrollo en diferentes partes del país, tomando como base el adecuado manejo de los recursos naturales.

Para cumplir satisfactoriamente dicho requisito, en el presente estudio se seleccionaron las técnicas de evaluación cualitativas, las cuales no requieren mediciones detalladas de los parámetros ambientales ni largos periodos de tiempo, de dichas técnicas se consideraron más adecuadas la matricial y la de sobreposición cartográfica dada su sencillez y objetividad en el manejo de datos.

De la identificación y evaluación de impactos realizada se obtiene que los factores ambientales modificados serán el agua, el clima, el suelo, la vegetación, la fauna y los aspectos socioeconómicos, registrándose que los impactos adversos de mayor importancia ocurrirán por la actividad de desmonte sobre la vegetación y por la aplicación de fertilizantes y plaguicidas (en caso de un inadecuado manejo de estos productos); influyendo éstos sobre el agua, el suelo, la fauna terrestre y la salud humana, teniendo en cuenta que se trata de sustancias tóxicas y acumulativas, a fin de mitigar dichos impactos se sugieren como medidas prioritarias, la reforestación y la adecuada utilización de fertilizantes y plaguicidas, para lo cual se refieren algunas publicaciones de apoyo, asimismo se recomienda la opción de métodos biológicos para eliminación de plagas.

El resto de las acciones, producirán efectos adversos poco significativos sobre los factores mencionados, lo cual va de acuerdo con la caracterización ambiental realizada en la que se detectó la escasez del recurso hídrico en la región, pastizales en el área de implementación del proyecto y bosque en las inmediaciones de éste, en el cual los efectos llegarán a tener poca influencia.

Los impactos benéficos más importantes se presentarán durante la etapa de operación de las obras abarcando los factores agua, suelo, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos, tomando en cuenta que los beneficios están enfocados al uso actual del suelo (vegetación comercial) y al desarrollo socioeconómico de la región; en esta etapa que es a largo plazo ya no se presentarán impactos adversos de ningún tipo a menos que exista un manejo inapropiado de las obras construidas y de la zona agrícola.

Por lo anterior se concluye que es conveniente la realización de la obra y se recomienda aplicar y dar seguimiento a las medidas de mitigación y optimización ambiental.

# 1. INTRODUCCION

El desarrollo nacional se sustenta en el aprovechamiento de nuestros recursos naturales para obtener cada vez más y mejores satisfactores; sin embargo el tratar de alcanzar una mejor calidad de vida, constituye pagar un precio invaluable como es el de la alteración al ambiente, en consecuencia el aspecto ambiental pasa a formar parte esencial e integral del desarrollo.

El análisis del ambiente a partir de un estudio de evaluación ambiental, es una de las herramientas dentro de la planeación, que nos permite entender y mantener a los recursos naturales, al contribuir con obras de desarrollo que armonicen con el ambiente.

Considerando la influencia que ha tenido el hombre sobre el ambiente, se han establecido algunas normas y legislaciones, con el fin de lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos. En el caso de México cabe destacar la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Diario oficial de la Federación del 7 de junio de 1988). Uno de los principios de gran utilidad dentro de dicha legislación, es la reglamentación de estudios de impacto ambiental, (en donde oficialmente se denomina Manifestación de Impacto Ambiental), dichos estudios tienen el objetivo de hacer compatible el manejo de los recursos naturales con las actividades de desarrollo realizadas por el hombre, conservando el constante balance del ecosistema; asimismo permiten prever los efectos que la realización de una acción o proyecto puede ocasionar, lo que es posible siempre y cuando exista información suficiente del ecosistema que se verá afectado y de las actividades del proyecto en sí.

El término impacto ambiental, puede definirse como cualquier alteración benéfica o adversa de las condiciones ambientales, causadas por cierta acción o proyecto considerado (Rau y Wooten, 1980), por tanto un estudio de impacto ambiental se refiere a la identificación, evaluación, predicción y descripción de los efectos ambientales a través de algunas técnicas desarrolladas expreso, así como al análisis de alternativas y medidas de mitigación, que permitan minimizar o evitar los impactos adversos e incrementar los impactos benéficos, de acuerdo a las condiciones del sitio en donde se pretenda realizar alguna actividad de desarrollo.

Actualmente en el estado de Hidalgo, dentro del municipio de Omitlán de Juárez, existe un proyecto de infraestructura hidráulica, que permitirá el desarrollo socioeconómico de los habitantes del área circundante. El proyecto "Llano de Mixquiapan, Hgo.", consiste en la construcción de una presa de almacenamiento que será alimentada por el arroyo intermitente Las Conchitas y por los escurrimientos que fluyen durante la época de avenidas, asimismo se considerará el acondicionamiento de una zona de riego, en terrenos que actualmente corresponde a agricultura de temporal.

Estas obras se han proyectado para satisfacer la demanda de agua para el riego de 120 Ha de parcelas durante dos ciclos de producción, dadas las condiciones de precipitación que existen en la zona de estudio.

El estudio de impacto ambiental que aquí se presenta, se llevó a cabo considerando los ordenamientos señalados por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento, la cual se presenta como un gran avance nacional en materia de impacto ambiental, al establecer que la realización de obras públicas o privadas deben prever los efectos y consecuencias sobre el ambiente, asimismo incluye un listado de las materias en las que se enfoca particularmente esta ley (Diario oficial del 28 de enero de 1988).

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de la aplicación de una evaluación de impacto ambiental para el proyecto "Llano de Mixquiapan", coadyuvando así al desarrollo regional y a la obtención de un proyecto más acorde con el ambiente. Las partes que lo constituyen son: un análisis general de las etapas y acciones que comprende el proyecto, lo que incluye construcción y operación de la presa de almacenamiento y zona de riego; la caracterización actual del ambiente en el área de implementación del proyecto y su área de influencia, considerando cada uno de sus elementos: agua, clima, suelo, flora, fauna y aspectos socioeconómicos; la metodología desarrollada para la obtención de información y para el reconocimiento de los efectos provocados por el proyecto; la identificación de impactos ambientales tanto del medio natural como socioeconómicos que pudiera ocasionar la construcción y operación de las obras; la descripción de dichos impactos y del ambiente a 10 años si la obra no se realiza; la discusión del trabajo realizado y finalmente, la proposición de medidas de mitigación de impactos adversos y optimización ambiental factibles de realizar y que contribuyan a eliminar o minimizar los impactos adversos e incrementar los benéficos a fin de mantener o favorecer la estabilidad del ecosistema.

## 2. ANTECEDENTES

La destrucción del ambiente ha existido, desde que el hombre, como un organismo especializado y omnívoro, empieza a utilizar en grandes cantidades los recursos naturales para satisfacer sus necesidades; lo cual, aunado al rápido crecimiento poblacional, a la falta de conocimiento sobre el ambiente, al inadecuado manejo de los recursos y a la ignorancia existente en cuanto a las necesidades de conservación, ha traído como consecuencia la existencia de gran cantidad de tierras sobreexplotadas y abandonadas, conduciendo al desequilibrio de los ecosistemas y al incremento de los fenómenos erosivos, imposibilitando la utilización de dichas tierras.

Pese a lo anterior y a los subsiguientes problemas de deterioro, el tema ambiental se manifiesta hasta principios de siglo, cuando surgen grandes inquietudes en relación a la protección ambiental; de esta manera, en México, se establecen algunos organismos encargados de la administración de los recursos, entre los que se encuentran la Dirección General de Industria en 1842, responsable de las actividades agropecuarias y la Dirección Forestal y de Caza y Pesca de la Secretaría de Agricultura y Fomento en 1918, cuya función fue la de controlar la cacería indiscriminada (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), 1984). Asimismo en otros países también se inicia la inquietud por la preservación ambiental, tal es el caso de la asociación del diseño y la industria en Inglaterra, que durante el decenio de 1930 realizó gúfas de advertencia en cuanto a los cambios que se originaban en el ambiente urbano británico (Barlett, 1988).

Hacia mediados de siglo (1950-1960), se origina un moderno interés ambiental, resultado del crecimiento poblacional y la migración hacia centros urbanos, con lo cual se propicia la creación de tecnologías que junto con el desarrollo industrial, ejercieron una gran presión sobre los recursos naturales (Barlett, *op. cit.*). Esto generó grandes controversias públicas, principalmente en Europa y Estados Unidos, lo que a raíz de la reunión de Estocolmo, con relación al deterioro ambiental y a las inversiones para subsanarlo, obliga a las agencias gubernamentales a decretar una legislación de prevención del medio contra la ocurrencia de impactos adversos (Jain, 1977).

Es así como en 1970, en los Estados Unidos se establece el primer documento de legislación ambiental NEPA (National Environmental Policy Act), otorgando licencias para realizar proyectos con base en una evaluación de Impacto Ambiental, previo a la ejecución de estos. Dicha evaluación ha funcionado hasta nuestros días como un instrumento indispensable en las decisiones con respecto a la implementación de un proyecto.

Por otra parte, el gobierno de México realizó algunos planes de protección ambiental, promulgando en 1971 la Ley Federal para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, siendo éste el primer intento que se aplica ampliamente en el país en cuanto a protección del ambiente (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), 1982a); para 1972 se crea la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, la cual realizó varios planes de conservación (Viscaíno, 1975), su función era la de dirigir,

promover y regularizar la política sobre saneamiento ambiental (Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), 1979). Dentro de esta Subsecretaría se estableció, en agosto de 1978, una Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental (CISA), la cual coordinaba las acciones de todas las dependencias del gobierno federal, a través de 12 subcomisiones y 27 grupos interinstitucionales (SSA, 1978); las dependencias participantes fueron: Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), Secretaría de Marina (SM), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Departamento del Distrito Federal (DDF), Secretaría de Educación Pública (SEP), Departamento de Pesca, Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial (SEPAFIN).

Durante 1977, en la SARH, dentro de la Subdirección de Impacto Ambiental (SIA), se establece el Procedimiento de Impacto Ambiental (PIA) para diversos tipos de obras, con el fin de conducir y formular la política ambiental en el país (SARH, 1982b); a partir de 1979 la SAHOP inicia la realización de estudios ecológicos a nivel estatal, denominados Ecoplanes, cuyo objetivo era el de conocer la problemática ecológica de los estados, para poder determinar las acciones que permitieran el desarrollo urbano sin el deterioro del medio natural y cultural (SAHOP, 1980); durante 1982 se crea la SEDUE, entidad que entre sus actividades incluye la normatividad del Procedimiento de Impacto Ambiental (Ducoing, 1987).

En 1980, cuando la legislación empieza a considerar los conceptos sobre impacto ambiental, se pone en marcha el reglamento de la Ley de Obras Públicas, en la que participan la SSA en coordinación con la SARH, considerando normas y criterios ambientales en relación a los proyectos de obras. Para 1982, entra en vigor la Ley Federal de Protección al Ambiente de la SSA, encargada de cuidar los ecosistemas en peligro de destruirse (SARH, 1982a) y recientemente (junio de 1988) es decretada, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, con su respectivo reglamento en materia de impacto ambiental. Dicha legislación incluye por primera vez la realización de evaluaciones de impacto ambiental previas a cualquier actividad o proyecto, lo cual se indica dentro del artículo 9 fracción XII (Diario Oficial del 7 de junio de 1988).

Los efectos causados por las actividades humanas deben ser evaluados mediante un estudio de impacto ambiental, los cuales son meramente predictivos en cuanto al conocimiento de posibles riesgos ambientales ocasionados por una actividad o proyecto, tomando en cuenta que es más barato prevenir que corregir.

Las metodologías que se han propuesto a la fecha, para la realización de estudios de impacto ambiental, se basan fundamentalmente en la adecuada descripción del ambiente, a partir de la cual se realizará la evaluación; este principio, es independiente del número de puntos a tratar en el estudio, como ejemplo de esto, se tiene la metodología que propone Bojorquez y Ortega, 1989 y que consta de dos fases únicamente: La caracterización ambiental y la predicción y análisis de impactos y la metodología descrita por Canter 1986, que considera ocho puntos en la estimación de impactos: descripción del

proyecto; revisión y análisis de información, leyes y reglamentos; identificación de posibles impactos y alternativas; descripción del ambiente afectado; predicción de impactos; interpretación de los impactos precedidos; identificación y evaluación de las medidas de mitigación y monitoreo del impacto ambiental durante el proyecto.

En México, es considerado oficialmente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, un análisis más estricto denominado Manifestación de Impacto Ambiental; su grado de complejidad depende de la naturaleza del proyecto y del sitio de implementación de éste, lo cual se conoce a través de un informe preventivo que debe presentarse previo a la aplicación de dicha Manifestación, dentro de este ordenamiento, es posible reconocer tres modalidades: La general, la intermedia y la específica, las cuales se incluyen en los artículos 9 a 12 del reglamento a dicha ley. Para el adecuado desarrollo y presentación de estas manifestaciones, la SEDUE ha desarrollado los instructivos correspondientes, los cuales pueden ser consultados en la Gaceta Ecológica del mes de noviembre de 1989.

Cualquier tipo de evaluación de impacto ambiental se basa en un análisis de tipo cualitativo y/o cuantitativo de los cambios ambientales y su relación con el bienestar humano, lo cual se consigue por medio de la identificación, medición e interpretación de los posibles impactos.

Para realizar un estudio de impacto ambiental, es necesario seleccionar algunas técnicas de evaluación; para tal fin, a continuación se mencionan algunos criterios que contribuyen a una adecuada selección (Solano, 1986):

**Integrales.-** Es decir, que engloben las alternativas, criterios y todos los aspectos significativos existentes.

**Aplicables.-** Se refiere a la sencillez de la técnica para poder ser utilizada por un grupo interdisciplinario.

**Descriptivas.-** Las conclusiones a las que se lleguen tendrán que ser lo suficientemente entendibles para inducir a la colaboración pública, lo cual se considera como otro de los criterios en la aplicación de técnicas de evaluación, dada su importancia en la determinación de los resultados finales.

**Flexibles.-** Deben permitir una evaluación previa en cuanto a alternativas y al mismo tiempo admitir, tanto un análisis somero como uno detallado.

**Conmensurables.-** Se refiere a que la técnica deberá tomar en cuenta la medición de los factores ambientales.

**Dinámicas.-** Se manifiesta al considerar en una técnica la duración, magnitud y velocidad de un efecto ambiental a través del tiempo.

Asimismo, Jain 1977, menciona otros criterios de selección, entre los cuales toma en cuenta algunos de los anteriormente mencionados, aunque integrados de otra manera. Dichos criterios se mencionan a continuación:

#### Requerimientos de recursos:

- 1.- Utilización de datos.- La técnica puede usar datos comunes o datos obtenidos de estudios especiales.
- 2.- Mano de obra.- Se refiere al tipo de especialistas requeridos.
- 3.- Disponibilidad de tiempo.- Deberá considerarse cuanto tiempo se necesita para aplicar la técnica.
- 4.- Costos.- Cual será la inversión al usar cierta técnica.
- 5.- Tecnología.- En el uso de la técnica debe de tomarse en cuenta si es empleado algún tipo de herramienta de trabajo.

#### Replicabilidad:

- 1.- Ambigüedad.- Se debe tener en cuenta, si la técnica lleva a cabo un análisis superficial o profundo.
- 2.- Influencia analítica.- Al usar la técnica es importante considerar hasta que punto diferentes análisis pueden producir diferentes resultados.

#### Flexibilidad:

- 1.- Escala de flexibilidad.- Este punto corresponde a que tan aplicable es una técnica a proyectos de diferente tamaño.
- 2.- Rango de aplicación.- Se refiere al tipo de impactos o proyectos para los cuales es útil la técnica.
- 3.- Adaptabilidad de la técnica.- Esto indica hasta que nivel puede ser modificada una técnica para adecuarse a diferentes características ambientales.

Las técnicas de predicción de impactos existentes, difieren en el tipo de datos requeridos y en su grado de objetividad, de tal manera que existen técnicas cualitativas o subjetivas basadas en los conocimientos y el juicio de los interesados, o técnicas cuantitativas u objetivas en las que se considera además de la identificación de los elementos ambientales

más importantes y sus interacciones, la realización de medidas precisas y exactas de los parámetros de dichos elementos (modelos).

Sin embargo dada la poca información básica que existe en cuanto a los elementos de un ecosistema y sus interacciones, las técnicas de evaluación empleadas con mayor frecuencia son las de tipo cualitativo, las cuales requieren de un grupo de especialistas en diferentes áreas ambientales, a fin de tratar de hacer más objetivo el análisis de acuerdo a la información y experiencia que pueda aportar cada uno de los participantes; asimismo las técnicas cualitativas existentes han tenido que modificarse o combinarse para poder obtener resultados más acordes a la realidad ambiental.

La clasificación más aceptada en cuanto a técnicas de evaluación cualitativa, es la propuesta por Warner, 1973 y Warner y Bromley en 1974 y están citadas por SARH, 1981; Jain, 1977; Solano, 1986 y Ducoing, 1987. Las categorías en que fueron clasificadas son las siguientes:

- Ad-hoc.- Consiste en la medición de impactos, considerando sólo la acción modificadora y el área directamente afectada; no se definen parámetros específicos que deben ser investigados.
- Sobreposición Cartográfica.- En esta técnica, se sobreponen un grupo de mapas transparentes (acetatos) con diferentes elementos ambientales, con el objeto de tener una caracterización global del ambiente, en relación con la superficie de ubicación de una acción o proyecto.
- Listas de Verificación.- Se refiere a una lista de elementos ambientales en comparación con los posibles impactos, causados por una actividad humana. Como ejemplos de este tipo de técnica se encuentran:
  - Listados de escala.- Consiste en ordenar a los factores ambientales y a los agentes de impacto, jerarquizándolos cualitativamente, para ello a estos últimos se les asignan valores que pueden ser tanto positivos como negativos dependiendo del impacto que se produzca, el promedio algebraico de dichos valores, proporciona el grado de impacto producido en la zona.
  - Listados de escala y peso.- Constituye una lista de elementos ambientales y una de impactos generados o agentes causales, ordenados por fase del proyecto o tipo de impacto, de estos últimos se debe mencionar como serán medidos y evaluados, lo cual se basa en la aplicación de distintas unidades de impacto ambiental, que surgen de asignar valores a los factores ambientales de acuerdo a su magnitud e importancia.
- Matrices.- Se apoya en una relación de renglones y columnas, las cuales se refieren a un listado de actividades y uno de elementos ambientales potencialmente impactados respectivamente. Ejemplos de esta técnica se mencionan a continuación:

- **Matriz de Moore.**- Se refiere a las actividades relacionadas con la manufactura de bienes y productos, cuyo análisis de impactos se basa en los usos que el hombre hace del ambiente. Esta matriz se encuentra integrada por cuatro aspectos: Manufactura y actividades relacionadas; alteraciones ambientales potenciales; principales efectos ambientales y usos humanos afectados. Esta técnica también considera dos niveles de impactos referentes a daños potenciales causados por las actividades y magnitud del deterioro potencial de los usos humanos. La evaluación se realiza otorgándole una calificación a cada nivel de impactos de acuerdo con la siguiente escala: Despreciable, bajo, moderado o alto.
- **Matriz de Sorensen.**- Está diseñada para evaluar impactos de actividades desarrolladas en zonas costeras. Se trata de una matriz escalonada que considera los elementos del proyecto; factores causales y elementos alterados, dentro de éstos se toma en cuenta su condición inicial, su mecanismo de cambio, su posible condición final y las medidas correctivas potenciales. El uso de la matriz se basa en la relación entre un elemento del proyecto y un factor causal, que a su vez se interrelaciona con un elemento del ambiente que pueda verse afectado.
- **Redes de Eventos.**- Es un diagrama de flujo en donde se incluye una asociación entre causa-condición- efecto, el cual permite la identificación de impactos acumulativos o indirectos. Se puede considerar como una extensión del uso de las matrices.

En cuanto a técnicas cuantitativas, se han desarrollado diversos modelos matemáticos, que relacionan a los factores ambientales de un ecosistema, para conocer el funcionamiento de éste y su reacción ante un efecto externo, cabe señalar que dada su objetividad, estos modelos consideran además la medición de parámetros ambientales, tomando en cuenta que las condiciones del medio cambian de un sitio a otro, los modelos sólo pueden ser aplicados a los problemas y ecosistemas para los que fueron diseñados.

Los cuatro tipos de modelos que reporta Canter 1986, son:

- **Modelos regresivos.**- Se refiere a predecir la calidad del ambiente de acuerdo a la cantidad de contaminantes emitidos, ya que esto es considerado como una relación directamente proporcional.
- **Modelos de mezclado simple.**- Define que la concentración de un contaminante uniformemente mezclado es igual a la cantidad emitida por el tamaño de la unidad receptora.
- **Modelos de dispersión estado-constante.**- Predice un efecto ambiental de tipo constante.
- **Modelos matemáticos complejos.**- Se apoyan en soluciones computarizadas que requieren gran cantidad de datos (modelos probabilísticos o estocásticos).

Este mismo autor describe tres técnicas de reconocimiento que también pueden ser incluidas dentro de las de tipo cuantitativo y se refieren a las siguientes:

- **Técnicas de inventario.**- consideran la cuantificación de receptores que pueden verse afectados por alguna actividad y utilizan un índice basado en el número de receptores para evaluar el efecto producido.
- **Técnicas de evaluación.**- Constituyen una determinación del valor del factor ambiental que será alterado por cierta actividad y realiza una evaluación a través de un índice relacionado con las características del ambiente.
- **Técnicas de visibilidad.**- determinan el sitio en el cual se realizará una actividad, utilizando para ello un sencillo reconocimiento en campo; esta técnica requiere de programas computarizados con grandes requerimientos de datos.

Los criterios de identificación, medición e interpretación de los impactos ambientales, están íntimamente ligados a la técnica de evaluación utilizada, por lo tanto también pueden ser una herramienta para la selección de dichas técnicas.

#### Criterios de identificación:

- 1.- **La identificación debe ser íntegra.**- Lo cual se logra al tomar en cuenta un rango completo de impactos.
- 2.- **Específica.**- Se refiere a la identificación de parámetros ambientales.
- 3.- **Debe considerar impactos aislados del proyecto.**- Es decir que se deben identificar los impactos del proyecto distinguiéndolos de los impactos ambientales producidos por otras causas.
- 4.- **Incluir los aspectos de aparición y duración de los impactos.**- Se relaciona a la identificación de impactos en la etapa de construcción y operación.
- 5.- **Finalmente la identificación requiere fuentes de datos.**- Deben indicarse los datos que fueron empleados en la identificación de los impactos.

#### Criterios de medición:

- 1.- **Deben tomarse en cuenta indicadores explícitos.**- Se refiere a unidades de medida específicas que se utilizan en la valoración de impactos.
- 2.- **Es importante considerar la magnitud de los impactos.**- deberá considerarse que la técnica utilizada haga una distinción de los impactos significativos.

- 3.- La medición tiene distintos grados de objetividad.- Es decir, que puede llevarse a cabo objetiva o subjetivamente.

#### Interpretación de impactos:

- 1.- Debe interpretarse su significancia.- Es decir la trascendencia de impactos en una escala local, regional y nacional.
- 2.- Empleo de criterios explícitos.- Se refiere al establecimiento de criterios o hipótesis para determinar impactos significativos.
- 3.- Consideración de la incertidumbre.- Significa la estimación del grado de confiabilidad de los impactos significativos detectados.
- 4.- Nivel de riesgo.- Identificación de algún impacto con baja probabilidad de ocurrencia, pero con alto potencial de daños.
- 5.- Comparación de alternativas.- Para cumplir con este criterio es importante utilizar una técnica que permita analizar diferentes opciones de la actividad o proyecto en cuestión.
- 6.- Agregación.- Una técnica puede proveer un mecanismo para añadir información al medir e interpretar impactos.
- 7.- Intervención pública.- Se requiere un medio de participación de la población involucrada, en la interpretación de los impactos significativos ocasionados por una acción o proyecto.

Por otra parte, es de interés mencionar que han existido desde los años 70's un gran número de estudios y tratados sobre impacto ambiental, principalmente en las oficinas de gobierno y centros de investigación (Tesis de Biología y Geografía):

Dentro de las primeras se puede encontrar al "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Riego Tapachula, Chis." (SARH, 1984a), en donde se realiza una identificación y evaluación de impactos, provocados por la instauración de una Zona de Riego de 1182 Ha y se considera que las acciones de desmonte, despalme, excavación, subsuelo, fertilización y aplicación de insecticidas y herbicidas, son las que mayores impactos adversos ocasionarán.

