



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**



**“DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LOS EMBALSES DE
SOYANIQUILPAN, MÉXICO, MÉXICO.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA

LORENA MIRANDA CRUZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. NORMA ANGÉLICA NAVARETE SALGADO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

De manera general quiero dar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas involucradas en la culminación de este trabajo, ya sea de manera directa e indirecta.

Quiero agradecer a mis padres Pau y Leo por su apoyo constante y sobretodo tenaz, por su amor, respeto y cariño, son sin duda los mejores padres que la vida me pudo dar.

A mi hermana “La Lauris” por ayudarme en la parte más laboriosa de mis listados y porque gracias a que existes tengo una razón obligadamente linda por la cual superarme.

A mis abuelitos Coquito y Beto, a mi tía Paty y Noé, a mi tía Liz, a mi tía Adela y Delfino por sus apoyos en mis salidas a campo.

A Jon por ayudarme en la traducción de los mapas en figuras y de las bases de datos a los mapas, por tener siempre su punto de vista sincero y no dejar que me rinda nunca.

A mis amigos y en particular a Jaz por escucharme en mis ratos de estrés.

Asimismo estoy muy agradecida con los habitantes de Soyaniquilpan, los cuales me proporcionaron información sumamente valiosa.

Y para culminar esta parte muchísimas gracias por su cátedra constante a mi directora de tesis la Dra. Norma Angélica Navarrete Salgado y a mis sinodales, mil gracias por sus consejos y correcciones oportunas.

Gracias a la ciencia más bella: la BIOLOGÍA

“En biología nada tiene sentido, si no es a la luz de la evolución”

Theodosius Dobzhansky

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES.....	38
LITERATURA CITADA.....	41
ANEXOS.....	47

RESUMEN

Toda acción ejercida por el hombre sobre la naturaleza implica un impacto. En las últimas décadas se ha tratado de que dicho impacto sea atenuado a través de medidas de mitigación que permitan aprovechar los recursos naturales, sin causar un deterioro irreversible en el medio.

Para tener claro qué recursos debemos explotar y de qué manera hacerlo, se han elaborado diversos estudios de impacto ambiental, uno de ellos es el Diagnóstico Ambiental, el cual a través de ciertas metodologías evaluadoras de impacto no da una perspectiva de las acciones que paulatinamente deterioran el ambiente dejando diezmados nuestros recursos potencialmente aprovechables.

En el caso de este trabajo: Diagnóstico Ambiental de los embalses de Soyaniquilpan, México, MÉXICO, se llevó a cabo una lista de referencia para la identificación de los impactos, posteriormente se ponderaron de una manera cuantitativa en la Matriz de Leopold (modificada), y finalmente se analizaron aplicando esquemas de Presión-Estado-Respuesta.

Derivado de estas metodologías encontramos que la contaminación del agua, el cambio de uso de suelo y el desmonte de la cobertura vegetal son las acciones que más estragos ambientales adversos acarrearán, por lo que se plantearon algunas medidas para el desarrollo sustentable en los embalses de Soyaniquilpan de Juárez y las zonas aledañas a ellos, tales como: la implementación de depósitos de basura y letrinas en las áreas recreativas, el diseño y establecimiento de un ordenamiento territorial tomando en cuenta las aptitudes del suelo, la creación de estanques piscícolas para la producción exclusiva de carpa y tilapia, servicios de limpieza y vigilancia constantes por parte del gobierno municipal, y la reforestación con especies nativas del lugar tales como pinos (*Pinus leiophylla* y *P. montezumae*) y encinos (*Quercus crassifolia*, *Q. castellana*, *Q. crassipens*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*), para una restauración ecológica adecuada.

Todas estas acciones redundarán en función de la comunidad y la estabilidad ambiental de Soyaniquilpan de Juárez, y así mejorar la calidad de vida de los habitantes de este municipio.

INTRODUCCIÓN

Los embalses son ambientes artificiales que se identifican por tener características lénticas y lólicas, por lo que se puede definir que un embalse es el resultado de la hibridación de un río y un lago (Sánchez *et al.*, 2006). Estos sistemas artificiales son verdaderos iconos del desarrollo económico y del progreso científico moderno para satisfacer nuestras necesidades, como fuente de agua potable, generación de energía eléctrica, riego, pesca, y desarrollo de la piscicultura con el fin de producir alimento para el consumo humano (Jacobo, 2011), sin embargo estas acciones podrían impedir el desarrollo sustentable si sus impactos ambientales y sociales no fueran controlados adecuadamente (Coria, 2008).

Debido a la construcción de las presas se fragmentan los ecosistemas fluviales, ya que estas aíslan a las comunidades bióticas de las cuencas altas de las que habitan zonas medias y bajas, interrumpen las migraciones y los movimientos de las especies y se fragmenta la comunicación entre el río, sus planicies y litorales (Bustamante-Fernández, 2008).

Estos efectos se deben tomar en consideración, analizando los impactos a mediano y largo plazo, ya que resulta más sencillo y barato prevenir la degradación ambiental que tratar de repararla. Debemos de recordar que si bien las presas han contribuido de un modo importante y significativo al desarrollo humano, también se han pagado a un costo muy elevado y frecuentemente innecesario, especialmente en términos ambientales (Angelaccio *et al.*, 2010).

A través de un diagnóstico ambiental se puede dar una reestructuración ecosistémica, con un doble propósito: el beneficio de la comunidad y el de los recursos naturales. Esta herramienta técnica nos indica no sólo los factores responsables del deterioro, sino también la cantidad, y la calidad de los recursos naturales con los que contamos (Figuroa, 2011).

JUSTIFICACIÓN

El municipio de Soyaniquilpan no cuenta con un diagnóstico ambiental integral que nos indique de manera general y precisa los recursos con los que cuenta, la cantidad y la calidad de ellos, para que se tomen las medidas administrativas pertinentes a nivel municipal para su gestión y desarrollo sustentables. De manera particular en este municipio los embalses son los pilares de las actividades económicas, por lo que al tener un buen aprovechamiento de estos se podrá tener un desarrollo sustentable, no sólo a corto plazo, como hasta la fecha las políticas gubernamentales lo han hecho, sino de por vida, teniendo así una solución equilibrada entre la sociedad y el ambiente.

ANTECEDENTES

Hasta la fecha no hay ningún estudio que incluya de manera totalitaria los principales embalses del municipio de Soyaniquilpan de Juárez, sin embargo se tiene conocimiento del diagnóstico ambiental de las Dieciséis Regiones del Estado de México, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (2000), en el cual, el municipio de Soyaniquilpan de Juárez queda incluido en la Región I “Atlacomulco”.

Posteriormente la Secretaría de Ecología del Estado de México (2008) llevó a cabo el diagnóstico ambiental de la Región I, la cual engloba 15 municipios, entre los que se encuentra Soyaniquilpan.

Dentro de este municipio en el embalse San Miguel Arco, Yubí-Armendáriz *et al.* (2008), estudiaron las interacciones tróficas de los peces, identificando que la deposición de aguas residuales en el sistema provoca la disminución en la diversidad de estos organismos.

Asimismo en el embalse La Goleta Navarrete *et al.*, (2010) realizaron un estudio sobre la situación en la que se encontraba *Menidia jordani* y sus variaciones poblacionales debido a la introducción de especies exóticas y cambios en sus características físico-químicas.

En 2011, Jacobo realizó el diagnóstico ambiental del embalse La Goleta, siendo la ganadería la actividad económica que mayores impactos adversos tiene sobre el medio.

Igualmente en 2011, Figueroa llevo a cabo el diagnóstico ambiental del embalse Macua, identificando que la agricultura que trae consigo el uso de pesticidas y fertilizantes, es la principal causa del deterioro ambiental de dicho embalse.

De la misma forma Contreras *et al.*, (2012) dan a conocer los primeros registros de cuatro especies pertenecientes a la familia Corixidae (*Hemiptera*) en el embalse Macua, en el cual se tomaron en cuenta sus características físico-químicas.

En 2014, Arteaga determinó a través del diagnóstico ambiental del embalse San Miguel Arco, que la ganadería, el uso de pesticidas y fertilizantes, son las acciones que impactan de manera negativa este embalse.

OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico ambiental de los embalses (Macua, La Goleta y San Miguel Arco) de Soyaniquilpan, México, MÉXICO.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar cartografía temática para la caracterización y descripción del área de estudio.
- Determinar la situación biótica y abiótica de los embalses, así como también de las zonas aledañas a ellos.
- Identificar las principales acciones generadoras de impacto ambiental.
- Formular propuestas que frenen dicho deterioro al ecosistema tomando en cuenta a la sociedad.

ÁREA DE ESTUDIO

Los embalses estudiados se encuentran dentro del municipio de Soyaniquilpan de Juárez ubicado al norte del Estado de México, el cual, colinda al noroeste con el municipio de Jilotepec (Estado de México), al sureste con el municipio de Tepeji del Río (Estado de Querétaro) y al este con el municipio de Tula de Hidalgo (Estado de Hidalgo) (Figura 1.). La Goleta y San Miguel Arco (SMA) forman parte de la comunidad de San José Deguedo, y Macua de la localidad de San Juan Daxthí (INEGI, 2011).

Sus coordenadas geográficas son las siguientes:

-La Goleta 99° 33' 05" O 20° 03' 54" N, 2465 msnm.

-SMA 99° 32' 37" O 20° 03' 57" N, 2390 msnm.

-Macua 99° 31' 12" O 20° 06' 58" N, 2320 msnm.

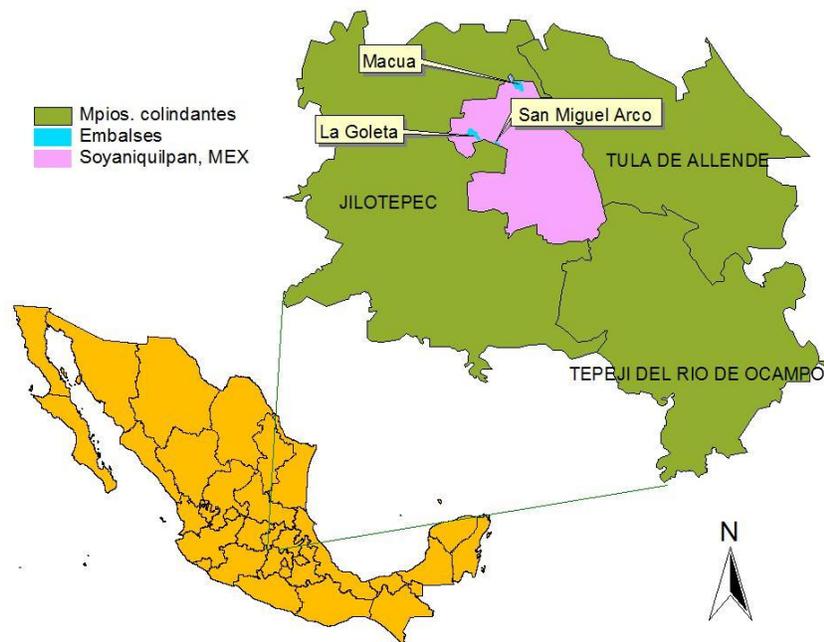


Figura 1. Mapa de colindancias de Soyaniquilpan de Juárez, y ubicación de los embalses.

Fisiografía

Soyaniquilpan se encuentra en la parte central del Sistema montañoso del Eje NeoVolcánico Transversal, en la Subprovincia de las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. La fisiografía del municipio está constituida por un sistema de lomeríos, conformado por zonas planas y semiplanas en un 87% del territorio y por un sistema de Sierras representado por zonas accidentadas en el resto del territorio (INEGI, 2009).

Topografía

Dentro de las zonas aledañas de los embalses se encuentran algunos cerros (Figura 2.), los de mayor elevación son San Agustín, Los Caballos, Cerro Grande, Las Cruces, El Pelón, y el Ahorcado que van desde los 2420 msnm a los 2670 msnm (INEGI, 1996).

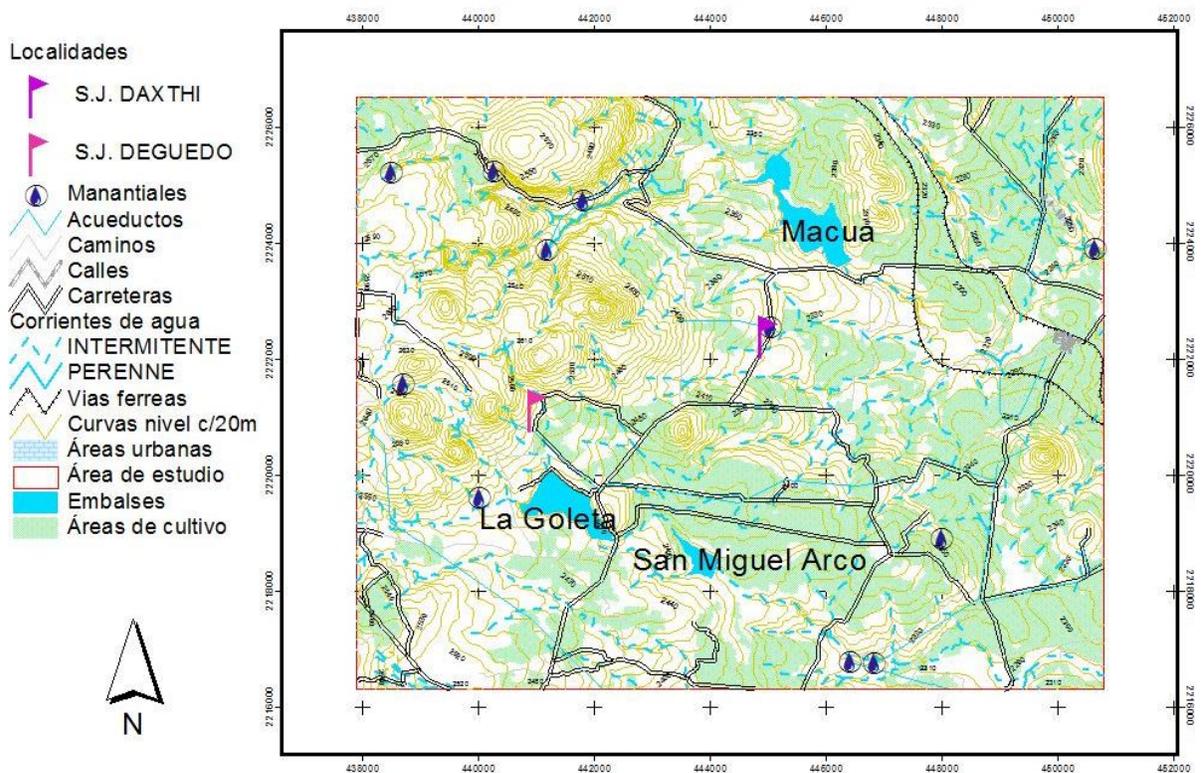


Figura 2. Mapa de Topografía e Hidrología del área de estudio.

