



Universidad Nacional Autónoma de México

---

Facultad De Estudios Superiores Iztacala

Diagnóstico Ambiental en las Inmediaciones  
del Embalse Requena, Municipio de  
Tepeji del Río, Hidalgo

**T E S I S**

Que para obtener el título de

**BIÓLOGA**

P R E S E N T A

Zyanya Valdez Soto

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. Jonathan Franco López



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A mi Familia*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al M. en C. Jonathan Franco López, mi Director de Tesis, por sus aportes, indicaciones y comentarios para guiar el desarrollo de esta investigación.

A los profesores: Biól. Marisela Soriano Sarabia, Biól. Ezequiel Vidal de los Santos y M. en C. Tizoc Adrián Altamirano Álvarez, por sus sugerencias a la versión original del escrito, que contribuyeron a mejorar y ordenar el presente trabajo.

A la M. en C. María Edith López Villafranco, por sus tutorías y al Herbario IZTA por la ayuda prestada para la determinación de los ejemplares botánicos.

A todos los maestros que contribuyeron en mi formación académica.

A todos mis amigos por su apoyo y los momentos compartidos durante nuestra formación profesional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron en la realización de este proyecto.

## Índice

Resumen	1
I. Introducción	2
II. Antecedentes	4
III. Objetivos	6
IV. Área de estudio	7
1. Medio Físico	8
1.1 Clima	8
1.2 Hidrografía	8
1.3 Hidrogeología	10
1.4 Fisiografía y Orografía	10
1.5 Geología	10
1.6 Suelo	11
2. Medio Biótico	12
2.1 Vegetación	12
2.2 Fauna	14
3. Medio Socioeconómico	15
3.1 Localidades Ribereñas	15
3.2 Demografía	16
3.3 Vivienda	17
3.4 Salud y Seguridad	17
3.5 Servicios Públicos	18
3.6 Educación	19
3.7 Actividades Económicas	19

3.7.1 Sector Primario -----	19
3.7.2 Sector Secundario -----	21
3.7.3 Sector Terciario -----	22
4. Uso de suelo -----	23
V. Material y Métodos -----	24
VI. Resultados -----	26
Flora -----	26
Fauna -----	29
Suelo -----	35
Agua -----	37
Encuestas -----	40
Matriz tipo Leopold -----	44
Análisis de la Matriz tipo Leopold -----	46
Matriz de McHarg (Resistencia) -----	52
Análisis de la Matriz de McHarg -----	55
Redes de Sorensen -----	59
Valores de Probabilidad de Ocurrencia, Magnitud e Importancia -----	63
Cálculo de Impacto Ambiental Esperado -----	66
Modelo DPSIR -----	67
VII. Conclusiones -----	77
VIII. Propuestas -----	78
Literatura Citada -----	79
Anexo: Formato de Encuesta -----	84

## Resumen

El desarrollo de la humanidad está vinculado con el estado del medio ambiente; como consecuencia del crecimiento demográfico, económico y social, se han producido problemas ambientales que requieren atención, por lo cual, es indispensable contar con información sobre los ecosistemas naturales para evaluar objetivamente la situación del ambiente, los factores que lo afectan y el resultado de las acciones implementadas para detener y revertir su deterioro.

En el marco de lo expuesto anteriormente, se realizó un diagnóstico ambiental en las inmediaciones del embalse Requena, ubicado en el municipio de Tepeji del Río en el Estado de Hidalgo, con el fin de conocer las condiciones que presenta el medio ambiente local, identificar las acciones que generan presiones sobre el entorno y proponer iniciativas para disminuir los efectos adversos derivados de las actividades humanas en la zona.

El trabajo se desarrolló en tres etapas: revisión documental, trabajo de campo y de laboratorio, y trabajo de gabinete; a partir de las cuales se obtuvieron los listados de flora y fauna (vertebrados), se conoció la percepción que los visitantes, pescadores y habitantes de la zona, tienen respecto a las condiciones ambientales que prevalecen en el área; asimismo, mediante la implementación de métodos para la evaluación del impacto ambiental se determinaron las actividades que generan un mayor impacto negativo en el entorno (urbanización, extracción de leña, ganadería y pastoreo, descarga de aguas residuales y deportes náuticos). Dichas acciones, han producido pérdida de suelo, disminución de la cobertura vegetal, degradación del hábitat, contaminación de agua y suelo, pérdida de biodiversidad, deterioro de la calidad de aguas superficiales y subterráneas, con lo cual se limitan los usos del embalse y se afecta la calidad de vida de la población local.

Posteriormente con el fin de describir las interacciones entre las actividades antes referidas y el medio ambiente; así como para proponer medidas para enfrentar la problemática ambiental, se elaboró el modelo Fuerzas motrices-Presión-Estado-Respuesta (DPSIR).

Finalmente, derivado del trabajo realizado, se puede decir que para la reducción, prevención y mitigación del impacto ambiental en la zona es necesaria la implementación de políticas públicas, encaminadas principalmente al control de las descargas de aguas residuales y al manejo de las áreas con vegetación natural, así como el desarrollo de programas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Palabras clave: DPSIR, diagnóstico ambiental, Requena, embalse, impacto.

## I. Introducción

Los cuerpos de agua han sido determinantes en la vida de miles de personas, no sólo porque han servido para diversas actividades humanas, ya sea de subsistencia o de producción e intercambio de bienes y servicios, sino también por su belleza natural y el papel que cumplen dentro del equilibrio ecológico. En cuanto a su uso, según datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el año 2011, el 76.7% del agua en México, fue utilizada para actividades agrícolas, el 14.1% para el abastecimiento público, 4.1 % para la industria autoabastecida y el 5.1% restante fue empleada por las termoeléctricas.

A los cuerpos de agua naturales como los lagos y ríos se suman en este siglo magnas obras de ingeniería: las presas. El Programa Nacional Hidráulico reporta que, como parte de la infraestructura hidráulica con la que se cuenta para proporcionar el agua requerida por los diferentes usuarios, en el país existen alrededor de 2,200 presas, con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 150 mil millones de metros cúbicos, los cuales se emplean principalmente para la generación de energía eléctrica, el abastecimiento público, la irrigación, el control de avenidas y la pesca; además constituyen un hábitat para especies colonizadoras y para algunas que han sido introducidas.

Las actividades humanas han sido reconocidas como la mayor fuerza modeladora de la biosfera y son más responsables que las fuerzas naturales por la mayoría de los cambios contemporáneos en su estado; los embalses no son la excepción, ya que no sólo se ha modificado el paisaje; sino también las condiciones económicas y sociales de las diversas regiones en las que se han construido, además, sufren numerosos desajustes ambientales causados por las descargas directas de aguas residuales, industriales y domésticas, y la sobreexplotación de los recursos que encierran.

Para identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación presentes en una región es necesario llevar a cabo un diagnóstico ambiental, debido a que su realización ofrece el conocimiento del estado ambiental de la región a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos, la identificación de aquellas incidencias ambientales que la afectan, conocer la legislación ambiental aplicable y proporcionar un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de actuaciones ambientales en el territorio (SEMARNAT 2002).

Asimismo, para informar sobre el estado del medio ambiente, evaluar el desempeño de políticas ambientales y comunicar los progresos en la búsqueda del desarrollo sustentable es necesario hacer uso de indicadores que nos permitan conocer el escenario ambiental y los cambios que se producen en un sistema. Según la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), un indicador ambiental es un valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2012).

Existen varios modelos para organizar los conjuntos de indicadores, uno de los más conocidos es el marco conceptual Presión-Estado-Respuesta (PER), propuesto por Environment Canada y la OCDE en 1993, sigue la lógica de que una Presión causa un cambio en el Estado, el cual provoca entonces una Respuesta por parte de la sociedad. Sin embargo, el modelo PER es limitado en su aplicación, pues no explica los impactos que pueden resultar de los cambios en el Estado, ni provee un medio para que las Respuestas impacten el sistema de una manera dinámica y cíclica; mientras que el modelo conceptual Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR), establecido por la Agencia Europea de Medio Ambiente en 1999, permite la identificación y análisis de las relaciones entre las acciones y los efectos producidos en el ambiente y la salud humana (SEMARNAT y EPA, 2006).

El sistema de indicadores para los cuerpos de agua se enmarca dentro del modelo de gestión integral DPSIR, el cual busca describir las interacciones entre la actividad humana y el medio ambiente. El DPSIR se compone de cinco indicadores, *fuerzas motrices*, que describen las condiciones ambientales, sociales, demográficas y económicas que influyen significativamente las presiones sobre el medio ambiente; *presiones*, se refieren a las actividades humanas que causan o pueden causar problemas en el medio ambiente, describen la emisión de sustancias contaminantes, y el uso de los recursos naturales; de *estado*, describen la situación de diversos aspectos del medio ambiente en un momento determinado; los de *impacto* muestran las consecuencias de los cambios en el estado del medio ambiente o en la población y los de *respuesta* reflejan las iniciativas de la sociedad y la administración para la mejora de los problemas medioambientales.

En México, los embalses son monitoreados por la CONAGUA en cuanto a calidad de agua y seguridad; sin embargo aún no se incluye con claridad la dimensión ambiental y sólo se define el manejo de las aguas para el conjunto de actividades relacionadas con el fin de adecuar la disponibilidad de este recurso en cantidad, calidad, espacio y tiempo a las demandas asociadas con el desarrollo de actividades humanas (De la Lanza y García 2002), la presa Requena, localizada en el municipio de Tepeji del Río en el Estado de Hidalgo es uno de estos embalses; su función principal es la de riego y control de avenidas. Al igual que otros cuerpos de agua, no escapa de los problemas antes mencionados, por lo tanto es necesario conocer la situación ambiental en la que se encuentran la presa y sus alrededores para proponer medidas dirigidas a la prevención, reducción y mitigación de la problemática ambiental de la zona.

## II. Antecedentes

En relación a la presa Requena se han realizado los siguientes estudios:

Salazar en 1981, realizó una investigación para conocer la biología de *Girardinichthys viviparus* del embalse, después, Navarrete y colaboradores (2003) estudiaron la abundancia y estado sanitario de esta misma especie en cuerpos de agua del centro de México; encontrando que debido a los altos valores de conductividad causados por el tratamiento para la eliminación de lirio acuático y las descargas de aguas residuales, *G. viviparus* desapareció del sistema.

Escudera-Gallardo (1988), analizó el contenido estomacal de *Chirostoma jordani* del embalse, para un ciclo anual, encontró que los cladóceros y copépodos constituían la base de la alimentación de esta especie; la mayor diversidad de grupos se registró en el mes de junio, pues además de los grupos referidos anteriormente, identificó rotíferos, insectos de la familia Formicidae, diatomeas y restos de peces.

En 1989, Chong estudió la variación de la comunidad planctónica de la presa, posteriormente, De la Lanza y colaboradores (2007), presentaron los resultados del estudio de la calidad del agua de la presa Requena a través de indicadores fitoplanctónicos, encontrando una fuerte contaminación orgánica en el embalse, atribuida principalmente a las descargas de aguas residuales.

Díaz-Zavaleta y Gutiérrez-López (2002) reportan varias acciones para detener el deterioro del embalse, entre las que destacan, el control de la densidad de lirio acuático por medio de una máquina picadora y la suspensión de los aportes de aguas negras provenientes del Canal El Salto, consiguiendo una ligera mejoría de las condiciones químicas, físicas y biológicas, a pesar de la eutrofización del sistema, y el estudio más reciente fue la evaluación biológico-pesquera y socioeconómica conducida por Gómez y González (2008), a partir de la cual elaboraron un plan de manejo para el embalse.

Con referencia al desarrollo de políticas ambientales para la zona de estudio, se debe partir de los instrumentos de ordenación del territorio a nivel nacional hasta el municipal. En primera instancia se encuentra el modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio, que a partir del año de 1988, con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se constituye como un instrumento de la Política Ambiental Nacional para regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas para lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Derivado de lo anterior, en 1998, se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo, la cual establece que la formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico regional, compete al Gobierno del Estado en el ámbito de su circunscripción territorial.

Consecuentemente, el 02 de abril de 2001 se decretó el Modelo de Ordenamiento de Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, que constituye el instrumento de política ambiental para inducir, desde la perspectiva ambiental, el uso del suelo y las actividades productivas dentro de su circunscripción territorial. Posteriormente, el 10 de junio de 2002, fue aprobado el Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo, mismo que señala como una de sus conclusiones, la necesidad de contar con estudios de mayor detalle en municipios que por sus condiciones sean catalogados como prioritarios.

Dado lo anterior, el 28 de junio de 2004, se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tepeji del Río de Ocampo del Estado de Hidalgo, con la finalidad de conducir el aprovechamiento racional, la conservación, restauración y protección de los recursos naturales, para el logro de un desarrollo ambientalmente sustentable.

Otro instrumento para la protección y conservación de los ecosistemas es la evaluación del impacto ambiental, que puede definirse como el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente. Para ello, se requiere la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Conforme a lo antes señalado, se han desarrollado este tipo de estudios para proyectos con incidencia en la zona de estudio; en 2005 se elaboró la MIA para el “Tepeji Golf & Country Club”, un centro turístico que abarca un terreno de 300 hectáreas hacia la porción norte y suroeste de la boquilla de la presa; en 2009, se presentó el documento para el “Ramal de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Atotonilco de Tula, a Santiago Tlautla, Hidalgo”, que consistió en la instalación de un gasoducto que cruza la presa Requena en dirección suroeste; ese mismo se elaboró la MIA de la “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Tepeji del Río”, la cual se ubicaría en una ribera de la presa y descargaría el efluente tratado al embalse, cabe señalar que dicho proyecto no se llevo a cabo.

Considerando que los trabajos desarrollados en el embalse Requena tienen como temática principal las especies piscícolas que habitan en él, la calidad del agua y el control del lirio acuático, los cuales no integran los diferentes elementos del ambiente; realizar un diagnóstico ambiental es necesario para conocer las condiciones en las que se encuentran dichos elementos, identificar las actividades humanas que actúan sobre ellos y definir estrategias destinadas a la mejora y conservación de la zona.

### **III. Objetivos**

General:

Realizar un diagnóstico de la situación ambiental en las inmediaciones del embalse Requena en el municipio de Tepeji del Río.

En tanto que los objetivos particulares, derivados del anterior, se enlistan a continuación:

1. Describir las condiciones que generan presiones sobre el medio ambiente.
2. Identificar las actividades humanas que causan problemas al medio ambiente.
3. Describir la situación actual del embalse y sus alrededores.
4. Conocer las consecuencias de los impactos en el medio ambiente.
5. Proponer iniciativas para disminuir la problemática ambiental en los alrededores del embalse.

#### IV. Área de Estudio

La Presa Requena se sitúa en el estado de Hidalgo, a una altitud aproximada de 2110 msnm, en las coordenadas geográficas 19° 57' 44" latitud norte y 99°18'36" longitud oeste; en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo, colinda al noreste con Atotonilco de Tula y al noroeste con Tula de Allende.

Esta presa fue construida en el periodo de 1919 a 1922, la altura total de su cortina es de 37.40 m aproximadamente, con una longitud de corona 230 m y un ancho de la misma de 8.0 m. La superficie del embalse es del orden de los 759.7 km<sup>2</sup>, con una longitud máxima de 7 km y un ancho máximo de 3 km con una profundidad media de 6 m. Tiene una capacidad de almacenamiento de 95 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2009).

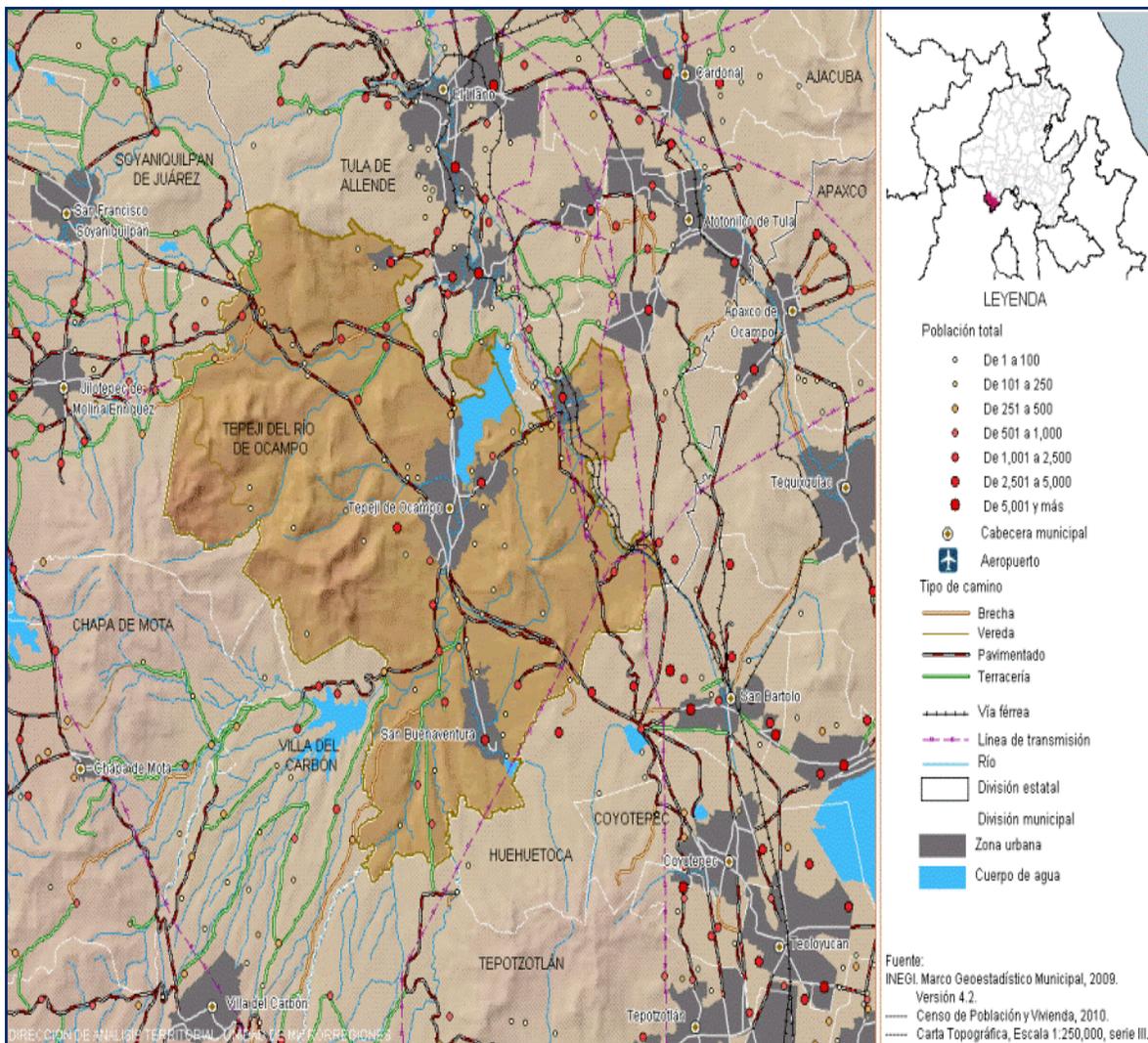


Figura 1. Ubicación del Municipio de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo.

## 1. Medio Físico

### 1.1 Clima

El grupo de climas al cual pertenece el vaso de la presa Requena según la clasificación de Koppen, modificada por García (1988), para la República Mexicana, es el denominado BS1 (h')w(w)ig, un clima seco, semiárido, cálido con régimen de lluvia de verano. Su temperatura media anual es de 22.8167 °C; presentándose en el mes de enero la mínima de 21.3 °C y una máxima de 24.1 °C en abril y mayo. La precipitación total anual es de 534.3 mm, con máxima en Julio con 120.8 mm y mínima en Febrero con 4.6 mm (Gómez y González, 2008).

### 1.2 Hidrografía

La cuenca hidrológica Presa Requena, tiene una superficie de aportación de 759.7 km<sup>2</sup> y se ubica en los límites de los estados de México e Hidalgo, delimitada al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Presa Endhó, y al Sur y al Este por la cuenca hidrológica Río Cuautitlán. La CONAGUA la ubica dentro de la circunscripción territorial de la Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México.

Pertenece a la Región hidrológica número 26 (RH26) del Alto Pánuco y se localiza en la cuenca del río Tula, el cual se origina en el Estado de México entre los parte aguas de las Cuencas Pánuco y Lerma, su curso tiene una dirección general hacia el Norte, iniciando su recorrido con dirección S-NE, en el límite del Estado de Hidalgo. Está controlado por la presa Taxhimay y lleva el nombre de Río Tepeji hasta descargar en la Presa Requena; saliendo de la presa, esta corriente, toma el nombre de Río Tula, recibe las aguas del Río El Salto, que trae parte de los excedentes de la Cuenca de México y sus aguas son controladas por la Presa Endhó, donde una parte se dirige hasta la población de Ixmiquilpan, de ahí cambia su curso hacia el Noroeste para después confluir con el Río San Juan del Río, a partir de donde recibe el nombre de Río Moctezuma, funcionando como límite entre los estados de Hidalgo y Querétaro, este río desemboca en el Golfo de México con el nombre de Río Pánuco en el estado de Tamaulipas (P.O. Hidalgo, 2002).

