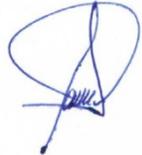




- I. **Área de quien clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Guerrero.
  
- II. **Identificación del documento:** Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular. - mod. [a]: no incluye actividad altamente riesgosa [MIA] particular [SEMARNAT- 04-002-A] Clave del Proyecto: **12GE2023HD076**
  
- III. **Partes clasificadas:** Página 1 de 182 contiene dirección, teléfono, rfc, curp y correo electrónico particular.
  
- IV. **Fundamento Legal:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; **razones y circunstancias que motivaron a la misma:** Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
  
- V. **Firma del titular:** Ing. Armando Sánchez Gómez 
  
- VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

Acta 25/2024/SIPOT/3T/2024/ART69, en la sesión celebrada el 16 de octubre del 2024.

Disponible para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA\\_25\\_2024\\_SIPOT\\_3T\\_2024\\_ART69](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69)

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
SECTOR HIDRAULICO  
MODALIDAD PARTICULAR  
Del proyecto denominado:

“Desazolve de la Laguna de Tuxpan”.



Laguna de Tuxpan, Municipio de Iguala de La Independencia, Estado de Guerrero.

# I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## I.1. Datos generales del proyecto

### I.1.1. Nombre del proyecto

“Desazolve de la Laguna de Tuxpan”.

I.1.2. Ubicación del proyecto. a) Dirección del proyecto (calle, número, colonia, código postal, localidad, municipio, entidad federativa, con coordenadas geográficas y/o UTM, señalar b) vías de comunicación, c) localidades próximas)

a) Dirección y coordenadas.

El proyecto se localiza en el Poblado de Tuxpan, Laguna de Tuxpan, Municipio de Iguala de la Independencia. Estado de Guerrero.

### Macro Localización

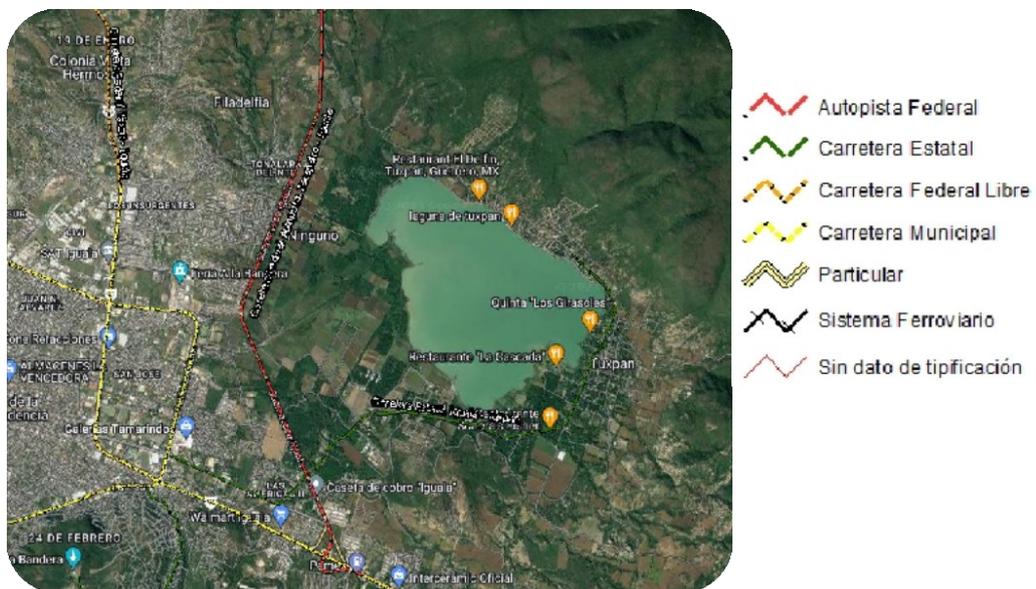


## b) Vías de comunicación.

Para llegar al área se accede a través de las siguientes vías:

Su principal vía de comunicación es la carretera estatal Iguala - Tuxpan, aunque la autopista federal Chilpancingo-Iguala pasa relativamente cerca de la Laguna.

A la Laguna de Tuxpan se puede llegar por la Autopista México-Acapulco, al llegar al entronque Boulevard Heroico Colegio Militar hacia la carretera que lleva al pueblo, o bien puedes partir de la Ciudad de Iguala, tomando el Boulevard Heroico Colegio Militar entroncando hacia la carretera al pueblo de Tuxpan.



## c) Localidades próximas

En la cuenca Tuxpan las localidades con mayor población son Tuxpan y el Tomatal, con 2,086 y 1,245 habitantes respectivamente. Además, se localizan otras pequeñas comunidades como Tepochica y Rancho del Cura entre otras.

### I.1.3. Duración del proyecto

La duración de los trabajos de nuestro proyecto, se realizará en un periodo de 12 meses, de acuerdo a la programación de trabajo general.

## I.2. Datos generales del promovente

### I.2.1. Nombre o razón social

MAC-TA SERVICIOS S.A. de C.V.

### I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

RFC: MSE170530HZ4

### I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

LAE. César Octavio Larumbe Dimayuga

### I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle 6 de enero, Col. La Laja, C.P. 39600, Municipio de Acapulco de Juárez, Estado de Guerrero, Autorizando en términos del Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo para oír y recibir notificaciones a Lic. Aziel Reyes de la Rosa, teléfono 7475455632

1.2.5.Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.2.5.1Nombre o razón social

MAC-TA SERVICIOS S.A. de C.V.

1.2.5.2Registro Federal de Contribuyentes o CURP

RFC: MSE170530HZ4

1.2.5.3Dirección del responsable técnico del estudio

Calle 6 de enero, Col. La Laja, C.P. 39600, Municipio de Acapulco de Juárez, Estado de Guerrero, Autorizando en términos del Artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo para oír y recibir notificaciones aLic. Aziel Reyes de la Rosa, teléfono7475455632

1.2.5.4Responsable técnico del estudio

LAE. César Octavio Larumbe Dimayuga

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. Información general del proyecto

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto se inscribe en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, artículo 28, fracción I; Reglamento de la misma ley, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, artículo 5°, inciso A) fracción X: **A) HIDRÁULICAS; X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;**

Siendo que el presente estudio forma parte del sector Hidráulico, en la modalidad particular del proyecto para el desazolve de la Laguna de Tuxpan, llamándose el proyecto: **“Desazolve de la Laguna de Tuxpan” Ubicado en el Municipio de Iguala de la Independencia, Estado de Guerrero;** ubicada entre la coordenada geográfica de 49°49.93"N latitud norte, 99°54'16.54"O longitud oeste.

El municipio de Iguala se encuentra al norte de la ciudad de Chilpancingo, Gro., su cabecera municipal es Iguala de la Independencia, ubicado entre los paralelos 18°13" y 18°27" de latitud norte y entre los 99°29" y 99°42" de longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich. Asentado en los comienzos de la representación de la cuenca del río Balsas, colinda al norte con Buena Vista de Cuellar y Taxco; al este con Huitzuco, Tepecoacuilco y Cocula; al oeste con Teloloapan. Iguala de la Independencia se encuentra situada a 731 metros sobre el nivel del mar (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México 2013). Con una población de 140,363 habitantes (INEGI 2010).

Forma parte de la región norte del Estado de Guerrero, tiene una superficie de 567.1 km<sup>2</sup> que representan el 0.89 por ciento del territorio total del estado. La configuración del suelo es representativa de tres tipos de relieve, los que constituyen las zonas accidentadas forman el 40 por ciento del territorio municipal, están localizadas principalmente en Coacoyula de Álvarez, en esta parte destacan los cerros: Tuxpan con 1,695 metros; Conejo con 1,237 y Grande o Pívilas con 1,420 m; el 30 por ciento lo componen zonas semiplanas localizadas al oriente y sur del municipio, sobre las localidades de Ahuehuepan, Metlapa, Ceja Blanca y Planta de Zapotal; las zonas planas constituyen el 30% restante y se localizan en el centro, norte y oriente.

Los cuerpos de agua que se encuentran en el municipio son: la Laguna de Tuxpan y el río San Juan y Tomatal (con caudales permanentes). Los arroyos de escurrimientos temporales son Ceja Blanca, las Tijerillas y el Naranja. Existen también varios pozos de extracción de agua.

La Laguna de Tuxpan se encuentra ubicada en el pueblo de Tuxpan con una población de 2,086 individuos. La laguna de Tuxpan es un lago de origen tectónico formado por la depresión de la costra terrestre por movimientos tectónicos. Este tipo

de lagos son resultado de las áreas de subsidencia que resultan de la actividad tectónica. Muchas de estas depresiones son depósitos de agua debido a la porosidad de los sedimentos (Wetzel, 2001). En muchos lagos la contribución de los aportes de aguas subterráneas es de mucha importancia como parece suceder en la Laguna de Tuxpan y puede representar la mitad del aporte hidrológico anual con grandes cargas de fósforo y nitrógeno.

Según el reporte de Reservas de la Biósfera y otras Áreas Protegidas de México (1995) la Laguna de Tuxpan está catalogada como Presa Laguna de Tuxpan con fecha de Decreto del 3 de agosto de 1949, con una superficie de 10,000.00 hectáreas con categoría ZPF (Zona Protectora Forestal).

Piperno et al. (2007) reportan para la Laguna de Tuxpan una longitud de 2.5 a 1.75 km, con una antigüedad de aproximadamente 3,000 años a.c. Constituido por tres costras paralelas en la parte más profunda (5.5 y 5.8 metros). Asimismo, señalan que de cuatro a seis metros de sedimentos fueron depositados en el lago por la desviación del efluente El Tomatal hacia el lago hace más de 50 años. Previamente a este evento la profundidad del lago era de 15 m y albergaba una alta variedad de peces y crustáceos nativos, por lo tanto, los sedimentos recientes provocaron la pérdida de 800 a 1000 años de registros paleolimnológicos.

En las últimas décadas, la cuenca y su laguna han sufrido un proceso de deterioro ambiental. Algunos de los principales problemas de la región son la erosión del suelo y escurrimientos de las tierras altas deforestadas (se estima que 50% del área presenta erosión hídrica, desde ligera hasta severa, así como formación de cárcavas), reducción de la superficie y la profundidad del lago; efluentes de agua residual municipal y sedimentos procedentes de la subcuenca del río Tomatal, lavado de ropa a la orilla de la laguna por parte de visitantes y pobladores de Tuxpan; así como desalojo de desechos de los restauranteros ubicados en la rivera del lago y aportes de contaminación difusa en las microcuencas que integran la cuenca Tuxpan debido a las actividades agropecuarias.

La Laguna de Tuxpan se ubica a una altitud media de 749 m.s.n.m., a unos 4-5 km al noreste de la ciudad de Iguala, Guerrero, y se sitúa entre los 18° 20' y 18° 22' de latitud norte y de 99° 28' y 99° 30' de longitud oeste, y constituye uno de los destinos turísticos, deportivos y de recreo local. La cuenca hidrográfica es abierta con un efluente artificial denominado canal de Llamada, y tiene una superficie de alrededor de 70 km<sup>2</sup>. De las cuales la Laguna ocupa 2.9 km<sup>2</sup>. La Laguna se alimenta por los escurrimientos por cuenca propia, la corriente principal que es el río Tomatal y manantiales que se ubican dentro de la misma laguna.

Tanto en la Laguna como en sus alrededores, la economía de la región depende principalmente de la pesca y el comercio del mango; otras actividades son el turismo (restaurantes en la rivera del cuerpo de agua), actividades ganaderas (pastoreo de bovinos y caprinos) y agrícolas de temporal (maíz, sorgo y cacahuate) y de riego

(hortalizas, flores y frutales). La Laguna se ha caracterizado por su belleza y en los últimos años se ha convertido en un importante centro de atracción debido a la cantidad de carreras de motos acuáticas y el torneo acuático "Nauticopa" que se realiza.

Los registros de sedimentos antiguos señalan la presencia de polen y fitolitos. Asimismo, indican que el cuerpo de agua sufrió sequías frecuentes de origen estacional, así como aportes de material producto de la erosión de las márgenes del lago y de los aportes por escorrentías en la época de lluvias. Se encontraron una alta variedad de diatomeas que datan de 2,680 a 40 años a.c. Todo señala que el lago tuvo su origen hace 3,000 años a.c. y por el tipo de sedimentos encontrados el lago ha permanecido desde entonces. Así mismo, mencionan que el tipo el polen encontrado corresponde a la diatomea *Aulacoseira* y a los fitolitos de los árboles, como: *Bursera*, *Cordia*, *Eugenia*, *Protium*, *Sapotaceae*, *Spondias* y otra variedad de palmas *Elaeis*, que se explican debido a la influencia humana y a las altas laderas que rodean al lago, que generaron la llegada de mayor cantidad de polen de *Quercus*, *Podocarpus*. La desaparición de *Thyfa* y restos de árboles durante algunos periodos, señalan una reducción de la precipitación, escorrentías y decremento del nivel del lago hacia 2,000 a.c. que coinciden con la sequía en Mesoamérica entre 1,800 y 900 a.c. y con el colapso de la cultura Maya. Asimismo, los registros de polen y fitolitos indican la deforestación de la zona debido a las actividades agrícolas.

Los factores físicos sirven para definir la región natural y para individualizarla como una «región homogénea», esta noción se emplea para iniciar el estudio regional de una parte de la superficie terrestre. Una región natural está delimitada por criterios de geografía física, principalmente los que tienen que ver con el relieve y, en menor grado, con el clima, la hidrografía, la vegetación, los suelos y otros. Se tiene así la definición de regiones climáticas, hidrográficas, edáficas, fitogeográficas, entre otras. Por lo tanto, cada una de las unidades territoriales determinadas por el relieve, el clima y la vegetación constituye una región natural. En una región geográfica, los fenómenos humanos colectivos, son complejos y difíciles de definir y aún más de delimitar, sus límites son convencionales y dependen en gran parte del criterio empleado y además cambian en el tiempo.

El análisis de gran parte de los fenómenos hidrológicos que ocurren sobre un determinado espacio geográfico suele tener como referencia a la unidad fisiográfica conocida como cuenca. La cuenca es un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por la precipitación y donde los excedentes de agua convergen en un punto espacial único. Las características físicas de una cuenca desempeñan un papel esencial en el estudio y comportamiento de parte de los componentes del ciclo hidrológico (evaporación, infiltración, flujo superficial, entre otros; Díaz et al, 1999). Por lo tanto, en este estudio se efectúa la descripción del clima, hidrología, topografía, geología, edafología, vegetación y uso del suelo de las cuencas que influyen en la calidad del agua de la Laguna de Tuxpan.

En la cuenca Tuxpan las localidades con mayor población son Tuxpan y el Tomatal, con 2,086 y 1,245 habitantes respectivamente. Además, se localizan otras pequeñas comunidades como Tepochica y Rancho del Cura entre otras. En la tabla siguiente se muestran las características de algunas localidades, su población y el grado de marginación.

La profundidad máxima de la Laguna de Tuxpan es de 7.86 m y su profundidad media es de 4.59 metros, por lo que se clasifica como un cuerpo de agua somero.

La tabla siguiente resume la información de las características del cuerpo de agua y del área de estudio.

Principales características de la Laguna de Tuxpan y su cuenca. Altitud (msnm)	749
Volumen del lago (x 106 m3)	18.896
Área del lago (km2)	4.119
Área de la cuenca (km2)	70.0
Profundidad máxima (m)	7.86
Profundidad media (m)	4.59
Largo máximo (km)	2.7
Ancho máximo (km)	1.9
Clima Cálido subhúmedo seco	(Aw0 (w)(i)g)
Temperatura media anual (°C)	25.5
Precipitación media anual (mm)	1,067

El presente proyecto, comprende:

El proyecto tiene como objetivo ejecutar trabajos de mantenimiento al cuerpo de agua denominado Laguna de Tuxpan, el cual comprenden actividades de limpieza y desazolve de una sección del área del espejo de agua y profundidad de esta ya que la problemática actual que presenta es el desecamiento por el azolve de la laguna y pérdida de profundidad. Este proyecto pretende llevar a cabo el mantenimiento del cuerpo lagunar durante un periodo de 4 meses efectivos, previo al inicio de la temporada de lluvia, dentro de un área con una superficie de 4.119 (km2), correspondiente a la Laguna de Tuxpan una longitud de 2.5 a 1.75 km, con una antigüedad de aproximadamente 3,000 años a.c, de la cual el dragado se pretende realizar en 5 puntos (E-1, E-2, E-3,E-4,E-5) y 1.2 Ha para la el patio de secado de lodos provenientes del dragado, misma que se pretende ubicar fuera del espejo de agua para evitar que sean arrastrados nuevamente al interior del cuerpo de agua en temporada de lluvias.

La superficie total del área del proyecto es un total de 4.119 km<sup>2</sup> correspondiente al área del lago, el área total de dragado corresponde a 37,871,708 m<sup>3</sup>, de los cuales en esta primera etapa solo se va a dragar 9,467,927 m<sup>3</sup>.



Ubicación de los puntos de muestreo y desazolve en la Laguna de Tuxpan

Punto	X	Y
E-1	2030428.54	447623.74
E-2	2029452.96	448204.17
E-3	2028848.98	447910.25
E-4	2029624.24	447479.06
E-5	2029227.56	448714.16

Volumen por dragar: 9,467,927 m<sup>3</sup>



Ilustración Patio de secado de sedimento

El proyecto se desprende de las condiciones ambientales prevaecientes del cuerpo lagunar, que ha experimentado una perdida muy importante del vaso o espejo de

agua, por acumulación de sedimentos que son arrastrados de la parte media y alta de la cuenca, con tendencia a desaparecer si no se mejoran las condiciones orientadas a mejorar el flujo hidrodinámico, con limpieza y retiro de azolves acumulados a lo largo del tiempo, los cuales junto con la humedad ha creado condiciones adecuadas para la propagación de la flora y reduciendo la capacidad de agua, provocando el desecamiento de las áreas más azolvadas y por ende la mortandad de flora y fauna propia de la laguna.

Esta condición azolves y crecimiento acelerado de la vegetación representa alto riesgo de “asfixia del vaso lagunar” con todos sus componentes ambientales, asimismo en la Manifestación de impacto ambiental se establece que se debe realizar el mantenimiento con retiro de azolves que permita el intercambio de excedentes pluviales hacia la Laguna y en la época de estiaje permita que conservar agua suficiente para permitir la existencia de flora y fauna por el flujo de nutrientes y microorganismos propios del sistema lagunar.

La profundidad máxima de la Laguna de Tuxpan es de 7.86 m y su profundidad media es de 4.59 metros, por lo que se clasifica como un cuerpo de agua somero.

Principales características de la Laguna de Tuxpan y su cuenca

Altitud (msnm)	749
Volumen del lago (x 106 m3)	18.896
Área del lago (km2)	4.119
Área de la cuenca (km2)	70.0
Profundidad máxima (m)	7.86
Profundidad media (m)	4.59
Largo máximo (km)	2.7
Ancho máximo (km)	1.9
Clima Cálido subhúmedo seco	(Aw0 (w)(i)g)
Temperatura media anual (°C)	25.5
Precipitación media anual (mm)	1,067

## II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

**II.1.2.1. Ubicación del proyecto.** Dirección del proyecto (calle, número, colonia, código postal, localidad, municipio, entidad federativa, con coordenadas geográficas y/o UTM)

La Laguna de Tuxpan se ubica a una altitud media de 749 m.s.n.m., a unos 4-5 km al noreste de la ciudad de Iguala, Guerrero, y se sitúa entre los 18° 20' y 18° 22' de latitud norte y de 99° 28' y 99° 30' de longitud oeste, y constituye uno de los destinos turísticos, deportivos y de recreo local. La cuenca hidrográfica es abierta con un efluente artificial denominado canal de Llamada, y tiene una superficie de alrededor de 70 km<sup>2</sup>. De las cuales la Laguna ocupa 2.9 km<sup>2</sup>. La Laguna se alimenta por los

escurrimientos por cuenca propia, la corriente principal que es el río Tomatal y manantiales que se ubican dentro de la misma laguna.

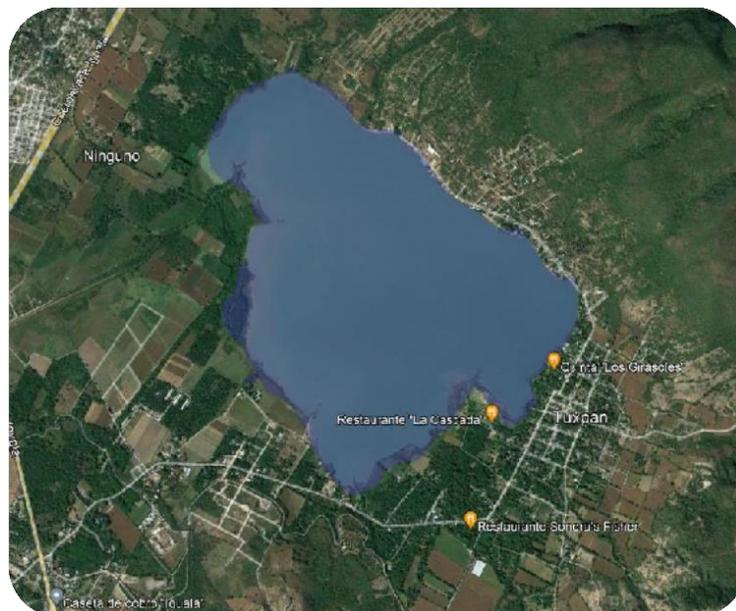
### II.1.2.2. Dimensiones del proyecto.

#### a) Superficie total del predio (en m<sup>2</sup>)

La superficie total del área del proyecto es un total de 4.119 km<sup>2</sup> correspondiente al área del lago, el área total de dragado corresponde a 37,871,708 m<sup>3</sup>, de los cuales en esta primera etapa solo se va a dragar 9,467,927 m<sup>3</sup>.

#### b) Superficie por afectar (en m<sup>2</sup>) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva baja caducifolia, bosque de galería y tular). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto

- ✓ Para el caso del presente proyecto, no se afectara vegetación alguna, ya que el dragado se realizara dentro del cuerpo de agua, por otra parte los bancos de tiro se realizaran en las parcelas contiguas a la laguna en una superficie aproximada de 78 has, esto después de haber realizado el estudio de análisis físico y químico de los sedimentos de la laguna de Tuxpan, como son Textura del Suelo, Densidad Aparente (g cm<sup>-3</sup>), pH del Suelo, Conductividad Eléctrica (d Sm<sup>-1</sup>), Materia orgánica (%) y Fosforo (P); arrojando que el material es apto para el uso agrícola.





*Ilustración Parcelas cercanas a la laguna que servirán como bancos de tiro, dándole uso agrícola.*

### **II.1.3. Inversión requerida**

#### **a) Importe total de la inversión del proyecto**

El importe total que se tendrá para la inversión del proyecto es de \$1,300,000 (1.3 millones de pesos 00/100 MN), recursos del Fondo Verde.

#### **b) Costo necesario para medida de prevención y mitigación.**

El costo necesario que se empleará para la medida de prevención y mitigación está contemplado dentro de los gastos del importe total de la inversión del proyecto. Este gasto tiene un costo aproximado de \$300,000.00 (trescientos mil pesos 00/100 MN).

## II.1.4. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se encuentra en la zona urbana del Poblado de Tuxpan, que de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020, en la siguiente tabla se hace el desglose de los servicios con los que cuenta la localidad.

III. Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda (Parte 2)				
Indicador de carencia	Población (miles)	%	Número de viviendas	%
<b>Servicios básicos en la vivienda<sup>1</sup></b>	<b>67.7</b>	<b>42.4%</b>		
En viviendas sin acceso al agua <sup>2</sup>	58.3	38.0%	14,784	36.5%
En viviendas sin drenaje <sup>2</sup>	4.1	2.7%	1,092	2.7%
En viviendas sin electricidad <sup>2</sup>	0.4	0.2%	119	0.3%
En viviendas sin chimenea cuando usan leña o carbón para cocinar <sup>2</sup>	23.5	15.3%	5,259	13.0%

### Necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos (número de viviendas y porcentaje)

Agua y drenaje <sup>2</sup>		Agua y electricidad <sup>2</sup>		Agua y combustible <sup>2</sup>	
795	2.0%	112	0.3%	3,485	8.6%
Drenaje y electricidad <sup>2</sup>		Drenaje y combustible <sup>2</sup>		Electricidad y combustible <sup>2</sup>	
46	0.1%	314	0.8%	33	0.1%

**Fuente:** elaborado por la Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA), Secretaría de Bienestar, con información de

1. Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL, con información de INEGI 2020.

2. Cuestionario Ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020, aplicando la Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL.

Esta zona cuenta con algunos de los servicios de equipamiento urbano como son tendidos de energía eléctrica, línea telefónica, alumbrado público, agua potable, vía de acceso en muy buenas condiciones, como carreteras, calles y andadores, sin embargo, carecen de sistema de drenaje municipal.

El agua residual del drenaje sanitario es el producto del agua de abastecimiento desechada por la comunidad. Estas aguas residuales procedentes de cocinas, baños, lavabos, sanitarios y lavanderías tienen una constitución variada, (materias fecales, papel, jabón, suciedad, restos de alimentos entre otras sustancias). Con el paso del tiempo el color del agua cambia gradualmente de gris a negro, desarrollándose un olor desagradable. La mayor parte de la materia residual es orgánica y útil a los organismos saprófitos (organismos descomponedores).

El agua gris corresponde a las aguas residuales de lavabos, regaderas, lavandería y aseo en general de pisos. Las aguas negras representan los líquidos de composición variada y compleja, procedente de los diferentes usos domésticos, comerciales, públicos e industriales mezcladas o no con agua de lluvia. Las aguas residuales domésticas constituyen el conjunto de líquidos residuales de usos

domésticos y comerciales provenientes de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Una de las causas principales del deterioro de la calidad del agua de la Laguna de Tuxpan son las descargas que se vierten al río el Tomatal con un importante arrastre de sedimentos, residuos sólidos, materia orgánica fecal, grasas, aceites y algunos nutrientes provenientes en los sedimentos. Estos también contribuyen con la contaminación de los acuíferos en las zonas aledañas a la Laguna y a la de los pozos de infiltración. Otra aportación importante es la generada por las fosas sépticas que se infiltran al manto freático contaminando el agua subterránea.

En el poblado de El Tomatal, se observan descargas de aguas residuales directas sobre las calles y avenidas de la comunidad, esto se debe a la falta de un sistema colector de aguas residuales en toda la comunidad. Algunas viviendas que se ubican cerca del cauce del río descargan sus aguas residuales directamente al río el Tomatal, sin embargo, existen otras que no se visualizan, posiblemente porque las viviendas cuentan con fosa séptica por lo que sus descargas ya sea aguas jabonosas y/o sanitarias se encuentran enterradas y por lo tanto se vierten hacia el subsuelo. Ambas descargas, ya sea las directas al río o las provenientes de las fosas sépticas, finalmente llegan a la Laguna de Tuxpan, que se encuentra aguas abajo del cauce del río Tomatal.

Las descargas de la comunidad del Tomatal se agrupan o confluyen principalmente en tres sitios del río Tomatal, estas descargas presentan olor característico a efluentes de tipo municipal. También se observan diferentes tipos de residuos sólidos urbanos, entre los que destacan los plásticos y diversos envases de medicamentos.

Aguas abajo del cauce del río Tomatal y antes de llegar a la comunidad de Tuxpan, se encuentra el CERESO que cuenta con una cisterna para evitar que las heces fecales lleguen directamente al río, sin embargo, se puede apreciar que existe una descarga de agua residual directa hacia el río Tomatal. Este centro tiene la autorización de una planta tratadora de aguas residuales, con recursos de los tres niveles de gobierno, que hasta la fecha no se ha realizado.

Después del CERESO y siguiendo el curso del cauce del río, poco antes de llegar a la comunidad de Tuxpan, se observan algunos puntos de descarga de aguas residuales al río, éstas se encuentran a una distancia de aproximadamente 2,429 metros antes de la Laguna. En las descargas localizadas se determinaron los límites máximos permisibles de los parámetros de calidad del agua para diferentes tipos de cuerpo receptor, también se determinó la demanda química de oxígeno (DQO).

El muestreo y análisis de la calidad del agua en el Tomatal se realizó de acuerdo con la NMX-AA-003-1980, Aguas residuales – muestreo y los parámetros de calidad del agua analizados de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Los resultados de los análisis de la calidad del agua del río Tomatal indican que se encuentra contaminado por la presencia de coliformes fecales causado principalmente por las descargas de aguas residuales generadas en la localidad del Tomatal.

A pesar de que el grado de contaminación del río, por la presencia de materia orgánica se encuentra por debajo de la norma y del índice de calidad del agua, es indispensable instalar colectores de aguas residuales para la conducción de estas, hacia un sistema de tratamiento o a la red de drenaje para, de esta manera, impedir que las descargas se sigan arrojando directamente hacia el río.

Con base a lo anterior, es necesaria la construcción de un sistema de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales descentralizadas para su tratamiento y desinfección, ya que, de acuerdo con su caracterización, las aguas residuales de la colonia El Tomatal presentan un alto contenido de materia orgánica, coliformes fecales, huevos de Helmintos, grasas y aceites.

## II.2. Características particulares del proyecto

### II.2.1. Programa de trabajo

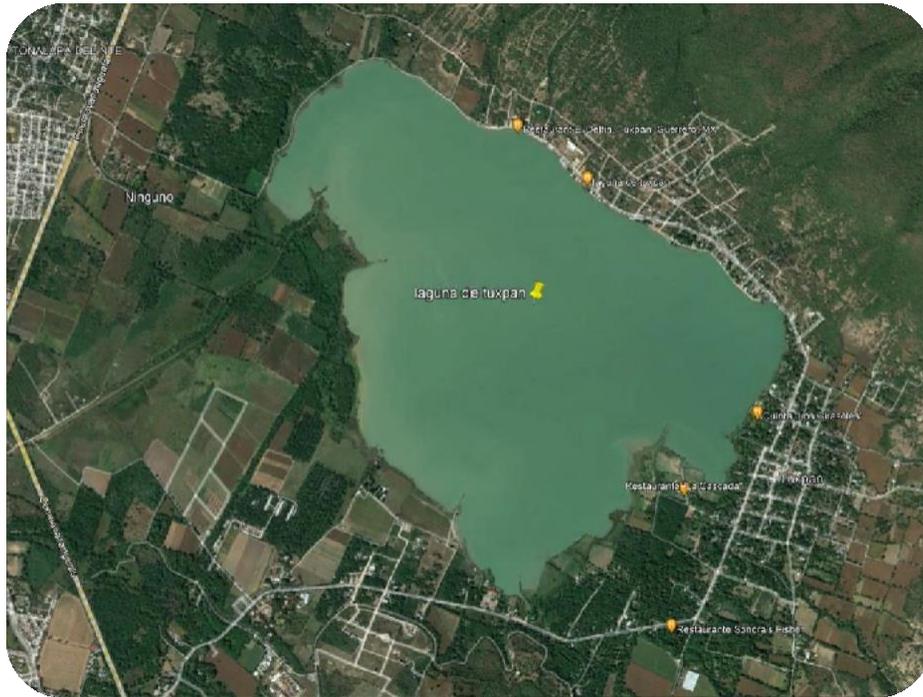
El presente trabajo de nuestro proyecto se realizará en un año, siendo un periodo para terminar de acuerdo a la siguiente tabla de programa de trabajo general.

ACTIVIDAD	BIMESTRES											
	1		2		3		4		5		6	
<b>TRABAJOS PREVIOS</b>	■	■	■	■								
REUNIONES DE TRABAJO	■											
ESTUDIOS PREVIOS	■	■	■									
SOLICITUDES DE APOYO GUBERNAMENTAL			■	■								
PERMISOS NECESARIOS				■	■							
SOLICITUD DE RECURSOS												
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO DE LOS TRABAJOS</b>					■	■	■	■	■	■		
RECONOCIMIENTO DEL ÁREA					■							
LIMPIEZA						■	■					
TRAZO DE LA RUTA DE ACCESO PARA DRAGADO							■					



## II.2.2. Representación gráfica local

De acuerdo con la siguiente gráfica local, se puede observar en la zona donde se proyectará el desazolve.



Ubicación del proyecto  
Zona de conjunto en el área a desarrollarse el proyecto

## II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

### II.2.3.1. Preparación del sitio (incluir: descripción de obras y actividades provisionales del proyecto, descripción de servicios requeridos)

Las actividades previstas para la etapa de instalación del campamento e inicio del dragado consisten básicamente en que una vez que el desarrollador cuente con los permisos, licencias y/o autorizaciones necesarias para iniciar el proceso; se realizará la identificación del espacio en el cual tendrá lugar el campamento temporal para el resguardo del personal y sitio donde tomaran sus alimentos.

Antes de iniciar propiamente las obras de desazolve y dragado es necesario realizar algunas acciones a efecto de preparar el sitio para un funcionamiento de la draga. A continuación, se enumeran las acciones de preparación del sitio.

Para el comienzo de la preparación del sitio, se realizarán actividades de reconocimiento del terreno con el grupo de especialistas en distintas materias con sus asistentes, para empezar hacer la identificación visual del sitio donde se pondrá la maquinaria de manera temporal, previo a su instalación, identificación del sitio *insitu* del cuerpo de agua, identificación de los sitios de dragado, así como del área de marcaje de puntos para los sitios de tiro.

La instalación de la maquinaria en el área y sus impactos ambientales dependen no generaran impactos de alto grado, debido a que no se instalara de manera permanente en el sitio por lo que únicamente se prevén impactos ambientales temporales, la experiencia de los trabajadores o del contratista y la calidad de la supervisión durante la construcción. Por lo cual el control de calidad durante la construcción puede reducir significativamente las necesidades de mantenimiento, menor pérdida de suelos, fallas menores en los drenajes o alcantarillas del camino, y como consecuencia disminución de los impactos ambientales.

- **Traslado de maquinaria y sus accesorios al sitio de la obra.**

Se contempla la movilización de la maquinaria desmontada (retroexcavadoras, tractores de oruga, draga de succión con cortador), equipo auxiliar constituido, por lanchas, chalanes, tuberías terrestres y flotantes, y accesorios complementarios para realizar el dragado de los canales.

Una vez en el sitio se procederá al armado de la draga y la realización de las pruebas para su adecuado funcionamiento.

- **Trazos y niveles.**

Para determinar la ubicación del eje de los canales por dragar, se realizará el levantamiento topobatimétrico para obtener la configuración del fondo y poder determinar las profundidades en los sitios de trabajo y posteriormente colocar marcas y señalar con boyas los ejes de los canales y el ancho de acuerdo con lo indicado en el plano del proyecto

Para la realización de estos trabajos se empleará equipo topográfico de alta precisión, como: Una estación local, GPS, nivel flujo automático, equipo de batimetría, ecosonda digital, lancha con motor fuera de borda y demás elementos como estadales, balizas, plomadas, banderillas, flotadores, etc.; así como personal calificado para este tipo de trabajos. Se revisarán los trazos y niveles cuantas veces sea necesario durante el desarrollo de los trabajos.

A lo largo de la actividad se considerará la colocación de señalamientos adecuados indicando el área de los trabajos, así como en el equipo y en las embarcaciones que utilicen para tal fin, a efecto de evitar accidentes.

- **Levantamiento inicial.**

Se realizará un levantamiento batimétrico previo al iniciar los trabajos, para obtener los niveles de terreno natural actuales al momento de dragado, con la finalidad de controlar los avances de dragado y cumplir con los niveles del proyecto.

### **Monumentación De Puntos De Control**

Durante este proceso se realizó la colocación de cuatro mojoneras de concreto coladas en sitio. Para dar valor a estas mojoneras se colocó en primera instancia dos equipos GPS en modo estático sobre las mojoneras GPS-T1 y GPS-T2 a fin de recabar datos para su postproceso y ligue con la red del INEGI, dicho postproceso se realizó con el apoyo del software Leica Geo Office 8.4. de Leica. Posteriormente ya con los valores obtenidos se colocó la base GPS en modo RTK sobre la mojonera GPS-T1 y se procedió a dar valor a las mojoneras GPS-T3 y GPS-T4 tomando lecturas con el tiempo necesario para obtener resultados con precisión milimétrica.

### **Batimetría**

Un estudio batimétrico consiste en describir las profundidades de un cuerpo de agua. La batimetría permite conocer las curvas de elevaciones-capacidades y los sitios en los cuales un cuerpo de agua ha perdido más capacidad de almacenamiento por los procesos de acumulación de sedimentos provenientes de las diferentes corrientes que descargan al mismo, así como las profundidades medias y máximas del cuerpo.

La información de la batimetría es útil para evaluar la adecuación de especies a este tipo de hábitats, localizar sitios críticos y para la selección de sitios de muestreo para otros estudios acuáticos (Peñafiel de Pedro y Zayas-Romero 1997; Piperno et al. 2007).

El río Tomatal aporta sedimentos la Laguna de Tuxpan, como resultado de los eventos de lluvia en su cuenca de aportación, por las actividades de cambio de uso de suelo y por actividades agrícolas, principalmente. El más reciente trabajo de efectuado de la Laguna de Tuxpan data de los años ochenta donde se establecen las curvas de nivel (SARH 1982). A la fecha se desconoce la capacidad de almacenamiento del lago y resulta importante actualizar esta información, ya que es de suma importancia para identificar los procesos que han estado alterando su capacidad a lo largo de más de 7 décadas.

La Laguna de Tuxpan es un cuerpo de agua con un área de 366 ha. El lago se alimenta por los escurrimientos por cuenca propia, la corriente principal que es el río Tomatal y manantiales que se ubican dentro del mismo lago

El método empleado en la determinación de las profundidades en la Laguna de Tuxpan fue mediante el uso de una eco sonda Garmin modelo GSPMAP serie 400,

equipo que permite registrar las trayectorias de desplazamiento de la embarcación y los puntos de profundidad con una frecuencia cada 3 segundos. Velocidades bajas de desplazamiento permiten captar una mayor cantidad de profundidades. Esta información es almacenada en la memoria del equipo para su posterior transferencia a una PC para el adecuado proceso de la información. Este equipo está provisto de un GPS que permite registrar las trayectorias de movimiento de la embarcación.

De forma paralela se utiliza otra tecnología para determinar las profundidades y corrientes del lago, con un equipo de perfilación acústica de efecto Doppler modelo M9 de la marca Sontek, el cual posee una sonda acústica vertical, la cual permite tener resolución de hasta 0.01 m en un rango de medición de profundidades entre 0.20 a 80 metros. Para definir la posición y desplazamiento de la embarcación se utiliza el sistema de posicionamiento RTK GPS (*real time kinematic*) o navegación cinética satelital en tiempo real, en la cual una estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real, generando la posibilidad de tener una exactitud submétrica en los desplazamientos de la embarcación.