Hidrología

El municipio de Soyaniquilpan de Juárez pertenece a la Subcuenca del Alto Pánuco, la hidrología superficial de este municipio está formada por varios arroyos, entre estos está el de Las Rosas, Grande y Mexicaltongo, entre otros. Las presas más importantes son Macua, La Goleta, San Miguel Arco, El Arco y Julián Villagran; el sistema de agua potable es suministrado a través de los manantiales Ojo de Agua y El Tepozan (INEGI, 2009).

Geología

Está constituida principalmente por basaltos y rocas volcanoclásicas (Figura 3.). Este tipo de unidades litológicas tiene alta permeabilidad y capacidad de infiltración, lo cual presenta una buena oportunidad para la exploración de aguas subterráneas y manantiales. San Juan Daxthí está formado por material aluvial lacustre con depósitos de fango y arcillas de gran fino como producto del acarreo de los arroyos (INEGI, 1989).

Por otro lado Macua presenta una buena porción de andesitas las cuales corresponden a la fase volcánica mesosilícica del Terciario Inferior, y de tobas ácidas, las cuales son rocas volcánicas piroclásticas, más livianas que las lavas, están compuestas por gravas, arenas y limos volcánicos fuertemente compactados. Estos materiales cubren a las lavas riolíticas y afloran en la superficie de los altiplanos (Barrera, 2002).

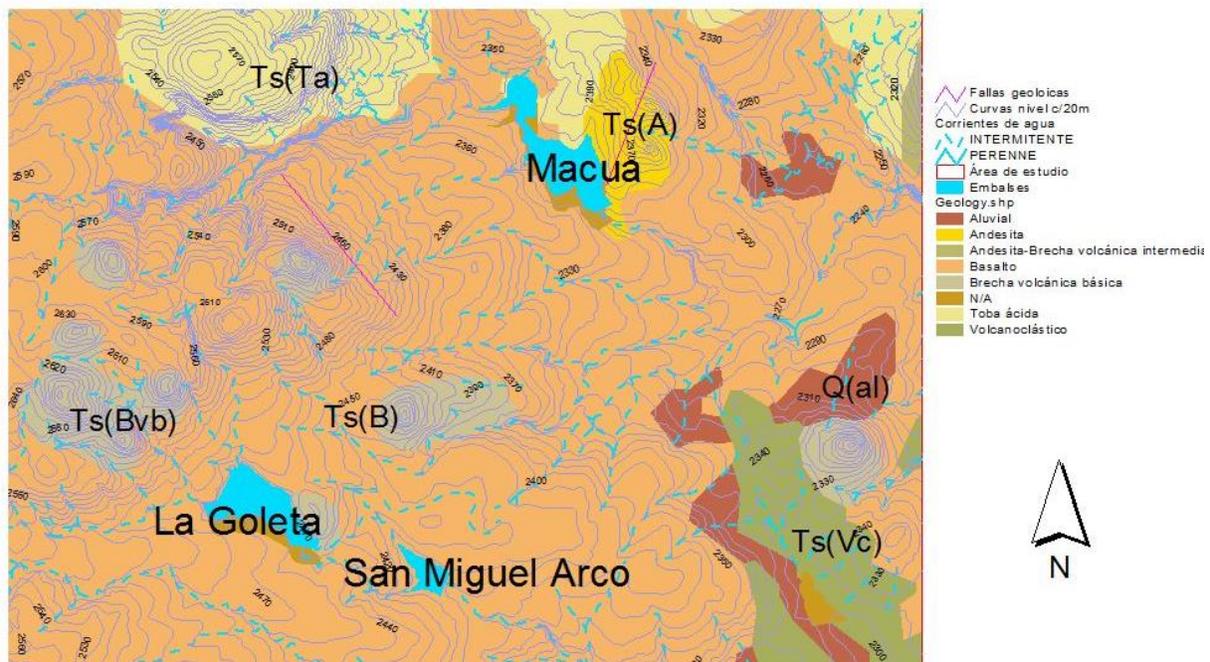


Figura 3. Mapa de Geología del Área de Estudio.

Clima

La Goleta y SMA presentan un clima Cb (w1) (w) (i) g, el cual se define como templado con veranos secos y Macua C (w1) un clima templado subhúmedo con lluvias en verano. El municipio tiene una temperatura promedio de 15 °C, con temperaturas de hasta -3°C en los meses más fríos, y de hasta 38°C en los más cálidos: Abril, Mayo y Junio. Sus vientos de manera general van en dirección noreste-suroeste (INEGI, 2009) situación que podría influir negativamente, ya que en el mes de abril, la intensidad llega a provocar tolvánicas, acarrear vapores, gases y partículas sólidas, provenientes de la combustión de hidrocarburos de la refinera de Petróleos Mexicanos y de la planta termoeléctrica de la CFE que opera en la ciudad de Tula muy cercana a Soyaniquilpan de Juárez (PMDU, 2009).

Edafología

El municipio está formado por cuatro diferentes unidades de suelo (Figura 4.), siendo el Vertisol pélico el más abundante en ambas localidades (San José Deguedó y San Juan Daxthí), los cuales se identifican por ser muy arcillosos y adhesivos si están húmedos, y muy duros cuando están secos, algunas veces salinos (INEGI, 2007).

Otro tipo de suelo que caracteriza el área de estudio es el Feozem háplico, este presenta generalmente una capa superficial oscura y ricos en materia orgánica, sin embargo este tipo de suelo suele ser poco cohesivo, por lo que pueden presentar erosión si son desprovistos de vegetación (INEGI, 2007).

Cabe resaltar que en la localidad de San Juan Daxthí, y de manera particular en zonas aledañas al embalse Macua podemos encontrar como inclusiones Cambisol eutrico y Luvisol crómico (Figuroa, 2011), el primero de estos está caracterizados por ser un muy rico en nutrientes y ser permeable, y los luvisoles tienen acumulaciones de arcilla e igualmente son moderadamente permeables (Tan, 1994).



Figura 4. Mapa de Edafología del Área de Estudio.

Uso potencial del suelo

Las localidades San Juan Daxthí y San José Deguedo cuentan con uso potencial de agricultura y pastizal, este último cuenta también con uso de suelo urbano y bosque de encinos, vegetación secundaria de matorrales espinosos y nopaleras, los cuales representan el 5.35% de su territorio (INEGI, 2009).

Miranda-Cruz Lorena

La agricultura que practican es extensiva, cultivan maíz, avena, cebada, haba, papa y frijol, así como también se llevan a cabo actividades pecuarias, las cuales ocupan el 52.2% del territorio municipal (INEGI, 2009).

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó la investigación bibliográfica del área de estudio, para la cual se llevó a cabo la revisión de libros, revistas, tesis y cartas temáticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como los datos facilitados por la Unidad de Documentación Científica, FES Iztacala, UNAM. Asimismo se llevaron a cabo 4 salidas para corroborar los datos obtenidos bibliográficamente, y realizar el muestreo pertinente de los aspectos bióticos y abióticos del área de estudio.

Características Físico-Químicas

Se tomó un total de 3 muestras de agua por cada salida en cada embalse, en cada una de las muestras colectadas se tomó el pH, el cual se determinó con un potenciómetro digital Hanna Instrument; la temperatura fue medida con un termómetro Elite Digital; para la conductividad se utilizó un Conductivímetro Sprite 6000; la turbidez se determinó con un turbidímetro La Motte 2020; la concentración de oxígeno se midió con un Oxímetro Cole Parmer. La alcalinidad y la dureza del agua se obtuvieron por métodos de titulación (Navarrete *et al.*, 2004).

Fitoplancton y Zooplancton

Se obtuvo por medio de un filtrado de 10 litros de agua en una red con apertura de malla de 60 micras y 125 micras para fitoplancton y zooplancton, respectivamente, así como también se revisaron los contenidos estomacales de la ictiofauna, examinando el primer tercio anterior del tubo digestivo (Navarrete *et al.*, 2007). Para su determinación hasta género, se utilizaron las claves de Ortega (1984) y Pennak (1989).

Insectos Acuáticos

Se utilizó una red de cuchara rectangular, con un marco de 50 cm de largo por 30 cm de ancho, la cual se arrastró a una distancia de 2 m. Los organismos se fijaron con formalina diluida al 4% (Gaviño *et al.* 1996) en bolsas de polietileno etiquetadas, se contaron y separaron por sexo, la identificación de los mismos se llevó a cabo usando las claves dicotómicas de Hungerford (1948).

Peces

Se obtuvieron por medio de un chinchorro de 30 mts de longitud, 3 mts de caída y 1/3 de abertura de malla, los organismos se fijaron con formalina al 10% (Navarrete *et al.*, 2004). En el Laboratorio de Producción de Peces e Invertebrados de FES-I se realizó la determinación hasta especie con las claves de Miller (2005) y Álvarez del Villar (1970).

Flora

Principalmente se llevó a cabo una revisión bibliográfica del tipo de vegetación y los listados de especies que se tienen registrados para el municipio que nos ocupa. En campo se realizó la colecta selectiva tomando en cuenta la abundancia de los ejemplares botánicos mediante la técnica de Lot y Chiang (1986), se prensaron y determinaron en la FES-I, con ayuda de las claves taxonómicas de Rzedowski (2005).

Aves

Se realizó un transecto alrededor de los embalses (López *et al.*, 2007). Paralelamente a esto y con ayuda de binoculares (10 x 40) y de las guías ornitológicas de Van Perlo (2006) y National Geographic (2008) se determinaron las especies observadas y se elaboró un listado de especies según el orden taxonómico usado por la AOU (American Ornithologist's Union).

Mamíferos

Se elaboró un transecto alrededor de dichos cuerpos de agua, con el objeto de registrar fotográficamente las huellas y excretas de las especies de mamíferos encontradas (Arévalo, 2001). En el laboratorio se determinaron las especies de los organismos con las guías de Aranda (2000) e igualmente se realizó un listado de especies según el orden taxonómico usado por Ramírez Pulido (1999).

Reptiles y Anfibios

Se llevó a cabo un transecto alrededor de los embalses y zonas aledañas para registrar las especies de anfibios y reptiles presentes (López *et al.*, 2007). Los organismos encontrados se determinaron *in situ* con las guías de Uribe-Peña *et al.* (1999), y se llevó a cabo el listado taxonómico de los mismos según la clasificación de CONABIO (2009).

Se revisó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) de 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 de riesgo, para saber si algún organismo colectado (de flora y fauna) se encontraba en algún estatus de riesgo.

Medio Socio-Económico

El estudio de este rubro se llevó a cabo en base al Prontuario de información geográfica municipal de Soyaniquilpan de Juárez (INEGI, 2009), a la Estadística Básica del IGCEM (2012) y a su Plan de Desarrollo (2009).

Impactos Ambientales

Para esta parte se realizaron visitas tanto perimetrales como aledañas al área de estudio, identificando visualmente las actividades humanas que producen algún efecto sobre el ambiente (Jacobo, 2011), a su vez se llevó a cabo la elaboración de un *check-list* o lista de referencia para identificar los impactos más importantes (De la Maza, 2007) y posteriormente se tomaron en cuenta para la elaboración de la matriz de Leopold (modificada) y en los esquemas de Presión-Estado-Respuesta (PER) para analizar en conjunto los impactos que sufre el ambiente estudiado (SEMARNAT, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización Físico-Química

De manera general los embalses evaluados tienen una profundidad baja, oscilando entre los 0.21 m a los 0.34 m (Figura 5.), por lo que sus aguas suelen tener una producción primaria importante, asimismo estas generalmente son someras y de temporal, dado a que estos sistemas artificiales son abastecidos únicamente en la época de lluvias (Navarrete *et al.*, 2004).

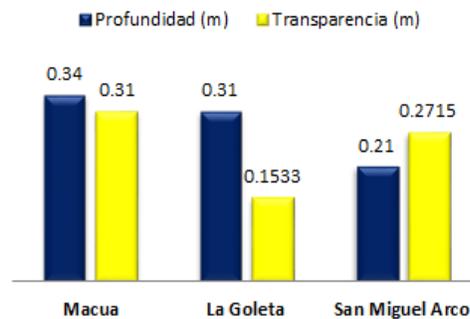


Figura 5. Profundidad y Transparencia de cada cuerpo de agua.

Estos cuerpos de agua tienen un regular contenido de oxígeno (Figura 6.), esto resulta ser un tanto favorable ya que se ha documentado que concentraciones más altas de este componente provocan mortalidades masivas de juveniles y crías de peces principalmente (Navarrete *et al.*, 2004).

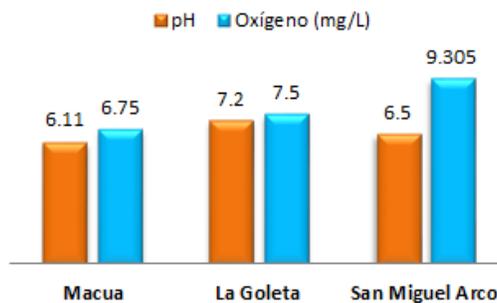


Figura 6. Niveles de pH y Oxígeno de los embalses estudiados.

Las aguas de estas presas son turbias y duras, siendo SMA el que tiene el valor más alto de conductividad (Figura 7.), ya que presenta una mayor cantidad de nutrimentos en el sistema, lo cual podría llevar a la eutrofización del embalse (Navarrete *et al.*, 2004).

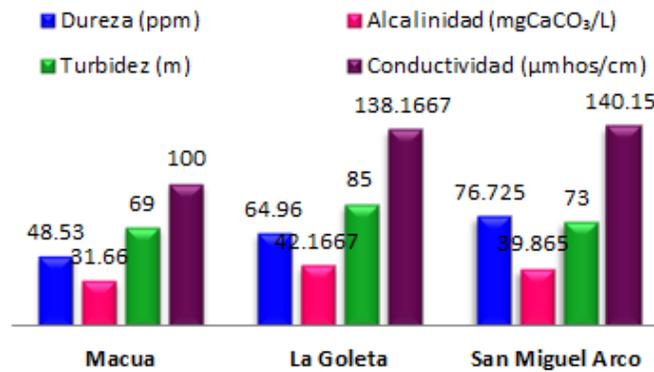


Figura 7. Dureza, turbidez, alcalinidad y conductividad de Macua, La Goleta y SMA.