- Subcuenca del Río Tepeji

Tiene sus orígenes en la falda Norte de la Sierra de La Catedral y se inicia con una serie de escurrimientos, los cuales son controlados por la Presa Taxhimay. Después de la presa continúa la corriente por medio del colector general que toma el nombre del Río Tepeji, hasta llegar a la Presa Requena. Antes de llegar a la localidad de Tepeji, está la presa derivadora La Romera, la cual riega por medio del canal del mismo nombre, la margen derecha de la zona. Desde la salida de la Presa Taxhimay hasta la Presa Requena, el Río Tepeji es alimentado por el Río Oro y los arroyos Los Sabinos, Peña Alta, San Pedro, Ahuizote, El molcajete, Idolatría, Colorín, Parajes Hornos, Cruz, Epazote, San Isidro, Gavilán y El Viejo, todos estos con carácter intermitente, además de las descargas de

aguas residuales del municipio de Tepeji del Río y de la actividad industrial del mismo que recaen en la parte oeste. A través de la cortina se va regulando la cantidad de agua que sale de la presa y que va a formar el llamado río Tula (P.O. Hidalgo, 2004)

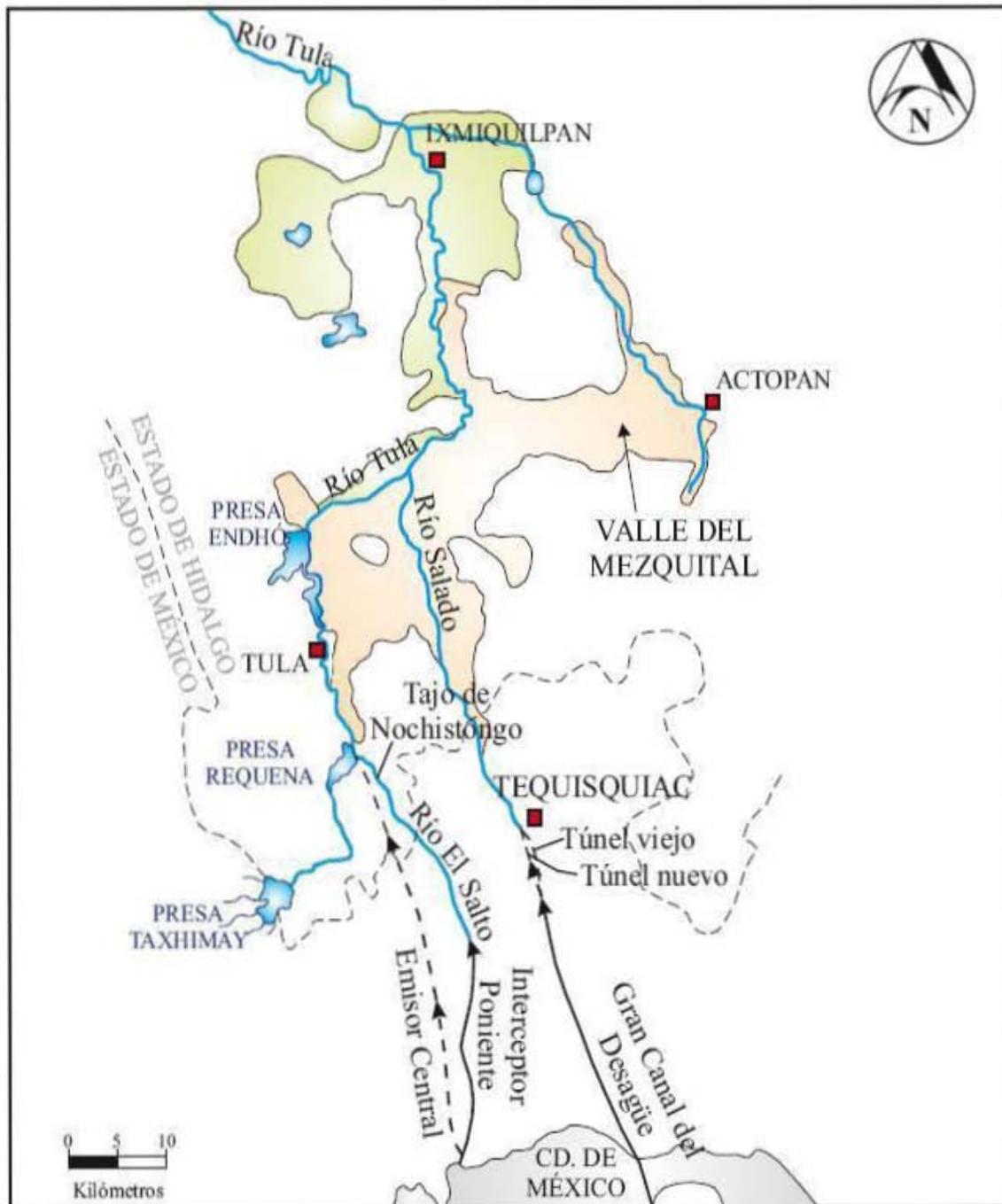


Figura 2. Cuenca del Río Tula y flujo de las descargas de aguas residuales del Distrito Federal hacia el Valle del Mezquital (Tomada de Lesser-Carrillo *et al.*, 2011).

### **1.3 Hidrogeología**

Se localiza dentro de la Zona Hidrogeológica de Tepeji del Río de Ocampo, la cual constituye un corredor hidrogeológico entre las presas de Taxhimay y Requena. El valle está disecado por el Río Tepeji, que a lo largo de su trayecto recibe a una gran cantidad de afluentes que enriquecen al acuífero en esta zona hidrogeológica. Su cuenca hidrogeológica se extiende muy al sur, abarcando parte del Estado de México e incluye a las comunidades de San José Piedra Gorda, San Buenaventura, San Ignacio Nopala, Santa María Quelites, Santiago Tlapanaloya, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxinacalpan y el Crucero. A lo largo de este valle se tienen varios pozos, muchas norias y un manantial; el sentido del flujo subterráneo es de Sur a Norte (P.O. Hidalgo, 2002).

### **1.4 Fisiografía y Orografía**

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Tepeji del Río, se señala que el área se localiza dentro de la provincia Geológica del Eje Neovolcánico Transversal, en la subprovincia llamada Lagos y Volcanes de Anáhuac, dentro de la zona presísmica de México y la traza de la falla continental Zapopan-Acambay-Oxochoacán. El área que rodea la presa Requena está constituida por lomeríos (P.O. Hidalgo, 2004).

### **1.5 Geología**

En la zona de estudio las rocas ígneas son las más abundantes, se observan tobas volcánicas y están expuestas unidades de roca sedimentaria que evidencian un tiempo geológico que abarca desde el Cretácico hasta el Reciente.

- Estratigrafía ((Gutiérrez y Silva, 1998):

1. Mesozoico (Sistema Cretácico). Este periodo se encuentra representado por las siguientes formaciones:

-Formación El Doctor.- Está constituida por rocas sedimentarias (calizas de color claro que forman estratos masivos), esta formación se encuentra ampliamente distribuida en la parte norte del área.

-Formación Mexcala.- Son sedimentos marinos de grano variable con intercalaciones de limonitas, lutitas, calizas y areniscas.

-Formación Soyatal.- Está constituida por calizas en capas gruesas y compactas con intercalaciones de arcilla y nódulos de pedernal, aflora en la parte N-NO de la zona de estudio.

2. Cenozoico (Sistema Terciario). Las formaciones que integran este sistema son:

-Grupo Pachuca.- Está formado por rocas ígneas extrusivas de composición andesítica, principalmente compuesta por arenas cementadas de grano grueso a mediano, andesitas y tobas.

-Formación Tarango.- Está constituido por materiales clásticos de ceniza volcánica y derrames de lava.

## 1.6 Suelos

En relación al suelo, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Tepeji del Río se reportan los siguientes tipos para el área de estudio:

### Feozem (Ph)

Presenta un horizonte A mólico, con una saturación de bases de 50 % o más y la matriz del suelo es libre de carbonatos de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo o hasta una capa contrastante (contacto lítico, paralítico o petrocálcico), entre los 25 y 100 cm y los horizontes que presenta son de tipo: álbico, árgico, cámbico, vértico o un horizonte petrocálcico en el sustrato.

### Feozem Háptico (Phha)

Tiene un horizonte A mólico y una expresión típica donde no hay caracterización ulterior o significativa como horizonte cálcico o gypsic. Este suelo se formó a partir de una brecha volcánica ácida de color blanco, en pendientes muy pronunciadas y presencia de vegetación de tipo matorral espinoso, con un clima semi seco, que al interactuar durante varios millones de años, dio lugar a procesos como la intemperización y melanización que coadyuvan a la formación de un suelo de color oscuro y somero.

### Feozem Calcárico (Phca)

Es un suelo de características calcáreas por lo menos entre 20 y 50 cm de espesor desde la superficie del suelo, se forma principalmente por la alteración de carbonatos de las rocas sedimentarias (calizas).

### Leptosol Rendzico (Lprz)

Suelo con un horizonte mólico que contiene o está inmediatamente por encima de materiales calcáreos que presenta más del 40% de carbonato de calcio equivalente. Es producto de la alteración de los carbonatos de las rocas sedimentarias (calizas). El material que le da origen a este suelo es una roca caliza del Cretácico Superior, localizado en una geoforma de tipo cerril con pendiente pronunciada, que en asociación e interacción a un clima seco y una vegetación de tipo matorral, proporcionan condiciones para que se lleve a cabo el proceso de intemperización y melanización. Los suelos presentan un color oscuro, son someros, ricos en materia orgánica y textura arcillosa.

## 2. Medio Biótico

### 2.1 Vegetación

Se presentan diversos tipos de vegetación, de acuerdo al sistema de clasificación de Rzedowski (1978).

#### - Bosque de Galería

Se desarrolla a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Constituido por agrupaciones arbóreas muy heterogéneas, de 4 a 40 metros de altura, comprenden árboles de hoja decidua perenne, decidua o parcialmente decidua, puede incluir numerosas trepadoras y epífitas o carecer por completo de ellas. A menudo está constituido por árboles muy esparcidos e irregularmente distribuidos. Algunos géneros representativos son *Salix*, *Taxodium*, *Alnus* y *Fraxinus*. A orillas del río Tepeji, se presenta un bosque de galería de *Salix humboldtiana* y *Taxodium mucronatum* (SEMARNAT, 2009).

#### - Bosque de *Quercus*

La mayoría son formaciones densas o al menos cerradas, aunque hay encinares con árboles separados con amplios espacios cubiertos por arbustos y herbáceas. Su altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m. La fisonomía de estos bosques está notablemente influida por el tamaño de las hojas de las especies que lo forman, que usualmente son de menor tamaño y textura coriácea en áreas secas y de hojas grandes, relativamente delgadas y bellotas grandes en localidades muy húmedas. Algunos géneros y especies representativos: De zonas húmedas: *Quercus insignis*, *Q. strombocarpa*, *Q. oocarpa*, *Q. corrugata*, *Q. skinneri*, etc. En zonas semisecas: *Q. oleoide*, *Q. glaucoides*, *Q. macrophylla*, *Q. magnoliaefolia* y *Q. urbani*. De regiones más secas: *Q. chihuahuensis*, *Q. emory*, *Q. jalisciensis* y *Q. mohriana* (Rzedowski, 1978).

#### - Vegetación acuática

La vegetación flotante está compuesta por *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Spirodela polyrrhiza* puede encontrarse en los cuerpos de agua permanentes. La vegetación sumergida de algunos charcos está compuesta por *Myriophyllum hippuroides*, *Utricularia perversa* y *Najas guadalupensis*. De las plantas subacuáticas, las asociaciones más comunes están formadas por especies de las familias: Cyperaceae, Poaceae, Juncaceae y Apiaceae que se desarrollan, en charcos temporales y bordos. En los diversos cuerpos de agua de la zona, la vegetación es escasa ya que en general presentan un fuerte impacto debido a las descargas de aguas residuales (SEMARNAT, 2009).

#### - **Matorral xerófilo**

Abarca comunidades de fisonomías muy diversas, características de las zonas áridas y semiáridas. Incluye comunidades, en las que predominan arbustos altos o árboles bajos de 3 a 5 m de altura, caducifolios (generalmente por un periodo breve durante la época de secas), con hojas o folíolos de tamaño pequeño. En la zona se distinguen los siguientes tipos de matorral:

- Matorral espinoso: es la asociación del matorral más representativa de la zona, se caracterizan por los géneros *Acacia*, *Bernardia*, *Bonetiella*, *Bumelia*, *Celtis*, *Cordia*, *Eysenhardtia*, *Flourensia*, *Gochnatia*, *Heliopsis*, *Lysiloma*, *Mimosa*, *Myrtillocactus*, *Opuntia* y *Pithecellobium*.
- Matorral crasicaule: son comunidades arbustivas dominadas por plantas de tallo suculento (cactáceas grandes); la altura depende de la especie que lo conforma y puede ser hasta de 10 m. Los principales elementos son *Opuntia lasiocantha*, *Opuntia robusta*, *Opuntia streptacantha*, *Opuntia tomentosa*, *Pachycereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Cylindropuntia imbricata*, *Ferocactus latispinus* y *Mammillaria magnimama* (Rzedowski, 1978).

#### - **Pastizal inducido**

Éste se observa en las áreas medias y altas de los cerros, ello, ha sido resultado del pastoreo que durante años se ha desarrollado en la zona. Varias especies componen esta asociación, entre las que destacan los géneros *Bouteloua* y *Festuca* (SEMARNAT, 2009).

#### - **Vegetación secundaria**

En el arbolado se observan especies introducidas como *Schinus molle*, *Fraxinus cuspidata*, *Buddleia cordata*, *Casuarina equisetifolia* y *Ligustrum lucidum*. Los arbustos están representados por *Senecio salignus*, *Ricinus communis* y *Nicotiana glauca*. En el estrato herbáceo se encuentran principalmente especies de la familia Asteraceae además de algunas solanáceas al igual que otras especies que se han adaptado a las condiciones locales y han invadido espacios alterados de terrenos promoviendo la sustitución de vegetación local (*Ibíd.*, 2009).

#### - **Vegetación arvense**

Esta comunidad se desarrolla en cultivos, su composición florística es variada, siendo algunas de las especies dominantes y constantes las siguientes: *Simsia amplexicaulis*, *Bidens odorata*, *Cynodon dactylon*, *Galinsoga parviflora*, *Parthenium bipinnatifidum*, *Tithonia tubiformis*, *Eruca sativa*, *Brassica rapa*, *Simsia amplexicaulis* y *Bromus carinatus* (*Ibíd.*, 2009).

## 2.2 Fauna

El cambio de uso del suelo, el crecimiento urbano e industrial y la contaminación, entre otras actividades que se realizan en el municipio, han reducido de manera notoria la fauna autóctona de Tepeji del Río, por lo que esta tiene baja representatividad zoológica y ecológica (P.O. Hidalgo, 2004).

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio, se reportan diferentes clases de animales, en algunos casos sin precisar especies, los cuales se mencionan a continuación:

Artrópodos: orden Scorpiones, familias Vaejovidae y Diplocentridae, y orden Aranae. En cuanto a insectos se registran himenópteros de las familias Apidae, Anthophoridae, Megachilidae, Halictidae, Colletidae, Andrenidae, Formicidae y Mutillidae; lepidópteros de las familias Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Satyridae, Danaidae, Pieridae, Papilionidae y Arctiidae; también se encuentran hemípteros de las familias Corixidae y Cimicidae.

Peces: están presentes las familias Atherinopsidae (*Chirostoma jordani*), Poeciliidae (*Poeciliopsis gracilis*) y Cyprinidae (*Cyprinus carpio* y *Aristichthys nobilis*).

Anfibios: anuros de la familia Hylidae, Bufonidae (*Bufo occidentalis*) y Scaphiropodidae (*Spea multiplicata*).

Reptiles: se han registrado las familias Colubridae (*Pituophis deppei*, *Salvadora bairdi*, *Tantilla rubra*, *Lampropeltis ruthveni* y *Conopsis lineata*), Viperidae (*Crotalus molossus* y *Crotalus intermedius*), Natricidae (*Thamnophis melanogaster*) y Phrynosomatidae (*Sceloporus Grammicus* y *Sceloporus torquatus*).

Aves: familias Accipitridae, Columbidae, Trochilidae, Hirundinidae (*Hirundo rustica*), Passeridae (*Passer domesticus*), Fringillidae (*Carpodacus mexicanus*), Cathartidae (*Coragyps atratus*), Mimidae (*Mimus polyglottos*), Anatidae, Rallidae y Ardeidae (*Ardea alba* y *Egretta thula*).

Mamíferos: se reportan las familias Muridae, Vespertilionidae (*Lasiurus cinereus*, *Myotis sp.*), Didelphidae (*Didelphis virginiana*), Canidae (*Urocyon cinereoargenteus*), Leporidae (géneros *Sylvilagus* y *Lepus*), Sciuridae (*Spermophilus variegatus*) y Procyonidae (*Bassariscus astutus*).

### 3. Medio Socioeconómico

El área de estudio forma parte de la región Tula-Tepeji, la cual se caracteriza por ser una de las que concentra una mayor infraestructura industrial y comercial en el estado de Hidalgo, está conformada por los municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Ajacuba, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlahuelilpan, Tetepango, Tezontepec de Aldama, Tepetitlán y Tlaxcoapan. En esta zona se manifiestan con gran intensidad los efectos del deterioro ambiental ocasionado por el acelerado cambio de uso del suelo, la ampliación de la frontera agrícola, la contaminación del suelo, del agua y del aire, que ha sido generada por procesos industriales, actividades agrícolas con aplicación de riego con aguas negras, el inadecuado manejo de desechos sólidos municipales, así como por contradicciones concretas de tipo socioeconómico particulares en el contexto de desarrollo regional, entre otros (P.O. Hidalgo, 2002).

Los datos presentados a continuación se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año 2010.

#### 3.1 Localidades Ribereñas

La presa Requena está rodeada por 12 localidades pertenecientes al municipio de Tepeji del Río de Ocampo, además colinda con otras tres localidades de Tula de Allende y tres más que corresponden al municipio de Atotonilco de Tula.

Municipio	Localidad	Longitud	Latitud	Altitud msnm	Ámbito	Índice de marginación 2010 Localidad	Índice de marginación 2010 Municipio
Tepeji del Río de Ocampo	Tepeji de Ocampo	0992030	195419	2134	Urbano	Bajo	Bajo
	Melchor Ocampo (El Salto)	0991706	195639	2170	Urbano	Bajo	Bajo
	Tianguistengo (La Romera)	0991933	195451	2144	Urbano	Medio	Bajo
	Dos Peñas	0991813	195544	2178	Rural	Alto	Bajo
	Benito Juárez	0991727	195604	2181	Rural	Alto	Bajo
	El Crucero	0992019	195628	2117	Rural	Medio	Bajo
	El Encino	0991930	195755	2191	Rural	*	Bajo
	Presa Escondida 2da. Sección	0991745	195559	2192	Rural	Muy bajo	Bajo
	Presa Escondida	0991835	195556	2179	Rural	Muy bajo	Bajo
	Unidad Obrera Habitacional CTM	0991912	195525	2208	Rural	Muy bajo	Bajo
	Colonia Caracol	0992027	195620	2144	Rural	Medio	Bajo
	La Palma	0991950	195508	2116	Rural	*	Bajo
Tula de Allende	Jardines de San Miguel	0992021	195648	2137	Rural	Medio	Muy Bajo
	Ejido de Acoculco (Dos Peñas)	0991803	195604	2159	Rural	Alto	Muy Bajo
	Las Cortinas	0991842	195748	2105	Rural	*	Muy Bajo
Atotonilco de Tula	San José Acoculco	0991804	195809	2121	Rural	Medio	Bajo
	El Portal	0991754	195659	2110	Rural	Medio	Bajo
	El Venado	0991759	195655	2142	Rural	Alto	Bajo

Tabla 1. Ubicación geográfica por localidad, ámbito y grado de marginación local y municipal (INEGI, 2010).

Como se aprecia en la tabla 1, la mayoría de las localidades cercanas al embalse pertenecen al ámbito rural y solamente tres al urbano. En referencia al índice de marginación, el estado de Hidalgo manifiesta un grado de marginación alto; de las comunidades en la zona de estudio, cuatro presentan un índice alto, seis registran un índice medio, dos tienen un índice bajo y tres uno muy bajo, cabe señalar que, entre más alto es el valor del índice, mayor es el nivel de carencias padecidas por la población como resultado de falta de acceso a la educación, residencia en viviendas inadecuadas, ingresos monetarios insuficientes y habitar en localidades pequeñas.

### 3.2 Demografía

Los datos de población total, femenina y masculina, población por grupo de edad y promedio de hijos nacidos vivos, de las diferentes localidades se muestran en la tabla 2, en la cual se establece que el género femenino representa el 51.43% de la población total y que el 92.9% se concentra en las localidades urbanas.

Localidad	Población total	Población masculina	Población femenina	Población de cero a 14 años	Población de 15 a 64 años	Población de 65 años y más	Promedio de hijos nacidos vivos
Tepeji de Ocampo	34151	16505	17646	9304	22917	1887	2.20
Melchor Ocampo (El Salto)	4679	2332	2347	1481	3000	196	2.47
Tianguiestengo (La Romera)	4558	2218	2340	1465	2896	194	2.46
Dos Peñas	133	75	58	45	80	7	2.33
Benito Juárez	359	182	177	133	216	10	2.69
El Crucero	189	95	94	65	116	8	2.46
El Encino <sup>1</sup>	6	*	*	*	*	*	*
Presa Escondida 2da. Sección	12	6	6	0	10	2	1
Presa Escondida	94	46	48	23	62	9	1.54
Unidad Obrera Habitacional CTM	867	420	447	291	556	20	2.05
Colonia Caracol	442	210	232	153	269	17	2.57
La Palma <sup>1</sup>	2	*	*	*	*	*	*
Jardines de San Miguel	177	89	88	45	118	14	2.04
Ejido de Acoaculco (Dos Peñas)	163	74	89	54	101	8	2.15
Las Cortinas <sup>1</sup>	5	*	*	*	*	*	*
San José Acoaculco	688	329	359	242	421	25	2.72
El Portal	91	43	48	32	53	6	2.63
El Venado	38	20	18	16	22	0	2.25

Tabla 2. Características poblacionales de la zona de estudio. (INEGI, 2010).

<sup>1</sup> Para el caso de las localidades de una y dos viviendas sólo se presenta información en las variables población total, viviendas totales y total de viviendas habitadas; en el resto de los indicadores aparecen asteriscos, ya que conforme al principio de confidencialidad que marca la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, no es posible generar información para unidades geográficas que tienen menos de tres viviendas.

### 3.3 Vivienda

La mayoría de las viviendas de las poblaciones aledañas a la presa Requena tienen piso de un material diferente a tierra y cuentan con tres o más cuartos.

Localidad	Total de viviendas particulares	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	Viviendas particulares habitadas con tres cuartos y más
Tepeji de Ocampo	10402	8870	8741	102	490	1430	6923
Melchor Ocampo (El Salto)	1303	1153	1124	24	61	174	912
Tianguistengo (La Romera)	1266	1095	1051	42	84	238	773
Dos Peñas	56	34	32	2	4	8	22
Benito Juárez	104	94	88	6	17	27	50
El Crucero	57	48	48	0	4	10	34
El Encino	*	*	*	*	*	*	*
Presa Escondida 2da. Sección	24	5	5	0	0	1	4
Presa Escondida	280	27	26	0	0	4	23
Unidad Obrera Habitacional CTM	304	222	216	1	1	2	218
Colonia Caracol	131	105	96	9	16	29	60
La Palma	*	*	*	*	*	*	*
Jardines de San Miguel	87	49	47	0	2	5	40
Ejido de Acoculco (Dos Peñas)	36	35	32	3	3	3	29
Las Cortinas	*	*	*	*	*	*	*
San José Acoculco	173	154	150	4	5	24	125
El Portal	26	171	23	1	11	47	112
El Venado	12	9	8	1	0	3	6

Tabla 3. Características de las viviendas en la zona de estudio (INEGI, 2010).