Entre las tesis, puede mencionarse la de "Impacto Ambiental Introducción al Panorama en México" (Ducoing, 1987), la cual trata del análisis de los aspectos que tratan algunos estudios de impacto ambiental, en los que el autor califica más estrictamente la presencia de conclusiones en los trabajos, ya que los considera como un aspecto indispensable para la toma de decisiones en cuanto a la implementación de cualquier proyecto; asimismo se observó que la mayoría de los estudios terminan con la etapa de operación del proyecto y muy pocos continúan con el seguimiento.

Existen también publicaciones eventuales como son las memorias del Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Puebla, 1986, dentro de la cual Solano, A. presenta una ponencia acerca de las técnicas de impacto ambiental, donde se menciona la carencia de técnicas "ideales" para identificar y evaluar los impactos y como se ha tratado de superar esto para obtener resultados más objetivos.

En las memorias del Congreso del mismo nombre, celebrado en Queretaro, 1988, Olivera, B.R. y Limón, F.J.R. participan con el estudio "Consideración del Aspecto Ambiental en el Desarrollo del proyecto de la Carretera Morelia-Salamanca", en el cual se tomaron tres alternativas que consideraban al aspecto ambiental, dos de ellas proponían la ampliación de la carretera, mientras que una, contemplaba su aprovechamiento sin ninguna modificación. Se concluyó que uno de los proyectos de ampliación provocaría menos disturbios ambientales, ya que consideraba estructuras fuera de las poblaciones y lagunas importantes, contribuyendo a su vez al acelerado desarrollo regional.

Asimismo en las memorias del VI Curso y Simposio Internacional Sobre Biología de la Contaminación (UNAM, 1990), se presentaron varios trabajos de impacto ambiental, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

Duran, D., Vargas, V. y Cisneros, C. expusieron el trabajo denominado "Impacto de la Contaminación Atmosférica Sobre la Vegetación de Musgos Epífitos en la Ciudad de México", en el cual se concluye que la contaminación en la atmósfera promueve la desaparición gradual de las poblaciones de musgos.

Palacios, E. et al. realizaron el estudio Efecto de la Contaminación por Diversas Fuentes Sobre la Estructura de las Comunidades de Macroinvertebrados Bentónicos en el Río Tunal, Dgo., en el que a través del análisis de agua, organismos y sedimento, se obtuvo que la contaminación por diversas fuentes, principalmente efluentes industriales y municipales, ejercen un impacto negativo en la estabilidad de los macroinvertebrados bentónicos, favoreciendo la presencia de predadores e impidiendo el crecimiento de productores primarios.

Con relación al área de estudio del presente trabajo, se puede mencionar que la localidad "El Paso Mixquiapan", Hgo., fue decretada como ejido por resolución presidencial, en octubre de 1935, cubriendo una superficie de 478 hectáreas; de las cuales, 439 fueron destinadas a los ejidatarios y 39 eran de agostadero.

Para marzo de 1938, se incorporan 232 hectáreas sumando un total de 710, de ellas 84 pertenecieron a agricultura de temporal, 39 a agostadero y 587 a pasto cerril, adecuadas para agostadero.

A la fecha existen 710 hectáreas de terrenos ejidales, de los cuales se utilizan 150 para cultivos de temporal y 560 de agostadero. Sin embargo, la actividad prevaleciente en la zona ha sido la agricultura de temporal y por tanto de ella han dependido las condiciones de vida de los habitantes.

Dados los problemas en cuanto al ciclo anual de lluvia en la región, el cual impide el establecimiento de los períodos de cultivo deseados por los campesinos, en septiembre de 1974 las autoridades del ejido presentaron, a la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, una solicitud de construcción en relación a una presa de almacenamiento y una zona de riego (SARH, 1984b).

De esta manera se inician los planes de obra y actualmente junto con ellos se está llevando a cabo, por parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el análisis de impacto ambiental correspondiente, con el fin de implementar el proyecto evitando el deterioro ambiental y optimizando las bondades de la obra.

De los trabajos precedentes que se han realizado en el área de estudio, sólo existe el correspondiente al de factibilidad técnica y económica del proyecto que aquí se trata.

## 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A fin de conocer los detalles del proyecto, se efectuó una visita a la Residencia de Programas, Estadística e Informática, ubicada en Mixquiahuala, Estado de Hidalgo, en donde se solicitó el expediente y los planos correspondientes a dicho proyecto. (SARH, 1984b).

### 2.1.1 OBJETIVO Y JUSTIFICACION

El proyecto "Llano de Mixquiapan, Hgo.", consiste en la construcción de una presa de almacenamiento y el acondicionamiento de una zona de riego de 120 hectáreas, las cuales corresponden a 45 familias y a una parcela escolar.

Cabe señalar que por el momento no se han programado ampliaciones a futuro o proyectos relacionados con éste.

El objetivo principal de este proyecto, es el de obtener una mayor producción agrícola para el autoconsumo de la región, apoyando al mismo tiempo al desarrollo socioeconómico de ésta y al de las poblaciones aledañas, al comercializar hacia las ciudades de Huasca y Pachuca los productos agrícolas que se obtengan.

Por una parte el proyecto resolverá los problemas de agua para riego, asegurando dos ciclos de cultivo anual: Primavera-verano y otoño-invierno y por la otra generará un mayor número de empleos, tanto temporales en su etapa de construcción como permanentes en sus etapas de operación y mantenimiento; así mismo el embalse también podrá proporcionar beneficios, en cuanto a su aprovechamiento en otras actividades, tales como la pesca y la recreación.

La realización de dichas obras es indispensable, debido al régimen de lluvias existente, a la carencia de un cuerpo de agua permanente con flujo suficiente y a los pocos

rendimientos que proporcionaría la perforación de pozos, debido a que se trata de una serranía que por su edafología y perfil geológico presenta bajos volúmenes de aguas subterráneas.

### 2.1.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO

El proyecto se ubica al sureste del estado de Hidalgo, dentro del municipio de Omitlán de Juárez, cubriendo un área total de 132 Ha pertenecientes a la localidad de San Antonio El Paso conocido también como El Paso Mixquiapan.

Geográficamente las coordenadas medias del proyecto corresponden a los 20°08'38" de Latitud Norte y a los 98°36'57" de Longitud Oeste (Figura 1), encontrándose a una elevación aproximada de 2.475 m.s.n.m.

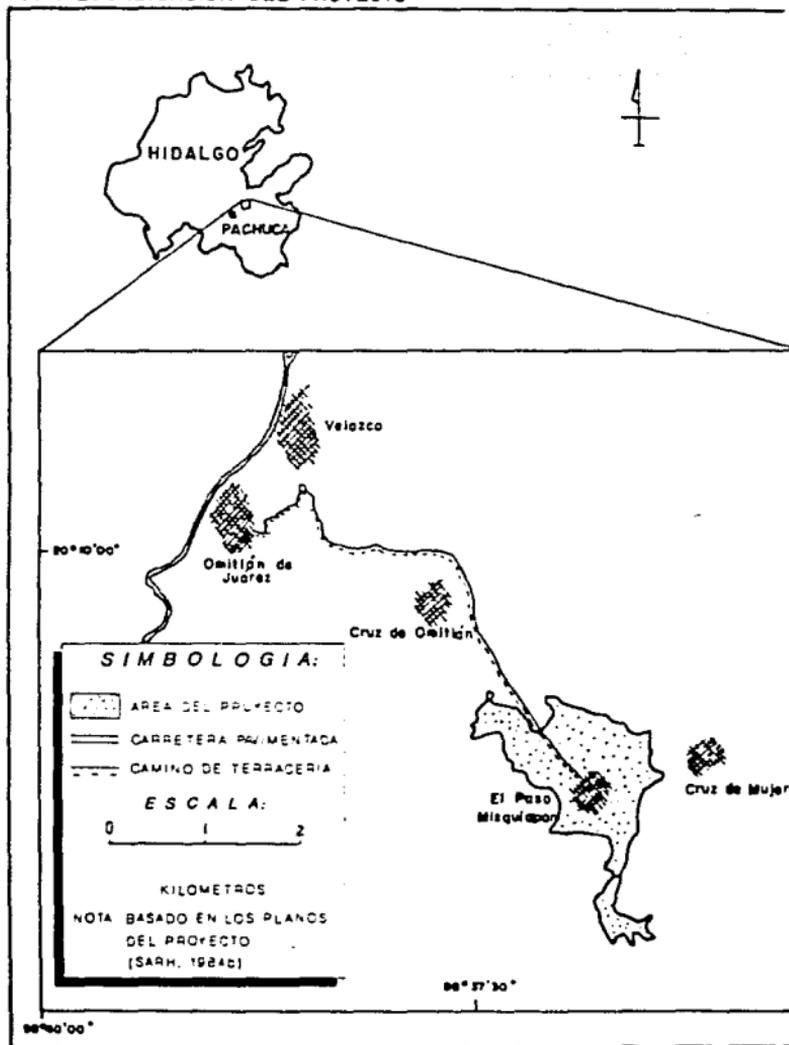
El acceso al área del proyecto, es a través de un camino de terracería, que parte de la cabecera municipal de Omitlán de Juárez en dirección sureste, después de 6 km. de recorrido se llega al poblado de San Antonio El Paso, se continúa por una vereda 1.5 km. para llegar finalmente al sitio del proyecto.

### 2.1.3 USO DEL SUELO Y TENENCIA DE LA TIERRA

Los terrenos donde se realizarán las obras programadas (132 Ha), actualmente se encuentran ocupados por los siguientes usos:

| OBRA          | SUPERFICIE | USO ACTUAL   |
|---------------|------------|--|
| Zona de Riego | 120 Ha     | agricultura de temporal<br>(mafz = 0.80 toneladas /<br>Ha / año)                             |
| Vaso          | 12 Ha      | 9 Ha de agricultura de<br>temporal, 2 Ha de<br>agostadero ejidal y 1 Ha<br>de cauce federal. |

FIG.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO



Asimismo es de interés mencionar que el proyecto, será compatible con los usos de los suelos circundantes, ya que en su mayoría también son agrícolas, existiendo algunos de pastizal inducido y otros de tipo forestal.

En cuanto a la tenencia de la tierra en el área del proyecto, se presentan dos tipos distribuidos de la siguiente manera: Las 120 Ha en donde se construirá la zona de riego, corresponden a terrenos ejidales y de las 12 Ha que forman el vaso, 6 corresponden a terrenos ejidales, 5 a pequeña propiedad y una de cauce federal.

#### 2.1.4 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Las obras incluidas dentro del proyecto "Llano de Mixquiapan", se mencionan a continuación y se pueden apreciar en la Figura 2:

##### Presa de Almacenamiento

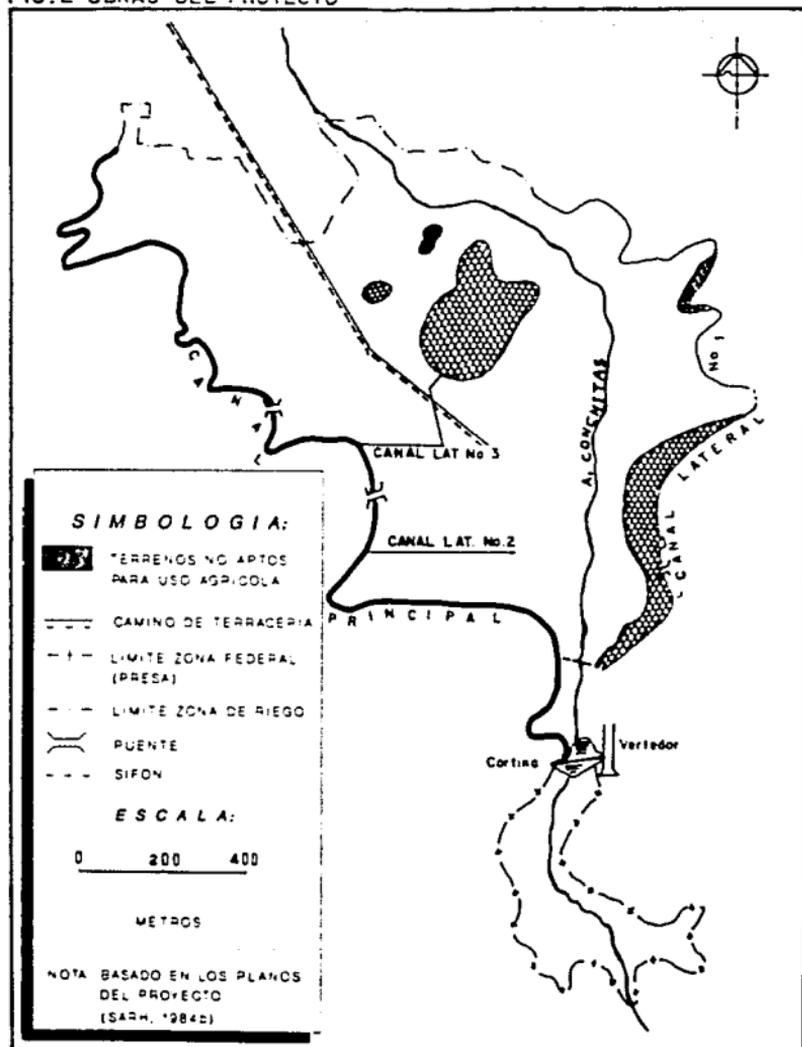
Vaso.- El vaso está ubicado a una elevación aproximada de 2471 m.s.n.m. y será alimentado por el arroyo Las Conchitas (cuyo flujo es de tipo intermitente) y por escurrimientos generados por la lluvia. La superficie que ocupará la presa hasta el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), es de aproximadamente 12 hectáreas, para una capacidad total de 800,000 m<sup>3</sup>; a la altura del nivel de aguas normales (NAN) o área a inundar cubrirá una extensión de aproximadamente 10.5 hectáreas, correspondientes a una capacidad útil de 735,000 m<sup>3</sup>, siendo su capacidad máxima de azolves de 65,000 m<sup>3</sup>, para mantener su funcionalidad.

Cortina.- La construcción de la cortina, consistirá de materiales graduados con capa de enrocamiento a volteo y un recubrimiento de cemento. Esta obra abarcará una longitud total de 112.5 m y tendrá una altura máxima de 22 m a partir del cauce. El ancho de la corona será de 6 m

Vertedor.- Estará constituida por un revestimiento de cemento y se establecerá en la margen derecha de la cortina, su descarga se llevará a cabo a través de un canal lateral, conduciendo las excedencias nuevamente hacia el arroyo Las Conchitas. La longitud de la cresta vertedora será de 36 m y estará diseñada para dar paso a una avenida máxima probable de 83.25 m<sup>3</sup>/seg.

Cabe aclarar que estos datos fueron calculados aplicando algunos métodos estadísticos que se han establecido para tal fin y en los que se consideró un tiempo de retorno igual a 100 años.

FIG.2 OBRAS DEL PROYECTO



Obra de toma.- Esta estructura quedará ubicada en la margen izquierda de la cortina, se realizará por medio de tubería a presión de diámetro adecuado, para dar cabida a un gasto normal de  $0.16 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y a un gasto máximo de  $0.46 \text{ m}^3/\text{seg.}$

#### Zona de Riego

Red de canales.- La longitud total de este sistema es de 7.23 Km y estará constituida por un canal principal y tres laterales, los cuales presentarán un revestimiento de concreto simple de 7 cm de espesor en sección trapecial y taludes de 1:1. Este sistema estará diseñado para un gasto que varía de 0.05 a  $0.16 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Los canales se encontrarán a una altura de 15 cm, en relación a los terrenos por regar, efectuándose éste por gravedad, mediante tomas granjas o sifones.

Area de cultivo.- Como ya se ha mencionado la superficie beneficiada por el sistema de riego corresponde a 120 hectáreas.

Con relación a los requerimientos de agua de estos terrenos, se estima una demanda máxima mensual de  $170,400 \text{ m}^3$  y una demanda anual bruta por hectárea de  $6420 \text{ m}^3$ .

### 2.1.5 DESCRIPCION DE ACCIONES

#### Preparación del Sitio y Construcción de las Obras

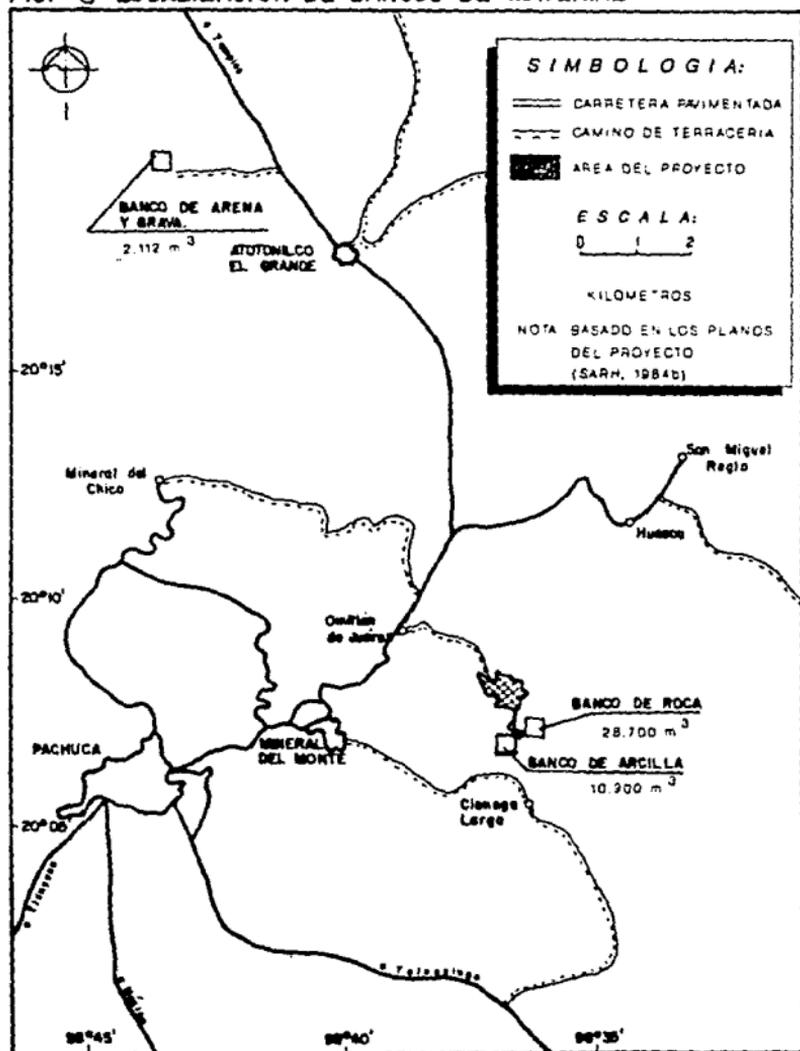
##### Explotación de bancos de material

Despalme (eliminación de pastizales y arbustos).- Se efectuará en estos terrenos, con la finalidad de reducir al máximo la materia orgánica, para lo cual se empleará el bulldozer.

Extracción.- La extracción de material para construcción, se realizará por medio de explosivos, teniendo ya identificados y analizados los lugares de suministro (Figura 3).

Recolección y transporte.- Se utilizará maquinaria de recolección y camiones de carga. La distancia de los bancos de material en relación a la zona del proyecto, así como los volúmenes extraídos, se muestran a continuación:

FIG. 3 LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIAL



| BANCO                          | DISTANCIA  | VOLUMENES            |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Grava y arena                  | 9.32 Km a la altura de Atotonilco  | 2112 m <sup>3</sup>  |
| Roca                           | Dentro del 1º km hacia el sur en la margen derecha del sitio del proyecto. | 28700 m <sup>3</sup> |
| Material impermeable (arcilla) | 2 Km hacia el sur, en la margen izquierda del sitio del proyecto.          | 10900 m <sup>3</sup> |

#### Obras de Apoyo

Dentro de las obras provisionales, se considera únicamente la instalación de un campamento cuya ubicación todavía no se ha establecido.

Como obras asociadas con carácter definitivo se encuentran: La construcción de tres pasos superiores para peatones y tres pasos superiores para vehículos dentro de la zona de riego; caminos laterales a los canales para facilitar la entrada del material para construcción y la rehabilitación del camino de acceso de terracería (6.5 Km), mediante despiebre y compactación.

#### Presa de Almacenamiento

Limpia, despalle (eliminación de pastizales y arbustos) y trazo.- Se requerirá a lo largo de la zona donde se establecerá la cortina y el vertedor, a fin de obtener una superficie de roca sana. Esta actividad se efectuará por medio de buldozer y de herramientas para trabajos a mano.

Excavación.- Se llevará a cabo por medio de equipo de perforación y trascavos para la construcción de todas las obras, considerando una superficie de 3100 m<sup>3</sup> de suelo para la cortina y 12000 m<sup>3</sup> para el vertedor, así como 539 m<sup>3</sup> de roca de la cortina para la instalación de la obra de toma.

#### Zona de Riego

Desmante.- Se desmontará una superficie de 2.35 Ha, utilizando para ello motosierras y buldozer.

Limpia, despalme y trazo.- Estas actividades son requeridas para la construcción de los canales, para lo cual se empleará buldozer y algunos instrumentos manuales.

Excavación.- Se excavarán 1980 m<sup>3</sup> mediante equipo de perforación y trascavos, para el desplante de cimentación de los canales.

Nivelación de terrenos.- Esta acción, se realizará con buldozer, en el área destinada a los cultivos, es decir en 120 Ha de terreno.

El tipo de maquinaria utilizada en la construcción de todas las obras corresponde a: Un equipo de perforación, revolventoras, compactadoras de rodillo liso, compactadoras con rodillo pata de cabra, motoconformadoras, un tractor subsolador, camiones de volteo y camiones de transporte de materiales.

#### Operación y Mantenimiento de las Obras

La operación, corresponde a la puesta en marcha de todas las estructuras, a partir del llenado de la presa; tomando en cuenta que el punto más sobresaliente en esta etapa, es la implementación de cultivos, se llevarán a cabo algunas labores preagrícolas tales como subsolado, barbecho, apertura de cepas y siembra; considerando variedades con poco desarrollo radicular y descartando a los suelos no aptos para uso agrícola de acuerdo a su profundidad y topografía (Figura 2); así, para el ciclo primavera-verano se cultivará maíz (40%), frijol (20%), haba (20%), hortalizas (10%) y papa (10%) y para el segundo ciclo otoño-invierno: cebada (30%) y avena (30%) (Tabla 1), no existirá almacén para productos, comercializándose la cosecha hacia Omitlán, Pachuca y Huasca.

Asimismo, se realizará la adecuación en cuanto al manejo de semillas mejoradas, rotación de cultivos, fertilizantes y plaguicidas. Cabe mencionar que las labores quedarán a cargo de los productores bajo la asesoría técnica de la SARH, la cual realizará el programa correspondiente en cuanto se lleve a cabo la construcción de las obras.

Con relación al mantenimiento, se consideran actividades tales como la limpieza y deshierbe de las estructuras hidráulicas tanto en la zona de riego, como en la presa (utilizando para ello palas de desazolve); asimismo se considera la reparación de dichas estructuras y de posibles filtraciones. En ésta fase, los productores pagarán una cierta cantidad a la persona que quedará al cuidado del embalse (obra cabeza); la periodicidad para estas actividades se considerará dentro del programa anteriormente mencionado.

#### Emisión de ruido y desechos

Preparación del sitio y construcción.- En relación a las obras de apoyo, sólo el campamento que se establecerá generará residuos de tipo sólido; en cuanto al despalme de bancos, la materia orgánica producida, se dejará en los alrededores de los mismos; en relación a la construcción de las obras, tanto de la presa como de la zona de riego, únicamente se



originarán materiales sólidos, como resultado de las excavaciones y de los cuales una parte será utilizada como terraplén para la construcción de los caminos laterales a los canales, otra parte se empleará en la rehabilitación del camino de acceso y el resto se depositará aguas abajo de la ubicación de la presa, junto con lo obtenido durante el despalme; en relación a esto último, es importante mencionar que también podrá ser utilizado como leña para consumo local.

En cuanto a emisión de ruidos, debe considerarse el tiempo de trabajo, que en algunos casos será de 16 horas diarias como máximo.

**Operación y mantenimiento.-** Durante la operación del proyecto, sólo se producirán residuos químicos, en caso de un manejo inadecuado de fertilizantes o plaguicidas. Durante la etapa de mantenimiento, se obtendrá un mínimo remanente de materia orgánica vegetal y tierra, la cual será colocado en sitios que no han sido precisados, dada la cantidad y tipo de desecho.