De manera particular La Goleta, es el embalse menos transparente de los tres, su temperatura ambiente es cálida, sin embargo la temperatura del agua es fría, de un pH básico y moderadamente dura con respecto a su alcalinidad al igual que San Miguel Arco, el cual cuenta con una temperatura ambiental templada, aguas cálidas, ácidas y blandas según los valores de alcalinidad arrojados (Navarrete *et al.*, 2004).

El embalse más profundo y transparente es Macua, cuenta con una temperatura ambiental y del agua cálida (25.5 °C en promedio) manteniendo así una concentración de oxígeno constante, tiene aguas blandas respecto a su dureza y alcalinidad, lo cual nos trae una producción considerable de peces y plantas (Navarrete *et al.*, 2004).

Fitoplancton

La riqueza taxonómica de este rubro está compuesto por 51 géneros (Cuadro 2.), agrupados en 29 familias siendo Naviculaceae la mejor representada con 8 géneros lo cual conforma aproximadamente el 16% del total de géneros observados en estos sistemas acuáticos (Figura 8.). Los géneros más relevantes de los tres sistemas son *Merismopedia*, *Microcystis* y *Gomphonema*, ya que estas algas pertenecen al grupo de las cianofitas, las cuales son muy abundantes en aguas sucias y contaminadas, dado que pueden utilizar nitrógeno atmosférico y no requieren una concentración elevada de fósforo (Navarrete *et al.*, 2004).

Asimismo los géneros antes mencionados son bioindicadores de betasaprobiedad en el agua, al igual que *Chlorella* que se encuentra sólo en Macua, este organismo es polisaprobótico (De la Lanza *et al.*, 2000), por lo que nos indica que el grado de contaminación del agua va de moderada a baja (Huber, *et al.*, 2011).

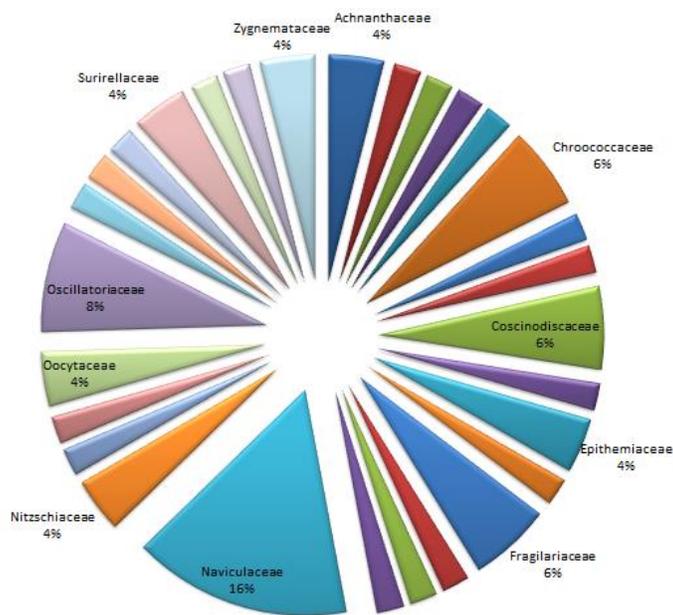


Figura 8. Porcentaje de géneros por familia del fitoplancton de los embalses estudiados

Zooplancton

Se obtuvo un total de 18 géneros de organismos zooplanctónicos, pertenecientes a 11 familias (Cuadro 3.), siendo Daphniidae la mejor representada con 4 géneros, comprendiendo el 22% del total de estos (Figura 9.), siendo el más importante *Moina* Baird, este organismo se encontró en los tres embalses y es indicador de sistemas acuáticos eutrofizados, dado a que se presenta un exceso de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo, lo cual paulatinamente acaba con la biota acuática, afectando también de manera indirecta la salud humana (Navarrete *et al.*, 2008).

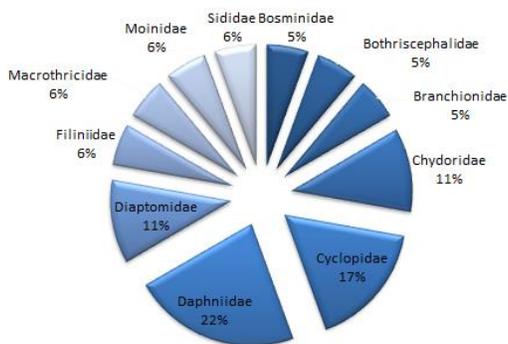


Figura 9. Porcentaje de géneros por familia del zooplancton de los embalses estudiados.

Insectos Acuáticos

El bentos está constituido por 2 familias y 4 especies de insectos acuáticos (Cuadro 4.), normalmente la abundancia de dichas especies depende de los parámetros físico-químicos y bióticos de los embalses (Contreras *et al.*, 2009).

Estos organismos son buenos bioindicadores de la calidad del agua, además de que son controladores de otras poblaciones de insectos que constituyen un riesgo para la salud humana por ser vectores de algunas enfermedades (Contreras *et al.*, 2009).

Asimismo este grupo taxonómico resulta ser una opción viable para el aprovechamiento sustentable dentro del municipio ya que los huevecillos de algunas de estas especies son utilizados como alimento humano (caviar mexicano), y los organismos adultos como parte de la dieta de las aves de ornato (Contreras *et al.*, 2008).

Peces

La ictiofauna está constituida por 12 especies (Cuadro 5.), incluidas en 7 familias, teniendo a los Ciprynidos con el mayor número de especies (Figura 10.), dentro de la cual cabe mencionar a *Carassius auratus* Linneo, *Cyprinus carpio* Linneo y *Ctenopharyngodon idella* Linnaeus, esta última presente sólo en el embalse San Miguel Arco, estas especies originarias de Asia y Europa, llegaron a México a causa de las actividades humanas, por ser organismos potenciales de comercialización, sin embargo, al ser introducidas, de manera directa causan la pérdida de la biodiversidad, e indirectamente provocan el incremento de la deforestación de selvas y bosques para la construcción de presas y estanques dulceacuícolas, la disminución del acceso a recursos hídricos, la erosión de suelos y la contaminación con agroquímicos, entre otros (CONABIO, 2010).

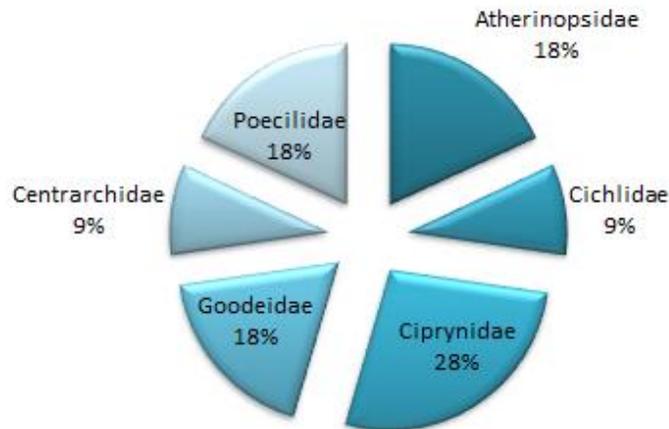


Figura 10. Porcentaje de géneros de peces por familia, presentes en los cuerpos de agua.

En el embalse Macua otra especie importante es *Oreochromis aureus* Steindachner, miembro de la familia Cichlidae, esta especie nativa de África es tolerante a metales pesados en el agua por lo que puede desarrollarse sin problema en la mayoría de los reservorios dulceacuícolas, siendo un buen invasor (De la Lanza *et al.*, 2000).

Por otro lado se encuentra *Girardinichthys multiradiatus* Meek presente en los tres embalses, esta especie esta categorizada por la UICN (2012) como vulnerable, dado a que es sensible a pequeñas concentraciones de contaminantes, tales como nitratos, metales pesados, fosfatos y turbidez en el agua (De la Lanza *et al.*, 2000).

Flora

Se obtuvo un total de 83 especies de plantas (Cuadro 6), distribuidas en 34 familias (Figura 11.), siendo Compositae (Asteraceae) la que más especies agrupa dado a que nuestro país es considerado uno de los centros de diversidad más importantes para esta familia (Rzedowski, 2005), seguida de Poaceae con el 10% y Fabaceae con el 7%, estas familias cuentan con una distribución cosmopolita y son a nivel de género y especie las más diversas (Rzedowski, 1991).

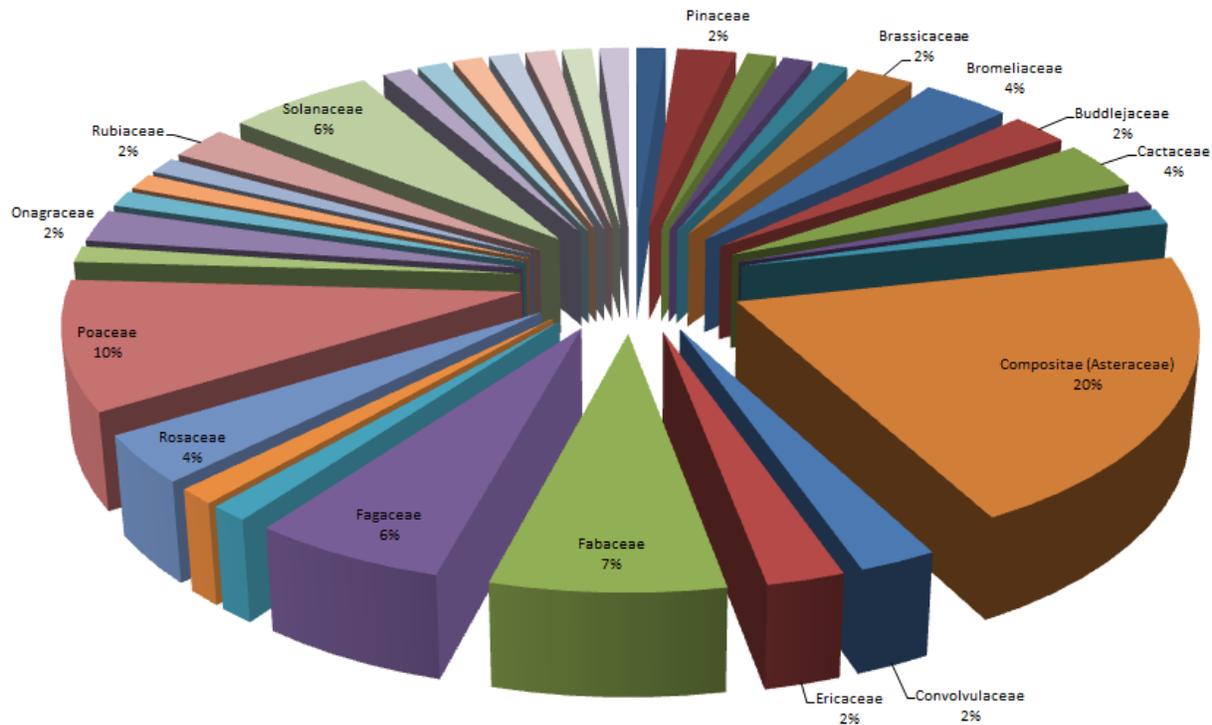


Figura 11. Porcentaje de especies de flora por familia, presentes en las zonas adyacentes a los embalses.

La flora predominante es constituida principalmente por bosques de *Quercus crassifolia* Benth., *Q. castellana* Poir., *Q. crassipens* Bonpl., *Q. obtusata* Bonpl. y *Q. rugosa* Née., este tipo de vegetación se caracteriza por tener una diversidad comparativamente baja de especies arbóreas, siendo frecuentemente dominados por un solo género (Pulido, 2002).

Este tipo de especies arbóreas han sido utilizadas para la elaboración de leña y carbón (Morales, 1998), para lo cual se hace un aprovechamiento selectivo, lo que ha traído consigo bosques más abiertos, situación que además suele mantenerse mediante la presión de la producción ganadera, esta actividad es en gran medida incompatible con el establecimiento de plántulas y brinzales de estas especies, por lo que la regeneración natural del bosque es nula, causando así un envejecimiento irreversible disminuyendo a escala geográfica la superficie forestal (Pulido, 2002).

Las instancias gubernamentales han propiciado la reforestación de las áreas afectadas con *Casuarina equisetifolia* L., la cual es una especie exótica nativa del sureste de Asia, de las islas del Pacífico y Australia, es utilizada principalmente porque crece en suelos infértiles y/o

degradados (Aguilera, 2001), sin embargo al ser una especie no nativa modifica la estructura funcional del ecosistema, inhibiendo el crecimiento de plantas a su alrededor, ya que debido a su denso follaje evita la entrada de luz (Abe *et al.*, 2010), así como también altera la interacción presa-depredador, el éxito reproductivo de anfibios y reptiles e igualmente reduce la abundancia y riqueza de especies de aves y mamíferos (Martín y Murray, 2010).

Asimismo en las zonas aledañas al embalse La Goleta se encuentra el cerro “El Pelón”, en el cual se ha introducido *Eucalyptus globulus* Labil. especie originaria de Australia, a nivel mundial es una de las especies más introducidas en todo el mundo, los bosques de esta especie carecen casi por completo de vegetación en el sotobosque, a excepción de unas cuantas gramíneas, esto relacionado entre otras cosas a que sus hojas producen unas fitotoxinas solubles en agua que evitan el crecimiento de la radícula de muchas herbáceas nativas (Skolmen y Ledig, 1990), igualmente esta organismo reduce la disponibilidad de nitrógeno en el ambiente, inhibe la actividad microbiana y por ende la calidad del suelo (Larcombe *et al.*, 2013).

Dichas especies están reportadas como invasoras según la CONABIO (2010), han empobrecido la calidad de hábitats naturales, alterado la disponibilidad de recursos hídricos y causado problemas de salud humana.

Aves

En el área que nos ocupa se registró un total de 102 especies de aves (Cuadro 7.), agrupadas en 35 familias, siendo Emberizidae y Tyrannidae las que cuentan con una mayor riqueza de especies (Figura 12.). Es importante tomar en cuenta a especies como *Botaurus lentiginosus* Rackett, *Xenotriccus mexicanus* Zimmer, JT., *Parabuteo unicintus* Temminck, *Accipiter cooperii* Bonaparte y *Cairina moschata* Linnaeus ya que se encuentran en algún estatus de riesgo según la Norma Oficial Mexicana de 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 de riesgo.