### 3.4 Salud y Seguridad Social

La mayoría de la población que habita en las localidades ribereñas es derechohabiente de alguna institución de salud, la mitad tiene acceso a los servicios del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 18% al Seguro Popular y 7% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Sin embargo, alrededor del 26% de la población no cuenta con ningún tipo de seguridad social. En cuanto a instalaciones médicas, en el municipio de Tepeji del Río se tienen las siguientes: una unidad del IMSS, una del ISSSTE, dos IMSS-OPORTUNIDADES y cinco centros de salud pertenecientes a la Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo.

### 3.5 Servicios Públicos

Los servicios de electricidad, drenaje y agua potable, están disponibles en la mayor parte de las comunidades, sin embargo aún existen viviendas que no cuentan con ellos, cabe señalar que el 14% carece de agua potable.

Localidad	Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	Viviendas particulares habitadas sin ningún bien
Tepeji de Ocampo	42	1165	138	7588	65
Melchor Ocampo (El Salto)	21	66	68	1022	14
Tiangustengo (La Romera)	17	375	66	686	17
Dos Peñas	5	4	15	15	0
Benito Juárez	6	6	11	79	5
El Crucero	1	44	4	4	0
El Encino	*	*	*	*	*
Presa Escondida 2da. Sección	0	3	0	2	0
Presa Escondida	0	1	0	25	0
Unidad Obrera Habitacional CTM	28	1	0	190	0
Colonia Caracol	0	16	5	85	0
La Palma	*	*	*	*	*
Jardines de San Miguel	2	30	2	17	0
Ejido de Acoculco (Dos Peñas)	0	34	4	1	0
Las Cortinas	*	*	*	*	*
San José Acoculco	1	3	24	129	1
El Portal	0	0	7	17	0
El Venado	2	4	4	2	0

Tabla 4. Viviendas y la disponibilidad de servicios públicos (INEGI, 2010).

### 3.6 Educación

A nivel estatal, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 8.1, lo que equivale a poco más del segundo año de secundaria. En materia de infraestructura educativa, en Tepeji del Río de Ocampo se registran 49 escuelas de nivel preescolar, 53 primarias y 17 secundarias, 5 escuelas de nivel medio superior y a nivel profesional se cuenta con un campus de la universidad estatal.

Localidad	Población de 15 años y más analfabeta	Población de 15 años y más sin escolaridad	Población de 15 años y más con primaria completa	Población de 15 años y más con secundaria completa	Población de 18 años y más con educación pos-básica	Grado promedio de escolaridad
Tepeji de Ocampo	837	827	4361	7126	8057	8.97
Melchor Ocampo (El Salto)	134	126	622	1075	574	7.70
Tianguistengo (La Romera)	154	150	646	911	750	8.02
Dos Peñas	3	5	27	23	13	7.21
Benito Juárez	21	21	43	66	30	6.71
El Crucero	2	0	26	43	31	8.62
El Encino	*	*	*	*	*	*
Presa Escondida 2da. Sección	0	0	0	2	7	12.08
Presa Escondida	0	0	4	11	48	12.75
Unidad Obrera Habitacional CTM	5	10	90	178	225	9.68
Colonia Caracol	20	24	52	99	56	7.63
La Palma	*	*	*	*	*	*
Jardines de San Miguel	4	2	17	36	47	9.50
Ejido de Acoculco (Dos Peñas)	2	5	33	36	15	7.43
Las Cortinas	*	*	*	*	*	*
San José Acoculco	35	30	1	16	58	5.07
El Portal	1	1	0	1	6	3
El Venado	2	3	0	0	3	2.60

Tabla 5. Características educativas de la población por localidad (INEGI, 2010).

### 3.7 Actividades Económicas

De acuerdo al INEGI, en el año 2010, más de la mitad de los habitantes de las localidades ribereñas del embalse Requena (53.26%) forman parte de la población económicamente activa, la mayoría son hombres y solamente una tercera parte corresponde al género femenino, mientras que, de la población no económicamente activa la cuarta parte son hombres.

#### 3.7.1 Sector Primario

##### - Agricultura

La presa Requena es un importante almacenamiento que contribuye a la irrigación de los terrenos agrícolas del distrito de riego 03 Tula; sin embargo la agricultura en el municipio de Tepeji del Río se desarrolla principalmente en terrenos de temporal, siendo el maíz el cultivo con mayor superficie de siembra, seguido por el frijol, el trigo, la avena y la alfalfa.

En la región centro del municipio, en donde se ubica la presa Requena, se riegan terrenos cultivados con maíz y especies forrajeras, con agua proveniente de de 3 canales que atraviesan la zona urbana de la cabecera, en los que se vierten las descargas domésticas además de transportar las descargas de aguas residuales que provienen de la zona industrial del municipio.

<b>Estadísticas agrícolas</b>	<b>Valor</b>
Superficie sembrada total (Hectáreas)	8662
Superficie mecanizada (Hectáreas)	7308
Superficie sembrada de riego (Hectáreas)	2102
Superficie sembrada de temporal (Hectáreas)	6560
Superficie sembrada de alfalfa verde (Hectáreas)	62
Superficie sembrada de avena forrajera (Hectáreas)	600
Superficie sembrada de frijol (Hectáreas)	1894
Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas)	4894
Superficie sembrada de pastos (Hectáreas)	2
Superficie sembrada de trigo grano (Hectáreas)	1100
Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas)	110
Superficie cosechada total (Hectáreas)	2102
Superficie cosechada de alfalfa verde (Hectáreas)	62
Superficie cosechada de frijol (Hectáreas)	144
Superficie cosechada de pastos (Hectáreas)	2
Volumen de la producción de alfalfa verde (Toneladas)	6643
Volumen de la producción de frijol (Toneladas)	288
Volumen de la producción de pastos (Toneladas)	245

Tabla 6. Estadísticas de la actividad agrícola en Tepeji del Río. Fuente: SAGARPA, 2009.

#### - Ganadería

La actividad pecuaria que se desarrolla en el municipio, se distingue por ser de tipo extensivo, con variantes de abasto rural y de corral y/o traspatio para el ganado menor, principalmente aves. Este tipo de sistema, se caracteriza por el empleo de ganado criollo, el cual se alimenta libremente en una extensión de terreno determinado con especies vegetales nativas, ya sea pastos o zacates y otros tipos de plantas silvestres apetecibles y se complementa con los residuos de alguna cosecha (P.O. Hidalgo, 2004). La producción de ganado bovino tanto de engorda como de ordeña resulta ser el de mayor importancia económica, seguida por la producción avícola, posteriormente se encuentra la cría de ganado ovino y finalmente la de ganado caprino.

<b>Producción ganadera</b>	<b>Valor</b>
Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas)	65
Volumen de la producción de carne en canal de caprino (Toneladas)	9
Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas)	2197
Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas)	22
Volumen de la producción de leche de bovino (Miles de litros)	6553
Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas)	24
Volumen de la producción de miel (Toneladas)	2

Tabla 7. Producción ganadera en Tepeji del Río. Fuente: SAGARPA, 2009.

- Pesca

Se desarrolla la piscicultura de tipo extensiva, y para su realización existe una Sociedad de Solidaridad Social “Pescadores Unidos de la Presa Requena 20 Arcos”, constituida en 1991, la cual agrupa a 62 socios, que se dedican principalmente a la siembra y extracción de carpa y tilapia. Cabe mencionar que esta actividad productiva, es aquejada por la contaminación constante derivada de la descarga de aguas residuales, lo que limita y condiciona las actividades acuícolas (Gómez y González, 2008).

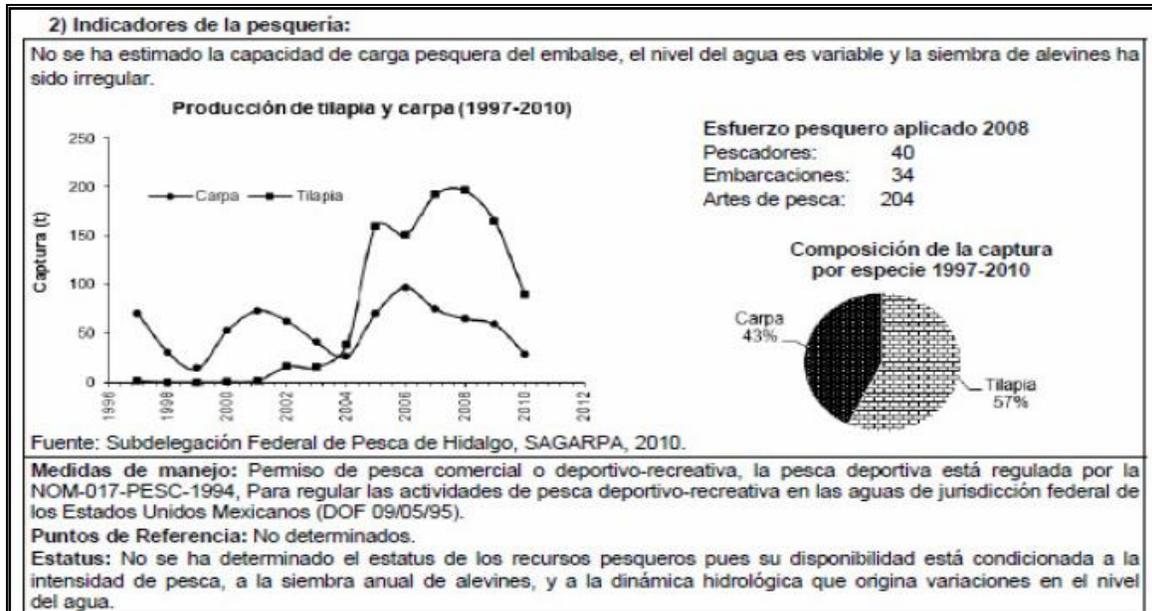


Figura 3. Datos de la actividad piscícola en la presa Requena reportados en la Carta Nacional Pesquera 2012.

### 3.7.2 Sector Secundario

Conforme al Padrón Industrial existen en el municipio, 86 unidades industriales establecidas, distribuidas de la siguiente forma: Santiago Tlaltepoxco (31), Tepeji (23), San Mateo Buenavista 2da. Sección (12), San Mateo Buenavista 1ra. Sección (6), Cantera de Villagrán (5), Santiago Tlautla (3), Cañada de Madero (2), El Crucero (2), Taxhido (1) y Ojo de Agua (1). De esta manera, se observa que el 36.04% de la industria se encuentra asentada en la localidad de Santiago de Tlaltepoxco dentro del Parque Industrial que tiene una superficie de 582.26 hectáreas, con capacidad de 307 lotes y 6,200 m<sup>2</sup> de terreno para naves industriales, y las restantes, se encuentran dispersas en las diferentes localidades, siendo las principales, Tepeji con el 26.74 % y San Mateo Buenavista 2da. Sección, con el 13,95 %. Destacan las empresas textiles y de productos alimenticios y bebidas, además también hay industrias de productos metálicos, maquinaria y equipo, sustancias químicas y productos minerales no metálicos (P.O. Hidalgo, 2004).

### **3.7.3 Sector Terciario**

#### **- Comercio y Servicios**

Para la actividad comercial se han registrado en el Municipio 1200 unidades comerciales, el 67.59% del total de establecimientos corresponde a 4 localidades, con la siguiente participación porcentual: Tepeji del Río con el 44.67%, San Mateo Buenavista 2da. Sección con el 10.67%, Melchor Ocampo (El Salto) con el 6.92% y Tianguistengo con el 5.33%; mientras que el 32.41% de las unidades comerciales se reparten entre las demás localidades. Los establecimientos de servicios registrados en el municipio alcanzan un total de 403, el 87.34% del total de unidades de servicios, se encuentran establecidas en las siguientes localidades: Tepeji del Río (56.08%), San Mateo Buenavista 2da. Sección (15.38%), Ojo de Agua (8.44%) y Melchor Ocampo con el 7.44% (P.O. Hidalgo, 2004).

Además, se cuenta con un mercado municipal, cinco tianguis semanales y una plaza comercial, en la cual se ubican dos tiendas de autoservicio, 55 locales comerciales y un cine.

#### **-Comunicaciones y Transportes**

Las poblaciones aledañas a la presa Requena cuentan con carreteras y caminos rurales, ya sea empedrado o de terracería. A nivel municipal, existen 25,140 km de carretera, de los cuales 22,000 km pertenecen al troncal federal y 3,140 km a carreteras estatales, que permiten que Tepeji del Río tenga conexión con las principales ciudades de la región y con la Ciudad de México. En lo referente a los medios de comunicación se cuenta con líneas telefónicas, telégrafo, correos y comunicación satelital. En el municipio hay una central de autobuses, una red de transporte público concesionado con rutas a nivel federal, estatal y municipal y 16619 automóviles particulares registrados en circulación (INEGI, 2010).

#### **-Turismo**

Aunque la función primordial de la presa Requena es el riego, el embalse y sus inmediaciones también se destinan para actividades recreativas como pesca, caminata, días de campo y deportes acuáticos. Con referencia a lo anterior, se ha realizado la Nauticopa Corona, un evento anual, en el que se llevan a cabo carreras profesionales de lanchas tipo Tunel categoría T1.

Además, en la zona norte del embalse se localizan los siguientes proyectos inmobiliarios con fines turísticos:

1. Presa Escondida es un fraccionamiento que cuenta con 4000 lotes para 1500 viviendas. Cada morada por reglamento debe tener fosa séptica para la descarga de aguas residuales. El servicio de luz eléctrica domiciliaria y pública se tiene por convenio con el gobierno municipal y el agua potable se obtiene de un manantial y de un pozo que se localizan al interior del fraccionamiento. En su parte baja, en la ribera de la presa Requena, existe toda una infraestructura destinada al recreo de

los socios y dueños de viviendas: albercas, canchas de tenis, restaurante y embarcaderos (P.O. Hidalgo, 2004).

2. El Amanali Country Club y Náutica, es un desarrollo inmobiliario en construcción, que tendrá capacidad para cerca de 2,700 viviendas con diversas opciones habitacionales, incluye un Campo de Golf de 18 hoyos, Club Deportivo, Club Náutico, zona comercial, y diversos parques y jardines. Se ubica en la ribera norponiente de la Presa Requena, en un predio de 300 ha con un frente acuático de más de 6 Km de longitud hacia el lago, que cuenta con una extensión aproximada de 600 ha y un alto potencial para la práctica de deportes náuticos (SEMARNAT, 2005).

#### 4. Uso de suelo

La superficie total del municipio de Tepeji del Río de Ocampo es de 353.19 km<sup>2</sup> de los cuales 122.80 km<sup>2</sup> tienen uso agrícola, pastizal 135.87 km<sup>2</sup>, bosque 6.86 km<sup>2</sup>, matorral xerófilo 49.40 km<sup>2</sup>, vegetación secundaria 22.41 km<sup>2</sup>, áreas sin vegetación 0.02 km<sup>2</sup> y las áreas urbanas ocupan 10.81 km<sup>2</sup> (INEGI, 2009).



Figura 4. Panorámica del embalse Requena.

## V. Material y Métodos

El embalse Requena en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo en el Estado de Hidalgo, se eligió como zona de estudio.

Posteriormente el trabajo a realizar se dividió en tres fases:

### 1. Revisión documental

Se recopiló información referente al embalse y sus alrededores. Entre los documentos revisados se encuentran manifestaciones de impacto ambiental, artículos científicos, leyes y normas, programas de ordenamiento ecológico territorial a nivel estatal, regional y municipal, Plan Estatal de Desarrollo, Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012, informes de la CONAGUA, además de mapas, índices y reportes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

### 2. Trabajo de campo y de laboratorio

Se realizaron visitas a la zona de estudio, entre noviembre de 2010 y mayo de 2011, durante las cuales se llevaron a cabo recorridos en el área que circunda al embalse, para obtener información acerca de la flora, fauna y para identificar las actividades que generan un impacto en el medio ambiente local.

Para el conocimiento de la flora se colectaron ejemplares vegetales de las especies más representativas del lugar; los cuales fueron prensados con papel periódico de tinta negra en una prensa de madera con una medida de 30 x 40 cm. Posteriormente, fueron llevados al Herbario IZTA para su determinación taxonómica.

En cuanto a la fauna, para la elaboración del listado de vertebrados del listado faunístico de vertebrados, el trabajo se dividió en dos vertientes; primero, se consultaron fuentes documentales con el fin de registrar las especies reportadas para el área de estudio (P.O. Hidalgo, 2004; Gómez y González, 2008; SEMARNAT, 2005; *Ibid.*, 2009 y Valencia *et al.*, 2007). Posteriormente durante los recorridos en campo se llevo a cabo un reconocimiento de las especies faunísticas de acuerdo a las conductas de cada grupo zoológico, para su determinación se emplearon métodos directos (registros visuales), en el caso de las aves y algunas especies de reptiles y mamíferos; las cuales se identificaron con ayuda de la Lista Anotada de los Anfibios y Reptiles del Estado de Hidalgo, la Avifauna Estatal de Hidalgo y guías de campo de Peterson; los datos obtenidos se complementaron con información proporcionada por los habitantes de la zona.

Se elaboraron y aplicaron encuestas a los pobladores y visitantes de la zona de estudio, con el fin de conocer las actividades que realizan, la forma en que aprovechan los recursos naturales del área, las condiciones socioeconómicas en las que viven, la percepción que tienen sobre la situación ambiental del embalse y las acciones que consideran necesarias para su mejora.

Referente al suelo, se realizó un muestreo en zigzag a 10 cm de profundidad en un área próxima al embalse, para la caracterización de propiedades físicas y químicas, la

muestra se traslado al laboratorio donde se determinaron los siguientes parámetros color, estructura, consistencia, textura, densidad, pH, materia orgánica, calcio y magnesio intercambiable; en todos los casos se procedió conforme al Manual de Métodos de Análisis de Suelo (Muñoz *et al.*, 2000).

3. Trabajo de gabinete. A partir del análisis de la información obtenida mediante el trabajo de campo, se determinaron las acciones generadoras de impacto y los elementos ambientales afectados. Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales más significativos se elaboraron la Matriz tipo Leopold, la Matriz de McHarg y las Redes de Sorensen.

Finalmente, se desarrolló el sistema de indicadores ambientales con el marco conceptual Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR), en el cual las *Fuerzas Motrices* son los factores socio-económicos que causan o favorecen cambios en el medio ambiente, las *Presiones* son factores naturales o antropogénicos que influyen directamente el estado del medio ambiente, cambiando la calidad ambiental y la cantidad de los recursos naturales; el Estado se refiere a medidas de la calidad ambiental y la cantidad de recursos naturales influenciados por las Presiones; los Impactos son los resultados de la condición del ambiente sobre las personas, animales y procesos ecológicos, finalmente, las Respuestas son los esfuerzos que realiza la sociedad para responder a los cambios y problemas ambientales (SEMARNAT y EPA, 2006).

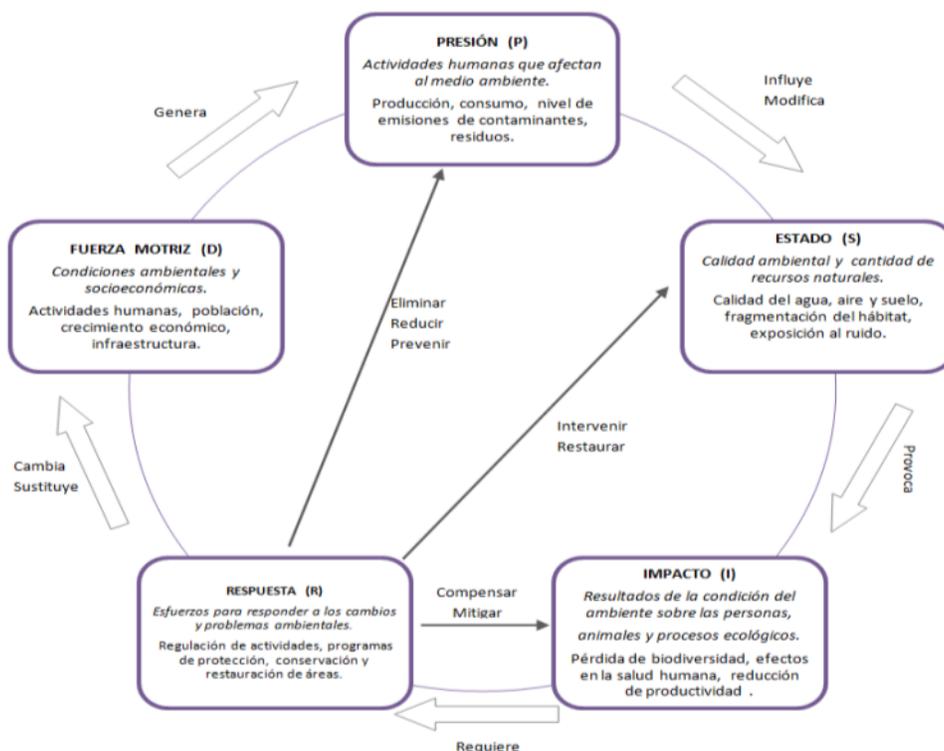


Figura 5. Esquema del Modelo DPSIR

## VI. Resultados y Discusión

### Flora

Fueron identificadas 52 especies de plantas incluidas en 46 géneros y 26 familias; siendo las más representativas las familias Asteraceae y Cactaceae, con 11 y 10 especies respectivamente.

Rzedowski (1978) señala que, en los matorrales xerófilos, la familia Asteraceae está por lo general muy bien representada, llegando en ocasiones a constituir cerca de la cuarta parte de la flora y especies, mientras que las Cactaceae encuentran en estos matorrales su nicho ecológico preferido y están representadas por una gran diversidad de taxa, por tanto al ser este el tipo de vegetación dominante en la zona de estudio, fueron estas familias las que presentan un mayor número de especies.

También se registraron familias que no corresponden a la vegetación nativa, tal es el caso de las Asphodelaceae, Casuarinaceae, Myrtaceae, Resedaceae, y herbáceas de las familias Solanaceae y Euphorbiaceae, que son indicadoras de ambientes perturbados como resultado de las actividades humanas (Lozano-García et al, 2007).