Previo a la realización de los trabajos de campo, se debe definir un patrón de trayectorias que cubran el mayor número de sitios del lago y que genere la suficiente cantidad de profundidades que permitan definir con mayor precisión la batimetría de la Laguna de Tuxpan. El objetivo es evitar el menor número de superposición de puntos para minimizar tiempo de viaje desperdiciados. Para lagos pequeños es normal efectuar el trabajo de levantamiento en una sola sesión. Para el caso de cuerpos grandes (más de 500 has), se requiere dividir el lago en porciones manejables considerando varios sitios de acceso e islotes dentro del cuerpo de agua, si ese fuera el caso. El trabajo consiste en efectuar recorridos perimetrales y transectos transversales igualmente espaciados. Se recomienda que los transectos se efectúen Este-Oeste o Norte-Sur. Para cuerpos con una superficie menor a 200 ha se recomienda un espacio entre transectos de 50 metros; para cuerpos con superficie entre 200 a 1000 ha se recomiendan 100 m de espaciamiento. Las velocidades de la embarcación deberán de ser no mayores a 15 km/h para minimizar la pérdida de señal.

Un producto por generar dentro del estudio de batimetría es la representación tridimensional de las profundidades, similar a un modelo digital de elevaciones. Con tal fin se procesa la información obtenida del levantamiento con el software Tecplot.

El método normalmente empleado por este tipo de software está basado en la generación de un TIN (Triangulated Irregular Network), es decir una red irregular de triángulos y mediante algoritmos de interpolación se calculan las curvas de igual profundidad.

Se requiere del apoyo de gente que tenga conocimiento del lago y que conozca de los aspectos críticos: como zonas bajas, vegetación sumergida u otras características que permitan una mejor planeación del trabajo

## **Topo Batimetría**

Con la cobertura de los datos la información fue procesada con el software GIS ArcGis de ESRI para producir una primera representación de la batimetría de la zona de estudio. Basado en los algoritmos de interpolación del programa y de los contornos de profundidades se pudo definir los cambios en la batimetría en toda la Laguna de Tuxpan.

Los contornos de profundidades del lago se calcularon a partir del TIN generado dentro de ArcGIS. El TIN (Triangle Interpolation Network) es un conjunto de triángulos que se calculan a partir de puntos espaciados irregularmente con coordenadas "x","y" y "z". ARCGIS utiliza un método conocido como Natural Neighbour donde se forman triángulos entre todos los puntos de datos. El método requiere que un círculo que pasa por los tres nodos de un triángulo no deberá contener ningún otro punto, lo que significa que todos los datos (puntos), están conectados a sus vecinos más cercanos para formar triángulos.

Este método preserva todos los puntos de datos registrados. El método TIN se describe con más detalle en la documentación del usuario de ArcGIS (ESRI, 2011). Asimismo, se obtuvieron diversos cortes longitudinales, los cuales se muestran en las Figuras 2.5.3 a 2.5.5. Se observa la parte más profunda en la zona Este, que corresponde a la zona más alejada de la desembocadura del río Tomatal. La zona que corresponde a la desembocadura del río Tomatal se ve claramente decrementada en la profundidad debido al depósito de sedimentos que transporta el río (18.7 miles de toneladas de sedimento que produce la subcuenca del río Tomatal, Capítulo 4). La zona Noroeste con un decremento en la profundidad en la zona que corresponde a la entrada del Canal de Llamada. La zona Sureste se muestra como una zona de estabilización de distribución de sedimentos en el lago.

- **Campamento y almacén**

Las obras asociadas al proyecto se ejecutan en la fase de construcción y consiste en un campamento para trabajadores y almacén para materiales y herramientas, contando con las siguientes instalaciones:

- Almacén equipo y herramientas.
- Almacenes combustibles.
- Patio de estacionamiento de maquinaria pesada para la siguiente maquinaria:
  - ✓ Draga tipo anfibia
  - ✓ Instalación de la tubería que conecta a la draga tipo anfibia
  - ✓ Tractor Cat 571F
  - ✓ Sanitarios portátiles
  - ✓ Camioneta doble rodada
  - ✓ Camioneta estaquitas
  - ✓ Camioneta pick up

- **Zonas de tiro**

Para la contención del material producto del dragado se seleccionaron sitios donde no tuviera ninguna afectación la flora y fauna silvestre en esos lugares se realizará el secado de los lodos, para posteriormente ser retirados hacia las zonas de destino final.



**Coordenadas zona de secado superficie 4,533 m<sup>2</sup>**

Puntos	mE	mN
1	447231.61	2029753.45
2	447240.52	2029801.75
3	447246.98	2029813.58
4	447287.36	2029813.03
5	447307.99	2029800.93
6	447319.92	2029780.93
7	447318.33	2029754.66
<b>Total sup:</b>		<b>4,533 m<sup>2</sup></b>



## Coordenadas banco de tiro superficie 8,038.12 m<sup>2</sup>

Puntos	mE	mN
1	446158.03	2028920.03
2	446713.82	2029800.41
3	447127.96	2029618.17
4	447007.27	2029314.03
5	447747.89	2028710.48
6	447714.70	2028586.12
7	447465.78	2028700.00
8	447398.11	2028560.16
9	447183.40	2028641.60
10	447280.82	2028878.86
11	447050.61	2028897.19
12	446927.42	2028795.70
13	446756.38	2028891.44
14	446520.55	2028587.10
Sup.Total:		<b>8,038.12 m<sup>2</sup></b>



*Ilustración Parcelas cercanas a la laguna que servirán como bancos de tiro, dándole uso agrícola.*

### II.2.3.2. Construcción

El proyecto no pretende realizar construcción alguna, sin embargo, se considera como construcción al armado de la maquinaria a emplear, la cual será una draga tipo anfibia de succión que lanzará el material producto del dragado por medio de tuberías flotantes y terrestres hasta la zona de tiro, mismas que estarán marcadas con boyas o estacas, las cuales se mantendrán iluminadas y marcadas de tal forma que no presenten peligro a la navegación y la actividad pesquera.

- **Cuantificación de los volúmenes por dragar**

Una vez realizado la identificación de los sitios de dragado, se procedió a calcular por medio de las secciones transversales los volúmenes de dragado, obteniéndose los perfiles unitarios y la cuantificación por tramo tributarios, por sección dentro de la Laguna de Tuxpan, tal como lo solicitaron los términos de referencia del proyecto ejecutivo, por lo que se calcula extraer un volumen aproximado de 96,000 m<sup>3</sup> de sedimento.

- **CARACTERÍSTICAS DE LA DRAGA TIPO ANFIBIA:**

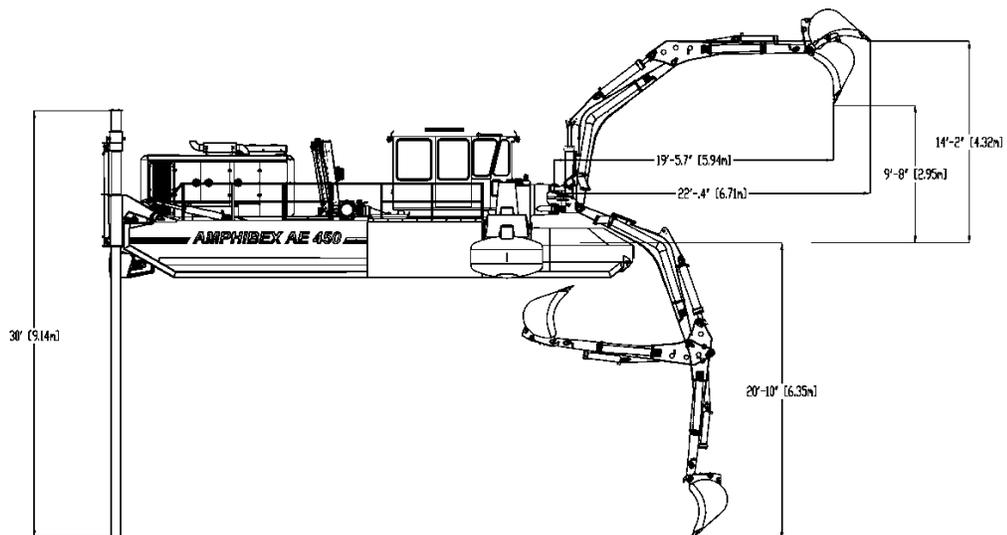
De 11 de metros de largo, 3.5 metros de ancho y 3.2 metros de altura, draga hasta 6.35 metros de profundidad, tiene un rendimiento de 128 metros cúbicos por hora y se tiene una tubería de hasta 900 metros para depositar sedimento.

Específicamente diseñado para operar en ambientes acuáticos, fuerte, sofisticado, versátil y seguro para el ambiente. Los estabilizadores delanteros, equipados con flotadores desmontables y estabilizadores traseros, equipados con cilindros basculantes hidráulicos, dan esta máquina su equilibrio, estabilidad y movilidad, lo que le permite trabajar sin dañar el ecosistema.

### Draga Amphibex 450



### Dimensiones de la draga AMPHIBEX 450:



- La longitud máxima del Amphibex 450 es de 10,85 metros y el peso total es de 22 toneladas.
- Puede llegar a una velocidad de navegación de 5 a 8 nudos.
- el motor diésel es un Caterpillar C9 de seis cilindros con 350 hp.
- El sistema hidráulico tiene una capacidad de 500 litros, funciona con aceite vegetal y alimenta cinco bombas (una presión compensada y cuatro de caudal variable).

Anphibex puede realizar limpieza y restauración de cursos de agua; estanques de limpieza; controlar la vegetación; creando vida salvaje hábitats; instalación de tuberías de agua, canalizaciones y cables submarinos; prevenir y romper bloques de hielo; desarrollo de turberas.

#### **II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento**

De acuerdo con el diseño de las obras el objetivo principal es el de rehabilitar el funcionamiento hidráulico de la Laguna Tuxpan procedente de la problemática ambiental derivado al asolvamiento y contaminación de la misma, de tal manera que durante la etapa de operación permita el libre flujo de las masas de agua de la laguna y de la llanura de inundación con los entornos colindantes con la dinámica espaciotemporal de la calidad de agua en la laguna, con todos los elementos con los que interactúa.

Por lo anterior y una vez realizadas las obras de ingeniería, la etapa o fase de operación depende completamente de los ciclos anuales de precipitación /sequía para su funcionamiento, por lo cual no existe un programa de operación en el cual se apliquen tecnologías que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos; reparaciones de sistemas o equipos ni control de maleza o fauna nociva.

Debido a las consideraciones del funcionamiento hidráulico de la laguna, anualmente con la avenida estacional de los cuerpos de agua que desembocan directamente o en las cercanías de la laguna, existe un aporte continental de sedimentos que se acumulan en la laguna como parte de un proceso natural como son el río El Tomatal, disminuyendo a través del tiempo la capacidad de conducción de los canales que serán dragados por lo que se hace necesario devolverles las dimensiones originales mediante un dragado de mantenimiento cada 2 – 3 años por lo que en el presente proyecto se han considerado actividades de mantenimiento en los 3 y 5 años, aunque debido a la dependencia de fenómenos naturales el volumen de la obra deberá ser determinado con base en los estudios correspondientes.

- **Levantamientos de control.**

A lo largo de la obra se harán levantamientos batimétricos mensuales que sirvan para llevar a cabo el control de los trabajos del dragado. Estos levantamientos permitirán determinar si se ha cumplido o no con las líneas y niveles del proyecto entre secciones. Así mismo se podrán detectar nuevos azolves en cuyo caso se harán nuevamente dragados en las zonas identificadas.

También se llevará un control de volumen de las zonas de tiro por medio de seccionamientos para verificar que no se sobrepasen las capacidades de estas, o en caso contrario, no se aproveche su capacidad de acuerdo con el proyecto.

- **Levantamiento final**

Se realizará un levantamiento batimétrico en cada una de las zonas o etapas del proyecto al final del dragado para obtener el volumen real de los trabajos, Además servirá para verificar que se haya cumplido con las líneas y niveles de acuerdo con lo estipulado en el proyecto, en un momento dado que en alguna zona se detectará material acumulado debido a azolvamiento o derrumbes de los taludes. Los seccionamientos serán a cada 15 m y se prolongarán 35 m a cada lado del ancho de la plantilla.

### **II.2.5. Etapa de abandono del sitio**

El proyecto considera como abandono del sitio el retiro de la maquinaria, tubería, boyas y otras marcas colocadas en aguas utilizada para la realización del dragado, ya que como se mencionó únicamente será utilizada durante la preparación del sitio y operación del proyecto, se considera el desmantelamiento del campamento temporal para el resguardo de equipo, así como el retiro de letrinas utilizadas en las diferentes etapas del proyecto.

### **II.2.6. Utilización de explosivos**

Por las características del proyecto, no se tiene proyectada la utilización de explosivos durante ninguna de las etapas del proyecto.

### **II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

- **Residuos Sólidos Peligrosos**

Durante las fases de preparación del sitio y construcción del proyecto, no se generarán residuos considerados como peligroso ya que la maquinaria que se pretende utilizar no se le dará mantenimiento en el sitio, dicha maquinaria tendrá

que contar con el mantenimiento previo a la realización del proyecto, misma que estará a cargo de la empresa arrendataria del mismo.

### ➤ **Residuos sólidos**

Se calcula un promedio de 0.8 kg/persona de residuos sólidos domésticos generados por los trabajadores de la obra, por lo que en los 120 días de duración de la etapa de construcción se generara un total de 5,760 kg. A un promedio diario de 48.00 kg. Por lo que podrán ser almacenados en tambos de 200 l. Hasta completar en aproximadamente 7 días la capacidad de estos depósitos cuyo contenido deberá ser dispuesto en el relleno sanitario municipal, mediante la contratación del servicio de recolección.

Es importante mencionar que durante la etapa de preparación y construcción del desarrollo del proyecto se impartirán pláticas de concienciación a los trabajadores para que contribuyera a mantener limpias sus áreas de trabajo y así evitar contaminar el ambiente.

Los residuos que se espera generar en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto son:

- **Sólidos urbanos:** (orgánicos) restos de alimentos del consumo realizados por los trabajadores y, (inorgánicos) envases de tetrapack, papel sanitario, papel o cartón manchado con sustancias o residuos no peligrosos, que por su bajo volumen no podrán ser considerado como de manejo especial.
- **Manejo especial:** Madera, metales, vidrio, plásticos, y cartón que por sus cantidades no puedan ser considerados como sólidos urbanos, entre otros.
- **Peligrosos:** Sólidos impregnados, estopas, trapos, tierra contaminada, adhesivos tóxicos.

De acuerdo con las estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México, publicado por la SEMARNAT, y con base en los datos de volúmenes estimados de generación de residuos sólidos municipales para la Región Centro, donde estima generación per cápita para el 2005 de 1.27 kg/hab/día. Por lo que en período de ocupación máxima será de 1200 personas de afluencia, se generaría un volumen aproximado de 1524.00 kg diarios en el proyecto.

Todos los desechos sólidos producto de la preparación del sitio y la construcción del proyecto, en ambas etapas, serán llevados a lugares autorizados por el municipio. El sistema de limpia municipal se encarga de proporcionar el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos trasladando los residuos a un sitio de disposición final ya establecido dentro del Municipio.

Durante la misma fase de operación, la recolección de los residuos sólidos generados en el espacio público se realizará de acuerdo con los días que el servicio de limpieza municipal tenga programada su ruta. El personal encargado de la limpieza contará con carritos donde colocarán los implementos de trabajo y recipientes de plástico resistente, donde recolectan los residuos sólidos para ser enviados al almacén temporal de desperdicios. El personal contará con guantes de plástico para evitar el contacto con los residuos sólidos generados.

#### ➤ **Residuos líquidos**

Durante las fases de preparación del sitio y construcción del proyecto, no se generarán aguas residuales, ya que los trabajadores estarán utilizando la instalación de letrinas rentadas a una casa dedicada a este fin, por lo que no se infiltrarán aguas residuales al subsuelo, proveniente de los servicios sanitarios.

Para la fase de operación se conectarán las aguas residuales al drenaje municipal.

#### ➤ **Emisiones a la atmósfera**

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán emisiones a la atmósfera constituidas principalmente por gases de combustión interna, desprendidos de la maquinaria y los escapes de autos, dichas emisiones serán de manera temporal y mitigables.

Se deberá evitar la dispersión de polvos que irriten las vías respiratorias y los ojos de las personas que trabajen o se encuentren en las inmediaciones de las obras, realizando el manejo de material en fase húmeda.

#### **Para la prevención y minimización de emisiones de contaminantes.**

- El método más usado para evitar la emisión de polvo es agua sobre el foco emisor, podrá preverse una toma de agua o contratar un camión cisterna.
- Otro método es colocar una malla sobre el andamio (como en cualquier obra) pero además regarla para que atrape el polvo.
- También se pueden usar sistemas de aspiración de polvo o ventilación localizada: que actúa directamente sobre el foco emisor.
- Respecto al humo de la maquinaria la única manera real de reducir las emisiones sería diseñándola para eso, pero como escapa de nuestro control lo que podemos hacer es llevar un mantenimiento adecuado de la maquinaria y buscar las que usen combustibles menos contaminantes, estando en buen

estado mecánico, y en algunos casos utilizar maquinaria y vehículos de modelos recientes.

- La maquinaria de corte suele llevar su propio sistema de emisión de agua, aunque sirve para refrigerar el aparato también ayuda a controlar la emisión del polvo.
- La maquinaria que se tendrá en el área de trabajo se le proporcionará el mantenimiento preventivo en talleres ubicados cerca del proyecto.

### **Para la prevención y minimización de ruidos y vibraciones.**

Hay dos tipos de medidas para actuar frente al ruido:

- Medidas sobre la fuente: mantenimiento de los equipos para su correcto funcionamiento.
- Medidas sobre el receptor: consistentes en EPIS como orejeras y tapones y controles médicos para controlar la audición de los operarios.
- Respecto a las vibraciones: utilizar guantes de protección frente a vibraciones, cinturones y botas, usar diseños ergonómicos de herramientas y empuñaduras, mantenimientos y diseño de máquinas, tener especial cuidado en estructuras metálicas todo ello sumado a un plan de rotación de los trabajadores.

Durante las actividades de preparación del sitio y de construcción, los niveles de ruido que sean producidos por la maquinaria y equipo no deben sobrepasar los máximos permisibles según la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles de ruido permitidos.

## **II.2.8. Generación de gases efecto invernadero**

**II.2.8.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de (H<sub>2</sub>O)<sub>g</sub>** (vapor de agua), **CO<sub>2</sub>** (dióxido de carbono), **CH<sub>4</sub>** (metano), **N<sub>2</sub>O** (óxido nitroso), **CFC** (clorofluorocarbonos), **O<sub>3</sub>** (ozono), **entre otros**

Con este tipo de proyecto no se generara vapor de agua (H<sub>2</sub>O)<sub>g</sub>, por ser una obra de construcción sólida de concreto estructural, y el tipo de actividad que se desarrollara es mejoramiento y rescate de un espacio público.

El proyecto en sí, no producirá dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), su utilización de este compuesto es en el contenido de los extintores para conato de incendio, este

artefacto se empleará en la remodelación cumpliendo con las normas de seguridad en el cuidado de las personas en caso de un incendio. El proyecto tiene como objetivo el mejoramiento y rescate de un espacio público en zona tradicional y no se realizarán actividades humanas como la deforestación, cambio de uso de suelos por ser una zona urbana ya alterada de su entorno natural, y no se realizara quema de combustibles fósiles.

Nuestro proyecto es mejoramiento de imagen urbana, y por lo mismo, no producirá metano (**CH<sub>4</sub>**), por lo que, no representa un cuidado hacia el medio ambiente. Puesto que las actividades que se desarrollan son de recreación y esparcimiento, y no se realizaran actividades humanas que incluyen como la descomposición de rellenos sanitarios, la agricultura (en especial el cultivo de arroz), la digestión de rumiantes y el manejo de desechos de ganado y animales de producción.

Este proyecto, no producirá óxido nitroso (**N<sub>2</sub>O**), por las características de la obra de ser rescate de espacio público. Este gas se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.

En este proyecto no se producirá clorofluorocarbonos (**CFC**), puesto que, los CFC son una familia de gases que se emplean en diversas aplicaciones, principalmente en la industria de la refrigeración, de propelente de aerosoles y en aislantes térmicos. El objetivo del proyecto es mejoramiento de imagen urbana y rescate público.

Por las características del proyecto, no producirá gas de ozono (**O<sub>3</sub>**), en sí, esto es producido en buena medida por la quema de combustible, vapores de gasolina y solventes químicos, cosa que no se originara en el proyecto.

#### **II.2.8.2. Por cada gas efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida**

Por ser un proyecto de mejoramiento de imagen urbana y rescate público, no se generará gases de efecto invernadero, por lo que, la estimación de cantidad emitida no es aplicable a este tipo de proyecto.

#### **II.2.8.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto**

La estimación de cantidad de energía que sea disipada por el desarrollo del proyecto no es aplicable, por ser una obra de mejoramiento de imagen urbana rescate público, por lo que, no se generara energía disipada.

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.**

- **Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (general del territorio regional, marino o local).**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Por su alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Reconoce que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin descuidar el cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se destacan las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

En este sentido, se menciona que el sitio del proyecto se encuentra en el Municipio de Iguala de La Independencia, Estado de Guerrero, perteneciendo a la Unidad Biofísica Ambiental: 139. Costas del Sur del Sureste de Guerrero, en donde el estado actual del medioambiente en el año 2008 es Inestable crítico; el escenario tendencial a corto plazo para el año 2012 es de Inestable a crítico; el escenario tendencial a mediano plazo para el año 2023 es de Crítico; el escenario tendencial a largo plazo para el año 2033 es de Crítico. En la Propuesta del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio la acción de trabajo es que se tiene una política ambiental de Restauración y aprovechamiento sustentable; con un rector de desarrollo de Turismo; y una prioridad de atención de Muy alta.

Unidades Biofísicas Ambientales en la República Mexicana



Unidades Biofísicas Ambientales en el Estado de Guerrero



● Ubicación del Proyecto

<b>UNIDADES BIOFISICAS AMBIENTALES EN EL ESTADO DE GUERRERO</b>				
<b>Unidad Biofísica Ambiental</b>	<b>Estado actual del medio ambiente 2008</b>	<b>Escenario tendencial. Corto plazo 2012</b>	<b>Escenario tendencial. Mediano plazo 2023</b>	<b>Escenario tendencial. Largo plazo 2033</b>
61. Sierras del Sur de Puebla	Crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico	Muy crítico
67. Depresión del balsas	Inestable crítico	Crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico
69. Sierras y Valles Guerrerenses	Inestable	Inestable	Inestable a crítico	Inestable a crítico
73. Costa del Sur del Noroeste de Guerrero	Inestable crítico	Inestable crítico	Inestable a crítico	Inestable a crítico
97. Cordillera Costera del Centro Oeste de Guerrero	Crítico a muy crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico	Muy crítico
98. Cordillera Costera del Centro Este de Guerrero	Inestable	Inestable	Inestable a crítico	Crítico
99. Cordillera Costera del Sureste de Guerrero	Inestable crítico	Inestable a crítico	Crítico	Crítico
100. Cordillera Costera Occidental de Oaxaca	Inestable a crítico	Inestable a crítico	Inestable a crítico	Crítico
130. Cordillera Costera Michoacana Sureste	Inestable a crítico	Inestable a crítico	Crítico	Crítico
131. Cordillera Costera del Noroeste de Guerrero	Crítico	Crítico	Crítico	Muy crítico
132. Sierras de Guerrero, Oaxaca y Puebla	Crítico a muy crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico	Muy crítico
133. Planicies y lomeríos costeros de Guerrero	Crítico	Crítico	Crítico a muy crítico	Muy crítico
139. Costas del Sur del Sureste de Guerrero	Inestable crítico	Inestable a crítico	Crítico	Crítico
142. Costas del Sur del Oeste de Oaxaca	Crítico	Crítico	Crítico	Muy crítico

<b>PROPUESTA DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO</b>			
<b>UNIDADES BIOFÍSICAS AMBIENTALES EN EL ESTADO DE GUERRERO</b>			
<b>Unidad Biofísica Ambiental</b>	<b>Política ambiental</b>	<b>Rector del desarrollo</b>	<b>Prioridad de atención</b>
61. Sierras del Sur de Puebla	Restauración y aprovechamiento sustentable	Desarrollo social	Alta
67. Depresión del balsas	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal-minera	Media
<b>69. Sierras y Valles Guerrerenses</b>	<b>Restauración y aprovechamiento sustentable</b>	<b>Forestal-minera</b>	<b>Media</b>
73. Costa del Sur del Noroeste de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Alta
97. Cordillera Costera del Centro Oeste de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Muy alta
98. Cordillera Costera del Centro Este de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Media
99. Cordillera Costera del Sureste de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Alta
100. Cordillera Costera Occidental de Oaxaca	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Alta
130. Cordillera Costera Michoacana Sureste	Restauración y aprovechamiento sustentable	Preservación de flora y fauna	Alta
131. Cordillera Costera del Noroeste de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Muy alta
132. Sierras de Guerrero, Oaxaca y Puebla	Restauración y aprovechamiento sustentable	Forestal	Muy alta
133. Planicies y lomeríos costeros de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Industria-turismo	Muy alta
139. Costas del Sur del Sureste de Guerrero	Restauración y aprovechamiento sustentable	Turismo	Muy alta
142. Costas del Sur del Oeste de Oaxaca	Restauración y aprovechamiento sustentable	Ganadería-turismo	Muy alta

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. De acuerdo con lo anterior, el proyecto acredita que las actividades proyectadas son compatibles y/o congruentes con las políticas y aptitudes sectoriales del Ordenamiento Ecológico General del Territorio, puesto que dentro de las estrategias sectoriales se contempla el aprovechar de manera

sustentable los recursos naturales; por lo que, con las actividades del presente proyecto, se encuentran dentro de la unidad biofísica 69. Sierras y Valles Guerrerenses.

		<b>REGION ECOLOGICA: 18.19</b> <b>Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:</b> <b>69. Sierras y Valles Guerrerenses</b>			
		<b>Localización:</b> <b>69. Norte de Guerrero</b>			
<b>Superficie en Km<sup>2</sup>:</b> <b>69. 11,161.17</b> <b>126. 3,535.87</b> <b>Superficie total:</b> <b>33,011.44 Km<sup>2</sup></b>		<b>Población porUAB:</b> <b>69. 1,342,229</b> <b>Población Total:</b> <b>2,242,005 hab.</b>			
<b>Población Indígena:</b> <b>69. Montaña de Guerrero</b>					
<b>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</b>	<b>69. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo.</b> No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
<b>Escenario al 2033:</b>	<b>69. Inestable a crítico</b>				
<b>Política Ambiental:</b>	<b>69 . - Restauración y Aprovechamiento Sustentable.</b>				
<b>Prioridad de Atención</b>	<b>69. - Medio</b>				
<b>UAB</b>	<b>Rectores del desarrollo</b>	<b>Coadyuvantes del desarrollo</b>	<b>Asociados del desarrollo</b>	<b>Otros sectores de interés</b>	<b>Estrategias sectoriales</b>
<b>69</b>	Forestal Minería	Agricultura Ganadería	Desarrollo Social	Pueblos Indígenas - SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44
<b>Estrategias. UAB 69</b>					
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>					

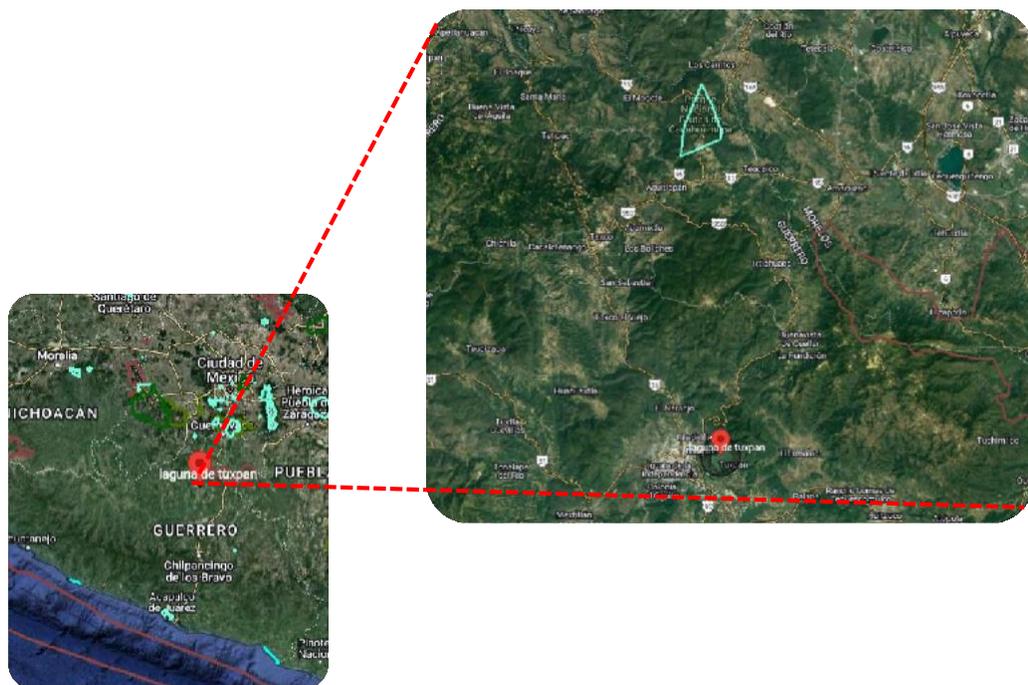
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
A) Suelo Urbano y Vivienda.	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

- **Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas**

En la actualidad el Estado de Guerrero cuenta a la fecha con seis áreas naturales protegidas (ANP) con decreto federal, estas son: 1) Gral. Juan N. Álvarez en Chilapa de Álvarez y Atlixnac; 2) Grutas de Cacahuamilpa en Pilcaya y Taxco de Alarcón; y 3) El Veladero en Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez, las tres con categoría de manejo de Parque Nacional; así como la 4) Playa de Piedra de Tlacoyunque en Técpan de Galeana y 5) Playa de Tierra Colorada en Cuajinicuilapa, estas últimas bajo la categoría de manejo de Santuarios, y la 6) Sierra de Huautla en categoría de reserva de biosfera. Con base en esto se resalta que el área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida con decreto oficial.

Nombre	Categoría de Manejo	Municipio	Superficie ha	Fecha de decreto
Sierra de Huautla	Reserva de Biosfera	Huitzuco de los Figueroa	59,030.94	08/09/1999
Playa de Tierra Colorada	Santuario	Cuajinicuilapa	138.57	29/10/1986
		Marquelia		
Playa Piedra de Tlacoyunque	Santuario	Tecpán de Galeana	99.59	29/10/1886
Grutas de Cacahuamilpa	Parque Nacional	Pilcaya	1,598.26	23/04/1936
		Taxco de Alarcón		
General Juan Álvarez	Parque Nacional	Chilapa de Álvarez	528	30/05/1964
El Veladero	Parque Nacional	Acapulco de Juárez	3.159	18/07/1980

**Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el Estado de Guerrero.**



El área del proyecto de la Remodelación del acceso, no se encuentra dentro de ninguna de las siete Arreas Naturales Protegidas, por la cual no afecta de ninguna manera la construcción de esta.

En México, la CONABIO ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre, acuático epicontinental, marino y protección de aves, para los cuales se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos presentes en nuestro país (CONABIO, 2007).

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).**

De acuerdo a la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El Estado de Guerrero tiene cinco RHP, y son:

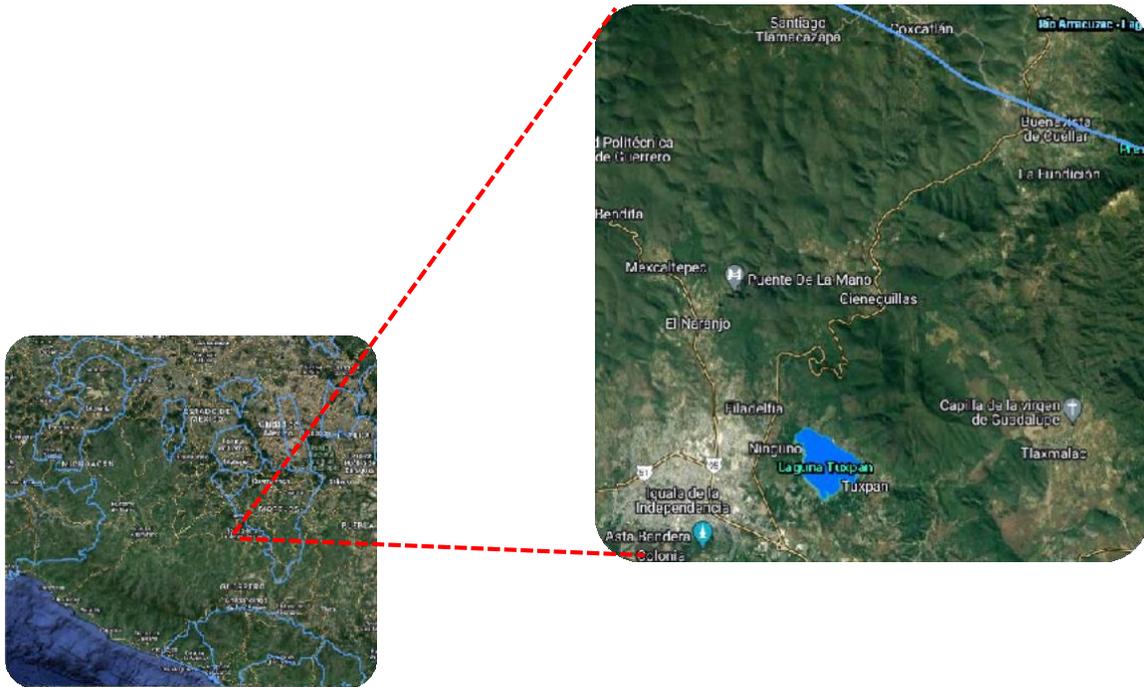
1. RHP-27. Cuenca Baja del Río Balsas, AAB, AU, AA
2. RHP-28. Río Atoyac - Laguna de Coyuca, AAB, AU, AA
3. RHP-29. Río Papagayo - Acapulco, AAB, AU, AA
4. RHP-30. Cuenca Alta del Río Ometepepec, AD
5. RHP-67. Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala, AAB, AU, AA

## **CLASIFICACIÓN**

- AAB**= Regiones de alta biodiversidad
- AU**= Regiones de uso por sectores
- AA**= Regiones amenazadas
- AD**= Regiones de desconocimiento científico

De acuerdo con esta regionalización de la CONABIO, el proyecto no se encuentra dentro alguna de las 5 regiones Hidrológicas Prioritarias del Estado de Guerrero o bajo alguna clasificación de Región de alta biodiversidad, de uso por sectores, y amenazadas.

## Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RTP) en el Estado de Guerrero.



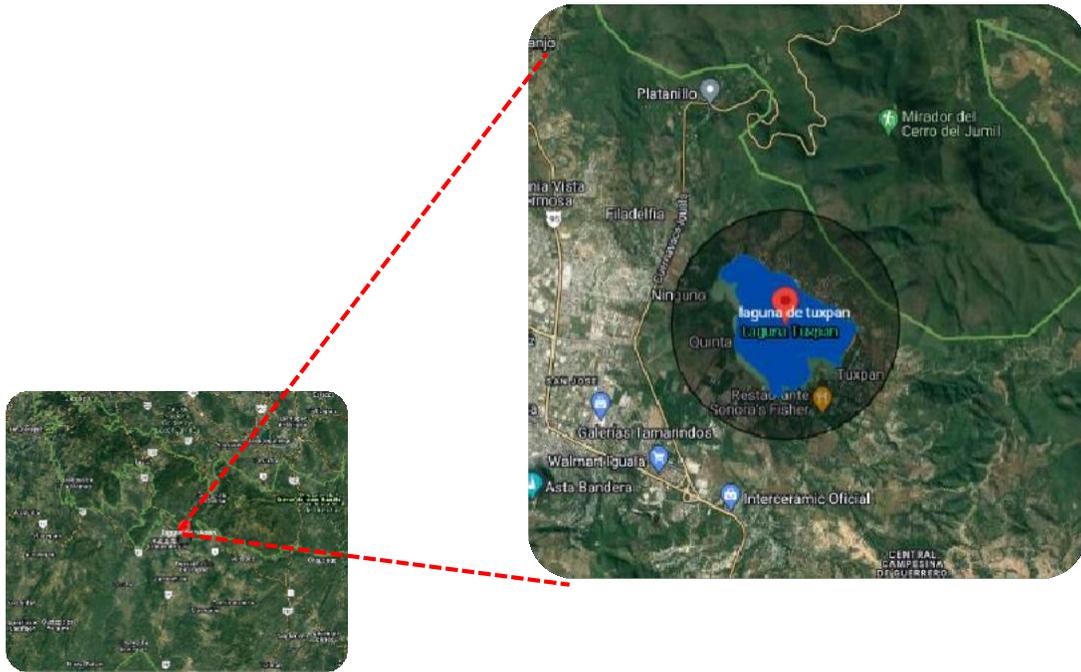
Respecto al presente apartado, el área donde se pretende desarrollar el proyecto no se ubica dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, la más cercana pertenece a la región Rio Amacuzac- Lagunas de Zempoala.

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).**

Las Regiones Terrestres Prioritarias de México, delimitadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), representan áreas donde la conservación de los ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación.

De acuerdo con los límites marcados por la CONABIO para la regionalización de las RTP's, el estado de Guerrero presenta 6 Regiones Terrestres Prioritarias encontrándose el área del proyecto fuera de estas regiones como se puede observar en la siguiente imagen, por tal motivo no hay restricciones que puedan limitar en si el establecimiento del proyecto, o que se tenga que realizar actividades adicionales para conectar este con los preceptos establecidos para las RTP's.

## Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en el Estado de Guerrero.



El área del proyecto, no se ubica dentro de ninguna de las cinco Regiones Terrestres Prioritarias razón por la cual no contraviene con las disposiciones en la materia, sin embargo, la más cercana pertenece a la 120 Sierras de Taxco-Huautla.