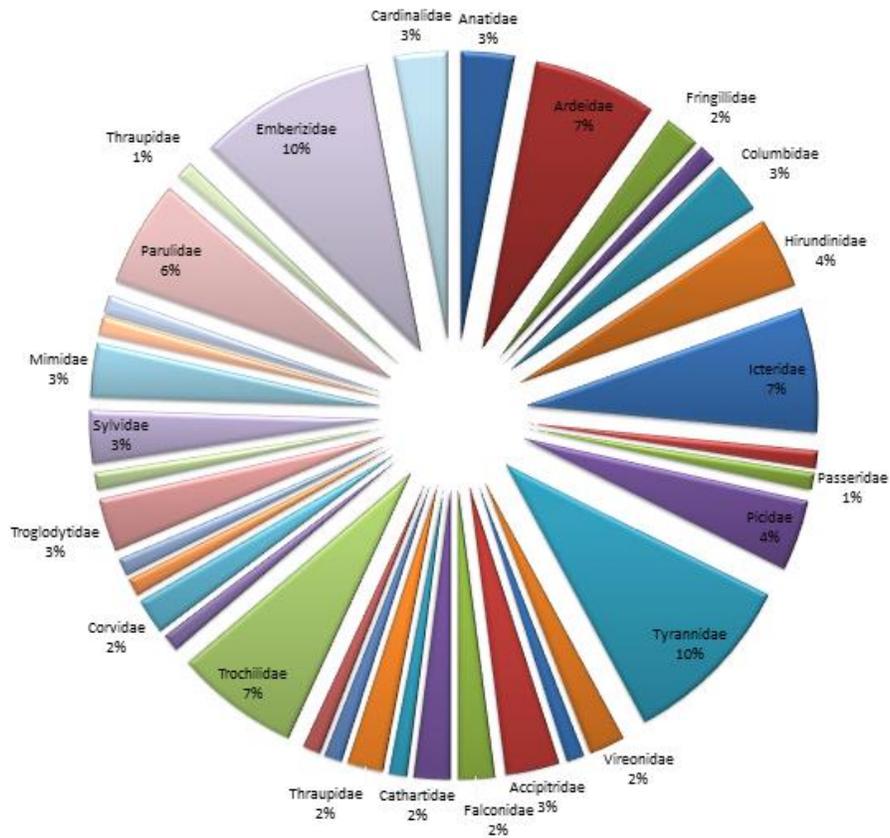


Figura 12. Porcentaje de especies de aves por familia presentes en las zonas adyacentes a los embalses.

Se deben controlar las poblaciones de especies introducidas, como *Sturnus vulgaris* Linnaeus, esta ave originaria del continente europeo compite por los sitios de anidación con otras especies que anidan en huecos de árboles, o por alimento con las ardillas, y se le ha relacionado con la transmisión de histoplasmosis a los seres humanos (Gómez *et al.*, 2005).

Bubulcus ibis Linnaeus, es una especie africana que compite con otras garzas por sitios de anidación y material para la construcción de nidos, debido a su gran abundancia podría perjudicar a las poblaciones de artrópodos y pequeños vertebrados de los que se alimentan. La garza ganadera puede servir como agente de transporte y diseminación del *Clostridium botulinum*, bacteria responsable de la enfermedad del botulismo, que puede afectar a otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Gómez *et al.*, 2005).

Otra especie europea que se ha distribuido en muy bien nuestro país es *Passer domesticus* Wagler, e igual que todas las especies invasoras compite por el alimento con otras especies de

aves, tales como: el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus* Müller) y con la tórtola cola larga (*Columbina inca* Lesson), compite también por los sitios de anidación con la golondrina tijereta (*Hirundo rustica* Christidis & Boles), es potencialmente portadora y transmisora de la encefalitis equina del oeste hacia otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Gómez *et al.*, 2005).

Otra especie exótica es *Columba livia* Linnaeus, originaria del continente africano compite por el alimento con diversas especies de aves y mamíferos, y sitios de anidación con especies nativas (CONABIO, 2010).

Mamíferos

En cuanto a la mastofauna se obtuvo un total 17 especies (Cuadro 8.), ubicadas dentro de 10 familias, de las cuales Muridae es la que mayor número de especies tiene (Figura 13.). De este grupo taxonómico cabe señalar a *Canis latrans* Hamilton-Smith, *Spilogale putorius* Howell y *Dacypus novemcinctus* Linnaeus, ya que aunque ninguna de ellas pertenece a alguna categoría de riesgo según la norma aplicable, mencionan los pobladores que cada vez se les observan menos organismos de estas especies, esto tal vez dado a la expansión de los establecimientos humanos y sus actividades productivas, tales como la agricultura, la ganadería, la pesca, y la caza irregular de estas especies.

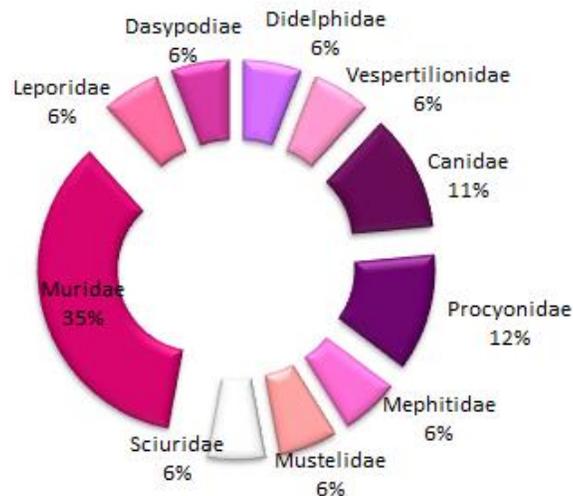


Figura 13. Porcentaje de especies de mamíferos por familia, presentes en las zonas aledañas a los embalses.

Reptiles y Anfibios

Se obtuvieron 3 especies de anfibios (Cuadro 9.), y 11 de reptiles (Figura 14.), teniendo a *Kinosternon hirtipes* Wagler, *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus), *Sceloporus grammicus* Wiegmann y *Crotalus aquilus* Klauber (endémica) las cuales están sujetas a protección especial (Pr), y a *Thamnophis eques* (Reuss) y *Pituophis deppei* (Duméril) catalogadas como especies amenazadas (A), siendo la última de estas endémica de nuestro país, esto según las categorías de riesgo de la norma aplicable en nuestro país de Protección Ambiental (NOM-059-SEMARNAT-2010) mencionada anteriormente.

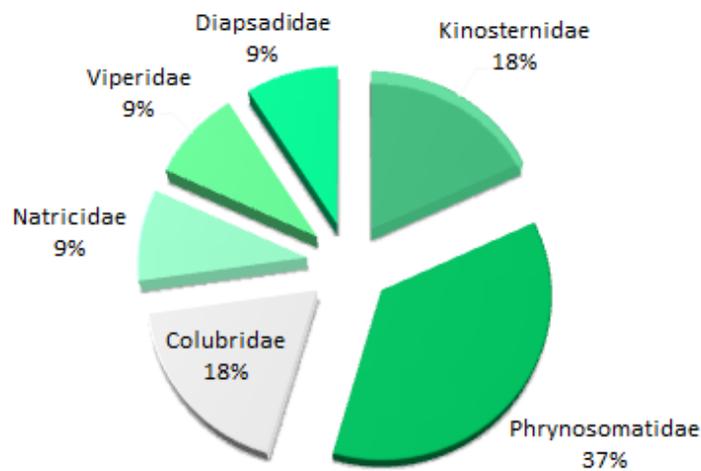


Figura 14. Porcentaje de especies de anfibios y reptiles por familia, presentes en las zonas aledañas a los cuerpos de agua.

El efecto de las actividades humanas en la región ha causado un deterioro en el ambiente de manera inmediata, siendo la agricultura y la ganadería las más perjudiciales para estos organismos, ya que se desmonta la cubierta vegetal para el desarrollo de dichas actividades impactando su hábitat, y esto aunado a la caza ya sea para el consumo humano o para el resguardo de sus animales, trae consigo el desplazamiento y la reducción de sus poblaciones poniéndolos en algún estatus de riesgo (Altamirano y Soriano, 2010).

Medio Socio-Económico

El municipio de Soyaniquilpan de Juárez está dividido en 14 localidades, siendo San José Deguedo y San Juan Daxthí unas de las más pobladas con 961 y 1146 habitantes respectivamente (INEGI, 2009).

- Población

Soyaniquilpan cuenta con una población total de 11, 798 habitantes, de los cuales el 51% son mujeres y el 49% son hombres (Figura 15.). Presentan un índice de rezago social bajo y un grado de marginación medio.

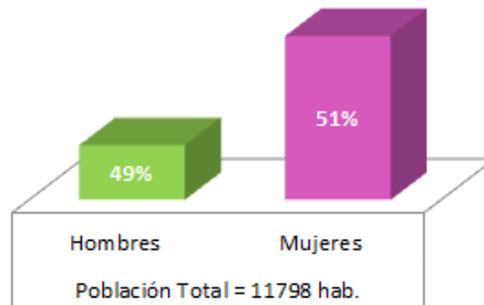


Figura 15. Proporción de la población de hombres y mujeres en el Mpio. De Soyaniquilpan.

- Servicios Públicos

De manera general hasta 2010, Soyaniquilpan contaba con un total de 2991 viviendas (Figura 16.), de las cuales alrededor del 96% cuentan con agua potable y energía eléctrica, de estas el 62% cuenta con servicios de drenaje.

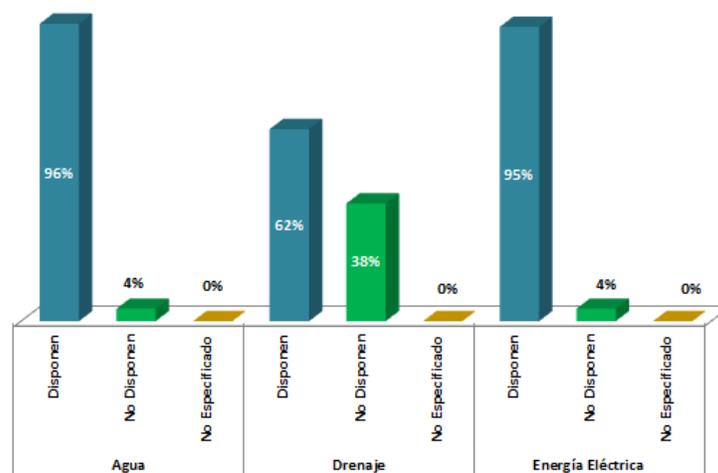


Figura 16. Proporción de la población que cuenta con Servicios Públicos básicos.

- Servicios de Salud

Existen 5 unidades ISEM (Instituto de Salud del Estado de México), las cuales les ofrecen servicios básicos de salud, tales como consulta externa, planificación familiar, medicina preventiva y fomento a la salud. Los servicios hospitalarios se turnan directamente a clínicas particulares o a hospitales regionales de Jilotepec, Tula de Allende y en pocos casos de Hidalgo.

- Educación

El 93% de la población con 15 años y más cumplidos es alfabeta y el 7% analfabeta (Figura 17.).

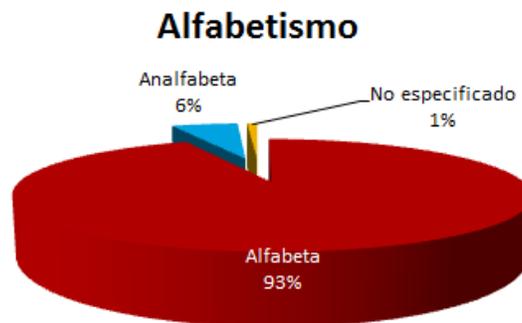


Figura 17. Proporción de la población de 15 años y más según la condición de Alfabetismo

En cuanto a los servicios de educación básica con los que cuenta este municipio, hay un total de 18 preescolares, 15 primarias, 9 secundarias y 1 bachillerato (Figura 18.), igualmente sólo hay una biblioteca que le da servicio a 4, 500 usuarios aproximadamente.

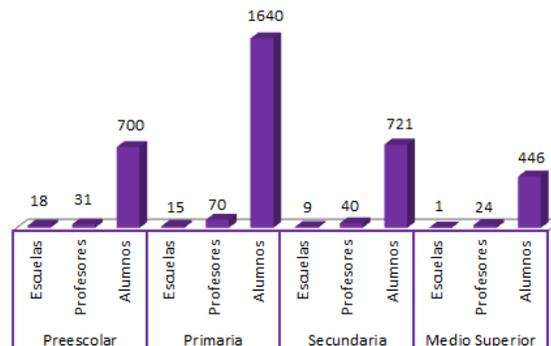


Figura 18. Número de Escuelas, Profesores y Alumnos de nivel básico.

- Empleo

El 49% de la población mayor a 12 años es económicamente activa (Figura 19.), siendo la industria con un 36% (Figura 20.) la actividad económica que mayor población ocupa. Por unidad económica el comercio al por menor abarca es la actividad más frecuente con el 37% de la población económicamente activa (Figura 21.).

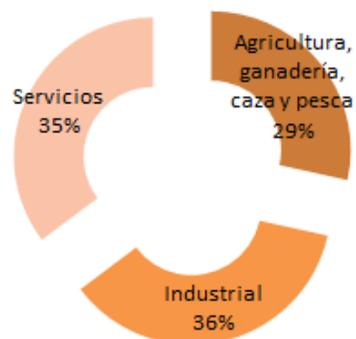
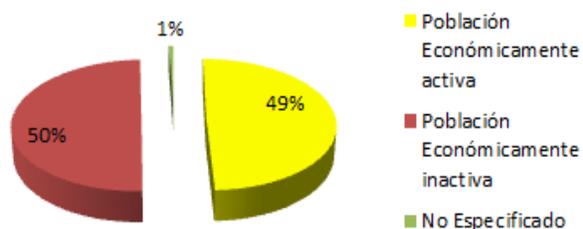


Figura 19. Población Económicamente Activa de 12 años y más.

Figura 20. Población ocupada según Actividad Económica.