#### Calendarización

El calendario de actividades, así como la fecha probable para el inicio de las obras, aún no se ha podido establecer, debido a la falta de presupuesto. Esto es por una parte una ventaja, pues es oportuno que las medidas mitigantes que se proponen en este trabajo, puedan ser aplicadas en el proyecto.

Sin embargo, a continuación se menciona de manera general, el tiempo programado de ejecución, para cada una de las etapas que componen el proyecto: Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se considera un periodo de 2 años, el 40% durante el primer año, el cual corresponde a la obra de toma y casi la totalidad de la cortina y el 60% para el segundo año, en el cual se incluirá la terminación de la cortina, así como la construcción del vertedor y la zona de riego; dentro de la fase de operación y mantenimiento, se estima que ésta se llevará a cabo a largo plazo, de acuerdo al tipo de proyecto que se trata (Tabla 2).

TABLA 2. CALENDARIO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO "LLAMO DE MIQUIJAPAN, HGO."

| ESTRUCTURAS                      | AVANCES<br>1ER AÑO<br>% | AVANCES<br>2º AÑO<br>% | MESES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                  |                         |                        | 1                                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| CONSTRUCCION DE LA CORTINA       | 50                      | 50                     | /                                  | / | / | / | / | / | / | / | / | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  |
| CONSTRUCCION DE LA OBRA DE TOMA  | 100                     | ---                    | /                                  | / | / | / | / | / | / | / | / | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  |
| CONSTRUCCION DEL VERTEDEDOR      | ---                     | 100                    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  |
| CONSTRUCCION DE LA ZONA DE RIEGO | ---                     | 100                    |                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | /  | /  | /  | /  | /  | /  | /  |

### **3. OBJETIVOS**

#### **GENERAL**

**Realizar la evaluación de impacto ambiental para las obras del proyecto “Llano de Mixquiapan”.**

#### **PARTICULARES**

- **Analizar la información existente sobre la zona de estudio, haciendo énfasis en lo referente a la biota.**
- **Describir las características ambientales y socioeconómicas observadas en el área de implementación del proyecto y su área de influencia.**
- **Identificar y describir los impactos ambientales ocasionados por las obras y sus acciones.**
- **Proponer las medidas conducentes hacia la eliminación o mitigación de impactos adversos.**

## 4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Tomando en cuenta que para una adecuada evaluación es necesario conocer el medio natural actual y pronosticar la presencia de cambios ambientales con y sin la realización del proyecto, dentro de esta sección se incluye la descripción y análisis de los elementos ambientales existentes en el área de estudio.

### 4.1 DELIMITACION Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

Para delimitar el área de estudio, primero se llevo a cabo la identificación del área de influencia, es decir el ambiente biofísico y socioeconómico que puede ser modificado al implementar el proyecto, dicha identificación se basó principalmente en las poblaciones humanas que pudieran verse alteradas y en la vegetación circundante, de esta manera se asumió que aquellas localidades que se encuentran más próximas al área del proyecto pueden ser las beneficiadas directamente, tanto para el autoconsumo como para la comercialización de los productos, incluyendo al municipio de Omitlán de Juárez, dado que es la única salida hacia los lugares a los que se piensa comercializar; así mismo y con base en lo anterior, se consideró que la vegetación existente (bosque) puede verse afectada si no se realiza el proyecto, ya que se abrirían nuevas tierras al cultivo, posiblemente en lugares cercanos a los poblados ya identificados como dependientes del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, el área de estudio, queda comprendida tanto por el área de emplazamiento del proyecto como por su posible área de influencia (Figura 4).

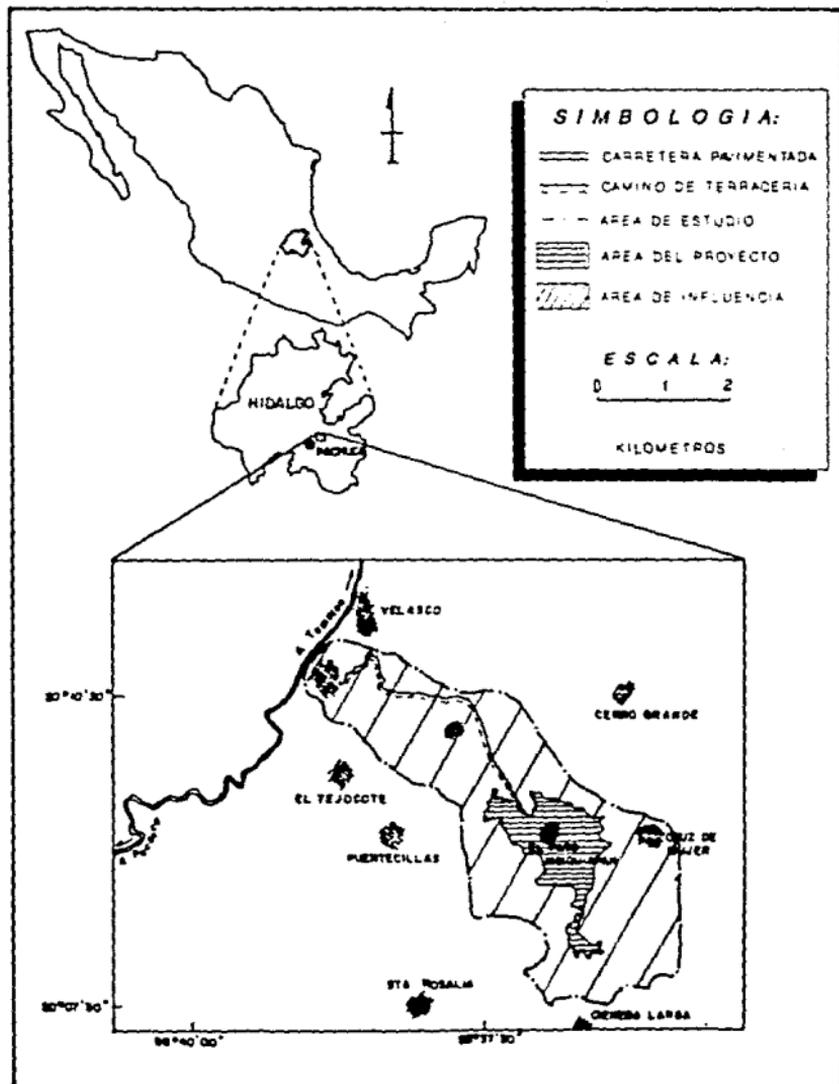
Su ubicación corresponde a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental (Rzedowski, 1981), en el municipio de Omitlán de Juárez, Hgo., encontrándose a una distancia de 20 Km con respecto a la Ciudad de Pachuca, sobre la carretera No. 105 vía corta a Tampico. Dicho municipio está delimitado a su vez por los correspondientes al de Atotonilco hacia el norte; al de Epazoyucan hacia el sur; al de Mineral Real del Chico al noreste; al de Huasca al este y noreste; al de Tulancingo al sureste y al de Real del Monte al oeste y suroeste (Secretaría de Gobierno, 1988).

Políticamente, comprende la cabecera municipal y los poblados de Cruz de Omitlán, San Antonio el Paso y Cruz de Mujer; las regiones que lo limitan son por el lado oeste-suroeste El Tejocote, Puenteceillas y Santa Rosalía; por el este-noreste Cerro Gordo; al norte por Velasco y al sur por Cienega Larga.

El área a estudiar, presenta una longitud total de 7.3 Km desde la cabecera municipal hasta Cienega Larga; con una anchura máxima de 3 Km a la altura del poblado de Cruz de Mujer y cubre una superficie aproximada de 1,080 hectáreas.

Geográficamente, se ubica entre las coordenadas medias 20°09'00" de Latitud Norte y 98°37'25" de Longitud Oeste.

FIG. 4 AREA DE ESTUDIO



## 4.2 CLIMA

El conocimiento del clima (humedad, temperatura, entre otros), es de gran importancia, dado que le confiere ciertas características al ambiente en que se desarrollan los organismos, interviniendo de este modo en la distribución de los animales y vegetales, de tal manera que existen especies adaptadas exclusivamente a una región determinada (endémicas). La adaptación de las especies permite tener un equilibrio en el ecosistema, el cual puede ser alterado por la intervención humana, repercutiendo sobre los organismos que en él habitan, incluyendo al hombre.

A continuación se mencionan los datos meteorológicos registrados en el área de estudio, a través de la estación climatológica de Omitlán de Juárez, la cual se encuentra cercana a este poblado, sobre la carretera rumbo a Tampico, dicha estación se ubica geográficamente a los 20°10'22" de Latitud Norte y 98°38'47" de Longitud Oeste y a una altitud de 2,370 m.s.n.m. Para el presente trabajo, se tomaron en cuenta los registros de un período representativo de 11 años (1976-1986), los cuales fueron recopilados en el Servicio Meteorológico Nacional de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Tabla 3). La información presentada, se manejó considerando el promedio anual de todo el período, para cada uno de los parámetros.

### Temperatura

La temperatura media en el período de análisis fue de 13.5°C, con valores anuales promedio que variaron de 12.9°C durante 1981 a 13.9°C en 1983, observándose que la temperatura media del mes más cálido para todos los años, corresponde a 16.6°C y se presentó durante mayo, mientras que el mes más frío se manifestó en enero con una media de 10.8°C.

En cuanto a la temperatura máxima extrema, se tiene un valor medio de 29.3°C para los meses de marzo, abril y mayo y para la mínima extrema la media fue de 3.2°C en los meses de enero y febrero.

Días con heladas.- El promedio de días con heladas durante los 11 años fue de 2.5, con una media máxima en 1986 (5.9 días) y una mínima en 1977 (0.5 días), presentándose con mayor frecuencia durante el mes de enero, de acuerdo a las bajas temperaturas registradas.

### Precipitación

La precipitación promedio del período analizado corresponde a 71.3 mm con una variabilidad anual de la lluvia de 101.2 mm a 49.4 mm valores pertenecientes a 1981 y 1982 respectivamente. La época lluviosa se ubica en el verano, con la máxima incidencia en septiembre con una media de 156.4 mm y la mínima en diciembre con una media de 11.6 mm.

TABLA 3. DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO (1976-1986)

| PARAMETRO                                 | AÑO    |        |        |        |        |        |        |         |        |        |         |          |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|----------|
|   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983    | 1984   | 1985   | 1986    | PROMEDIO |
| TEMPERATURA MEDIA<br>°C                   | 13.60  | 13.66  | 13.59  | 13.43  | 13.65  | 12.98  | 13.85  | 13.92   | 13.35  | 13.56  | 13.00   | 13.51    |
| PRECIPITACION MEDIA<br>(mm.)              | 90.12  | 52.75  | 76.25  | 67.16  | 78.60  | 101.23 | 49.41  | 66.31   | 85.27  | 59.13  | 58.72   | 71.36    |
| EVAPORACION MEDIA<br>(mm.)                | 112.08 | 129.48 | 139.05 | 126.34 | 121.98 | 104.35 | 101.86 | 131.75  | 117.16 | 112.02 | 96.26   | 117.48   |
| PROMEDIO DE DIAS<br>CON HELADAS           | 1.16   | .50    | 1.83   | .92    | 3.08   | 3.25   | 2.25   | 3.00    | 3.50   | 1.92   | 5.92    | 2.48     |
| PROMEDIO DE DIAS<br>NUBLADOS              | 11.25  | 11.00  | 10.83  | 7.50   | 8.00   | 12.75  | 7.00   | 9.75    | 14.08  | 12.08  | 15.00   | 10.84    |
| PROMEDIO DE DIAS CON<br>LLUVIA APRECIABLE | 10.58  | 7.50   | 9.16   | 7.33   | 8.00   | 10.60  | 6.58   | 6.91    | 8.91   | 7.16   | 8.08    | 8.26     |
| VIENTOS DOMINANTES                        | N1     | N1     | N1     | N1     | N1     | N1     | E1     | E1 y S2 | E1     | E1     | E1 y N1 | N1       |

Días nublados.- Se determinaron un promedio de 10.8 días, presentándose una media máxima de 15 para 1986 y una mínima de 7 para 1982. Los días nublados, se registran entre los meses de junio a octubre.

Días con lluvia apreciable.- El promedio de días con lluvia apreciable equivale a 8.2 observándose una mayor afluencia durante 1981, con una media de 10.6 y la menor en 1982 con una media de 6.6 días. El número de días se incrementa en los meses de marzo a octubre.

Precipitación máxima en 24 horas.- El promedio fue de 44 mm con una variación de 64 mm para junio de 1985 a 24.5 mm para septiembre de 1982.

Días con granizo.- Para el período analizado, el total de días con granizo fue de 12, presentándose 3 granizadas en 1976 (abril, mayo y julio), una en 1980 (mayo), una en 1981 (mayo), una en 1983 (octubre), 4 en 1985 (abril, junio, septiembre y noviembre) y dos en 1986 (julio).

Nevadas.- Sólo se han manifestado dos nevadas en febrero de 1976 y dos en marzo de 1986.

#### Evaporación

La evaporación media durante el período de análisis fue mayor a la precipitación, registrándose un valor promedio anual igual a 117.45 mm, teniendo una fluctuación promedio de 139.0 mm en 1978 a 96.3 mm aproximadamente en 1986, presentándose una mayor evaporación en la época de lluvias, principalmente durante el mes de abril.

#### Vientos

Durante el período 1976-1980, los vientos dominantes fueron los del norte, los cuales presentaron una velocidad de 0.6 a 3.3 m/s y entre 1981 y 1988, predominaron los vientos del este, con la misma velocidad; los primeros abarcaron todo el año, con la influencia de algunos vientos del sur con velocidad de 0.6 a 3.3 m/s en los meses de enero, febrero y marzo; los segundos, comprendieron en general la totalidad de la época de lluvias, presentándose también vientos de dirección sur con velocidad de 0.6 a 3.3 y de 3.4 a 7.9 m/s y vientos de dirección este con velocidad de 3.4 a 7.9 m/s, que incidieron en el resto de la época del año.

#### Clasificación climática

En relación a los datos anteriores y de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García, para las condiciones de la República Mexicana (García, 1980 y 1988; SPP, 1970); se confirmó que el clima prevaleciente en el área de estudio corresponde al C (w')<sup>2</sup> big; el cual se cataloga de la siguiente manera:

- C: Clima templado, se distingue porque la temperatura media del mes más frío está entre 3 y 18°C y la temperatura media del mes más cálido es superior a los 6.5°C.
- (w)2: El más subhúmedo de los subhúmedos, con precipitación invernal entre 5 y 10.2 % (régimen de lluvias de verano) y sequía de medio verano o sequía intraestival, es decir, que existe un abatimiento en la cantidad de lluvias en la mitad de los meses veraniegos.
- b: Verano fresco, temperatura media del mes más caliente menor de 22°C.
- i: Isotermal, con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C.
- g: Marcha de la temperatura tipo ganges (el mes más caliente del año se presenta antes de junio).

De manera general, cabe mencionar que este clima se relaciona principalmente, con plantas de hojas membranosas pertenecientes a la selva baja caducifolia así como con bosques de pino-encino (García, 1980).

### 4.3 AGUA

#### Hidrología:

El área del proyecto pertenece a la región hidrológica No. 26, correspondiente a la cuenca del río Pánuco y constituye parte de las aguas de este río a través del siguiente recorrido (Figura 5): El río Salazar o Conchitas se une al río Negro, el cual confluye junto con otros para formar los escurrimientos del río Meztitlán, que es afluente del río Amajaque, éste cede sus aguas al río Amajac y llega al río Moctezuma, el cual constituye el principal aportador del río Pánuco (SARH, 1977).

El área de interés comprende una mínima cantidad de ríos y arroyos de tipo intermitente, cuyo flujo está determinado por la temporada lluviosa. Esta región presenta un drenaje superficial eficiente debido al tipo de topografía existente, la cual marca el cauce de los arroyos a través de pendientes regulares (SARH, 1984b).

Dentro de las corrientes que conforman el área de estudio (Figura 6) se encuentran: El Manzano.- cuyo recorrido es a través de la cabecera Municipal de Omitlán de Juárez; El Puenteillas.- el cual se une al río anterior, pasando por el lado derecho de la población del mismo nombre; Las Conchitas o Salazar.- este río atraviesa casi en su totalidad la región de estudio, cruzando a lo largo de lo que será la zona de riego y la presa de almacenamiento, siendo ésta la corriente por aprovechar y la cual se forma por una conjunción arborecente de arroyos menores sin nombre (también intermitentes); por su margen izquierda y al inicio de la zona de riego, se le une el río Chiquito (SPP, 1983a).





## Calidad del agua:

Cabe mencionar que el término calidad del agua, se refiere a la condición analítica, cualitativa y cuantitativa, en que se encuentra el agua en determinado momento para ser usada en un fin específico.

La importancia de efectuar determinaciones de calidad del agua, radica en la necesidad de preservar o mejorar el recurso, así como de utilizarlo adecuadamente, de acuerdo a sus características fisicoquímicas y bacteriológicas.

En cuanto al área de estudio, durante la visita de campo realizada en la época de estiaje, se observó que el agua de los arroyos es generalmente turbia y se estanca durante dicha época, encontrándose dentro de ellos algunos residuos de basura, generada principalmente por embases de detergentes y cloro, puesto que el único uso al que se destinan estas aguas durante todo el año, es para el lavado de ropa de los habitantes de la región, aunque el río las Conchitas también es utilizado para el riego de parcelas durante la época de avenidas.

Tomando en cuenta la ausencia de industrias cercanas y dentro del área de estudio, así como de poblados que descarguen a los arroyos (ya que utilizan fosas sépticas), se constató que no existen descargas que aporten contaminantes a éstos, incluso a 6 Km aguas abajo y aguas arriba de dicha área; por tanto, en general la calidad del agua podría ser aceptable para varios usos, considerando que el caudal de los arroyos está constituido por el agua de lluvia, sin embargo para poder asegurar su aptitud para uso agrícola u otros usos potenciales, es necesario llevar a cabo un análisis fisicoquímico y bacteriológico a lo largo de su trayectoria.

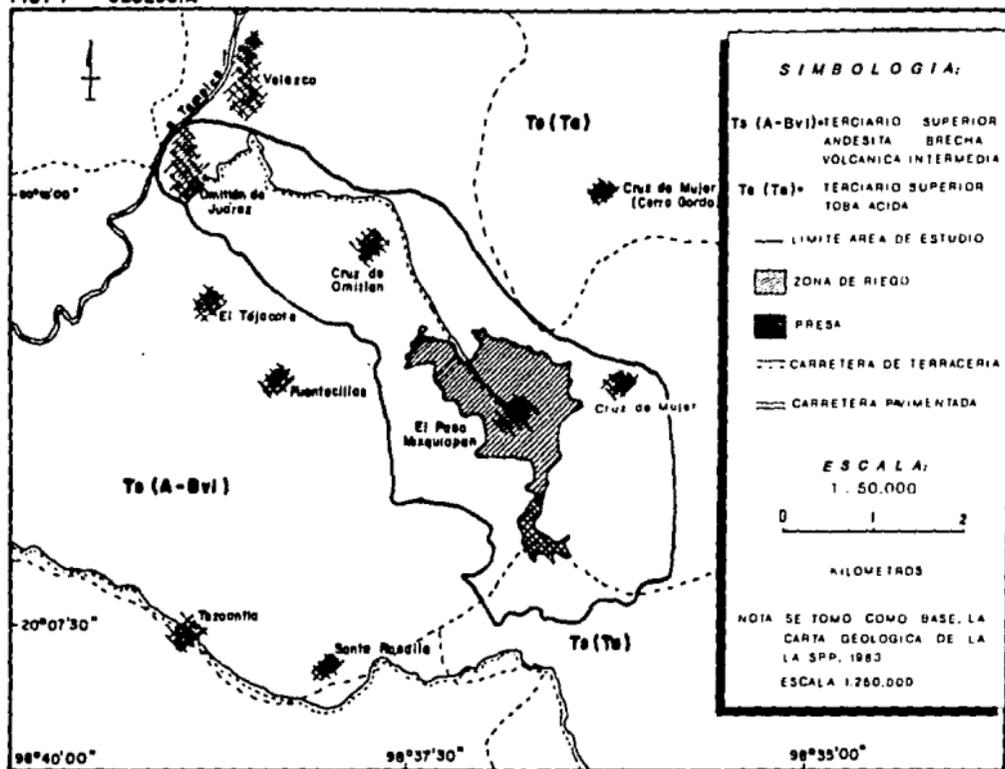
## Geohidrología:

La información proporcionada por personal de la Gerencia de Aguas Subterráneas, correspondiente a la Comisión Nacional del Agua, establece que existen bajos volúmenes de infiltración del agua, dadas las características de drenaje superficial y las condiciones edafológicas y de perfil geológico del suelo, ya que corresponde a una serranía.

## 4.4 GEOLOGIA

Los datos que a continuación se presentan, corresponden a la geología superficial, perfil geológico y topografía del área de estudio y se obtuvieron a través de una recopilación, realizada con base en la carta geológica de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP, 1983b) escala 1:250,000 y lo consultado en Geyne, 1963 y Pearl, 1982 (Figura 7).

FIG. 7 GEOLOGIA



## Geología superficial:

La geología se encuentra representada por rocas de tipo volcánico, encontrándose predominantemente la andesita-brecha volcánica intermedia, siendo ésta una unidad de rocas ígneas extrusivas, en la que se alternan derrames compactos y fragmentos de andesita con variaciones locales de dacita, confiriéndole a la brecha una textura general de granulación gruesa y colores gris claro, rojo, verde y púrpura.

En una mínima parte de la porción sur se observa toba ácida de composición riolítica y dacítica en asociación con grandes porciones de obsidiana y derrames basálticos y riolíticos, dichos elementos le proporcionan una textura de grano fino y un color de café a crema.

También se presentan aunque en menor proporción (a manera de manchones) rocas ígneas intrusivas de diorita, las cuales presentan color claro y una textura general de grano grueso y como rocas ígneas extrusivas se encontró basalto de color gris obscuro con textura de grano fino y andesita porfídica (matriz de cristales grandes cubierta por cristales finos); encontrándose asimismo algunas rocas sedimentarias de tipo calcáreo.

La composición geológica data de la era Cenozoica, dentro del periodo terciario superior y pertenece a la época del mioceno.

## Perfil geológico:

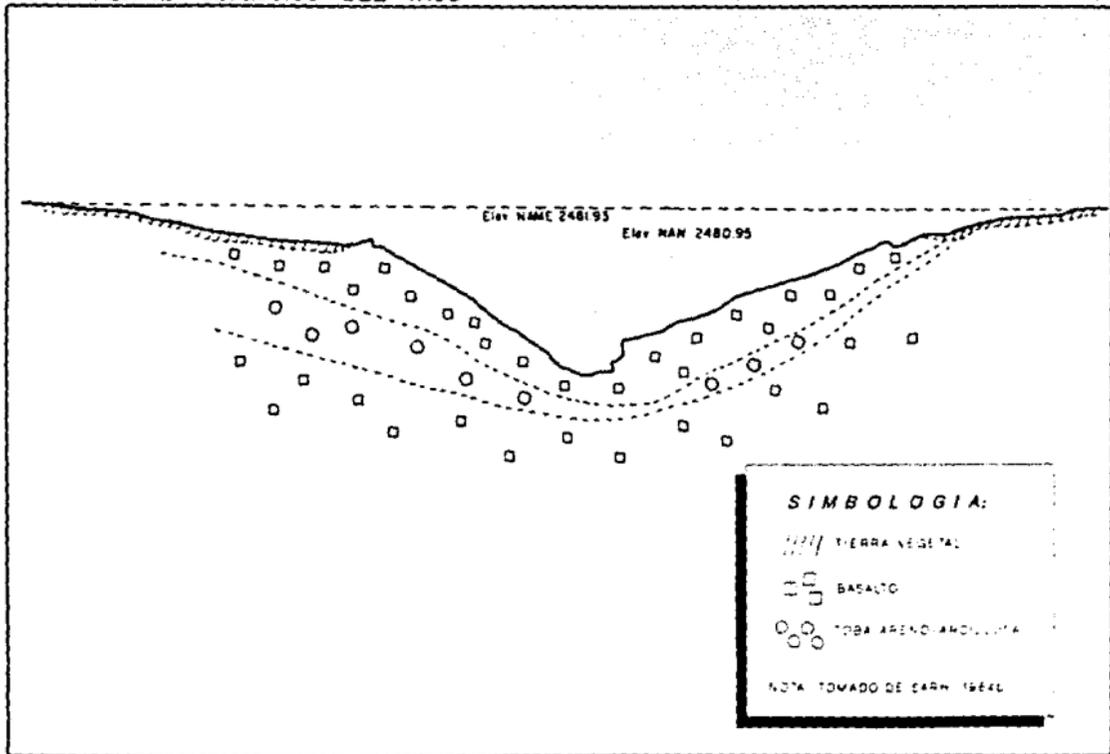
Específicamente, para el área del proyecto, la SARH realizó un estudio del perfil geológico a nivel del vaso, con el propósito de conocer la factibilidad de construcción de la presa (Figura 8). A continuación se mencionan de manera resumida los resultados obtenidos en dicho trabajo (SARH, 1984b).