La flora también constituye un recurso alimenticio para la población local, por lo que son aprovechadas las siguientes especies: *Agave salmiana* (maguey pulquero), *Prosopis juliflora* (mezquite), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Amaranthus hybridus* (quelite), *Crataegus mexicana* (tejocote), *Prunus virginiana* (capulín), *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) y el género *Opuntia*.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i>	Maguey pulquero
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Pirú
Apiaceae	<i>Eryngium comosum</i>	Hierba del sapo
Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	Asfodelo
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla

Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Mirasol
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	Estrellita
Asteraceae	<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	Confitillo
Asteraceae	<i>Picris echioides</i>	Lengua de gato
Asteraceae	<i>Senecio salignus</i>	Chilca
Asteraceae	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Acahualillo
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León
Asteraceae	<i>Tithonia tubiformis</i>	Girasol
Asteraceae	<i>Zaluzania triloba</i>	Hierba amargosa
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	Vaina
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Heno
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardón
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo
Cactaceae	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Biznaga
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal
Cactaceae	<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal de cerro
Cactaceae	<i>Opuntia spinulifera</i>	Nopal
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal cardón
Cactaceae	<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal de San Gabriel
Cactaceae	<i>Pachycereus marginatus</i>	Órgano
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpúrea</i>	Campanilla
Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla

Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache
Fabaceae	<i>Eysenhartia polystachya</i>	Palo dulce
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i>	Gatuño
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	Manrubio
Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán
Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	Vara de San José
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto
Oleaceae	<i>Fraxinus cuspidata</i>	Fresno
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno
Onagraceae	<i>Oenothera rósea</i>	Hierba del golpe
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i>	Cola de zorro
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote
Rosaceae	<i>Prunus virginiana</i>	Capulín
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	Gigantón
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Trompillo
Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuate

Tabla 8. Listado Florístico para las inmediaciones del embalse Requena.

## Fauna

Con la información obtenida en el trabajo de campo y la revisión bibliográfica, se elaboraron listados faunísticos de las clases de vertebrados registrados en la zona, los cuales se presentan a continuación.

- Peces

La ictiofauna está integrada por cinco especies agrupadas en tres órdenes, siendo Cypriniformes el más representativo porque reúne a tres especies. Los peces, a excepción de *Chirostoma jordani*, son cultivados por los pescadores en las aguas del embalse para su explotación comercial.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CYPRINIFORMES	Cyprinidae	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa herbívora
		<i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i>	Carpa barrigona
		<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Carpa espejo
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	Mojarra tilapia
ATHERINIFORMES	Atherinopsidae	<i>Chirostoma jordani</i>	Charal

Tabla 9. Listado de especies de peces registradas en el embalse Requena.



Figura 6. Actividad pesquera en el embalse Requena (a, b y c), d) *Oreochromis spp*, e) *Ctenopharyngodon idella*, Banco de Imágenes, CONABIO, 2012.

- Reptiles

Se registraron seis especies pertenecientes al orden Squamata, distribuidas en dos subórdenes y tres familias; la mitad de las especies se agrupan en la familia Colubridae y dos especies se encuentran en una categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Sceloporus grammicus* como protegida y *Crotalus intermedius* está listada como amenazada.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
SQUAMATA	Lacertilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartijo
			<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija escamosa barrada
	Serpentes	Colubridae	<i>Pituophis deppei deppei</i>	Cincuete o alicante
			<i>Conopsis lineata</i>	Culebra de tierra toluqueña
			<i>Conopsis nasus</i>	Hocico de puerco
		Viperidae	<i>Crotalus intermedius</i>	Víbora de cascabel enana

Tabla 10. Listado de reptiles reportados para las inmediaciones del embalse Requena.



Figura 7. a) *Conopsis nasus*, b) *Crotalus intermedius*, c) *Pituophis deppei deppei*, d) *Sceloporus grammicus*. Banco de Imágenes, CONABIO, 2012.

- Aves

Para las inmediaciones del embalse Requena se registran 35 especies de aves repartidas en nueve órdenes y 22 familias, el orden Passeriformes es el que agrupa una mayor cantidad de especies (16), la Tyrannidae y la Ardeidae, son las familias más representativas. La mayoría de las especies residen permanentemente en el área, también se pueden encontrar aves migratorias.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD
ACCIPITRIFORMES	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R
		<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R
APODIFORMES	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta	R
		<i>Cyanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	R
		<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro oreja blanca	R
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	R
		<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	RR
	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	R
	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	M
CICONIIFORMES	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	M
		<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	M
		<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	M
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Perro de agua	R
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	R
		<i>Columbina inca</i>	Tórtola o Conguita	R
CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	R
GRUIFORMES	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	R

PASSERIFORMES	Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí Pardo	R
	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión	R
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	R
		<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	MT
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraca o zanate	R
		<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	M
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche	R
		<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle	R
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Chillón	R
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	R
	Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	R
	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	R
		<i>Contopus pertinax</i>	Pibí tengofrío	R
		<i>Sayornis phoebe</i>	Papamoscas fibí	M
		<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón	R
<i>Pyrocephalus rubinus</i>		Mosquero cardenal	R	
PELECANIFORMES	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco	M
PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	R

Tabla 11. Listado de aves para las inmediaciones de la presa Requena. Estacionalidad: R (Residente durante todo el año), RR (Residente únicamente en época de reproducción), M (Migratorio, únicamente en época de no reproducción), MT (Migratorio transitorio ó de paso).



Figura 8. Aves en el embalse Requena.

- Mamíferos

Para la zona de estudio se reportan 14 especies de mamíferos divididas en cinco órdenes, el que registra mayor número de especies es el Orden Rodentia con siete especies. Las familias Vespertilionidae y Muridae son las más representativas con tres especies cada una.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CARNIVORA	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle
CHIROPTERA	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Murciélago
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago
	Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
RODENTIA	Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	Ratón de abazones
	Heteromyidae	<i>Chaetodipus hispidus</i>	Ratón espinoso
	Muridae	<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo
	Muridae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón
	Muridae	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón
	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
	Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla o motocle

Tabla 12. Listado de mamíferos



Figura 9. a) *Didelphis virginiana*, b) *Spermophilus variegatus*. Banco de Imágenes, CONABIO, 2012.

## Suelo

PRUEBA	RESULTADO
Color en seco	Pardo grisáceo oscuro
Color en húmedo	Gris muy oscuro
Textura	Franca Arena 42%, Limo 37.6%, Arcilla 20.4%
Densidad aparente	8.8 g/ 10 ml = 0.88 Bajo
Densidad real	5g/ 2.118ml = 2.36 Bajo
Porosidad	62 % Alto
Estructura	Poliédrica subangular 53% Esferoidal 47%
Estabilidad de agregados	Poca. Si desagregación/ dispersión parcial
Consistencia en seco	Duro
Consistencia en húmedo	Friable
Adhesividad	Adhesivo
Plasticidad	Plástico
Materia orgánica	Rico
pH	Moderadamente ácido
Capacidad de intercambio catiónico	Medio 15-30 ( cmol (+) kg <sup>-1</sup> )

Tabla 13. Propiedades del suelo en las inmediaciones de la presa Requena.

Por el color oscuro de la muestra se puede inferir que entre los elementos cromógenos del suelo se tienen óxido de manganeso, sulfuro de hierro, magnetita o ilmenita y una gran cantidad de materia orgánica.

La clase textural nos indica que la muestra es de un suelo franco, esto quiere decir que contiene más o menos iguales cantidades de arena, limo y arcilla; no presenta las propiedades físicas dominantes de ninguno de los grupos (arena, limo, arcillas), son suelos de elevada productividad agrícola debido a su textura relativamente suelta, heredada de la arena, a su fertilidad procedente de los limos incluidos y al mismo tiempo con adecuada retención de humedad por la arcilla presente.

La estructura granular y consistencia friable en un suelo húmedo son deseables desde el punto de vista agrícola, ya que requieren de labranza mínima, la poca estabilidad de agregados se atribuye al alto contenido de limos, pero está dentro del intervalo adecuado para los cultivos; para mejorar esta característica es recomendable la adición de materia orgánica, ya que esta propicia la formación de agregados y poros para la circulación de agua y aire.

El valor de densidad real 2.36 g/cm<sup>3</sup> es relativamente menor al promedio de los suelos ordinarios (2.6 g/cm<sup>3</sup>) esto es debido al contenido de limos y la materia orgánica; el valor alto de porosidad de la muestra indica que existe una buena aireación y drenaje en el suelo.

La muestra de suelo es rica en materia orgánica por lo que debemos considerar que su presencia disminuye la densidad aparente del suelo (por tener una menor densidad que la materia mineral), contribuye a la estabilidad de los agregados, favorece la infiltración y la retención de agua, mejora la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres; es una fuente de nutrientes para las plantas y es fundamental para el buen funcionamiento físico, químico y biológico del suelo.

El pH de la muestra es moderadamente ácido y se encuentra en un intervalo adecuado para la mayoría de los cultivos; la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.T.) de la muestra está dentro de la categoría de medio, ya que no tiene una gran cantidad de arcillas, además el pH ácido se asocia a un valor bajo de (C.I.C.T.), referente a los nutrientes para las plantas, Porta (1998) indica que como índice de fertilidad del suelo, valores de 8-10 ( $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ ) suelen considerarse los mínimos aceptables para un horizonte Ap, para obtener una producción satisfactoria, el valor de C.I.C.T. de la muestra es mayor por lo que tiene buena capacidad para retener nutrientes para las plantas.

Con los resultados de las pruebas realizadas podemos concluir que el suelo de esta zona brinda las condiciones necesarias para el cultivo de milpa ya que presenta excelentes cualidades para el laboreo y buena productividad agrícola, se recomienda la aplicación de materia orgánica en el suelo de la zona para mejorar la estabilidad de los agregados y como buffer del pH.

## Agua

Conforme a los criterios de calidad del agua establecidos por la CONAGUA, el embalse Requena se considera contaminado y no apto para la recreación, la pesca y la vida acuática ni para el abastecimiento público, aunque si tiene aptitud para riego agrícola (P.O. de Hidalgo 2004).

En 1995, Gutiérrez López determinó las condiciones eutróficas del embalse considerando el contenido de fósforo (máximo  $380 \text{ mg/m}^3$ ), la transparencia (menor de 1.5 m) y la concentración de clorofila  $\alpha$  ( $380 \text{ mg/m}^3$ ), de acuerdo a lo establecido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

De la Lanza y colaboradores (2007) realizaron análisis fisicoquímicos y biológicos durante un florecimiento de algas en febrero de 2002, los parámetros evaluados y los resultados por cada sitio de muestreo se reportan en la tabla 14; concluyendo que todas las estaciones indicaron concentraciones altas de ortofosfatos y amonio, que exceden los niveles normales desde un punto de vista ecológico y los criterios establecidos para protección de la vida acuática en México (DOF, 1989). Apoyados en el índice de diversidad de Shannon-Weiner, los análisis de calidad del agua y el uso del índice sapróbico de Sládecek señalan que en el embalse existe una contaminación orgánica severa, por lo que se presentan condiciones hipereutróficas, que indican una altísima concentración de nutrientes.

Parámetros	Protección a la vida acuática agua dulce	Vertedor (Sitio 1)	Sitio de regulación del agua (Sitio 2)	Zona de avenidas del río Tepeji (Sitio 3)	Pueblo de Atengo (Sitio 4)	El Recodo (Sitio 5)	Fuente de agua pluvial (Sitio 6)
Sólidos totales		264.0	258.0	2834.0	1954.0	628.0	570.0
Sólidos suspendidos totales		24.0	16.0	960	550.0	320.0	250.0
Ortofosfatos	0.2	18.1	17.5	22.2	71.6	25.5	30.0
Fósforo total		18.4	18.3	23.6	123.0	46.8	33.0
Nitrógeno de amonio	4.3	87.1	73.6	230.7	159.3	37.4	61.0
Nitrógeno orgánico		61.0	52.3	807.1	4587.7	2057.1	1014.3

Tabla 14. Calidad del agua en la presa Requena  $\mu\text{M}$ = microgramos mol por litro. Fuente: De la Lanza *et al*, 2007.

Otro estudio en el que se evaluó la calidad del agua de la presa, fue el realizado por Gómez y González (2008), que llevaron a cabo muestreos en siete puntos a lo largo del embalse en febrero, abril y junio de 2007. Los resultados indicaron que en el agua prevalecen condiciones alcalinas dentro del intervalo de pH que toleran la mayoría de los organismos acuáticos (6.5-9); las concentraciones registradas de oxígeno disuelto son aceptables para la vida acuática (mayores a 2 mg/l) en todas las estaciones y durante todos los meses de muestreo, el fósforo y el nitrógeno no son elementos limitantes para el desarrollo de los productores primarios y de acuerdo con lo establecido por Nürnberg (2001) y con base en los valores de clorofila  $\alpha$ , transparencia y concentración de fósforo, el embalse es un sistema eutrófico.

	Estación	SD (m.)	Temp °C	pH	OD (mg/l)	N-NH <sub>3</sub> (mg/l)	N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)	Clorofila $\alpha$ mg/m <sup>3</sup>
FEBRERO	1. Cortina	1.3	19.25	7.5	7.1	0.51	0.2	0.006	0.45	7.2
	2. Fraccionamiento	1.1	19.53	7.7	8.2	0.27	0.1	0.003	0.33	8.5
	3. Centro	1.2	18.91	7.63	9.3	0.41	0.1	0.005	0.36	7.4
	4. Granero	1	18.5	7.6	8.5	0.14	0.1	0.005	0.32	12.5
	5. Cables	0.9	18.03	7.1	7.6	0.41	0.1	0.005	0.47	14.6
	6. Caltex	0.9	17.4	6.9	7.4	0.46	0.1	0.003	0.45	18.4
	7. Río	0.6	16.8	6.7	7.2	1.04	0.1	0.003	0.61	16.1
	PROMEDIO	1.00	18.35	7.30	7.90	0.46	0.11	0.004	0.43	12.10
ABRIL	1. Cortina	1.1	19.27	7.56	6.9	0.41	0.2	0.013	0.38	8.1
	2. Fraccionamiento	1	19.54	7.97	8.1	0.23	0.1	0.003	0.34	9
	3. Centro	1	19.5	7.9	8.7	0.34	0.1	0.006	0.36	7.9
	4. Granero	1.1	19.4	7.6	9.2	0.35	0.1	0.005	0.41	13.2
	5. Cables	0.9	18.9	7.5	8	0.47	0.1	0.005	0.43	15
	6. Caltex	0.8	18.7	7.4	7.3	0.68	0.1	0.003	0.56	20.3
	7. Río	0.4	18	7.35	6.86	3.02	0.2	0.004	1.6	17.9
	PROMEDIO	0.90	19.04	7.61	7.87	0.79	0.13	0.006	0.58	13.06
JUNIO	1. Cortina	0.8	22.48	8.53	9.9	0.21	0.2	0.027	0.33	9.5
	2. Fraccionamiento	0.5	23.3	8.6	10.65	0.15	0.1	0.003	0.35	10.1
	3. Centro	0.45	23.66	8.61	7.5	0.23	0.2	0.007	0.36	8.2
	4. Granero	0.35	24.2	8.55	7.1	0.47	0.1	0.005	0.48	16.3
	5. Cables	0.35	24.7	8.4	6.9	0.52	0.1	0.004	0.38	18.5
	6. Caltex	0.35	24.79	8.27	6.2	0.9	0.1	0.004	0.72	21.7
	7. Río	0.1	21.2	7.7	3.5	6	0.2	0.004	2.3	15.6
	PROMEDIO	0.41	23.48	8.38	7.39	1.21	0.14	0.008	0.70	14.27

Tabla 15. Condiciones físicas y químicas del agua del embalse reportadas por Gómez y González en 2008.

Con fundamento en los estudios de calidad del agua superficial, se puede establecer que el embalse se encuentra en estado eutrófico y se ha conservado así a lo largo del tiempo, principalmente por que recibe las descargas de aguas residuales de los poblados ribereños e influencia industrial de la ciudad de Tepeji (De la Lanza, *et al*, 2007); además, considerando que el embalse es destinado para riego agrícola, pesca y recreación, es necesario realizar determinaciones de coliformes fecales, así como metales pesados en agua y peces (tejidos) con cierta periodicidad para evitar problemas de salud pública (Gómez y González, 2008) y controlar los aportes de contaminación urbana e industrial que provienen de Tepeji del Río (Díaz-Zavaleta y Gutiérrez López, 2002).

Referente al agua subterránea, Lesser-Carrillo y colaboradores (2011), hicieron análisis físico-químicos y análisis bacteriológicos a pozos de agua potable para caracterizar la calidad del agua del acuífero del Valle del Mezquital, los resultados se compararon con los límites permisibles para agua de uso y consumo humano, establecidos en la NOM-127-SSA1-1994.

En las tablas 17 y 18 se muestran los resultados obtenidos de los pozos que se ubican cerca del embalse, como se puede observar, el pozo número MZ 367 presenta valores de coliformes totales y plomo por arriba de lo establecido en la norma; mientras que el pozo N° C. Requena supera el límite máximo permisible de sodio, cloruros, aluminio, arsénico, fierro, fluoruros, manganeso y plomo.

POZO N°	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Cl (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	STD (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	C.E. (µmhos/cm)	TEMP (°C)	pH
MZ-367	30.0	11.1	116	14.6	65.8	23.6	680	318	747	23.1	7.39
C. Requena M-2	57.2	34.8	<b>224</b>	37.0	<b>250</b>	138		352			

Tabla 16. Análisis fisicoquímicos. Valores en negritas sobrepasan la Norma.

POZO N°	Al (mg/l)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	F (mg/l)	PO <sub>4</sub> (mg/l)	Mn (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	Zn (mg/l)
MZ-367	ND	ND	0.37	ND	ND	0.020	1.10	0.10	ND	ND	<b>0.025</b>	28.9	ND
C. Requena M-2	<b>3.06</b>	<b>0.076</b>	1.49	0.002	0.12	<b>2.30</b>	<b>1.58</b>	20.86	<b>0.15</b>	0.0008	<b>0.051</b>	8.23	0.46

Tabla 17. Análisis de metales. Los valores en negritas sobrepasan la Norma; ND = No detectado

Pozo	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Coliformes totales (NMP/100 ml)
MZ-367	ND	<b>1.10</b>

Tabla 18. Análisis bacteriológicos. Los valores en negritas sobrepasan la Norma. ND = No detectado. El pozo no recibe cloración.

Las concentraciones de elementos químicos y coliformes que sobrepasan los límites establecidos en la normatividad para agua para el consumo humano, representan un riesgo para la población que obtiene el suministro de los pozos, por ello es importante identificar si los compuestos han incidido negativamente en la salud pública, así como tomar medidas para su remoción o limitar los usos del agua proveniente de los pozos.

## Encuestas

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de una encuesta (Anexo I) a los diferentes grupos de personas que realizan actividades en la zona de estudio, con relación a la situación ambiental que se presenta en las inmediaciones del embalse Requena; el 19% de los interrogados fueron mujeres y el 81% hombres, todas las personas eran mayores de edad.

La mayoría de los encuestados considera que el embalse Requena y sus alrededores están muy degradados ambientalmente y atribuyen esto a la contaminación provocada por las fábricas y a las descargas de aguas residuales que recibe el cuerpo de agua.

El sector que realiza sus actividades de manera cotidiana en la zona de estudio está integrado por los habitantes y los pescadores locales. De los cuales, poco menos de la mitad se dedica a la pesca; una cuarta parte desarrolla actividades agrícolas, cultivo de maíz, frijol, haba, alfalfa, hortalizas y frutales; el 18% se dedica a la ganadería, principalmente de ovinos, caprinos, porcinos, vacunos y avícola; y un porcentaje poco significativo indicó que no realiza ninguna actividad productiva en la zona (Figura 10).

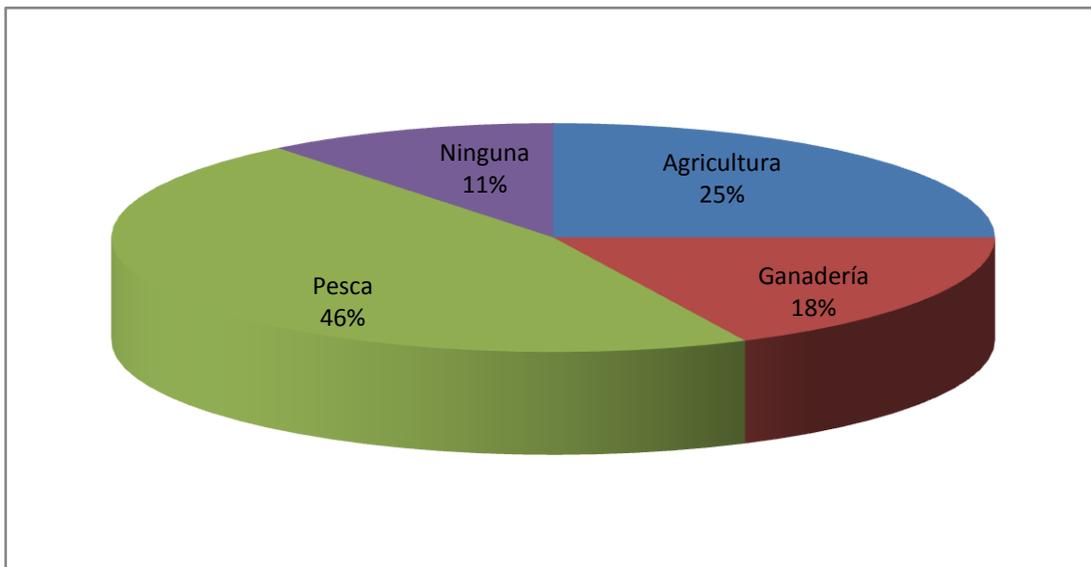


Figura 10. Población y actividades productivas desarrolladas en la zona de modo cotidiano.

La mayor parte de la población local cree que sus actividades no influyen de ninguna forma en la conservación de la presa, sólo el 15% piensa que incide de manera positiva ya que dan aprovechamiento al terreno y otro 15% indica que sus actividades tienen un efecto negativo porque ocupan los recursos de la zona; los pescadores consideran que su actividad influye de modo positivo en el medio ambiente local porque ellos siembran los peces, realizan faenas para la limpieza de la zona y cada año remueven el lirio acuático.

Referente al aprovechamiento de recursos naturales, el pescado es el que se extrae con más frecuencia, seguido por la obtención de agua mediante la excavación de pozos, empleados por la población ante la falta del suministro de agua potable, la recolección de plantas comestibles, principalmente nopales, verdolagas y quelites representa un 19% del total (Figura 11).

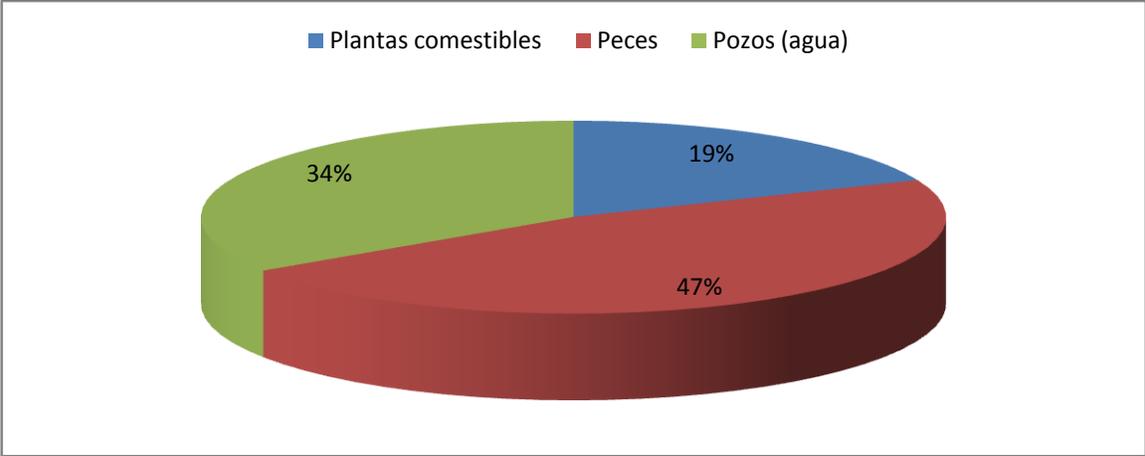


Figura 11. Porcentaje de recursos extraídos de la zona de estudio.