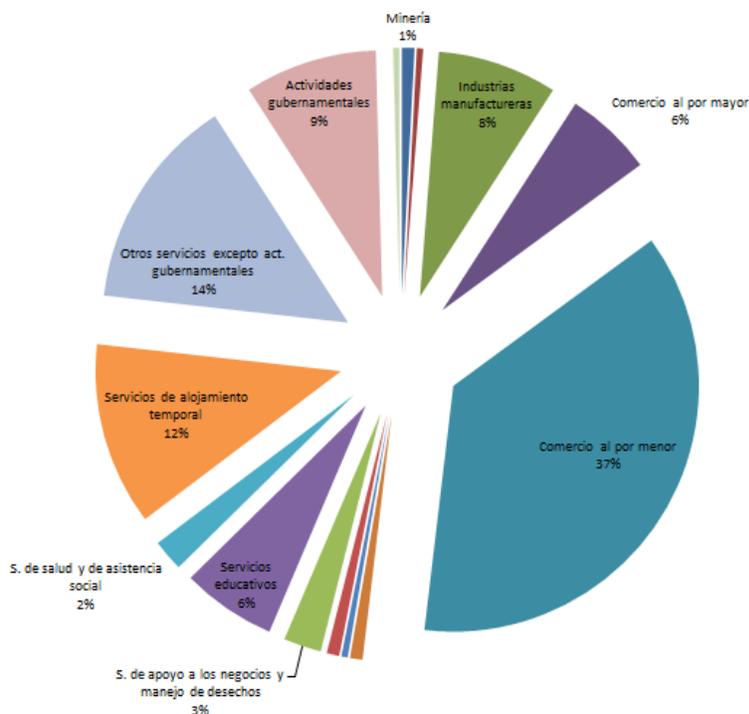


Figura 21. Población ocupada por Unidad Económica en Soyaniquilpan.

Impactos Ambientales

De los impactos registrados en la lista de referencia (*check-list*), se obtuvieron 13 acciones que impactan no solo los reservorios de agua sino también la calidad atmosférica y la del suelo (Figura 22.).

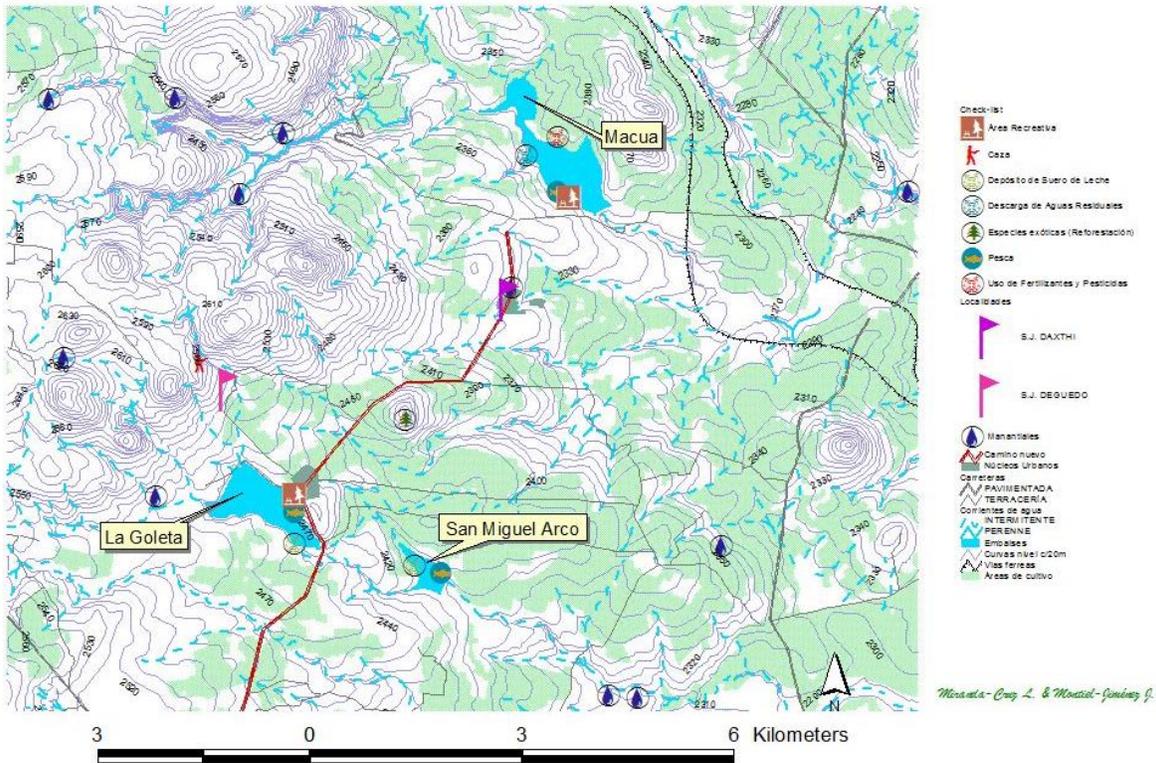


Figura 22. Mapa de impactos observados dentro y fuera de los embalses.

Siendo los más graves y comunes dado a que se presentan en los tres sistemas de agua, las siguientes:

- Agricultura

Es uno de los impactos más notorios, ya que se puede observar la introducción de especies vegetales para el consumo y para el forrajeo de sus animales (Figura 23.), asimismo el uso de fertilizantes y pesticidas en las áreas de cultivo trae consigo un deterioro ambiental significativo, ya que estos se depositan en los embalses alterando la calidad del agua (Figura 24.).



Figura 23. Expansión de cultivos en bosques de *Quercus*.



Figura 24. Orilla del embalse Macua dónde se depositan sustancias químicas derivadas de fertilizantes y pesticidas.

El modelo de agricultura convencional adoptado desde la década de los 50's, se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto empleo de insumos sintéticos, donde el manejo de monocultivos se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficacia del proceso productivo. Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad, ya que ocasiona la destrucción de los recursos naturales y del paisaje de una manera considerable en cuanto a tiempo, dinero y esfuerzo (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2007).

- Ganadería

La ganadería es otra actividad productiva que si bien nos trae beneficios a corto plazo, a lo largo del tiempo nos provocará estragos irreparables en el medio, y de manera particular en el suelo, y en la remoción de la cubierta vegetal para crear áreas de pastoreo y la utilización de estos embalses como abrevadero de sus animales (Figura 25.).



Figura 25. Embalse Macua se observa ganado ovino pastando.

En algunas ocasiones otro impacto importante a tratar es la utilización de anabólicos, antibióticos y sustancias hormonales para una mayor producción en poco tiempo, ya que la calidad de esta carne no será la mejor para el consumo humano (Espinoza-Villavicencio *et al.*, 2007).

- Pesca

En el estado de México, y en particular en Soyaniquilpan de Juárez los estanques y las presas se utilizaron inicialmente como almacenes de agua de riego, pero actualmente se han introducido especies de peces con el objetivo de producir proteína animal de alta calidad a bajo costo, desplazando así a las especies nativas de esos sistemas acuáticos (Navarrete *et al.*, 2004). De manera general en los sistemas estudiados se producen carpas, a excepción de Macua, ya que en este también se produce tilapia.



Figura 26. Pesca con red en Macua.



Figura 27. *Cyprinus carpio* extraído en Macua.

Matriz de Leopold (modificada)

Se obtuvo un total de 486 impactos (Cuadro 10.), distribuidos entre los impactos adversos y beneficios, significativos y poco significativos (Figura 26.), teniendo así que el 54% de los impactos son adversos significativos (A), tales como la contaminación del agua, el cambio de uso de suelo, el desmonte de la cobertura vegetal, el uso de pesticidas y fertilizantes, la erosión del suelo y la generación de residuos sólidos urbanos, todo esto a causa de la extensión de los núcleos urbanos y las acciones que realizan para satisfacer sus necesidades, lo cual se puede apreciar en las partes más altas del área de estudio ya que como lo mencionan Valdez-Lazalde, *et al.* (2011), las partes bajas cercanas a las fuentes de agua son la que se ven deforestadas-urbanizadas, observándose la cobertura vegetal nativa en las partes más altas, lo cual trae consigo el desplazamiento y reducción del hábitat de las especies nativas y la erosión del suelo.

Por otro lado se tienen los impactos benéficos significativos (B) siendo el más importante el drenaje, ya que teniendo este servicio, se evita la descarga de aguas residuales a los embalses y malos olores a la atmósfera, trayendo consigo una mejor calidad de vida para los pobladores, y mejores condiciones en el ambiente.

Asimismo se obtuvieron impactos poco significativos, entre los adversos se encuentran el sistema de riego, que surge prácticamente de la extracción de agua de las presas, y la introducción de especies no nativas, que propician la pérdida de la biodiversidad (CONABIO, 2010). Los impactos poco significativos favorables se basan principalmente en los beneficios que las acciones generadoras de impacto le generan a la comunidad de Soyaniquilpan, tales como la introducción de pastizal para el forrajeo de sus animales y para autoconsumo, y la caza, que si bien no se cuenta con un plan de manejo estructurado para esta actividad, aún no se tienen ningún impacto trascendental a corto plazo, sin embargo este tipo de impactos deben de tomarse en cuenta para poder plantear alternativas de explotación sustentable de estos recursos.

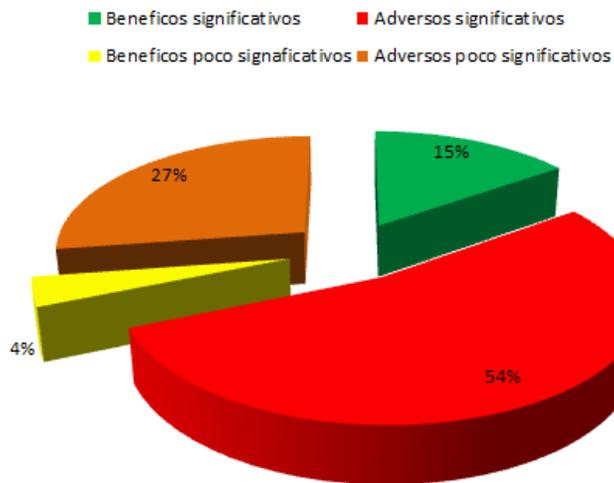


Figura 26. Impactos totales generados dentro y fuera de los embalses.

Análisis Presión-Estado-Respuesta (PER)

Se analizaron 6 rubros de impactos (Cuadro 11.), dentro de los cuales la expansión de los núcleos urbanos resultó ser una presión importante, ya que de ella se derivan de manera directa e indirecta las demás acciones que deterioran al ambiente, todas con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas.

El desarrollo desmedido y desordenado de los núcleos urbanos, afecta directamente la distribución y abundancia de la flora y fauna, lo que a su vez requiere de más insumos y fuentes de ingreso, por lo que se remueve la cobertura vegetal, introduciendo especies exóticas, compactando el suelo a causa del ganado.

Por lo que de manera general se propone producción controlada de *Cyprinus carpio* L. en estanques diseñados precisamente con ese fin, de tal forma que estas especies no tengan que competir en condiciones naturales con las especies nativas del lugar como *Menidia jordani* (Woolman), *Menidia humboldtiana* (Valenciennes) y *Girardinichthys multiradiatus* Meek, entre otras, que igualmente puede ser parte importante de la producción de peces dulceacuícolas.

Por otro lado se propone a las instituciones gubernamentales facultadas para esto, diseñar un ordenamiento territorial tomando en cuenta la aptitud del suelo, y así organizar de la mejor manera, los núcleos urbanos, la zona cultivable y las especies indicadas, la zona para la ganadería, la recreativa y la acuática.

Asimismo inspeccionar y buscar nuevas fuentes de agua dulce, ya que como se muestra en el mapa de hidrología, Soyaniquilpan cuenta con un número considerable de manantiales, los cuales tendrían que ser evaluados para saber en qué condiciones se encuentran y su posible aprovechamiento sustentable.

CONCLUSIONES

Los tres embalses tienen características físico-químicas que determinan su grado de perturbación, ya que estos parámetros se encuentran interrelacionados, sin embargo San Miguel Arco, es sin duda el embalse más afectado resultado de las actividades humanas, ya que al ser el que está a menor altitud, las aguas residuales, los pesticidas y fertilizantes usados en la agricultura se depositan directamente en este embalse, modificando la trama trófica propia del embalse y a su vez de los organismos que se alimentan de él.

Asimismo La Goleta y Macua al ser embalses más grandes en cuanto a su extensión y profundidad se ven menos deteriorados por dichas actividades, sin embargo hay que tomar en cuenta las medidas de mitigación para que estos sistemas acuáticos tengan una restauración ecológica al plazo más corto posible.

Fitoplancton

En los tres sistemas de agua estudiados se encontraron algunas algas pertenecientes al grupo de las cianofitas, lo cual, nos trae consigo una mala calidad del agua, lo que debe de tomarse en cuenta, primordialmente porque se extrae fauna de los embalses para el consumo humano, y en segundo lugar porque el agua es utilizada para el riego de los cultivos.

Zooplancton

El zooplancton encontrado en estos cuerpos de agua nos indica un grado de eutrofización, el cual si se debe de tomar en cuenta ya que si este nivel se elevará terminaría paulatinamente con la biota acuática, afectando no sólo la salud humana sino también los ingresos de los habitantes de San José Deguedo y San Juan Daxthí de manera particular.

Insectos Acuáticos

Estos organismos indicadores de la calidad del agua son una opción rentable para el aprovechamiento sustentable de los organismos nativos de estos sistemas acuáticos, sus huevecillos son utilizados como alimento humano (caviar mexicano), y los organismos adultos como parte de la dieta de las aves de ornato.

Peces

La ictiofauna nativa se ha visto abrumada por algunas especies que llegaron a México por ser organismos potenciales de comercialización, causando la pérdida de la biodiversidad, el incremento de la deforestación de selvas y bosques, la disminución del acceso a recursos hídricos, la erosión de suelos y la contaminación con agroquímicos, se propone la creación de estanques para la producción de carpas y tilapias sin poner en riesgo los sistemas biológicos naturales del lugar.

Flora

Igualmente en este rubro se debe coartar la utilización de las especies exóticas de flora como *C. equisetifolia* y *E. globulus* para la reforestación de los lugares que perdieron su cobertura natural, ya que aunque estas especies tienen un rápido crecimiento en suelos pobres, van degradando las propiedades naturales del ecosistema, su flora y fauna, reduciendo un sinnúmero de recursos naturales que podrían ser explotados sustentablemente.

Se propone llevar a cabo la utilización sustentable de especies como *Agave atrovirens*, *Arbutus glandulosa*, *Arbutus xalapensis*, *Prosopis sp.*, *Crataegus pubescens*, *Prunus serótina*, *Opuntia sarca*, *Opuntia megacantha* y *O. lindheimeri* por ser especies nativas del lugar con un valor comercial importante.

Asimismo la reforestación con especies nativas del lugar como *Quercus crassifolia*, *Q. castellana*, *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Pinus leiophylla* y *P. montezumae*.

Aves

El control de poblaciones de especies introducidas es una de las acciones que se deben de hacer no sólo porque este tipo de organismos compiten por los sitios de anidación con otras especies de aves, o por alimento sino que también son especies que transmiten algunas enfermedades a otros vertebrados incluyendo a los seres humanos.

Mamíferos

En cuanto a este grupo de vertebrados cada vez las poblaciones de estos organismos son menos numerosas dado a la expansión de los núcleos urbanos y sus actividades productivas, en las cuales podrían explotar estas especies de una manera sustentable sin deteriorar el medio.