Como roca basal se observó basalto color gris claro de textura porfídica. Sobre esta capa se detectó toba areno-arcillosa de textura media a fina semicompacta y de color café a crema. Anterior a la toba se determinó la continuidad de roca basáltica, siendo ésta de textura fina y color gris obscuro, cubriendo en grandes cantidades la superficie del terreno, con un espesor medio de 6 metros. También se distinguió el afloramiento de andesita porfídica de color gris verdoso claro, con rocas superficiales intemperizadas de color naranja pálido.

De acuerdo a estas características de estructura e impermeabilidad geológica (dominancia de componentes de textura fina) y a una fractura vertical localizada en el centro del vaso sin problemas de infiltración, se consideró la aptitud del suelo para efectuar el proyecto.

FIG. 8 PERFIL GEOLOGICO DEL VASO

450 51521



oc Syd

En cuanto a deslizamientos de tierra, se encontró que se trata de una región de sismos poco frecuentes, con movimientos de un máximo de 6 grados en la escala de Richter (SARH, 1984b).

Cabe aclarar que en el área de estudio los suelos son muy susceptibles a ser erosionados, por lo que el relieve se encuentra muy accidentado a causa de la acción del viento y el agua que interviene en los efectos de intemperismo.

#### TOPOGRAFIA:

Con relación a la topografía, la cual depende de la dinámica geológica (SPP, 1983c); el área de estudio muestra un relieve accidentado, presentándose perfiles aserrados y pendientes hasta del 15%. Las elevaciones existentes, corresponden a 2,357 m.s.n.m. en Omitlán de Juárez, 2,600 m.s.n.m. en Mixquiapan, 2,450 m.s.n.m. en Cruz de Mujer y 2,470 m.s.n.m. al sur del área de estudio (figura 9). Es importante señalar que dichas elevaciones se correlacionan con climas templados y vegetación boscosa.

#### 4.5 SUELOS

La información relacionada con este aspecto se integró con base en la carta edafológica correspondiente (SPP, 1983d) y en la visita de campo realizada, en la que se observó la composición estratigráfica del suelo a través de los cortes realizados para construir el camino de acceso:

Se trata de suelos de origen volcánico, formados tanto por cenizas, como por desintegración de rocas ígneas intemperizadas. Característicamente presentan una fase física-lítica, es decir que existe un lecho rocoso de entre 10 y 50 cm de profundidad; son suelos no pedregosos y someros.

En la parte oeste y sur del área de estudio, existen suelos de textura fina, más o menos ricos en materia orgánica asociada con arcilla; mientras que en el noreste se presenta una textura media, con poco contenido de materia orgánica (Figura 10); dichas texturas son de tipo franco, (intermedios entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos), lo cual permite un drenaje superficial eficiente.

El color del suelo, es generalmente café rojizo y/o café claro; no presentan problemas de salinidad ni sodicidad y existe poco fósforo y cantidades moderadas de potasio (SARH, 1984b).

Aunado a lo anterior y considerando su contenido de elementos nutritivos, estos suelos son considerados como óptimos para las actividades agrícolas, sin embargo, es conveniente realizar una selección de suelos y cultivos, dadas las condiciones adversas de pendientes medias, topografía irregular, poca profundidad y acidez ligera.

FIG. 9 TOPOGRAFIA

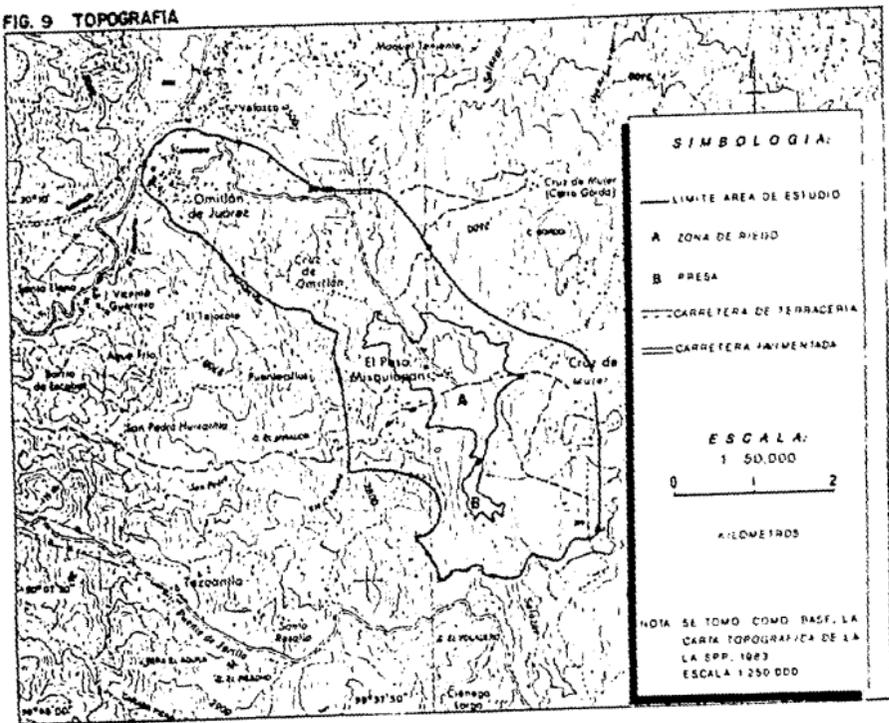
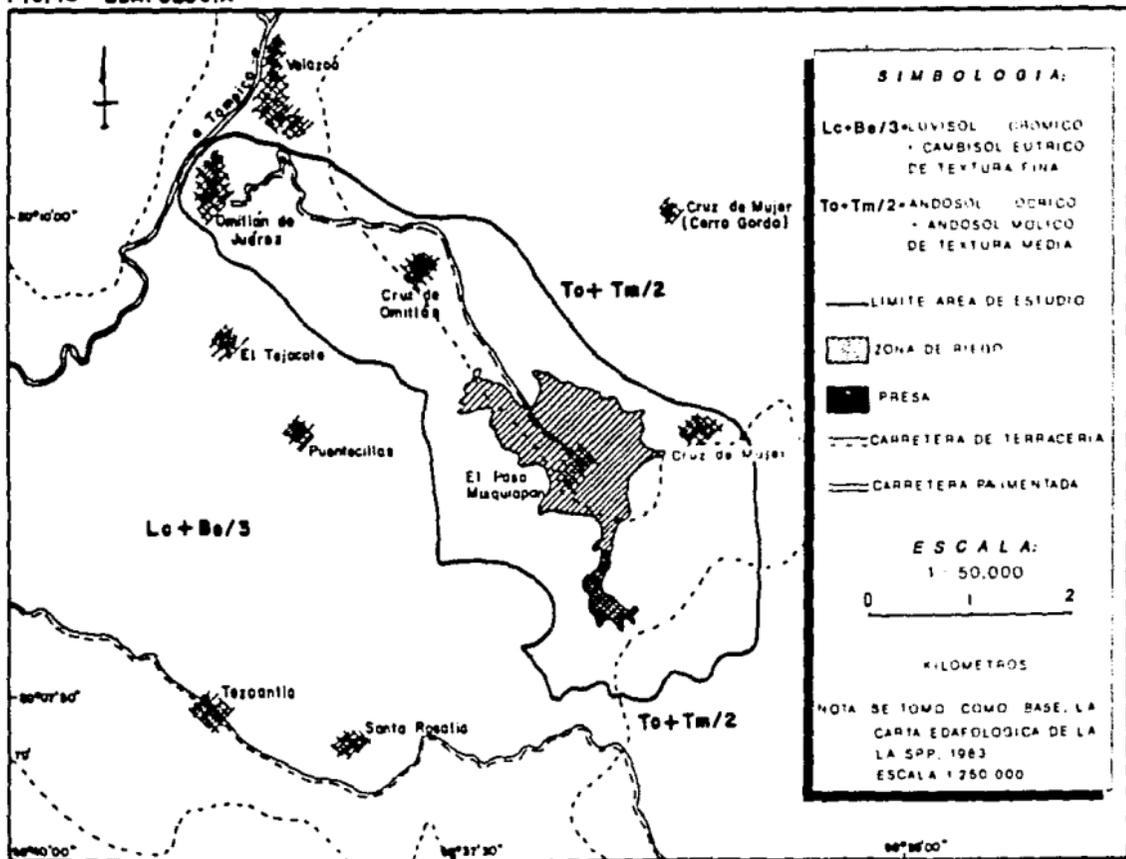


FIG. 10 EDAFOLOGIA



En cuanto a las unidades edafológicas existentes (Figura 10), se reconocen las siguientes (SRH, 1973):

- Luvisol crómico.- Corresponde al suelo dominante en más de la mitad del área de estudio, abarca todos los poblados a excepción de Cruz de Mujer, son suelos de textura fina, de colores rojos y claros, moderadamente ácidos, con un horizonte A pálido que se endurece cuando está seco y con acumulación de arcilla en el subsuelo, son altamente susceptibles a la erosión y comúnmente su vegetación natural es de bosque.
- Cambisol eútrico.- Se encuentra en forma secundaria, cubriendo la misma superficie que el anterior. Se trata de suelos poco desarrollados, con textura fina, cuyos cambios en color y estructura se deben al intemperismo in-situ, presentan cierta acumulación de arcilla y de mediana a alta susceptibilidad erosiva. Son suelos fértiles, formados por material suelto diferente al aluvial y están constituidos por un horizonte A de color pálido. Estos suelos se relacionan con cualquier tipo de vegetación.
- Andosol ócrico.- Dominan en la mitad este de la zona de estudio. Están formados por cenizas volcánicas y por material suelto cubierto por una capa superficial de color negro; son delgados, de textura media y muy susceptibles a ser erosionados, presentan bajo contenido de materia orgánica y un horizonte A de color muy claro. La vegetación que sustenta bajo condiciones naturales corresponde a pino y encino.
- Andosol mólico.- Pertenecen a suelos de tipo secundario en relación al Andosol ócrico. En general presenta las mismas características que éste, salvo que además de ser sueltos, son suelos suaves y de color oscuro, con un horizonte A característico, que ha sido mezclado por la acción del arado.

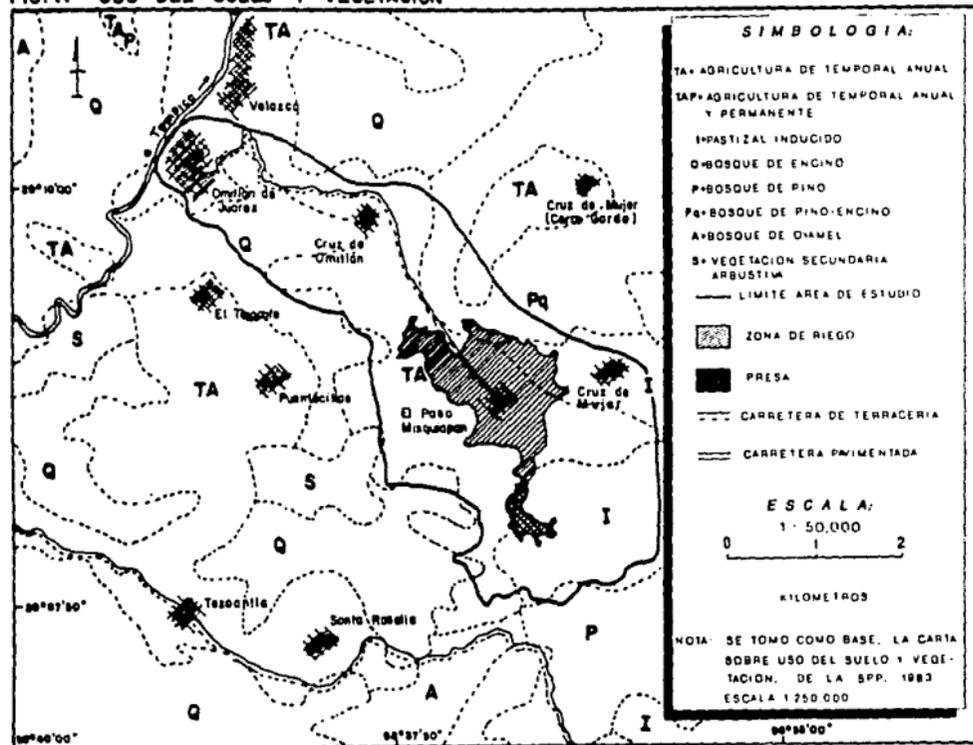
En la actualidad, el uso del suelo es principalmente de agricultura de temporal, con cultivos anuales de maíz, cebada y rastrojo, existiendo también algunas zonas con pastizal inducido para la crianza de ganado vacuno y ovino (Figura 11).

Cabe aclarar que estos suelos no son aptos para la explotación forestal, dada su susceptibilidad a la erosión.

#### 4.6 VEGETACION

Considerando que se trata de localidades pequeñas, sin una participación importante a nivel nacional, no se cuenta con estudios bióticos de ningún tipo dentro de esta región, por lo que se realizó un pequeño muestreo en campo para identificar a los ejemplares más representativos, además se acudió a la información existente del municipio de Mineral del Monte (población de interés minero) y de El Chico, Hidalgo (Parque Nacional), para poder conocer con mayor precisión el tipo de vegetación existente en el área de interés.

FIG.11 USO DEL SUELO Y VEGETACION



La información obtenida en González y Sánchez, 1972; Scagel et al., 1973; Rzedowski y Rzedowski, 1985; Martínez, 1987; Hernández, 1988 y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, et al., 1988, permitieron integrar el presente factor ambiental, considerando a su vez los datos proporcionados por los lugareños.

El área de estudio se encuentra localizada en la provincia florística denominada Sierra Madre Oriental y se ubica en la zona de transición entre las regiones Holártica y Neotropical.

De acuerdo a Rzedowski (1981), la vegetación predominante, corresponde a la de bosque de encino y pino-encino (Fig. 11), la cual está relacionada con el tipo de clima existente C(w2')big y con la presencia de suelos ligeramente ácidos de color rojizo y texturas francas.

Este bosque puede observarse a lo largo de los límites del área de estudio y en mayor proporción en la cabecera municipal de Omitlán de Juárez y en la localidad de Cruz de Omitlán, cabe señalar que su continuidad se ve interrumpida por grandes superficies de vegetación inducida por actividades humanas entre las que se encuentran pocos ejemplares arbóreos y arbustivos.

Con base en el transecto realizado, se pudo observar que la vegetación que constituye este bosque en el área de estudio, presenta un estrato arbóreo con altura de aproximadamente 15 metros, que representa cerca del 36 % del total de organismos, existe un estrato arbustivo de cinco metros de alto que ocupa el 54 % y un estrato herbáceo menor de 1.30 metros de altura, correspondiente al 10 % restante.

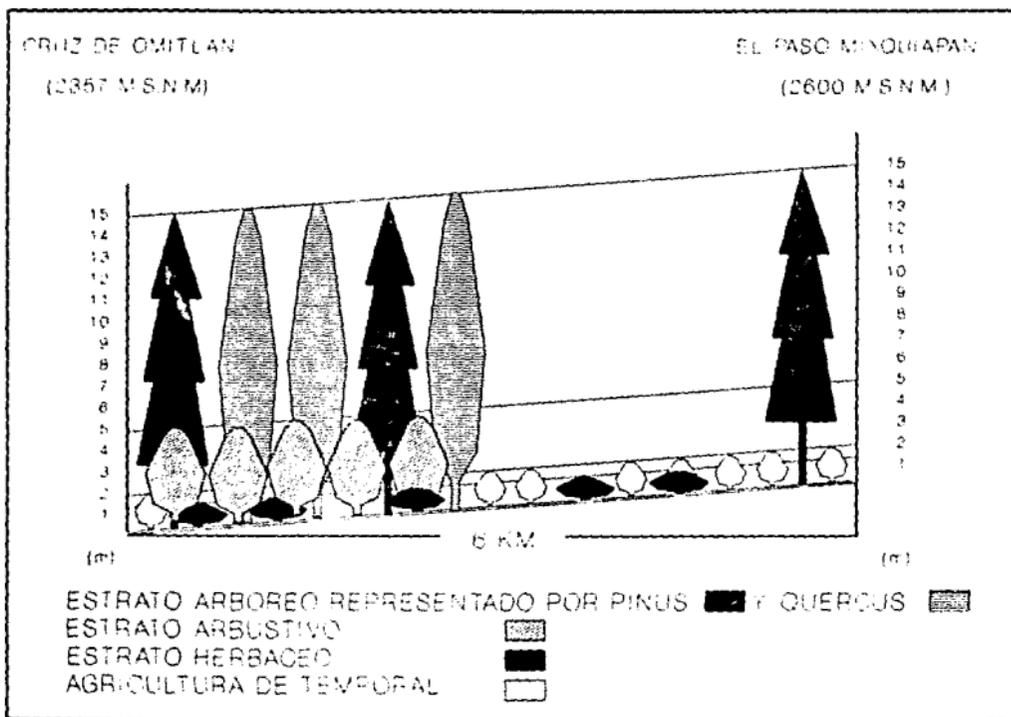
En el área de estudio (1,080 Ha), la vegetación está constituida de la siguiente manera: El bosque de encino cubre una superficie de 170 Ha (15.7%), el bosque de pino-encino 100 Ha (9.3%), el bosque de pino 10 Ha (0.9%), el pastizal inducido 200 Ha (18.5%) y el temporal agrícola 600 Ha (55.6%).

La composición estratigráfica de la vegetación existente en el área de estudio puede apreciarse de manera esquemática en el perfil fisonómico de la Figura 12.

Entre las especies arbóreas dominantes se encuentran el encino manzanillo (*Quercus lauriana*), encino quebrache (*Quercus rugosa* y *Quercus crassipes*), pino (*Pinus xalapensis* y *P. radiata*), ocote rojo (*P. leocote*), pino chino (*P. patula*) y oyamel (*Abies religiosa*), este último junto con los pinos están siendo actualmente explotados para uso industrial y doméstico.

El estrato arbustivo se encuentra bien desarrollado y está representado principalmente por tlascál (*Juniperus deppeana*, *Juniperus* sp. y *J. monticola*); madroño (*arbutus xalapensis*), huihuilán (*Symphoricarpos microphyllus*), ciprés (*Cupressus benthamii*), chamizo (*Eupatorium hidalgense* y *E. glabratum*), escoba (*Baccharis conferta*).

FIG. 12 PERFIL DE VEGETACION EXISTENTE EN EL AREA DE ESTUDIO



jarilla (*Senecio salignus*), romerillo (*Taxus globosa*), y encino hoja ancha (*Quercus crassifolia*).

La vegetación herbácea es mínima y en ella se encuentran géneros de gramíneas, leguminosas, compuestas y helechos, entre las dominantes están los gallitos (*Salvia patens* y *S. elegans*), hediondilla (*Senecio sinuatus*), aretillo (*Euchisia microphylla*), garañona (*Castilleja arvensis*), cadillo (*Acacia elongata*), jarritos (*Penstemon atropurpureus*), gusanillo (*Lobelia fenestrata*), ayatito (*Calochortus barbatus*), cordoncillo (*Sedum moranense*), tlalanis (*Tagetes micrantha*), hierba del sapo (*Eringium carlinae*), asfiterillo (*Erodium* sp.), hierba del aire (*Stevia* sp.), flor del gallito (*Salvia* sp.), cuaja-leche (*Gallium* sp.), cabezona (*Crusea* sp.), oreja de burro (*Asplenium monanthes*).

También existen cactáceas cultivadas pertenecientes al género *Opuntia* y especies de maguey pulquero *Agave atrovirens*, usadas para delimitar las áreas de cultivo.

La clasificación de dichos organismos se indica a continuación, señalando las especies que presentan importancia ecológica y/o económica, de acuerdo a lo siguiente:

- No se registraron especies endémicas.
- Las especies amenazadas o en peligro de extinción, se señalan con \*.
- Algunas de las especies consideradas como medicinales, se incluyen al final de dicha clasificación.

-División Coniferofitas

-Orden Coniferales

-Familia Pináceas

-Género y especie: *Pinus zalapensis*

\**Pinus radiata*

*Pinus teocote*

*Pinus patula*

*Abies religiosa*

-Familia Cupresáceas

-Genero y especie: *Juniperus deppeana*

*Juniperus* sp.

*Juniperus monticola*

\* *Cupressus benthamii*

- Familia Taxacea
- Genero y especie: \* Taxus globosa
  
- División Antofitas
- Clase Dicotiledóneas
- Orden Fagales
- Familia Fagáceas
- Género y especie: Quercus lauriana  
Quercus rugosa  
Quercus crassipes  
Quercus crassifolia
  
- Orden Personales
- Familia Escrofulariáceas
- Género y especie: Pennisetum atropurpureum  
Castilleja arvensis
  
- Orden Ericales
- Familia Ericáceas
- Género y especie: Arbutus xalapensis
  
- Orden Araliales
- Familia Caprifoliácea
- Género y especie: Symphoricarpos microphyllus
  
- Orden Asterales
- Familia Compuestas
- Género y especie: Baccharis conferta  
Eupatorium glabratum  
Eupatorium hidalgense  
Senecio sinuatus  
Senecio salignus  
Stevia sp.  
Lobelia fenestralis  
Tagetes micrantha

- Orden Lamiales
- Familia Labiadas
- Género y especie: Salvia patens  
Salvia elegans  
Salvia sp.
  
- Orden Rosales
- Familia Rosáceas
- Género y especie: Acaena elongata
  
- Orden Saxifragales
- Familia Crasuláceas
- Género y especie: Sedum moranense
  
- Orden Geraniales
- Familia Geraniáceas
- Género y especie: Erodium sp.
  
- Orden Litrales
- Familia Onagráceas
- Género y especie: Fuchsia microphylla
  
- Orden Umbelales
- Familia Umbellíferas
- Género y especie: Eryngium carlinae
  
- Orden Rubiales
- Familia Rubiáceas
- Género y especie: Gallium sp.  
Crusea sp.
  
- Orden Cactales
- Familia Cactáceas
- Género: Opuntia
  
- Clase Monocotiledóneas
- Orden Amarilidales
- Familia Amarilidáceas
- Género y especie: Agave atrovirens

- División Pterofitas
- Orden filicales
- Familia Ciateáceas
- Genero y especie: Asplenium monanthes
- Orden Liliales
- Familia Liliáceas
- Genero y especie: Calochortus barbatus

Algunas especies con propiedades curativas:

- Pinus teocote. - Se usa para calmar dolores reumáticos, sanar la bronquitis y ayudar a eliminar algunos parásitos intestinales.
- Arbutus xalapensis. - Su infusión se emplea como astringente en casos de diarrea.
- Quercus rugosa. - Se ocupa para sanar úlceras de la boca e inflamación de anginas.

Por otro lado, cabe mencionar que las especies de Abies y Pinus se utilizan para leña, carbón y postes para cercas y son aprovechadas en sitios cercanos al área de estudio, dentro de la industria del papel.

#### 4.7 FAUNA

De acuerdo a lo dicho anteriormente para vegetación, en cuanto a la ausencia de trabajos biológicos en la región, la visita de campo realizada también sirvió para verificar lo existente a especies zoológicas, a través de la información proporcionada por los habitantes; así mismo se tomaron como base los estudios de SEDUE, 1986 y Alvarez, 1983, con el fin de considerar a organismos cercanos al área de estudio y el de Flores y Geréz, 1988, para tomar en cuenta la posible presencia de ciertos animales de acuerdo al tipo de vegetación encontrada.