En relación a los servicios públicos que se requieren en la zona, más de la mitad de los encuestados que realizan actividades en la zona, indican que es indispensable que se brinde, agua potable, el servicio que le sigue es el drenaje y alcantarillado para que ya no utilicen fosas sépticas; otros servicios que sugieren aunque con menor porcentaje son luz eléctrica e instalaciones para el almacenamiento y manejo de los pescados como cámaras de enfriamiento y área de eviscerado.

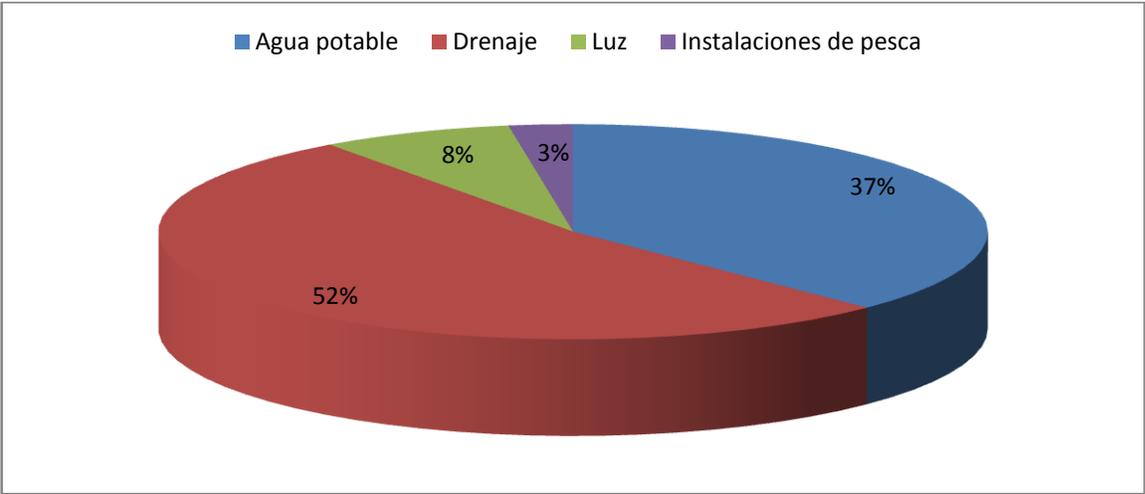


Figura 12. Servicios requeridos por la población en las inmediaciones del embalse Requena.

Para conocer la percepción de los pobladores acerca de los cambios sufridos en el medio ambiente local, se les preguntó acerca de la fauna de la zona y si habían notado su disminución; a lo cual la mayoría de los habitantes respondió afirmativamente atribuyéndolo principalmente a la contaminación, seguido del proceso de urbanización que está ocurriendo en la zona, luego a la falta de vegetación que ocasiona que los animales no tengan un lugar en donde habitar y finalmente un pequeño porcentaje de los encuestados indicó que se debe a cuestiones naturales o a que las personas ya no tienen respeto por la naturaleza.

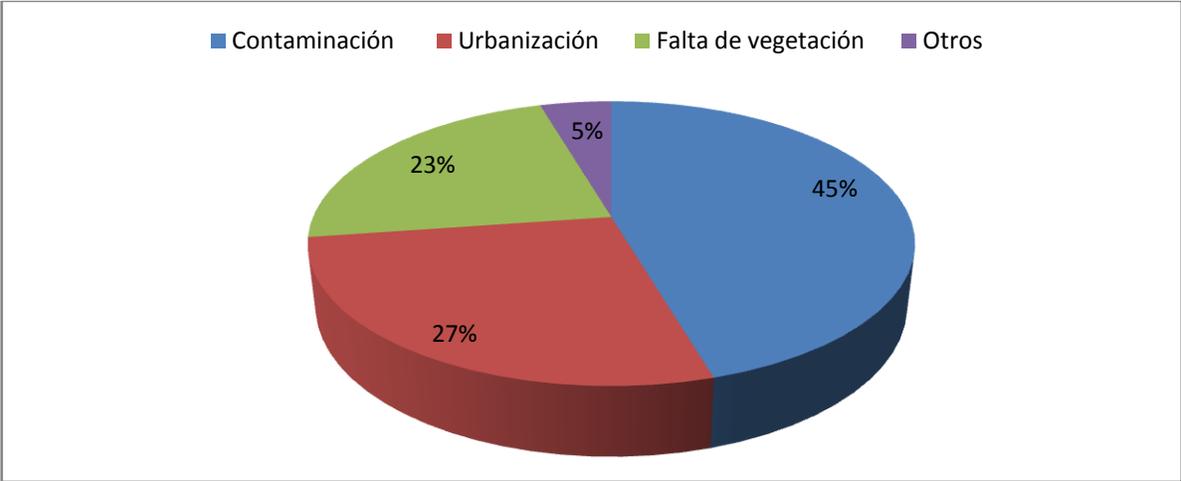


Figura 13. Percepción acerca de las causas de la disminución de la fauna silvestre de la zona.

La presa Requena atrae visitantes debido a que es promocionado como un atractivo turístico por el paisaje que se aprecia a sus alrededores e incluso por la realización de competencias náuticas; de las personas que visitan la presa Requena, la mitad es residente del municipio de Tepeji del Río, una tercera parte viene del Distrito Federal y el resto del municipio de Huehuetoca en el Estado de México.

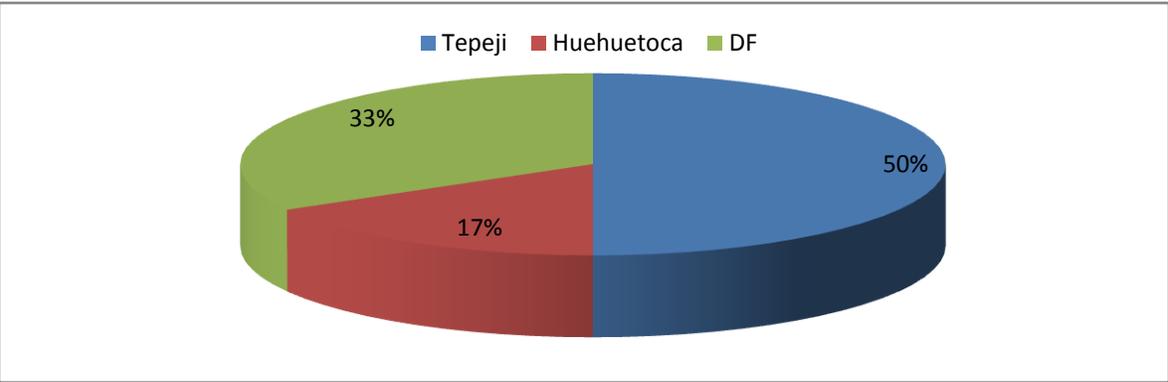


Figura 14. Lugar de procedencia de los visitantes del embalse Requena.

Las actividades que realizan los visitantes son principalmente recreativas, en su mayoría días de campo y caminatas, una tercera parte (33%) incluye la pesca dentro de sus actividades. La mayoría de los visitantes piensan que sus actividades influyen positivamente en la conservación del lugar, debido a que generan divisas y consideran que el turismo incentiva a que se le proporcione cuidado y mantenimiento a la zona.

En cuanto a la disposición de la basura que generan, la mayoría (83%) señala que la lleva a su casa para tirarla y sólo el 17% la coloca en botes que encuentra camino a la presa, aunque en la zona se pueden apreciar bolsas y residuos como recipientes de unicel, botellas de vidrio y plástico, restos de comida y envolturas, lo que indica que no todos los visitantes hacen una disposición adecuada de la basura que generan.

La mayoría de las personas que visitan la zona indicó que para atender las necesidades del turismo es necesario implementar diversos servicios, entre los que se encuentran: sanitarios, contenedores para basura, infraestructura sencilla como sitios de recreo, áreas de comida y miradores para tener una mejor vista de la presa, también indicaron que se debe aumentar el arbolado existente en la zona.

Finalmente, todos los encuestados coincidieron en que es importante la conservación de la presa Requena y sus inmediaciones; para lo cual propusieron diferentes acciones para mejorar sus condiciones ambientales, un 30% piensa que es necesario la limpieza constante del embalse y sus alrededores, el 19% menciona que se deben desviar los drenajes para que no lleguen hasta la presa; el 14% señala la realización de proyectos de educación ambiental para promover el cuidado del lugar; 10% señala que las autoridades municipales deben llevar a cabo políticas para el mejoramiento y conservación del área, con igual porcentaje se encuentra desazolver el embalse; el 9% señala que es conveniente construir una planta de tratamiento de aguas residuales, el 5% opina que se necesita reforestar la zona y sólo el 2% indica que se debe detener la urbanización.

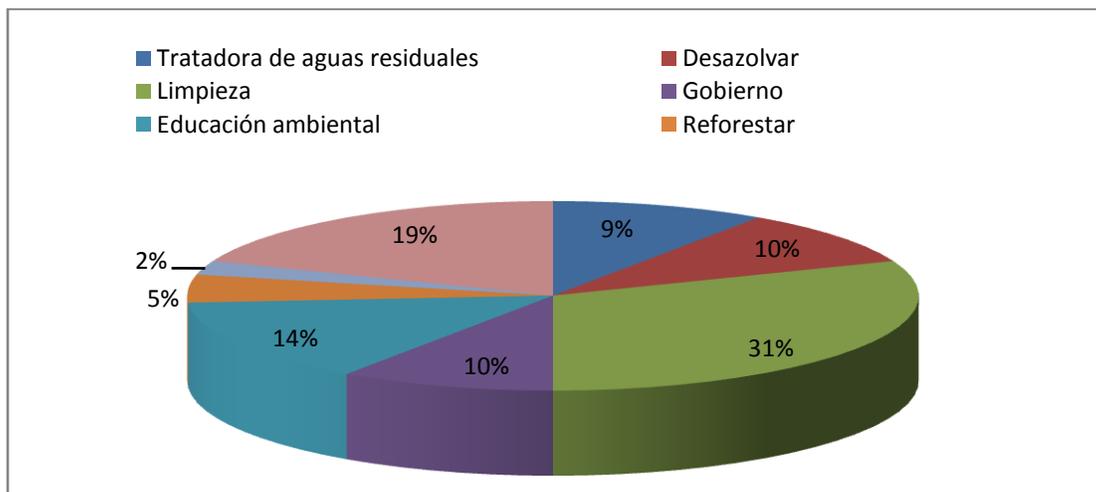


Figura 15. Acciones propuestas para mejorar la condición ambiental de la presa Requena y sus inmediaciones.

## Matriz tipo Leopold

La matriz de Leopold fue desarrollada en 1971 para el servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos como un elemento guía para la evaluación del impacto ambiental.

Consiste en una matriz causa-efecto en cuyas columnas se colocan acciones relacionadas con el desarrollo de un proyecto y en las filas sitúa los factores del medio que pueden ser alterados, agrupados según su naturaleza; cada intersección corresponde a una celda, una interacción se produce cuando una acción generadora de impacto incide sobre un elemento impactable.

Las celdas de interacción se dividen en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud, M (extensión del impacto) precedido el signo + ó -, según el impacto sea positivo o negativo asignado el valor 1 a la alteración mínima y el 10 a la máxima. En el triángulo inferior constatará la importancia, I (intensidad o grado de incidencia) también en escala del 1 al 10 (Conesa Fernández-Vitora, 1995).

La suma de las celdas por filas indica las incidencias de todas las acciones, es decir, del conjunto del proyecto, sobre cada factor ambiental; es por tanto, un indicador de la fragilidad de ese factor ante el proyecto. La suma de las celdas por columnas proporciona una valoración relativa del efecto que cada acción impactante produciría en el medio y, por tanto, de la agresividad de esa acción.

A partir de la revisión documental, las salidas al campo y las encuestas, se identificaron las acciones generadoras de impacto, las cuales quedaron agrupadas en las siguientes categorías:

1. Transformación del terreno y construcción: Urbanización, sitios industriales y construcción, falta de servicios públicos (Drenaje y agua potable) y caminos y brechas.
2. Extracción de recursos: Perforación de pozos, madera para leña y pesca.
3. Actividades productivas: Agricultura, ganadería y pastoreo e industria.
4. Disposición de desechos: descarga de aguas residuales industriales, descarga de aguas residuales municipales, residuos sólidos y tanques sépticos
5. Modificación del régimen: Modificación del hábitat, alteración de la cubierta del suelo y alteración de la hidrología.
6. Recreación: pick nick y deportes náuticos.

Mientras que los elementos impactables se dividen en medio físico (aire, agua y suelo), medio biológico (flora y fauna), medio socioeconómico (social, vista panorámica y paisaje natural) y relaciones ecológicas (eutrofización). Estos componentes se colocaron en una matriz tipo Leopold.

Matriz de Leopold - Identificación de Impactos Ambientales Magnitud (-10 a + 10)      Importancia (0 a 10)			Acciones generadoras de impacto																		
			Transformación del terreno y construcción				Extracción de recursos			Actividades productivas			Disposición de desechos			Modificación del regimen			Recreación		
			Urbanización	Sitios industriales y construcción	Falta de servicios públicos (Drenaje y agua potable)	Caminos y brechas	Perforación de pozos	Madera para leña	Pesca	Agricultura	Ganadería y pastoreo	Industria	Descarga de aguas residuales	Residuos sólidos	Tanques sépticos	Modificación del hábitat	Alteración de la cubierta del suelo	Alteración de la hidrología	Albercas	Pick nick	Deportes náuticos
Elementos impactables	MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad del Aire							-8					-5						
			Microclima	-4	-3		-3			-5	-3	-7				-8					
		AGUA	Calidad						-4				-9	-4							-3
			Cantidad					-6													2
			Recarga	-7			-2				5	-4	-3			-3	-6	-2			
			Escorrentía	-2	2		1				1	2				3	6	3			
		SUELO	Características físicas y químicas	-3	-2		-1				2	-2		-5	-2	-3	-5				
			Capacidad productiva								6					-4	-7	-6			
			Vocacion	-6	-4		-2				5	-2				-3	-7		-3		
				6	6		3				6	6				4	6		2		
	MEDIO BIOLÓGICO	FLORA	Cobertura Vegetal	-6	-4		-1	-2	-9		4	-3			-4	-7					
			Abundancia	-5	-4		-2				2	5	-3			-5	-6				
			Distribución	-6	-5		-4				4	3	-3			-4	-6	2			
			Diversidad	-3	-2		-1				2	3	-2			-3	-6	3			
		FAUNA	Abundancia	-3	-2		-1			-2	-2	-3		-4		-5	-6				
			Distribución	-3	-2		-2			-5	-1	-2	-3			-6	-5	2			
			Diversidad							1	-3	-2				-5	-5	-2			
			Hábitat	-5	-4		-2			-4	-1	-3	-2	-3	-6	-4	-5	-6	-1		-2
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	ESTÉTICO	Vista Panorámica y Paisaje Natural	-4	-3		-2	-1	-8	-1	-2	-1	-3	-3	-4	-6	-2	-4	-1		
			Calidad de vida	4	5	-5	4	4					-5	-3	1				3	2	3
SOCIAL		Empleo	4	5					2	1	1	2						2	2	3	
		Salud y Seguridad	5	4					3	3	3							2	2	3	
			6	6														2	3		
RELACIONES ECOLÓGICAS	Eutrofización							-2	-3	-2	-3	-6	-4								

Matriz tipo Leopold para las inmediaciones del embalse Requena.

## **Análisis de la Matriz tipo Leopold**

La matriz tipo Leopold estuvo integrada por 440 celdas, de las cuales, en 173 se produjo una interacción y 267 celdas no mostraron interacción. Para la evaluación de los impactos identificados, se consideraron como significativos los que tuvieron una magnitud que va de -6 a -10 o de 6 a 10, y los no significativos presentaron valores que iban de 1 a 5 y de -1 a -5, en total se detectaron 143 impactos no significativos y 30 significativos. Solamente 34 presentaron una magnitud positiva y 139 fueron negativos.

Se realizó la suma por columnas para obtener el valor del impacto para cada acción generadora, posteriormente se seleccionaron las acciones que obtuvieron el mayor valor en cada categoría. La descripción de las acciones generadoras de impacto con mayor relevancia se presenta a continuación.

### **Urbanización**

Presenta 16 interacciones de las cuales cuatro tienen un impacto significativo. Esta actividad interacciona con los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos referidos en la matriz tipo Leopold, impactando significativamente la recarga de agua, la vocación del suelo, la cobertura y la distribución de la vegetación.

La construcción de viviendas, infraestructura urbana y la pavimentación, evitan que se infiltre el agua de lluvia en esas áreas y se recarguen los mantos acuíferos, en lugar de eso, el agua se escurre rápidamente y se descarga hacia el sistema de drenaje. Las superficies impermeables ocupan el suelo por lo que se pierde superficie de suelo con vegetación natural y con potencial agrícola. La remoción de suelo, el uso de maquinaria, el tránsito vehicular y de personas, la formación de senderos y caminos, son factores altamente erosivos que generan un cambio en la estructura del suelo, lo cual puede a su vez incide en la composición y abundancia de la comunidad vegetal presente en el sitio afectado.

El proceso de urbanización requiere el desmonte de vegetación natural, con lo cual disminuye la cobertura vegetal, causando la fragmentación del hábitat y el aumento del efecto de borde, impactando negativamente la composición de especies, la distribución y la abundancia de las plantas, además en las zonas sujetas a disturbios antropogénicos se influye negativamente en la abundancia y distribución de las poblaciones de fauna silvestre.

Con la remoción de la vegetación natural también se afecta el paisaje natural, ya que las áreas de vegetación nativa se observan como parches rodeados por otras formas de uso de suelo; también se producen impactos sobre la proporción de calor en el suelo, la absorción y la evaporación de agua, generando alteraciones en el microclima de la zona urbana.

Aunque, la urbanización también tiene consecuencias favorables referentes a la oferta de empleo, la mejora de la calidad de vida y el acceso a los servicios de salud.

## Extracción de leña

Esta actividad pertenece a la categoría de extracción de recursos y presenta cinco interacciones, de las cuales, tres impactan significativamente el paisaje, la cobertura vegetal y la abundancia de la flora.

Se considera leña a toda la materia leñosa y celulósica de troncos, ramas y otras partes de árboles y arbustos que se utiliza como combustible para cocinar, para calefacción o para la producción de energía por combustión directa, no solo en los hogares sino también en las industrias rurales (FAO, 1983).

En la zona de estudio, este recurso se obtiene mediante la colecta de trozos de las ramas caídas y el corte de ramas verdes y troncos de los árboles, empleando machetes y hachas, durante los recorridos se observó que los pobladores emplean carretillas para su transporte, cabe señalar que la extracción del recurso no tiene algún tipo de control y que no se implementan sistemas para el manejo de las áreas con vegetación.

Referente a los efectos que causa esta actividad tenemos que, cuando se colectan las ramas caídas de los árboles, no se altera la estructura y función esenciales del bosque, por lo que la producción de combustible es relativamente estable y constante; si esta incluye el corte de ramas verdes de los árboles, se afecta la estructura y funcionamiento de la vegetación, se abren claros y se modifica el microclima, la regeneración natural puede recuperar las condiciones previas a la colecta, siempre y cuando disminuya la presión extractiva, y si se utiliza el árbol completo se altera la estructura y función del parche (Quiroz-Carranza y Orellana, 2010).

La extracción de leña es un factor de deterioro de la cobertura vegetal de la zona ya que esta actividad ejerce presión sobre la vegetación como recurso natural, con lo que se reduce la abundancia y se compromete su disponibilidad en el futuro. Asimismo favorece la degradación del paisaje ya que abre claros entre la vegetación y altera la fisonomía de los árboles, quitando la uniformidad de la vista panorámica. Los efectos anteriores perturban el hábitat y afectan la distribución de la fauna silvestre.



Figura 16. Extracción de leña en las inmediaciones de la presa Requena.

## Ganadería y pastoreo

Esta acción generadora de impacto tiene 15 interacciones, no presenta impactos significativos, sin embargo, afecta directamente a los diferentes componentes del medio ambiente referidos en la matriz tipo Leopold.

En las inmediaciones del embalse se realiza el libre pastoreo de ganado bovino, ovino, caprino y equino, además algunos pobladores se dedican a la cría de aves de corral y porcinos. La actividad ganadera que se realiza en la zona es principalmente de tipo extensivo sobre pastizal inducido, vegetación xerófila y áreas agrícolas, con fines económicos y de autoconsumo.

Al pastar, los animales eliminan partes de plantas o plantas enteras, reduciendo la cantidad de biomasa vegetal disponible para la alimentación de otros organismos y propiciando la degradación de la vegetación de la zona, además, para abrir espacio al ganado se remueven áreas con flora nativa, la cual provee a la fauna silvestre de refugios y de sitios para alimentación y reproducción, considerando lo anterior es de esperarse que con la pérdida de vegetación, se genere una disminución de la diversidad y abundancia de la fauna. A su vez con la pérdida de vegetación se afecta el microclima y el paisaje natural.

El estiércol del ganado proporciona materia orgánica al suelo lo cual genera la acumulación de nutrientes favoreciendo su acidificación; asimismo, contribuye a la eutrofización del embalse al incrementar la tasa de entrada de nutrientes y sustancias orgánicas.



Figura 17. Ganado vacuno.



Figura 18. Pastoreo en las orillas del embalse.

## Descarga de aguas residuales

Esta actividad tiene siete interacciones, de las cuales 3 tienen impactos significativos sobre la calidad del agua, el hábitat y la eutrofización, y cuatro poseen impactos no significativos sobre el suelo, la abundancia de la fauna, la salud y seguridad y la calidad de vida.

El embalse Requena recibe aguas residuales de origen municipal e industrial, las cuales tienen concentraciones elevadas de diversos compuestos, entre los que se encuentran sólidos disueltos y en suspensión, nitrógeno, fósforo, grasas y aceites, detergentes, plaguicidas, sustancias orgánicas, sales solubles, metales pesados y microorganismos patógenos (IMTA, 2001), que alteran la calidad del agua.