Reptiles y Anfibios

El efecto de las actividades humanas como la caza de estos organismos ya sea para el consumo humano o para el resguardo de sus animales, trae consigo el desplazamiento y la reducción de sus poblaciones poniéndolos en algún estatus de riesgo.

Medio Socio-Económico

En cuanto al medio socio-económico es importante tomar en cuenta el nivel de rezago social bajo y un grado de marginación medio. Las actividades productivas son su única fuente de ingresos, por lo que es de suma relevancia tomar acciones que fomenten el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales así como contar con los servicios básicos y de salud, para que así tengan una mejor calidad de vida.

Impactos Ambientales

La contaminación del agua, el cambio de uso de suelo, el desmonte de la cobertura vegetal, el uso de pesticidas y fertilizantes, la erosión del suelo y la generación de residuos sólidos urbanos, son los principales impactos degradantes en el sistema, por lo que de manera inmediata se necesita la elaboración de un ordenamiento territorial según la aptitud del suelo, para así tener de una manera más clara cómo aprovechar sustentablemente los recursos naturales nativos del municipio, y al tener concentradas las poblaciones humanas los servicios básicos y de salud estarán al alcance de todos los habitantes de las dos comunidades estudiadas, ya que al expandirse de una manera incontrolada se pierden los recursos potenciales de la localidad.

LITERATURA CITADA

- Abe, T., Yasui, T., Makino, S. (2010). Vegetation status on Nishi-jima Island (Ogasawara) before eradication of alien herbivore mammals: rapid expansion of an invasive alien tree, *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae). *J For Res.* 16:484-491.
- Altamirano, A. T. A. y Soriano, S. M. (2010). *Anfibios y Reptiles. Especies de Alvarado Veracruz, México.* Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 99 pp.
- Álvarez del Villar, J. (1970). *Peces mexicanos (claves).* Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Secretaría de Industria y Comercio. 166 pp.
- AOU. (2013). *Checklist of North and Middle American Birds.* Recuperado de: <http://checklist.aou.org/taxa/> [Fecha de Consulta: 16 de Agosto de 2013].
- Angelaccio, C., Cipponeri, M., Salvioli, M. (2010). Estudio de Impacto Ambiental de una presa en el contexto de una cuenca con múltiples intervenciones-Caso la presa Los Monos. Departamento de Hidráulica. Facultad de Ingeniería. *VI Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos.* Buenos Aires, Argentina. 14 pp.
- Aguilera, R. M. (2001). *Casuarina equisetifolia.* Paquetes Tecnológicos. CONABIO. 7 pp.
- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México.* CONABIO. Instituto de Ecología, A.C. México. 138 pp.
- Arévalo, J. E. (2001). *Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación.* Asociación Conservacionista de Monteverde. 4-16.
- Barrera, R. R. O. (2002). Consideraciones geomorfológicas sobre la Sierra Madre Occidental en el norte de Jalisco, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 48: 44-75.
- Bustamante-Fernández, C. A. (2008). *Efectos ambientales generados por la construcción y operación de un embalse.* Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Sucre. Bolivia. 15 pp.
- CONABIO (comp.). (2009). *Catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios (Amphibia: Chordata) de México.* Base de datos SNIB-CONABIO. México.

- CONABIO (comp.). (2009). *Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México*. Base de datos SNIB-CONABIO. México.
- CONABIO. (2010). *Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: Prevención, Control y Erradicación*. México, D.F. 94 pp.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N. A., Lara, V. J. A. (2008). Hemípteros acuáticos en dos estanques piscícolas del Estado de México. *Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del ambiente*, 14(1):39-43.
- Contreras, Rivero, G., Ramos, M. J. S., Navarrete, S. N. A., Cuellar-Silva, C. (2009). Corixidos (Hemiptera) del embalse La Goleta, Estado de México y su relación con algunos parámetros ambientales. *Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del ambiente*, 2(15):121-125.
- Contreras, R. G., Figueroa, A. V. A., Martínez, T. A., Navarrete, S. N. A., Huitrón, L. E., Arteaga, G. P. M., García, A. A. (2012). Primeros registros de la familia Corixidae (Hemiptera) en el embalse Macua, Estado de México. *Rev. Investigación y Ciencia*. 61-63.
- Coria, D. I. (2008). El estudio del Impacto Ambiental: Características y Metodologías. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. 020(11):125-135.
- De la Lanza, E. G., Hernández, P. S., Carbajal, P. J. L. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. Edit. Plaza y Valdés. 633 pp.
- De la Maza, C. L. (2007). *Evaluación de los Impactos Ambientales*. Edit. Universitaria. Madrid, España. 579-609.
- Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa A., Ávila-Serrano N., Guillen-Trujillo A., De la Luna-De la Peña R., Ortega-Pérez R., Murillo-Amandor B. (2007). La Ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión. *Rev. Interciencia*. 6(32) 13 pp.
- Figueroa, A. V. A. (2011). *Diagnóstico ambiental del embalse Macua, Soyaniquilpan de Juárez Edo. De México*. Tesis de Licenciatura. Biología. FES Iztacala, UNAM. México; 60 pp.
- Gaviño, de la T. G.; Juárez, L. C. y Figueroa. (1996). *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo*. 2da edición. Ed. Limusa. México. 252 pp.

- Gómez de Silva, H., Oliveras de Ita, A., Medellín, R. A. (2005). *Bubulcus ibis ibis*. *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIB -CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Gómez de Silva, H., Oliveras de Ita, A., Medellín, R. A. (2005). *Passer domesticus domesticus*. *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. 8 pp.
- Gómez de Silva, H., Oliveras de Ita, A., Medellín, R. A. (2005). *Sturnus vulgaris vulgaris*. *Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*. Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. 7 pp.
- Huber, M. P., Novoa, M. D., Martínez de Fabricius, A. L. (2011). Fitoplancton de una laguna endorreica de uso recreacional (Córdoba, Argentina). *Rev. Biológicas*. 13(1): 24-33.
- Hungerford, H. B. (1948). The Corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). *The University of Kansas Science Bulletin*. 32:827.
- IGCEM. (2012). Estadística Básica Municipal del Estado de México. *Soyaniquilpan de Juárez*. 2-11.
- INEGI. (1989). Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales, 1:250000. Clave f1411.
- INEGI. (1996). Carta Topográfica, 1:50000. Clave f14C88 “Tula de Allende”.
- INEGI. (2007). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, 1:250000 Serie II (Continuo Nacional). Clave f1411.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Soyaniquilpan de Juárez, México*. Clave Geoestadística 15079. 9 pp.
- INEGI. (2011). *Panorama sociodemográfico del Estado de México: Municipio de Soyaniquilpan de Juárez*. Censo de Población y Vivienda. 274 pp.
- Jacobo, S. D. L. (2011). *Diagnóstico ambiental del embalse La Goleta, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. Biología. FES Iztacala, UNAM. México; 52 pp.

- Larcome, M. J., Silva, J. S., Vaillancourt, R. E., Potts, B. M. (2013). Assessing the invasive potential of *Eucalyptus globulus* in Australia: quantification of wildling establishment from plantations. *Biol Invasions*. 15:2763-2781.
- López-Téllez, M. C., Mandujano, S., Yánes, G. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana*. 23(3):1-16.
- Lot, A. y Chiang, F. (1986). *Manual de herbario, administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, México.
- Martín, L. J. y Murray, B. R. (2010). A predictive framework and review of the ecological impacts of exotic plant invasions on reptiles and amphibians. *Biological Reviews*. 86:407-419.
- Morales, Z. C. (1998). *Soyaniquilpan de Juárez: Monografía Municipal*. Gobierno del Estado de México. 106 pp.
- Miller, R. R. 2005. *Freshwater Fishes of Mexico*. The University of Chicago Press, USA. 490pp.
- Navarrete-Salgado, N. A., Elías-Fernández, G., Contreras-Rivero, G., Rojas-Bustamante, M. L., Sánchez-Merino, R. (2004). *Piscicultura y ecología en estanques dulceacuícolas*. Edit. AGT, UNAM, D. F., México; 180 pp.
- Navarrete-Salgado, N. A., Rojas-Bustamante, M. L., Contreras-Rivero, G., Elías-Fernández, G. (2007). Alimentación de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*. 14: 63-68.
- Navarrete-Salgado, N. A.; Mauleón-Flores, O. A., Conteras-Rivero, G. (2008). Interacciones tróficas de los peces presentes en el embalse San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Estado de México (otoño 2006). *Rev. de Zoología*, (19):7-14.
- Navarrete-Salgado, N. A., Contreras-Rivero, G., Jacobo-Segura, D. L. (2010). Situación de *Menidia jordani* (Pisces:Atherinopsidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. *Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 16(2):165-169.
- National Geographic. (2008). *Field Guide to the Birds of Eastern North America*. Washington, D.C. 431pp.

- 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*. (2010). México, D.F. 78 pp.
- Ortega, M. M. (1984). *Catálogo de algas continentales residentes de México*. UNAM, México. 565 pp.
- Pennak, W. R. (1989). *Fresh-water Invertebrate of United States*. John Wiley, Nueva York. 803 pp.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. (2009). 181 pp.
- Pulido, J. F. (2002). Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus spp.*). *Revista Chilena de Historia Natural*. 75:5-15.
- Ramírez-Pulido, J. (1999). *Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México*. UAM-Iztapalapa. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyecto Q023.Ceballos *et al*, 2002. para mamíferos marinos. 111 pp.
- Rzedowski, G. C. de Rzedowski J. y colaboradores. (1991). Diversidad y orígenes de la Flora Fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3-21.
- Rzedowski, G. C. de Rzedowski J. y colaboradores. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán. (Edición digital: INECOL 2010). 983 pp.
- Sánchez-Merino, R., Díaz-Zaragoza, M., Navarrete-Salgado, N. A., García-Martínez, M. L., Ayala-Niño, F., Flores-Aguilar, M. D. (2006). Crecimiento, mortalidad y sobrevivencia del charal *Chirostoma humboldtianum* (Atherinopsidae) en el embalse San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Edo de México. *Rev. Chapingo. Serie de Ciencias forestales y del ambiente*. 12(002):151-154.
- Secretaría de Ecología del Estado de México. (2008). *Diagnóstico Ambiental de la Región I Atlacomulco*. 55 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México. (2000). *Diagnóstico Ambiental de las Dieciséis Regiones del Estado de México*. 112 pp.

- SEMARNAT. (2000). *Sistema de indicadores ambientales y registro de emisiones y transferencias de contaminantes*. Instituto Nacional de Ecología. México. 47 pp.
- Skolmen, R. G. y Ledig, F. T. (1990). *Eucalyptus globulus*. Paquetes Tecnológicos. CONABIO. 8 pp.
- Tan, K. H. 1994. *Environmental Soil Science*. Edit. Marcel Dekker. New York, USA. 304 pp.
- UICN. (2012). *Red List Categories and Criteria. Version 10*. Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. [Fecha de Consulta: 22 de Abril del 2013].
- Uribe-Peña, Z., Ramírez-Bautista, A., Casas-Andreu, G. (1999). *Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México*. Instituto de Biología, UNAM. 119 pp.
- Valdez-Lazalde, J. R., Aguirre-Salgado, C. A., Ángeles-Pérez, G. (2011). Análisis de los cambios en el uso de suelo en la cuenca del Río Metztitlán (México) usando imágenes de satélite: 1985-2007. *Rev. Chapingo, Serie de Ciencias Forestales*. 17(3):313-324.
- Van, P. B. (2006). *Birds of Mexico and Central America*. Ed. Princeton Illustrated Checklists. U.S.A. 336 pp.
- Yubi-Armendáriz M. Á., Navarrete-Salgado, N. A., Elías-Fernández, G., Vázquez-Gómez, G., Urrieta-Zapiain, E. S. (2008). Relaciones tróficas del embalse San Miguel Arco, de Soyaniquilpan, Estado de México. *Rev. Chapingo*. 1(14):32-38.

ANEXOS

Cuadro 1. Familias y Géneros de Fitoplancton presentes en los embalses.

Familia	Género	Macua	La Goleta	San Miguel Arco
Achnanthaceae	<i>Cocconeis</i> Ehrenberg*	*	*	
	<i>Rhoicosphenia</i> Grunow*		*	
Audouinellaceae	<i>Audouiniella</i> Bory*		*	
Chaetosphaeridaceae	<i>Chaetosphaeridium</i> Klebahn	*		
Characeae	<i>Chara</i> Linnaeus	*		
Chlamydomonadaceae	<i>Haematococcus</i> Flotow			*
Chroococcaceae	<i>Merismopedia</i> Meyen*	*	*	*
	<i>Microcystis</i> Lemmermann*	*	*	*
	<i>Chroococcus</i> Nägeli*		*	
Closteriaceae	<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs*	*	*	
Colaciaceae	<i>Colacium</i> Ehrenberg	*		
Coscinodiscaceae	<i>Cyclotella</i> (Kützing) Brébisson*		*	*
	<i>Melosira</i> C. Agardh*	*	*	
	<i>Stephanodiscus</i> Ehrenberg*	*	*	
Demidiaceae	<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs*		*	
Epithemiaceae	<i>Epithemia</i> Brébisson*		*	
	<i>Rhopalodia</i> O. Müller*		*	*
Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> Ehrenberg*		*	*
Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> Lyngbye*	*	*	*
	<i>Asterionella</i> Hassall*		*	
	<i>Synedra</i> Ehrenberg*	*	*	
Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i> Meyen**	*		
Lemaneaceae	<i>Lemanea</i> Bory**	*		
Microsporaceae	<i>Microspora</i> Thurent*		*	
Naviculaceae	<i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing*		*	*
	<i>Calonesis</i> Cleve*		*	
	<i>Cymbella</i> C. Agardh*	*	*	
	<i>Gomphonema</i> Ehrenberg*	*	*	*
	<i>Navicula</i> Bory*	*	*	*
	<i>Neidium</i> Pfitzer*		*	
	<i>Pinnularia</i> (Ehrenberg) Ehrenberg*	*	*	
<i>Stauroneis</i> Ehrenberg*		*		
Nitzschiaceae	<i>Hantzschia</i> Grunow*		*	

	<i>Nitzschia</i> Hassall*	*	*	
Nostocaceae	<i>Nostoc</i> Vaucher ex Bornet et Flahault*		*	
Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> Link ex Hirn*	*	*	
Oocytaceae	<i>Ankistrodesmus</i> Corda*		*	
	<i>Chlorella</i> Beijerinck	*		
Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> C. Agardh ex Gomont	*		
	<i>Microcoleus</i> Desmazières ex Gomont			*
	<i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont*	*	*	
	<i>Spirulina</i> Turpin ex Gomont	*		
Palmellaceae	<i>Sphaerocystis</i> Chodat			*
Pleurochloridaceae	<i>Pseudostaurastrum</i> (Hansgirg) Chodat	*		
Pleurosigmaaceae	<i>Gyrosigma</i> Hassall*	*	*	
Surirellaceae	<i>Cymatopleura</i> W. Smith	*		
	<i>Surirella</i> Turpin*	*	*	
Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> Kützing*	*	*	
Volvocaceae	<i>Volvox</i> Linnaeus			*
Zygnemataceae	<i>Mougeotiopsis</i> Palla			*
	<i>Spyrogira</i> Link*		*	
Familias= 29		Géneros= 51		

Navarrete, et al. 2007. *

Cuadro 2. Familias y Géneros de Zooplancton presentes en los embalses.