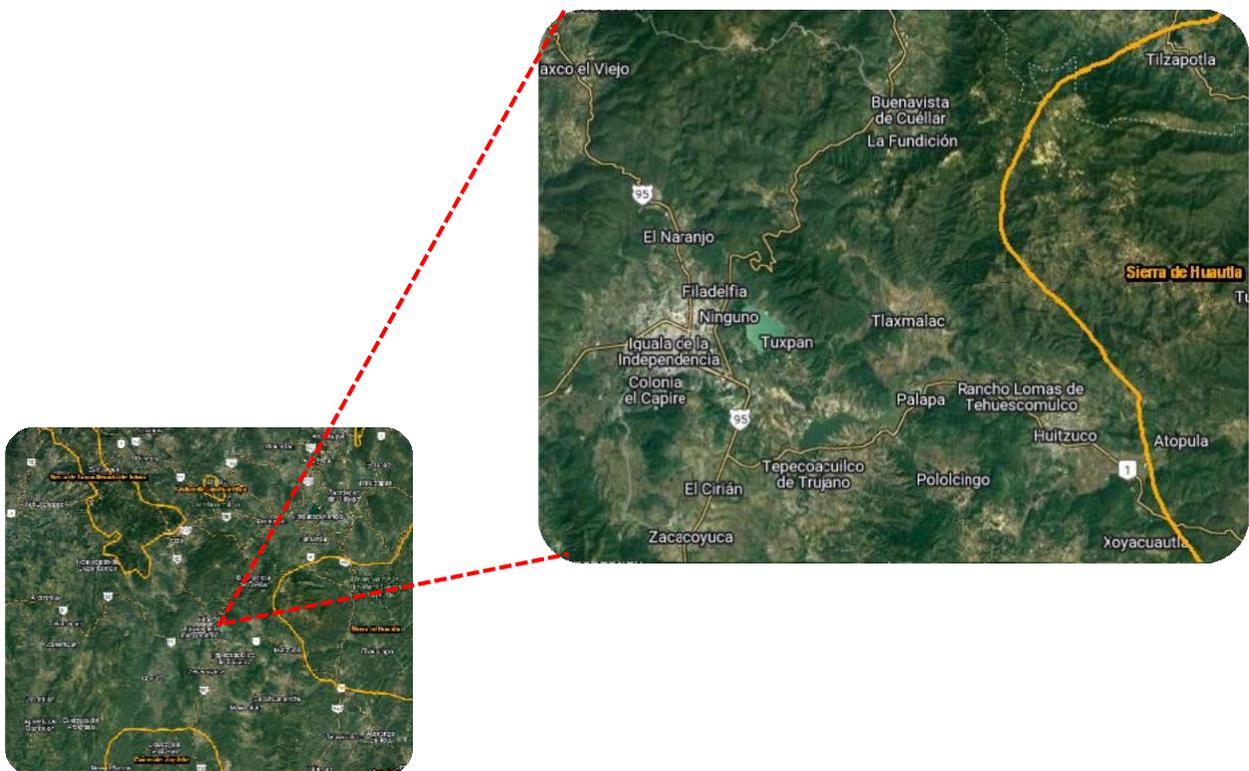
- **Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)**

Un AICA es un Área de Importancia Internacional para la Conservación de Aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación. El objetivo de estas áreas es ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México. Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional. Fomentar la cultura "ecológica", especialmente en lo

referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales (CONABIO, 2004).

De acuerdo a los límites marcados por la CONABIO para la regionalización de las AICA's, el estado de Guerrero presenta 10 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves encontrándose el área del proyecto fuera de estas regiones como se puede observar en la siguiente imagen, de forma que no hay restricciones que puedan limitar en si el establecimiento del proyecto, o que se tenga que realizar actividades adicionales para conectar este con los preceptos establecidos para las RHP's, sin embargo la más cercana corresponde a la Sierra de Huautla.

#### Ubicación del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS) en el Estado de Guerrero.



El área del proyecto, no se encuentra dentro de ninguna de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, lo cual nos dice que no infringe algún daño a estas áreas.

- **Instrumentos de Planeación y Desarrollo**

### **Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024**

La Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y “organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación”. Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer “los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo”. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

El primer antecedente del Plan Nacional de Desarrollo fue el Plan Sexenal elaborado por el general Lázaro Cárdenas como plataforma de su campaña electoral y, una vez iniciado su mandato, como orientación general de su gobierno. Los lineamientos constitucionales mencionados buscaron convertir esa práctica en obligación de toda presidencia a fin de dar coherencia y continuidad a la administración pública federal. Por ello, todo ejercicio presidencial debe plasmar en un documento estructurado y consensuado con la sociedad los objetivos que se propone alcanzar y los medios para lograrlo.

El significado de un documento rector del desarrollo podría parecer evidente, pero no lo es, porque los sucesivos gobiernos de 1934 a la fecha han operado con concepciones y definiciones muy distintas y hasta contrapuestas de desarrollo y de las políticas para lograrlo. En la penúltima década del siglo pasado tuvo lugar un brusco viraje que implicó pasar del desarrollo estabilizador al desarrollo privatizador. El primero se caracterizaba por una fuerte presencia del sector público en la economía, el monopolio del Estado en sectores estratégicos, la sustitución de importaciones, el proteccionismo comercial, el fortalecimiento del mercado interno, la construcción de infraestructura por parte del Estado y políticas de fomento a la industrialización en sus modalidades privada y público-privada; tal estrategia tenía como correlato el fortalecimiento de las condiciones y prestaciones laborales, los mecanismos de redistribución y de movilidad social y el apoyo simultáneo a la producción agrícola y al abasto popular en las ciudades.

El modelo permitió que el país creciera a tasas anuales superiores al 6 por ciento y entró en crisis en los años setenta.

El sexenio de Miguel de la Madrid fue una transición hacia las políticas neoliberales, las cuales fueron implantadas de lleno en el salinato. El neoliberalismo se significó por el desmantelamiento sostenido de la presencia del sector público y la dramática

reducción del sector social; la apertura comercial indiscriminada; la desregulación en todos los frentes; la supresión o reducción de derechos y conquistas laborales; la eliminación de los subsidios generales y su remplazo por sistemas clientelares focalizados en los sectores más depauperados; el parcelamiento de las facultades gubernamentales en comisiones y organismos autónomos y la abdicación de potestades del gobierno en diversas instancias internacionales, en el marco de la inserción del país en la economía global.

Si se observa de manera retrospectiva, el ciclo neoliberal no fue la superación ni la salida de las crisis finales del desarrollo estabilizador sino su perpetuación y ahondamiento. Así lo señalan los indicadores de crecimiento, la multiplicación de la deuda externa, la pérdida del poder adquisitivo de la moneda y del salario y el crecimiento de la desigualdad, la pobreza y la marginación. Los gobiernos neoliberales fueron reprobados por su propio fetiche, que eran las cifras macroeconómicas. En estas más de tres décadas el ejercicio del poder público, lejos de resolver los conflictos entre los distintos sectores, los ha agudizado y llevado hasta peligrosos puntos de quiebre.

La aplicación de los preceptos del Consenso de Washington en el país se tradujo en un desarrollo desestabilizador que incrementó las dificultades y los obstáculos para la convivencia y que generó una oligarquía político- empresarial. Lejos de superar o atenuar los aspectos políticos y sociales más inaceptables del desarrollo estabilizador, el neoliberalismo los acentuó y los llevó a niveles generalizados: la corrupción, el carácter antidemocrático de las instituciones y la desigualdad, entendida ésta no sólo como una diferenciación creciente entre segmentos de la población sino también entre regiones del país y entre el campo y la ciudad. Las mediocres tasas de crecimiento económico del periodo son promedios que no reflejan la realidad contrastada: mientras que algunas regiones y entidades – particularmente, en el norte y centro del país- crecieron a tasas cercanas al 4 por ciento, en otras se registraron índices negativos de crecimiento, es decir, se retrocedió en forma sostenida y se agudizaron la marginación, la pobreza y la desigualdad. El mayor desastre de este periodo de 36 años fue sin duda la destrucción del contrato social construido por los gobiernos posrevolucionarios y la incapacidad de remplazarlo por un nuevo pacto. La prueba de esa incapacidad es que las facciones que ejercieron el poder en este lapso no pudieron dotarse de una nueva constitución, que es el documento en el que se plasma el pacto social, y hubieron de recurrir a reformas que adulteraron mucho del espíritu de la de 1917 pero que no pudieron, en definitiva, suprimir la totalidad de su carácter social. En estas circunstancias, los gobiernos que se sucedieron en México entre 1982 y 2018 recurrieron a una simulación generalizada como sucedáneo del cumplimiento efectivo de la ley suprema y de las derivadas. En correspondencia, el lenguaje del discurso oficial fue sistemáticamente desvirtuado. A la manipulación se le llamó solidaridad, al saqueo se le denominó rescate, la opacidad y el encubrimiento fueron bautizados como confidencialidad, información reservada o protección de datos personales, a la apropiación indebida de bienes públicos fue llamada desincorporación y la corrupción fue denominada licitación o adjudicación directa. La falsificación regular y sostenida del lenguaje es uno de los factores que explican

la bancarrota política en la que desembocó el régimen oligárquico y neoliberal: el escepticismo social ante la palabra de las autoridades terminó convirtiéndose en repudio general porque, a fuerza de mentir, los gobernantes llegaron al total agotamiento de su credibilidad. Esa situación permite aquilatar la capacidad de convocatoria que logró el precepto “No mentir, no robar, no traicionar”. Otro elemento que explica la derrota del bando neoliberal en 2018 es la propuesta, contenida en forma embrionaria en el Proyecto de Nación 2018-2024, de construir un nuevo pacto social capaz de contener y remontar el desbarajuste al que fue conducido el país. La promesa allí expresada es simple y profunda: los distintos sectores de la sociedad mexicana necesitan objetivos nacionales distintos que los instaurados por el neoliberalismo, una nueva ruta para alcanzarlos y un nuevo conjunto de reglas explícitas e implícitas de convivencia. El crecimiento económico, el incremento de la productividad y la competitividad no tienen sentido como objetivos en sí mismos sino como medios para lograr un objetivo superior: el bienestar general de la población; el poder público debe servir en primer lugar al interés público, no a los intereses privados y la vigencia del estado de derecho debe ser complementada por una nueva ética social, no por la tolerancia implícita de la corrupción. Si un plan nacional de desarrollo expresa la parte del pacto social que le corresponde cumplir al gobierno, los elaborados en el periodo de referencia fueron falsos en sus propósitos y mendaces en sus términos, como lo fueron los informes presidenciales y otras expresiones del poder público. Es evidente que el documento correspondiente al sexenio 2018-2024 tendrá carácter histórico porque marcará el fin de los planes neoliberales y debe distanciarse de ellos de manera clara y tajante; esto implica, en primer lugar, la restitución de los vínculos entre las palabras y sus significados y el deslinde con respecto al lenguaje oscuro y tecnocrático que, lejos de comunicar los propósitos gubernamentales, los escondía. Desde luego en la elaboración del nuevo documento debe recogerse el cambio de paradigma aprobado en las urnas el 1 de julio de 2018 y ese cambio incluye el del concepto mismo de desarrollo. México fue uno de los países en los que este modelo fue aplicado de manera más encarnizada, brutal y destructiva, y uno en los que duró más tiempo. Ello fue así porque la pequeña élite político-empresarial que lo impuso se adueñó de las instituciones y se perpetuó en ellas mediante sucesivos fraudes electorales. Pero ese largo y oscuro periodo terminó. En la elección del 1 de julio de 2018 el pueblo de México determinó un cambio de rumbo en la vida pública y en las instituciones. Fue una sublevación legal, pacífica y democrática fruto de una paulatina toma de conciencia; el pueblo se unió y se organizó para enterrar el neoliberalismo. Hemos llamado a este mandato popular y social la Cuarta Transformación, porque, así como a nuestros antepasados les correspondió construir modelos de sociedad para remplazar el orden colonial, el conservadurismo aliado a la intervención extranjera y el Porfiriato, a nosotros nos toca edificar lo que sigue tras la bancarrota neoliberal, que no es exclusiva de México, aunque en nuestro país sea más rotunda y evidente. Sin faltar al principio de no intervención y en pleno respeto a la autodeterminación y la soberanía de las naciones, lo que edifiquemos será inspiración para otros pueblos. Tenemos ante el mundo la responsabilidad de construir una propuesta posneoliberal y de convertirla en un modelo viable de desarrollo económico, ordenamiento político y convivencia entre los sectores sociales. Debemos demostrar que sin autoritarismo es posible imprimir

un rumbo nacional; que la modernidad puede ser forjada desde abajo y sin excluir a nadie y que el desarrollo no tiene por qué ser contrario a la justicia social. Tales son los lineamientos en los que se enmarca el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y estos son los principios rectores de su propuesta:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

## **1. Política y Gobierno**

Erradicar la corrupción, el dispendio y la frivolidad 14

Recuperar el estado de derecho 15

Separar el poder político del poder económico 17

Cambio de paradigma en seguridad 18

- i. Erradicar la corrupción y reactivar la procuración de justicia
- ii. Garantizar empleo, educación, salud y bienestar
- iii. Pleno respeto a los derechos humanos
- iv. Regeneración ética de las instituciones y de la sociedad
- v. Reformular el combate a las drogas
- vi. Emprender la construcción de la paz
- vii. Recuperación y dignificación de las cárceles
- viii. Articular la seguridad nacional, la seguridad pública y la paz
- ix. Repensar la seguridad nacional y reorientar las Fuerzas Armadas
- x. Establecer la Guardia Nacional
- xi. Coordinaciones nacionales, estatales y regionales
- xii. Estrategias específicas

Hacia una democracia participativa

Revocación del mandato

Consulta popular

Mandar obedeciendo

Política exterior: recuperación de los principios

Migración: soluciones de raíz

Libertad e Igualdad

## **2. Política Social**

Construir un país con bienestar

Desarrollo sostenible

Programas

- i. El Programa para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores
- ii. Programa Pensión para el Bienestar de las Personas con Discapacidad
- iii. Programa Nacional de Becas para el Bienestar Benito Juárez
- iv. Jóvenes Construyendo el Futuro
- v. Jóvenes escribiendo el futuro
- vi. Sembrando vida
- vii. Programa Nacional de Reconstrucción
- viii. Desarrollo Urbano y Vivienda
- ix. Tandas para el bienestar

Derecho a la educación

Salud para toda la población

Instituto Nacional de Salud para el Bienestar

Cultura para la paz, para el bienestar y para todos

### **3. Economía**

Detonar el crecimiento

Mantener finanzas sanas

No más incrementos impositivos

Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada

Rescate del sector energético

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Creación del Banco del Bienestar

Construcción de caminos rurales

Cobertura de Internet para todo el país

Proyectos regionales

Aeropuerto Internacional "Felipe Ángeles" en Santa Lucía

Autosuficiencia alimentaria y rescate del campo

Ciencia y tecnología

El deporte es salud, cohesión social y orgullo nacional

## **II. POLÍTICA SOCIAL**

Desarrollo sostenible El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el

crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

- **Plan Estatal de Desarrollo 2022 – 2027.**

El Plan Estatal de Desarrollo 2022 – 2027, es la ruta que orientará y articulará los esfuerzos del Gobierno del Estado durante los próximos años. Para construirlo, se realizó un ejercicio de consulta ciudadana, así como de reflexión para lograr, como lo establece la normatividad, un diagnóstico con 13 dimensiones donde se plasma la realidad de nuestro estado.

Además, presenta la visión de un gobierno que ha sabido escuchar a sus ciudadanos para desarrollar las acciones, lo que permite tener una visión clara para establecer metas de atención a corto, mediano y largo plazo, con un modelo de planeación democrática que suma las propuestas y responde a las necesidades de las y los guerrerenses.

En el presente Plan Estatal de Desarrollo 2022 – 2027, se determinó que la tarea de gobierno se estructure en seis ejes; tres temáticos y tres transversales, con la claridad de las prioridades del pueblo de Guerrero, como se describen a continuación:

**Ejes temáticos:**

- 1. Bienestar, Desarrollo Humano y Justicia Social: Para garantizar los derechos de todas y todos desde una perspectiva integral, con el bienestar y la justicia social como ejes articuladores de una política pública, humana y sensible.
- 2. Desarrollo Económico Sostenible: Para generar más y mejores oportunidades para todas y todos. Un Guerrero en el que los sueños de nuestros emprendedores se materialicen, en el que las familias tengan certidumbre, estabilidad económica, empleos bien pagados. Un estado que busque el crecimiento y desarrollo.
- 3. Estado de Derecho, Gobernabilidad y Gobernanza Democrática: Para promover la más amplia participación y construcción ciudadana, con un Estado de Derecho consolidado, sin represión, sin persecución. Para construir un estado pacífico y con bienestar.

**Ejes transversales:**

- A. Integridad, Transparencia, Rendición de Cuentas y Combate a la Corrupción: Porque existe el compromiso de arrancar de raíz la corrupción, el tráfico de influencias y las malas prácticas en todas las esferas de la administración, sin tolerancia, empezando de arriba hacia abajo.
- B. Igualdad de Género e Inclusión Social: Porque todos los programas, estrategias, objetivos y esfuerzos del Gobierno del Estado, tendrán una perspectiva de género y la sensibilidad social para garantizar una administración incluyente.
- C. Austeridad y Administración Pública Responsable: Porque el Gobierno del Estado realizará un ejercicio austero pero eficiente, que atienda las necesidades de

la población para garantizar que los recursos públicos lleguen a quienes más lo necesitan.

- **Plan Municipal de Desarrollo de Iguala de La Independencia, Gro. 2021-2024**

Visión de futuro económico y social del municipio de Iguala al 2024

“Cómo llegaremos al final de la administración”

Seremos un municipio fuerte, incluyente y ordenado, con una economía pujante, seguro y articulado, con oferta de servicios y comercio ordenada y diversificada. Nuestra Iguala será reconocida como líder en la promoción y creación de actividades productivas generadoras de empleo y bienestar social con orden y **respeto a las normas de convivencia social y al medio ambiente**, especializado en fomentar actividades turísticas y recreativas, tomando en cuenta siempre la conservación de la biodiversidad y diversidad cultural, así como el incentivo de servicios ambientales y forestales.

Valores

- Honestidad: Seremos transparentes y rectos en el decir y hacer.
- Lealtad: Respetaremos nuestros principios y responsabilidades.
- Humildad: Trataremos con igualdad y sencillez en la atención y prestación de servicios.
- Inclusión: Reconoceremos y respetaremos los derechos, dignidad y opinión de todos los grupos y sectores que conforman nuestra sociedad, dando un trato conforme a sus necesidades e intereses.
- Eficacia: Actuaremos conforme al logro de resultados a fin de alcanzar metas según responsabilidades.
- Cultura de servicio: Utilizaremos las mejores estrategias de todos los colaboradores comprometidos a satisfacer las necesidades sociales atendiendo con calidad y calidez

IV.1 Justicia y Estado de Derecho.

1.9.1 Reducir el riesgo de desastres existente, así como mejorar el conocimiento y preparación de la sociedad para aumentar la resiliencia con mecanismos de planeación y de ordenamiento territorial y ecológico, con enfoque diferenciado centrado en las personas y sus derechos humanos.

2.2. Buscaremos que se mejore la infraestructura urbana, crear, recuperar y mantener los espacios públicos emblemáticos, las áreas verdes urbanas y las calles como elementos articuladores del espacio público, a fin de generar lazos de convivencia, apropiación social, sentido de pertenencia y ambiente de seguridad para los habitantes y visitantes.

- **Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales**

El Municipio de Iguala de la Independencia actualmente no cuenta con Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales

- **Normas Oficiales Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto.**

Durante las diferentes fases del proyecto se deberá dar observancia a las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

NORMA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<b>NOM-041-SEMARNAT-1996.</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se tendrá en óptimas condiciones los vehículos, para evitar la emisión de gases contaminantes.
<b>NOM-044-SEMARNAT-2006</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Por la generación de emisiones a la atmosfera de CO <sub>2</sub> , en la utilización de la maquinaria, se pondrá atención, en tener en óptimas condiciones maquinaria y vehículos.
<b>NOM-045-SEMARNAT-2006</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece <b>Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites</b>	Se realizará una estricta supervisión, en el cual se contara con una lista de maquinaria, equipos y vehículos que se utilizaran,

	<b>máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</b>	donde se registrará que los mismos reciban mantenimiento preventivo. Con lo que se busca, que los sistemas de combustión funcionen apropiadamente y cumplan con los límites establecidos en las normas.
<b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante la etapa de construcción se generarán residuos peligrosos derivado de la instalación y mantenimiento del proyecto, por lo cual, se contara con el registro como generador de residuos peligrosos, además que se tendrá un almacén temporal de residuos.  Con respecto a los automóviles, en el proyecto no habrá generación de residuos peligrosos, ya que el mantenimiento y reparación se realizará en los talleres autorizados que se encuentran cerca al sitio del proyecto.
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	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.	Por no encontrarse especies de flora y fauna en esta norma, no es aplicable dicha normatividad.
<b>NOM-080-SEMARNAT-1994</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Se les dará mantenimiento a los vehículos automotores, para que este en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites establecidos por la norma.
<b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b>	Norma Oficial Mexicana, que establece los límites máximos	Se les dará mantenimiento a la maquinaria, para que este en

	permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites establecidos por esta norma.
<b>NOM-017-STPS-2001</b>	Relativa al Equipo de protección personal – selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El personal que laborara deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el proyecto, dando cumplimiento a la norma.
<b>NOTA: Estas normas aplicables al proyecto, guardan vinculación, con el cumplimiento de lo que dicta cada una de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) mencionadas.</b>		

## Leyes y Reglamentos específicos en la materia

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

### Artículo 28, fracción I.

**I.- Obras hidráulicas**, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

- **Ley General de Cambio Climático**

### CAPÍTULO I PRINCIPIOS

**Artículo 26.** En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:

XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;

**Artículo 30.** Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:

X. Elaborar los diagnósticos de daños en los ecosistemas hídricos, sobre los volúmenes disponibles de agua y su distribución territorial;

XI. Promover el aprovechamiento sustentable de las fuentes superficiales y subterráneas de agua;

XII. Fomentar la recarga de acuíferos, la tecnificación de la superficie de riego en el país, la producción bajo condiciones de prácticas de agricultura sustentable y prácticas sustentables de ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura; el desarrollo de variedades resistentes, cultivos de reemplazo de ciclo corto y los sistemas de alerta temprana sobre pronósticos de temporadas con precipitaciones o temperaturas anormales;

**Artículo 34.** Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

i) Diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de conformidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.

- **Reglamentos específicos en la materia**

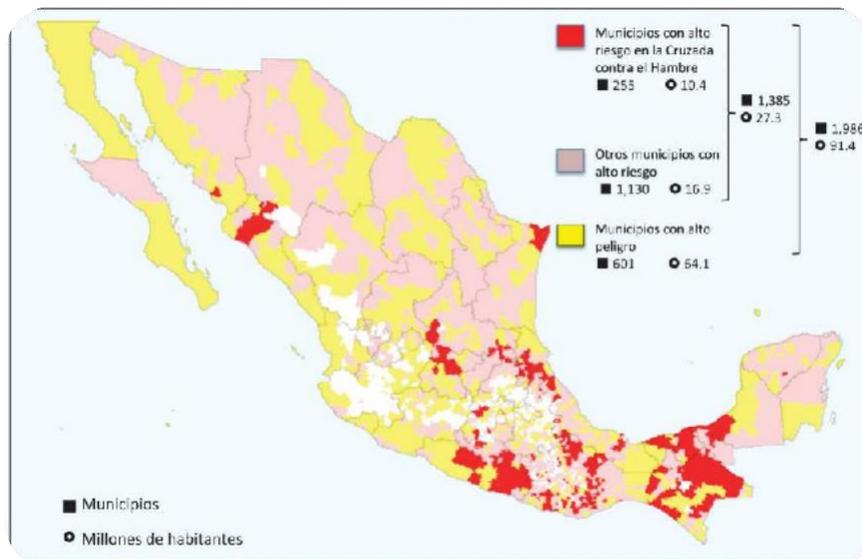
- ✓ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. La obra se inscribe dentro del Capítulo II, Artículo 5°, inciso A) fracción X: **A) HIDRÁULICAS; X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales.**
- ✓ Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La vinculación que se tiene con estas leyes es el cumplimiento de los artículos que les aplique, para su correcta realización. Y en especial la entrega de la MIA para su evaluación y resolución (autorización) correspondiente.

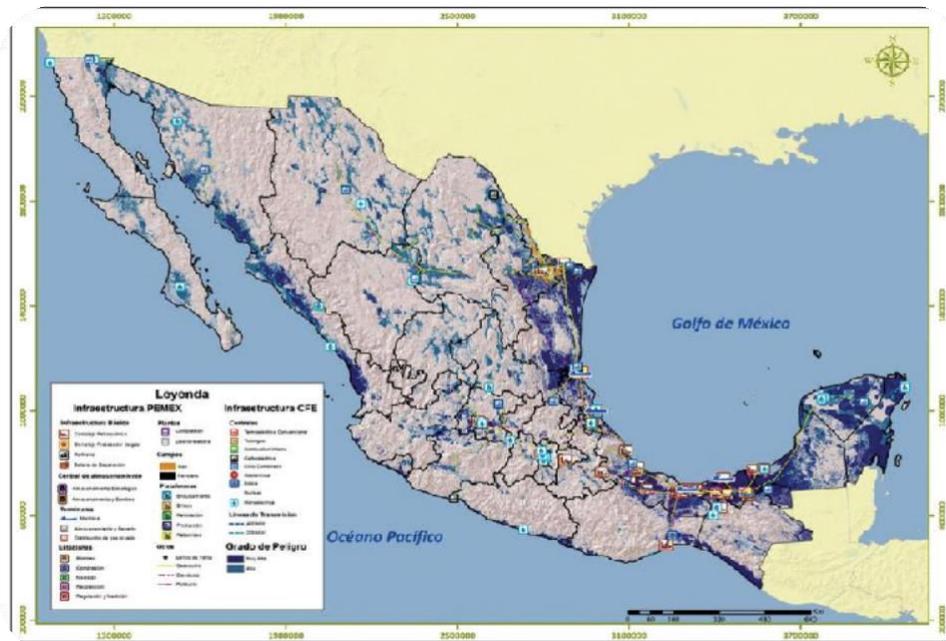
- **Estrategia Nacional de Cambio Climático**

La Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Al ser el instrumento rector, éste describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo.

De acuerdo con este programa de Estrategia Nacional de Cambio Climático en su mapa de alta vulnerabilidad y alto riesgo de ocurrencias de eventos climáticos, para nuestro sitio del proyecto, este se encuentra en una zona de Municipio con alto peligro.



De acuerdo con este programa de Estrategia Nacional de Cambio Climático en su mapa de infraestructura energética en zonas con peligro alto y muy alto por inundaciones, para nuestro sitio del proyecto, este se encuentra en una zona con un grado de peligro de muy alto por inundación, con respecto a falla de infraestructura energética.



Infraestructura energética en zonas con peligro alto y muy alto por inundaciones.  
Fuente: Centro Mario Molina, 2013 con base en información de INEGI, PEMEX, CFE y SMN.

- **Programa sectorial de turismo**

Este programa sectorial de turismo, en su directriz general es: “Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país”, del cual se desprenden cuatro estrategias a seguir: 1) impulsar el ordenamiento y la transformación del sector turístico; 2) impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico; 3) fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos; e 4) impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

La zona donde se desarrollará el proyecto, cuenta con infraestructura muy consolidada el mayor número de comercios y servicios públicos y privados, como oficinas, hospitales, escuelas, centros de abasto, a este sector acude gran parte de la población, debido a que es donde se agrupan la mayoría de las fuentes de trabajo, las cuales bajo el rubro de comercio, representan el 27.52% del total del área del sector. En colindancia con la vialidad Costera se encuentran los usos vinculados con el turismo y los servicios portuarios, en esta zona se mezclan servicios complementarios como son hoteles, comercios, restaurantes, centros recreativos y servicios de playa que equivalen al 10.03% del total.

El área natural turística del municipio, se le ha considerado como de Turismo Sustentable, que se refiere a la actividad que da un uso óptimo a los recursos naturales aptos para el desarrollo turístico, ayudando a conservarlos con apego a

las leyes en la materia; respeta la autenticidad sociocultural de las comunidades anfitrionas, conservando sus atractivos culturales, sus valores tradicionales y arquitectónicos, y asegura el desarrollo de las actividades económicas viables, que reporten beneficios socioeconómicos, entre los que se cuenten oportunidades de empleo y obtención de ingresos y servicios sociales para las comunidades anfitrionas, que contribuyan a mejorar las condiciones de vida.

- **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)**

Documento creado por el gobierno federal, siendo una extensión del Plan Nacional de Desarrollo que abarca principalmente, lo relacionado con el medio ambiente y el uso correcto de los recursos naturales dentro del país. Da un resumen detallado del estado actual en el que nos encontramos de acuerdo con el cambio climático, sequías, agua potable, manejo de aguas residuales y residuos urbanos, calidad del aire, explotación maderera, etc. Muestra los objetivos a cumplir, así como líneas de acción.

En el Estado de Guerrero de acuerdo con PROMARNAT:

- Se cuenta con una estación de monitoreo de la calidad del aire.
- Con relación a la población con acceso a agua potable, la cobertura es de 69.8 a 75.6%.
- En el tratamiento de aguas residuales municipales por entidad federativa, el caudal tratado respecto al generado es de 50.1 a 90%.
- La situación de los sitios contaminados con residuos peligrosos registrados en México, este no cuenta con sitio contaminado.

En el área del proyecto de acuerdo con PROMARNAT:

- La disponibilidad natural del agua es de alta disponibilidad como Región V - Pacífico Sur.
- La capacidad productiva de madera es de 20.1 a 40 de m<sup>3</sup>/ha.
- En el ordenamiento ecológico local, regional y marino, decretados, se encuentra un ordenamiento marino de competencias federal en elaboración.

- **Bandos y reglamentos municipales**

El proyecto se encuentra relacionado con las siguientes actividades señaladas entre otros artículos del Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de Iguala de La Independencia Guerrero.

CAPÍTULO II. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. ARTÍCULO 213.- El Ayuntamiento, a través de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente, se coordinará con las autoridades ejidales, comunales, educativas, estatales, federales y organizaciones no gubernamentales para la preservación, restauración y mejoramiento de la calidad ambiental, así como para la

conservación de los recursos naturales y control del equilibrio ecológico dentro del Municipio, ejercerá las facultades que le conceda en esta materia la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General de Cambio Climático, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Guerrero, la Ley de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero y su Reglamento correspondiente, la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Guerrero, la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Guerrero, y demás ordenamientos legales que de ellas emanen, así como a las derivadas del presente Bando y de los Reglamentos Municipales en Materia Ambiental correspondientes.

ARTÍCULO 214.- El Ayuntamiento, a través de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente, podrá establecer medidas respecto a los fines establecidos en el artículo anterior tendientes a:

- I. El estudio de las condiciones actuales y situación del medio ambiente en el Municipio para la elaboración de un diagnóstico.
- II. Promover acciones que eviten la contaminación de la atmósfera, suelo y agua en el Municipio.
- III. Desarrollar campañas de limpia, forestación y reforestación rural y urbana, de control de la contaminación industrial, reciclado de residuos en general y de control en la circulación de vehículos automotores contaminantes.
- IV. Regular horarios y condiciones para el uso de todo tipo de aparatos, maquinaria, reproductores de música y de sonidos que alteren las condiciones ambientales del Municipio.
- V. Auxiliar, a la Dirección de Protección Civil, en la prevención y combate a los incendios forestales.
- VI. Promover la participación ciudadana para el mejoramiento del medio ambiente, para lo cual promoverá la creación de Consejos de Participación Ciudadana en materia de Protección al Ambiente.
- VII. Conservar las áreas verdes en coordinación con el Departamento de Mejoramiento Urbano y Áreas Verdes, los delegados de los asentamientos humanos y los comisarios municipales.
- VIII. Crear un sistema Municipal de mejoramiento al medio ambiente a través de Comités de Vigilancia, de Educación y Mejoramiento del Entorno Ecológico y,
- IX. Las que establece el Artículo 63 Bis de la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Guerrero.

ARTÍCULO 215.- Corresponde al Ayuntamiento, a través de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente, de conformidad con la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Guerrero; la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente en vigor, prevenir, controlar, preservar, restaurar, conservar y aprovechar racionalmente los recursos naturales, así como implementar acciones que definan la política de planeación del desarrollo municipal en materia ecológica, para un crecimiento organizado, concertado y sustentable del Municipio, mediante:

I. Planes, programas y actividades que fomenten la educación y cultura ecológica, incentivando estímulos fiscales a empresas e instituciones educativas. II. Programas de prevención de la contaminación, protección y restauración de cuerpos de agua que existen en el Municipio de Iguala. III. Programas de restauración y protección de especies endémicas y/o en peligro de extinción. IV. Programas de protección, conservación y restauración ambiental. V. La coordinación y concentración con las diversas dependencias federales y estatales para la creación y administración de zonas de reserva ecológica.

ARTÍCULO 218.- Para prevenir y controlar la contaminación ambiental, el desequilibrio ecológico y preservar la salud pública en el territorio municipal, queda estrictamente prohibido a las personas físicas y morales, así como a los establecimientos industriales, comerciales y de servicios en el Municipio:

- I. Proporcionar a los consumidores, a título gratuito u oneroso, cualquier tipo de bolsa de plástico desechable para el acarreo de productos, envases de poliestireno expandido, en la venta y entrega de alimentos, y usar, entregar o vender popotes de plástico. Se excluye de esta prohibición, los popotes que se empleen en hospitales por cuestiones médicas, siempre y cuando sean de material biodegradable, como lo establece el Decreto 220, que adiciona al Artículo 49 Bis, a la Ley de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero vigente.
- II. Contaminar con residuos sólidos, líquidos y gaseosos.
- III. Contaminar cuencas, barrancas, canales, ríos, lagos, manantiales y lagunas.
- IV. La tala y quema de los bosques o erosión de la tierra.
- V. Quemar basura en lugares públicos y privados.
- VI. Tirar basura en lugares públicos y no autorizados.
- VII. Contaminar por cualquier medio, la atmósfera del municipio.
- VIII. Generar la contaminación visual (propagandas y anuncios espectaculares).
- IX. Detonar cohetes, encender juegos pirotécnicos o cualquier sustancia o combustible peligroso, sin previa autorización de la autoridad federal y municipal competentes.
- X. Producir ruido o vibraciones que causen molestias a la ciudadanía, (sonidos musicales, conjuntos de cualquier tipo, radios, consolas, modulares, tubos de escape, bocinas de autos, etcétera) que rebasen los parámetros establecidos por las normas oficiales mexicanas.
- XI. Utilizar la vía pública para talleres mecánicos, electromecánicos, hojalatería y pintura, juegos mecánicos, herrería, alimentos, etcétera.
- XII. La circulación de automotores que generen humos contaminantes.
- XIII. Fumar en las oficinas públicas, hospitales, sanatorios, escuelas, cines, vehículos de servicio público de pasajeros, y lugares públicos cerrados.
- XIV. Poseer y criar cerdos, caballos y otros animales de corral en la zona urbana y suburbana del Municipio.

- XV. Que deambulen las vacas, perros, cerdos, caballos, gatos, así como otros animales de corral y mascotas en general, en las vías públicas, áreas verdes, parques, jardines y demás áreas de equipamiento urbano; asimismo, que expulsen sus heces fecales en las áreas descritas.
- XVI. y las demás que se señalen en los reglamentos municipales correspondientes.

El Ayuntamiento sancionará en términos de este bando y demás ordenamientos legales aplicables, a las personas que violen las disposiciones establecidas en este artículo.

- I. Evaluación de Impacto Ambiental.
- II. Agua.
- III. Atmósfera.
- IV. Suelo.
- V. Vegetación.
- VI. Fauna.
- VII. Residuos Sólidos no peligrosos.
- VIII. Residuos Líquidos.
- IX. Residuos Gaseosos.
- X. Vibraciones.
- XI. Emisiones de Energía Térmica, Lumínica, Ruidos, Polvos y Olores Perjudiciales.
- XII. Prevención y control de la contaminación visual.
- XIII. En relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales.
- XIV. De actividades que no sean consideradas altamente riesgosas, cuando se pueda afectar el ecosistema en la jurisdicción Municipal

ARTÍCULO 222.- Los métodos y parámetros que deberán seguirse para la prevención en la contaminación del suelo, así como la expedición de permisos, autorizaciones y licencias en materia de manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos municipales y domésticos serán los contenidos en los ordenamientos vigentes. La Dirección de Ecología y Medio Ambiente, previa verificación, otorgará Cédula de Evaluación Ambiental a todo establecimiento fijo, semifijo o móvil, siempre y cuando cumpla con las normas establecidas en las leyes federales, estatales o municipales a efecto de que se pueda otorgar la licencia de funcionamiento.

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

En este apartado se describen y analizan en forma integral el sistema ambiental que constituye el entorno del Proyecto. Para lo cual, en primer término, se delimitó el área de estudio del Proyecto, tomando como referencia diferentes criterios, principalmente aspectos bióticos y abióticos que caracterizan a la región. Posteriormente se presenta la caracterización ambiental.

##### **IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto**

De acuerdo con la magnitud del presente proyecto y ante la inexactitud en la definición de Sistema Ambiental Regional (SAR) de parte del marco jurídico aplicable para el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, en la composición de esta MIA, la conceptualización para el sitio en el cual se insertará al proyecto fue asumida como “Espacio geográfico”. Considerando que, en realidad el espacio geográfico no es homogéneo, sino que está constituido por una infinidad de sistemas naturales de muy diversa magnitud y complejidad, desplegados continuamente para presentarse bajo la forma de complejos geográficos compuestos por unidades dispuestas con una estructura de jerarquías, que se articulan unas con otras en la arquitectura espacial.

Para delimitar y establecer el SAR, se tomaron en cuenta las siguientes definiciones:

- Región Ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes (LGEEPA).
- Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de estos
- Cuenca hidrológica: es la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica juntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos.

La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas (LAN).