De acuerdo a lo anterior se obtuvo que la fauna silvestre se encuentra representada por algunos mamíferos tales como el mapache (Procyon lotor), gato montes (Felis rufus), coyote (Canis latrans), ardilla gris (Sciurus aureogaster), ardilla de Peters (Sciurus oculatus), ratones de campo (Peromyscus aztecus, Peromyscus melanotis y Reithrodontomys sumichrasti), conejo (Sylvilagus cunicularius) y liebre (Lepus callotis).

Entre las especies de aves más comunes, es posible encontrar al carpintero (Melanerpes formicivorus), halconcillo (Accipiter striatus), paloma de collar (Columba fasciata), codorniz (Cyrtonix montezumae), colibrí (Amazilia cyanocephala), jilguero (Myadestes obscurus), y carbonero (Parus sclateri y Parus wollweberi).

Dentro de los reptiles que se observan con mayor frecuencia, se ubica a la víbora de cascabel (*Crotalus* sp.), la lagartija (*Sceloporus aeneus*) y la lagartija de collar (*Sceloporus torquatus*).

La existencia de anfibios en el área de estudio es muy escasa, encontrándose sólo a la rana arborícola (*Hyla* sp., *Hyla arborescendens* y *Hyla bistincta*).

La clasificación para los géneros zoológicos encontrados así como las especies de interés ecológico y/o económico se citan en seguida, considerando los señalamientos que se muestran a continuación:

- <sup>1</sup> Especies endémicas de México.
- <sup>2</sup> Especies amenazadas o en peligro de extinción.
- <sup>3</sup> Especies comestibles.

- Phylum Cordados
- Subphylum Vertebrados
- Superclase Gnathostomata

- Clase Mamíferos
- Subclase Terios
- Orden Carnívoros
- Suborden Fissipedos
- Familia Procyonidae

- Género y especie: *Procyon lotor*.- Son nocturnos, habitan entre la vegetación y pasan el día durmiendo en los huecos de los árboles; buscan el agua de las charcas para comer y cazan ranas, peces y crustáceos, también consumen pájaros, topos y ardillas, además gustan de los clotes en las milpas.

- Familia Felidae

- Género y especie: *Felis rufus*.- Son organismos que habitan regiones montañosas de 2,000 metros de altura y que abarca desde desiertos hasta bosques, presentan hábitos nocturnos y cazan sólos, acostumbran trepar a los árboles para dormir; su dieta está constituida por pequeños roedores y aves.

- Familia Canidae

- Género y especie: *Canis latrans*.- El coyote es un animal que vive activo durante el día, pero que sin embargo prefiere el movimiento nocturno, constituye grupos familiares, aunque actualmente esto ha disminuido; su dieta es carnívora y está constituida principalmente por conejos, liebres y ratas.

-Orden Rodentia

-Suborden Sciuromorpha

-Familia Sciuridae

-Género y especie: *Sciurus aureogaster*

<sup>1</sup> *Sciurus oculatus*.- Estas especies constituyen sus nidos en las copas de los árboles, la primera de ellas se encuentra bien distribuida, ubicándola en todos los sitios boscosos, incluso en los perturbados; la segunda sólo puede observarse en bosques de coníferas, de encino y de pino-encino, se alimenta de frutos, semillas y granos.

-Suborden Myomorpha

-Familia Cricetidae

-Género y especie: *Peromyscus aztecus*

*Peromyscus melanotis*

*Reithrodontomys sumichrasti*.- Los ratones de campo, habitan principalmente en bosques de encino y de pino-encino y consumen frutos, huevos de aves e invertebrados.

-Orden Lagomorpha

-Familia Leporidae

-Género y especie: *Lepus callotis*

*Sylvilagus cunicularius*.- Los conejos y las liebres, son organismos de distribución mundial, sus hábitos son crepusculares o nocturnos, viven en galerías y en madrigueras que excavan ellos mismos. Su alimentación es herbívora.

-Clase Aves

-Superorden Neognatas

-Orden Falconiformes

-Familia Accipitridae

-Género y especie: <sup>2</sup> *Accipiter striatus*.- Vive en zonas de bosque y montaña, su alimento lo constituyen insectos y aves que caza durante el vuelo.

-Orden Apodiformes

-Suborden Trochilli

-Familia Trochilidae

-Género y especie: *Amazilia cyanocephala*.- Se le puede observar con mayor frecuencia en bosques de coníferas, de encino y de pino-encino, principalmente cuando éstos no se encuentran perturbados, la dieta de estas aves incluye el néctar de las flores y los insectos.

-Orden Passeriformes

-Suborden Passeres

-Familia Picidae

-Género y especie: Melanerpes formicivorus.- Habita principalmente en los ocotes, acostumbra perforar pequeños agujeros en los troncos para guardar sus bellotas, también se alimenta de algunos insectos.

-Familia Paridae

-Género y especie: Parus sclateri

Parus wollweberi.- Vive en los árboles de bosque seco, bosque de encino y de pino-encino. hace sus nidos en huecos o grietas, su alimentación es insectívora.

-Familia Turdidae

-Género y especie: Myadestes obscurus

Turdus infuscatus.- Habita en zonas templadas y boscosas, es sedentario y consume frutillas e insectos.

-Orden Columbiformes

-Familia Columbidae

-Género y especie: Columba fasciata.- Aves terrestres, de distribución casi mundial, se agrupan en bandadas y se alimentan de semillas y frutos.

-Orden Galliformes

-Familia Phasianidae

-Género y especie: <sup>2,3</sup>Cyrtonix montezumae.- Este organismo es común en los campos cultivados, matorrales y savanas y hace sus nidos en los huecos de los terrenos, son aves que ocasionalmente viven agrupadas; principalmente devoran insectos que son nocivos para la agricultura.

-Clase Reptiles

-Subclase Lepidosaurios

-Orden Escamosos

-Suborden Serpientes

-Familia Crotalidae

-Género y especie: Crotalus sp.- Vive en lugares áridos y pedregosos y en ocasiones se le puede ver en bosques de coníferas y de pino-encino, en invierno se introducen en madrigueras o escondrijos; devora anfibios, aves, peces, insectos y pequeños mamíferos, tales como ratas, conejos y tuzas.

- Subclase Diapsida
- Orden Squamata
- Suborden Lacertilia
- Familia Iguanidae

-Género y especie: <sup>1</sup> *Sceloporus aeneus*

<sup>1</sup> *Sceloporus torquatus*. - Es diurno, se encuentra bien distribuido, sobre todo en bosques de coníferas y bosques de pino-encino, hospedándose bajo piedras, rocas, en las paredes viejas o en madrigueras que construye en el suelo, su alimentación está integrada por insectos, gusanos y en ocasiones por pequeños moluscos.

- Clase Anfibios
- Subclase Anuros
- Orden Salientia
- Suborden Procoela
- Familia Hylidae

-Género y especie: <sup>1</sup> *Hyla* sp.

<sup>1</sup> *Hyla arborescendens*

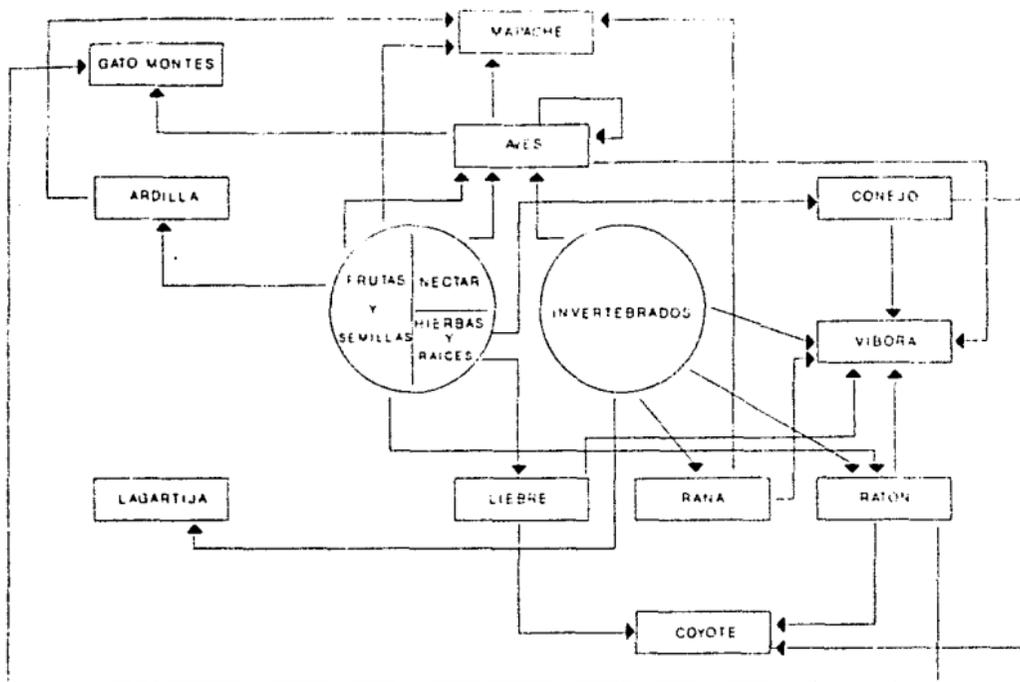
<sup>1</sup> *Hyla bistincta*. - Son especies de hábitos nocturnos y viven en los árboles de bosques de pino y pino-encino cerca de ríos y arroyos, su alimentación básica corresponde a pequeños invertebrados.

Con el fin de representar las relaciones existentes entre estos organismos en cuanto al transporte de materia y energía que se lleva a cabo en el ecosistema, se elaboró el esquema correspondiente (Figura 13), con base en las descripciones anteriores; a su vez, ello permitió visualizar con mayor claridad la posible trascendencia de los impactos que se generen.

#### 4.8 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

La integración de este punto, se llevó a cabo con base en los censos de población de 1970 y 1980 (INEGI), correspondientes al municipio de Omitlán de Juárez, así como en los datos reportados en el estudio de factibilidad técnica y económica (1975) en relación a la población de San Antonio El Paso (SARH, 1984b).

FIG. 13 DIAGRAMA DE LAS RELACIONES EXISTENTES EN LA TRAMA TROFICA DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO Y ENCINO, PERTENECIENTES AL AREA DE ESTUDIO



De acuerdo a la población total reportada en dichos censos (5,554 y 6,282 respectivamente), se calculó una tasa anual de crecimiento del 1.24% la cual se obtuvo a partir de la siguiente ecuación de crecimiento poblacional constante (Krebs, 1985):

$$q = \frac{N_{(1)} - N_{(0)}}{N_{(0)}} \qquad q \cdot 10 = 10 \sqrt{1+q} - 1$$

En donde:

$q$  = Tasa de crecimiento a 10 años.

$q \cdot 10$  = Tasa de crecimiento anual.

$N_{(0)}$  = Población total inicial.

$N_{(1)}$  = Población total a 10 años.

Este porcentaje permitió inferir a su vez la población existente para 1990, a partir de:

$$N_{(n)} = N_{(0)} (1 + q \cdot 10)^n$$

Formula con la cual se obtiene la población total para ( $n$ ) unidades de tiempo. Por tanto el total para todo el municipio durante el año de 1990, será de 7,106 habitantes.

Con base en este resultado se consultó el informe preliminar del XI Censo de Población y vivienda 1990, donde reportan una densidad de población municipal de 7,107 habitantes, de los cuales 3,562 son del sexo masculino y 3,545 del sexo femenino.

Los datos que se muestran a continuación están dados para cada una de las poblaciones que se incluyen en el área de estudio y fueron inferidos del Censo de población de 1970 (en el cual se encuentra la información desglosada por localidad), usando como base la tasa de crecimiento calculada y los resultados del X Censo de población anteriormente mencionados.

#### Población Total por Edad y Sexo.

Como se puede apreciar en la Tabla 4, para todas las localidades, la población se encuentra representada por habitantes jóvenes, encontrándose que de los 0 a los 19 años de edad, constituyen un 57.5% del total de los habitantes; así mismo es posible distinguir que el 56% de la población pertenece al sexo masculino y el 44% restante es del sexo femenino, lo que indica una tendencia a la estabilidad de la población a este respecto.

TABLA 4. DISTRIBUCION DE LA POBLACION POR EDAD Y SEXO EN LAS LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO (1980).

| EDAD            | LOCALIDADES       |         |         |               |         |         |                     |         |         |                 |         |         |
|-----------------|-------------------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|
|                 | OMITLAN DE JUAREZ |         |         | CRUZ DE MUJER |         |         | SAN ANTONIO EL PASO |         |         | CRUZ DE OMITLAN |         |         |
|                 | TOTAL             | HOMBRES | MUJERES | TOTAL         | HOMBRES | MUJERES | TOTAL               | HOMBRES | MUJERES | TOTAL           | HOMBRES | MUJERES |
| 00-09           | 461               | 261     | 200     | 52            | 30      | 22      | 396                 | 224     | 172     | 15              | 8       | 7       |
| 10-19           | 395               | 218     | 177     | 44            | 24      | 20      | 338                 | 186     | 152     | 13              | 7       | 6       |
| 20-29           | 227               | 128     | 99      | 25            | 14      | 11      | 194                 | 110     | 84      | 7               | 4       | 3       |
| 30-39           | 143               | 83      | 60      | 16            | 9       | 7       | 123                 | 71      | 52      | 5               | 3       | 2       |
| 40-49           | 104               | 57      | 47      | 12            | 7       | 5       | 89                  | 49      | 40      | 3               | 2       | 1       |
| 50-59           | 82                | 50      | 32      | 9             | 6       | 3       | 71                  | 43      | 28      | 3               | 2       | 1       |
| 60-69           | 38                | 19      | 19      | 4             | 2       | 2       | 32                  | 16      | 16      | 2               | 1       | 1       |
| 70-79           | 27                | 13      | 14      | 3             | 1       | 2       | 23                  | 11      | 12      | 1               | 0       | 1       |
| 80-89           | 10                | 4       | 6       | 1             | 0       | 1       | 8                   | 3       | 5       | 0               | 0       | 0       |
| 90-99           | 2                 | 1       | 1       | 0             | 0       | 0       | 2                   | 1       | 1       | 0               | 0       | 0       |
| NO ESPECIFICADO | 3                 | 2       | 1       | 1             | 1       | 0       | 2                   | 2       | 0       | 0               | 0       | 0       |
| TOTAL           | 1492              | 836     | 656     | 167           | 94      | 73      | 1278                | 716     | 562     | 49              | 27      | 22      |

### Población económicamente activa.

En la tabla 5, puede observarse que existe un mayor porcentaje de desempleo (60%), la población trabajadora constituye el 30 % y participa en los tres sectores de producción, de los cuales el primario e industrial, son los que concentran el mayor número de trabajadores. La población económicamente activa participa de la siguiente manera:

En el sector de producción primario, la población interviene en las actividades que a continuación se mencionan:

- Agrícola.- Es la de mayor importancia debido a su extensión (Figura 11) y a las características productivas del suelo; principalmente se practica el cultivo de maíz (agricultura de temporal), cuya producción total es de 0.80 toneladas por hectárea, observándose también aunque en menor escala, algunos sembradíos de cebada y avena. La cosecha obtenida, está destinada al autoconsumo en un 80% y el resto a la comercialización local. Cabe recordar, que actualmente no se utilizan tractores ni máquinas cosechadoras para la recolección y que la tecnificación se realizará bajo asesoría de la SARH como parte integral del proyecto, asimismo, se requerirán de créditos bancarios con el fin de diversificar los cultivos y poder canalizar su comercialización hacia las Ciudades de Huasca y Pachuca.

- Ganadera.- También se efectúa dentro de la misma región. Los terrenos dedicados al cultivo de rastrojo, cubren una menor superficie, y contribuyen a la crianza de 131 cabezas de ganado vacuno y 817 cabezas de ganado ovino aproximadamente, las cuales están destinadas exclusivamente para el autoconsumo. Asimismo también se observan aunque en mínimas proporciones, algunas cabezas de ganado caballar, mular porcino y caprino.

Para el sector de producción secundario, la población interviene en la actividad minera, la cual se realiza en las minas de Real del Monte, localizadas a 10 Km de la zona de estudio.

El sector de producción terciario, sólo se practica en los poblados de Omitlán de Juárez y El Paso Mixquiapan e incluye a los pequeños comerciantes de abarrotes y a cierto número de trabajadores que prestan sus servicios en actividades médicas, de educación y de comunicación entre otras, en la Cabecera Municipal de Omitlán de Juárez.

### Movimientos migratorios.

Los movimientos migratorios observados durante 1980, corresponden a un mínimo del 3 % de inmigrantes con respecto a la población total del área de estudio, es decir que existen 90 personas que cambiaron de lugar de residencia hasta este año y que provienen principalmente del Distrito Federal y del Estado de México, estableciéndose generalmente en la cabecera municipal; cabe mencionar que estas inmigraciones posiblemente se deban

TABLA 5. DISTRIBUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA EN LOS TRES SECTORES DE PRODUCCION, EN LAS LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO (1980).

| LOCALIDAD            | POBLACION | SECTORES DE PRODUCCION |            |                       |            |            |            |                      |            |
|----------------------|-----------|------------------------|------------|-----------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|
|                      |           | ECONOMICAMENTE ACTIVA  |            | ACTIVIDADES PRIMARIAS |            | INDUSTRIAS |            | COMERCIO Y SERVICIOS |            |
|                      |           | NUMERO                 | PORCENTAJE | NUMERO                | PORCENTAJE | NUMERO     | PORCENTAJE | NUMERO               | PORCENTAJE |
| OMITLAN DE JUAREZ    | 1492      | 407                    | 27.30      | 102                   | 25         | 183        | 45         | 122                  | 30         |
| CRUZ DE OMITLAN      | 49        | 9                      | 18.60      | 7                     | 75         | 2          | 25         | ----                 | ----       |
| EL PASO DE MIQUJAPAN | 1278      | 286                    | 22.40      | 157                   | 55         | 117        | 41         | 11                   | 4          |
| CRUZ DE MUJER        | 167       | 35                     | 20.90      | 16                    | 45         | 19         | 55         | ----                 | ----       |

a la inquietud de las personas por encontrar un lugar tranquilo para vivir. En cuanto al número de emigrantes, no se tienen datos registrados.

#### Calidad de vida.

En cuanto a las viviendas, éstas se encuentran predominantemente construidas de tabique, aunque existen también algunas de piedra y adobe y casi en su totalidad, presentan techos de lamina galvanizada. En general, las casas se encuentran en condiciones adecuadas para ser habitadas, teniéndose aproximadamente un promedio de 5 personas por vivienda.

La población de la zona de estudio, viste predominantemente con telas de mezclilla, gabardina y algodón y calzan zapatos de materiales sintéticos.

La alimentación se considera medianamente deficiente, ya que aunque consumen carne de 1 a 2 veces por semana en el 90% de la población, el alimento básico de estas familias, está constituido por maíz, frijol, huevo y pastas.

#### Infraestructura y servicios.

Con respecto a la infraestructura, únicamente existe un camino de terracería, transitable durante todo el año, que conecta por medio de veredas, con cada una de las localidades en cuestión y a las cuales se llega sólo por medio de vehículos particulares a partir de la cabecera municipal.

En relación a los servicios, más del 50% de las viviendas de la región, cuentan con electricidad y agua entubada (abastecida por manantiales) y actualmente se incluirán más metros de tubería para abastecer a un mayor número de habitantes. Las localidades carecen de un sistema de drenaje, por lo que actualmente se utilizan fosas sépticas. La cabecera municipal de Omitlán de Juárez, es la única localidad que sí presenta un sistema de drenaje y alcantarillado, además de los servicios de pavimento, teléfono, correo y transporte (taxi), por lo que funciona como un enlace de comunicación de los poblados del área de estudio, con el resto del país, de donde los habitantes acuden a las Ciudades de Huasca y Pachuca, para obtener mayores y/o mejores servicios.

#### Educación.

De acuerdo a la tabla 6, existe un mayor porcentaje de analfabetismo que de alfabetismo en la región de estudio, siendo pocos los estudiantes que concluyen la instrucción primaria y continúan con estudios superiores; esto se debe principalmente a la necesidad que tiene la población de edad escolar, de apoyar a sus padres en las labores agrícolas de la zona.

TABLA 6. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ALFABETISMO EN LAS LOCALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO (1980).

| LOCALIDAD              | POBLACION<br>TOTAL | ANALFABETAS |            | ALFABETAS |            | CON PRIMARIA CONCLUIDA<br>O ESTUDIOS SUPERIORES |            |
|------------------------|--------------------|-------------|------------|-----------|------------|---|------------|
|                        |                    | NÚMERO      | PORCENTAJE | NÚMERO    | PORCENTAJE | NÚMERO  | PORCENTAJE |
| DMITLAN DE JUAREZ      | 1492               | 239         | 16         | 1253      | 84         | 476   | 38         |
| CRUZ DE DMITLAN        | 49                 | 31          | 64         | 18        | 36         | ---   | ---        |
| EL FASO DE NIXQUITAPAN | 1278               | 677         | 53         | 601       | 47         | 12  | 2          |
| CRUZ DE MUJER          | 167                | 120         | 72         | 47        | 28         | 1   | 1.3        |

La cabecera municipal, es la única localidad que presenta un mayor porcentaje de personas alfabetas en relación a las que no saben leer y escribir, esto puede deberse entre otras cosas, a que la mayoría de los habitantes trabajan en actividades diferentes a las agrícolas y en que existe un mayor número de servicios que facilitan la asistencia de los habitantes a los diferentes centros de enseñanza.

Actualmente la región cuenta con 2 escuelas a nivel básico, una en Omitlán de Juárez y otra en San Antonio El Paso y 2 telesecundarias repartidas dentro de las mismas localidades. Por lo tanto, para continuar sus estudios, los habitantes tienen que acudir a la ciudad de Pachuca, en donde pueden encontrar instituciones educativas hasta nivel de postgrado.

#### Centros de salud y salud pública.

Sólo existe una clínica del IMSS en la cabecera municipal, a la cual acuden los habitantes de las localidades de la zona de estudio, tomando en cuenta que el poblado más alejado se encuentra a 6 Km de distancia. Como ya se mencionó anteriormente la población también acude a las Ciudades de Pachuca y Huasca para recibir este servicio.

Cabe mencionar que las enfermedades más frecuentes se presentan principalmente en invierno y corresponden a gripes y a enfermedades de tipo bronquial.

#### Actitud de la población ante el proyecto.

Los habitantes consideran indispensable la obra y esperan su pronta realización, ya que manifiestan que además de aumentar la producción de sus terrenos permitirá una mayor generación de empleo, posibilidades de comercialización a ciudades importantes y por tanto mayor calidad de vida, asimismo la población se muestra optimista, en cuanto a que pueda inducirse afluencia turística a la región, ya que se mejorará el aspecto estético de la misma.

Cabe mencionar que esta información se obtuvo durante la visita de campo, a través del cuestionario que se muestra en la metodología.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 RECOPIACION DE LA INFORMACION

#### Visita de campo:

Se realizó una visita de campo durante la época de estiaje (abril, 1991), en la cual se efectuaron observaciones generales en cuanto a las características ambientales del área de estudio, durante la época de estiaje, tomando en cuenta aspectos tales como turbiedad del agua estancada en las pequeñas cuencas y posibles fuentes de contaminación, color y textura al tacto en el factor suelo, relieve, y abundancia y diversidad de vegetación, para este último se llevó a cabo un muestreo muy general, con base en la técnica de transecto que refiere Krebs, 1985, para lo cual se tiraron tres líneas paralelas de 20 m cada una, en diferentes áreas seleccionadas al azar, a partir de éstas líneas se consideraron las especies que estaban situadas a menos de 1 m de distancia de cada lado, por lo que en total el área analizada corresponde a 120 m<sup>2</sup>.

La identificación de los organismos colectados se realizó en el Herbario Dra. Ma. Agustina Batalla de la Facultad de Ciencias, UNAM, así como en el laboratorio de plantas vasculares de la misma facultad.

Por otra parte, también se efectuaron preguntas sencillas a algunos habitantes de la zona de estudio, enfocadas específicamente a los servicios públicos con que cuentan, a su posición ante la construcción del proyecto y a su conocimiento en cuanto a la flora y fauna de la zona de estudio. El cuestionario aplicado a dichos habitantes se muestra a continuación:

Encuesta realizada a los habitantes del área de estudio:

- 1.- ¿Cuántas personas aproximadamente cuentan con luz eléctrica?
- 2.- ¿De qué manera disponen sus desechos?
- 3.- ¿Cuál es su fuente de abastecimiento de agua y como llega a sus hogares?
- 4.- ¿Está de acuerdo con la realización de estas obras? ¿por qué?
- 5.- ¿Conoce el nombre de alguna de las plantas que crecen en esta región?
- 6.- ¿Dichas plantas tienen propiedades curativas, se consideran comestibles o tienen otra utilidad para los habitantes de la región?
- 7.- ¿Qué animales pueden verse por estos lugares?