Familia	Género	Macua	La Goleta	San Miguel Arco
Bosminidae	<i>Bosmina</i> Baird*	*	*	*
	Huevos de <i>Bosmia</i>		*	
Bothriscephalidae	<i>Bothriscephalus</i> Feng & Liao**	*		
Branchionidae	<i>Keratella</i>	*	*	*
Chydoridae	<i>Alona</i> Baird*		*	*
	<i>Camptocercus</i> Baird	*		
Cyclopidae	<i>Acanthocyclops</i> Kiefer			*
	<i>Cyclops</i> Limulus*	*	*	
	<i>Macrocyclops</i> Claus	*		
Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i> Dana*	*	*	*
	<i>Daphnia</i> Müller*	*	*	*
	Huevos de <i>Daphnia</i> *		*	
	<i>Mastigodiatomus</i> Light*	*	*	*

	<i>Simocephalus</i> Schödler*	*	*	
Diaptomidae	<i>Diaptomus</i> Cole			*
	<i>Leptodiaptomus</i> Light	*		*
Filiniidae	<i>Filinia</i> Bory			*
Macrothricidae	<i>Macrothrix</i> Baird	*		
Moinidae	Huevos de <i>Moina</i> *		*	
	<i>Moina</i> Baird*	*	*	*
Sididae	<i>Diaphanosoma</i> Fischer*	*	*	*
Familias= 11		Géneros= 18		Navarrete, et al. 2007. *

Cuadro 3. Familias y Especies de Invertebrados Acuáticos presentes en los embalses.

Familia	Especie	Macua	La Goleta	San Miguel Arco
Corixidae	<i>Trichocorixella mexicana</i> Hungerford	*	*	*
	<i>Krizeusacorixa fermorata</i> Guérin	*	*	*
	<i>Trichocorixa parvula</i> Champion	*	*	*
	<i>Graptocorixa abdominalis</i> Say	*	*	*
Chironomidae	-	*		*
Cambaridae	<i>Cambarellus montezumae</i> (Saussure)		*	
Familias= 3	Especies= 5			

Cuadro 4. Familias y Especies de Peces presentes en los embalses.

Familia	Especies	Macua	La Goleta	San Miguel Arco	Nombre Común
Atherinopsidae	<i>Menidia jordani</i> (Woolman)	*	*		Charal
	<i>Menidia humboldtiana</i> (Valenciennes)			*	Charal
Cichlidae	<i>Oreochromis aureus</i> Steindachner	*			Tilapia azul
Ciprynidae	<i>Cyprinus carpio</i> L.	*	*	*	Carpa común
	<i>Carassius auratus</i> Linnaeus	*	*	*	Carpa dorada
	<i>Ctenopharyngodon idella</i> Linnaeus			*	Carpa herbívora
Goodeidae	<i>Goodea atripinnis</i> Jordan	*			Pez tiro
	<i>Girardinichthys multiradiatus</i> Meek*	*	*	*	Mexclapique de Zempoala
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> Lacépède		*		Lobina negra

Poeciliidae	<i>Poeciliopsis infans</i> Woolman			*	Guatopote del Lerma
	<i>Poecilia latipinna</i> Lesueur			*	Topote de velo negro
Familias= 6 Especies= 11		Navarrete, et al. 2007 *			

Cuadro 5. Familias y Especies de la Flora presente en las zonas adyacentes a los embalses.

Familia	Especie	Macua	La Goleta	San Miguel Arco	Nombre común
Cupresaceae	<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzsch ex Endl.*	*	*	*	Cedro blanco
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltld. & Cham.*	*	*	*	Ocote chino
	<i>Pinus montezumae</i> Lam.*	*	*	*	Ocote
Adiantaceae	<i>Adiantum poiretii</i> Wiks		*		Helecho
Agavaceae	<i>Agave atrovirens</i> Karw. ex Salm-Dyck*	*	*	*	Agave pulquero
Asclepiadaceae	<i>Asclepias linaria</i> Cav.*	*	*	*	Algodoncillo
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i> L.*	*	*	*	Hoja de navo
	<i>Eruca sativa</i> Mil.*	*	*	*	Rucola silvestre
Bromeliaceae	<i>Tillandsia erubescens</i> Schltld.*	*	*	*	Heno
	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.*	*	*	*	Heno
	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.*	*	*	*	Heno
Buddlejaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth*	*	*	*	Tepozán blanco
	<i>Buddleja</i> sp. L.	*			Tepozán
Cactaceae	<i>Opuntia sarca</i> Griffiths ex Scheinvar*	*	*	*	Nopal chamacuerito
	<i>Opuntia megacantha</i> Salm-Dyck*	*	*	*	Nopal blanco
	<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm.*	*	*	*	Nopal
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.*	*	*	*	Casuarina
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.*	*	*	*	Epazote
Compositae (Asteraceae)	<i>Aster subulatus</i> Michx.*	*	*	*	Escobilla
	<i>Baccharis conferta</i> Kunth*	*	*	*	Azoyate
	<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth*	*	*	*	Escoba chica
	<i>Bidens odorata</i> Cav.*	*	*	*	Achual
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist*	*	*	*	Cola de caballo
	<i>Senecio salignus</i> DC.*	*	*	*	Jarilla
	<i>Senecio</i> sp. L.*	*			Jarilla

	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.*	*	*	*	Diente de león
Compositae (Asteraceae)	<i>Cosmos sp.</i> Cav.*	*	*	*	Mirasol morado
	<i>Hemeroteca sp.</i> *	*	*	*	-
	<i>Tagetes sp.</i> L.*	*	*	*	Cempasuchil
	<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni		*		Cielitos
	<i>Pseudognaphalium arizonicum</i> (A. Gray) Anderb		*		Gordolobo
	<i>Tagetes lucida</i> Cav.		*		Anisillo
	<i>Eupatorium sp.</i> L.*	*	*	*	Eupatorio
	<i>Sonchus sp.</i> L.*	*	*	*	Lechuga de las liebres
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth*	*	*	*	Campanilla
	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.*	*	*	*	Oreja de rata
Ericaceae	<i>Arbutus glandulosa</i> M. Martens & Galeotti	*			Madroño
	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	*			Madroño
Fabaceae	<i>Mimosa acanthocarpa</i> Poir.		*	*	Mimosa
	<i>Prosopis sp.</i> L.		*	*	Mezquite
	<i>Cassia laevigata</i> Willd.*		*	*	-
	<i>Acacia sp.</i> Mill.*	*			Huizache
	<i>Lupinus sp.</i> L.		*		Garbancillos
	<i>Dalea sp.</i> L.	*	*	*	Gatitos
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Benth.*		*	*	Encino
	<i>Quercus castellana</i> Poir.		*	*	Encino
	<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.*		*	*	Encino
	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.*		*	*	Encino
	<i>Quercus rugosa</i> Née*		*	*	Encino
Phytolacaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.*		*	*	Jaboncillo
Rhamnaceae	<i>Rhamnus serrata</i> Schult.*		*	*	Capulincillo
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i> (C. Presl) C. Presl*		*	*	Manzanita tejocotera
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.*		*	*	Capulín
	<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunt) K. Kock		*		Tlaxistle
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths		*	*	Azotador
	<i>Bromus carinatus</i> Hook. & Arn.		*	*	Cebadilla
	<i>Setaria geniculata</i> P. Beauv.		*	*	Gusanillo
	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.		*	*	Cola de ratón
	<i>Cynodon sp.</i> Rich.		*	*	-

	<i>Eragrostis sp.</i> Wolf		*	*	Zacate
	<i>Eleusine sp.</i> Gaertn.		*	*	Escobilla
	<i>Hilaria sp.</i> Kunth		*	*	Pastos
Verbenaceae	<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt.		*	*	Verbena
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton*		*	*	Agua de Azahar
	<i>Oenothera tetraptera</i> Cav.*		*	*	Hierba del Golpe
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.*		*	*	Eucalipto de goma azul
Leguminosae	<i>Trifolium goniocarpum</i> Lojac.		*	*	-
Polygonaceae	<i>Rumex sp.</i> L.*		*	*	Lengua de vaca
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.*		*	*	Trompetilla
	<i>Bouvardia longiflora</i> (Cav.) Kunth*		*	*	Flor de San Juan
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham*		*	*	Tabaquillo
	<i>Physalis chenopodifolia</i> Lam.		*		Aguaymanto
	<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J. L. Gentry		*		Chachimbo, Jaltomate
	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.		*		Hierba del Muerto
	<i>Solanum sp.</i> L.*		*	*	-
Geraniaceae	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.		*	*	Geranio
Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.		*	*	Hierba del cáncer
Loranthaceae	<i>Phoradendron schumannii</i> Trel.		*	*	-
Passifloraceae	<i>Passiflora subpeltata</i> Ortega		*		Granadita
Begoniaceae	<i>Begonia gracilis</i> Kunth		*		Ala de Ángel
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.		*		Acedera
Orobanchaceae	<i>Conopholis alpina</i> Liebm.		*	*	Hierba del venado
Familias= 34		Especies= 83	Figuroa, 2011 *		

Cuadro 6. Familias y Especies de Aves presentes en los embalses.

Familia	Especies	Macua	La Goleta	San Miguel Arco	Nombre común
Anatidae	<i>Anas diazi</i> Ridway*		*		Pato mexicano
	<i>Anas clypeata</i> Linnaeus*		*		Pato cucharón norteño
	<i>Oxyura jamaicensis</i> Gmelin*		*		Pato tepalcate
Ardeidae	<i>Ardea alba</i> Linnaeus*	*	*	*	Garza blanca
	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus		*		Garza morena
	<i>Botaurus lentiginosus</i> Rackett		*		Avetoro norteño
	<i>Egretta caerulea</i> Linnaeus*		*		Garceta azul
	<i>Egretta thula</i> Molina*	*	*		Garceta pie-dorado
	<i>Bubulcus ibis</i> Linnaeus*			*	Garza ganadera
	<i>Nycticorax nycticorax</i> Linnaeus	*			Pedrete corona
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i> Müller		*		Pinzón mexicano
	<i>Carduelis psaltria</i> Say		*		Jilguero dominico
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus*	*	*	*	Chorlo tildío
Columbidae	<i>Columbina inca</i> Lesson*	*	*	*	Tórtola cola larga
	<i>Columba livia</i> Gmelin*		*	*	Paloma doméstica
	<i>Zenaida macroura</i> Linnaeus*		*		Paloma huilota
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> Christidis & Boles*	*	*	*	Golondrina tijereta
	<i>Progne subis</i> Linnaeus		*		Golondrina azulnegra
	<i>Tachycineta albilinea</i> Lawrence		*		Golondrina manglera
	<i>Tachycineta thalassina</i> Swainson		*		Golondrina verdemar
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i> Linnaeus*		*	*	Tordo sargento
	<i>Icterus wagleri</i> Sclater*		*	*	Bolsero de Wagler
	<i>Icterus cucullatus</i> Swainson		*		Bolsero encapuchado
	<i>Icterus galbula</i> Linnaeus		*		Bolsero de Baltimore
	<i>Icterus spurius</i> Linnaeus		*		Bolsero de castaño
	<i>Molothrus aeneus</i> Wagler*	*	*	*	Tordo ojo rojo
	<i>Sturnella neglecta</i> Audubon*		*		Pradero occidental
	<i>Quiscalus mexicanus</i> JF Gmelin*	*	*	*	Zanate mexicano
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i> Linnaeus*	*	*	*	Alcaudón verdugo
Passeridae	<i>Passer domesticus</i> Linnaeus*	*	*	*	Gorrión casero
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i> Wagler		*		Carpintero cheje

Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i> Swainson		*		Carpintero bellotero
	<i>Picooides nuttallii</i> Gambel		*		Carpintero californiano
	<i>Picooides scalaris</i> Wagler	*	*		Carpintero mexicano
Tyrannidae	<i>Empidonax albigularis</i> Sclater and Salvin		*		Mosquero garganta blanca
	<i>Empidonax difficilis</i> S. F. Baird		*		Mosquero californiano
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> Boddaert	*	*	*	Mosquero cardenal
	<i>Sayornis nigricans</i> Swainson		*		Papamoscas negro
	<i>Sayornis phoebe</i> Latham		*		Papamoscas fibí
	<i>Sayornis saya</i> Bonaparte		*		Papamoscas llanero
	<i>Tyrannus verticalis</i> Say*	*	*	*	Tirano pálido
	<i>Tyrannus vociferans</i> Swainson*			*	Tirano gritón
	<i>Xenotriccus mexicanus</i> Zimmer, JT		*		Mosquero del Balsas
	<i>Myiarchus tyrannulus</i> Statius Muller		*		Papamoscas tirano
	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i> Cassin*	*	*	*
<i>Vireo solitarius</i> Wilson, A*			*		Vireo anteojillo
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i> Gmelin		*		Pelícano blanco
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i> Gmelin*		*	*	Anguililla cola roja
	<i>Parabuteo unicinctus</i> Temminck*		*		Anguililla rojinegra
	<i>Accipiter cooperii</i> Bonaparte	*		*	Gavilán de Cooper
Falconidae	<i>Falco sparverius</i> Linneo		*		Cernícalo americano
	<i>Caracara plancus</i> Miller*		*		Caracara quebrantahuesos
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> Bechstein*	*		*	Zopilote común
	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus*	*	*	*	Zopilote aura
Rallidae	<i>Fulica americana</i> Gmelin	*	*		Gallareta americana
Thraupidae	<i>Piranga olivacea</i> Gmelin			*	Tángara escarlata
	<i>Piranga rubra</i> Linneo	*		*	Tángara roja
Anatidae	<i>Cairina moschata</i> Linnaeus*			*	Pato real
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus ridgwayi</i> Nelson		*		Tapacamino tucuchillo
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i> Deppe*		*		Colibrí beliro
	<i>Archilochus alexandri</i> Bourcier and Mulsant*		*		Colibrí barba negra
	<i>Colibri thalassinus</i> Swainson		*		Colibrí oreja violeta