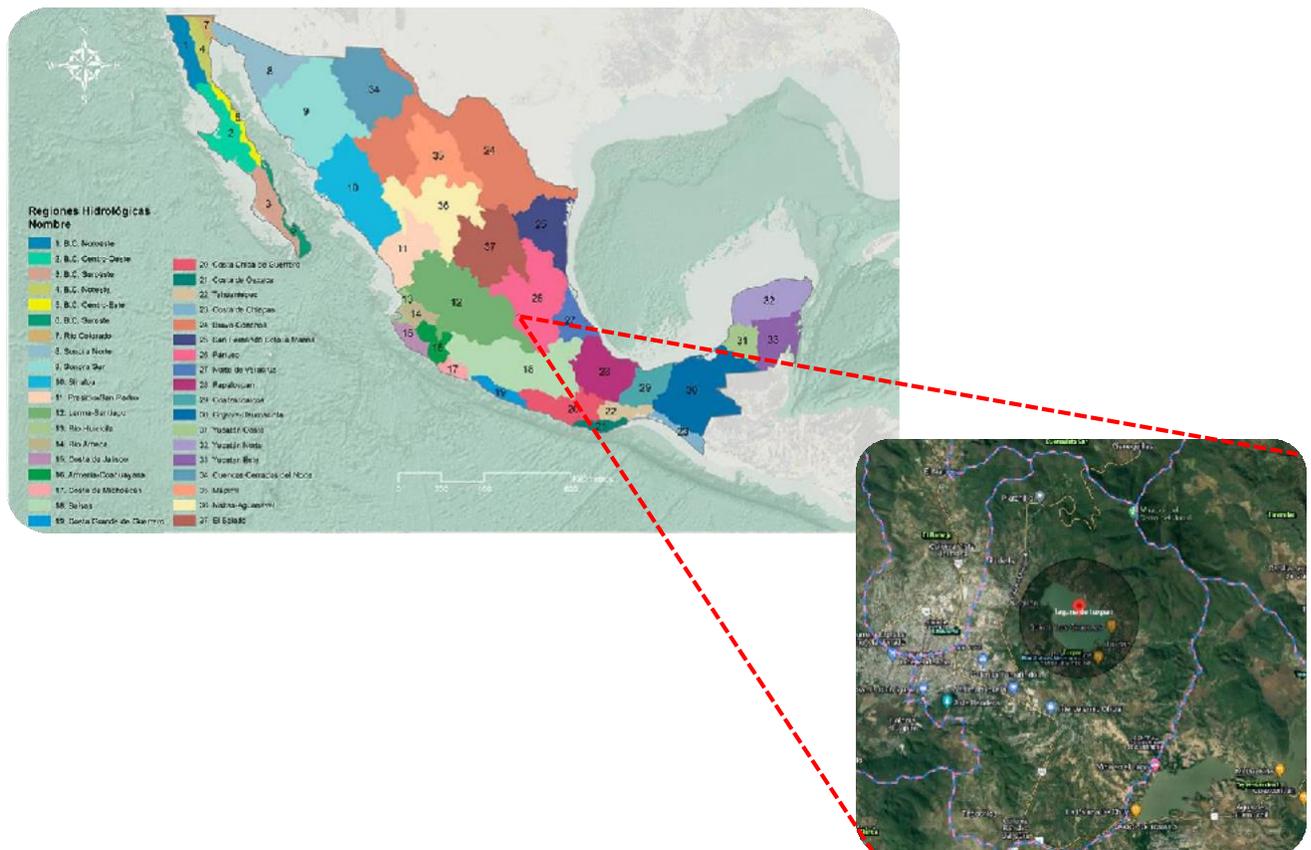
Como complemento a las definiciones se consideró el enfoque territorial en El Programa nacional de microcuencas (INE, 2007) el cual propone utilizar a la

microcuenca como el espacio de atención integral, lo que habrá de tener un impacto positivo en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en mejores servicios ambientales, agua y aire limpio, a los centros urbanos, además del impulso que tendría en el establecimiento de empresas de servicios. Asimismo, las principales leyes reglamentarias que mandatan en forma explícita, en su articulado, la atención de la cuenca, subcuenca o microcuenca como el escenario más idóneo para impulsar el desarrollo sustentable.

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realiza con la intención de definir una región relativamente homogénea en cuanto a los componentes ambientales, tomando en cuenta las propiedades de continuidad y uniformidad en el sistema, con la finalidad de describir de una manera más puntual los componentes ambientales presentes en la región seleccionada.

Se utilizó un SIG y la trasposición de cartas temáticas de INEGI Y CONABIO para determinar las microcuencas correspondientes al sitio del proyecto: En primer término, se insertó el polígono del proyecto georreferenciado y posteriormente se añadió la carta de cuencas y microcuencas de INEGI, Continuo de Cuencas del Territorio Mexicano, escala 1:250, 000.

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Superficie de la microcuenca (m2)	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)	% del SAR	% de la microcuenca
Río Balsas-Mezcala	Chavarría	Tuxpan	83733273.8	22818039.3	869079.867	3.80874034	1.03791459



Así tenemos que el trazo de la carretera se proyecta dentro de la región hidrológica 18 (RH-18), Balsas Mezcala para delimitar el SAR la superficie sería muy extensa lo que dificulta un análisis objetivo y de interacción de los elementos bio-geográficos y sociales.

Considerando la condición de extensión de la cuenca se decidió calcular en el SIG los parteaguas (Parteaguas es la línea imaginaria que une los puntos de mayor elevación del terreno y a su vez divide a la escorrentía en direcciones contrarias) y así realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional SAR por microcuencas puesto que como se mencionó en párrafos anteriores se explica como el espacio territorial definido por la geomorfología, siendo éste el elemento más estable del medio natural y en el que se sustentan los recursos agua, suelo, flora y fauna.

En este capítulo se describen los procesos abióticos y bióticos del SAR y en algunos elementos se enfatizan las características del área de influencia del proyecto y se especifica para cada uno.

El municipio de Iguala se encuentra al norte de la ciudad de Chilpancingo, Gro., su cabecera municipal es Iguala de la Independencia, ubicado entre los paralelos 18°13" y 18°27" de latitud norte y entre los 99°29" y 99°42" de longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich. Asentado en los comienzos de la representación de la cuenca del río Balsas, colinda al norte con Buena Vista de Cuellar y Taxco; al este con Huitzuco, Tepecoacuilco y Cocula; al oeste con Teloapan. Iguala de la Independencia se encuentra situada a 731 metros sobre el nivel del mar (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México 2013). Con una población de 140,363 habitantes (INEGI 2010).

Forma parte de la región norte del Estado de Guerrero, tiene una superficie de 567.1 km<sup>2</sup> que representan el 0.89 por ciento del territorio total del estado. La configuración del suelo es representativa de tres tipos de relieve, los que constituyen las zonas accidentadas forman el 40 por ciento del territorio municipal, están localizadas principalmente en Coacoyula de Álvarez, en esta parte destacan los cerros: Tuxpan con 1,695 metros; Conejo con 1,237 y Grande o Pívilas con 1,420 m; el 30 por ciento lo componen zonas semiplanas localizadas al oriente y sur del municipio, sobre las localidades de Ahuehuepan, Matlapa, Ceja Blanca y Planta de Zapotal; las zonas planas constituyen el 30% restante y se localizan en el centro, norte y oriente.

Los cuerpos de agua que se encuentran en el municipio son: la Laguna de Tuxpan y el río San Juan y Tomatal (con caudales permanentes). Los arroyos de escurrimientos temporales son Ceja Blanca, las Tijerillas y el Naranja. Existen también varios pozos de extracción de agua.

La Laguna de Tuxpan se encuentra ubicada en el pueblo de Tuxpan con una población de 2,086 individuos. La laguna de Tuxpan es un lago de origen tectónico formado por la depresión de la costra terrestre por movimientos tectónicos. Este tipo de lagos son resultado de las áreas de subsidencia que resultan de la actividad

tectónica. Muchas de estas depresiones son depósitos de agua debido a la porosidad de los sedimentos (Wetzel, 2001). En muchos lagos la contribución de los aportes de aguas subterráneas es de mucha importancia como parece suceder en la Laguna de Tuxpan y puede representar la mitad del aporte hidrológico anual con grandes cargas de fósforo y nitrógeno.

Según el reporte de Reservas de la Biósfera y otras Áreas Protegidas de México (1995) la Laguna de Tuxpan está catalogada como Presa Laguna de Tuxpan con fecha de Decreto del 3 de agosto de 1949, con una superficie de 10,000.00 hectáreas con categoría ZPF (Zona Protectora Forestal).

Piperno et al. (2007) reportan para la Laguna de Tuxpan una longitud de 2.5 a 1.75 km, con una antigüedad de aproximadamente 3,000 años a.c. Constituido por tres costras paralelas en la parte más profunda (5.5 y 5.8 metros). Asimismo, señalan que de cuatro a seis metros de sedimentos fueron depositados en el lago por la desviación del efluente El Tomatal hacia el lago hace más de 50 años. Previamente a este evento la profundidad del lago era de 15 m y albergaba una alta variedad de peces y crustáceos nativos, por lo tanto, los sedimentos recientes provocaron la pérdida de 800 a 1000 años de registros paleo limnológicos.

Dentro del polígono del SAR se incluye el proyecto, los elementos ambientales y sociales relacionados al proyecto. Se considera que no existirá efecto secundario en ningún área que sobrepase la delimitada por el área delimitada para el SAR provocando algún daño ambiental o socioeconómico.

El SAR será el área de delimitación natural en donde realizaremos las proyecciones y valoraciones de los posibles impactos que se producirán por el proyecto. Ya que la identificación oportuna de todos los factores directos o indirectos del área de influencia permite una mejor planeación, así como buscar la sustentabilidad integrando todas las variables sociales y ambientales.

Los registros de sedimentos antiguos señalan la presencia de polen y fitolitos. Asimismo, indican que el cuerpo de agua sufrió sequías frecuentes de origen estacional, así como aportes de material producto de la erosión de las márgenes del lago y de los aportes por escorrentías en la época de lluvias. Se encontraron una alta variedad de diatomeas que datan de 2,680 a 40 años a.c. Todo señala que el lago tuvo su origen hace 3,000 años a.c. y por el tipo de sedimentos encontrados el lago ha permanecido desde entonces. Así mismo, mencionan que el tipo el polen encontrado corresponde a la diatomea *Aulacoseira* y a los fitolitos de los árboles, como: *Bursera*, *Cordia*, *Euglenia*, *Protium*, *Sapotaceae*, *Spondias* y otra variedad de palmas *Elaeis*, que se explican debido a la influencia humana y a las altas laderas que rodean al lago, que generaron la llegada de mayor cantidad de polen de *Quercus*, *Podocarpus*. La desaparición de *Thyfa* y restos de árboles durante algunos periodos, señalan una reducción de la precipitación, escorrentías y decremento del nivel del lago hacia 2,000 a.c. que coinciden con la sequía en Mesoamérica entre 1,800 y 900 a.c. y con el colapso de la cultura Maya. Asimismo, los registros de polen y fitolitos indican la deforestación de la zona debido a las

actividades agrícolas.

Los factores físicos sirven para definir la región natural y para individualizarla como una «región homogénea», esta noción se emplea para iniciar el estudio regional de una parte de la superficie terrestre. Una región natural está delimitada por criterios de geografía física, principalmente los que tienen que ver con el relieve y, en menor grado, con el clima, la hidrografía, la vegetación, los suelos y otros. Se tiene así la definición de regiones climáticas, hidrográficas, edáficas, fitogeográficas, entre otras. Por lo tanto, cada una de las unidades territoriales determinadas por el relieve, el clima y la vegetación constituye una región natural. En una región geográfica, los fenómenos humanos colectivos, son complejos y difíciles de definir y aún más de delimitar, sus límites son convencionales y dependen en gran parte del criterio empleado y además cambian en el tiempo.

El análisis de gran parte de los fenómenos hidrológicos que ocurren sobre un determinado espacio geográfico suele tener como referencia a la unidad fisiográfica conocida como cuenca. La cuenca es un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por la precipitación y donde los excedentes de agua convergen en un punto espacial único. Las características físicas de una cuenca desempeñan un papel esencial en el estudio y comportamiento de parte de los componentes del ciclo hidrológico (evaporación, infiltración, flujo superficial, entre otros; Díaz et al, 1999). Por lo tanto, en este estudio se efectúa la descripción del clima, hidrología, topografía, geología, edafología, vegetación y uso del suelo de las cuencas que influyen en la calidad del agua de la Laguna de Tuxpan.

Para la delimitación detallada del SAR los criterios claves fueron los aspectos hidrológicos, de relieve y vegetación, se identificaron todos los escurrimientos intermitentes y perennes que se desplazan en el área de estudio. Con base en eso se determinó delimitar el SAR con las microcuencas que contienen atributos específicos que interactúan permitiendo tener un escenario más puntual de los impactos en el área y resaltar las interacciones bióticas y abióticas de ambos. También se consideró la parte social y se integraron las localidades beneficiadas.

Criterio	Especificaciones
Microcuencas	Tuxpan
Topografía	710-920 msnm
Vegetación	Agrícola y vegetación de selva caducifolia
Localidades	Tuxpan

## IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

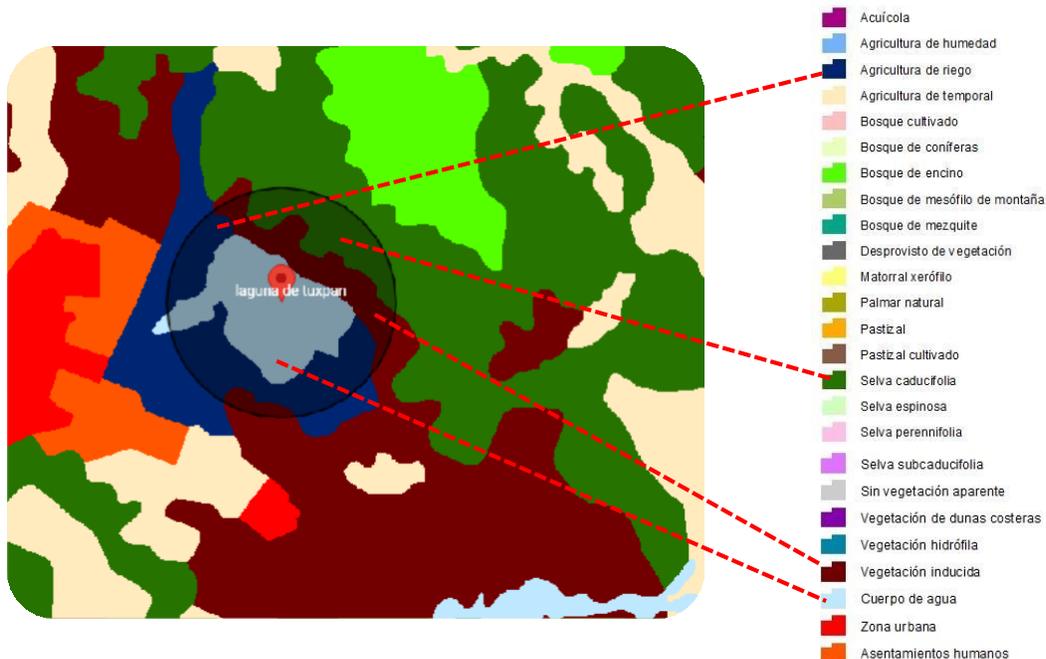
Las subcuencas del Tomatal y Laguna de Tuxpan presentan pocos afluentes en su recorrido hasta el lago. El río Tomatal se incorpora al cauce solamente con escurrimiento permanente, siendo este una desviación de la obra civil hidráulica construida a principios de los años 40's, como aparece señalado en la placa de registro del Canal de Llamada.

La caracterización del SAR contempla el medio físico biótico, social y económico se hace considerando sus condiciones actuales, para determinar el grado de impacto que ocasionara la obra y el tiempo requerido para su recuperación en donde las afectaciones serán de manera temporal, por lo cual se consideran todas las medidas necesarias para lograr este propósito en la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas.

El SAR consta de Asentamientos humanos, agricultura de riego, Agricultura de temporal, vegetación inducida y vegetación secundaria de Selva Caducifolia.

Clave (uso del suelo y/o tipo de vegetación)	Grupo de vegetación	Grupo de sistema agropecuario	Tipo de agricultura	Tipo de vegetación	Tipo de vegetación/ Vegetación Secundaria	Superficie de la geometría (m2)	Superficie de incidencia (m2)
AH	Asentamientos humanos	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Asentamientos humanos	12566369.7	434665.876
H2O	Cuerpo de agua	No aplicable	No aplicable	No aplicable	Cuerpo de agua	12566369.7	4270093.05
PI	Vegetación inducida	No aplicable	No aplicable	Pastizal inducido	Pastizal inducido	12566369.7	2209620.69
RAP	Agricultura de riego	Agrícola	Agricultura de riego	No aplicable	Agricultura de riego anual y permanente	12566369.7	1117602.51
RAS	Agricultura de riego	Agrícola	Agricultura de riego	No aplicable	Agricultura de riego anual y semipermanente	12566369.7	1419042.52
RP	Agricultura de riego	Agrícola	Agricultura de riego	No aplicable	Agricultura de riego permanente	12566369.7	906151.646
SBC	Selva caducifolia	No aplicable	No aplicable	Selva baja caducifolia	Selva baja caducifolia	12566369.7	1180218.21
TA	Agricultura de temporal	Agrícola	Agricultura de temporal	No aplicable	Agricultura de temporal anual	12566369.7	429907.859
VSa/SBC	Selva caducifolia	No aplicable	No aplicable	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	12566369.7	599067.347

Para evaluar el grado de conservación del SAR se evaluaron ortofotos y fotos satelitales históricas para observar la fragmentación en la que ha estado expuesto el SAR y se observó que existen zonas de derrumbes que han fragmentado la vegetación, así como el uso agrícola.



Los datos del SAR fueron caracterizados usando los sistemas de información geográfica: SIGEIA, SIORE, ARCSIG. En los cuales se integraron los datos tomados en campo y los consultados en las bases de datos de: INEGI, SEMARNAT, CONABIO.

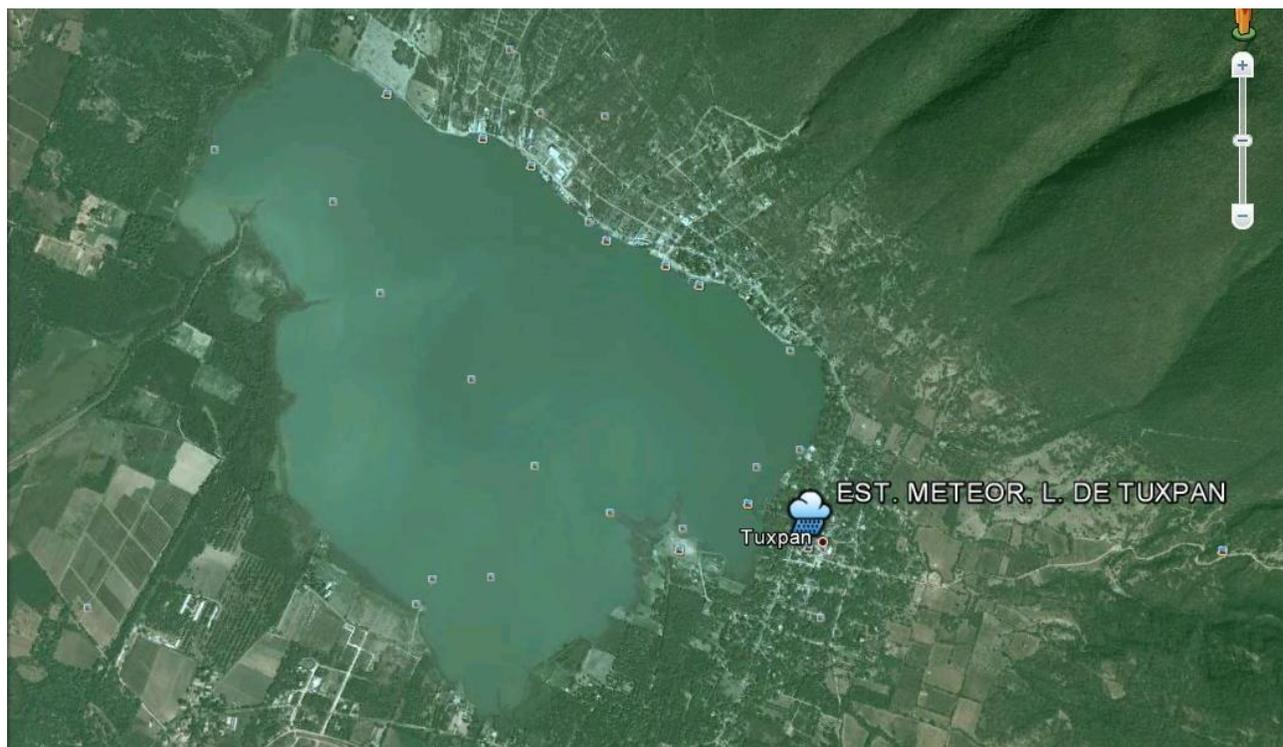
#### IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

##### IV.2.2.1 Medio abiótico

La información de precipitación, evaporación, temperatura observada, mínima y máxima se obtuvo de la estación meteorológica Laguna de Tuxpan (12222) ubicada a una latitud de 18. 5° 21' 0.15" a una longitud de 99° 28' 46.62" y una altitud de 740 msnm con registros de 1981 a 2009 del sistema ERIC III. Versión 2.0 (Extractor Rápido de Información Climatológica del IMTA; Tabla 1.4.1). Para la ubicación de las estaciones meteorológicas se utilizaron los mapas SIG. Para el análisis gráfico estadístico de las estaciones meteorológicas se utilizó el software Statistica (Statsoft 2006).

*Ubicación de la Estación Meteorológica de la Subcuenca de la Laguna de Tuxpan*

Estación	Clave	Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Registros	Años
1	12222	Laguna de Tuxpan	18.35	-99.48	740	1981 – 2009	28



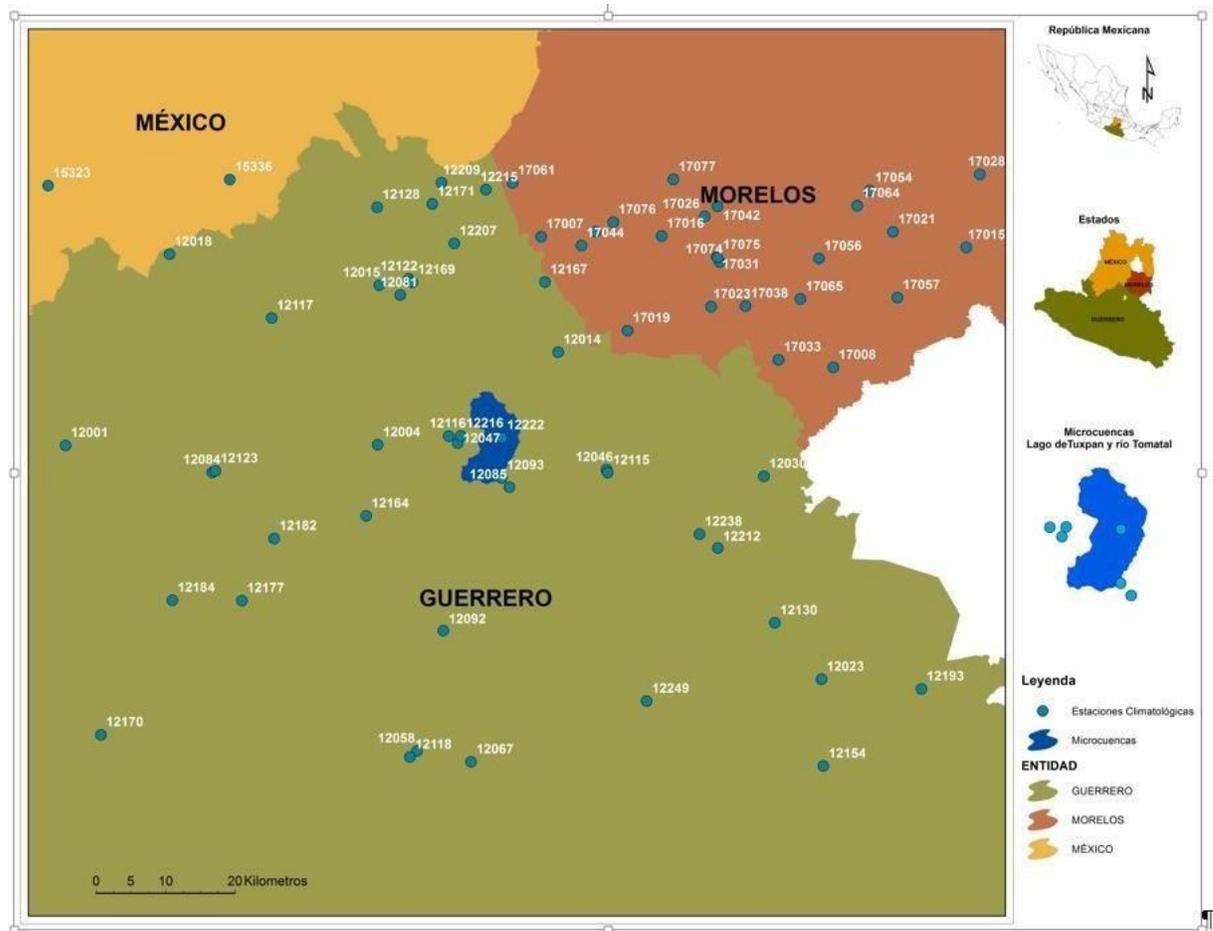
*Ubicación de la Estación Meteorológica en la subcuenca de la Laguna de Tuxpan.*

Para el cálculo de las isotermas e isoyetas de las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y río Tomatal se tomó en consideración la información de 69 estaciones meteorológicas

ubicadas en los alrededores de la zona. El nombre, la ubicación estatal y geográfica, así como la latitud se encuentran enlistados.

*Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas a las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal para el cálculo de las isotermas e Isoyetas*

Clave Estación	Nombre	Municipio	Latitud N	Longitud O	Altitud
12001	ACAPETLAHUAYA	TEOLOAPAN	18.335280	-100.072500	1,292
12004	AHUEHUEPAN	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA	18.338060	-99.646670	760
12014	BUENAVISTA DE CUELLAR	BUENAVISTA DE CUELLAR	18.459440	-99.400830	1,394
12015	CACALOTENANGO	TAXCO DE ALARCÓN	18.546110	-99.645280	1,662
12018	CIRIAN GRANDE	PEDRO ASCENCIO ALQUISTRAS	18.585280	-99.932220	1,140
12023	COPALILLO	COPALILLO	18.033330	-99.041110	900
12030	CHAUCINGO	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA	18.298060	-99.119720	900
12046	HUITZUCO (SMN)	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA	18.306390	-99.334440	940
12047	IGUALA (SMN)	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA	18.340560	-99.537500	738
12058	MEXCALA (CFE)	TEPECOACUILCO DE TRUJANO	17.938890	-99.591670	457
12067	SAN JUAN TETELCINGO (CFE)	TEPECOACUILCO DE TRUJANO	17.925000	-99.518060	471
12081	TAXCO (CFE)	TAXCO DE ALARCÓN	18.533330	-99.616670	1,750
12084	TEOLOAPAN	TEOLOAPAN	18.301110	-99.872220	1,649
12085	TEPECOACUILCO	TEPECOACUILCO DE TRUJANO	18.283330	-99.466670	842
12092	TONALAPA DEL SUR	TEPECOACUILCO DE TRUJANO	18.096110	-99.556390	720
12093	PRESA VALERIO TRUJANO	TEPECOACUILCO DE TRUJANO	18.295280	-99.477500	842
12115	HUITZUCO (DGE)	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA	18.302500	-99.332780	975
12116	IGUALA (DGE)	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA	18.349720	-99.550000	730
12117	IXCATEOPAN DE CUAUHTEMOC	IXCATEOPAN DE CUAUHTEMOC	18.502780	-99.792220	1,830
12118	MEZCALA	EDUARDO NERI	17.931110	-99.601390	500
12122	TAXCO (SMN)	TAXCO DE ALARCÓN	18.554440	-99.605280	1,760
12123	TEOLOAPAN (CFE)	TEOLOAPAN	18.303060	-99.868060	1,693.00
12128	TETIPAC	TETIPAC	18.647780	-99.648610	1,686
12130	ATENANGO DEL RIO (CFE)	ATENANGO DEL RÍO	18.106940	-99.104720	626
12154	ZICAPA	COPALILLO	17.920280	-99.038610	1,000.00
12164	E.T.A. 274 COCULA	COCULA	18.245280	-99.661940	670
12167	TEPETLAPA	BUENAVISTA DE CUELLAR	18.550830	-99.418890	1,022
12169	TAXCO (DGE)	TAXCO DE ALARCÓN	18.550000	-99.600000	1,710
12170	EL CARACOL (CFE)	GENERAL HELIODORO CASTILLO	17.958330	-100.022220	513
12171	CHONTALCOATLAN	TETIPAC	18.652220	-99.573330	1,289
12177	CUETZALA DEL PROGRESO	CUETZALA DEL PROGRESO	18.134170	-99.831110	1,122
12182	APETLANCA	CUETZALA DEL PROGRESO	18.215280	-99.787500	1,750
12184	APAXTLA	APAXTLA	18.134170	-99.925830	1,300
12193	PAPALUTLA (CFE)	COPALILLO	18.020830	-98.905000	720
12207	ACUITLAPAN	TAXCO DE ALARCÓN	18.600830	-99.543060	1,600
12209	EL MOGOTE	PILCAYA	18.680000	-99.560830	1,490
12212	TUZANTLA	ATENANGO DEL RÍO	18.204440	-99.182500	940
12215	DOS BOCAS	PILCAYA	18.671110	-99.500000	1,239
12216	ESCUELA SEC. IGUALA DE LA INDE	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA	18.350000	-99.533330	871
12222	LAGUNA DE TUXPAN	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA	18.347780	-99.477500	767
12238	PASO MORELOS	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA	18.222500	-99.207500	1,083.00
12249	TULIMAN	HUITZUCO DE LOS FIGUEROA	18.004720	-99.279170	950
15323	LA GOLETA	AMATEPEC	18.673890	-100.098610	2,278
15336	PEÑA LISA TEOCALCINGO	ZACUALPAN	18.683060	-99.850280	1,700
17007	HUAJINTLAN	AMACUZAC	18.610000	-99.424440	942
17008	HUAUTLA	TLAQUILTENANGO	18.440000	-99.025000	966
17015	TEPALCINGO	TEPALCINGO	18.596390	-98.843610	1,160
17016	TEQUESQUITENGO	JOJUTLA	18.611110	-99.259720	932
17019	TILZAPOTLA	PUENTE DE IXTLA	18.487780	-99.306110	1,303
17021	TLACUALERA	TEPALCINGO	18.616670	-98.943610	1,250
17023	XICATLACOTLA	TLAQUILTENANGO	18.519170	-99.191940	803
17026	C.A.E. LA VICTORIA	ZACATEPEC	18.636670	-99.200830	1,364
17028	JONACATEPEC	JONACATEPEC	18.691670	-98.824720	1,350
17031	JOJUTLA (DGE)	JOJUTLA	18.583890	-99.184170	959
17032	SAN GABRIEL	AMACUZAC	18.616670	-99.350000	929
17033	XICATLACOTLA (CFE)	TLAQUILTENANGO	18.450000	-99.100000	1,095
17038	NEXPA	TLAQUILTENANGO	18.520000	-99.145000	800
17042	ZACATEPEC (OBS)	ZACATEPEC	18.650000	-99.183330	918
17044	E.T.A. 040 AMACUZAC	AMACUZAC	18.598610	-99.369440	1,278
17054	MOYOTEPEC	AYALA	18.670830	-98.975280	1,154
17056	SAN PABLO HIDALGO	TLALTIZAPÁN	18.581940	-99.044720	925
17057	EL LIMÓN	TEPALCINGO	18.531110	-98.937500	1,248
17061	APANCINGO	COATLAN DEL RÍO	18.680000	-99.463610	1,152
17064	TECOMALCO	AYALA	18.650830	-98.992500	1,305
17065	VALLE DE VAZQUEZ	TLAQUILTENANGO	18.529170	-99.070000	950
17074	EL HIGUERÓN	JOJUTLA	18.577500	-99.180560	907
17075	JOJUTLA (SMN)	JOJUTLA	18.583330	-99.183330	890
17076	PUENTE DE IXTLA	PUENTE DE IXTLA	18.629170	-99.325830	903
17077	XOXOCOTLA	PUENTE DE IXTLA	18.685000	-99.243890	1,030



***Ubicación de las estaciones meteorológicas cercanas a las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río tomatal para el cálculo de las isotermas e isoyetas de las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río tomatal***

#### **IV.2.1.1 Clima**

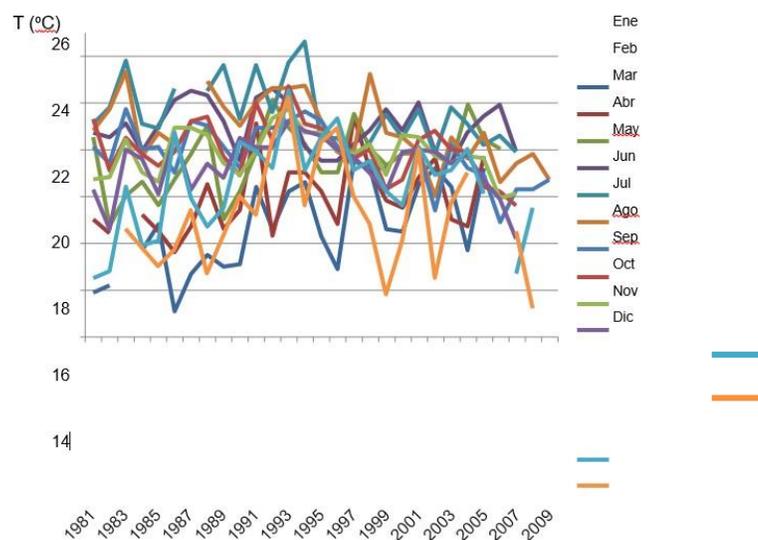
El clima en una región natural se determina con base en los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones. Estos valores se obtienen con la recopilación sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos (30 años o más). Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros meteorológicos. Los factores naturales que afectan al clima son el relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente. El clima es un sistema complejo, por lo que su comportamiento es difícil de predecir, por una parte hay tendencias a largo plazo debidas normalmente, a variaciones sistemáticas como las derivadas de los movimientos de rotación y de traslación de la Tierra y la forma como estos movimientos afectan de manera distinta a las diferentes zonas o regiones climáticas de nuestro planeta, las variaciones de la radiación solar o los cambios orbitales. Por otra, existen

fluctuaciones más o menos caóticas debidas a la interacción entre forzamientos, retroalimentaciones y moderadores (Budiko 1982).

La temperatura observada en la estación meteorológica de la Laguna de Tuxpan, Gro., señaló el mínimo valor en junio de 2009 con 18.4 °C, y en mayo de 1994 con 26.6 °C (Tabla 1.5.1.1 y Figura 1.5.1.1). Asimismo, el mes de mayo se muestra como el mes más caluroso en el periodo estudiado y el mes de enero como el más frío.

*Temperatura observada (°C) de 1981 a 2009 en la estación meteorológica de la Laguna de Tuxpan, Gro.*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1981	15.9	19	22.5	22.7	23.1	22.8	22.1	23.3	20.7	20.3	16.5	16.1
1982	16.2	18.4	18.7	22.5	23.8	23.7	21.4	21.1	20.8	18.6	16.8	
1983			20	23.1	25.8	25.3	23.7	22.5	22.4	22	20.4	18.6
1984	17.7	19.2	20.6	21.9	23.1	21.7	22	21.8	21	21.6	17.9	17.8
1985	18.8	18.5	19.6	23	22.9	22.7	22.1	21.3	20.6	20.1	18.1	17
1986	15.1	17.6	20.7	24.1	24.6	22.2	21	21.9	22.9	22.6	22.7	17.7
1987	16.7	18.7	21.8	24.5	24.5	23.8	23.2	23.2	22.9	20.3	19.9	19.4
1988	17.5	20.5	23	24.3	24.5	24.9	23	23.4	22.6	21.4	18.7	16.7
1989	17	18.6	19	23.2	25.6	23.8	22.1	21.7	21.4	20.8	19.5	18.3
1990	17.1	19.4	20.2	21.5	23.3	23	21.2	20.9	20.9	22.5	22.3	20
1991	20.4	23.1	21.9	24.2	25.6	24	22.9	24	21.9	22.1	21.9	19.2
1992	18.6	18.3	24.1	24.6	23.6	24.6	22.9	22.4	23.3	22.1	21.2	22.4
1993	20.2	21	22.9	24	25.7	24.6	23.2	24.7	23.7	23.2	24.5	24.2
1994	20.6	21	22.2	22.1	26.6	24.7	23.6	23.1	22.7	22.8	21.1	19.6
1995	18.3	20.2	21	21.5	22.4	23.2	23.2	22.9	22.7	22.6	22.5	22.3
1996	16.9	18.8	21	21.5	22.5	22	22.1	21.9	21.9	22	23.3	22.9
1997	21.5	23.4	23.5	22.2	21.7	21.9	21.5	21.6	21.8	21.7	21.1	20
1998	21.2	21.1	22	22.8	22.3	25.2	21.2	22	22.2	21	21.5	18.8
1999	18.6	19.8	21.3	23.7	23.5	22.7	21.2	20.3	20.9	20.2	20.2	15.8
2000	18.5	19.5	21.8	22.8	22.5	22.5	20.7	22.6	21.9	19.6	18.1	18.1
2001	20.5	20.8	21.8	24	23.7	21.9	21.9	22.4	22.5	22	22.1	22
2002	21.2	21.6		21.9	21.8	20	19.4	22.8	21.7	21.9	20.9	16.5
2003	20.4	19	21.4	21.4	23.8	22.5	22.2	22	21.4	21.4	21.1	19.7
2004	17.7	18.7	23.9	22.7	23.1	21.6	21.2	21.9	21.7	21.8	22	21
2005	21.2	21.7	22.4	23.4	22.2	22.7	20.9	20.4	21.6	20.7	20.1	
2006			22	23.9	22.6	20.6	18.9	20.2	19.9	19.9		
2007				21.9	21.9	21.4	20.3	19.6	20.1	18.2	16.7	18.5
2008						21.8	20.3				19.5	15.2
2009	18.5	18.4				20.7	20.7	19.9	19.3			



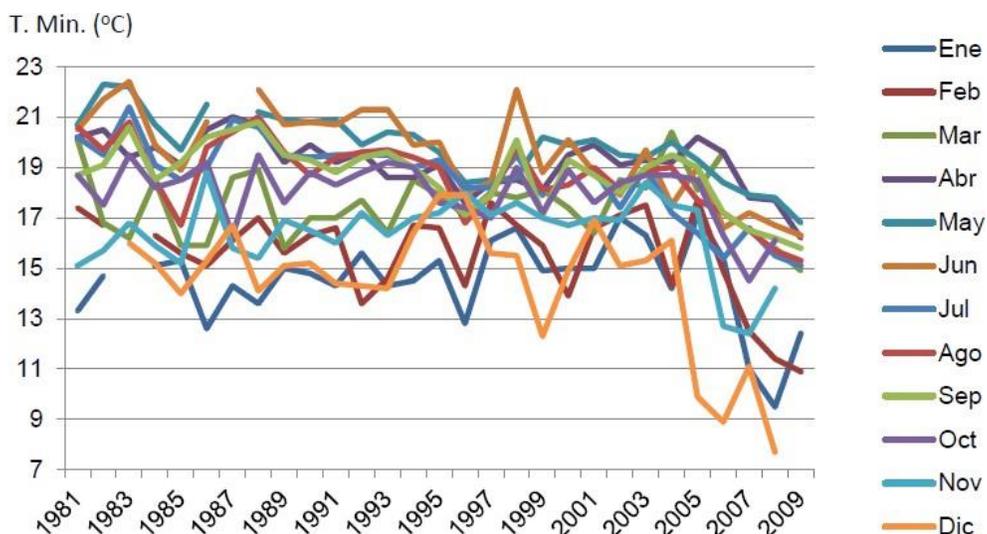
**Comportamiento de la temperatura observada de 1981 a 2009 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.**

La temperatura mínima con un registro de 10.9 °C como valor mínimo en el mes de diciembre de 2009, y en mayo de 1982 con la mayor temperatura mínima con 22.3 °C, como puede observarse en la Tabla 1.5.1.2 y Figura 1.5.1.2. Sin embargo, el mes de junio se muestra como el mes que registra los mayores valores de temperatura mínima a diferencia del mes de mayo en la temperatura observada en el periodo estudiado y el mes de enero con el mes más frío, en forma coincidente con la temperatura observada.