## 8.- ¿Cuales de ellos son empleados por los lugareños y en qué se utilizan?

A través de la observación y la encuesta realizada, se trató de identificar el aprovechamiento que se hace de los recursos.

### Trabajo de gabinete:

En cuanto a la información correspondiente al área de estudio, ésta se obtuvo mediante la revisión bibliográfica y cartográfica que se indica en cada uno de los aspectos que se tratan, dicha información fue consultada en algunas dependencias oficiales (SARH y SEDUE) y universidades (UAM, UNAM y UAH). Las proyecciones cartográficas que se presentan en este trabajo fueron realizadas mediante un pantógrafo, aumentando la escala de 1:250,000 a 1:50,000 tal como se indica en las figuras correspondientes, en cuanto a los datos que se presentan sobre las características climáticas, éstas se obtuvieron de las hojas de registro que maneja el Servicio Meteorológico Nacional, para la estación climatológica de Omitlán de Juárez; los relacionados con los ejemplares faunísticos presentes en el área de estudio, incluyen algunas especies que se encuentran en la Colección de Mastozoología del Instituto de Biología de la UNAM, y los relativos al nivel socioeconómico regional, fueron complementados con los proporcionados por las autoridades municipales de Omitlán de Juárez.

## 5.2 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

La presente evaluación se realizó utilizando como base, la modalidad general de las manifestaciones de impacto ambiental que se indican en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; se escogió dicha manifestación, considerando que a simple vista las obras no ocasionarían muchas alteraciones; esta forma de selección se realizó tomando en cuenta que la ley mencionada no define criterios para elegir una determinada manifestación. Por otra parte, es importante señalar que en este estudio no se mencionan algunos aspectos de la modalidad general (SEDUE, Gaceta Ecológica del mes de noviembre de 1989), ya que se consideró que no era necesario incluirlas, dadas las condiciones aparentes del área de implementación del proyecto y tomando en cuenta que para una evaluación de impactos más precisa, se requieren de estudios frecuentes y grandes periodos de investigación, en donde se haga una identificación y cuantificación detallada de los recursos existentes y sus interacciones; sobre todo en esta región, que ha sido poco estudiada.

Las técnicas seleccionadas para la identificación y evaluación de impactos, en las cuales se incluye el manejo de la información obtenida, fueron las correspondientes a la de sobreposición cartográfica y a la matricial, ya que se consideran complementarias, además de ser integrales, aplicables, descriptivas, dinámicas y flexibles y dadas las características del ambiente y las dimensiones del proyecto, permiten pronosticar satisfactoriamente y de una manera elemental y lógica los posibles impactos que se sucedan en el medio, durante las etapas de construcción y operación de la presa y zona de riego.

El empleo de estas técnicas se efectuó de la siguiente manera:

Con relación a la sobreposición cartográfica, ésta se realizó a través del análisis de la sobreposición de acetatos de cada una de las cartas de los diferentes factores ambientales que se muestran en las figuras 6, 7, 9, 10 y 11 con la correspondiente al área de estudio (figura 4). El análisis de esta relación permitió realizar la identificación espacial de los impactos.

Respecto al empleo de matrices, se utilizó una técnica basada en la matriz de Leopold (SARH, 1986) y en el cribado que sugiere la Agencia de Protección Ambiental de Canadá en la Guide Screening for Environmental Process, publicada por la Federal Environmental Assesment en 1978; de la primera, se estimó necesario adecuar la información de las columnas (acciones del proyecto) y renglones (factores ambientales), dado que la matriz original enumera 100 actividades relacionadas con cualquier tipo de proyecto y 88 condiciones ambientales con mayores posibilidades de ser impactadas; en la matriz utilizada en el presente trabajo se trató de vincular sólo la información obtenida relacionada con las características ambientales existentes en el área de estudio y los datos referentes a las acciones de las etapas a desarrollar en el proyecto "Llano de Mixquiapan".

De la técnica del cribado del Canadá, la cual presenta el mismo principio básico de cualquier matriz, se tomo en cuenta su sistema de evaluación, que consiste en asignar a cada interacción renglón-columna un cierto valor, para lo cual se considero apropiado utilizar las siguientes equivalencias, con el objeto de hacer más comprensible dicha evaluación: a = efectos adversos; A = adversos significativos; b = efectos benéficos y B = benéficos significativos, dejando en blanco aquellos casilleros en los que no se detectaron efectos; dichos valores se asignaron de acuerdo a las características e importancia de los factores ambientales que se verán modificados y su relación con las acciones involucradas en cada etapa del proyecto, considerando el análisis subjetivo de los criterios utilizados en la evaluación de los efectos, es decir, duración, frecuencia, magnitud y trascendencia de los impactos, de esta manera, si alguna actividad del proyecto elimina grandes cantidades de vegetación de importancia cultural, económica y ecológica, el impacto se calificará como adverso significativo. Dicho análisis, se menciona en la descripción de impactos, que se incluye en la parte de resultados.

A partir del análisis realizado, se propusieron medidas de optimización ambiental y mitigación de impactos adversos que se consideraron factibles de realizar, para cada efecto detectado en las diferentes etapas del proyecto; para complementar algunas de estas medidas se acudió a la información bibliográfica que se cita en ellas, así como a la proporcionada por personal de la SARH y de la Comisión Nacional del Agua.

Posteriormente se realizó una discusión, en la cual se hace un análisis global de los impactos detectados, en relación con la problemática que propició la realización del proyecto, con los beneficios que genere éste en la economía local o regional, con la importancia de los factores ambientales, con la técnica de identificación y evaluación utilizada y con las medidas de optimización ambiental y mitigación de impactos adversos.

Dicha discusión se apoyó en diferente bibliografía, cuyas referencias se hacen dentro del mismo texto.

Finalmente con base en la discusión, se pudieron emitir algunas conclusiones que definen la utilidad de la información consultada y de las técnicas de identificación y evaluación de impactos, así como la conveniencia que tendrá la implementación del proyecto; también se incluyen algunas recomendaciones, en las que se sugieren ciertas acciones que se consideran importantes de acuerdo a la experiencia del presente trabajo.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

Con base en lo anterior, quedó integrada una matriz con 48 renglones y 45 columnas, dándole una potencialidad de 2160 posibles impactos ambientales, de los cuales fueron identificados un total de 391 que corresponden al 18.10 % de toda la matriz, de ellos el 11.25 % fueron adversos, presentándose un 9.81 % en etapa de preparación del sitio y construcción, y un 1.44% en la etapa de operación y mantenimiento, el 6.85% restante incluye a los efectos benéficos, habiéndose obtenido un 1.71 % para la primer etapa y un 5.14 % para la segunda (Tabla 7).

### 6.2 DESCRIPCION DE IMPACTOS

#### Preparación del sitio y construcción

##### Obras de Apoyo:

**Agua.-** El efecto que producirá la instalación del campamento, si este se ubica en las cercanías de alguno de los cuerpos de agua de la zona de estudio, será sobre el patrón de drenaje. Los residuos producidos por las actividades realizadas en el campamento así como la emisión de desechos generados por el despiece de la rehabilitación del camino de acceso, podrían alterar el patrón de drenaje, el flujo y las características físicas, químicas y biológicas de este hábitat, ya que una inadecuada disposición, ocasionaría el arrastre de éstos por la acción del viento, la lluvia o el paso de peatones (Fig. 6). Cabe mencionar que estos ríos al ser de carácter intermitente podrían verse mayormente afectados; sin embargo debido a que estos efectos se darán a corto plazo y que ocuparán poco terreno, el impacto se evaluó como adverso poco significativo.

**Suelo.-** Las alteraciones serán ocasionadas por la instalación del campamento, la construcción de caminos laterales a los canales y la rehabilitación del camino de acceso; en el primer caso podría verse afectado, el drenaje superficial y el uso actual, el cual corresponde a pastizal inducido; las otras dos actividades influirán en el uso actual, uso potencial y el drenaje superficial. Las obras por realizar serán de carácter definitivo, pero de corta duración, extensión y magnitud; por lo tanto para el caso de la creación de nuevas vías de comunicación, el efecto se valoró como adverso poco significativo y para la reconstrucción del camino de terracería ya existente, se evaluó como benéfico poco significativo.

**Vegetación.-** Las acciones que incidirán sobre la vegetación son: la instalación del campamento, la construcción de caminos laterales a los canales y la emisión de desechos, los cuales sólo consisten de materia orgánica, puesto que el terraplen de la excavación de



canales, servirá para los caminos laterales. Al ubicarse dichas acciones sobre los pastizales, hierbas y arbustos, disminuirán su cobertura, diversidad y abundancia; no obstante, debido a que esta actividad será de corta duración y a la poca cantidad de vegetación existente en el área de implementación del proyecto (Figura 11), el impacto se consideró de tipo adverso poco significativo.

**Fauna.**- Se verá alterada por la instalación del campamento, los caminos laterales a los canales y la operación de maquinaria; Con estas actividades se tapaná una parte de su alimento y posibles sitios de residencia, principalmente para pequeños roedores y reptiles; además el ruido producido por la operación de la maquinaria y por la actividad de la gente, ahuyentará a los animales, quienes provisionalmente tendrán que desplazarse a lugares adyacentes al área de estudio. Sin embargo dada la poca abundancia y diversidad de especies zoológicas en la región, resultado de la perturbación ambiental y los asentamientos humanos, es muy probable que no se presenten condiciones de competencia y por lo tanto que no se vea alterado el flujo de la cadena trófica (Figura 13). Por lo anterior y considerando que los organismos endémicos y en peligro de extinción lo son a nivel nacional y se encuentran adaptados principalmente a los bosques; que el área por afectar, no es indispensable para la mayoría de la fauna y asimismo tomando en cuenta el corto plazo en que se darán estas acciones y la mínima superficie que cubrirán, este efecto se calificó como adverso poco significativo.

**Aspectos Socioeconómicos.**- Durante la construcción de las obras de apoyo, existirá cierta demanda de mano de obra, en la que se contratará a personas de la región, por lo que el efecto producido se detectó dentro del tipo benéfico, pero debido al corto plazo en que se llevarán estas acciones, el impacto se calificó como poco significativo.

Por otra parte, en este aspecto también se beneficiará el acceso hacia y en el área de implementación del proyecto, considerando el camino principal ya existente y los que se realizarán a lo largo de los canales; sin embargo, dado que no se abrirán nuevas vías a partir de los puntos de mayor comunicación y tomando en cuenta que las que se construirán o rehabilitarán serán de terracería, el impacto fue evaluado como benéfico poco significativo.

#### **Bancos de Material:**

**Agua.**- Este factor será alterado por el despalle y explotación de los bancos de material, cuyos desechos consistirán de materia orgánica que se dejará en las orillas de dichos bancos, los cuales se encuentran próximos a los ríos intermitentes ubicados aguas arriba de donde se construirá la presa (Fig. 3 y 6). Estos residuos modificarán el patrón de drenaje y al ser atrastrados junto con parte del sedimento (el cual aumentará como producto de las explosiones), pueden impedir el flujo de los cuerpos de agua, cambiando a su vez sus características físicas, químicas y biológicas. Con base en que estas afectaciones durarán poco tiempo y cubrirán poca área, fueron consideradas de carácter adverso poco significativo.

**Suelo.-** Las acciones que causarán efectos, serán el despalme, la explotación de bancos de material y la emisión de desechos, viéndose modificadas la profundidad, estructura, uso actual, uso potencial, drenaje superficial y drenaje vertical, al ser extraídos ciertos volúmenes de suelo y exponiendo éstos a los efectos erosivos, considerando su alta susceptibilidad; además, los residuos del despalme también afectarán el uso actual, ya que serán abandonados sobre los pastizales de los alrededores. Sin embargo, dada una mínima extensión y frecuencia para la obtención del recurso dentro del área de estudio, el impacto se evaluó como adverso poco significativo.

**Vegetación.-** Se verá afectada por el despalme de bancos de material y la emisión de desechos correspondiente, al eliminar o cubrir en cada caso, parte de pastizal, hierbas y arbustos y con ello la cobertura, diversidad y abundancia de los mismos (Fig. 11); sin embargo, tomando en cuenta la duración de esta actividad, su extensión y la escasa vegetación existente, en la que pocas especies son de importancia ecológica, el efecto fue calificado como adverso poco significativo.

**Fauna.-** Durante el despalme de bancos de material y la operación de maquinaria, se eliminará un área reducida de alimento y hábitat para los organismos, debido a ello la fauna que ahí se encuentre podría morir o emigrar definitivamente; asimismo, el ruido ocasionado por los explosivos, provocará que se alejen de manera temporal. No obstante, de acuerdo a lo que se ha mencionado sobre las características de las poblaciones animales, a la pequeña porción afectada en relación a la zona de estudio y a la duración de estas acciones, se estableció que el efecto será de tipo adverso poco significativo.

**Aspectos Socioeconómicos.-** Al igual que para las obras de apoyo, en esta fase también existirán pocos beneficios para la mano de obra de los habitantes locales, los cuales cubrirán los requerimientos de recolección y transporte de material; tomando en cuenta el plazo en que se darán estas labores, el impacto fue considerado benéfico poco significativo.

Por otro lado, el manejo de explosivos quedará a cargo de personal especializado, ya que es una actividad de riesgo, en la que se puede ver afectada la salud del operador; esta acción se evaluó como un impacto adverso poco significativo, debido al corto tiempo en que se efectuará la explotación de los bancos de material.

#### **Presa de Almacenamiento:**

**Agua.-** Las acciones que se realizarán, producirán alteraciones en el patrón de drenaje, flujo, cauce y características físicas del agua, debido a que se llevarán a cabo sobre una pequeña porción del cauce del arroyo que se pretende aprovechar, afectando estos atributos al remover el suelo y realizar la construcción del vertedor y la cortina, en una longitud total de 148.5 m (Fig. 3 y 6) y alterando a su vez la dinámica actual de este cuerpo de agua. Por otra parte, los residuos producidos, que consistirán de roca, tierra y materia orgánica y que se dispondrán aguas abajo de la ubicación de la presa, dependiendo de su cercanía a los arroyos podrían incidir sobre el patrón de drenaje y características físicas,

químicas y biológicas de éstos. Sin embargo de acuerdo al objetivo del proyecto de embalsar el agua para beneficios agrícolas; a la duración de la construcción, que será como máximo de dos años y a la poca extensión que se afectará, el presente impacto fue evaluado como adverso poco significativo.

**Suelo.**- Este factor se verá alterado por la limpia, despalme y trazo, excavación y construcción de la cortina, excavación y revestimiento del vertedor y la emisión de desechos, modificando la profundidad, estructura, uso actual, uso potencial y drenaje superficial, debido a que se extraerán volúmenes de suelo, que serán substituidos por el material de construcción generando residuos que serán depositados en sitios con uso actual de pastizal inducido. Tomando en cuenta los objetivos del proyecto, el tiempo de realización de las obras y el área afectada, estos efectos también se evaluaron como adversos poco significativos.

**Vegetación.**- La limpia, despalme y trazo, y la emisión de desechos, influirán sobre los pastizales, herbáceas, arbustos y árboles, así como en la cobertura, diversidad y abundancia de la zona donde se ubicará la cortina y el vertedor. Debido a que dicha superficie, es pequeña y sustenta pocos ejemplares en los estratos existentes, de acuerdo al uso del suelo (Fig. 11), aunado a que los efectos se presentarán a corto plazo y sin consecuencias de importancia, el impacto fue considerado como adverso poco significativo.

**Fauna.**- La fauna se verá afectada por la limpia, despalme y trazo y la operación de maquinaria, ya que al destruirse parte de su alimento y sus hábitats y al producirse ruido por las actividades consideradas, los animales se alejarán en busca de nuevos refugios, con la posibilidad de que regresen al término de las obras. Cabe recordar que en este sitio se encuentran muy pocas especies, ya que prefieren las cercanías del bosque; además de presentar una amplia área de distribución y posibilidades de invadir nuevos hábitats sin problemas de competencia, considerando su poca abundancia y diversidad; asimismo no se verá afectado el transporte de materia y energía entre los organismos. Con base en lo anterior y considerando la importancia y limitada extensión de la zona afectada fue posible evaluar al presente impacto como adverso poco significativo.

**Aspectos Socioeconómicos.**- Al realizarse los trabajos de construcción de la cortina y el vertedor y la instalación de la obra de toma, se generará una gran demanda de mano de obra, lo cual de acuerdo a las condiciones de desempleo local, favorecen económicamente a los habitantes y en consecuencia, aunque mínimamente, a su estilo y calidad de vida; no obstante la duración de estas actividades, el efecto fue evaluado benéfico poco significativo.

Por otro lado, el funcionamiento de la maquinaria ocasionará problemas en el sistema auditivo de los operadores, esto provocará por lo tanto alteraciones en cuanto a las necesidades de comunicación, considerando que en algunos días esta actividad durará varias horas; sin embargo, tomando en cuenta que la intensidad del ruido no incluirá otros efectos y que no alcanzará a afectar a las poblaciones cercanas, el impacto se consideró como adverso poco significativo.

### Zona de Riego:

**Agua.-** Las acciones que alterarán este factor son: desmonte; limpia, despalme y trazo; excavación de canales; instalación de sifones y tomas granja; emisión de desechos y nivelación de terrenos agrícolas. Ya que al ser modificado el suelo y remover la vegetación, se influirá sobre el patrón de drenaje y características físicas, químicas y biológicas, tomando en cuenta para este último el arrastre del sedimento de parte de los terrenos descubiertos, los cuales corresponden en su totalidad a 2 Ha de desmonte al norte de la zona de riego y a las áreas de despalme para la construcción de canales que incluyen terrenos que son atravesados por algunos arroyos (Fig. 6 y 11); por otra parte la emisión de desechos, que consistirá principalmente de materia orgánica (ya que el terraplen se empleará en algunas obras de apoyo), también pueden modificar por acarreo las características fisicoquímicas del agua dependiendo de su proximidad a las corrientes. El flujo y el cauce, se afectarán por la instalación de algunos sifones o puentes subterráneos, teniendo que desviar provisionalmente el cauce de 2 ríos. Dada la poca magnitud, permanencia y superficie que cubrirán estos efectos, el impacto fue evaluado como adverso poco significativo.

**Suelo.-** A partir de las actividades citadas para el factor agua, en el suelo se incidirá sobre su profundidad, estructura, uso actual, uso potencial, drenaje superficial y drenaje vertical al retirar vegetación y tierra de los sitios de construcción y de las dos hectáreas de bosque de pino-encino para la prolongación de los terrenos de cultivo (Fig. 11), disponiendo los residuos sobre otras superficies cubiertas por pastizales; sin embargo, la actividad de mayor afectación será el desmonte, ya que se disminuirá la capacidad de retención e infiltración del suelo y puede presentarse el fenómeno de erosión, tomando en cuenta que se trata de suelos de textura media y pendientes regulares, lo cual contribuirá al decremento de la fertilidad de los suelos. Con base a que el impacto no se dará con frecuencia, y que será de corta extensión en cuanto a tiempo y espacio, éste fue calificado como adverso poco significativo.

En la nivelación de terrenos agrícolas, se beneficiarán la profundidad, estructura, uso actual y drenaje superficial, lo cual se considera un efecto poco significativo debido a que sólo se mejorarán los terrenos proyectados para la zona de riego.

**Vegetación.-** El desmonte; la limpia, despalme y trazo, y la disposición de desechos tendrán efectos en la cobertura, diversidad y abundancia de pastos, hierbas, arbustos y especies arbóreas, debido a que dicha vegetación será removida o cubierta por los residuos generados durante la construcción de la zona de riego, reduciendo una porción del hábitat de vida silvestre. Pero tomando en cuenta que los terrenos desmontados, se cubrirán por cultivos en un corto plazo y dados los beneficios y la duración de la construcción de las obras, estas alteraciones se evaluaron como adversas poco significativas.

Cabe señalar que en relación al estrato arbóreo, la vegetación original de la zona de estudio se ha visto muy alterada por la actividad humana, induciendo poco a poco a la creación de manchones de bosque, por lo tanto, se considera que cualquier tipo de desmonte, puede ocasionar un efecto adverso significativo sobre este elemento.

**Fauna.-** Las actividades que causarán alteraciones en los animales, corresponden al desmonte; limpia, despalme y trazo, y operación de maquinaria, puesto que se disminuirá una porción de su alimento y su hábitat; por una parte, el sitio por desmontar (2 Ha) provocará que dichos organismos cambien en forma definitiva sus lugares de residencia y por la otra, todos aquellos que se vean afectados por la presencia de gente y ruido emigrarán temporalmente. No se observará competencia en otras áreas, dada la diversidad y abundancia de especies zoológicas y tampoco se verá modificada la red trófica debido a la similitud de las regiones adyacentes a la zona de estudio. Por consiguiente y estimando la duración y dimensión de los efectos, éstos se calificaron dentro de los adversos poco significativos.

**Aspectos Socioeconómicos.-** Al igual que en toda esta etapa, las modificaciones que se presentarán durante el acondicionamiento de la zona de riego, se enfocan a la gran demanda de mano de obra que se generará, la cual será cubierta por los habitantes de la región, contribuyendo a mejorar sus condiciones económicas y levemente su estilo y calidad de vida; advirtiendo que esta etapa se mantendrá durante poco tiempo, el impacto fue evaluado como benéfico poco significativo.

Por otra parte la nivelación de terrenos producirá efectos benéficos significativos sobre las actividades agrícolas a realizar, tomando en cuenta que la duración del impacto será a largo plazo y que en dichas acciones, se crearán pendientes suaves que facilitarán el cultivo y generarán suelos más propicios para ello.

### Operación y Mantenimiento

#### **Presa de Almacenamiento:**

**Agua.-** Al llenarse la presa se modificarán el cauce y el flujo del arroyo Las Conchitas (Fig. 6), afectándose su dinámica hidráulica, ya que al retener el recurso, también se impedirá el escurrimiento aguas abajo de la cortina; no obstante, teniendo en cuenta que el fin que se persigue es el de almacenar el agua para su mejor aprovechamiento y que dicha alteración durará sólo hasta concluir el llenado del embalse, después del cual se presentará un flujo más constante, el impacto ocasionado fue valorado como adverso poco significativo.

Por otra parte al no desmontarse la vegetación de la porción del vaso que se va a inundar, no existirán grandes variaciones en las características químicas del agua, considerando que se cubrirá una zona de pastizal inducido y agricultura de temporal (Fig. 11), con ausencia de especies leñosas, por lo tanto al llevarse a cabo el proceso de descomposición bacteriana de la biomasa existente, se producirán pocos elementos químicos, tales como los nitratos y fosfatos; dada la escasa aportación de dichos elementos al ecosistema se consideró que existirán un efecto adverso poco significativo sobre el recurso; considerando además que se acelerará un poco el proceso natural de autroficación.

Con respecto a las características físicas del agua, al llenarse la presa habrá una reducción en cuanto al contenido de sólidos y turbiedad dentro de este sistema con relación al arroyo que lo alimentará, lo cual se calificó como un efecto de tipo benéfico poco significativo, ya que a largo plazo dichas características pueden cambiar.

El llenado de la presa, la conservación de taludes y la reparación de filtraciones beneficiará el volumen y las características físicas del embalse, considerando que las dos últimas acciones evitarán el lavado de la roca de la cortina y por tanto el desgaste de la misma, por consiguiente estas actividades se calificaron dentro de las benéficas significativas, considerando la importancia de realizar dichas acciones.

Asimismo, cabe señalar que la geología del suelo es apta para efectuar el almacenamiento del agua, ya que se trata de basalto y toba areno-arcillosa (Fig. 8), confiriéndole al suelo características de impermeabilidad, por lo tanto se considera que no existirán modificaciones en el volumen de la presa por infiltraciones de tipo geológico, lo cual se calificó como un impacto benéfico significativo.

Clima.- Con el llenado de la presa, las condiciones climáticas de sus alrededores se verán modificadas ya que el cuerpo de agua inducirá a una mayor estabilidad térmica, debida al efecto de evaporación, en el cual el agua contribuye al aumento de la humedad relativa atmosférica y por tanto a la creación de un microclima. Lo anterior hace notar que el efecto producido es de tipo benéfico y que se mantendrá durante toda la vida útil de las obras, sin embargo dada la superficie a beneficiar el impacto se evaluó como poco significativo.