El aumento en la aportación de nutrientes, propicia la eutrofización, un proceso que, aunque ocurre normalmente en cualquier sistema acuático continental o de aguas costeras, se ve acelerado por las actividades agrícolas y vertimientos industriales y domésticos, lo que ocasiona: el aumento de la producción de biomasa, la disminución de la diversidad de especies; fuertes fluctuaciones de oxígeno disuelto, dióxido de carbono y pH en el ciclo día-noche, alta demanda bioquímica de oxígeno en el fondo; y la aparición de densas masas de algas y vegetación acuática que impiden el paso de la luz, aumentan la materia orgánica en descomposición y llevan al embalse a una “distrofia” o desaparición del mismo (Roldán y Ramírez, 2008). El embalse Requena se considera un cuerpo de agua eutrófico (Gutiérrez, 1995; De la Lanza *et al*, 2007; Gómez y González, 2008), por lo que también es afectado por los problemas señalados anteriormente.

Con el deterioro de la calidad del agua del embalse se ha afectado el hábitat de los organismos, incluso, la especie de pez *Girardinichthys viviparus*, desapareció del embalse (Navarrete *et al*, 2003).

Por otra parte, la acumulación de las sales y los sólidos suspendidos contenidos en las descargas de aguas residuales, pueden salinizar el suelo y dar origen a la formación de capas (sedimentación) que ocasionarán alteraciones físico-químicas en los suelos agrícolas, aunado a lo anterior el depósito de agentes patógenos y de elementos tóxicos presentes en las aguas residuales, en suelos y en cultivos, representa un serio problema de salud, no sólo humana sino también para los animales que son alimentados con plantas regadas con estas aguas (P.O. Hidalgo, 2004), además, como resultado de la infiltración de aguas residuales, ya se han registrado valores por encima de los límites máximos permisibles en pozos empleados para el consumo humano (Lesser- Carrillo *et al*, 2011).

Asimismo, los patógenos y elementos tóxicos presentes en las aguas residuales y los malos olores generados por la putrefacción de la materia orgánica en el embalse, producen condiciones desagradables que afectan adversamente la calidad de vida de la población local, limitan las opciones de aprovechamiento del recurso y constituyen factores de alto riesgo para la salud pública.

## **Alteración de la cubierta del suelo**

Cuenta con 16 interacciones que tienen impactos sobre el aire, el suelo, el agua, la flora, la fauna y el paisaje.

Las tendencias reales en cuanto a la tenencia de la tierra en Tepeji del Río, van orientadas a privatizar la mayor superficie posible y modificar de manera drástica el uso de suelo agroforestal a urbano o industrial. Además, dentro del municipio no existe una política de conservación ecológica para las áreas boscosas y forestales, tampoco hay programas de reforestación masiva y conservación de suelos con vocación forestal, además el crecimiento de la frontera agrícola sin control, ha diezmando de manera notoria las áreas con cierto potencial forestal (P.O. Hidalgo, 2004).

Como consecuencia de lo señalado en el párrafo anterior, en la zona de estudio se ha alterado la cubierta del suelo, con lo cual se afectan sus propiedades físicas y químicas, ya que se destruye su estructura, propiciando la cambios en la porosidad, compactación y erosión, asimismo, se disminuye su fertilidad y se contamina con los residuos producidos por las actividades humanas, por lo que se perjudica la vocación del suelo y su potencial forestal y agrícola.

Asimismo, los cambios en la cobertura del suelo incluyen la eliminación o sustitución de vegetación nativa, en consecuencia, se produce el deterioro de la cobertura vegetal, la disminución de la abundancia y diversidad florística; con lo que también se favorece la pérdida de hábitat en perjuicio de la fauna silvestre.

Además, la transformación de la cubierta del suelo implica cambios en la calidad del aire y el microclima local; la modificación de los flujos del agua, la disminución de la recarga de acuíferos y también incide en la degradación del paisaje



Figura 19. Alteración de la cobertura del suelo

## Deportes náuticos

Esta actividad tiene tres interacciones que impactan la calidad del agua, el hábitat y la calidad de vida de manera no significativa.

Aunque la función principal del embalse es el riego, en él se realizan actividades recreativas; anualmente se realizan competencias de lanchas rápidas y en fines de semana y períodos vacacionales los usuarios de los fraccionamientos turísticos cercanos a la zona, emplean vehículos de motor para practicar deportes náuticos.

Sin embargo a pesar de representar una forma de entretenimiento para la población; las actividades náuticas no cuentan con una planeación ni son controladas para su desarrollo en el embalse, los vertidos de combustible y aceite de motor deterioran la calidad del agua, afectando por ende el hábitat acuático.



Figura 20. Cartel promocional de la Nauticopa Tepeji 2012.



Figura 21. Competencias de lanchas en el embalse Requena.

## Matriz de McHarg (Resistencia)

La matriz de McHarg es un método de evaluación de inventarios que considera las resistencias para cada uno de los elementos que incluye. En las filas se colocan las acciones que producen un impacto, seguidas de los componentes ambientales que afectan y en las columnas se sitúan los siguientes criterios de evaluación (SEMARNAT, 2005):

- a) *Grado de resistencia*, se obtiene al agrupar los tres niveles de impacto y los cinco grados de valor concedido al elemento, se distinguen seis grados:
- Obstrucción: cuando un elemento está protegido por una ley. Se trata de un elemento que exige una gran inversión para vencer las dificultades técnicas, casi insuperables.
  - Muy grande: Aplicada a un elemento que sólo será perturbado en una situación límite. Este tipo de elemento debe ser evitado de ser posible, pues supone un esfuerzo considerable.
  - Grande: Es este caso, el elemento de ser posible será evitado, a causa de su fragilidad ecológica o por el alto costo de su protección. O bien requerirá de la instrumentación de medidas de mitigación con un grado técnico más avanzado para minimizar sus efectos.
  - Medio: se puede perturbar el elemento cubriendo las condicionantes que se implican.
  - Débil: el elemento puede ser perturbado aplicando normas ambientales mínimas.
  - Muy Débil: la perturbación del elemento no supone ningún inconveniente ni técnico ni económico.
- b) *Perturbación del elemento*, se refiere a la intensidad de los cambios que sufre el factor ambiental perjudicado, se apoya en los valores de importancia del impacto y puede ser:
- Alta: cuando el impacto pone en peligro la integridad del elemento, modifica su calidad e impide su funcionamiento.
  - Media: cuando el impacto disminuye la calidad e integridad del elemento.
  - Baja: cuando el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento.
- c) *Amplitud del impacto*, indica a qué nivel espacial corresponden las consecuencias del impacto en el área de influencia y se clasifica así:
- Regional: El impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte importante de la misma.
  - Local: El impacto llegará a una parte limitada de la población dentro de los límites del terreno.
  - Puntual: El impacto alcanzará a un pequeño grupo de individuos.

- d) *Importancia del impacto*, se define de la siguiente manera:  
Importancia mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia grande.  
Importancia media: cuando se presenta una modificación parcial de la naturaleza o cuando el elemento presenta una resistencia media.  
Importancia menor: corresponde a una modificación menor de la naturaleza o el elemento presenta una resistencia débil.  
Importancia mínima: cuando se presenta una alteración mínima en la naturaleza o el elemento presenta una resistencia muy débil.
- e) Características del impacto, es el alcance temporal del impacto y se clasifica en:  
Reversible: Cuando el ecosistema es capaz de recobrar las condiciones naturales después de un lapso de tiempo.  
Irreversible: Cuando el efecto causado permanece a través del tiempo.

Para la realización de la Matriz de Mc Harg se contemplaron las actividades que tuvieron un mayor valor de impacto para cada categoría de la Matriz tipo Leopold, las cuales se enlistan a continuación:

1. Transformación del terreno y construcción: urbanización.
2. Extracción de recursos: extracción leña.
3. Actividades productivas: ganadería y pastoreo.
4. Disposición de desechos: descarga de aguas residuales.
5. Modificación del régimen: alteración de la cubierta del suelo.
6. Recreación: deportes náuticos.

MATRIZ McHARG			GRADO DE RESISTENCIA					PERTURBACIÓN ELEMENTO			AMPLITUD DEL IMPACTO			IMPORTANCIA DEL IMPACTO				CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO	
			Obstrucción	Muy Grande	Grande	Media	Débil	Muy Débil	Alta	Media	Baja	Regional	Local	Puntual	Mayor	Medio	Menor	Nulo	Reversible
ACCIÓN GENERADORA DE IMPACTO	ELEMENTO AFECTADO																		
Urbanización	Agua	Recarga			Ω			o				◊			★			■	
	Suelo	Vocación			Ω			o				◊			★			■	
	Flora	Cobertura Vegetal				Ω			o				◊			★			■
		Distribución				Ω			o				◊			★			■
		Diversidad				Ω			o				◊			★			■
	Fauna	Abundancia	Ω			Ω			o				◊			★			■
		Distribución				Ω			o				◊			★			■
	Social	Salud y Seguridad				Ω				o			◊			★			■
Empleo						Ω			o				◊			★		■	
Extracción de leña	Flora	Cobertura Vegetal		Ω		Ω		o					◊			★		■	
	Fauna	Hábitat			Ω			o					◊	★				■	
Ganadería y pastoreo	Aire	Distribución			Ω			o					◊	★				■	
		Microclima		Ω				o					◊		★			■	
	Flora	Abundancia				Ω			o				◊		★			■	
		Distribución				Ω			o				◊		★			■	
Fauna	Abundancia	Ω						o					◊		★			■	
	Distribución				Ω			o					◊		★			■	
Descarga de aguas residuales industriales	Agua	Calidad	Ω					o				◊			★			■	
	Fauna	Hábitat		Ω				o					◊		★			■	
	Relaciones ecológicas	Eutrofización				Ω			o				◊		★			■	
Alteración de la cubierta del suelo	Aire	Calidad				Ω			o					◊		★		■	
		Recarga				Ω			o					◊		★		■	
	Agua	Escorrentía				Ω			o					◊				■	
		Capacidad productiva				Ω			o						◊		★		■
	Suelo	Vocación				Ω			o						◊		★		■
		Cobertura Vegetal				Ω			o						◊		★		■
		Abundancia				Ω			o						◊		★		■
	Flora	Distribución				Ω			o						◊		★		■
		Diversidad				Ω			o						◊		★		■
	Fauna	Hábitat				Ω			o						◊		★		■
Abundancia					Ω			o						◊		★		■	
Estético	Vista panorámica y paisaje natural				Ω			o						◊	★			■	
								o											■
Deportes náuticos	Agua	Calidad	Ω					o						◊		★		■	

Matriz de McHarg para las inmediaciones del embalse Requena.

## Análisis de la Matriz de McHarg

De las seis actividades generadoras de impacto referidas en la Matriz de McHarg, cinco producen impactos que presentan obstrucción o bien, el valor de su grado de resistencia es muy grande o grande, lo cual permite identificarlas como las actividades que causan un mayor impacto en el medio ambiente local y son las siguientes:

### Urbanización

Tepeji del Río se caracteriza por tener un grave desequilibrio en cuanto a los asentamientos humanos, urbanos e industriales, de tal forma, que poco más del 40 % de su población se asienta en la cabecera municipal, así como un porcentaje significativo de industrias. Esto repercute de manera directa en las condiciones ecológicas de los alrededores, así como en la inadecuada dinámica de asentamientos humanos que favorecen la conurbación y el crecimiento de la mancha urbana hacia zonas de producción agrícola y forestal (P.O. Hidalgo, 2004).

La problemática referida anteriormente se hace evidente en la zona de estudio, lo que, aunado a la carencia de servicios públicos como pavimentación, agua potable y saneamiento, incide negativamente en la calidad de vida de la población y propicia la contaminación de agua y suelo.

La expansión urbana ha propiciado la eliminación de hábitat natural y con ello de la fauna silvestre, considerando que dos especies de reptiles reportadas para el área están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se debe de actuar contra de los factores que afectan su hábitat, con referencia a lo anterior, en la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo se establece que en coordinación con las autoridades federales competentes, se promoverá y realizará las acciones para la conservación, repoblamiento y aprovechamiento racional de la flora y fauna silvestres.



Figura 22. Fraccionamiento Presa Escondida.



Figura 23. Carretera e instalaciones industriales cercanos al embalse.

## Extracción leña

La obtención de leña de los árboles vivos es una causa del detrimento de la cobertura vegetal en los alrededores del embalse Requena, debido a que no existe un aprovechamiento sustentable del recurso, lo que no sólo se pone en riesgo la vegetación remanente en los espacios urbanos sino también las áreas con vegetación nativa. Lo anterior, incide negativamente en la fauna silvestre; ya que al retirarse la cubierta vegetal no sólo se elimina directamente a varias especies, sino que se modifican las condiciones ambientales locales, y muchos organismos son incapaces de sobrevivir bajo esas nuevas condiciones, ya sea porque sus límites de tolerancia son insuficientemente amplios, o porque se han eliminado algunos de los recursos (alimento, refugios, sitios de anidación, etc.) que les son indispensables o bien, porque cambian las condiciones bajo las que interactúan con otras especies y pueden entonces ser desplazadas (SEMARNAT, 2005).

## Ganadería y pastoreo

Las causas más importantes de la pérdida de la biodiversidad por el ganado son los cambios en el uso de la tierra, el cambio climático, la explotación excesiva y la contaminación. La producción pecuaria puede tener un efecto directo sobre la biodiversidad por la transferencia de especies exóticas invasivas a través del pastoreo excesivo (FAO, 2009).

El ganado doméstico ocupa espacio y alimento que es necesario para la fauna silvestre, la expansión de las zonas para pastoreo produce la reducción o fragmentación del área de distribución de la fauna, lo cual complica su permanencia en la zona, en particular se afecta a las especies con áreas de distribución muy restringidas o a aquellas que son muy sensibles a los cambios ambientales o especies en riesgo como las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales han sido empleadas como indicadores del estado de la biodiversidad. Bajo este esquema, las especies amenazadas representan la reducción actual o potencial de la biodiversidad de un país o región (SEMARNAT, 2011).



Figura 24. Actividad pecuaria en la zona.



Figura 25. Pastoreo de bovinos.

## Descarga de aguas residuales

En el municipio de Tepeji del Río se tienen identificadas 14 descargas de aguas municipales con un volumen anual aproximado de 567 027 m<sup>3</sup>; para la actividad industrial y de servicios se registran 50 puntos de descarga de aguas residuales, que aportan un volumen de 1 178 513 m<sup>3</sup> anuales, de los cuales no se cuenta con datos completos y confiables acerca del cumplimiento de las normas correspondientes para descargas de agua y sólo 15 de las más de 70 industrias instaladas en el municipio cuentan con plantas de tratamiento (P.O. Hidalgo, 2004).

Para la regulación de las descargas residuales existen la NOM 001-SEMARNAT-1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y la NOM-002-SEMARNAT-1996 que contienen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Además, la Ley Estatal de Agua y Alcantarillado indica que los municipios son los responsables del tratamiento, control de descargas de aguas residuales, de la vigilancia y observancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Aunado a lo anterior, dado los diferentes aprovechamientos del embalse, es necesario revisar que se cumplan los criterios ecológicos de calidad del agua (DOF, 1989) para establecer si el grado de contaminación del embalse implica riesgo para las especies que habitan el embalse, la salud humana, los cultivos y el ganado. Considerando que en estudios realizados se han encontrado valores que sobrepasan dichos criterios (De la Lanza *et al.*, 2007).



Figura 26. Canal que transporta aguas residuales.

## Deportes náuticos

El impacto de las actividades náuticas en el embalse, se debe principalmente a la aportación de grasas y aceites, los cuales se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido, le imparten sabor y olor desagradable, también afectan el sabor de los peces para consumo humano, no permiten la transferencia de oxígeno atmosférico al agua, ni la salida del CO<sub>2</sub> del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles de oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar (IMTA, 2005).



Figura 27. Florecimientos de fitoplancton en el embalse.



Figura 28. Nauticopa.

## **Redes de Sorensen**

Las redes o árboles de impactos son un método desarrollado en 1971, que pretende enfatizar las interacciones entre componentes ambientales y las actividades perturbadoras, para realizar una mejor identificación de los impactos y de sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los componentes ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos de segundo, tercero y mayor grado.

Las redes son valiosas porque abordan al ambiente como un sistema complejo. Una acción causa una o más condiciones de cambio ambiental, que a su vez produce uno o más condiciones de cambios subsecuentes, y que, finalmente, resultarán en uno o más efectos terminales (Vidal y Franco, 2009).

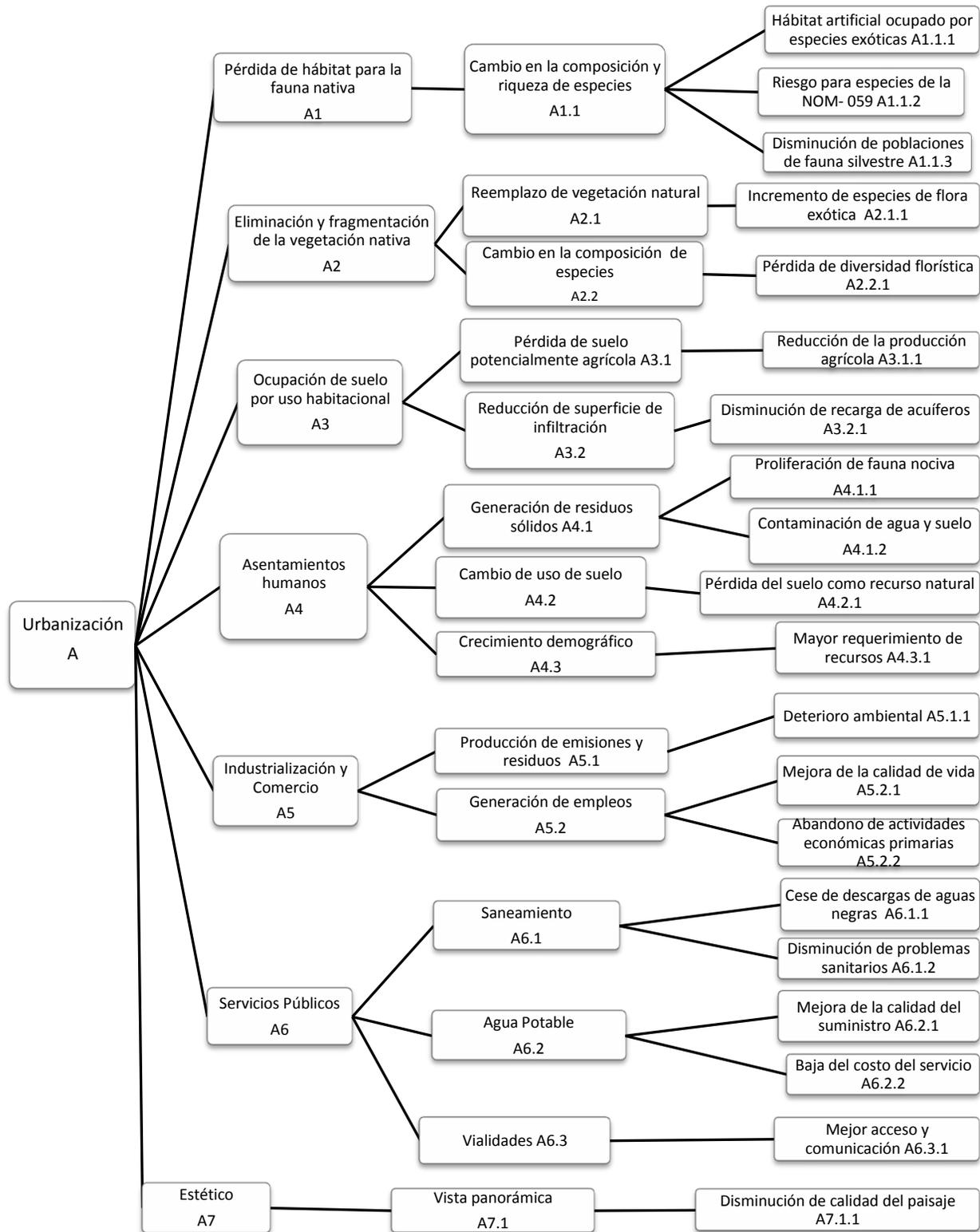
Las acciones que obtuvieron un mayor valor de impacto, conforme al análisis de las matrices, se consideraron como efectos primarios para la elaboración de las redes, las cuales se presentan a continuación.