*Comportamiento de la temperatura mínima de 1981 a 2009 en la estación meteorológica de la Laguna de Tuxpan, Gro.*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1981	13.3	17.4	20.1	20.2	20.7	20.5	20.2	20.6	18.7	18.7	15.1	14.2
1982	14.7	16.7	16.8	20.5	22.3	21.7	19.5	19.7	19.1	17.5	15.7	
1983			16.2	19.4	22.2	22.4	21.4	20.8	20.6	19.5	16.8	16
1984	15.1	16.3	18.5	19.8	20.7	19.9	19.1	18.5	18.5	18.2	15.9	15.2
1985	15.3	15.6	15.9	19.1	19.7	18.9	18.5	16.7	19.2	18.5	15.2	14
1986	12.6	15.1	15.9	20.5	21.5	20.8	19	19.8	20.2	19.2	18.8	15.3
1987	14.3	16.1	18.6	21			20.9	20.4	20.5	16.3	15.8	16.7
1988	13.6	17	18.9	20.7	21.2	22.1	20.6	21	20.8	19.5	15.4	14.1
1989	15	15.6	15.8	19.2	20.9	20.7	19.5	19.6	19.5	17.6	16.9	15.1

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1990	14.8	16.3	17	19.9	20.8	20.8	19.4	18.7	19.3	18.8	16.5	15.2
1991	14.3	16.6	17	19.2	20.9	20.7	19.5	19.4	18.8	18.3	16	14.4
1992	15.6	13.6	17.7	19.6	19.9	21.3	19.5	19.6	19.4	18.8	17.2	14.3
1993	14.3	14.6	16.4	18.6	20.4	21.3	19.5	19.7	19.6	19.2	16.3	14.2
1994	14.5	16.7	18.5	18.6	20.3	19.9	19	19.4	19	19	17	16.4
1995	15.3	16.6	17.9	19.1	19.6	20	19.3	19	18.2	17.6	17.2	17.9
1996	12.8	14.3	17.1	17.6	18.4	18	18.2	16.8	17.1	17.4	18	17.9
1997	16.1	17.6	18	18.4	18.5	18.4	18.2	17.9	17.9	17	17.1	15.6
1998	16.6	16.7	17.8	18.5	18.6	22.1	19.5	19.8	20.1	19	17.6	15.5
1999	14.9	15.9	18.1	18.1	20.2	18.8	17.9	18.1	17.1	17.2	17	12.3
2000	15	13.9	17.4	19.5	19.9	20.1		18.3	19.3	18.9	16.7	14.9
2001	15	16.6	16.4	19.9	20.1	18.8	18.9	19	18.7	17.6	17	16.9
2002	17	17.1	18.5	19.1	19.5	17.9	17.4	18.1	18	18.4	16.9	15.1
2003	16.3	17.5	18.2	19.3	19.4	19.7	19	18.9	19	18.7	18.4	15.3
2004	14.2	14.3	20.4	19.2	20	17.5	17.2	19	19.5	18.7	17.5	16.1
2005	17.1	17.7	18.1	20.2	19.3	19	16.4	17.7	19	18.5	17.3	9.9
2006	15.4	14.9	19.6	19.6	18.4	16.6	15.4	17.2	17.2	16.3	12.7	8.9
2007	11	12.5		17.8	17.9	17.2	16.6	16.5	16.5	14.5	12.4	11.1
2008	9.5	11.4	15.8	17.7	17.8	16.7	15.5	15.7	16.2	16.1	14.2	7.7
<u>2009</u>	<u>12.4</u>	<u>10.9</u>	<u>14.9</u>	<u>16.2</u>	<u>16.8</u>	<u>16.3</u>	<u>15.1</u>	<u>15.3</u>	<u>15.8</u>			



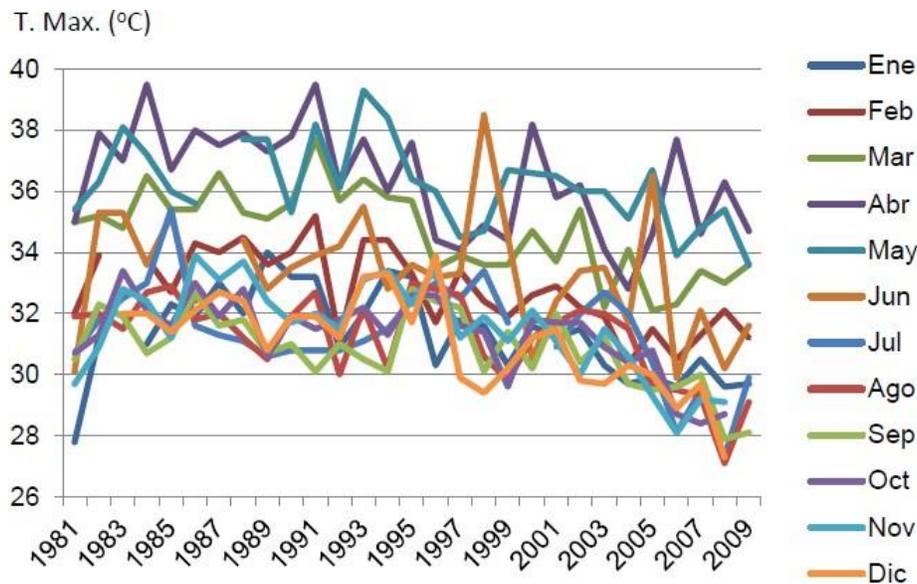
**Temperatura mínima del aire de 1981 a 2003 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.**

La temperatura máxima con un registro de 39.5 oC como valor máximo en el mes de abril de 1984, y en agosto de 2008 se observó la menor temperatura máxima con 27.1 oC como puede observarse en la Tabla 1.5.1.3 y Figura 1.5.1.3. Sin embargo, el mes de abril se muestra como el mes que registra los mayores valores de temperatura máxima a diferencia del mes de mayo en la temperatura observada en el periodo estudiado. El mes de junio con los mayores valores de temperatura mínima y el mes de diciembre como el más frío del año, a diferencia de la temperatura observada y la temperatura mínima que señaló enero como el más frío.

**Temperatura máxima (°C) de 1981 a 2009 n la estación meteorológica de la Laguna de Tuxpan, Gro.**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1981	27.8	32	35	35	35.4	30.1	30.7	31.9	30.5	30.7	29.7	30.9
1982	31.2	33.9	35.2	37.9	36.3	35.3	31.8	32	32.3	31.3	30.9	
1983			34.8	37	38.1	35.3	32.5	31.5	31.9	33.4	32.8	32
1984	31	33.8	36.5	39.5	37.2	33.6	33	32.7	30.7	32.1	32.4	32
1985	32.3	32.7	35.4	36.7	36	35.2	35.4	32.9	31.2	31.6	31.2	31.4
1986	31.9	34.3	35.4	38	35.6	32.4	31.6	31.8	32.7	33	33.9	32.1
1987	33	34	36.6	37.5			31.3	32	31.6	31.9	33.1	32.7
1988	32	34.5	35.3	37.9	37.7	34.4	31.1	31.2	31.8	32.8	33.7	32.4
1989	34	33.6	35.1	37.3	37.7	32.8	30.6	30.5	30.7	30.6	32.4	30.8
1990	33.2	34	35.6	37.8	35.3	33.5	30.8	31.9	31	31.9	31.7	31.9
1991	33.2	35.2	37.7	39.5	38.2	33.9	30.8	32.7	30.1	31.5	32	31.9
1992	30.9	31.1	35.7	36.2	36.1	34.2	30.8	30	31	31.8	31.5	31.2
1993	32	34.4	36.4	37.7	39.3	35.5	31.1	32.2	30.5	32.2	33.1	33.2
1994	33.4	34.4	35.8	36	38.4	32.8	31.5	30.2	30.1	31.3	33.4	33.3
1995	33.2	33.3	35.7	37.6	36.4	33.6	32.4	33	32.8	32.6	32.3	31.7
1996	30.3	31.7	33.5	34.4	36	33.2	33	32.8	32.4	32.6	33.5	33.9
1997	31.8	33.4	33.9	34.1	34.5	33.3	32.5	32.6	32.2	31.6	31.2	29.9
1998	31.6	32.4	33.6	34.9	34.7	38.5	33.4	30.6	30.1	31.4	31.9	29.4

1999	30.3	31.9	33.6	34.4	36.7	34.5	31.7	29.8	31.4	29.6	31.1	30.2
2000	31.6	32.6	34.7	38.2	36.6	30.5		31.2	30.2	31.8	32.1	31.2
2001	31.2	32.9	33.7	35.8	36.5	32.4	30.9	31.7	32	31.7	31.1	31.5
2002	31.5	32.2	35.4	36.2	36	33.4	32	32.1	30.4	31.7	30	29.8
2003	30.3	31.9	32.2	34.1	36	33.5	32.7	32	31.2	30.9	31.5	29.7
2004	29.7	30.3	34.1	32.8	35.1	31.7	32	31.5	29.7	30.4	30.6	30.3
2005	29.9	31.5	32.1	34.6	36.7	36.5	30.4	29.6	29.5	30.8	29.3	30
2006	29.6	30.5	32.3	37.7	33.9	29.9	28.1	29.5	29.6	28.7	28.1	28.9
2007	30.5	31.3	33.4	34.6	34.8	32.1	29.5	29.3	30	28.4	29.2	29.7
2008	29.6	32.1	33	36.3	35.4	30.2	27.3	27.1	27.9	28.7	29.1	27.3
2009	29.7	31.2	33.6	34.7	33.6	31.6	29.9	29.1	28.1			



**Temperatura máxima del aire de 1981 a 2003 en la estación meteorológica de la Laguna de Tuxpan, Gro.**

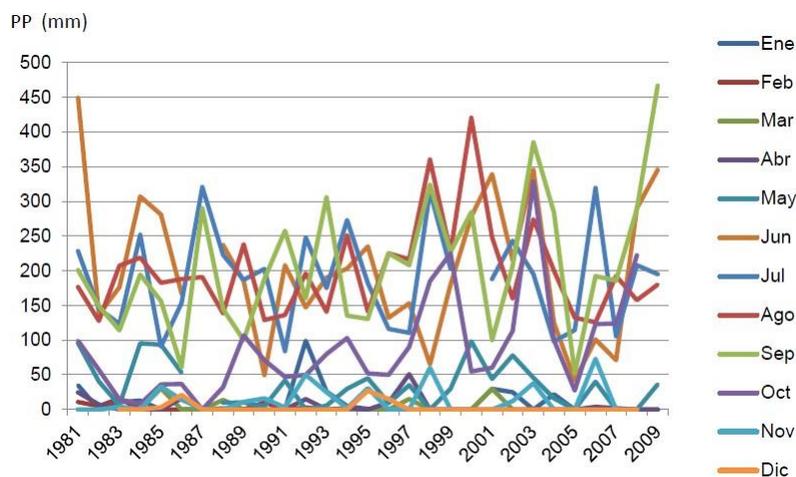
La precipitación (mm) señaló el periodo de lluvias comprendido del mes de junio a octubre, con los mayores registros en septiembre de 2009 (466.50 mm). En el mes de diciembre con la menor frecuencia de precipitaciones y el menor valor registrado de 3.2 (mm) en 1985 (Tabla 1.5.1.4 y Figura 1.5.1.4).

La evaporación (mm) presenta los máximos valores en los meses de abril y mayo, con 302.5 (mm) en 1984 como puede observarse en la Tabla 1.5.1.5 y Figura 1.5.1.5. El mes de octubre señaló los mínimos valores en la evaporación con 0.1 mm en 2007 (Tabla 1.5.1.5 y Figura 1.5.1.5).

*Precipitación (mm) de 1981 a 2009 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1981	34.8	10.8	0	24.5	95.2	448.7	227.9	176.4	200.5	99	0	0
1982	0	5	0	7	40.3	136.7	145.3	127.6	149.1	57.2	0	
1983	10.7	16	4	0	6.2	176.2	123.3	207.3	114.2	14.5	3.5	0
1984	12.8	0	0	0	95.4	307.1	251.8	218.8	194.5	7.8	0	0
1985	0	0	30.5	0	93.4	280.8	90.8	182.4	156.3	36	33.1	3.2
1986	0	0	0	15.6	53.2	167.4	153.1	187.9	61.2	36.9	14	21.1
1987	0	0.6	0.2	0.5			320.5	190.8	290	0	0.8	0
1988	0	1.7	13.7	0	9.8	236.7	222.8	138.6	144.7	32	0	0
1989	0	0	0	0	10	184.7	186.9	238.2	100	107	11	0
1990	0	10.5	0	4.1	4.5	49.5	202.5	129	188	71	16	0
1991	0	0	0	0	42	208	84	136	257.5	47	3	0
1992	99	3	0	15	0	147	248	196	160	50	50	0

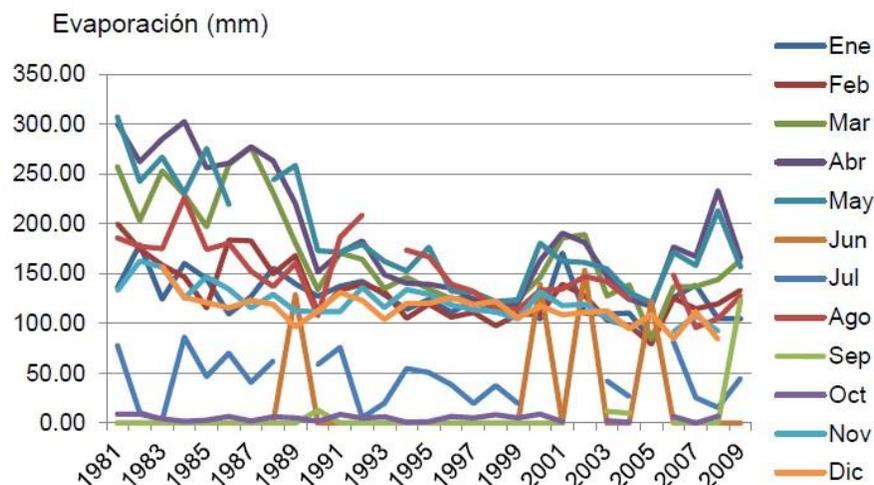
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1993	26	0	0	0	5.5	190	175	140.7	305.5	80	25	0
1994	5	0	0	2	30	203	273	251	135	103	2	0
1995	1	0	0	0.5	45	235	182	141	130.5	52	31	27
1996	0	0	0	10	9	132.3	116	225	225	50	0	15
1997	0	0	15	51	35	153	110.5	216.6	208	90	0	0
1998	0	0	0	0	0	65	315	360	324	185	60	0
1999	0	0	0	0	30	180	203	227	227	225	0	0
2000	0	0	0	0	98	278		420	284.5	55	0	0
2001	30	0	30	33.0	44	339.2	188	248	100	60	0	0
2002	25	0	0	0	78	215	243.2	160	207	113	12	0
2003	0	0	0	0	45.5	345	195	274	385	328.5	37.8	0
2004	22	0	0	0	16	125	98	200	284	100	0	0
2005	0	0	0	0	0	42	114.3	132.2	52.1	27.3	0	0
2006	0	0	0	4	40	101	319	125.5	192	123	73	0
2007	0	0	0	2	0	71	105.6	192.3	186	124.1	0	0
2008	0	0	0	0	0	290	208	157.5	289	222	0	0
2009	0	0	0	0	2	36	345	195	180	466.5		



**Comportamiento de la precipitación en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.**

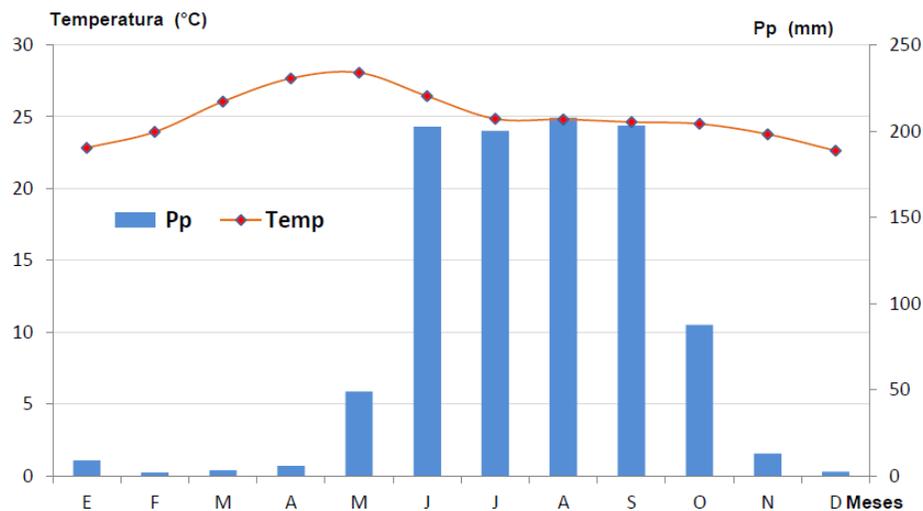
*Evaporación (mm) de 1981 a 2003 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1981	135.8	199.9	256.9	300.1	306.8	167.8	177.6	185.8	182.6	8.9	133.1	162
1982	179.1	174.8	203.2	262.1	242.6	209.7	10.6	177.2	172.5	9	162.4	
1983	124.2	158.4	252.9	285	266.7	238.1	3.3	174.9	180.3	4.3	156.4	157.2
1984	160.2	146.5	229.2	302.5	230.5	237.3	86.3	226.3	169.5	1.7	125.4	126
1985	145	115.7	196.9	256.1	275.4	222.5	46.6	174.2	103.6	2.9	146.8	120.7
1986	109.6	183.8	259.2	260.8	219.5	157.6	70	180.4	137.0	6.8	134.3	115.5
1987	127	182.8	276.7	277.2		1	40.8	152.5	115.4	2.1	115.5	123.1
1988	155.6	149.7	230.9	263.1	244	206.1	62.4	137.1	138.3	6.5	129.2	119.1
1989	139.7	168	180.7	220.1	258.4	128.7		160.2	142.7	5.3	112.5	96.6
1990	127.2	111.2	134	151.5	173	177.1	58.9	107.9	13.00	1.9	111.8	112.5
1991	137.3	133.2	170.6	170.8	171.5	162.8	75.8	186.2	194.6	8.8	111.9	131
1992	142.2	139.4	164.3	182.9	179.4	191.0	5.4	208.8	157.4	5.1	136.2	123.1
1993	128.9	131.7	135	148.8	162.2	159.9	20		147.4	6.4	115.8	104
1994	114.1	105.2	146.3	140.1	152.7	143.2	54.9	173.4	150.0	0.9	134	120.3
1995	124.1	119.4	134.3	139.3	176.4	171.4	50.7	166.8	145.7	1.6	129.2	120.3
1996	111.3	106.2	124.5	135.2	132.3	142.0	38.6	139.3	153.1	6.6	118.5	126
1997	122.5	111	125.1	124.3	131.3	124.3	19.6	132.1	142.2	5.2	114	118.8
1998	111.4	97.6	111.4	116.2	122.1	135.8	37.6	116.1	121.2	8.3	111.6	122.2
1999	117.9	109	124.2	120.1	123.7	117.9	19.7	113.8	113.3	5.3	104.5	105.6
2000	104.6	109.4	146.1	163.2	180.6	139.2		133.2	135.9	9	131.4	117.6
2001	170.7	139.5	185.8	190.7	162.5	180.5	47.7	134.5	150.5	1.6	118	108.7
2002	110.2	127.9	189.1	181.1	161.2	153.4		147.2			119	111.1
2003	109.6	103.5	127.4	147.3	154.7	136.9	42.2	142	12	2.3	105.7	112.6
2004	110.3	98	138.8	124.3	130.9	118.2	26.6	124	10	0.8	96.2	94.4
2005	83.6	79.4	84.6	117.2	120.7	122.4						109.3
2006	126.1	125.5	137	176.6	171.2	187.7	81.5	148.2	154.5	6.8	91.6	84.6
2007	138.5	114.6	136.9	167.2	158.3	128.0	25.5	95.9	113.0	0.1	108.2	111.9
2008	105	119.7	144.1	233.2	213.2	156.3	15.7	104.9	108.4	7.1	92.3	84.1
2009	104.6	133.2	163.3	166	156.9	125.5	44.8	127.7	123.1			



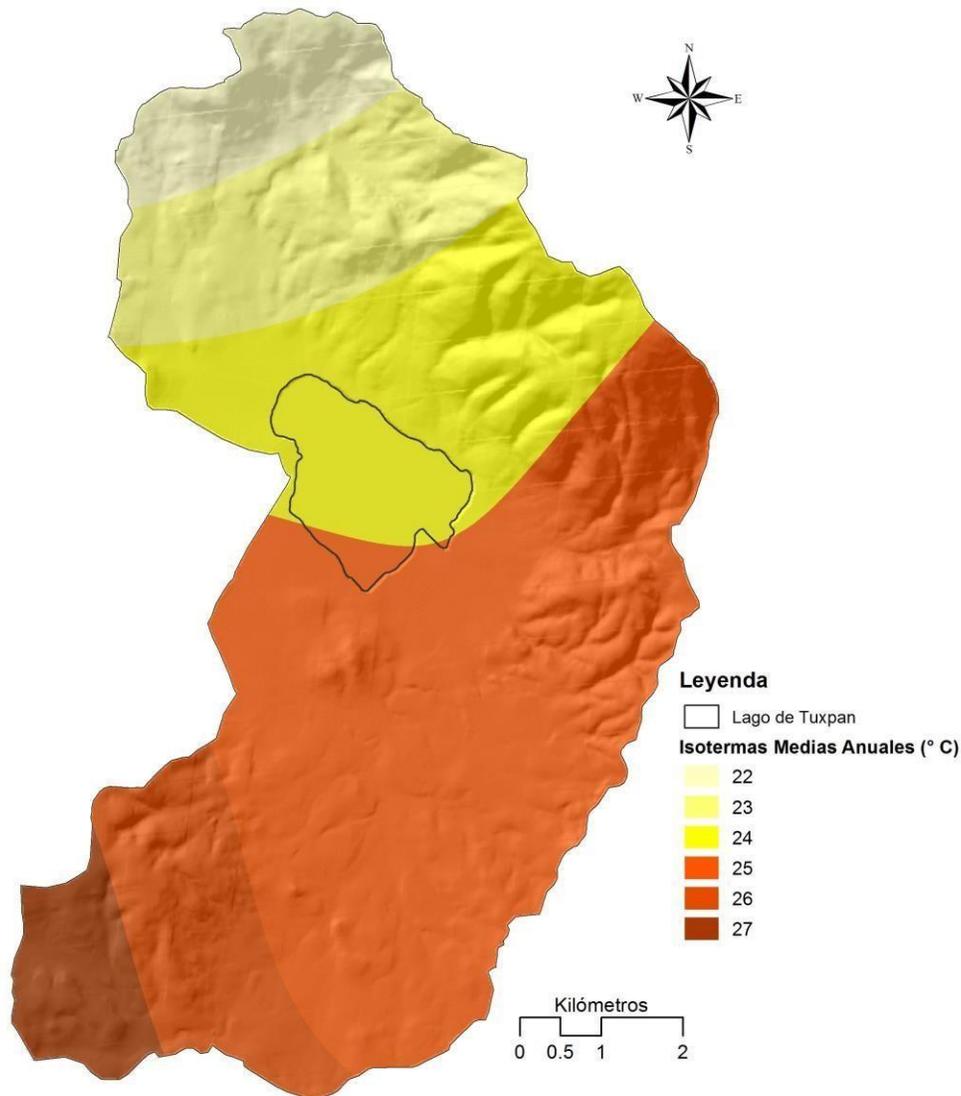
*Evaporación (mm) de 1981 a 2003 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.*

Para representar el clima, se utilizaron los climogramas. Los climogramas representan la distribución de la temperatura y de la lluvia a lo largo del año. El climograma se formó considerando que en el eje de la x se encuentran la serie de los 12 meses del año en espacios equidistantes y se tiene dos ordenadas  $y_1$  y  $y_2$ . En  $y_1$  a la izquierda se encuentra la escala de la temperatura (en grados centígrados). En  $y_2$  se localiza la escala de la precipitación pluvial (en milímetros). La temperatura del mes está representada por un punto de color rojo; todos los puntos están unidos por una línea continua de color naranja. La precipitación se representa por una barra de color azul. Las características climáticas promedio de la temperatura media anual y la precipitación total anual de 29 años que representan la variación interanual de la estación de Tuxpan, Gro.



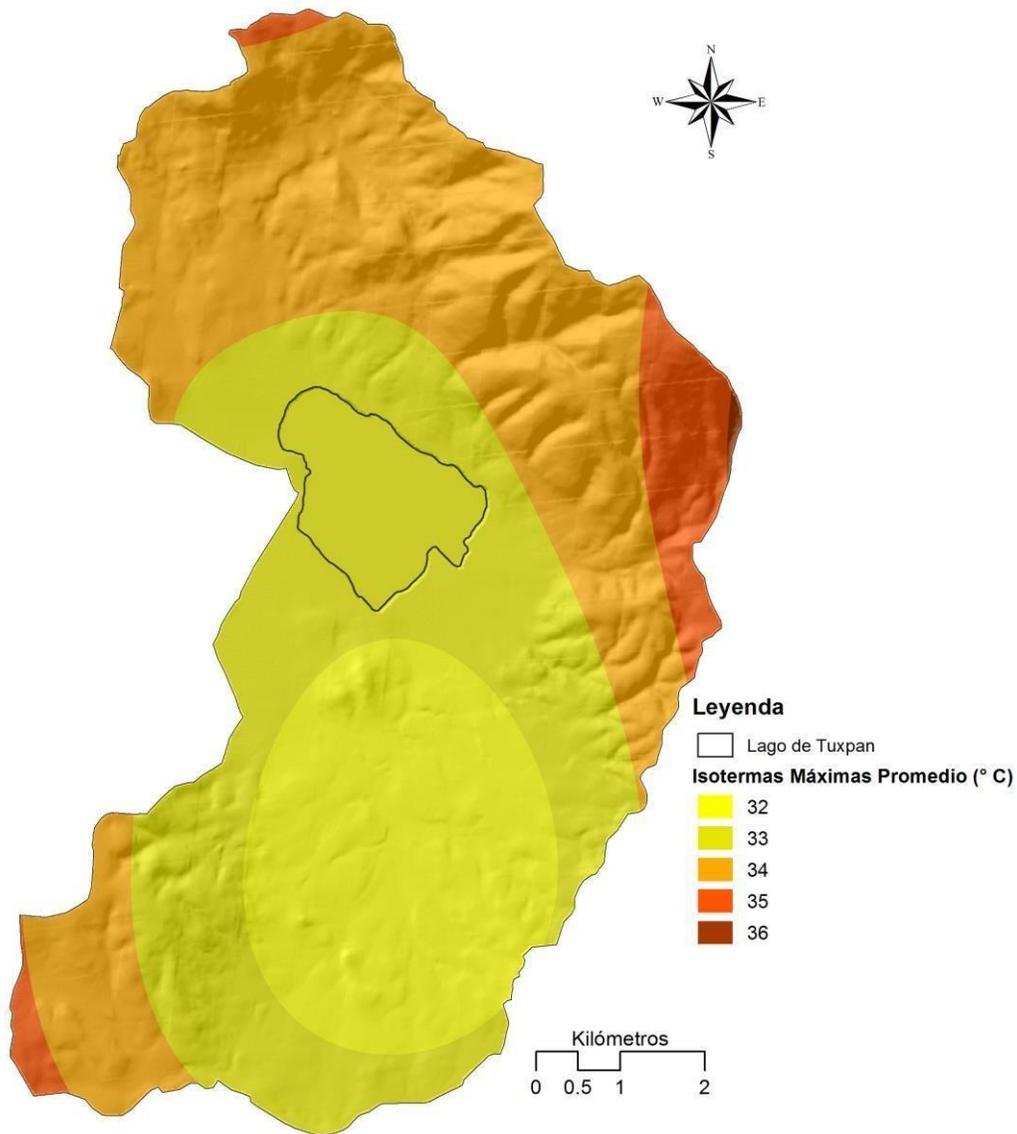
**Comportamiento de la temperatura observada de 1981 a 2009 en la estación meteorológica Laguna de Tuxpan, Gro.**

Para el cálculo de las isotermas e isoyetas de las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y río Tomatal se tomó en consideración la información de 69 estaciones hidrométricas ubicadas en los alrededores de la zona. La Figura 1.5.1.7 muestra las isotermas medias anuales para las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y río Tomatal. El área que comprende el lago (Laguna de Tuxpan) señala una temperatura promedio anual de 24° C, las zonas más altas correspondientes a la subcuenca de la Laguna de Tuxpan con una temperatura promedio anual de 22° C y la subcuenca del río Tomatal con una temperatura de 27° C, esta variación directamente asociada con la altitud.



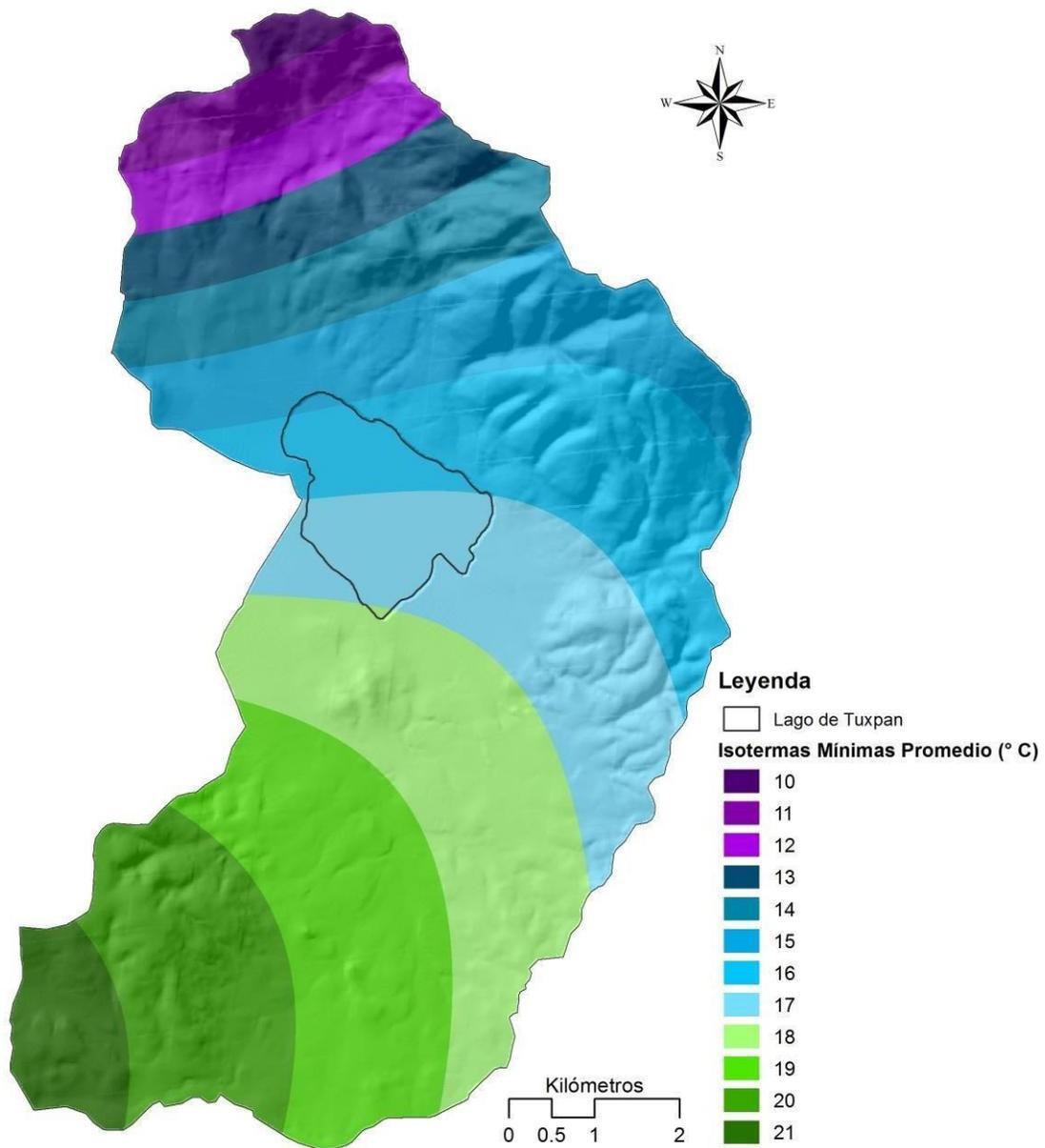
***Isotermas medias anuales para las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal.***

Las isothermas máximas promedio para las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y río Tomatal se pueden observar en la Figura 1.5.1.8, y señalan una temperatura de 33° C para el área que circunda la Laguna de Tuxpan. Asimismo, se observa que los máximos valores los encontramos en las zonas altas de las subcuencas con 35° C (subcuenca de la Laguna de Tuxpan) y con 36° C (subcuenca del río Tomatal). Los valores bajos de temperatura en el área de la Laguna de Tuxpan se deben a la influencia del cuerpo de agua y a su relación directa con la gran capacidad calorífica del agua que funciona como amortiguador de las variaciones de temperatura de la zona, haciendo más estable el clima de los alrededores.



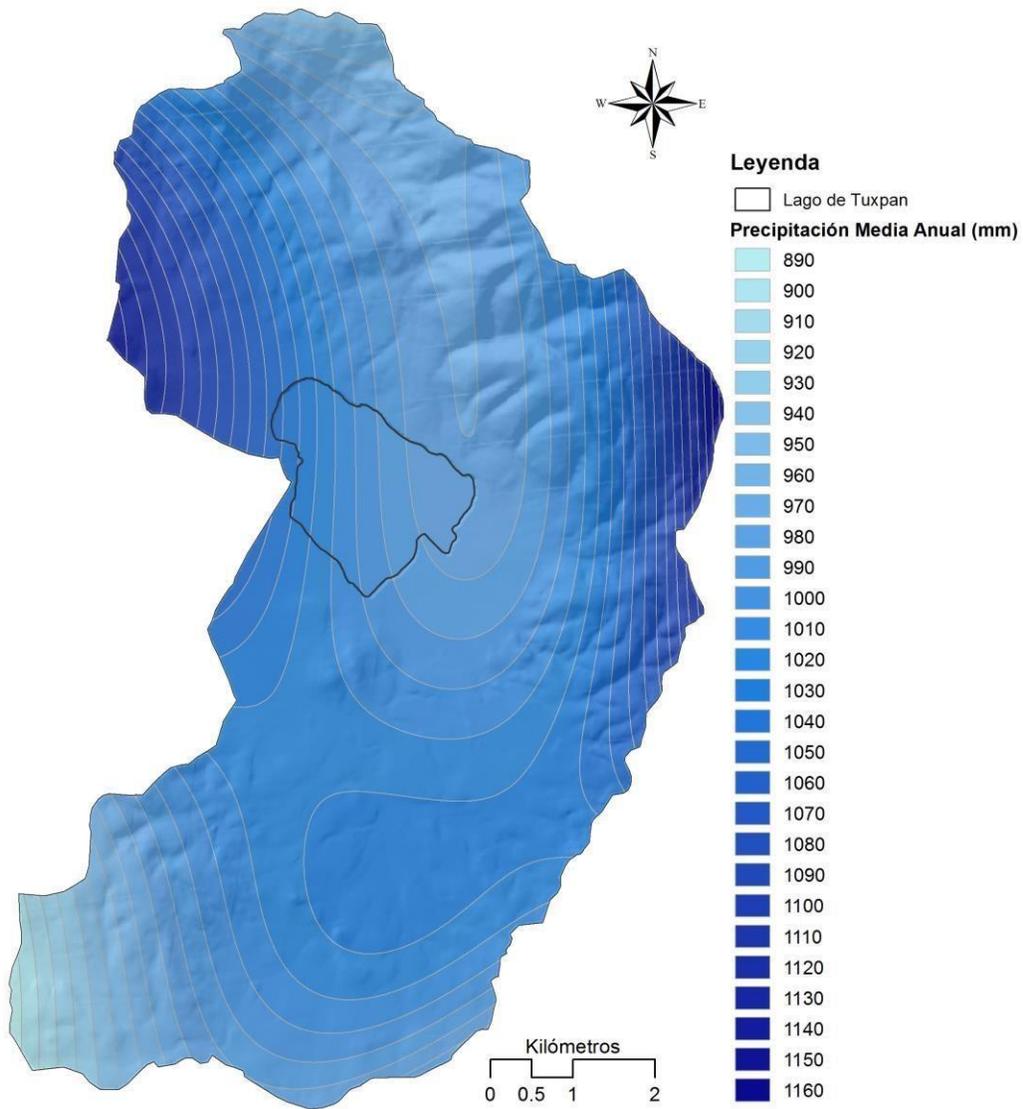
***Isotermas máximas promedio para las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal.***

Las isotermas mínimas promedio obtenidas de los análisis de temperatura de las estaciones meteorológicas se encuentra en la Figura 1.5.1.9, y señala una temperatura de 16 y 17° C para el cuerpo de agua que divide a la Laguna de Tuxpan en dos partes, esto debido a las corrientes de agua del río El Tomatal dentro del lago y del viento, que generan cambios fisicoquímicos en todo el cuerpo de agua. Aspecto que se ve reflejado claramente en estas isotermas mínimas promedio.