Suelo.- El uso actual que es de pastizal inducido, el uso potencial y el drenaje superficial de este factor, se afectarán al quedar cubiertos por agua, no pudiendo realizar ningún aprovechamiento futuro sobre esta superficie, no obstante debido a los objetivos del proyecto, a los beneficios tanto socioeconómicos como ecológicos que se propiciarán con el embalse y a la superficie de llenado de la presa, el efecto fue evaluado como benéfico poco significativo.

Vegetación.- Los pastizales y arbustos, se perderán por la inundación del vaso, cubriendo una superficie de 12 Ha como máximo (NAME), en terrenos cuyo uso actual es de pastizal inducido y agricultura de temporal, cabe mencionar que estos últimos no estarán sembrados en el momento de llenar el embalse (Fig. 11); con base en lo anterior, se considera que las especies afectadas no constituyen un importante componente ecológico, tomando en cuenta además que esta vegetación se encuentra en otros sitios dentro del área de estudio. De acuerdo a esto, a la posibilidad de que surjan de manera natural nuevos organismos vegetales en los alrededores del embalse y a que el área de operación de la presa es pequeña, esta acción fue evaluada como adversa poco significativa.

Por otra parte, esta actividad a mediano o a largo plazo, podría originar el surgimiento de vegetación acuática macroscópica, como consecuencia del fenómeno de eutroficación; esto se considera un efecto de tipo adverso significativo, debido a los

problemas que ocasiona tanto en el mismo ecosistema, al disminuir el oxígeno disuelto y aumentar la evapotranspiración, como a nivel socioeconómico, al impedir el aprovechamiento del recurso y las actividades productivas y/o recreativas que se realicen en el embalse.

Fauna.- Como en el caso anterior las especies zoológicas, principalmente pequeños mamíferos y repüles, se afectarán a causa del llenado del embalse, ya que algunos morirán y otros tendrán que desplazarse de manera definitiva a las proximidades boscosas, al quedar cubiertos por agua parte de sus lugares de residencia, asimismo se considera que los que migren no originarán condiciones de competencia ni por territorio ni por alimento, dada la poca abundancia y amplia distribución de estos organismos. De acuerdo a que la zona por afectar no es de importancia relevante, ya que sustenta pocas especies faunísticas por tratarse de pastizales y considerando que sus relaciones tróficas no se verán modificadas, el efecto se valoró como adverso poco significativo.

Por otra parte la actividad en cuestión, favorecerá el surgimiento o inmigración de especies acuáticas, con lo que se añadirá mayor diversidad en la región; en consecuencia el impacto fue considerado benéfico significativo.

Aspectos Socioeconómicos.- Durante la operación y mantenimiento de la presa, los habitantes de la región podrán tener una fuente de ingresos segura y a largo plazo mejorando su estilo y calidad de vida y contribuyendo a su vez a la prestación de servicios para la conservación del embalse, asegurando con ello la continuidad de la agricultura de riego, sin embargo debido a que se trata de trabajos eventuales el impacto fue considerado como benéfico poco significativo.

Por otra parte el llenado de la presa traerá consigo la posibilidad de desarrollar otras actividades, tales como la pesca y la recreación, asimismo podría generarse una mayor afluencia turística a la región, aumentando las alternativas en cuanto a fuentes de ingresos y propiciando el desarrollo regional; tomando en cuenta la duración y magnitud que pueden tener estos efectos para los habitantes del área de estudio y la frecuencia con la que podrían realizarse estas actividades, el impacto fue evaluado como benéfico significativo.

Cabe mencionar que al crearse el embalse se afectarán algunos terrenos ejidales que deberán ser expropiados e indemnizados, pero de acuerdo a los beneficios anteriormente expuestos y de los cuales están concientes los ejidatarios, éstos aceptan los hechos exigiendo únicamente que sus pérdidas les sean remuneradas, por lo que se consideró como una alteración adversa poco significativa.

#### Zona de Riego.

Agua.- La operación de las estructuras (canales, tomas granja y sifones) y por lo tanto el riego, influirán sobre el volumen de la presa al extraer agua de ella, lo cual fue calificado como un impacto de tipo adverso poco significativo, ya que aunque exista una

frecuencia más o menos continua en la utilización de agua para riego, correspondiente a aproximadamente 4 meses en cada periodo de siembra, el volumen extraído (6,420 m<sup>3</sup>/Ha) no afectará la recuperación del contenido de agua en el embalse.

El uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas pueden alterar en forma adversa al recurso, en sus características físicas, químicas y biológicas, teniendo en cuenta que los residuos pueden ser arrastrados hacia los cuerpos de agua afectando directamente a la biota acuática y reduciendo la fotosíntesis y la concentración de oxígeno disuelto, disminuyendo con ello la productividad del sistema. Así mismo, podrían verse afectadas las posibilidades de usos futuros para este recurso, aún tratándose de ríos de tipo intermitente, ya que los agroquímicos quedarían contenidos en el suelo y por arrastre junto con las aguas de retorno agrícola, contaminarían dichos ríos. De acuerdo a esto, los efectos fueron evaluados como adversos significativos.

Suelo.- El subsoleo y el barbecho, modificarán las características del suelo, beneficiando la implementación de cultivos en la zona de riego (Fig 2 y 11). A su vez, la operación de estructuras, la técnica de rotación de cultivos, la apertura de cepas, la siembra y el uso de semillas mejoradas, contribuirán a obtener una mayor calidad y cantidad de productos, considerando que el riego no ocasionará salinidad y/o sodicidad en el suelo, ya que el agua utilizada será de lluvia y escurrimientos y los sedimentos que componen la zona de estudio, no presentan este tipo de problemas. Por lo tanto, de acuerdo a los objetivos del proyecto, al uso actual y potencial del suelo y a que esta etapa se realizará a largo plazo, los efectos fueron calificados como benéficos significativos.

En este factor, los fertilizantes contribuirán a la adición de nutrientes en el suelo, lo cual representa un impacto de tipo benéfico significativo para el uso actual y potencial de estos terrenos, sin embargo hay que tomar en cuenta su adecuada aplicación para obtener buenos resultados en la producción agrícola generada.

Por otra parte, altas cantidades de plaguicidas pueden cambiar la composición química del suelo, alterando en forma adversa significativa su uso actual y potencial.

Vegetación.- Este componente ambiental se favorecerá en cuanto a las especies de interés comercial, ya que son las que constituyen el uso actual del suelo en lo que será la zona de riego (Fig. 11). Las acciones que influirán sobre los cultivos serán el subsoleo, el barbecho, la operación de estructuras, la técnica de rotación de cultivos, la apertura de cepas, la siembra, el uso de semillas mejoradas y el riego, tomando en cuenta que para este último, el volumen utilizado (6420 m<sup>3</sup>/Ha) será el adecuado, no afectando a dichos cultivos; en consecuencia y dada la duración de esta etapa, así como la variedad, cantidad y frecuencia de la producción obtenida en relación a lo que se tendría sin el proyecto, el efecto fue evaluado como benéfico significativo.

Por otra parte dada la preparación del suelo y el uso de fertilizantes en la zona de riego, existe la posibilidad de que surjan plantas indeseables para el óptimo desarrollo de los cultivos, las cuales tendrán que ser eliminadas por algún método de control que no ha

sido especificado, con lo cual se ejercerá un impacto de tipo benéfico significativo sobre la vegetación comercial.

Al fertilizar, como ya se mencionó, se añadirán nutrientes a las plantas de interés comercial, aumentando la productividad de éstas, por lo que esta actividad se calificó como benéfica significativa, sin embargo se deberán tomar en cuenta algunas medidas de optimización que se proponen en la sección correspondiente.

Los plaguicidas por su parte, pueden generar un efecto benéfico al proteger a los cultivos de ciertas plagas, sin embargo un abuso en el empleo de este producto, puede afectar la calidad del mismo, repercutiendo en toda la cadena alimenticia incluyendo al hombre, tomando en cuenta que se trata de sustancias bioacumulativas; por lo tanto, el impacto fue considerado de tipo adverso significativo.

Fauna.- Debido a que en la zona de estudio, existen animales tales como el tlacuache, mapache, ardilla y algunos roedores que se alimentan de los sembradíos a desarrollar (maíz y frutos entre otros), la abundancia y diversidad de especies vegetales comerciales, posiblemente propiciará una mayor afluencia de estos animales hacia la zona de riego, los cuales podrán llegar a constituir plagas, por tanto el ataque directo que se ejerza sobre ellos, puede disminuir a estas poblaciones y en forma indirecta, el consumo de agua y alimentos que contengan residuos de plaguicidas, pueden reducir la capacidad reproductiva de dichos animales, además debido a que estos productos se concentran en los tejidos, estas presas a su vez contaminarán a sus predadores, presentándose esto a lo largo de la red trófica. De acuerdo a dichos efectos, el impacto se calificó como adverso significativo.

Aspectos Socioeconómicos.- Las acciones a realizar en la zona de riego durante esta etapa producirán un impacto benéfico significativo en las actividades agrícolas, de acuerdo a todo lo anteriormente expuesto; como consecuencia la población se favorecerá de manera importante, ya que tendrá una fuente de trabajo segura y a largo plazo, tanto en las labores agrícolas como en la prestación de servicios, disminuyéndose así el porcentaje actual de desempleo existente en la región.

Así mismo se cumplirá el objetivo del proyecto, con respecto al aumento de la producción, satisfaciendo las necesidades de autoconsumo y generando excedentes que serán comercializados hacia las ciudades de Pachuca y Huasca principalmente, creando mayores ingresos y por consiguiente mejorando el estilo y calidad de vida de los habitantes. Al realizarse esta cadena de efectos, se concluyó que el impacto ocasionado sobre este factor ambiental, es de tipo benéfico significativo.

La aplicación de fertilizantes y plaguicidas, puede afectar en forma directa la salud de quienes los aplican, por inhalación de las partículas que quedan suspendidas en el aire, así mismo pueden causar alteraciones orgánicas en las personas que los ingieren a través de los alimentos o del agua, presentando diferentes síntomas, dependiendo del plaguicida que sea utilizado, tomando en cuenta que algunos causan efectos drásticos aunque sean

introducidos en el organismo en mínimas cantidades. Por otra parte, si no existe una planeación adecuada en la aplicación de plaguicidas, esto traería como consecuencia una reducción en los niveles económicos de los habitantes. Dados los efectos que puede producir la elección y manejo inadecuado de los productos a utilizar, el impacto fue evaluado como adverso significativo.

### 6.3 MEDIDAS DE OPTIMIZACION AMBIENTAL Y/O MITIGACION DE IMPACTOS ADVERSOS

Las medidas de optimización que se plantean en esta sección y que se muestran en la figura No. 14, pretenden además de minimizar los impactos adversos producidos por el proyecto, incrementar aquellos de tipo benéfico. A continuación se mencionan dichas medidas, considerando para ello, su factibilidad técnica, económica y ecológica, su aplicabilidad en tiempo y espacio y quienes y como las llevarán a cabo; la descripción correspondiente se realizó de acuerdo a las etapas del proyecto y al elemento ambiental modificado.

#### Preparación del sitio y construcción

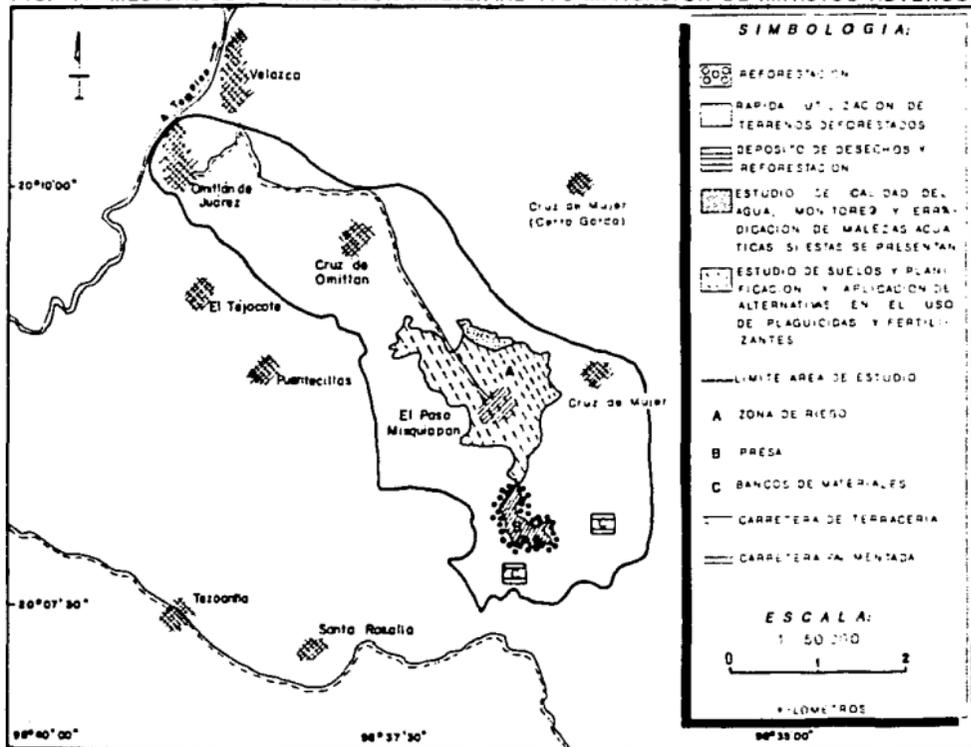
**Agua.-** El impacto de mayor relevancia y que puede ser minimizado, es el referente a la emisión de desechos, los cuales pueden modificar las características físicas, químicas y biológicas del agua. Con el fin de disminuir este impacto se considera importante asegurar la colocación de botes de basura en el área de instalación del campamento, a su vez se sugiere que dicho campamento, así como los residuos generados por el resto de las actividades de esta etapa (materia orgánica, roca y tierra), se ubiquen lo más alejado posible de los arroyos existentes y principalmente en los lugares desprovistos de cubierta vegetal, para evitar nuevas alteraciones en el ecosistema, asimismo, después de la explotación de bancos, es conveniente que también en estos sitios dichos desechos se utilicen como relleno, reforestando dichas zonas, así como las áreas adyacentes al embalse, para evitar o disminuir el acarreo de sedimentos que alteren la calidad del agua.

Bajo este principio, dentro de la construcción de la zona de riego, en la cual se deforestarán ciertas áreas, se deberá llevar a cabo la rápida reutilización de estos suelos (por construcción o implementación de cultivos), para reducir los efectos del aire o la lluvia sobre el suelo y a su vez la sedimentación hacia el arroyo las Conchitas, que es el que podría verse afectado en la porción norte de la zona de riego en donde se realizará el desmonte (Fig. 11).

Estas medidas se deberán aplicar durante toda esta etapa y estarán a cargo de los constructores de las obras.

**Suelo.-** Es posible reducir y aún evitar los efectos erosivos de los suelos que quedarán desprotegidos, tal es el caso de los bancos de materiales y los lugares deforestados, para ello, como ya se mencionó, es necesario que lo más pronto posible se

FIG. 14 MEDIDAS DE OPTIMIZACION AMBIENTAL Y/O MITIGACION DE IMPACTOS ADVERSOS



disponga de estas tierras con las actividades a que se diseñarán dentro del proyecto y que los residuos de estas obras sustituyan el volumen de material extraído de los bancos y/o cubran los suelos con la materia orgánica obtenida de dichos residuos, también es conveniente, llevar a cabo una labor de reforestación, que contribuya a mantener las características de este factor ambiental. Estas acciones las efectuarán los encargados de la construcción y para el último caso, también los usuarios de las obras, con posibilidades de cubrir mayores dimensiones que las correspondientes al área afectada.

**Vegetación y fauna.-** Como ya se indicó, para poder reducir el impacto por desechos, estos deberán colocarse prioritariamente en los lugares desprovistos de vegetación; en el caso de que ésta tenga que perderse por las acciones de despalme y desmonte, puede ser recuperada mediante la reforestación de las áreas que se muestran en la figura 14, las cuales se han sugerido de acuerdo a que es posible evitar impactos adversos en agua y suelo. Cabe mencionar que varios programas de reforestación han tenido éxito con *Pinus montezumae* y que durante 1989, el costo de reforestación por hectárea correspondió a \$ 1'500,000 (517 dólares) aproximadamente, según datos proporcionados mediante comunicación personal por el Subdirector de Plantaciones Forestales de la Dirección General de Protección Forestal en la SARH; esta información deberá ser actualizada en el momento de realizar dicha actividad. El encargado de dar cumplimiento a estas acciones es la SARH, para la zona federal del embalse y a las autoridades municipales en el área ejidal, en donde se ubican los bancos de materiales.

Sobre este nuevo hábitat se tratará de inducir el establecimiento de fauna regional reduciendo en lo posible el ruido y la presencia de personas que provoquen su emigración definitiva. Con esta acción se subsanarán los efectos inevitables que se causarán sobre este elemento. Dicha medida podrán implementarla los constructores y los usuarios de las obras.

**Aspectos socioeconómicos.-** El impacto más importante a considerar, es el relacionado con el ruido de los explosivos y la maquinaria que será utilizada, para lo cual la medida que se indica, es la de el uso de protectores auditivos para evitar daños en la salud de los operadores. En relación a la comunicación, será indispensable tratar de suspender en lo posible el ruido ocasionado, con la finalidad de evitar desastres o accidentes que pudieran presentarse durante esta etapa.

### Operación y mantenimiento

**Agua.-** Al llenar el vaso sin extraer la vegetación de éste, se propiciarán ciertas características del agua que ya se han mencionado; predictivamente dichas características serán las adecuadas para uso agrícola, sin embargo, como una medida que conduzca al óptimo aprovechamiento del recurso y que permita conocer los futuros usos a los que pueda destinarse, deberá realizarse un estudio de calidad del agua, seguido de un monitoreo periódico, con el fin de llevar un control de dicha calidad. Las estaciones de muestreo y los parámetros por analizar serán establecidos por la unidad estatal correspondiente perteneciente a la Comisión Nacional del Agua.

- En cuanto a la inversión actual requerida para realizar un muestreo, se estima que esta asciende a \$ 75'964,000 (26,194 dólares) aproximadamente, considerando los costos de adquisición del equipo necesario y los análisis de laboratorio de 22 parámetros representativos, incluyendo la determinación de plaguicidas. Esta información fue proporcionada en la Gerencia de Calidad del Agua de la Comisión Nacional del Agua, mediante comunicación personal.

Con relación al acarreo de agroquímicos, que podrían afectar significativamente las características físicas, químicas y biológicas del agua, es importante atenuar este impacto a través de una adecuada planificación en el empleo de estos productos, considerando el tipo de plaguicida o fertilizante a utilizar y las dosis requeridas; para el caso de los plaguicidas, se recomienda que se utilicen preferentemente los de tipo organofosforado o los carbamatos, de acuerdo a que son menos persistentes y por tanto se puede evitar que queden residuos en el agua, el suelo o la vegetación (SARH, 1982c); previo a la selección de agroquímicos deberá prepararse a los campesinos en cuanto al conocimiento de éstos y sus efectos sobre los factores ambientales, para poder elegir los productos más convenientes tanto económica como ecológicamente. Como alternativa en el empleo de fertilizantes y plaguicidas se sugiere respectivamente, el uso de abonos orgánicos y algunas técnicas de control de plagas, a nivel genético (cultivos resistentes) o biológico (enemigos naturales), con lo que además de proteger los cultivos, se evitarán modificaciones en otro factor ambiental.

Estas acciones estarán a cargo de los usuarios, bajo la asesoría técnica de la SARH.

Clima.- Este factor se beneficiará a nivel de microclima al llevarse a cabo las acciones de reforestación, ya que por evapotranspiración se añadirá mayor humedad a la atmósfera.

Suelo.- Con el fin de atenuar o evitar los efectos adversos en el suelo por el uso de fertilizantes y plaguicidas, es recomendable aplicar las medidas descritas para el factor agua, añadiendo que, para el caso de los primeros será necesario realizar un estudio de los suelos a cultivar, para no exceder el contenido de algunos nutrientes o provocar la carencia de otros, tomando en cuenta el tipo de fertilizante y las dosis por aplicar. Los responsables de hacer que se cumplan dichas acciones serán los técnicos de la SARH, quienes asesorarán a los usuarios en la implementación de tecnologías de producción.

Vegetación.- Para la recuperación de la vegetación terrestre que se verá afectada, se proponen las actividades de reforestación establecidas en párrafos anteriores.

Por otra parte, para las especies de interés comercial, las cuales se encuentran relacionadas con el uso de agroquímicos, se considera conveniente que los técnicos de la SARH difundan entre los agricultores, que el empleo de fertilizantes en cantidades superiores a las requeridas por los diferentes cultivos, no aumentarán las cosechas, por el contrario, pueden disminuir su calidad por un rápido desarrollo y una madurez tardía, al

mismo tiempo que perjudican a ciertos factores ambientales y a sus usos actuales y futuros, tal es el caso del agua y el suelo.

En cuanto a plaguicidas, deberá tomarse en cuenta que al ser empleados, sólo se ataque lo que se quiere, sin afectar a los cultivos o a otros elementos del medio, por lo tanto, si no es posible llevar a cabo un control biológico o genético, se recomienda acudir al catálogo de plaguicidas que se incluye en el Diario Oficial de la Federación de fecha 14 de marzo de 1988, en el que se mencionan las características de diferentes plaguicidas, los cultivos en que pueden aplicarse y para que tipo de plagas, señalando la dosis mínima efectiva para ser exterminadas, ya que además se debe considerar que una fumigación en exceso ocasionaría la resistencia de dichas plagas; asimismo, se requiere preparar a los agricultores en cuanto al conocimiento de estos productos y sus efectos sobre los sembradíos, tomando en cuenta que algunos son acumulativos o les confieren cierto olor y sabor a las plantas.

De acuerdo a esto, se insiste en una adecuada planificación en la selección y uso de plaguicidas, y se sugiere que de preferencia se utilicen los de tipo granulado, realizando un mínimo número de aplicaciones y que éstas se efectúen a nivel terrestre, disminuyendo así los efectos adversos que pudieran generar.

En cuanto a vegetación acuática, específicamente con relación a las malezas, el surgimiento y proliferación de este tipo de vegetación en el embalse, puede prevenirse tratando de evitar cualquier aportación de nutrientes que acelere el proceso natural de eutroficación; sin embargo, si dichos organismos empezaran a invadir el embalse, se recomienda aplicar alguna técnica de erradicación, con el fin de que no interfieran en el ecosistema y en los beneficios que pueda proporcionar dicha presa, para ello se propone el control mecánico, mediante la trituración y extracción de las malezas con la maquinaria requerida para ello, ya que a la fecha es el método que ha proporcionado resultados positivos. Esta actividad estará a cargo de la unidad correspondiente de la Comisión Nacional del Agua en el estado; en cuanto a su factibilidad, cabe mencionar que se trata de acciones costosas, pero que deben realizarse para mantener la funcionalidad del embalse.

Fauna.- De acuerdo a las acciones correctivas proporcionadas para la vegetación, la fauna se verá beneficiada, por una parte al ocupar los nuevos sitios reforestados y por la otra el manejo adecuado de plaguicidas, contribuirá a prevenir posibles daños a insectos benéficos (polinizadores, parásitos y predadores) que participen actualmente en los procesos reproductivos de las plantas o ejerzan el control de algunas plagas u organismos vectores de enfermedades, por lo tanto es importante que previo a la selección del pesticida se realice un estudio que permita el conocimiento de dichos insectos en la zona del proyecto y áreas adyacentes, cabe señalar que según la información proporcionada por comunicación directa con personal de la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SARH, los insectos plaga, están constituidos por pulgones, gusano cogollero y gusano elotero principalmente.

Por otra parte, la planificación en el uso de plaguicidas evitará que sean acumulados en el tejido graso de los vertebrados, así como algunos otros trastornos provocados por su toxicidad, impidiendo por lo tanto la continuidad de estos efectos a lo largo de la cadena alimenticia.

Aspectos socioeconómicos.- Todas las medidas de optimización mencionadas anteriormente favorecerán a este factor, ya que al efectuar una adecuada utilización de los recursos, previniendo o minimizando su deterioro, se podrán obtener los beneficios esperados del proyecto, los cuales se enfocan principalmente a la cantidad de la producción generada.