IMPACTO PRIMARIO

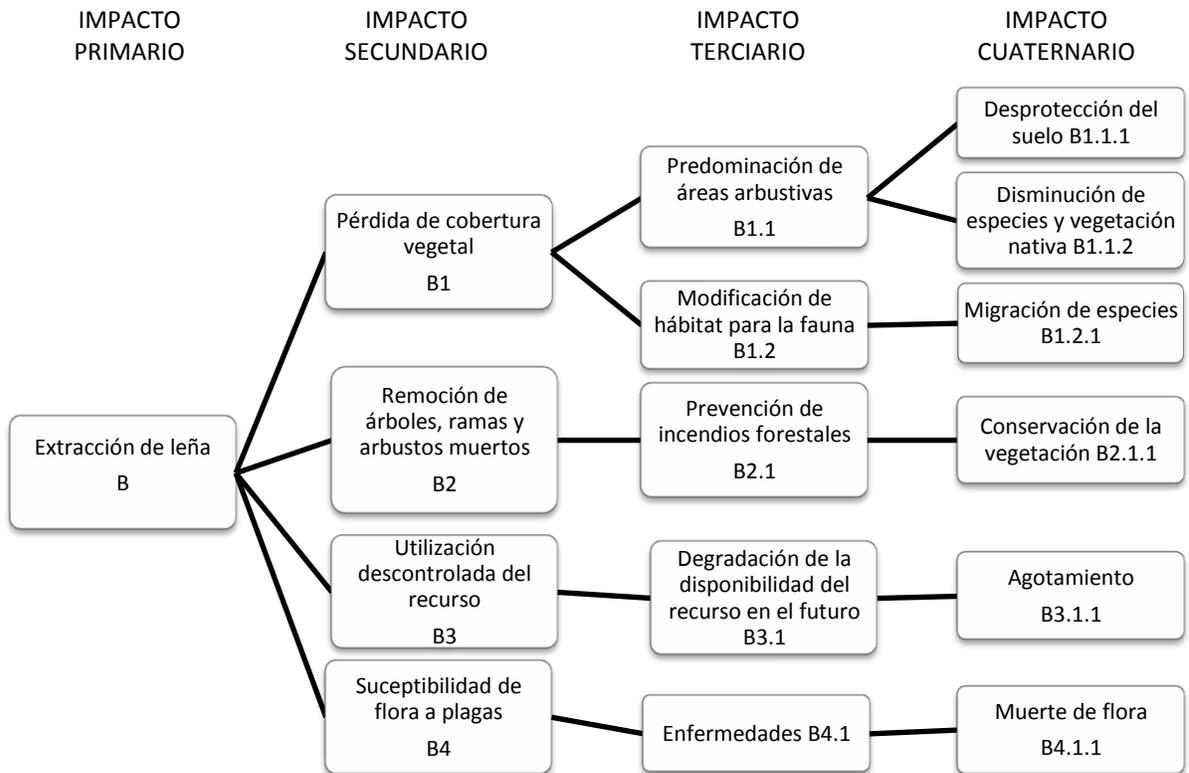
IMPACTO SECUNDARIO

IMPACTO TERCARIO

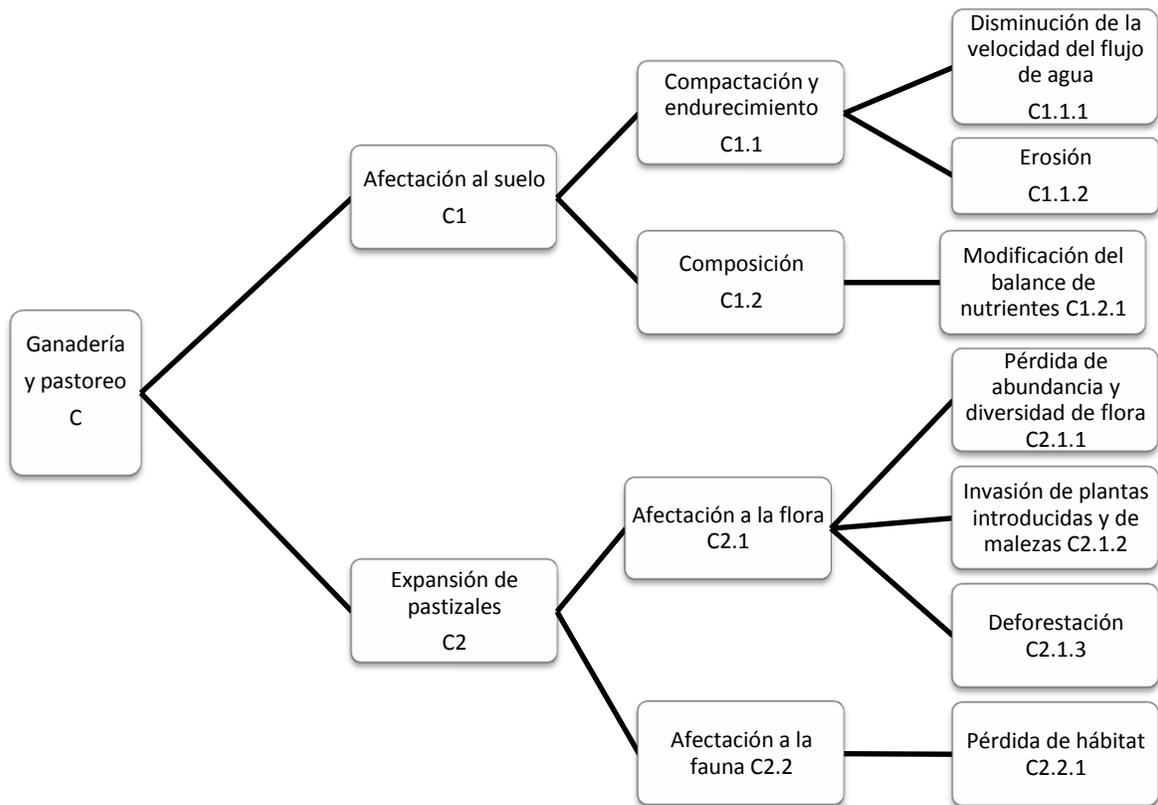
IMPACTO CUATERNARIO



Red 1. Urbanización



Red 2. Extracción de leña



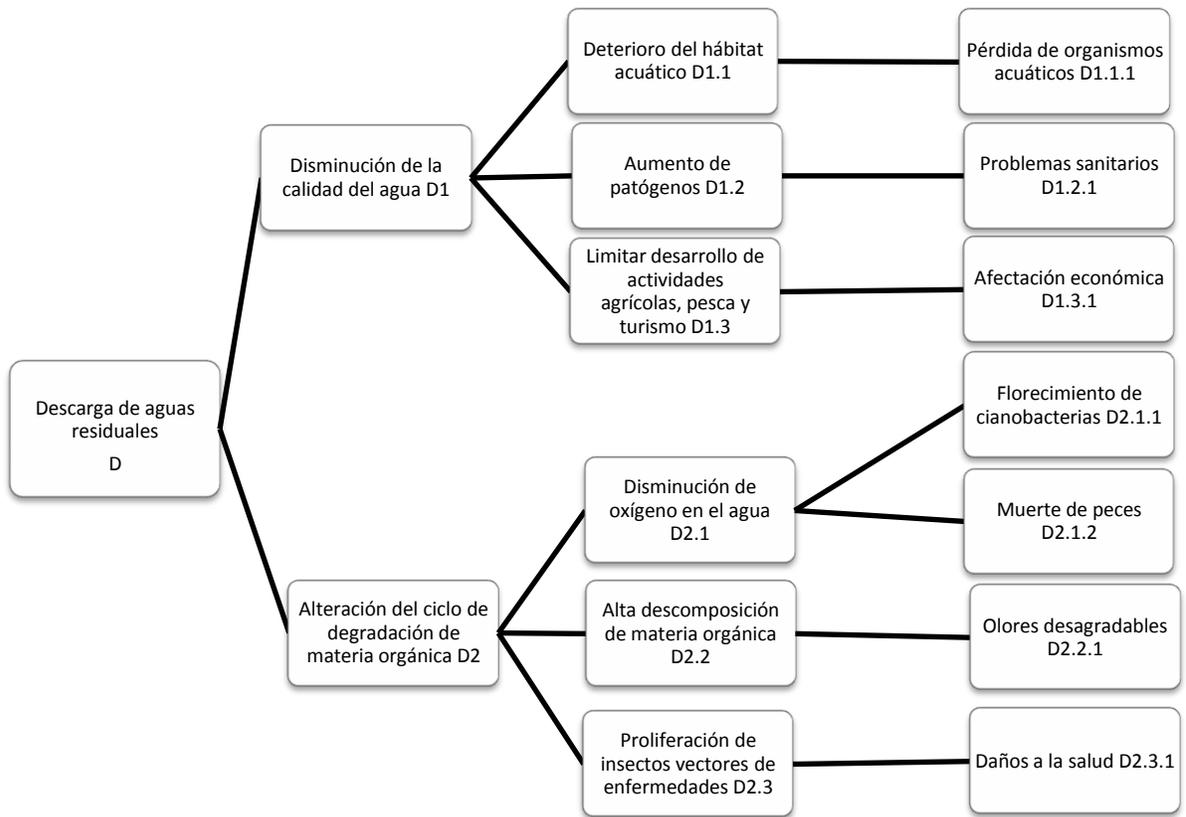
Red 3. Ganadería y pastoreo

IMPACTO PRIMARIO

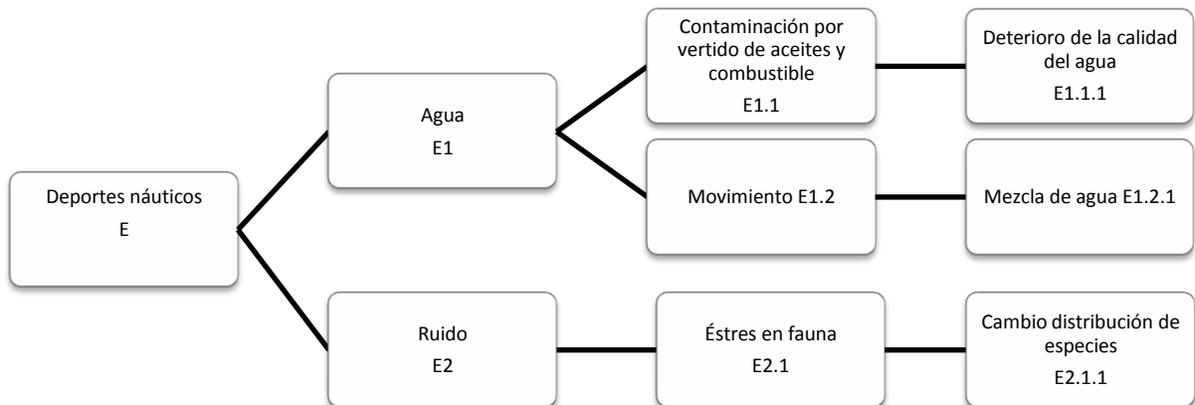
IMPACTO SECUNDARIO

IMPACTO Terciario

IMPACTO CUATERNARIO



Red 4. Descarga de aguas residuales



Red 5. Deportes náuticos

Posteriormente, se asignaron valores de probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para cada una de las redes.

CLAVE	IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
<b>A</b>	Urbanización	1	-8	6
<b>A1</b>	Pérdida de hábitat para la fauna nativa	0.7	-7	6
<b>A1.1</b>	Cambio en la composición y riqueza de especies	0.6	-5	6
<b>A1.1.1</b>	Hábitat artificial ocupado por especies exóticas	0.7	-5	3
<b>A1.1.2</b>	Riesgo para especies de la NOM- 059	0.6	-4	4
<b>A1.1.3</b>	Disminución de poblaciones de fauna silvestre	0.6	-4	5
<b>A2</b>	Eliminación y fragmentación de la vegetación nativa	0.8	-6	6
<b>A2.1</b>	Reemplazo de vegetación natural	0.6	-5	5
<b>A2.1.1</b>	Incremento de especies de flora exótica	0.5	-5	4
<b>A2.2</b>	Cambio en la composición de especies	0.6	-7	6
<b>A2.2.1</b>	Pérdida de diversidad florística	0.4	-5	4
<b>A3</b>	Ocupación de suelo por uso habitacional	0.8	-7	6
<b>A3.1</b>	Pérdida de suelo potencialmente agrícola	0.6	-5	5
<b>A3.1.1</b>	Reducción de la producción agrícola	0.4	-4	4
<b>A3.2</b>	Reducción de superficie de infiltración	0.6	-6	6
<b>A3.2.1</b>	Disminución de recarga de acuíferos	0.5	-5	6
<b>A4</b>	Asentamientos humanos	0.7	-6	6
<b>A4.1</b>	Generación de residuos sólidos	0.7	-6	6
<b>A4.1.1</b>	Proliferación de fauna nociva	0.4	-5	4
<b>A4.1.2</b>	Contaminación de agua y suelo	0.6	-5	6
<b>A4.2</b>	Cambio de uso de suelo	0.5	-6	6
<b>A4.2.1</b>	Pérdida del suelo como recurso natural	0.4	-6	5
<b>A4.3</b>	Crecimiento demográfico	0.7	-5	6
<b>A4.3.1</b>	Mayor requerimiento de recursos	0.5	-6	5
<b>A5</b>	Industrialización y Comercio	0.7	-6	7
<b>A5.1</b>	Producción de emisiones y residuos	0.5	-5	6
<b>A5.1.1</b>	Deterioro ambiental	0.5	-5	6
<b>A5.2</b>	Generación de empleos	0.7	6	6
<b>A5.2.1</b>	Mejora de la calidad de vida	0.6	6	5
<b>A5.2.2</b>	Abandono de actividades económicas primarias	0.5	-4	3
<b>A6</b>	Servicios Públicos	0.8	7	7
<b>A6.1</b>	Saneamiento	0.6	6	6
<b>A6.1.1</b>	Cese de descargas de aguas negras en cuerpos de agua	0.5	6	5
<b>A6.1.2</b>	Disminución de problemas sanitarios	0.5	6	5
<b>A6.2</b>	Agua Potable	0.7	6	6
<b>A6.2.1</b>	Mejora de la calidad del suministro	0.7	6	6
<b>A6.2.2</b>	Baja del costo del servicio	0.6	4	4
<b>A6.3</b>	Vialidades	0.7	5	6
<b>A6.3.1</b>	Facilitar acceso y comunicación	0.6	4	5
<b>A7</b>	Estético	0.6	-6	5
<b>A7.1</b>	Vista panorámica	0.5	-5	4
<b>A7.1.1</b>	Disminución de calidad del paisaje	0.4	-3	4

Tabla 19. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 1.

<b>CLAVE</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>MAGNITUD</b>	<b>IMPORTANCIA</b>
<b>B</b>	Extracción de leña	1	-6	6
<b>B1</b>	Pérdida de cobertura vegetal	0.8	-5	6
<b>B1.1</b>	Predominación de áreas arbustivas	0.6	-5	5
<b>B1.1.1</b>	Desprotección del suelo	0.4	-4	4
<b>B1.1.2</b>	Disminución de especies y vegetación nativa	0.4	-4	5
<b>B1.2</b>	Modificación de hábitat para la fauna	0.7	-5	6
<b>B1.2.1</b>	Migración de especies	0.5	-4	6
<b>B2</b>	Remoción de árboles, ramas y arbustos muertos	0.5	5	5
<b>B2.1</b>	Prevención de incendios forestales	0.4	4	5
<b>B2.1.1</b>	Conservación de la vegetación	0.4	4	4
<b>B3</b>	Utilización descontrolada del recurso	0.5	-6	6
<b>B3.1</b>	Degradación de la disponibilidad del recurso en el futuro	0.4	-5	6
<b>B3.1.1</b>	Agotamiento	0.2	-4	5
<b>B4</b>	Susceptibilidad de flora a plagas	0.5	-6	6
<b>B4.1</b>	Enfermedades	0.3	-5	6
<b>B4.1.1</b>	Muerte de flora	0.2	-3	5

Tabla 20. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 2.

<b>CLAVE</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>MAGNITUD</b>	<b>IMPORTANCIA</b>
<b>C</b>	Ganadería y pastoreo	1	-8	6
<b>C1</b>	Afectación al suelo	0.7	-7	6
<b>C1.1</b>	Compactación y endurecimiento	0.5	-6	4
<b>C1.1.1</b>	Disminución de la velocidad del flujo de agua	0.5	-5	4
<b>C1.1.2</b>	Erosión	0.4	-5	6
<b>C1.2</b>	Composición	0.6	-6	6
<b>C1.2.1</b>	Modificación del balance de nutrientes	0.5	-5	5
<b>C2</b>	Expansión de pastizales	0.7	-7	6
<b>C2.1</b>	Afectación a la flora	0.6	-6	6
<b>C2.1.1</b>	Pérdida de abundancia y diversidad de flora	0.5	-6	5
<b>C2.1.2</b>	Invasión de plantas introducidas y de malezas	0.5	-5	4
<b>C2.1.3</b>	Deforestación	0.7	-5	5
<b>C2.2</b>	Afectación a la fauna	0.6	-7	6
<b>C2.2.1</b>	Pérdida de hábitat	0.6	-5	5

Tabla 21. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 3.

CLAVE	IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
<b>D</b>	Descarga de aguas residuales	1	-9	9
<b>D1</b>	Disminución de la calidad del agua	0.8	-7	6
<b>D1.1</b>	Deterioro del hábitat acuático	0.7	-6	5
<b>D1.1.1</b>	Pérdida de organismos acuáticos	0.5	-5	5
<b>D1.2</b>	Aumento de patógenos	0.6	-6	6
<b>D1.2.1</b>	Problemas sanitarios	0.5	-5	4
<b>D1.3</b>	Limitar desarrollo de actividades agrícolas, pesca y turismo	0.6	-6	6
<b>D1.3.1</b>	Afectación económica	0.4	-5	3
<b>D2</b>	Alteración del ciclo de degradación de materia orgánica	0.7	-6	5
<b>D2.1</b>	Disminución de oxígeno en el agua	0.6	-6	3
<b>D2.1.1</b>	Florecimiento de cianobacterias	0.5	-5	3
<b>D2.1.2</b>	Muerte de peces	0.4	-4	3
<b>D2.2</b>	Alta descomposición de materia orgánica	0.6	-5	3
<b>D2.2.1</b>	Olores desagradables	0.4	-3	3
<b>D2.3</b>	Proliferación de insectos vectores de enfermedades	0.4	-4	3
<b>D2.3.1</b>	Daños a la salud	0.4	-3	3

Tabla 22. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 4.

CLAVE	IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
<b>E</b>	Deportes náuticos	0.7	-4	6
<b>E1</b>	Agua	0.6	-5	6
<b>E1.1</b>	Contaminación por vertido de aceites y combustible	0.5	-5	5
<b>E1.1.1</b>	Deterioro de la calidad del agua	0.5	-4	5
<b>E1.2</b>	Movimiento	0.7	5	4
<b>E1.2.1</b>	Mezcla de agua	0.5	4	4
<b>E2</b>	Ruido	0.6	-5	4
<b>E2.1</b>	Estrés en fauna	0.5	-4	3
<b>E2.1.1</b>	Cambio distribución de especies	0.4	-3	3

Tabla 23. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia para la Red 5.

A partir de los valores referidos en las tablas anteriores, se obtuvieron los cálculos de probabilidad de ocurrencia, impacto total de la rama e impacto pesado, para después calcular el impacto ambiental esperado (Tabla 24).

RAMA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO TOTAL DE LA RAMA	IMPACTO PESADO
<b>Urbanización</b>			
A1.1.1	0.294	-135	-39.69
A1.1.2	0.252	-136	-34.272
A1.1.3	0.252	-140	-35.28
A2.1.1	0.24	-129	-30.96
A2.2.1	0.192	-146	-28.032
A3.1.1	0.192	-131	-25.152
A3.2.1	0.24	-156	-37.44
A4.1.1	0.196	-140	-27.44
A4.1.2	0.294	-150	-44.1
A4.2.1	0.14	-150	-21
A4.3.1	0.245	-144	-35.28
A5.1.1	0.175	-150	-26.25
A5.2.1	0.294	-24	-7.056
A5.2.2	0.245	-66	-16.17
A6.1.1	0.24	67	16.08
A6.1.2	0.24	67	16.08
A6.2.1	0.392	73	28.616
A6.2.2	0.336	53	17.808
A6.3.1	0.336	51	17.136
A7.1.1	0.12	-110	-13.2
<b>Extracción de leña</b>			
B1.1.1	0.192	-107	-20.544
B1.1.2	0.192	-111	-21.312
B1.2.1	0.28	-120	-33.6
B2.1.1	0.08	25	2
B3.1.1	0.04	-122	-4.88
B4.1.1	0.09	-87	-7.83
<b>Ganadería y pastoreo</b>			
C1.1.1	0.175	-134	-23.45
C1.1.2	0.14	-144	-20.16
C1.2.1	0.21	-151	-31.71
C2.1.1	0.21	-156	-32.76
C2.1.2	0.21	-146	-30.66
C2.1.3	0.294	-151	-44.394
C2.2.1	0.252	-157	-39.564
<b>Descarga de aguas residuales</b>			
D1.1.1	0.28	-178	-49.84
D1.2.1	0.24	-179	-42.96
D1.3.1	0.192	-173	-33.216
D2.1.1	0.21	-144	-30.24
D2.1.2	0.168	-141	-23.688
D2.2.1	0.168	-135	-22.68
D2.3.1	0.112	-132	-14.784
<b>Deportes náuticos</b>			
E1.1.1	0.105	-99	-10.395
E1.2.1	0.147	-18	-2.646
E2.1.1	0.084	-65	-5.46
<b>Impacto ambiental esperado =</b>			<b>-870.375</b>

Tabla 24. Impacto ambiental esperado.

De las seis redes construidas, se generaron 43 ramas, 37 obtuvieron un impacto pesado negativo y sólo seis registran un impacto pesado positivo; lo cual derivó en un impacto ambiental esperado con valor de -807.375; este resultado muestra que la urbanización, la extracción de leña, la ganadería y pastoreo, la descarga de aguas residuales y los deportes náuticos, generan un gran impacto negativo sobre los componentes ambientales en las inmediaciones de la presa Requena; ya que la mayor parte de las actividades que se realizan no cuentan con un sistema de planeación que permita la prevención y mitigación de los efectos adversos, la restauración de las áreas afectadas ni la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para evidenciar la situación ambiental, las consecuencias producidas por las actividades humanas y elaborar propuestas para la mejora de los problemas medioambientales, se utilizó el modelo de gestión integral Fuerzas motrices- Presión- Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR).

### **Modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR)**

El modelo DPSIR (SEMARNAT y EPA, 2006), construido a partir del análisis de las acciones generadoras de impacto en las inmediaciones de la presa Requena está integrado como sigue:

**Fuerzas Motrices:** las constituyen los factores socio-económicos causantes de los cambios en el ambiente, para la zona de estudio se reconocieron los siguientes: crecimiento económico, modelos de vida y consumo, uso de recursos naturales, consumo de energía, actividades agropecuarias, planeación inadecuada de actividades industriales y servicios públicos de saneamiento, así como el turismo y la recreación.

**Presiones:** son los factores que influyen directamente el estado del medio ambiente, las cuales son las acciones generadoras de impacto: urbanización, extracción de leña, ganadería y pastoreo, descarga de aguas residuales y deportes náuticos.

**Estado:** para este caso se consideró la situación del ambiente y los recursos naturales que se ven afectados por las presiones.

**Impactos:** son los resultados de la condición del ambiente sobre las personas, animales y procesos ecológicos, destacan la pérdida de hábitat, la remoción de la vegetación, contaminación de agua y suelo y la disminución de la cobertura vegetal.

**Respuestas:** consisten en las acciones propuestas para responder a los cambios y problemas ambientales en los alrededores del embalse, incluyen instrumentos de política ambiental así como, actividades para la conservación y manejo sustentable de los recursos naturales.