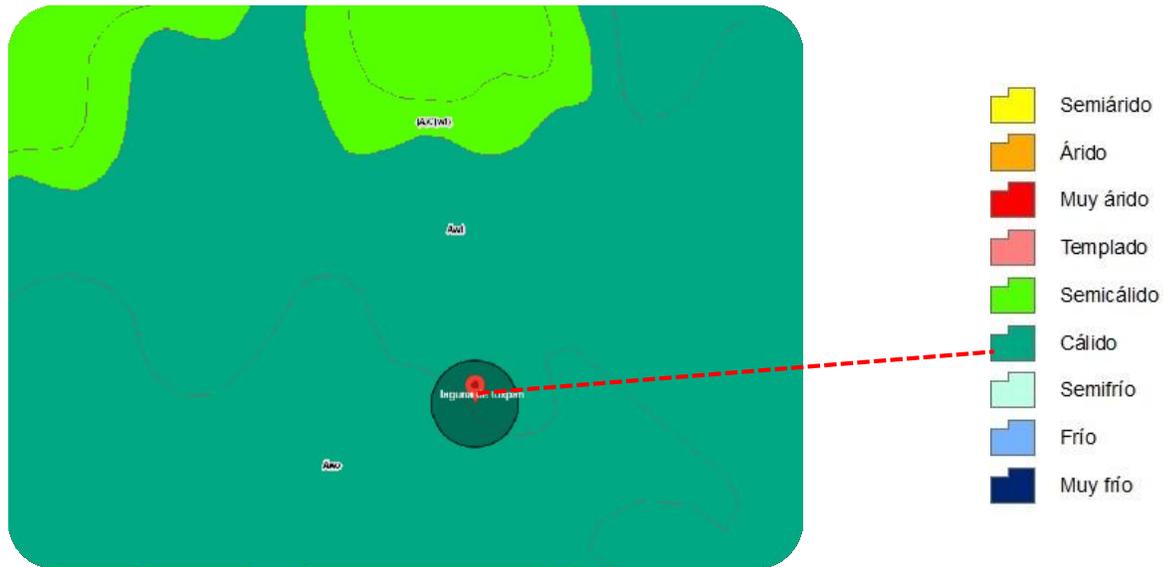


***Isothermas mínimas promedio para las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal.***

La Figura, muestra el comportamiento de la precipitación media anual en las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y río El Tomatal. Se observa para el área de la Laguna de Tuxpan una precipitación de 990 mm, con los mayores valores en las zonas altas correspondientes a la subcuenca de la Laguna de Tuxpan y para la zona norte del poblado de Iguala con valores de 1100 a 1160 mm.



***Precipitación media anual en las subcuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal.***



El clima de la región del SAR para este proyecto, se clasifico de acuerdo con el sistema de clasificación de climas de Köppen Geiger y de acuerdo con la carta climática vectorial serie I escala 1:250,000 editada por INEGI y con base en los datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 1996) el clima en el SAR es de Awo y Aw1.

Temperatura	Precipitación	Clima (Leyenda)	Clave climatológica
Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Cálido	Awo
Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	Cálido	Aw1

- Temperatura promedio anual y mensual



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

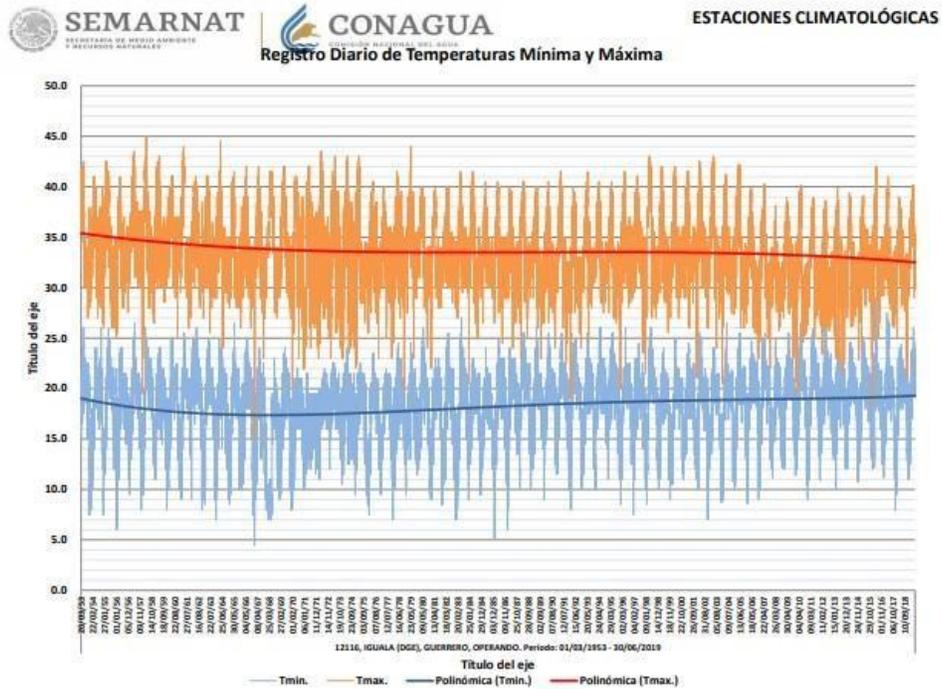
### Datos de la Estación

ESTACIÓN:	<b>12222</b>
NOMBRE:	LAGUNA DE TUXPAN
ESTADO:	GUERRERO
MUNICIPIO:	IGUALA DE LA INDEPENDENCIA
LATITUD (°):	18.3478
LONGITUD (°):	-99.4775
ALTURA (msn):	767
SITUACIÓN:	OPERANDO
DATOS DESDE:	1 de enero de 1981
HASTA:	31 de octubre de 2018

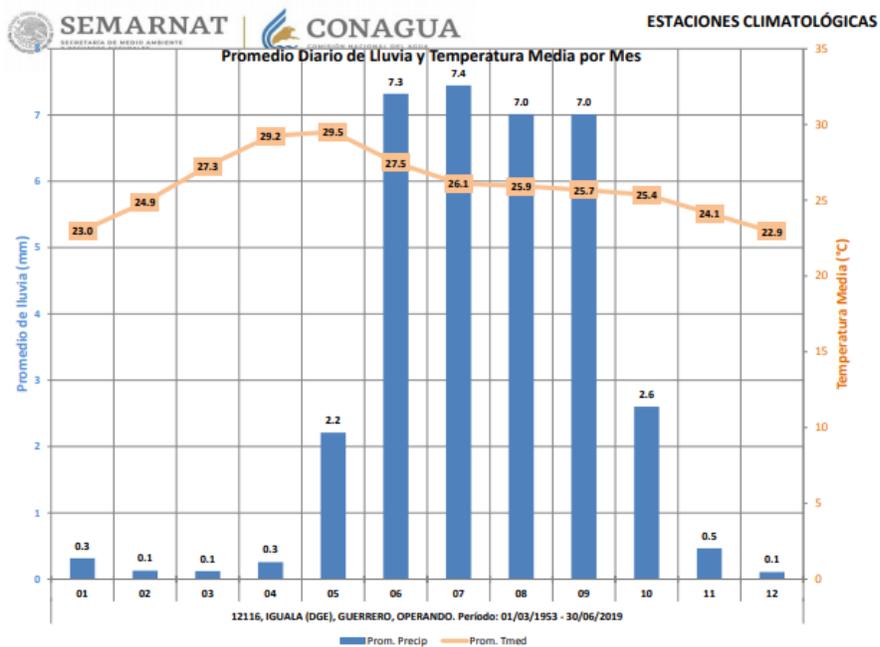
### Inventario de Registros por Década Año

Estacion		N°de Casos					
Decada	Año	Lluvia	Temp min	Temp max	Temp amb	Evaporación	
<b>1980</b>	1981	365	365	365	365	365	365
	1982	334	334	334	334	334	334
	1983	365	318	318	318	318	360
	1984	365	365	365	365	365	342
	1985	361	360	361	360	360	355
	1986	364	364	364	364	364	358
	1987	325	324	325	324	324	320
	1988	364	364	364	364	364	359
	1989	362	361	362	361	361	322
	1990	365	365	365	365	365	321
<b>Total 1980</b>		<b>3,570</b>	<b>3,520</b>	<b>3,523</b>	<b>3,520</b>	<b>3,436</b>	
<b>1990</b>	1991	365	365	365	365	365	365
	1992	366	366	366	366	366	366
	1993	365	365	365	365	365	343
	1994	365	365	365	365	365	365
	1995	365	365	365	365	365	365
	1996	366	366	366	366	366	366
	1997	365	365	365	365	365	365
	1998	365	365	365	365	365	365
	1999	365	365	365	365	365	365
	2000	335	335	335	335	335	335
<b>Total 1990</b>		<b>3,622</b>	<b>3,622</b>	<b>3,622</b>	<b>3,622</b>	<b>3,600</b>	
<b>2000</b>	2001	365	365	365	365	365	342
	2002	365	365	365	365	334	268
	2003	365	365	365	365	365	353
	2004	366	366	365	366	366	335
	2005	364	365	363	334	334	203
	2006	358	357	358	245	355	355
	2007	365	334	365	275	365	365
	2008	366	366	366	122	366	366
	2009	365	365	365	181	361	361
	2010	365	303	365	365	272	272
<b>Total 2000</b>		<b>3,644</b>	<b>3,551</b>	<b>3,642</b>	<b>2,952</b>	<b>3,220</b>	
<b>2010</b>	2011	365	351	365	357	304	304
	2012	366	153	366	153	92	92
	2013	243	243	243	243	334	334
	2014	303	334	334	303	331	331
	2015	332	331	332	331	362	362
	2016	365	366	365	366	308	308
	2017	365	365	364	365	293	293
	2018	302	304	302	304		
<b>Total 2010</b>		<b>2,641</b>	<b>2,447</b>	<b>2,671</b>	<b>2,422</b>	<b>2,024</b>	
<b>Total general</b>		<b>13,477</b>	<b>13,140</b>	<b>13,458</b>	<b>12,516</b>	<b>12,280</b>	

Para el SAR se tomó la información reportada por el INEGI de la estación meteorológica 12116 de Iguala que se encuentra en el SAR y se localiza en la misma localidad y lleva el mismo nombre.

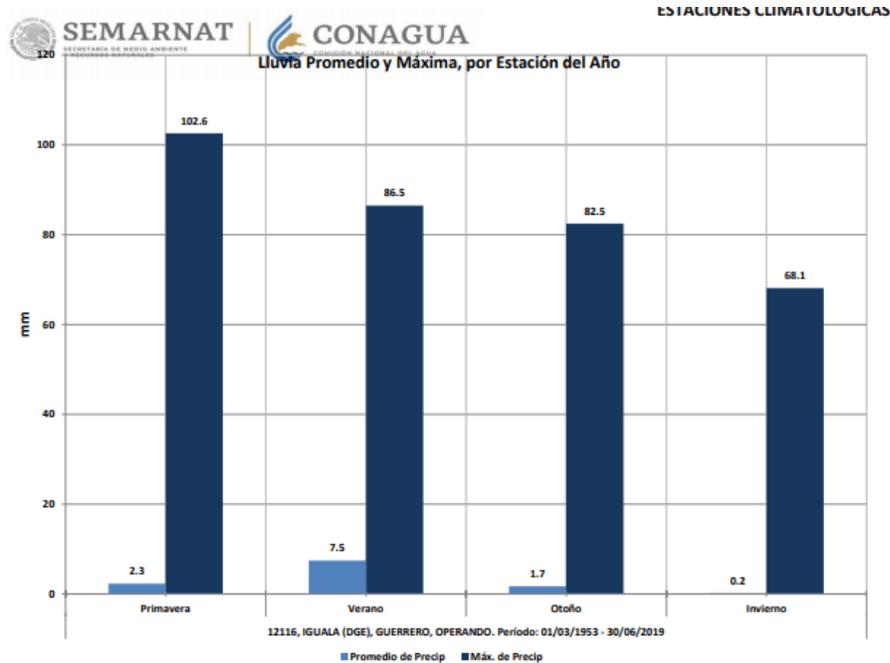


Los datos muestran que junio y agosto son los meses más calurosos y diciembre el más frío.



- **Precipitaciones**

Los datos de precipitación también fueron tomados de la estación meteorológica y muestran que los meses con mayor precipitación son junio, Julio, agosto y septiembre.



- **Fenómenos climatológicos**

En el estado de Guerrero se presentan fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes, frentes fríos y depresiones tropicales. Los cambios climatológicos mundiales muestran un incremento en la intensidad de los fenómenos meteorológicos. El SAR ha presentado lluvias torrenciales debido a estos fenómenos meteorológicos.

De acuerdo con CNA en 2022 en el resumen de la temporada de ciclones tropicales del año 2022 durante la temporada de ciclones tropicales del año 2022, en la Región Administrativa IV de la Organización Meteorológica Mundial, a la que pertenece México, se generaron 34 ciclones tropicales, 17 en el Océano Pacífico Oriental y 17 en el Océano Atlántico.

En el Océano Pacífico se generaron un total 17 ciclones tropicales con nombre, cifra por arriba del promedio en el periodo 1991-2020, que es de 15 ciclones en esta cuenca. Mientras tanto, en el Océano Atlántico, el número de ciclones con nombre fue de 14, una temporada con actividad ciclónica igual al promedio de ciclones con nombre en esta cuenca, que es de 14 eventos, en el periodo antes mencionado.



El total de ciclones tropicales con nombre en el Océano Pacífico en la temporada 2022 fue de 17, nueve alcanzaron fuerza de huracán y 8 fueron tormentas tropicales; de los huracanes, tres fueron intensos, dado que alcanzaron categoría 4 en la escala Saffir-Simpson, ellos fueron, en orden de aparición, “Darby”, en julio, “Orlene” en septiembre-octubre y “Roslyn” en octubre, con vientos máximos sostenidos de 220 km/h, 215 km/h y 215 km/h, respectivamente.

Es importante mencionar que “Bonnie” y “Julia”, que se generaron en la cuenca del Océano Atlántico, donde fueron tormenta tropical y huracán, respectivamente, desarrollaron parte de su trayectoria en la cuenca del Océano Pacífico, donde el primero alcanzó fuerza de huracán categoría 3 y el segundo fue una tormenta tropical.

En México, durante la temporada de ciclones tropicales 2022 en el Océano Pacífico, cinco ciclones tocaron tierra o se acercaron a menos de 100 km de la costa; en orden cronológico fueron los huracanes “Agatha” (mayo) y “Kay” (septiembre), la Tormenta Tropical “Lester” (septiembre) y los huracanes “Orlene” (septiembre-octubre) y “Roslyn” (octubre).

Cabe resaltar en esta parte, el caso del Huracán “Blas” que sin haber impactado o haberse acercado a la costa, ocasionó lluvias importantes en el estado de Guerrero.

## Sismología

En este sentido se hace mención de que el proyecto se localiza en una zona donde se no registran sismos frecuentes, lo anterior, según la Clasificación de los municipios de la República Mexicana de acuerdo con la Regionalización Sísmica (CENAPRED, 2010). Por lo que la obra deberá considerar elementos necesarios para cuando pueda ocurrir un evento de esta naturaleza.



Teniendo en cuenta la geología regional y las condiciones estratigráficas determinadas en el presente estudio, y con base en el Manual de Diseño de Obras Civiles – Diseño por Sismo de la C.F.E., el sitio de estudio se ubica dentro de la Zona Sísmica D tipo II (terreno resistencia media, conforme al Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (Diseño por Sismo, 1993).

- **Vulcanismo**

El proyecto, no se encuentra en ninguna área con actividad volcánica

- **Vientos**

La información más útil sobre el viento se puede obtener de las estaciones meteorológicas en la región en la que se ubica el SAR se presentan vientos estacionales muy marcados. En primavera los vientos cruzan de sur a norte, en verano de norte a sur, en otoño de sur a noreste y en invierno de este a norte y de sur a norte. Lo que indica que los vientos dominantes provienen del sur la mayor parte del año.

La dirección predominante promedio por hora del viento varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del oeste durante 4,4 meses, del 29 de enero al 11 de junio y durante 5,5 meses, del 12 de julio al 29 de diciembre, con un porcentaje máximo del 49 % en 11 de octubre. El viento con más frecuencia viene del sur durante 1,0 mes, del 11 de junio al 12 de julio y durante 1,0 mes, del 29 de diciembre al 29 de enero, con un porcentaje máximo del 41 % el 20 de junio.

- **Aire**

Tanto en el SAR como en el trazo, no existen estaciones de monitoreo para determinar la calidad del aire, pero por las condiciones actuales del lugar, donde no existe ningún tipo de industria que deseche sustancias tóxicas que ocasione efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, las construcciones y los monumentos, se infiere que la calidad del aire es buena, debido a que es una zona de constante presencia de vientos, los cuales funcionan como dispersores de partículas suspendidas.

- **Contaminación atmosférica**

En el Estado de Guerrero la contaminación atmosférica se presenta, durante los meses de abril, mayo y junio, estas altas concentraciones se derivan principalmente

de quema de pastizales, de los incendios forestales y de la contaminación producto de la combustión de hidrocarburos. Estas partículas son inhaladas por la población pueden afectar a algunos individuos sobre todo a pacientes asmáticos, personas de la tercera edad y a los niños.

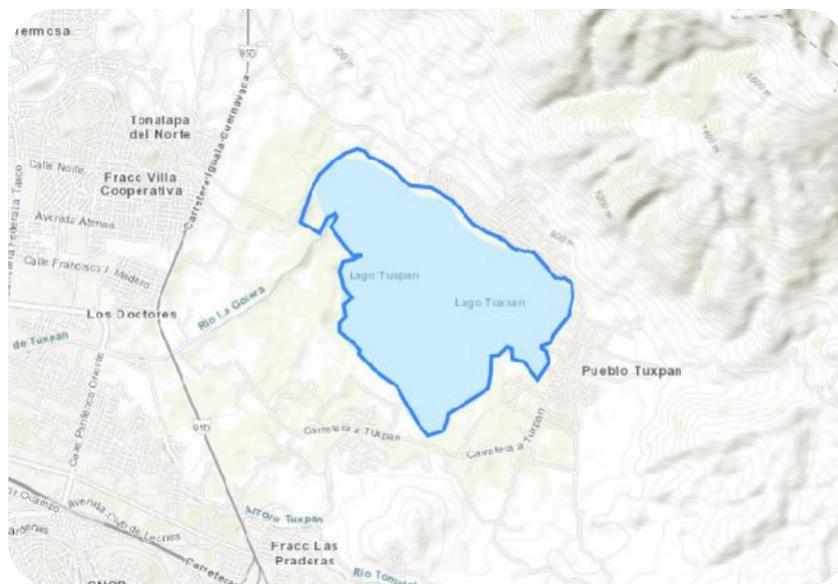
### IV.2.1.3 Fisiografía, Geología y morfología

#### IV.2.1.3.1 Fisiografía

El relieve se define como la forma que presenta la superficie de la Tierra; en México el relieve es extremadamente diverso, en el territorio nacional se pueden encontrar desde cadenas montañosas hasta grandes planicies costeras, pasando por valles, cañones, altiplanicies y depresiones. En este sentido, México está subdividido en provincias fisiográficas, regiones donde el relieve es resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores, así como de un mismo origen geológico (INEGI, 2008).

Sin embargo, el conocimiento fisiográfico de una región implica, además de la identificación de los principales rasgos de relieve, la explicación de los procesos que intervinieron en su modelado y que le han dado su aspecto actual. Las provincias fisiográficas son regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un mismo o muy semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta (INEGI, 2008).

El SAR se ubica en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, la cual tiene una estratigrafía variada relacionada con distintas ambientes y fenómenos geológicos.



El relieve de la alguna es 800 msnm.

El SAR se encuentra en las Subprovincias Depresión del Balsas, Sierras y Valles Guerrerenses, así como la de la Cordillera Costera del Sur. Esta provincia se caracteriza por estar conformada por una serie de montañas y sierras de desniveles considerables. Las grandes elevaciones del terreno se encuentran comúnmente coronadas o formadas en su totalidad por rocas duras (calizas), cuerpos ígneos o rocas metamórficas de las Formaciones Morelos, Alquitrán, Agua de Obispo, Complejo Xolapa, entre las principales se describen como Ks (cz) Caliza del cretácico superior, identificándose como una roca químicamente con alto contenido de carbonatos. Específicamente carbonato de calcio. Las sierras bajas se encuentran constituidas por rocas suaves fácilmente degradables que producen formas suaves y redondeadas con altitudes no mayores de 1500 msnm. Este tipo de rocas pertenecen a depósitos del Paleógeno-Neógeno y del Cretácico Superior, que corresponden a las formaciones Balsas, Chilpancingo y Mezcala. Los valles se encuentran constituidos por depósitos del Cuaternario producto de la erosión de las rocas más antiguas localizadas en las partes altas, valles de dimensiones pequeñas en comparación al área que ocupan las zonas de sierras.

Según las cartas temáticas del INEGI, el Sistema Ambiental Regional corresponden:

#### **IV.2.2.1. Relieve**

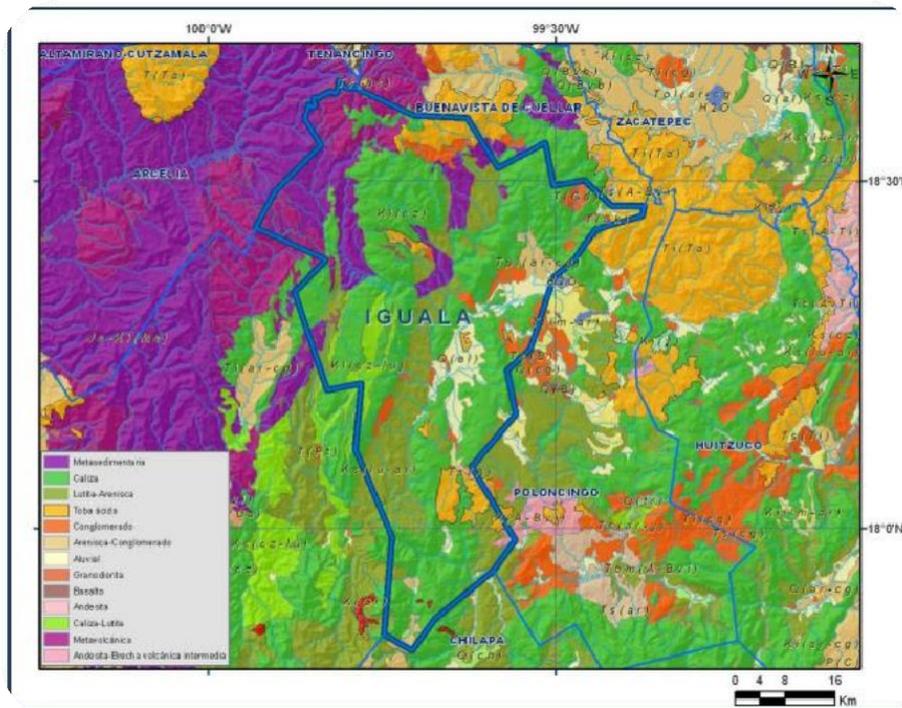
De acuerdo con el prontuario estadístico la Fisiografía del municipio el relieve está formado por 4 grandes unidades fisiográficas que donde se presentan diferentes formaciones como: de Cretácico (53.31%) Cuaternario (23.5%), Paleógeno (6.6%), Neógeno (5.36%) y Terciario (5.01%) Ígnea extrusiva: toba ácida (6.6%), basalto (0.92%) y andesita (0.67%) Sedimentaria: caliza (45.48%), conglomerado (10.26%), lutita- arenisca, (7.83%), limolita-arenisca (5.01%) y arenisca-conglomerado (4.01%) Suelo: aluvial (13%) Banco de material: industrial.

#### **IV.2.1.4 Geología**

La geología general está representada por un conjunto de rocas de origen sedimentario, ígneo y metamórfico (figura 2), se considera que las relaciones que guarda esta diversidad de rocas asociadas a cada terreno tectonoestratigráfico definen la evolución de estos dentro de un régimen de deformación compresiva. A nivel regional se puede decir que las rocas metamórficas son las de mayor antigüedad y se considera que se encuentran conformando el basamento del Terreno Mixteco, sobre el cual se depositó una secuencia sedimentaria transgresiva (conglomerados, areniscas y lutitas) de Edad Paleozoica y posteriormente en el Mesozoico la sedimentación se tornó gradualmente calcárea hasta llegar a implantarse durante el Cretácico Inferior la vasta Plataforma Guerrero Morelos, sobre la cual se depositaron secuencias carbonatadas de sub ambientes de borde

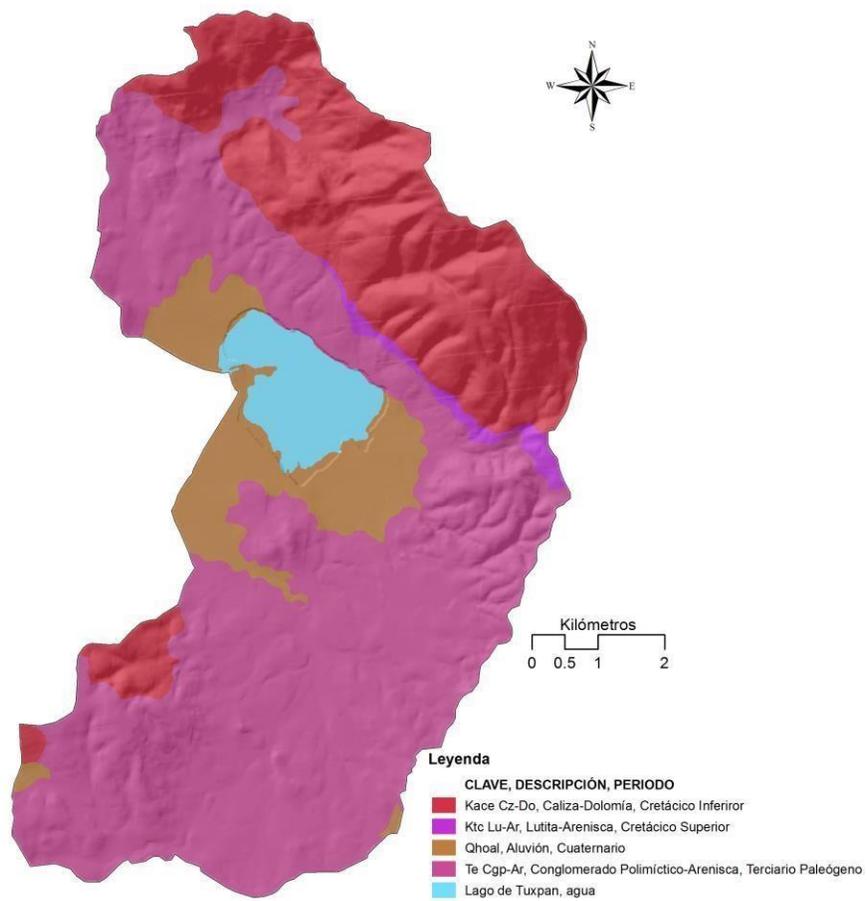
(arrecife), lagunares y restringida (evaporitas), posteriormente queda interrumpida por el depósito de una secuencia flysch durante el Cretácico Tardío. Las rocas del Terreno Guerrero, corresponden con una secuencia de arco magmático, caracterizadas por estar constituidas hacia la base por rocas de edad Jurásica, conformadas por derrames de basaltos y andesitas espilitizadas, intercaladas con paquetes de tobas, secuencia que se encuentra sobre yacida por intercalaciones de materiales clásticos (conglomerados, areniscas, pelitas) y brechas volcánicas del Neocomiano las cuales gradualmente pasan a rocas calcáreas con intercalaciones de lutitas, para coronar en una secuencia carbonatada de facies de plataforma del Aptiano-Albiano, finalmente la columna estratigráfica de este terreno se encuentra coronada por un flysch (areniscas y lutitas) del Cretácico Superior.

Ambos terrenos se encuentran cubiertos discordantemente por rocas volcánicas y sedimentos de abanicos aluviales intercalados con materiales piroclásticos.



Geología general del Acuífero

La geología de las subcuencas presenta principalmente caliza-dolomía, aluvión, conglomerado polimíctico-arenisca, y lutita-arenisca, de la época de los Periodos Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Terciario Paleógeno, y Cuaternario (Figura 1.5.3.1). El área de estudio presenta rocas que varían desde el Cretácico Inferior al Reciente. Subyacen concordantemente a calizas de la formación Morelos (KaceCz-Do) del Albiano-Cenomaniano. Sobreyaciendo a esta unidad, también concordantemente, se depositó una secuencia terrígeno-calcárea denominada Mezcala (KtcLu-Ar). Descansando discordantemente aflora una secuencia sedimentaria continental, con intercalaciones de rocas volcánicas de la formación Balsas (TeCgp-Ar) a las que se les considera de una edad Eoceno.



Fuente: CETENAL (1973) Carta temática edafológica escala 1:50,000

***Mapa geológico de las cuencas de la Laguna de Tuxpan y río Tomatal.***

#### **IV.2.1.5 Estratigrafía**

Las unidades en el área abarcan desde el Paleozoico al Reciente. A continuación, se describe la secuencia estratigráfica de las unidades geológicas que afloran partiendo de la más reciente a la más antigua.

**Complejo Acatlán** El nombre de Complejo Acatlán fue propuesto por Ortega-Gutiérrez (1978); la define como una secuencia constituida por rocas metasedimentarias y metaígneas, la primera constituida por esquistos, gneises, pizarras, filitas y migmatitas; la segunda por rocas ofiolíticas, metagranitos y milonitas.

#### **Formación Morelos**

(Albiano - Cenomaniano) Con este nombre (Fries 1960) define una secuencia de caliza y dolomitas, de edad AlbianoCenomaniano, que aflora en los estados de Morelos, Guerrero y México, de color gris cremoso a negro, de textura que pasa de calcilutita a calcarenita, con presencia de nódulos de pedernal muy esporádicos; los horizontes de caliza dolomítica se encuentran distribuidos irregularmente en toda la formación. El área del estudio está constituida por una caliza que varía en color de gris claro a negro, con una textura que va de calcilutita a calcarenita, con un espesor de mediano a grueso, con capas de lutitas calcáreas delgadas de color pardo rojizo intercaladas, presenta una gran cantidad de dolinas, originando una topografía kárstica. Pantoja y Fries 1959, por la presencia de *Toucacia* y *Actoeonella*, le estiman una edad Albiano Superior-Cenomaniano Inferior. **Formación Cuautla** Con este nombre (Fries, 1956) designa a los extensos afloramientos de rocas calizas que se localizan entre las ciudades de Cuernavaca y Cuautla; en las que las facies de banco grueso de la

#### **Formación Cuautla**

Son semejantes a las de la Formación Morelos, infrayacente; reflejando la semejanza en su estratificación, estructura y textura. Las capas van de gruesas a masivas, compuestas de calcilutita, calcilimolita y calcarenita, de color gris claro, con presencia de pedernal. En el área y cerca del contacto con la Formación Morelos se presentan capas de calcirudita que tienen localmente un color que va de rojizo a amarillento; de estratificación de mediana a delgada (30 a 10 cm.), interstratificadas con capas de lutita calcárea de color pardo rojizo con escasos

nódulos de pedernal negro. Bohnenberger Thomas 1955, y Mulleried 1950, por la especie *Durania Cornupastoris*, le asignan una edad Turoniano a esta formación.

### **Formación Mezcala**

Bohnenberger (1955) y Fries (1960) proponen el nombre de dicha formación a una sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limonitas y lutitas calcáreas con escasos lentes de caliza clástica, que yacen sobre la Formación Cuautla. Muestra poca resistencia a la erosión y tiende a formar planicies bajas. En el área, la litología de esta formación muestra una depositación normal, en su base presenta estratos delgados de caliza, con capas interestratificadas de lutita, limonita, arenisca y un conglomerado de gravas. La caliza es arcillosa, de color gris oscuro a negro y de una textura fina, el espesor de las capas varía de unos cuantos centímetros hasta un metro. El espesor de la formación varía mucho de lugar a otro y su cima se presenta erosionada. Según R.W. Omlay de U. S. Geological Survey, le supone una edad Coniaciano a la parte inferior, por la presencia de pelecípodos llamado *Didimotis* y *Aminitis Barroisiceras*.

### **Grupo Clástico Balsas**

Fries (1956) y Pantoja Alor (1959) le asignaron el nombre de Grupo Clástico Balsas a una variedad de tipos litológicos locales, de espesor variable, que se presentan en la cuenca hidrológica del río Mezcala-Balsas. El grupo incluye rocas tan diversas como son yesos, conglomerado calizo, aglomerados, areniscas, tobas limolíticas, arcillas, así como brechas, tobas volcánicas y corrientes lávicas interestratificadas. En la zona del acuífero, este grupo está constituido de conglomerados calizos, cementados por material limoso y arcilloso de color rojizo a pardo, interestratificado con areniscas, limonitas y lutitas de color rojizo, con presencia de delgadas capas de yeso intercaladas. El grupo se encuentra suprayaciendo a la Formación Mezcala, en discordancia angular, y una inclinación moderada de 20° a 30°. Bohnenberger Thomas (1955) y Z, Cserna en Fries (1956) le asignan una edad de fines del Eoceno a principios del Oligoceno.

### **Depósitos fluviales y aluviales**

Los depósitos fluviales se observan principalmente a lo largo de los cauces de los ríos del área. Los sedimentos aluviales están principalmente asociados a la parte alta de las sierras en donde forman y rellenan las depresiones de esta. Los sedimentos fluviales están constituidos por conglomerados sin consolidar, cuyos componentes son fragmentos de rocas volcánicas, tobas, rocas intrusivas y calizas;

son subangulares a subredondeadas y normalmente se encuentran en una matriz arcilloarenosa de la misma composición. Los depósitos aluviales están constituidos por material fino a arenoso sin consolidar, constituido principalmente por arcillas y arenas derivadas de la denudación de las partes altas de las sierras.

#### **IV.2.1.6 Geología estructural**

La región estudiada está conformada por estructuras plegadas con direcciones que varían entre NNW a NNE, además de fallas y fracturas que se desplazan y cortan a las unidades litológicas. Existen, asimismo, discordancias que evidencian los cambios y fases tectónicas que afectaron y dieron origen a las cadenas montañosas de la región, asimismo cuenta con una serie de fallas que separan a diferentes sectores.

En la región se manifiesta una diversidad de afloramientos asociados con rocas metamórficas, sedimentarias marinas tanto de plataforma como de cuenca, rocas ígneas extrusivas y en menor proporción rocas ígneas intrusivas, las cuales llegan a tener una evolución sedimentológica independiente y se encuentran relacionadas ya sea por medio de fallas de cabalgadura o bien por fallas laterales inversas, lo cual habla de una dinámica estructural poco vista en otras partes de la República y que incluso actualmente se encuentra en actividad.

A manera de resumen se puede establecer que las estructuras que prevalecen en las rocas de la región se originaron a partir de un régimen compresivo asociado con la margen pacífica, que dentro de sus principales efectos está la deformación dúctil de la carpeta sedimentaria del Terreno Mixteco, así como la aloctonia y yuxtaposición de una carpeta de materiales volcanosedimentarios depositada en otro ambiente geológico (Terreno Guerrero).

#### **IV.2.1.7 Geología del subsuelo**

El acuífero actualmente en explotación está alojado en los materiales granulares de tipo aluvial que rellenan el valle, de espesor variable y de ancho reducido a algunas centenas de metros. De acuerdo con el estudio de 1986, en la zona el basamento regional está constituido por las rocas metamórficas del Paleozoico que constituyen el Complejo Acatlán, sobre las que descansan formaciones de calizas del Cretácico, siendo las más antiguas las calizas Xochicalco, a éstas le suprayacen las calizas de la Formación Morelos la cual aflora en grandes partes del área, de tal manera que donde no afloran se pueden encontrar rocas del grupo Balsas. El basamento regional está constituido por las rocas metamórficas del Paleozoico que constituyen el Complejo Acatlán, sobre las que descansan formaciones de calizas del Cretácico. Las unidades litológicas se agruparon en cinco unidades hidrogeológicas:

Unidad I: Acuífero libre en rellenos: Aluvión y Conglomerados. En la unidad I se agruparon materiales granulares en estado suelto que poseen buena permeabilidad; su espesor es del orden de 20 a 30 m.

Unidad II: Confinante superior del acuífero calcáreo: Oapan, Riolita Tilzapotla, Grupo Balsas, Tetelcingo, Mexcala y Cuautla (facies clástico-carbonatadas). Agrupa a rocas clásticas y volcánicas: En esta unidad las aguas básicamente escurren, ya que su infiltración es reducida a nula.

Unidad III: Acuífero calcáreo: Morelos y Cuautla (facies de plataforma). Está correlacionada con las calizas de las formaciones Morelos y Cuautla, presentan permeabilidad secundaria provocada por fracturamiento y disolución con gran desarrollo kárstico.

Unidad IV: Confinante Inferior del acuífero calcáreo: Anhidrita Huitzucó y Chilacachapa. Se constituye de dos formaciones, la Anhidrita Huitzucó, son rocas altamente solubles, pero de baja permeabilidad y la formación Chilacachapa que está constituida por rocas arcillosas y calcáreas de carácter impermeable que limitan el flujo de agua hacia abajo y lateralmente.

Unidad V: Barrera al flujo lateral e inferior: Intrusivo Ácido. Se incluyen los cuerpos intrusivos que afloran en la región, de carácter impermeable, que pueden limitar lateralmente y a profundidad el acuífero; su distribución es reducida únicamente al sureste y cerca de El Triunfo.

#### **IV.2.1.8 Edafología**

En México existen 25 unidades de suelo reconocidas por la FAO; los Leptosoles, Regosoles y Calcisoles son los suelos de más amplia distribución nacional cubriendo cerca del 60.7% de la superficie del país. Por lo general son suelos someros con poco desarrollo, lo que dificulta su aprovechamiento agrícola; por el contrario, los suelos fértiles y más explotados (Feozems y Vertisoles) sólo ocupan el 18% de la superficie del país.

La formación de suelo es un proceso largo de cientos a miles de años, por lo que es considerado como un recurso no renovable. Actualmente el suelo es considerado como un ecosistema y como parte del medio biológico, ya que no hay suelos sin organismos; algunas de las funciones de los suelos son:

- Constituyen el medio natural donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas;
- En ellos se descomponen los residuos orgánicos y reciclan los nutrientes;
- Son reguladores de la calidad del agua y del aire, pues funcionan como un reactor: filtrando, amortiguando y transformando compuestos;
- Representan el hábitat de muchos organismos;
- Son el medio de sostén de la estructura socioeconómica, habitación, desarrollo industrial, sistemas de transporte, recreación, etc.;
- Son fuente de materiales como arcilla, arena, grava y minerales.