Con el fin de proteger los productos que no se comercialicen inmediatamente, se sugiere la construcción de sitios de almacenamiento. Así mismo se considera conveniente evitar intermediarismos que propicien incrementos innecesarios en el costo de los productos.

En cuanto a los plaguicidas, es importante mencionar que de no aplicar las medidas sugeridas, la salud y la economía de los habitantes pueden verse perjudicadas, considerando para el primer caso, la ingestión indirecta de pesticidas a través del consumo de agua y alimentos contaminados y para el segundo caso, la reducción en la calidad y cantidad de los productos cosechados.

Por otra parte, es recomendable que quienes estén en contacto directo con los agroquímicos se encuentren bien protegidos, utilizando un equipo impermeable que incluya guantes y botas de hule, anteojos y sombreros; el empleo de dicho equipo es importante, puesto que todos los plaguicidas pueden causar alguna alteración orgánica, por lo menos temporalmente. Los productores encargados de la aplicación de plaguicidas, son quienes deberán tomar en cuenta esta medida.

En la tabla 8, se presenta una visión general de las posibles alteraciones ambientales que propiciaría la implementación del proyecto, así como de las soluciones propuestas a dichas alteraciones, de acuerdo a la identificación y análisis del presente trabajo. Dicha tabla puede servir como un elemento para la planeación y realización del seguimiento correspondiente.

#### **6.4 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE A 10 AÑOS SIN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO**

En cuanto a los factores geológicos topográficos y climatológicos, se considera que pueden existir algunas variaciones en relación a los fenómenos naturales intrínsecos a cada elemento, sin embargo no existirán modificaciones en sus patrones característicos de comportamiento y morfología.

TABLA. 8 RESUMEN DE LOS POSIBLES IMPACTOS Y MEDIDAS DE OPTIMIZACIÓN AMBIENTAL Y/O MITIGACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO "LLANO DE RIZQUIAPAN, AGO."

| IMPACTO  | MEDIDA DE OPTIMIZACIÓN Y/O MITIGACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS  | ETAPA        |
|--|--|--------------|
| Contaminación del agua.  | Disposición de desechos en lugares desprovistos de cubierta vegetal y lejanos a los arroyos; reforestación de las áreas adyacentes.  | Construcción |
| Erosión.   | La rápida utilización de los terrenos deforestados y la reforestación y la reforestación.  | Construcción |
| Despalmes y deforestación.   | Reforestación.   | Construcción |
| Emigración temporal de fauna.  | Inducir su restablecimiento disminuyendo el ruido y la presencia de gente.   | Construcción |
| Enfermedades auditivas en los operadores, causadas por el ruido.         | Utilización de protectores auditivos y tratar de reducir en la posible el ruido.   | Construcción |
| Contaminación del agua.  | Establecer un monitoreo para conocer y preservar o mejorar el recurso, así como para utilizarlo adecuadamente; también es importante planificar adecuadamente el empleo de agroquímicos y preparar a los productores en cuanto al conocimiento de estos y sus efectos sobre el ambiente; se sugieren abonos orgánicos y técnicas biológicas o genéticas para el control de plagas. | Operación    |
| Contaminación y uso óptimo del suelo.                                    | Además de lo descrito para el factor agua, se recomienda hacer un estudio de los suelos a cultivar, a fin de utilizarlos adecuadamente.  | Operación    |
| Despalmes y deforestación.   | Reforestación.   | Operación    |
| Aumento en la cantidad y calidad de producción.                          | Conocimiento y planificación en el manejo de agroquímicos por parte de los productores, así como acudir al catálogo de plaguicidas editados en el diario oficial de la federación de fecha 14 de marzo de 1988, con el objeto de emplear adecuadamente estos productos.  | Operación    |
| Surgimiento de malezas acuáticas.  | Preventivamente se sugiere evitar aportaciones de nutrientes al ecosistema y como método de erradicación, se propone el de control mecánico, el cual consiste en la trituración y extracción de lírios.  | Operación    |
| Extenuación o contaminación de invertebrados por el uso de agroquímicos. | Realizar un estudio para el conocimiento de insectos benéficos, de tal manera que al utilizar ciertos agroquímicos, dichos organismos no se vean afectados; asimismo se considera conveniente planificar el uso de estos productos con la finalidad de que la fauna no se contamine o se exponga a enfermedades al consumir vegetales o agua.                                      | Operación    |
| Perjuicios en la salud y en la economía de los habitantes.               | Aplicar las medidas anteriormente mencionadas, ya que de ellas depende que este impacto no se presente, asimismo se recomienda que las personas encargadas de aplicar los agroquímicos se encuentren bien protegidas.  | Operación    |

En relación a la hidrología, es importante mencionar que sin la realización de la presa, este factor no mejoraría en cuanto a su cantidad y sin embargo puede verse deteriorado en cuanto a su calidad, dadas las cantidades de detergentes que pueden ir aumentando año con año al ir creciendo la población.

El factor suelo podría verse afectado, dado que sin la realización del proyecto, los campesinos posiblemente buscarían otras formas de aumentar su producción para satisfacer sus necesidades, tal sería el caso de abrir nuevos terrenos a la agricultura de temporal, lo cual de acuerdo a la alta susceptibilidad erosiva de los suelos, posibilitaría la presencia de este fenómeno durante la ausencia de cultivos imposibilitando poco a poco dichas áreas para este uso.

Asimismo, el probable desmonte de dichas áreas para cultivo y la explotación actual y futura de oyamel y pino para leña doméstica y uso industrial, además de desproteger el suelo, traerán consigo una disminución paulatina de la abundancia y diversidad de las especies vegetales y con ello la disrupción del hábitat de las especies zoológicas, las cuales tendrán que emigrar temporal o permanentemente.

Las características socioeconómicas observadas, se consideran como aceptables, ya que no se observa miseria dentro del área de estudio, aún cuando la agricultura se basa casi exclusivamente en el cultivo de maíz, lo cual se mantendría sin la realización del proyecto; además, dadas las condiciones de desempleo (60%) y de acuerdo a una tasa de crecimiento anual que aunque mínima afectará (1.24%), la demanda de trabajo será mayor dentro de 10 años y las perspectivas serán mínimas, lo que posiblemente inducirá a los habitantes a sobreexplotar sus recursos o a emigrar hacia las ciudades cercanas buscando nuevas oportunidades de empleo; a su vez la carencia de fuentes de ingresos, se reflejará en la disminución de la calidad de vida de la población.

## 7. DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio, reflejan que existirán pocos efectos en el ambiente, en relación a la totalidad de impactos que pudieran presentarse, del 100 % de ellos, 63.6% se manifiestan en la etapa de preparación del sitio y construcción, de los cuales el 54.2 % pertenece a impactos adversos, sin embargo están calificados como poco significativos y sólo tres se consideran de tipo significativo, los cuales son provocados por la actividad de desmonte y corresponden a: la alteración del uso actual del suelo, afectación a la vegetación arbórea y por tanto a las especies de interés ecológico de los géneros *Pinus* y *Quercus*, por lo que deberá recuperarse esta área a través de la reforestación en los sitios que se muestran en la Figura 14 y que están seleccionados para proteger al mismo tiempo a los factores suelo y agua, también es conveniente que pueda evitarse dicho desmonte, extendiendo la zona de riego hacia lugares ya perturbados.

Los impactos benéficos cubrirán un menor porcentaje (36.4%), no obstante se identificaron gran cantidad de efectos significativos que dominan en la etapa de operación y mantenimiento (el 28.4% de ellos), subsanando algunos de los impactos adversos antes mencionados, asimismo en esta etapa también pueden presentarse diversos impactos de tipo adverso significativo, si no se planifica en forma adecuada la operación de la zona de riego; las predicciones realizadas a este respecto se consideran como una manera de prevención más que una predicción de impactos, ya que se trata de actividades que se tienen contempladas, pero no se han programado.

Cabe señalar que Mejía, 1986 en su trabajo de regionalización del estado de Hidalgo, toma en cuenta el grado de desarrollo municipal, el cual obtuvo mediante métodos estadísticos, definiendo al municipio de Omitlán de Juárez con un grado de desarrollo alto, por lo que el proyecto a realizar contribuirá a mantener o aumentar dicho desarrollo, principalmente debido a que la producción generada será comercializada hacia las poblaciones cercanas.

Para el factor biótico Margalef, 1982 menciona que la construcción de un embalse que no corresponda a regularizar los flujos o evitar inundaciones, no coincide con la conservación de la naturaleza debido al impacto que suele sufrir la vida acuática y la de las riberas con las fluctuaciones de nivel de agua del embalse; no obstante debido a que el arroyo que alimentará a la presa es de carácter intermitente, se deduce que existe poca flora y fauna acuáticas, asimismo el área donde se ubicarán las obras y su entorno inmediato ya se encuentran perturbados, por lo que el proyecto no ocasionaría grandes afectaciones en estos aspectos.

En cuanto a la vegetación del área de influencia, es importante mencionar que Mejía, 1986, reporta que en el estado de Hidalgo existe sólo un 19% de bosques, de los cuales el 1.3% pertenece a la superficie forestal del municipio de Omitlán. La mínima cantidad de sistemas ecológicos en el estado, considerando el 94% con diversas facies de alteración según Flores y Geréz, 1988, hace reflexionar en la necesidad de evitar su

continuo deterioro; con base en esto se considera conveniente la realización del proyecto, ya que por ser una región que presenta pocas aptitudes climáticas para la agricultura y suelos poco favorables para esta actividad por sus fuertes pendientes y acidez ligera, debe procurarse la optimización de las zonas agrícolas ya existentes, a fin de evitar la apertura de nuevas tierras para cultivo en áreas boscosas.

Por lo anteriormente expuesto, puede apreciarse que el proyecto tendrá una gran influencia, ya que los bosques no serán afectados por la apertura de nuevas tierras a la agricultura y al mismo tiempo permitirá la presencia de un sistema hidrológico importante; tomando en cuenta además que se ha seleccionado un área adecuada tanto por el tipo de vegetación existente (Fig. 11) como por sus características geológicas (Fig. 7), para dotar de infraestructura hidráulica a la región.

El análisis anterior refleja la necesidad de realizar el proyecto "Llano de Mixquiapan", tomando en cuenta además la información socioeconómica recabada, la encuesta realizada y los antecedentes que propiciaron la planeación de dicho proyecto; por lo tanto se manifiesta que es factible el desarrollo regional proporcionado por la realización de estas obras en concordancia con la preservación de las características ambientales actuales.

Por otra parte se debe mencionar que pese a la escasez de trabajos ambientales que se han llevado a cabo a nivel regional, se pudo integrar la información necesaria para los fines del presente trabajo, apoyándose también en el recorrido realizado al área de estudio.

También es importante señalar que las técnicas de identificación y evaluación de impactos utilizadas, permitieron predecir los efectos ambientales de manera espacial y temporal satisfactoriamente, a partir de la información consultada y de acuerdo a la naturaleza del proyecto, asimismo permitieron realizar una descripción de impactos adecuada, considerando los mismos aspectos con los que éstos fueron calificados y en los que se tomaron en cuenta criterios personales y apoyo bibliográfico.

Para realizar una comparación con los resultados que puedan proporcionar otras metodologías, se consultó el trabajo realizado por Flores, 1984, quien utilizó para su identificación de impactos las técnicas siguientes: listas de confrontación, redes de interacción, sobreposición de planos y escenarios ambientales; se puede apreciar que las técnicas utilizadas en ambos trabajos proporcionan resultados parecidos y que independientemente de la técnica, la evaluación en el estudio de referencia se hace más completa debido a que se llevó a cabo una cuantificación detallada del factor biótico, lo cual se aprecia claramente en la evaluación que se hace en relación al distrito de riego No. 93 Tomatlán, Jal.

continuo deterioro; con base en esto se considera conveniente la realización del proyecto, ya que por ser una región que presenta pocas aptitudes climáticas para la agricultura y suelos poco favorables para esta actividad por sus fuertes pendientes y acidez ligera, debe procurarse la optimización de las zonas agrícolas ya existentes, a fin de evitar la apertura de nuevas tierras para cultivo en áreas boscosas.

Por lo anteriormente expuesto, puede apreciarse que el proyecto tendrá una gran influencia, ya que los bosques no serán afectados por la apertura de nuevas tierras a la agricultura y al mismo tiempo permitirá la presencia de un sistema hidrológico importante; tomando en cuenta además que se ha seleccionado un área adecuada tanto por el tipo de vegetación existente (Fig. 11) cómo por sus características geológicas (Fig. 7), para dotar de infraestructura hidráulica a la región.

El análisis anterior refleja la necesidad de realizar el proyecto "Llano de Mixquiapan", tomando en cuenta además la información socioeconómica recabada, la encuesta realizada y los antecedentes que propiciaron la planeación de dicho proyecto; por lo tanto se manifiesta que es factible el desarrollo regional proporcionado por la realización de estas obras en concordancia con la preservación de las características ambientales actuales.

Por otra parte se debe mencionar que pese a la escasez de trabajos ambientales que se han llevado a cabo a nivel regional, se pudo integrar la información necesaria para los fines del presente trabajo, apoyándose también en el recorrido realizado al área de estudio.

También es importante señalar que las técnicas de identificación y evaluación de impactos utilizadas, permitieron predecir los efectos ambientales de manera espacial y temporal satisfactoriamente, a partir de la información consultada y de acuerdo a la naturaleza del proyecto, asimismo permitieron realizar una descripción de impactos adecuada, considerando los mismos aspectos con los que éstos fueron calificados y en los que se tomaron en cuenta criterios personales y apoyo bibliográfico.

Para realizar una comparación con los resultados que puedan proporcionar otras metodologías, se consultó el trabajo realizado por Flores, 1984, quien utilizó para su identificación de impactos las técnicas siguientes: listas de confrontación, redes de interacción, sobreposición de planos y escenarios ambientales; se puede apreciar que las técnicas utilizadas en ambos trabajos proporcionan resultados parecidos y que independientemente de la técnica, la evaluación en el estudio de referencia se hace más completa debido a que se llevó a cabo una cuantificación detallada del factor biótico, lo cual se aprecia claramente en la evaluación que se hace en relación al distrito de riego No. 93 Tomatlán, Jal.

Las medidas de optimización ambiental y de mitigación de impactos adversos que fueron propuestas, así como su adecuado seguimiento contribuirán a mejorar la relación desarrollo-ambiente de una manera significativa, principalmente debido a que se reforestarán algunos lugares; además es importante mencionar que la aplicación de una sola medida puede reducir o evitar una serie de impactos adversos, lo que a su vez disminuirá el costo de estas acciones, por lo tanto dichas medidas se consideran adecuadas.

## 8. CONCLUSIONES

- Se presentará un mayor número de impactos adversos que benéficos, sin embargo estos últimos serán de carácter significativo y contrarrestarán a los efectos negativos.
- Las fluctuaciones de nivel de agua en el embalse no ocasionarán grandes afectaciones a la biota acuática y ribereña.
- El bosque de pino-encino que conforma el área de influencia, así como los aspectos hidrológicos, se verán beneficiados con la realización del proyecto.
- De acuerdo al análisis realizado, es factible la construcción de las obras, ya que se considera que existe una compatibilidad en la relación desarrollo-ambiente, tomando en cuenta que la mayor afectación es la provocada por la deforestación de 2 Ha de bosque, las cuales pueden ser recuperadas o inalteradas.
- Las técnicas de identificación y evaluación utilizadas proporcionaron las respuestas suficientes, que permitieron definir la conveniencia de implementar o no el proyecto, resultando congruentes con la posible utilización de cualquier otra técnica.
- Las medidas de mitigación y optimización propuestas se consideran actividades fáciles y de bajo costo, tomando en cuenta que la aplicación individual de algunas de ellas puede influir sobre una serie de impactos adversos. Cabe mencionar que la más importante de ellas es la reforestación.
- Con base en el área de implementación del proyecto y en la información recabada se consideró adecuado omitir algunos datos de la manifestación seleccionada, que no influyeron en la obtención de los resultados finales, considerando además que una evaluación más precisa requiere de planteamientos más complicados a realizarse a mediano o largo plazo.
- Finalmente el estudio que aquí se presenta, servirá de apoyo en la elaboración de la manifestación formal de impacto ambiental (si ésta es requerida), la cual por su sentido estricto deberá incluir una investigación más detallada para obtener información actualizada en la evaluación de impactos, tomando en cuenta que quedará a consideración de la SEDUE.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es importante que esta zona que posiblemente comience a tener algún interés principalmente económico, también empiece a ser estudiada, poniendo mayor atención en cuanto a vegetación y fauna, ya que son los factores menos conocidos; la finalidad de dichos estudios, es precisamente la de conocer mejor los recursos existentes y saber utilizarlos de acuerdo a sus características, además de actualizar la información para un análisis ambiental de futuros proyectos de desarrollo.
- Se recomienda que los estudios que se realicen contengan un inventario preciso de los recursos que contribuyan a su mejor conocimiento.
- La evaluación que aquí se presenta deberá estar actualizada cuando se inicie la realización del proyecto, por lo que se sugiere efectuar una nueva evaluación o una manifestación de impacto ambiental en donde se consideren las características prevalecientes en ese momento.
- Con base en el punto anterior, es importante realizar el seguimiento correspondiente, tomando en cuenta que éste es el aspecto principal por el cual se llevan a cabo los estudios de impacto ambiental.
- Finalmente cabe señalar, que si tuviera que realizarse una nueva evaluación o una manifestación ambiental en relación a este proyecto, ésta se efectúe con personal interdisciplinario que considere análisis cualitativos, con el objeto de mejorar la identificación de impactos al conocer con mayor precisión los elementos ambientales de la zona y los fenómenos que se suscitan en éstos, abarcando así la mayor cantidad de impactos potenciales que pudieran surgir por la implementación del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, D. V. J., 1983. Los Cordados. Ed. C.E.C.S.A. México, D.F. 372 pp.
- BARLETT, V. R. 1988. Policy and Impact Assessment Symposium, Policy Studies Review & Impact Assessment Bulletin. Impact Assessment Bulletin Volumen 6 No. 3-4
- BOJORQUEZ, T. L. Y ORTEGA, R.A. 1989. Análisis de técnicas de simulación cualitativa para la predicción del impacto ecológico, Ciencia (40): 71-78.
- CANTER, L. W. 1986. Environmental Health Impact Assessment, Center For Human Ecology and Health Organization. World Health Organization. Metepec, México.
- CONACYT, SEDUE, COMISION NACIONAL FORESTAL y SARH, 1988. Catálogo de Especies Raras, Amenazadas y en Peligro de Extinción de la Flora Terrestre y sus Endemismos.
- DUCOING, CH. E. L. 1987. Impacto Ambiental: Introducción al Panorama en México, Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.
- FEDERAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND REVIEW PRECESS. 1978. Guide for environmental screening, Ottawa, Canada.
- FLORES V.M., 1984. Análisis del Impacto Biológico en Obras Hidráulicas, Tesis Licenciatura en Biología. Fac. de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- FLORES V. O. Y GEREZ P., 1988. Conservación de Vegetación, Fauna y Uso del Suelo, Editado por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos. México, D.F., 302 p.p.
- GARCIA, E. 1980. Apuntes de Climatología, UNAM, México, D.F. Instituto de Geografía.
- 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la Rep. Méx., UNAM. México, D.F.
- GEYNE, A.R., et al, 1963. Geología y Yacimientos Minerales del Distrito de Pachuca Real del Monte, Edo. de Hgo., Consejo de Recursos Naturales no Renovables. Ed. Helio-México, S.A.
- GONZALEZ, M.F. y SANCHEZ, M.H. 1972. Gufas botánicas de excursiones en México, Sociedad Botánica de México, 3-9 Dic.
- HERNANDEZ, M.R. 1988. Plantas Medicinales, Ed. Arbol S.A. de C.V.

- INEGI., 1970. IX Censo General Nacional de Población y Vivienda. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- INEGI., 1980. X Censo General Nacional de Población y Vivienda. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- INEGI., 1990. Resultados Preliminares del XI Censo General de Población y Vivienda. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- JAIN, R.K. 1977. Environmental Impact Analysis, a new dimension in decision making. Van Nostrand Reinhold Environmental. Engineering Series. Van Nostrand Reinhold Company. New York, U.S.A.
- KREBS, C.J., 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. 2ª Ed.. Editorial HARLA. México. 753 pp.
- MARGALEF, R., 1982. Biología de los Embalses. Investigación y Ciencia (11):51-62.
- MARTINEZ, M., 1987. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Ed. Fondo de cultura Económica. México, D.F., 1247 p.p.
- MEJIA, R.A., 1986. Regionalización Geográfico-económica en el Estado de Hidalgo. Tesis de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. U.N.A.M. México, D.F.
- OLIVERA, B.R. Y LIMON, F.J.R., 1988. Consideración del Aspecto Ambiental en el Desarrollo del Proyecto de la Carretera Morelia-Salamanca. Memorias del - Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Celebrado del a de en la ciudad de Querétaro, México. Ed. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C.
- PEARL, 1982. Geología. Cfa. Editorial Continental S.A. de C.V. Méx. D.F.
- RAU, G.J. y WOOTEN, D.C. 1980. Environmental Impact Analysis Handbook. Mc. Graw-Hill Book Company. New York, E. U.
- RZEDOWSKI, J., 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa México, D.F.
- y RZEDOWSKI, G.C., 1985. Flora Fanerógamica del Valle de México. Vol. II (Euphorbiaceae-Compositae). Ed. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. e Instituto de Ecología. 674 pp.
- SAHOP, 1980. Ecoplán del Edo. de Hidalgo. Subsecretaría de Asentamientos Humanos. Dirección General de Ecología Urbana. México, D.F.

- SARH, 1977. Boletín Hidrológico No. 32. Región Hidrológica No. 26 (Parcial) Cuenca del Bajo Río Pánuco.
- 1981. Curso de Impacto Ambiental, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. México, D.F.
- 1982a. Manual de Factores Ambientales, Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. México, D.F. 706 p.p.
- 1982b. El procedimiento de Impacto Ambiental, Lineamientos para la evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos de desarrollo del Sector Agropecuario y Forestal. Subdirección de Impacto Ambiental. México, D.F.
- 1982c. Estudio de tratamiento y Reuso de Aguas de Retorno Agrícola, Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. México, D.F.
- 1984a. Impacto Ambiental del Proyecto Agropecuario de Huixtla, Chis. Subdirección de Impacto Ambiental. México, D.F. 225 pp.
- 1984b. Expediente del Proyecto "Llano de Mixquiapan", Residencia de Programas Estadística e Información. México, Hgo.
- 1986. Curso Taller de Impacto Ambiental, Nivel I. Dirección de Calidad del Agua. Subdirección de Impacto Ambiental. México, D.F.
- SCAGEL, R.F., et al., 1973. El Reino Vegetal, Ed. Omega, España. 659 pp.
- SECRETARIA DE GOBIERNO, 1988. Los Municipios de Hidalgo, Secretaría de Gobierno y Gobierno del Estado, México, 303 p.
- SEDUE, 1984. Recursos Naturales Renovables, Folletos de Dibulgación de la Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Flora y Fauna Silvestres. México, D.F.
- 1986. Parque Nacional "El Chico", Estado de Hidalgo, Dirección Gral. de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.
- SOLANO, A.A. 1986. Las Técnicas de Impacto Ambiental, Memoria del V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Celebrado del 15 al 18 de octubre en la Cd. de Puebla, México. Editado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C.

- SPP, 1970. Carta Climática.
- 1983a. Carta Hidrológica F 14 11, Tulancingo, Escala 1:250,000.
- 1983b. Carta Geológica F 14 11, Tulancingo, Escala 1:250,000.
- 1983c. Carta Topográfica F 14 11, Tulancingo, Escala 1:250,000.
- 1983d. Carta Edafológica F 14 11, Tulancingo, Escala 1:250,000.
- SRH. 1973. Definiciones de las unidades de suelos para el mapa de suelos del mundo. Proyecto FAO- UNESCO. México, D.F.
- S.S.A. 1978. Informe Anual de Labores de la Secretaría de Salubridad y Asistencia 1977-1978, México, D.F.
- 1979. Manual de Organización General Julio de 1979, México, D.F.
- UNAM, 1990. Memorias del VI Curso y Simposio Internacional Sobre Biología de la Contaminación. Celebrado del 9 al 13 de julio. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Dirección General de Investigación.
- VISCAINO, M.F. 1975. La Contaminación en México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.