	<i>Eugenes fulgens</i> Swainson		*		Colibrí magnífico
	<i>Hylocharis leucotis</i> Vieillot		*		Zafiro oreja blanca
	<i>Selasphorus rufus</i> Gmelin		*		Zumbador rufo
	<i>Selasphorus sasin</i> Lesson		*		Zumbador de Allen
Alcedinidae	<i>Ceryle alcyon</i> Linnaeus*		*		Martín pescador norteño
Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i> Bonaparte		*		Chara pecho gris neovolcánica
	<i>Corvus cryptoleucus</i> Couch		*		Cuervo llanero
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i> Linnaeus		*		Alondra cornuda
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i> John Kirk Townsend		*		Sastrecillo
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i> Swainson		*		Chivirín barranqueño
	<i>Thryomanes bewickii</i> Audubon*		*		Chivirín cola oscura
	<i>Thryothorus pleurostictus</i> P. L. Sclater		*		Chivirín barrado
Regulidae	<i>Regulus calendula</i> Linnaeus*		*		Reyezuelo de rojo
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i> Linnaeus*		*		Perlita azulgris
	<i>Catharus guttatus</i> Pallas*		*		Zorzal cola rufa
	<i>Turdus migratorius</i> Linneo*		*		Mirlo primavera
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i> Linneo		*		Mauillador gris
	<i>Mimus polyglottos</i> Linnaeus		*		Centzontle norteño
	<i>Toxostoma curvirostre</i> Swainson*		*	*	Cuitlacoche pico curvo
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus*		*		Estornino pinto
Ptilogonatidae	<i>Ptilogonys cinereus</i> Swainson		*		Capulinerio gris
Parulidae	<i>Dendroica coronata</i> Linneo*		*		Chipe coronado
	<i>Setophaga magnolia</i> Wilson		*		Chipe de Magnolia
	<i>Setophaga nigrescens</i> Townsend*		*		Chipe negrogris
	<i>Setophaga townsendi</i> Townsend		*		Chipe negroamarillo
	<i>Myioborus pictus</i> Swainson		*		Chipe ala blanca
	<i>Cardellina pusilla</i> Wilson		*	*	Chipe corona negra
Thraupidae	<i>Piranga flava</i> Vieillot		*		Tángara encinera
Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i> Cassin		*		Zacatonero corona rufa
	<i>Amphispiza bilineata</i> Cassin		*		Zacatonero garganta negra
	<i>Junco hyemalis</i> Linneo		*		Junco ojo oscuro
	<i>Melospiza melodia</i> Wilson*		*		Gorrión cantor

Emberizidae	<i>Oriturus superciliosus</i> Swainson		*	*	Zacatonero rayado
	<i>Pipilo erythrophthalmus</i> Linneo		*		Toquí pinto
	<i>Pipilo fuscus</i> Swainson		*		Toquí pardo
	<i>Poocetes gramineus</i> Gmelin		*		Goriión cola blanca
	<i>Spizella pallida</i> Swainson		*		Gorrión pálido
	<i>Spizella passerina</i> Bechstein*	*	*	*	Gorrión ceja blanca
Cardinalidae	<i>Guiraca caerulea</i> Linneo		*	*	Picogordo azul
	<i>Rhodothraupis celaeno</i> Deppe		*		Picogordo cuello rojo
	<i>Pheucticus melanocephalus</i> Swainson		*		Picogordo tigrillo
Familias= 35 Especies= 102		Trabajo de Metodología Científica VI, 2013. *			

Cuadro 7. Familias y Especies de Mamíferos presentes en las zonas circundantes a los embalses.

Familia	Especies	Macua	La Goleta	San Miguel Arco	Nombre Común
Didelphidae	<i>Didelphys virginiana</i> Bennett	*	*	*	Tlacuache
Vespertilionidae	<i>Myotis yumanensis</i> Miller & G. M. Allen*	*	*	*	Murciélago pardo
Canidae	<i>Canis latrans</i> Hamilton-Smith	*	*	*	Coyote
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> Schreber	*	*	*	Zorra
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> Lichtenstein	*	*	*	Cacomixtle
	<i>Procyon lotor</i> Linnaeus*	*	*	*	Mapache
Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein*	*	*	*	Zorro listado
Mustelidae	<i>Spilogale putorius</i> Howell*	*	*	*	Zorrillo moteado
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i> Bennett	*	*	*	Ardilla de bordo
Muridae	<i>Baiomys taylori</i> Thomas*	*	*	*	Ratón pigmeo
	<i>Peromyscus boylii</i> Merriam*	*	*	*	Ratón
	<i>Peromyscus maniculatus</i> Wagner*	*	*	*	
	<i>Peromyscus melanophrys</i> Coues*	*	*	*	
	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> Saussure*	*	*	*	
	<i>Sigmodon hispidus</i> Say and Ord*	*	*	*	Rata algodónera
Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i> Waterhouse	*	*	*	Conejo montés
Dasyopidae	<i>Dacypus novemcinctus</i> Linnaeus*	*	*	*	Armadillo
Familias= 10 Especies= 17		Reportadas por los pobladores del lugar, 2013*			

Cuadro 8. Familias y Especies de Anfibios y Reptiles presentes en las zonas aledañas a los embalses.

Familia	Especies	Macua	La Goleta	San Miguel Arco	Nombre Común
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i> Cope	*	*	*	Ranita de cañón
	<i>Hyla eximia</i> Baird	*	*	*	Rana de árbol de montaña
Ranidae	<i>Rana</i> Linnaeus	*	*	*	Rana
Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i> Wagler*	*	*	*	Tortuga pecho quebrado pata rugosa
	<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus)*		*	*	Tortuga pecho quebrado escorpión
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann	*	*	*	Lagartija escamosa de mezquite
	<i>Sceloporus mucronatus</i> Cope*	*			Lagartija escamosa de grieta
	<i>Sceloporus scalaris</i> Wiegmann	*	*	*	Lagartija espinosa de pastizal
	<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann*	*	*	*	Lagartija espinosa de collar
Colubridae	<i>Conopsis nasus</i> Günther	*	*	*	Culebrita gris
	<i>Pituophis deppei</i> (Duméril)*	*			Culebra sorda mexicana
Natricidae	<i>Thamnophis eques</i> (Reuss)	*	*	*	Culebra de agua nómada mexicana
Viperidae	<i>Crotalus aquilus</i> Klauber	*	*	*	Cascabel oscura de Querétaro
Diapsadidae	<i>Diadophis punctatus</i> (Linnaeus)*	*			Culebra de collar

Familias= 2

Especies de Anfibios= 3

Familias= 6

Especies de Reptiles= 11

Reportadas por los pobladores del lugar, 2013. *

Cuadro 9. Matriz de Leopold (modificada).

			Actividades generadoras de Impacto Ambiental																						
			Agricultura				Ganadería			Pesquería		Núcleos Urbs.			Áreas Recreativas			Servicios							
			Introducción de pastizal para forrajeo	Desmonte de la cobertura natural	Uso de pesticidas y fertilizantes	Sistema de riego	Introducción de pastizal	Pastoreo de bovinos y caprinos	Generación de residuos ganaderos	Pesca	Introducción de especies exóticas	Extracción de agua para riego	Cambio de uso del suelo	Generación de residuos sólidos urbanos	Fauna doméstica	Caza Irregular	Generación de residuos sólidos urbanos	Caminos de acceso	Fogatas	Erosión del suelo	Contaminación del agua	Drenaje	Energía eléctrica	Reforestación con especies exóticas	
Factores Impactables	Abióticos	Agua	Características Biológicas		A	a		a	A	A	A	a		A				A	A	B		a			
			Características Físicas		A	a		a	A	A	A	a		A			A			A	A	B		a	
			Características Químicas		A	a		a	A	A	A	a		A			A			A	A	B		a	
		Atmósfera	Calidad		A	a			A	A	A		A	A			A		A		A	B		a	
			Efectos visuales	a	A	a		a		A	A		A	A			A	a	A		A	B	a	A	
			Olores		A	a		a	a				A	A			A		A		A	B			
		Clima	Humedad relativa	a	A		a	a				a	A						a		A			a	
			Microclima	a	A		a	a				a	A						a		A			a	
			Precipitación	a	A			a				a	A								a			a	
			Temperatura	a	A		a	a				a	A								a			a	
			Vientos	a	a			a					A											a	
		Suelo	Compactación	a	A				A				A					a		A				A	
			Erosión	a	A	A	a	a	A	a		a	A	A			a	A	A					A	
			Estructura	a	A	A	a	a	A	A		a	A	A			a	A	A					A	
			Fertilidad	a	A	A		a	A	b			A						A	A				A	
	Uso actual		a	a	A		b	A				A						a	A				A		
	Uso potencial		a	A	A		A	A				A	A		a		a	A	A				A		
	Bióticos	Flora	Acuática	Fitoplancton			A	a		a	A	A	A	a		A	A				A	B			
				Pastos			A	a			a	A	A	a		A	A		A			A	B		
			Terrestre	Arbóreos	A	A			A	A			A					A	A	A				a	A
				Arbustivos	A	A			A	A			A					A	A	A					A
		Rivereños	A	A	A		A	A	a			A	A				A	A	A	A	B		A		
		Fauna	Acuática	Aves	A		A	a	a			A	A	A		A	A				A	B			
				Insectos		A	A	a			A	A	A	A			A	A				A	B		
				Peces			A	a		A	A	A	A				A	A				A	B		
				Zooplancton			A	a		A	A	A	A	a			A					A	B		
			Terrestre	Anfibios		A	A	a		A	A	a	a	A	A	A		A	A	A	A	A	B		
	Aves			A	A		a	B	A	a			a	A	A	A	a	a	A	A	A	A	B	a	A
	Mamíferos	A	A		a	a	A	a			a	A	A	A	A	a	A	A	A	A	B	a	A		
	Reptiles	A	A		a	a	a	a			a	A	A	A	A	a	A	A	A	a	B	a	A		
Socio-Económicos	Culturales	Cultura								a		A				a				A	B				
		Estilo y Calidad de Vida	a	a	A	a	b	B	A	b	A	a	A	A		a	A	B	a	A	A	B	B	A	
		Paisaje	A	A	A	A	A	A	A	A	a	A	A	A		a	A	b	A	A	A	B	A	A	
	Económicos	Act. Agrícolas	B	B	B	B	B				B	B		b	b		B	a	A	a	B	B	b		
Act. Ganaderas	B	B	B	a	B	B					B	B		b	B		B	A	a	B	B	b			

“Diagnóstico Ambiental de los embalses de Soyaniquilpan, México, MÉXICO”

Miranda-Cruz Lorena

	Sociales	Act. Pesqueras			A	A			A	B	B	A	B	A	a	b	A	B			A	B	B	b		
		Vías de Comunicación		B															B						B	b
		Demografía	b	B			b	b		B	B		B						B		A	A	B	B		
		Educación																	B						B	
		Empleo	B	B			b	b		B	B		B				b		B		A				B	
Servicios Sociales																	B			A	B	B	b			

Subtotal de Impactos Generados	Significativos B	3	5	2	1	3	2	1	3	3	2	5	0	0	1	0	9	0	0	0	25	9	0
	Significativos A	8	21	19	2	5	15	13	12	12	6	22	18	9	2	16	6	15	19	24	0	1	15
	Poco significativos b	1	0	0	0	3	2	1	1	0	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	5
	Poco significativos a	13	3	3	20	12	6	7	3	3	16	0	6	1	4	4	5	5	3	5	0	5	9
Total de Impactos		25	29	24	23	23	25	22	19	18	24	27	24	12	10	20	21	20	22	29	25	15	29

Cuadro 10. Análisis de Presión-Estado-Respuesta de los impactos identificados en los sistemas de agua y zonas aledañas.

	Presión	Estado	Respuesta
Agricultura	A) Introducción de pastizal para forrajeo	Pérdida de la cobertura natural, contaminación del agua y cambios en sus características físico-químicas y volumen.	Explotar las especies nativas, y las introducidas mantenerlas en estanques apartados para su producción sin afectar a las naturales, y evitar el uso de compuestos químicos que afectan la calidad del agua.
	B) Desmonte de la cobertura natural		
	C) Uso de pesticidas y fertilizantes		
Ganadería	A) Pastoreo de bovinos y caprinos	Compactación del suelo, desplazamiento y reducción de la flora y fauna, y, contaminación del agua, aire y suelo.	Producción de especies de pastizal nativas, sin hacer un uso extensivo y variación de las zonas de pastoreo para evitar la compactación.
	B) Generación de residuos ganaderos		
Pesca	A) Introducción y Extracción de especies	Falta de regulación en la biología de los organismos que se extraen provocando desequilibrio trófico y ambiental.	Conocer el desarrollo de las poblaciones de los organismos y plantear temporadas de extracción y de veda, utilizar organismos nativos y utilizar sistema de riego de temporal para evitar la desecación del cuerpo de agua.
	B) Extracción de agua para riego		
Núcleos Urbs.	A) Cambio de uso del suelo	Expansión de núcleos urbanos, afectación en la distribución y abundancia de la flora y fauna.	Elaborar un ordenamiento territorial según las aptitudes del tipo de suelo, y controlar las poblaciones de la fauna doméstica, en especial los gatos.
	B) Generación de Residuos Sólidos Urbanos		
	C) Fauna doméstica		
Áreas recreativas	A) Caminos de acceso	Perturbación a las especies silvestres de flora y fauna, erosión del suelo, cambios en la calidad del agua.	Colocación de depósitos de basura, letrinas así como también vigilancia y servicio de limpia constantes. Solicitar el constante suministro de agua potable para los habitantes del lugar.
	B) Fogatas		
	C) Erosión del suelo		
	D) Contaminación del agua		
Servicios	A) Drenaje	Falta de interés por parte del órgano gubernamental para tratar los problemas como falta de drenaje parcialmente, afectación de ecosistema a causa de las especies introducidas.	Terminar el red de drenaje, realizar reforestaciones exclusivamente con especies nativas del lugar, tales como pinos (<i>Pinus leiophylla</i> y <i>P. montezumae</i>) y encinos (<i>Quercus crassifolia</i> , <i>Q. castellana</i> , <i>Q. crassipens</i> , <i>Q. obtusata</i> y <i>Q. rugosa</i>).
	B) Energía eléctrica		
	C) Reforestación con especies no nativas		