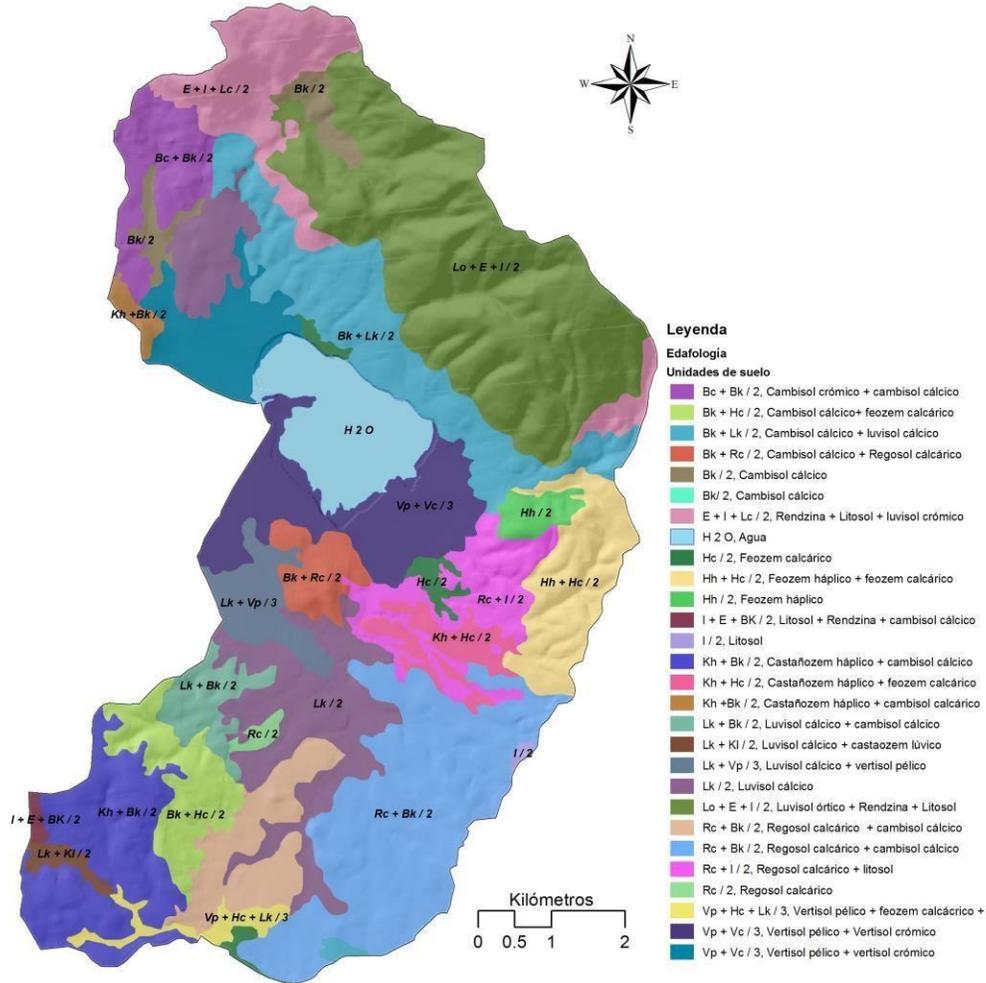
Los leptosoles son suelos azonales: corresponden a suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogénicos durante el tiempo suficiente (aclimáticos), en los que los caracteres predominantes son los debidos al tipo de roca madre. El Material parental tiene varios tipos de rocas o materiales no consolidados con menos del 10% de tierra fina. Ambiente: en su mayoría, tierras altas o de mediana altitud y una topografía fuertemente seccionada. Se encuentran en todas las zonas climáticas, particularmente en áreas fuertemente erosionadas.

Los vertisoles son material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmécticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales.

Los calcisoles son suelos representativos del desierto mexicano. Estos suelos dominan el 10.4% de la superficie mexicana y se caracterizan por tener un enriquecimiento de carbonatos secundarios originados en su mayoría por depósitos aluviales y coluviales ricos en bases en ambientes con elevada evapotranspiración.

Los suelos se originan por cenizas volcánicas o rocas calizas, calcáreas y sedimentarias y fueron modificados por la acción de los factores climáticos y la vegetación (Figura 1.5.3.1). En la actualidad las subcuencas presentan un amplio mosaico de tipos edafológicos. Entre los más importantes se puede mencionar: Luvisol, Regosol, Cambisol, Vertisol, Castañozem, Feozem, Rendzina y Litosol. El Luvisol son suelos con contenido de bases que va de mediano a alto. El subsuelo tiene acumulación de arcillas, como resultante del lavado y la formación in situ. En zonas tropicales son de color rojizo y cambian a amarillento en las templadas; son muy susceptibles a la erosión. Se localizan fundamentalmente bajo climas templados y tropicales, sobre terrenos de topografía variada. Se hallan ampliamente, asociados con andosoles vertisoles, cambisoles y rendzinas. Sobre ellos se desarrolla una vegetación de selva o pastizal.

Fuente: CETENAL (1976) Carta temática edafológica escala 1:50,000



Fuente: CETENAL (1976) Carta temática edafológica escala 1:50,000

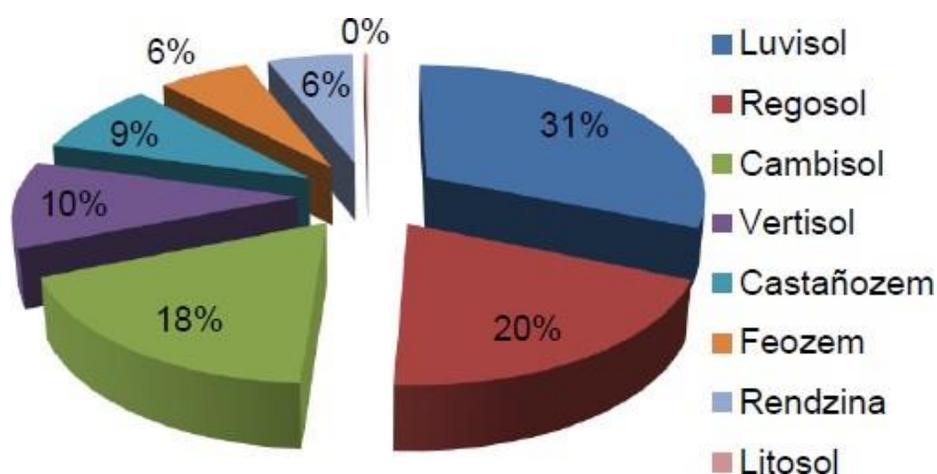
### Mapa Edafológico de las Cuencas de la Laguna de Tuxpan y Río Tomatal.

El Regosol son suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto, muy semejante a la roca de la cual se originó; dependiendo del tipo de clima sustentan cualquier tipo de vegetación. En tercer lugar, predomina el de tipo Cambisol, que son suelos claros, con desarrollo débil, que presentan cambios en su estructura o consistencia debidos al intemperismo. Frecuentemente presentan todavía características del material que les dio origen. Dependiendo del clima, pueden sustentar una vegetación de matorral, pastizal, bosque o selva. Se encuentran en cualquier tipo climático, en terrenos abruptos, ondulados o planos. Se asocian regosoles o feozem.

En la Tabla 1 anterior, se presentan los principales tipos de suelo, ordenados de acuerdo con su superficie y porcentaje de cobertura. Se observa un mosaico muy

diverso de suelos, con predominio de las tres primeras unidades; dichos tipos son: Luvisol (principalmente órtico y cálcico) con 31.24%, Regosol (principalmente calcárico) con 19.70% y Cambisol (principalmente cálcico y crómico) con 17.97%, estos tres tipos de suelo suman en total el 69% de las subcuencas.

Tipo de suelo, a nivel Unidad	Área (ha)	Porcentaje de cobertura
Luvisol	2056,526	31.24
Regosol	1296,818	19.70
Cambisol	1183,320	17.97
Vertisol	684,317	10.39
Castañozem	571,879	8.69
Feozem	398,772	6.06
Rendzina	373,232	5.67
Litosol	19,032	0.29
<b>Área total de las subcuencas sin lago</b>	<b>6583,896</b>	<b>100</b>



Porcentaje de tipos de suelo a nivel de Unidad, acorde con la clasificación de suelos.

#### IV.2.1.9 Hidrogeología.

La explotación de los materiales granulares tanto del subálveo como de la zona del valle en Iguala constituyen el acuífero del cual que se obtiene el abastecimiento de agua para las diversas comunidades. Por otra parte, se considera que los pocos pozos profundos se encuentran explotando el acuífero calcáreo, en tanto que los manantiales se considera que están asociados con fallas que captan flujos que circulan en el acuífero calcáreo y lo transmiten hacia las zonas de lomeríos de la secuencia flysch de baja permeabilidad.

### **Tipo de acuífero**

Se considera que se presenta un acuífero libre separado en dos tipos, uno heterogéneo asociado con el subálveo, el cual es capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea; el otro está localizado en el medio fracturado y cuyo potencial estará supeditado a las dimensiones y al grado de porosidad secundaria por fracturamiento de las rocas en la zona de recarga. La presencia de zonas acuíferas en el medio fracturado está supeditada al factor geológico estructural, o sea al grado y tipo de deformación que presenten las rocas, en tanto que el acuífero asociado con el subálveo estará en función del espesor de éste (pueden variar desde unos cuantos metros hasta algunas decenas de ellos); de ahí que en algunas partes de un cauce, éste lleve agua en tiempo de sequía y en otras partes no, lo cual indica que en las zonas donde fluye superficialmente el agua, la roca sana impermeable se encuentra cerca de la superficie y donde no escurra agua, estas rocas deben encontrarse a mayor profundidad.

### **Parámetros hidráulicos**

Considerando la geología de los materiales del subsuelo, se estima que el valor de la transmisividad es del orden de 0.0011 m<sup>2</sup> /s.

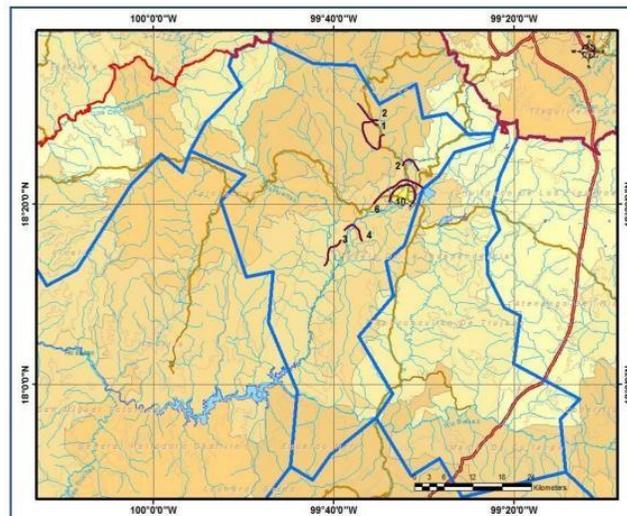
### **Piezometría**

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea se consideró la información disponible de 2003 a 2005.

### **Comportamiento hidráulico**

#### **Profundidad al nivel estático**

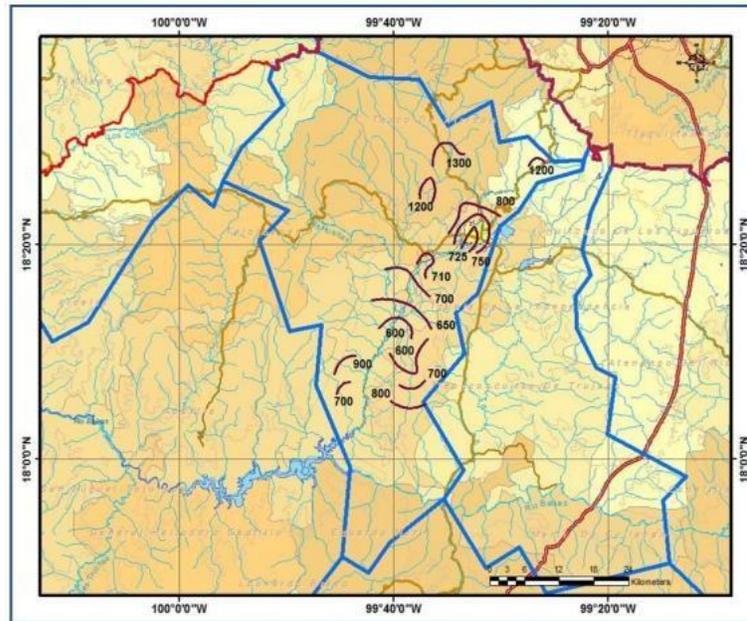
De acuerdo con información de 2005, las profundidades al nivel estático en la zona de valle oscilan entre los 6 y 20 m. Los valores mayores corresponden al poblado de Iguala, decreciendo hacia el norte y al sur de esta población. Valores inferiores a los 6 m se localizan en sitios aislados al sur de Iguala y corresponden a niveles freáticos cercanos al subálveo de los arroyos.



**Profundidad al nivel estático en m (2005)**

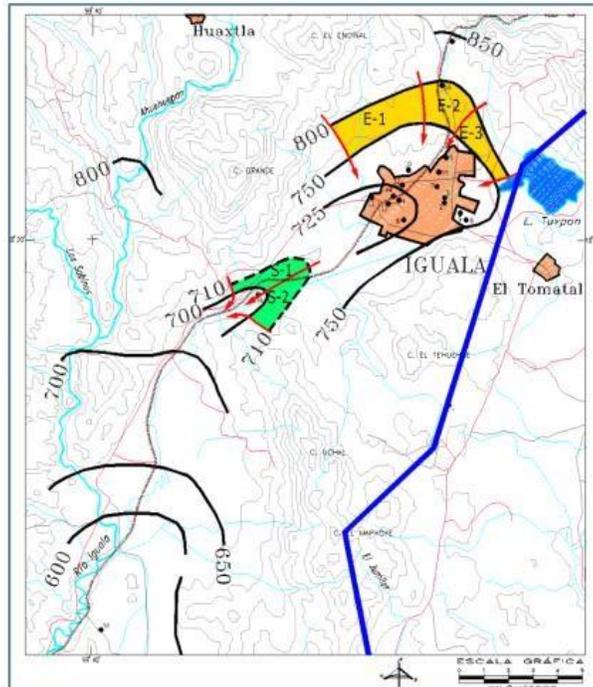
## Elevación del nivel estático

Los flujos subterráneos en la región de Iguala, localizados en el área de valle, presentan trayectorias de norte a sur, desde las cercanías del poblado de Taxco con altitudes de 1300 msnm pasando por el poblado de Iguala con una altitud de 800 msnm para continuar hacia el sur en los alrededores del río Iguala. En las inmediaciones del poblado de Coacoyula de Álvarez la dirección del flujo es hacia el norte, con origen en las partes topográficamente más altas, donde las elevaciones del nivel estático varían de 700 a 900 msnm. Hacia el sur del valle se identifican las elevaciones menores, con valor de 600 msnm (figura 4). En general se puede afirmar que el flujo subterráneo muestra el reflejo de la topografía



**Elevación del nivel estático en msnm (2005).**

Un detalle de la zona aledaña a la ciudad de Iguala, elegida para fines del balance de aguas subterráneas, se muestra en la figura 5, donde se puede observar que el flujo proviene del noreste. En esta zona se produce la mayor extracción de agua subterránea dentro de toda esta vasta superficie que comprende la cuenca. Resalta el hecho de que no se han producido distorsiones del flujo subterráneo, el cual continúa su curso normal, paralelo al cauce del río Iguala, para confluir al sur, hacia la parte más baja del valle.



**Detalle de la elevación del nivel estático (2005).**

### **Evolución del nivel estático**

La información piezométrica disponible (2004-2006) permite afirmar que los niveles del agua subterránea no registran variaciones importantes en el tiempo y que éstas se deben al efecto periódico de las temporadas de estiaje y lluvias. Los valores de abatimiento son puntuales para la zona urbana de la ciudad de Iguala. En el resto del área las extracciones son incipientes y la recarga es mayor, por lo que no se registran abatimientos.

### **Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea**

Las muestras de agua realizadas en 33 aprovechamientos (1987) indican que la familia del agua predominante es cálcico-bicarbonatada. En general el promedio de sólidos disueltos de las aguas es de 672 ppm. La ocurrencia y calidad de las aguas subterráneas en la zona de calizas está en función directa de la continuidad estructural de las calizas, así como de la presencia de los yesos. La presencia de los yesos de la Anhidrita Huitzucó ocasiona que las aguas subterráneas contengan sulfatos. Para 2005, de acuerdo con mediciones efectuadas en algunos aprovechamientos, la temperatura tiende a incrementarse de 26° C en la periferia hasta 30.5° C en el centro de la población. Los valores del pH en la periferia del Valle de Iguala tuvieron un máximo valor de 9.03 existiendo valores menores a este del orden de 7 a 8.

## CENSO DE APROVECHAMIENTOS E HIDROMETRÍA

De acuerdo con la información del último censo de aprovechamientos realizado en la zona, el valor de la extracción asciende a 14 hm<sup>3</sup> /año, de los cuales 12.2 (87.1%) se destinan al uso público urbano, 1.3 (9.3%) uso agrícola y los 0.5 hm<sup>3</sup> /años restantes (3.6%) uso industrial. 7. BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga), y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado anualmente por el almacenamiento del acuífero.

La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

$$\text{Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de masa}$$

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento de un acuífero:

$$\text{Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento}$$

Debido a la dispersión y escasez de datos piezométricos, se planteó la ecuación de balance para una zona de balance de 60 km<sup>2</sup>, aledaña a la ciudad de Iguala.

La ecuación de balance definida es:

$$R_v + R_i + E_h - D_{np} - B - S_h = \Delta V(S) \quad (1)$$

Donde:

$R_v$  = Recarga vertical;

$R_i$  = Recarga Inducida;

$E_h$  = Entradas por flujo subterráneo horizontal;

$D_{np}$  = Descarga natural profunda;

$B$  = Bombeo;

$S_h$  = Salidas por flujo subterráneo horizontal;

$\Delta V(S)$  = Cambio de almacenamiento;

De esta manera, despejando la componente de Descarga natural profunda que es el dato que se desconoce la ecuación queda definida de la siguiente forma:

$$D_{np} = R_v + R_i + E_h - B - S_h \pm \Delta V(S) \quad (2)$$

## **Entradas**

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita en el valle y a lo largo de los escurrimientos ( $R_v$ ) y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo ( $E_h$ ).

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del riego agrícola y del agua residual de las descargas urbanas, constituyen otra fuentes de recarga al acuífero. Estos volúmenes se integran en la componente de recarga inducida ( $R_i$ ).

## **Recarga vertical ( $R_v$ )**

La recarga vertical se estimó considerando la infiltración de agua de lluvia, para ello se realizó un balance hidrometeorológico, de este balance se determinó el volumen susceptible de infiltrarse. De este volumen, una parte se manifiesta como descarga a través de los manantiales que se localizan en zonas topográficas más altas con respecto al valle, fuera de la zona de balance y otra parte alimenta subterráneamente al acuífero calizo directamente desde las zonas de recarga localizadas en las sierras aledañas a los valles.

Para realizar el balance hidrometeorológico se requiere conocer, entre otros parámetros, los volúmenes de escurrimiento que se presentan por lluvia dentro del área, es decir, el volumen de agua que se genera en la misma cuenca.

Para determinar el volumen de escurrimiento debido a la lluvia se puede utilizar el método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 17 de abril de 2002, que señala que en caso de que en la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información para determinar el volumen anual de escurrimiento natural, se puede aplicar el método indirecto denominado precipitación-escurrimiento. El volumen anual medio de escurrimiento natural es igual a la precipitación media anual por el área y por un coeficiente de escurrimiento.

El coeficiente de escurrimiento ( $C_e$ ) se puede determinar, según la norma antes citada, en función del parámetro  $K$  que depende del tipo y uso de suelo. Al respecto para la zona se consideró un valor de  $K= 0.24$ , que corresponde a suelos medianamente permeables, uso de suelo tipo vegetación cubierto entre el 50 y 75 %, aplicando a su vez este valor de  $K$  en la ecuación:

$$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$$

Dónde:

**$C_e$** = Coeficiente de escurrimiento;

**$K$** = Conductividad hidráulica;

**$P$** = precipitación media anual en mm;

Se obtiene un coeficiente de escurrimiento de  $C_e = 0.15078$

El área considerada es de 2 356 km<sup>2</sup> y la lámina de precipitación promedio de 1 006.5 mm/año, de la multiplicación de estos dos valores se obtiene el volumen precipitado que es de 2 371.3 hm<sup>3</sup>/año; al multiplicar este por el coeficiente de escurrimiento se obtiene el volumen de escurrimiento anual, que es de 357.5 hm<sup>3</sup>.

Para conocer el volumen de infiltración por lluvia que se presenta en el sistema, se realizó el balance de agua superficial con apoyo en la fórmula de Coutagne para determinar la evapotranspiración y dejar como incógnita a la infiltración para lo cual se aplicó la siguiente expresión:

$$\text{Infiltración} = \text{precipitación} - \text{evapotranspiración} - \text{escurrimiento}$$

Para determinar la evapotranspiración real (ETR), se usó de la fórmula de Coutagne, la cual indica que:

$$ETR = P - C \cdot P^2$$

Dónde:

**P = precipitación en m/año;**

**C =  $1/(0.8+0.14t)$ ;**

**t = temperatura en ° C;**

Como se señaló anteriormente en el área donde se localiza el acuífero, la precipitación promedio anual es de 1 006.5 mm; el volumen total precipitado es de 2 371.3 hm<sup>3</sup>/año. La temperatura promedio anual considerada es de 24.7° C; utilizando la ecuación de Coutagne para calcular la evapotranspiración, se obtiene un valor de 0.769 m/año, que multiplicado por el área total da un volumen evapotranspirado de 1810.8 hm<sup>3</sup>/año.

Sustituyendo los valores de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento, antes calculados, en la ecuación que se planteó para obtener el volumen infiltrado, se tiene:

$$\text{Infiltración} = 2371.3 - 357.5 - 1810.8 = 203.0 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Al dividir este volumen anual promedio infiltrado, entre el volumen anual promedio precipitado, que es del orden de 2 371.3 hm<sup>3</sup>/año, se obtiene el coeficiente de infiltración, el cual resulta de 0.086.

De acuerdo con lo anterior, el volumen susceptible de infiltrarse es de 203 hm<sup>3</sup>/año en los 2 356 km<sup>2</sup> de superficie del acuífero. Al aplicar el factor de infiltración de 0.086 sobre la porción del valle de 60 km<sup>2</sup> seleccionada como área de balance, donde la lámina de precipitación promedio anual es de 1 006 mm, se obtiene un volumen de recarga vertical de **5.2 hm<sup>3</sup>/año**.

### Recarga inducida (Ri)

El acuífero Iguala es explotado principalmente para uso agrícola y público urbano, considerando un coeficiente de infiltración del 10% del volumen extraído (14.0 hm<sup>3</sup>/año), el volumen anual considerado como retorno de riego e infiltración de agua en la ciudad es de **1.2 hm<sup>3</sup>/año**

### Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del área de estudio se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través del pie de monte, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. La recarga al acuífero tiene su origen en la precipitación pluvial sobre el valle y en la infiltración de los escurrimientos superficiales.

El cálculo de entradas por flujo horizontal se realizó con base en la Ley de Darcy, partiendo de la configuración de elevación del nivel estático para el año 2005, mediante la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i$$

Dónde:

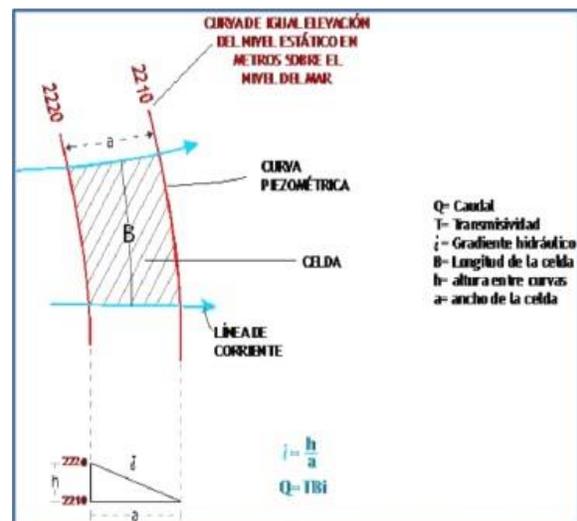
**Q = Gasto;**

**T = Transmisividad;**

**B = Longitud de la celda;**

**i = Gradiente Hidráulico;**

El volumen de entradas por flujo subterráneo es de **13.4 hm<sup>3</sup>/año**.



## Entradas por flujo subterráneo

CELDA	LONGITUD B (m)	ANCHO a (m)	$h_2-h_1$ (m)	Gradiente i	T ( $m^2/s$ )	CAUDAL Q ( $m^3/s$ )	VOLUMEN ( $hm^3/año$ )
E1	3700	1300	50	0.03846	0.0011	0.1565	4.9
E2	1850	1800	50	0.02778	0.0011	0.0565	1.8
E3	2900	750	50	0.06667	0.0011	0.2127	6.7
<b>TOTAL</b>							<b>13.4</b>

### Salidas

La descarga del acuífero ocurre principalmente por bombeo (B), descargas por flujo subterráneo horizontal (Sh) y por la descarga natural profunda (Dnp). Para la Evapotranspiración (ETR), aunque existen niveles freáticos someros, en algunos puntos dentro de la zona urbana de la ciudad de Iguala, se considera que están cubiertos por la zona urbana; en el resto de la superficie del acuífero se registran valores muy locales inferiores a 10 m de profundidad, asociados al subálveo de los arroyos. De esta manera, se considera que no existen salidas por evapotranspiración.

### Bombeo (B)

Como se menciona en el apartado de censo e hidrometría, el valor de la extracción por bombeo asciende a **14.0 hm<sup>3</sup> / año**.

#### IV.2.2.1. Hidrología

De las 718 cuencas hidrográficas en las que está dividido el país, 34 se ubican parcial o totalmente en territorio guerrerense, incluida la gran cuenca del río Balsas, que ocupa más de la mitad de la superficie estatal.

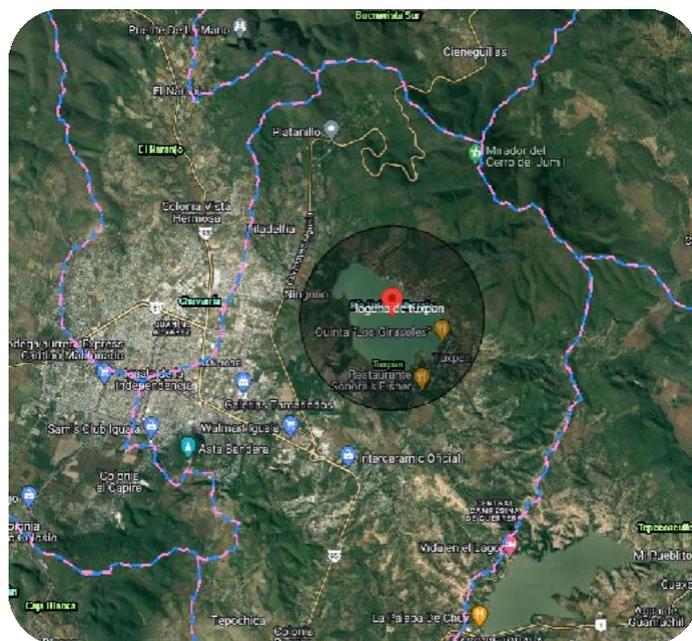
El SAR forma parte la Cuenca del Río Balsas-Mezcala, en las subcuenca Chavarria, que ocupa la porción norte, centro y sur del acuífero; del Río Balsas San Juan Tetelzingo, el cual circula en la porción al sur del acuífero; del Río Huajapa, que circula en una mínima porción del acuífero al sureste; y del Río Tepecuacuico, que circula en una mínima porción al sureste del acuífero.

En la superficie del acuífero los escurrimientos son efímeros, intermitentes y de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y arroyos secos durante el estiaje. Casi todos los arroyos como el Tomatal, Ceja Blanca, las Tijerillas y el Naranja escurren con dirección general de norte a sur para confluir finalmente al Río Balsas.

En las inmediaciones de la población de Iguala nacen los ríos Ahuehuepan y Sabinos, que posteriormente se denomina Río Cocula o Iguala, antes de descargar al Río Balsas, con cauce en dirección norte-sur. El Río Cocula o Iguala se origina a 21 kilómetros al noroeste de la Ciudad de Iguala, donde recibe el nombre de Río Ahuehuepan; 6 kilómetros adelante reciben caudal por su margen derecha del Río Sabinos y por su margen izquierda del Río Tinajilla. A partir de esta confluencia la corriente toma el nombre de Cocula o Iguala; 43 kilómetros aguas abajo, recibe por su margen derecha volumen del Río Cuetzala y 2 kilómetros aguas abajo, finalmente vierte su caudal al Río Balsas.

En las inmediaciones de la Comunidad Mezcala, en la porción sur del acuífero, se presenta el Río Balsas, el cual cruza el acuífero con una dirección casi este-oeste, y recibe las aguas del Río Tlapaneco y toma un rumbo oeste, denominándose Río Grande y más adelante Río Mezcala, recoge en esta zona el agua del Río Amacuzac y del Río Tepecoacuilco por la margen derecha. Aguas abajo se le conoce como Río Balsas y escurre con rumbo noroeste, recibiendo por la margen derecha a los Ríos Cocula o Iguala, Teloloapan, Poliutla, Cutzamala, Ixtapa, Carámara, Tepalcatepec, Tetela, Ajuchiatlan, San Miguel, Cuirio, Del Oro, Cuajaran, San Antonio y Las Huertas.

Cabe mencionar que los ríos Las Huertas y Balsas, convergen en el cuerpo de agua denominado Presa El Caracol, la cual está emplazada casi en su totalidad fuera de los límites del acuífero. El Río Balsas, circula en la porción sur de la superficie del acuífero y también desemboca su caudal en la Presa El Caracol.

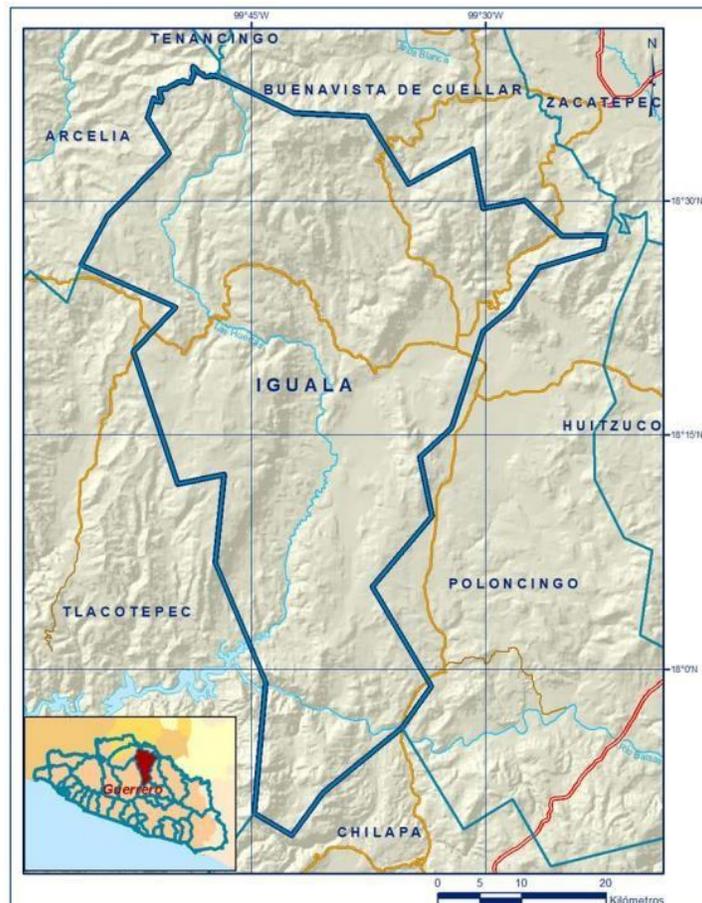


**Hidrología**

- **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**

El acuífero Iguala, definido con la clave 1205 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norte centro occidental del estado de Guerrero, cubriendo una extensión aproximada de 2 356 km<sup>2</sup>. Colinda al norte con los acuíferos Buenavista de Cuellar y Arcelia, al sur con Chilapa, al este con el acuífero Poloncingo y al oeste con Tlacotepec.

Geopolíticamente abarca totalmente al municipio Ixcateopan de Cuauhtémoc y parcialmente Iguala de la Independencia, Cocula, Taxco de Alarcón, Pedro Ascencio Alquisiras, Buenavista de Cuéllar, Cuetzala del Progreso, Teloloapan, Eduardo Neri y Tepecoacuilco de Trujano.



**Acuífero Iguala, definido con la clave 1205 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA**

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca Balsas y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Guerrero. Su territorio se encuentra parcialmente vedado sujeto a las disposiciones del “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en los Municipios de Iguala de la Independencia, Taxco de Alarcón, etc., Gro”. Publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de febrero de 1978. Este decreto se clasifica como tipo II, en el que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

### **Recarga total media anual (R)**

La recarga total media anual (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural ( $R_v$  y  $E_h$ ), que es de 18.6 hm<sup>3</sup>/año, más la recarga inducida ( $R_i$ ) de 1.4 hm<sup>3</sup>/año. Por lo tanto, la recarga total media anual calculada es de **20.0 hm<sup>3</sup>/año**.

### **Descarga natural comprometida (DNC)**

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero

Para el caso de este acuífero, la descarga natural a través de manantiales y flujo base, como ya se mencionó anteriormente, no están relacionadas con el área de balance definida. Aunque existen salidas por flujo subterráneo, fuera del área de balance, éstas se ubican en una zona distante por lo menos a 40 km del límite con el acuífero Tlacotepec, con el cual se comunica únicamente por medio del estrecho cañón del Río Iguala y tienden a converger hacia el sur del valle. Por lo anterior las salidas subterráneas no se consideran como un volumen comprometido. Por lo tanto, la DNC = 0

### **Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)**

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación

hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **18,058,403 m3 anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **20 de febrero del 2020**.

### **Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (DMA)**

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 20 - 0.0 - 18.058403 \\ \text{DMA} &= 1.941597 \end{aligned}$$

El resultado indica que existe un volumen disponible de **1'941,597 m3 anuales** para otorgar nuevas concesiones en el acuífero Iguala, estado de Guerrero.

#### **IV.2.2.2 Medio biótico**

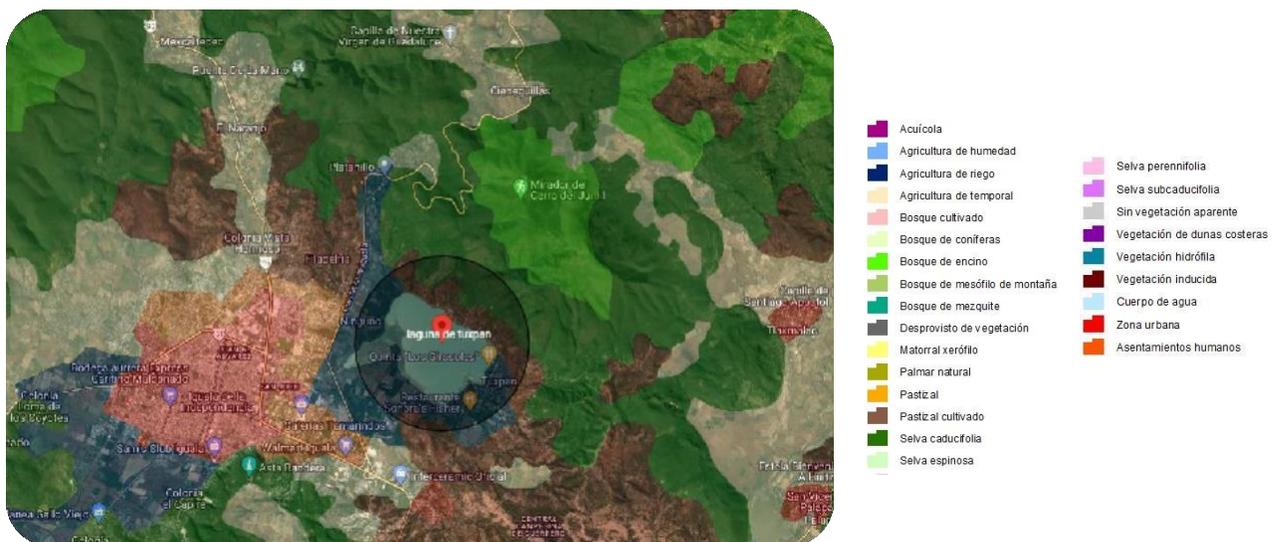
México se encuentra en una zona de transición ecológica entre la región Neotropical y la Neártica, por lo que lo convierte en un corredor ecológico entre Norteamérica y Centroamérica; esto favorece la presencia de diversos paisajes, desde las condiciones más áridas hasta las selvas más húmedas, desde los matorrales tropicales más cálidos hasta la pradera de alta montaña casi en contacto con nieves perpetuas. A esta condición geográfica se le suma un mosaico de condiciones topográficas, geológicas, unidades edáficas y climáticas, obteniendo como resultado una gran diversidad biológica reflejada en la gran riqueza de comunidades vegetales existentes en el país.

Con base en las condiciones ecológicas y los elementos florísticos existentes, en la región sur y sureste de México, se identifican al menos ocho provincias o subregiones fitogeográficas (Rzedowski, 1978):



El proyecto se encuentra en la provincia de Depresión del Balsas; es una amplia región de tierras bajas que están situadas entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. Dicha depresión, ocupa importantes porciones de los estados de Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla. El rango de altitud más bajo oscila entre los 300-500 metros de altitud.

Tipos de vegetación del SAR:



Tipos de vegetación del SAR

El Análisis realizado en SIGEIA nos indica que en el SAR están presentes los siguientes tipos de vegetación:

- Pastizal inducido
- Agricultura de riego anual y semipermanente
- Selva caducifolia
- Bosque de encino
- Asentamientos humanos
- Zona urbana

- **Pastizal inducido (PI)**

El pastizal inducido es el que prospera en lugares donde es eliminada la vegetación original; aparece como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien en terrenos que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

- **Agricultura de riego anual semipermanente (RAS)**

En este rubro se presentan los diferentes tipos de agricultura que se desarrollan en nuestro país, se incluyen también, como plantaciones forestales los bosques y los pastizales cultivados, que en las Series I y II estaban incluidas en vegetación. La información de este tema que se incluye en la Serie III de Información de Uso del Suelo y Vegetación se organiza por tres aspectos básicos:

- Ocupación del terreno
- Temporalidad del cultivo.
- Suministro de agua

Por el tiempo de ocupación del terreno por parte de los cultivos, estos podrán ser:

- **Permanente:** la ocupación del terreno para cultivo es mayor de cinco años.
- **Nómada:** la ocupación del terreno dura de uno a tres años y posteriormente se deja de utilizar.