<p style="text-align: center;"><b>Crecimiento económico, modelos de vida y consumo</b></p>	<p style="text-align: center;">Urbanización</p>	<p style="text-align: center;">Generación de residuos</p>	<p style="text-align: center;">Contaminación de agua y suelo</p> <p>Vigilar el cumplimiento de la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo.</p> <p>Instalar contenedores en las inmediaciones del embalse.</p> <p>Operación regular del servicio de limpieza.</p> <p>Organizar cuadrillas de limpieza.</p> <p>Promover la separación, reutilización y reciclamiento de materiales.</p> <p>Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones señalados en el POETTR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo integral de basura en los centros urbanos.</li> <li>- Separación de basura orgánica e inorgánica a nivel domestico y comercial.</li> <li>- Preselección de basura para hacer más eficiente la operación de basureros.</li> <li>- Reciclaje de residuos sólidos municipales.</li> </ul> <p>-Se debe promover el desarrollo de compostas y digestores para manejo de residuos sólidos Municipales.</p> <p>-Se deben realizar talleres de Educación Ambiental que promuevan la participación social en el manejo de Residuos Sólidos Municipales.</p> <p>-Se deben definir rutas, horarios y cuotas de recolección para optimizar tiempos y recursos.</p> <p>- Evaluar la infraestructura para el almacén y descarga de agua residual y construir banquetas colectoras y cajas de contención de agua pluvial.</p>
--	---	---	--

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impactos (I)	Respuesta (R)
Crecimiento económico, modelos de vida y consumo	Urbanización	Falta de Servicios Públicos	Excavación de pozos y empleo de pipas para el suministro de agua  Focas sépticas, descarga de aguas de uso doméstico a cielo abierto	<p>Ampliar la red de abastecimiento municipal de agua potable.</p> <p>Estudios de factibilidad y planes maestros de sistemas de abasto de agua potable a poblaciones.</p> <p>Elaborar el diagnóstico municipal de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</p> <p>Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones señalados en el POETTR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar que la apertura de pozos de extracción de agua afecte a la vegetación primaria.</li> <li>-Establecer los límites disponibles de agua subterránea para consumo doméstico.</li> <li>-La creación de nuevos asentamientos humanos deberá considerar la disposición del recurso agua.</li> </ul> <p>Revisar la observancia de la Ley Estatal de Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo.</p> <p>Proporcionar servicios municipales de saneamiento y alcantarillado.</p> <p>Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR aplicables para la presa Requena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evaluar el consumo de agua y descargas que requerirá y generará el crecimiento urbano.</li> <li>- Controlar las descargas de aguas residuales en zonas habitacionales.</li> <li>- Evitar la contaminación de pozos por heces fecales de letrinas y drenajes cercanos.</li> </ul>

Tabla 25. DPSIR para la urbanización.

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impactos (I)	Respuesta (R)
Uso de recursos naturales, Consumo de energía	Extracción de madera	Corte de ramas y troncos de árboles vivos	Pérdida de cobertura vegetal	<p>Reforestación</p> <p>Fuentes alternativas de energía</p> <p>Estufas de leña mejoradas</p> <p>Proyectos para el ahorro de combustible</p> <p>Desarrollo de huertos forestales o agroforestales</p> <p>Verificar la observancia de la NOM-012-SEMARNAT-1996, que regula el aprovechamiento sostenible de leña de vegetación forestal para uso doméstico.</p> <p>Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR aplicables para la presa Requena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólo aprovechar leña con fines de autoconsumo.</li> <li>-No extraer leña de árboles vivos.</li> <li>-No desmontar áreas con vegetación de matorral xerófilo.</li> <li>- Uso de matorral xerófilo para fines de consumo de manera selectiva.</li> <li>- Establecer áreas de recuperación de matorral xerófilo.</li> <li>-Promover una estrategia de aprovechamiento sustentable y para la conservación de matorral xerófilo.</li> </ul>
		Remoción de ramas y arbustos muertos		Explotación no sostenible del recurso
		Colecta de ramería	Actividad extractiva no controlada	

Tabla 26. DPSIR para la extracción de leña.

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impacto (I)	Respuesta (R)
<b>Actividades agropecuarias</b>	<b>Ganadería y pastoreo</b>	Expansión de área de pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino	<p>Remoción de vegetación natural</p> <p>Pérdida de biodiversidad</p> <p>Invasión de malezas</p> <p>Desplazamiento de fauna silvestre</p>	<p>Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No permitir el pastoreo de ganado en terrenos con vocación forestal, vegetación de galería cercana a los arroyos.</li> <li>-No permitir el libre pastoreo de ganado caprino.</li> <li>- Rotación de áreas de pastoreo para evitar degradación de los suelos.</li> <li>- Introducción de gramíneas y leguminosas para fomento ganadero.</li> <li>- La producción ganadera por especie estará en función de la capacidad de carga instalada.</li> <li>-No permitir la apertura de pastizales inducidos en suelos con vocación forestal.</li> <li>- Promover el uso alternativo de vegetación secundaria para forraje de animales.</li> <li>- Evaluar el nivel de deterioro de áreas ganaderas por pisoteo, acumulación de urea o destrucción de vegetación.</li> <li>- Evitar que los desechos orgánicos del ganado estabulado sean descargados en las corrientes de agua.</li> </ul>

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impacto (I)	Respuesta (R)
Actividades agropecuarias	Ganadería y pastoreo	Fuente de ingresos para una parte de la población local	Mejoramiento de la calidad de vida para una parte de la población	Implementar asistencia técnica y acompañamiento a los productores en todos sus niveles, promover la sustentabilidad del uso de los recursos ambientales en el sector agropecuario con base al Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016.
		Deposición de estiércol y residuos del ganado en el suelo	Deterioro de la calidad del suelo y agua	Aplicar la Ley de Desarrollo Pecuario para el Estado de Hidalgo, las organizaciones y productores individuales adoptarán en todo momento las medidas para evitar la degradación del medio ambiente. Diversificación de ingresos del ganadero Establecer pastoreo en áreas donde se minimicen los impactos negativos sobre el suelo y la calidad del agua Gradeo del suelo Gestión integral del pastoreo con el fin de restaurar el área afectada Resembrado, revegetación con especies herbáceas y plantaciones de arbustos
			Compactación del suelo	

Tabla 27. DPSIR para ganadería y pastoreo.

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impacto (I)	Respuesta (R)
Planeación inadecuada de actividades industriales y servicios públicos de saneamiento	Descarga de aguas residuales	Deterioro de la calidad del agua superficial	Degradación del hábitat	Vigilar el cumplimiento de la Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.
		Eutrofización	Disminución de especies nativas y comerciales	Aplicar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR aplicables para la presa Requena:
			Olores desagradables	- Toda construcción comercial, industrial y hospitalaria deberá preferentemente, dar tratamiento previo a sus aguas de desecho.
		Riesgo de contaminación de acuíferos por infiltración de aguas residuales	Crecimiento de cianobacterias y parásitos nocivos para la salud humana	-Evaluar el posible riesgo de contaminación de agua potable por infiltración de aguas residuales.
			Limitación de los usos del embalse	- Establecer programas permanentes de monitoreo ambiental hidrológico.
			Pérdida de calidad del paisaje	-Revisar el inventario de descargas de empresas e industrias para evitar contingencias ambientales.
			Contaminación del suelo	-Establecer sistemas comunitarios de control y denuncia de descargas de aguas sin tratamiento.
	Degradación de calidad de aguas subterráneas	- Construir plantas de tratamiento de agua en puntos de descarga de presas y embalses.		
		-Aplicar las sanciones correspondientes a industrias con descargas no permitidas de aguas residuales.		
		-Monitoreo ambiental en industrias con descargas contaminantes.		
		-Prohibir la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua.		

Tabla 28. DPSIR para la descarga de aguas residuales.

Fuerzas motrices (D)	Presión (P)	Estado (S)	Impacto (I)	Respuesta (R)
<b>Turismo y recreación</b>	<b>Deportes náuticos</b>	<p>Actividades náuticas sin planeación</p> <p>Uso de lanchas por usuarios de los fraccionamientos turísticos cercanos a la presa, principalmente en fines de semana y períodos vacacionales</p> <p>Competencias anuales de lanchas rápidas</p> <p>Esquí acuático</p>	<p>Pérdida de calidad del agua</p> <p>Ruido</p> <p>Deterioro del hábitat</p>	<p>Realizar un censo para conocer los tipos de vehículos y las condiciones de los motores, que se utilizan en el embalse con fines recreativos.</p> <p>Establecer un plan de acción para regular las actividades náuticas y prevenir la contaminación del agua.</p> <p>Implementar los siguientes criterios ecológicos y recomendaciones del POETTR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Evitar la contaminación de manantiales y cuerpos de agua en zonas recreativas.</li> <li>-No permitir la descarga de hidrocarburos en cuerpos de agua por vehículos acuáticos.</li> <li>-Aplicar un control de uso de vehículos acuáticos deportivos para evitar contaminación.</li> </ul>

Tabla 29. DPSIR para los deportes náuticos.

## VII. Conclusiones

-El diagnóstico ambiental permite realizar una evaluación de los atributos del ambiente y constituye un instrumento necesario para elaborar cualquier plan de acción que pretenda desarrollarse desde la perspectiva ambiental.

- En este trabajo se abordaron la dimensión física, la biológica y la socio-económica, lo que permitió identificar el efecto que ejercen unas sobre otras y las relaciones existentes entre estos ámbitos.

- De las actividades humanas que se realizan en las inmediaciones del embalse Requena, se reconocieron cinco que causan un impacto mayor en los componentes del medio local: la urbanización, extracción de leña, ganadería y pastoreo, descarga de aguas residuales y deportes náuticos.

-Debido a las presiones ejercidas sobre los componentes ambientales en la zona se aprecian diversos problemas como la ocupación de suelo con uso habitacional y pecuario, generación de residuos, actividades de aprovechamiento de recursos naturales sin control.

-Los impactos producidos en el ambiente han ocasionado la pérdida de suelo, disminución de la cobertura vegetal, degradación del hábitat, contaminación de agua y suelo, pérdida de biodiversidad, deterioro de la calidad del agua del embalse y de las aguas subterráneas, con lo cual ocasiona que se limiten los usos del embalse y se afecte la calidad de vida de la población local.

-Para la disminución, prevención y mitigación de los impactos ambientales en la zona se requiere la implementación de políticas ambientales de parte de las autoridades correspondientes, conjuntamente con programas de manejo para las áreas de vegetación natural y la regulación de las actividades de aprovechamiento de recursos naturales incluyendo la recreación y los usos del embalse.

## VIII. Propuestas

Con base en el diagnóstico ambiental realizado en las inmediaciones del embalse Requena se plantean las siguientes iniciativas para mejorar la situación ambiental de la zona:

- Para la conservación del embalse es necesario que las autoridades municipales en coordinación con la población local realicen programas encaminados a la prevención, mitigación y compensación del impacto ambiental generado por las actividades humanas.
- Aprovechar que el municipio cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial e implementar los criterios ecológicos y usos establecidos para la presa Requena y sus alrededores.
- Dado que en la zona de estudio se registran dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es conveniente desarrollar estudios para conocer el estado en el que se encuentran sus poblaciones y promover su conservación entre la población local.
- Con el fin de detener el deterioro del embalse y considerando los diversos usos que se le dan, es primordial que el municipio de Tepeji del Río cuente con un sistema para dar tratamiento a las aguas residuales de origen urbano y vigilar que las descargas provenientes de las industrias cumplan con la normatividad correspondiente.
- Considerar la diversificación de las actividades económicas primarias como una forma de conservación del área, apoyando su desarrollo y fomentar prácticas agrícolas y ganaderas sustentables.
- Incentivar el desarrollo de la actividad pesquera, apoyando la construcción de instalaciones apropiadas para su práctica, como estanques y áreas de eviscerado que, aunados a la mejora de la calidad del agua del embalse, permitirán que siga siendo una fuente de empleo y a su vez se desarrolle en condiciones óptimas que garanticen la calidad y sanidad del producto.
- Si la presa es considerada como una atracción turística, se deben acondicionar áreas para recibir visitantes procurando no dañar zonas con vegetación natural y evitar daños a la fauna, además, es conveniente la elaboración de un plan para la regulación del turismo.
- Verificar la viabilidad de la práctica de deportes náuticos en el embalse, tomando en cuenta la afectación a la calidad del agua y las consecuencias en la salud de los usuarios.
- Desarrollar programas de educación ambiental para promover el cuidado y rescate del embalse entre la población del municipio.

## Literatura Citada

Chong Wong, L. A. 1989. Variación de la comunidad planctónica de la Presa Requena, Hidalgo. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 57 pp.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2008. Programa Nacional Hídrico 2007-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 158 pp.

CONAGUA. 2009. Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 163 pp.

CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 181 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Banco de Imágenes. Disponible en: <http://bdi.conabio.gob.mx>

Conesa Fernández-Vitora, V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 2ª Ediciones Mundi-Prensa. España. 385 pp.

De la Lanza, E. G. y Hernández, P. S. 2007. Las Aguas Interiores de México: Conceptos y Casos. AGT Editores, S. A. 695 pp.

De La Lanza, E. G. y García, C. J. L. 2002. Lagos y presas de México. AGT editor. México, D.F. 680 pp.

De Montalembert, M.R. y Clement, J. 1983. Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Estudio FAO: Montes 42. FAO. Roma. 132 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988.

DOF. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89. Publicado el 13 de Diciembre de 1989.

DOF. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-012-SEMARNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso domestico. Publicada el 26 de Junio de 1996.

DOF. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes Nacionales. Publicada el 24 de Junio de 1996.

DOF. 1998. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998.

DOF. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada el 22 de noviembre de 2000.

DOF. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado el 30 de mayo de 2000.

DOF. 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. Publicado el 8 de agosto de 2003.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada el 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2012. Carta Nacional Pesquera. Publicada el 24 de agosto de 2012.

Díaz-Zavaleta, G. y Gutiérrez-López, E. 2002. La presa Requena. En: Lagos y presas de México. AGT editor. D.F., México. 459-466 pp.

Escudera-Gallardo, C. 1988. Análisis trófico de *C. jordani* (Woolman) en el embalse de Requena del Estado de Hidalgo. Resúmenes del Congreso Nacional de Ictiología. La Paz, Baja California Sur, México.

Fuentes, R. C.; Cisneros, E. O. X. y González, M.J. 2001. Perspectiva de aprovechamiento de las aguas residuales en la agricultura. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. 97 pp.

Gobierno del Estado de Hidalgo. 2011. Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016. 231 pp. Disponible en: <http://seplader.hidalgo.gob.mx/PED/documentos/PLAN%20ESTATAL%20DE%20DESARROLLO.pdf>

Gómez, P. M. A. y González, L. J. C. 2008. Evaluación Biológico-Pesquero, Socioeconómico y elaboración del Plan de Manejo del embalse de la Presa "La Requena" Municipio de Tepeji del Río Ocampo ubicada en el Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 104 pp.

Gutiérrez, A. S. y Silva de la Rosa, B. F. 1998. Aplicación de un modelo hidrogeoquímico en el Valle del Mezquital. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Lima, Perú.

Gutiérrez-López, E. 1995. Experiencias sobre el control del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en México. Tesis de Maestro en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 177 pp.

H. Ayuntamiento del Municipio de Tepeji del Río de Ocampo. 2009. Plan Municipal de Desarrollo 2009-2012. 102 pp. Disponible en:  
[http://seplader.hidalgo.gob.mx/descargables/planes\\_municipales/REGION%20XIV%20TEPEJI/TEPETE.pdf](http://seplader.hidalgo.gob.mx/descargables/planes_municipales/REGION%20XIV%20TEPEJI/TEPETE.pdf)

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2005. Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua: fundamentos técnicos para el muestreo y análisis de aguas residuales. CNA/IMTA. México, D.F. 73 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Clave Geoestadística 13063: Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F. 9 pp.

INEGI. 2010. XIII Censo General de Población y Vivienda. Principales Resultados por Localidad, Municipio de Tepeji del Río, Estado de Hidalgo.

Lesser-Carrillo, L. E.; Lesser-Illades, J. M.; Arellano-Islas, S.; González-Posadas, D. 2011. Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del Valle del Mezquital, México central. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 28(3): 323-336.

Lozano-García, M.; Caballero, M. y Ortega, B. 2007. Evidencia del Impacto Humano y Cambio Climático Natural en la Región de Los Tuxtlas Ver.: Un Enfoque Multidisciplinario. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 10(2):49-55.

Martínez-Morales, M. A.; Ortiz-Pulido, R.; de la Barrera, B.; Zuria, I.L.; Bravo-Cadena, J. y Valencia-Herverth, J. 2007. HIDALGO. En Ortiz-Pulido, R.; Navarro-Sigüenza, A.; Gómez de Silva, H.; Rojas-Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.). Avifaunas Estatales de México. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp 49-95.

Muñoz, I. D.; Mendoza, C. A.; López, G. F.; Soler, A. A.; Hernández, M. M. 2000. Edafología. Manual de Métodos de Análisis de Suelo. UNAM-Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla, Edo. De México. 82 pp.

Navarrete, S. N. A.; G, Contreras-Rivero y G. Elías-Fernández. 2003. Abundancia y estado sanitario del mexclapique (*Girardinichthys viviparus* Bustamante) en cuerpos de agua del centro de México. RCHSCFA 9(2): 143-146.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2009. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Roma. 184 pp.

Periódico Oficial Hidalgo (P.O. Hidalgo). 1998. Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Publicada el 30 de diciembre.

P.O. Hidalgo. 1999. Ley Estatal de Agua y Alcantarillado. Publicada el 30 de diciembre de 1999.

P.O. Hidalgo. 2001. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo. Publicado el 2 de abril de 2001.

P.O. Hidalgo. 2002. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tula-Tepeji del Estado de Hidalgo. Publicado el 10 de junio de 2002.

P.O. Hidalgo. 2004. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial. Municipio de Tepeji del Río de Ocampo del Estado de Hidalgo. Publicado el 28 de junio de 2004.

P.O. Hidalgo. 2006. Ley de Desarrollo Pecuario para el Estado de Hidalgo. Publicada el 3 de julio de 2006.

P.O. Hidalgo. 2007. Ley de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo. Publicada el 17 de septiembre de 2007.

P.O. Hidalgo. 2011. Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo. Publicada el 24 de enero de 2011.

Peterson, R.T. & Peterson, V.M. 2002. A Field Guide to Birds of Eastern and Central North America. 5th Edition. Houghton Mifflin Harcourt. 450 pp.

Quiroz–Carranza, J. y Orellana, R. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera y Bosques* 16(2):47–67.

Ramírez-Bautista, A.; Hernández-Salinas, U.; Mendoza-Quijano, F.; Elizalde, R.; Stephenson, B. P.; Vite-Silva, V. y Leyte-Manrique, A. 2010. Lista Anotada de los Anfibios y Reptiles del Estado de Hidalgo, México. UAEH/CONABIO. 104 pp.

Roldán, P. G. y Ramírez, R. J. J. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2° Edición. Universidad de Antioquía. Colombia. 464 pp.

Rzedowski, J., 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Salazar, M. E. 1981. Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innominatus* Bleeker, 1860 (Pisces, Goodeidae) del embalse Requena, Edo. de Hidalgo. Tesis Licenciatura ENEP-Iztacala, UNAM. 64 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Agenda Municipal para la Gestión Ambiental. Distribuido por Internet en: <http://www.semarnat.gob.mx>.

SEMARNAT. 2005. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2004. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. México, D.F. 380 pp.

SEMARNAT. 2005. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para el proyecto "Tepeji Golf & Country Club". 94 pp.

SEMARNAT y Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA). 2006. Estrategia para el Desarrollo de Indicadores. Frontera 2012: Programa Ambiental México-Estados Unidos. 14 pp. Disponible en: [http://ccds.semarnat.gob.mx/frontera\\_2012/estra\\_indicadores.pdf](http://ccds.semarnat.gob.mx/frontera_2012/estra_indicadores.pdf)

SEMARNAT. 2009. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para el proyecto "Ramal de la Planta de Almacenamiento y Distribución de Atotonilco de Tula, a Santiago Tlautla, Hidalgo". 116 pp.

SEMARNAT. 2009. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional para el proyecto "Manifestación de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Municipio de Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo". 228 pp.

SEMARNAT. 2012. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2010. Dirección General de Estadística e Información Ambiental. México, D.F. 241 pp.

Valencia, H. A. A.; Goyenechea, I. y Castillo, C. J. M. 2007. Notes on Scutellation, Length, and Distribution of Rattlesnakes (Serpentes: Viperidae: *Crotalus*) in the State of Hidalgo, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 23(3): 29-33.

Vidal de los Santos, E. y Franco- López, J. 2009. Impacto Ambiental: Una Herramienta para el Desarrollo Sustentable. AGT Editor. México, D.F. 411 pp.



Anexo



### FORMATO DE ENCUESTA

Objetivo: Conocer la percepción acerca de la situación del ambiente en las inmediaciones de la presa Requena.

Sexo: F ( ) M ( )

Edad:

Fecha:

1. ¿Cómo clasificaría el estado de la Presa?

Intacto ( )

Poco degradado ( )

Muy degradado ( )

No Sabe ( )

2. ¿Vive cerca de la zona? Si ( ) No ( )

3. ¿Cuántas personas viven con usted?

4. ¿Qué actividades realiza en el área? \_\_\_\_\_

5. ¿Hace cuánto tiempo que realiza estas actividades? \_\_\_\_\_

6. ¿Obtiene ingresos por estas actividades? Si ( ) No ( )

7. La cantidad de ingresos que recibe es: Mala ( ) Regular ( ) Buena ( ) Muy buena ( )

8. ¿Ocupa algún recurso natural de la zona? Si ( ) No ( )

¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. ¿Qué animales podían observarse cerca de la Presa hace algún tiempo y ahora ya no? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

10. ¿Qué animales se observan actualmente en la región?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. ¿Cree que está disminuyendo la fauna en este lugar? Si ( ) No ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. ¿Considera importante la conservación de los animales que habitan en la zona?

Si ( ) No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

13. ¿Considera que sus actividades influyen de algún modo en la conservación de la Presa y sus alrededores? Si ( ) No ( ) ¿Cómo? \_\_\_\_\_

14. ¿Consume productos que se venden en las inmediaciones de la Presa? Si ( ) No ( )

15. ¿Qué tipo de productos? \_\_\_\_\_

16. ¿Considera usted que los servicios con los que cuenta la localidad son suficientes?

Si ( )

No ( )

No Sabe ( )

17. ¿Cuáles servicios considera insuficientes?

( ) Vivienda

( ) Servicios médicos

( ) Educación

( ) Recolección de basura

( ) Seguridad

( ) Otros

18. ¿Cómo dispone de la basura?

( ) Camión municipal ( ) Incineración

( ) Depósitos irregulares ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

19. ¿El agua que consume proviene de?

( ) Pozo ( ) Tubería ( ) Manantial ( ) Otro \_\_\_\_\_

20. ¿Qué servicios cree que se necesitan mejorar o proporcionar para conservar mejor la Presa? \_\_\_\_\_

21. Considera que esta zona es un lugar:

Muy seguro ( ) Seguro ( ) Poco seguro ( ) Nada seguro ( )

¿Por qué? \_\_\_\_\_

22. ¿Extrae alguno de los recursos naturales de la zona? Si ( ) No ( ) ¿Cuál?

( ) Plantas comestibles ( ) Agua ( ) Peces

( ) Plantas medicinales ( ) Reptiles Otro \_\_\_\_\_

23. ¿Considera que es importante la protección y conservación de la Presa Requena y sus inmediaciones? Si ( ) No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

24. ¿Tiene alguna propuesta para mejorar y conservar la Presa Requena y sus alrededores? \_\_\_\_\_