Este tipo de agricultura constituye una capa independiente en la información. De acuerdo a la temporalidad de los cultivos, estos son de dos tipos:

- **Temporal:** cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.
- **Riego:** cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, etcétera.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- **Anuales:** son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- **Semipermanentes:** su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- **Permanentes:** la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

De acuerdo con la clasificación anterior los diferentes tipos de agricultura podrán ser permanentes o nómadas, de acuerdo con el tiempo de ocupación del terreno, mientras que por el tiempo de duración del cultivo y la disponibilidad de agua.

- **Selva caducifolia**

Estas formaciones vegetales de origen tropical y árido se caracterizan porque más del 75% de las especies que las integran pierden sus hojas en la época seca del año.

- **Bosque de encino**

Comunidades vegetales constituidas por el género *Quercus* (encinos, robles) que, en México, salvo condiciones muy áridas se encuentran prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 2 800 msnm. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

- **Asentamientos humanos**

Se incluye información que no es parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide sobre ellas.

- **Zona urbana**

La identificación de estas zonas se basa en la información topográfica, a excepción de los asentamientos humanos, que son producto de la actualización de las zonas urbanas como parte de las labores de actualización de la información de Uso del Suelo y Vegetación.

#### **IV.2.2.1.5 Diversidad florística**

Para la flora:

El área de estudio en su dada la problemática que presenta la alguna de Tuxpan, carece de presencia de especies de flora, sin embargo, en su mayoría se puede determinar la presencia de algas.

Las algas son organismos autótrofos fotosintéticos, con clorofila a y otros pigmentos accesorios. Son las principales productoras de materia orgánica en un ambiente

acuático. Usan la luz como fuente de energía para convertir el bióxido de carbono atmosférico en carbohidratos. El oxígeno molecular es un subproducto de la fotosíntesis que se libera al exterior. Poseen gran variedad de formas y niveles de organización: monadoide (unicelular), cenobial, colonial, filamentoso y pseudoparenquimatoso. Esta diversidad se manifiesta en los ambientes de agua dulce con formas de vida como el plancton, bentos y perifiton (Bourrelly 1970)

Se define como fitoplancton a la comunidad de microorganismos, en su mayoría fotosintéticos, (microalgas, cianobacterias, flagelados heterótrofos y otros grupos sin clorofila) que vive suspendida en la masa de agua. La composición y abundancia del fitoplancton en los lagos depende de las condiciones físicas e hidrológicas como: la luz, la temperatura, la turbulencia o estabilidad del agua, tiempo de residencia del agua y la tasa de sedimentación del plancton. Asimismo, de la composición química del agua (nutrientes y materia orgánica), la mineralización (compuestos de proporcionalidad constante), pH, oligoelementos y otros factores biológicos, como: la depredación por parte de filtradores planctónicos (zooplancton y peces) y las relaciones entre especies (efectos alelopáticos y toxicidad inducida por algunas especies). También el parasitismo fúngico (infecciones inducidas por hongos y cromistas heterótrofos flagelados capaces de reducir densas poblaciones fitoplanctónicas), sin mencionar relaciones como simbiosis, alelopatía, comensalismo y otras.

El fitoplancton se usa como indicador del estado trófico de las masas de agua y para la detección y seguimiento de las presiones fisicoquímicas relacionadas con la contaminación térmica, cambios en la mineralización del agua (y en la composición de los iones mayoritarios disueltos), la eutrofización (altas concentraciones de nitrógeno y fósforo y en ocasiones de sílice y otros cationes como el hierro) y la contaminación orgánica (soluble y particulada). El fitoplancton es un indicador de las presiones hidromorfológicas que determinan cambios en la tasa de renovación de lagos y embalses (Vicente et al. 2005)

Las algas son parte del plancton, por lo general son organismos pequeños o microscópicos acuáticos capaces de indicar la calidad del agua gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven y por sus tiempos de generación rápida, referentes del estado ecológico de cualquier sistema acuático. Una característica del fitoplancton es su capacidad depuradora del ambiente, transformando nutrientes del medio a través del proceso de fotosíntesis, proceso que involucra la incorporación oxígeno al ambiente, favoreciendo la oxidación de la materia orgánica, por un lado y por el otro aumentan el oxígeno disuelto en el agua, el cual es utilizado por las otras comunidades u organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven.

A partir del análisis de la estructura y el funcionamiento de estas comunidades algales, conjuntamente con otras propiedades de tipo físico-químico, microbiológicas e hidráulicas, tales como velocidad y dirección de las corrientes, el caudal, la transparencia del agua, el pH (acidez), el oxígeno disuelto, temperatura y

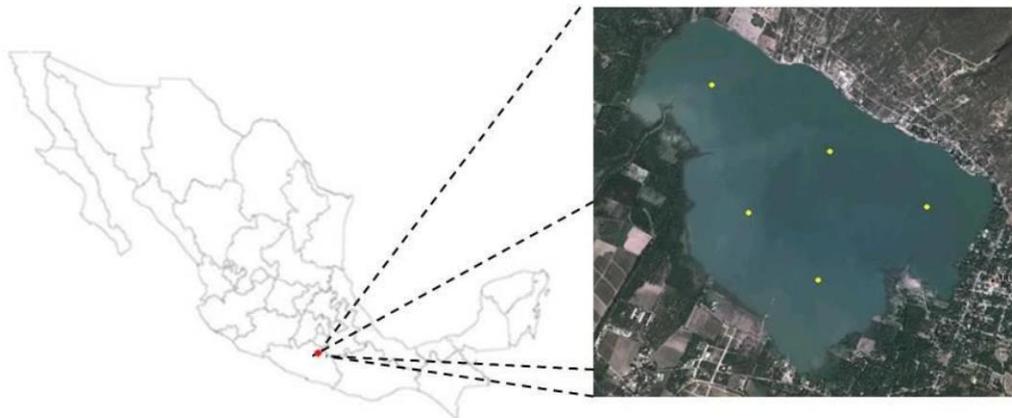
conductividad se puede determinar el estado de salud o condición ecológica de los cuerpos de agua. Este análisis permite determinar el “status” ecológico de cada especie algal lo que a su vez provee de información sobre “la salud biológica del ecosistema”. En términos generales, se considera que cuanto mayor es la diversidad de especies presentes en el medio, las aguas son de mejor calidad. Aunque se deben tener en cuenta otras variables, como por ejemplo el nivel de nutrientes y minerales, el estudio de la biología de las algas, principalmente de sus formas, puede indicar la presencia de factores adversos a su crecimiento y desarrollo, tal como lo son los metales pesados, los que provocan malformaciones celulares en casi todas las especies o la desaparición de muchas de ellas (Luján 2013).

Por ser productores de materia viva, son la base de la red trófica, por lo que el fitoplancton se considera un elemento de calidad principal para el establecimiento del estado ecológico de los lagos, por lo tanto la recopilación de la información de la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica y su relación con los factores fisicoquímicos obtenidos en los muestreos de campo en la Laguna de Tuxpan, Gro., proporcionará la información sobre el estado de salud del ecosistema lacustre.

Se efectuaron muestreos en lluvias y estiaje, con el objeto de conocer las diferencias que se presentan entre ambas estaciones (Anexo). Para seleccionar la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones) se consideraron: la morfología de la cubeta, la profundidad, la influencia de los afluentes, la cobertura de vegetación acuática y los vertidos puntuales, eligiendo así cinco puntos de muestreo de superficie dentro del lago; solo en uno de ellos se tomaron muestras de superficie y fondo (Figura 7.4.1). En cada punto se hizo un arrastre con red de plancton durante 3 min, se fijó una porción con formol al 4% para la identificación, y otra con lugol para la enumeración y conteo del plancton. Adicionalmente, se tomó la muestra del agua para el análisis de MC-LR (Microcistina), cuyos resultados se presentan en el Capítulo 8. También se obtuvieron muestras de clorofila a (CL a) recolectando el agua con una botella Van Dorn. Las muestras se trasladaron al laboratorio a 4 °C y lejos de la luz.

Para la identificación taxonómica y el recuento de organismos, en el laboratorio se hizo la observación al microscopio de luz, a un aumento de 40x. Se colocó 1 mL de muestra en una celda Sedgwick-Rafter y se procedió a la identificación y conteo, realizándose tres lecturas por cada control. El promedio se obtuvo dividiendo el número de organismos contados entre el número total de lecturas y se aplicó la fórmula de Lackey reportando los resultados como células/mL (APHA, 2005).

El estudio de las comunidades del fitoplancton, a través de las asociaciones de especies para la caracterización del estado ecológico del lago se efectuó a través de los inventarios de especies y/o géneros y de sus patrones de variación de la composición.



**Ubicación de puntos de muestreo en la Laguna de Tuxpan marcados con puntos amarillos**

## RESULTADOS

Para la identificación de organismos planctónicos se utilizaron las claves y criterios morfológicos de: Ward and Whipple (1945), Osorio (1942), Ortega 1984, González (1988), Pennak (1978) y Wikstead (1979). La clasificación de las algas se enlista en las Tablas 7.5.1 y 7.5.2. Asimismo, se describe a continuación su ecología y forma de nutrición.

### Listado de especies y dominancia de encontradas en el muestreo del mes de lluvias en la Laguna de Tuxpan, Gro.

DIVISIÓN	Estación		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
	Muestra		C-881-5	C-881-3	C-881-2	C-881-4	C-881-1	
Cyanobacteria	<i>Chroococcus merismopedia</i>		18,869	4,717	14,152	---	943	<b>38,681</b>
	<i>Gomphosphaeria</i> sp.		---	---	21,228	1,887	---	<b>23,115</b>
	<i>Microcystis</i> sp.		---	11,793	23,587	8,491	9,906	<b>53,777</b>
Chlorophyta	<i>Gloeocapsa punctata</i>		30,663	30,663	---	---	---	<b>61,326</b>
	<i>Pediastrum simplex</i>		16,511	8,491	14,152	10,378	8,019	<b>57,551</b>
	<i>Pediastrum duplex</i>		30,663	13,209	11,793	8,491	4,717	<b>68,873</b>
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i>		5,661	19,813	7,076	3,302	23,587	<b>59,439</b>
	<i>Ceratium hirundinella</i>		---	---	7,076	---	94,435	<b>101,511</b>
	<i>Ceratium lineatum</i>		29,248	18,869	11,793	5,661	4,246	<b>69,817</b>
Euglenophyta	<i>Peridinium ovatoides</i>		---	6,133	4,246	1,887	24,058	<b>36,324</b>
	<i>Trachelomonas</i> sp.		7,076	2,359	1,415	2,359	22,172	<b>35,381</b>
<b>TOTAL</b>			<b>138,691</b>	<b>116,047</b>	<b>116,518</b>	<b>42,456</b>	<b>192,083</b>	

#### DOMINANCIAS ENTRE ESPECIES

Cyanobacteria	<i>Chroococcus merismopedia</i>		13.6%	4.1%	12.1%	---	0.5%
	<i>Gomphosphaeria</i> sp.		---	---	18.2%	4.4%	---
	<i>Microcystis</i> sp.		---	10.2%	20.2%	20.0%	5.2%
Chlorophyta	<i>Gloeocapsa punctata</i>		22.1%	26.4%	---	---	---
	<i>Pediastrum simplex</i>		11.9%	7.3%	12.1%	24.4%	4.2%
	<i>Pediastrum duplex</i>		22.1%	11.4%	10.1%	20.0%	2.5%
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i>		4.1%	17.1%	6.1%	7.8%	12.3%
	<i>Ceratium hirundinella</i>		---	---	6.1%	---	49.2%
	<i>Ceratium lineatum</i>		21.1%	16.3%	10.1%	13.3%	2.2%
Euglenophyta	<i>Peridinium ovatoides</i>		---	5.3%	3.6%	4.4%	12.5%
	<i>Trachelomonas</i> sp.		5.1%	2.0%	1.2%	5.6%	11.5%

#### DOMINANCIAS DE LAS ESPECIES ENTRE ESTACIONES

Cyanobacteria	<i>Chroococcus merismopedia</i>		48.8%	12.2%	36.6%	---	2.4%
	<i>Gomphosphaeria</i> sp.		---	---	91.8%	8.2%	---
	<i>Microcystis</i> sp.		---	21.9%	43.9%	15.8%	18.4%
Chlorophyta	<i>Gloeocapsa punctata</i>		50.0%	50.0%	---	---	---
	<i>Pediastrum simplex</i>		28.7%	14.8%	24.6%	18.0%	13.9%
	<i>Pediastrum duplex</i>		44.5%	19.2%	17.1%	12.3%	6.8%
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i>		9.5%	33.3%	11.9%	5.6%	39.7%
	<i>Ceratium hirundinella</i>		---	---	7.0%	---	93.0%
	<i>Ceratium lineatum</i>		41.9%	27.0%	16.9%	8.1%	6.1%
Euglenophyta	<i>Peridinium ovostris</i>		---	16.9%	11.7%	5.2%	66.2%
	<i>Trachelomonas</i> sp.		20.0%	6.7%	4.0%	6.7%	62.7%

## Listado de especies y dominancia de encontradas en el muestreo del mes de secas en la Laguna de Tuxpan, gro.

Estación			E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	TOTAL
Muestra			C-881-5	C-881-3	C-881-2	C-881-4	C-881-1	
Cyanobacteria	<i>Microcystis</i>	sp.	4529	9746	7232	11322	7232	<b>40061</b>
Chlorophyta	<i>Pediastrum</i>	<i>duplex</i>	5972	12548	2830	9590	10062	<b>41002</b>
Dinophyta	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>	1887	0	0	20912	0	<b>22799</b>
	<i>Ceratium</i>	<i>hirundinella</i>	54250	100008	95573	90257	133029	<b>473117</b>
	<i>Peridinium</i>	sp.	4246	16039	12576	7387	40569	<b>80817</b>
	<i>Melosira</i>	<i>granulata</i>	2986	0	2986	3930	3302	<b>13204</b>
Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i>	sp.	2830	5661	6288	14624	2359	<b>31762</b>
			<b>76700</b>	<b>144002</b>	<b>127485</b>	<b>158022</b>	<b>196553</b>	

### DOMINANCIA ENTRE ESPECIES

Cyanobacteria	<i>Microcystis</i>	sp.		5,9%	6,8%	5,7%	7,2%	3,7%
Chlorophyta	<i>Pediastrum</i>	<i>duplex</i>		7,8%	8,7%	2,2%	6,1%	5,1%
Dinophyta	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>		2,5%	0,0%	0,0%	13,2%	0,0%
	<i>Ceratium</i>	<i>hirundinella</i>		70,7%	69,4%	75,0%	57,1%	67,7%
	<i>Peridinium</i>	sp.		5,5%	11,1%	9,9%	4,7%	20,6%
	<i>Melosira</i>	<i>granulata</i>		3,9%	0,0%	2,3%	2,5%	1,7%
Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i>	sp.		3,7%	3,9%	4,9%	9,3%	1,2%

### DOMINANCIA DE LAS ESPECIES ENTRE ESTACIONES

Cyanobacteria	<i>Microcystis</i>	sp.	11,3%	24,3%	18,1%	28,3%	18,1%
Chlorophyta	<i>Pediastrum</i>	<i>duplex</i>	14,6%	30,6%	6,9%	23,4%	24,5%
Dinophyta	<i>Ceratium</i>	<i>furca</i>	8,3%	0,0%	0,0%	91,7%	0,0%
	<i>Ceratium</i>	<i>hirundinella</i>	11,5%	21,1%	20,2%	19,1%	28,1%
	<i>Peridinium</i>	sp.	5,3%	19,8%	15,6%	9,1%	50,2%
	<i>Pyrocystis</i>	<i>noctiluca</i>	22,6%	0,0%	22,6%	29,8%	25,0%
Euglenophyta	<i>Trachelomonas</i>	sp.	8,9%	17,8%	19,8%	46,0%	7,4%

Las tablas anteriores, señalan que las condiciones ambientales en las que se muestreó por primera ocasión (septiembre 2013), como se refiere en el capítulo correspondiente e ilustra el Anexo, condicionaron a que la cantidad de organismos por estación fuera cerca el 68% del muestreado en la segunda ocasión (secas). De la misma forma, las Figuras 7.5.1 y 7.5.2 muestran los cambios en porcentajes de presencia de Divisiones entre el periodo de los muestreos, puesto que en el segundo la dominancia de las Dinophyta es absoluta.

Dentro del área del proyecto no se reportan especies que se encuentran listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010. No se tendrán ninguna afectación directa a algún sitio de protección especial al momento de realizar las actividades del proyecto.

#### IV.2.2.2.B Fauna

El estado de Guerrero ocupa el puesto 4 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre. El masto fauna silvestre del estado de Guerrero está conformada por 149 especies, pertenecientes a 11 órdenes, 27 familias. Por su parte, la herpetofauna de Guerrero está conformada por 231 taxa

(especies y subespecies), 70 son anfibios y 161 son reptiles (Pérez-Ramos, et al. 2000). La riqueza avifaunística está representada por 545 especies, de las cuales 308 se distribuyen en la Sierra Madre del Sur (Navarro, 1998).

La fauna silvestre es un recurso natural renovable que tiene diversos valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es el tercer país más megadiverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. Este recurso con cuidados y manejos adecuados se reproduce por sí mismo. Este grupo comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Además de ser fundamental para los hombres, es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo.

### **Fauna Terrestre documentada SAR:**

Actualmente, debido a la contaminación, sólo algunos patos y tortugas frecuentan la laguna, la poca vegetación y fauna acuática ha sido uno de los tantos problemas que ha provocado la contaminación del cuerpo de agua.

La alteración del cauce de los ríos provoca cambios en el corredor fluvial al perturbar la morfología natural (rápidos y pozas) que son requeridos por algunos organismos acuáticos de flora y fauna, generando la pérdida de nichos y especies. La modificación del cauce también altera las velocidades del caudal y reduce la diversidad de hábitats para los organismos (macroinvertebrados) esenciales en el mantenimiento de la red trófica.

La introducción de especies exóticas ya sea accidental o intencional, causa también cambios en las relaciones ecológicas depredación, hibridación, e introducción de enfermedades en las especies. La presencia de *Hypostomus sp.* (género perteneciente a una especie exótica invasora que habita en aguas dulces pocas profundas, que ingieren los huevos y/o larvas de especies nativas o introducidas, exterminándolas y/o compitiendo con éstas por el alimento), es considerada como “Una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales y para las pesquerías de agua dulce”. Frecuentemente las especies no nativas compiten exitosamente con las nativas por las zonas de refugio, nutrientes, crianza, ovoposición y espacio, como parece suceder con algunas de las especies en el Lago de Tuxpan.

Frecuentemente, la modificación del cauce en los ríos genera las condiciones para la invasión de especies exóticas al reducir las áreas de desove, refugio y crianza de las especies nativas. Otra problemática es la eventual mortandad de peces y una progresiva disminución de aves y reptiles cuya presencia se ha reducido.

En la cuenca existe la organización social Comité Pro-Defensa de la Laguna y Ecosistema de Tuxpan que es la organización principal que se encarga de llevar a

cabo las acciones relacionadas a la preservación de la Laguna y fauna, así como evitar la contaminación y realizar la limpieza de esta en su periferia.

### Metodología específica

Aves: Se establecieron puntos fijos de observación. Las observaciones se realizaron a partir de 6:00 am-10:00 am y de 17:00 pm-19:00 pm registrando las observaciones de los avistamientos. Las aves se observaron con binoculares y fueron identificadas usando las guías de campo para la identificación de aves (Peterson, R. T y E. L. Chalif, 1989), (Howell, S. N. G. Y S. Webb., 1995). También se revisaron los trabajos avifaunísticos efectuados cerca del área del proyecto, de igual forma se examinaron las especies mencionadas en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's) Áreas de importancia para la conservación de las aves - CONABIO, 2009).

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Abundancia absoluta</b>
<i>Cathartiformes Cathartidae Cathartes aura</i>	Buitre	2
<i>Columbiformes Columbidae Columba livia</i>	Paloma	30
<i>Columbiformes Columbidae Columbina inca</i>	Tortola cola larga	12
<i>Columbiformes Columbidae Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	7
<i>Icterus pustulatus</i>	Rayado	2
<i>Galliformes Gracidae Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca	4
<i>Passeriformes Cardinalida Passer domesticus</i>	Gorrion	12
<i>Passeriformes Cardinalidae Passerina leclancherii</i>	Colorin pechinaranja	1
<i>Passeriformes Tyrannidae Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1
<i>Passeriformes Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	5
<i>Passeriformes Turdus rufopalliatu</i>	Maravilla	1
<i>Piciformes Picidae Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero	1
	<i>Total</i>	<i>76</i>

Mamíferos: se realizó una búsqueda intensiva en transectos donde potencialmente se pudieran encontrar huellas, rascaderos, excretas, echaderos y madrigueras. Se realizó una consulta bibliográfica y de literatura científica del área de estudio de la región. Los rastros se identificaron con el apoyo de la guía de campo de Aranda (2000).

<b>Especie</b>	<b>nombre común</b>	<b>Abundancia relativa</b>	<b>Abundancia absoluta</b>
<i>Carvivera Mustelidae Nasua narica</i>	tejón	0.037037037	1
<i>Carvivera Procyonidae Procyon lotor</i>	Mapache	0.037037037	1
<i>Rodentia Muridae Rattus norvegicus</i>	rata	0.444444444	12
<i>Marsupalia Didelphidae Didelphis virginiana</i>	tlacuache	0.148148148	4
<i>Chiroptera Phyllostomidae Glossophaga soricina</i>	murciélag o	0.037037037	1
<i>Cingulata Dasypodidae Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	0.074074074	2
<i>Rodentia Sciuridae Notocitellus adocetus</i>	Ardilla	0.222222222	6
	Total:	<b>1</b>	<b>27</b>

Anfibios y Reptiles: se realizó una búsqueda intensiva de estos organismos, huellas y madrigueras y para el caso de anfibios en las áreas húmedas como cauces de arroyos. La determinación de los individuos se realizó con ayuda de guías y claves de identificación (Casas-Andreu, G. y C.J. McCoy, 1987), (García, A. y G. Ceballos, 1994), (Flores-Villela, O., F. Mendoza y G. González, 1995).

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Abundancia relativa</b>	<b>Abundancia absoluta</b>
<i>Squamata Teiidae Aspidoscelis costatus</i>	Huico	0.363636 36	4
<i>Squamata Colubridae Pituophis deppei</i>	Alicante	0.181818 18	2
<i>Squamata Colubridae Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonera	0.181818 18	2
<i>Squamata Corytophanidae Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	0.090909 09	1
<i>Squamata Phrynosomatidae Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol	0.090909 09	1
<i>Squamata Phrynosomatidae Sceloporus siniferas</i>	Lagartija cola larga	0.090909 09	1
	Total:	<b>1</b>	<b>11</b>

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Abundancia relativa</b>	<b>Abundancia absoluta</b>
<i>Anura Bufonidae Rhinella horribilis</i>	Sapo	0.85714286	6
<i>Anura Hylidae Smilisca baudinii</i>	Rana Trepadora	0.14285714	1
	Total:	<b>1</b>	<b>7</b>

Dentro del área del proyecto no se reportan especies que se encuentran listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010, no se tendrán ninguna afectación directa a algún sitio de protección especial al momento de realizar las actividades del proyecto.

Para la complementación de la información obtenida de las labores de muestreo, se realizaron entrevistas a los pobladores de la localidad próxima al área del proyecto, además de que se consultaron estudios científicos de la zona, con la finalidad de identificar la riqueza de especies presentes en el área.

#### **IV.2.2 Paisaje**

El término paisaje tiene varias acepciones y su significado ha variado a través del tiempo. En su conceptualización más general, el paisaje se define como una porción de territorio con características propias, las que son el resultado de la interrelación de procesos naturales y antrópicos a lo largo del tiempo. Asimismo, el vocablo hace referencia al modo en que las personas perciben el territorio. Por lo que en los siguientes apartados se analiza el paisaje considerando dos enfoques: a) el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y b) la capacidad de asimilación que tiene el paisaje en términos de percepción.

##### **Calidad paisajista**

La orografía dentro del SAR favorece la existencia de un paisaje heterogéneo. Entre esta diversidad destacan los paisajes de agricultura de riego y temporal, la mancha urbana es predominante en el paisaje.

##### **Calidad visual del entorno inmediato**

Para evaluarlo en este estudio se empleó la metodología del método indirecto del Bureau of Land Management (BLM,1980), y según el cual toma los siguientes atributos paisajísticos (AP) para evaluar la calidad visual de algún sitio en específico.

Componente	Definición	Puntuación
Morfología	Relieve Lomerío	3
	Formas erosivas	3
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, poco o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante.	3
	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos.	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas	3

	blancas (rápidos y cansadas) o láminas de agua en reposo.	
	Agua en movimiento o reposo, pero no dominantes en el paisaje	3
	Ausente o inapreciable.	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	3
	Alguna variedad intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	3
	Poca variación de color o contraste, colores apagados.	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	3
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	1
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	1
Rareza Único o poco corriente o muy raro en la región.	Posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	1

### **Fragilidad del Paisaje**

Se puede observar que la mayor fragilidad paisajística se encuentra en las zonas con vegetación dentro del SAR, por lo que son estas zonas las que presentan una mejor calidad paisajística por lo que es de suma importancia su conservación, aunque estas zonas tienen la presión de la fragmentación urbana.

En cuanto al paisaje, el mismo ha sufrido diversos impactos modificando la naturalidad de este, todo ello debido a los asentamientos humanos de la zona y a las actividades antropogénicas que de ellos derivan, en la zona del proyecto se encuentran localidades, así como tierras de cultivo a lo largo de todo el tramo.

Se presenta una tendencia creciente a urbanizar y se mantiene una económica activa ya que se dedica a actividades agrícolas y no agrícolas, el paisaje que actualmente se presenta en el SAR del proyecto, corresponde a las propias de una localidad suburbana de la ciudad, es decir donde se observa la fragilidad del ecosistema se ha visto fragmentado. Es por lo tanto, que la obra proyectada no modificará el paisaje actual que se presenta en la zona ya que actualmente el área se encuentra totalmente cambiado de sus condiciones originales del sitio, existiendo múltiples actividades a su alrededor, una vez concluido el proyecto será absorbido por el entorno visual, por lo tanto no se modificara el entorno inmediato donde se inserta el proyecto, pero desde el punto de vista paisajista, será benéfico atractivo, al pasar de un área en abandono a una infraestructura de apoyo de la zona.

#### **IV.2.2.3 Medio socioeconómico**

### **ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

Cabe mencionar que, dentro del proceso de inicio y desarrollo del presente Proyecto, la información estadística constituye un insumo fundamental para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, en lo que corresponde a los aspectos socioeconómicos. Con esta información estadística es posible caracterizar y conocer los fenómenos económicos y sociales de una comunidad, municipio, estado o país, lo cual permite el análisis de la relación que presentan las comunidades humanas asentadas en la zona de estudio con su entorno y la modificación de los elementos relevantes que pueden verse reflejados en forma positiva y negativa por la ejecución de las obras y permita la toma de decisiones para alcanzar los objetivos que se persigue con el Proyecto.

#### **Datos demográficos**

##### **Localización y extensión**

##### **UBICACION GEOGRAFICA**

Al norte 18' 26', al sur 17" 57' de latitud norte; al este 99' 26', al oeste 99' 43' de longitud oeste.

El municipio de Iguala de la Independencia representa el 0.9 % de la superficie del estado. El municipio de Iguala de la Independencia colinda al norte con los municipios de Teloloapan, Taxco de Alarcón y Buenavista de Cuéllar; al este con los municipios de Buenavista de Cuéllar, Huitzuco de los Figueroa y Tepecoacuilco de Trujano; al sur con los municipios de Tepecoacuilco de Trujano, Eduardo Neri y Cocula; al oeste con los municipios de Cocula y Teloloapan.

#### **Datos Socioeconómicos**

El trazo del proyecto y el SAR se localiza dentro del municipio de Iguala de la Independencia.

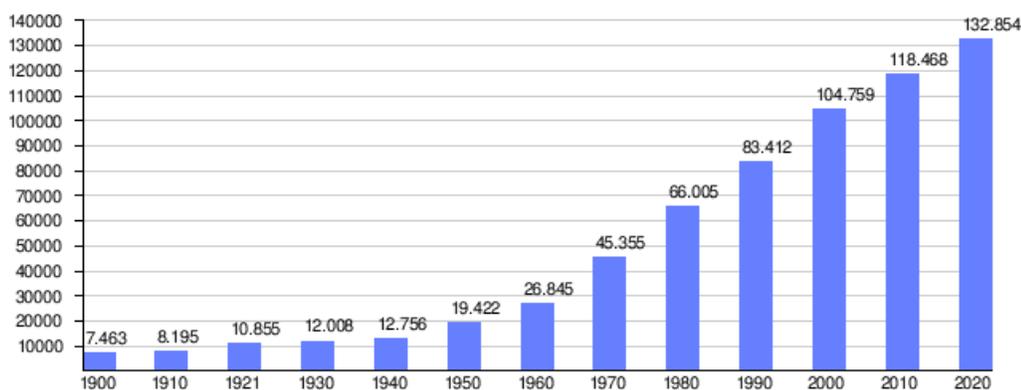
#### **Distribución de la población**

Es la tercera ciudad más poblada del estado solo después de Chilpancingo y Acapulco. Es también la centésimo quinta ciudad más poblada de México al tener en 2020 una población de 132,854 habitantes de acuerdo con el último conteo y delimitación oficial realizada en 2020 en conjunto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Consejo Nacional de Población y la Secretaría de Desarrollo Social.

## Datos Generales, 2010

Número de localidades del municipio:	87
Superficie del municipio en km <sup>2</sup> :	571
% de superficie que representa con respecto al estado:	0.90
Cabecera municipal:	Iguala De La Independencia
Población de la cabecera municipal:	118,468
Hombres:	56,641
Mujeres:	61,827
Coordenadas geográficas de la cabecera municipal:	
Longitud:	99°21'32"34" O
Latitud:	18°21'20"41" N
Altitud:	732 msnm
Clasificación del municipio según tamaño de localidades <sup>(*)</sup> :	Urbano Grande

La tasa de crecimiento intercensal 1995-2000 es de 1.22 por ciento. La densidad de población es de 218.58 habitantes por kilómetro cuadrado.



Instituto Nacional de Estadística y Geografía

## Población de habla indígena

El 4.16% de la población es indígena, el 2.09% de los habitantes habla alguna lengua indígena, y el 0.01% habla la lengua indígena pero no español

## **Vivienda y urbanización**

Las incidencias de los rubros de infraestructura social a los que se destinarán los recursos del FAIS son: • Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (28.9% del total), viviendas con piso de tierra (14.3%), viviendas con un solo cuarto (12.9%), viviendas que no disponen de drenaje (3.8%), viviendas sin ningún bien (1.6%) y viviendas que no disponen de energía eléctrica (1.4%). Las incidencias en otros indicadores de rezago social son: • Viviendas que no disponen de lavadora (47.3% del total), población sin derechohabiencia a servicios de salud (46.8%), población de 15 años y más con educación básica incompleta (38.7%), viviendas que no disponen de refrigerador (12%), población de 15 años o más analfabeta (7.6%), población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.

## **Educación.**

- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 9.1, frente al grado promedio de escolaridad de 7.3 en la entidad.
- En 2010, el municipio contaba con 96 escuelas preescolares (2.3% del total estatal), 91 primarias (1.9% del total) y 34 secundarias (2%). Además, el municipio contaba con 15 bachilleratos (5%), dos escuelas de profesional técnico (11.1%) y 13 escuelas de formación para el trabajo (7.5%). El municipio también contaba con tres primarias indígenas (0.3%).

## **Salud**

- Las unidades médicas en el municipio eran 20 (1.7% del total de unidades médicas del estado).
  - El personal médico era de 341 personas (7.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 17.1, frente a la razón de 4.1 en todo el estado.
- Migración.

### **IV.2.2.4 Paisaje**

### **IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto**

### **IV.4. Diagnóstico ambiental**

Identificación y análisis de componentes o recursos relevantes y/o críticos en el funcionamiento del sistema.

Las condiciones ambientales están determinadas por la interacción y estado de los componentes ambientales, en los párrafos anteriores se describieron los factores bióticos y abióticos que caracterizan el sitio del proyecto y sus colindancias, por lo que en la siguiente tabla se presenta un resumen de caracterización de los componentes que nos permiten realizar un diagnóstico ambiental.

Factor	Tipo	Características
Clima	Aw0	clima tropical de sabana, en la categoría de Köppen, con una mediana de 26.1° C. El clima es muy cálido a lo largo de todo el año, superando todos los meses las máximas de más de 30° C. Los meses más calurosos son abril y mayo donde las máximas llegan siempre a los 37-39 grados, llegando a presentarse algunos días con temperaturas igual o superior a los 40°. En invierno, los días siguen siendo cálidos con noches suaves, las máximas se ubican entre los 30°-33° C, mientras que las mínimas pasan entre los 14-16° C. La temporada de lluvias es de junio a octubre. En Iguala cae un promedio de 1,022 mm de lluvia anual.
Aire	No se realizaron pruebas para determinar la calidad del aire	Ya que el trazo del proyecto pasa por zonas suburbanas, que no tiene concentración de emisiones de gases originados por fuentes móviles ya que las generadas por los vehículos en circulación son inmediatamente dispersadas por las corrientes de aire. A lo largo del eje del trazo es común la práctica de quemar los residuos, así como la práctica de roza y quema, sin embargo el humo producto de la quema de los residuos así como los gases resultado de los motores de combustión interna de los autos que transitan la carretera, son contaminantes dispersados por los vientos a las extensas áreas sin zona urbana alrededor.
Geología	Ts(Ig)Ea)Ígnea extrusiva ácida T(Ig)Ea)Ígnea intrusiva ácida J(Ig)Ea)Ígnea intrusiva ácida	Cretácico (53.31%) Cuaternario (23.5%), Paleógeno (6.6%), Neógeno (5.36%) y Terciario (5.01%) Ígnea extrusiva: toba ácida (6.6%), basalto (0.92%) y andesita(0.67%) Sedimentaria: caliza (45.48%), conglomerado (10.26%), lutita-arenisca, (7.83%), limolita-arenisca (5.01%) y arenisca-conglomerado (4.01%) Suelo: aluvial (13%) Banco de material: industrial.
Relieve	Provincia Sierra Madre del Sur, Subprovincia Costas del Sur	De lomeríos someros.
Hidrología	Región hidrológica 1 8(RH-18), Del Balsas	Las corrientes hidrológicas que se encuentran en el municipio son el río San Juan y la laguna de Tuxpan. Estos tienen caudales permanentes. También cuentan con arroyos de escurrimientos temporales como el Tomatal, Ceja Blanca, las Tijerillas y el Naranja.
Suelo	Cambrisol Regosol	Suelos pobres
Vegetación	Agricultura de temporal Selva caducifolia Pastizales	La mayor parte del SAR Comprende cobertura vegetal con conceptos referentes al uso que el hombre da a los suelos dedicados a actividades agrícolas. pastizales cultivados predominan los pastos con pocos arbustos es una comunidad vegetal dominada por herbáceas, la perturbación del ganado y el crecimiento urbano lo mantienen afectado.

Fauna	Existe, distintas especies de aves, mamíferos y herpetofauna.	Por muestreos directos e indirectos para la zona de estudio, se enlistaron para el SAR representantes encontrados y los reportados por la literatura. La diversidad de la fauna es muy baja debido al crecimiento poblacional y al cultivo.
Paisaje	Las unidades de paisajes delimitadas en el SAR son lomeríos	La topografía son lomeríos someros.
Población	La población de es de 132,854 habitantes de acuerdo con el último conteo y delimitación oficial realizada en 2020	El municipio ofrece a la población los siguientes servicios: agua potable, alumbrado público, drenaje, seguridad pública y pavimentación; tiene también un mercado, parques y jardines, y un panteón. Así como instituciones educativas.
Economía	Iguala es la segunda ciudad que más aporta al Estado de Guerrero	La economía de Iguala es diversa es un gran productor agrícola y minero.
Desarrollo social	Índice de Desarrollo Humano en Iguala: 0.8343	Se presenta un IDH medio. Sin embargo, para SEDESOL, 2018, en el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social en el estado de Guerrero y su municipio menciona que Iguala presenta rezago social muy alto.

## Calidad del sistema ambiental

La metodología empleada para poder establecer la calidad del sistema ambiental se basa en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), metodología descrita para determinar las Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas del país.

Se utilizó esta metodología ya que resulta ser integral por involucrar tanto la situación ambiental actual, así como los procesos de deterioro que han ocurrido en determinada región; se basa en la asignación de un peso cualitativo (criterio), así como uno cuantitativo (valor) a características ambientales, económicas y de riesgo identificadas en la región.

Por esta razón y considerando los requerimientos de un análisis del sistema ambiental, en el presente estudio se adaptaron los conceptos evaluativos de dicha metodología.

Se valoran tres aspectos principales: valor ambiental, valor económico, así como riesgos y amenazas, cada una de estas categorías cuenta con indicadores que permiten la evaluación del sistema ambiental.

**A. VALOR AMBIENTAL:** cuenta como indicadores a la integridad ecológica o funcional, la diversidad cualitativa de hábitats, la presencia de especies endémicas, así como las amenazadas y las indicadoras, y entendiendo como sus indicadores de acuerdo con las siguientes definiciones:

- Integridad ecológica o funcional: se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa si sus características funcionales se encuentran en lo más cercano a su estado natural. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales. Toma valores de NC, B, M y A.
- Hábitats: se evalúa la diversidad de hábitats que se encuentran en el área, es decir la diversidad existente en el medio abiótico que permitiría la diversidad de formas biológicas que los ocupen. Toma valores de NC, B, M y A.
- Endemismo: ubica la presencia de estas especies a nivel nacional además de indicar que especies endémicas se encuentran en el área. Se le asignan valores de NC, B, M y A.
- Especies amenazadas: evalúa la presencia enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, enlistándolas e indicando tanto la categoría que presentan en dicha norma, así como el agente que afecta su distribución natural; los valores asignados son NC, B, M y A.
- Especies indicadoras: considera parámetros como la distribución, abundancia, rareza de diferentes especies existentes en el área y que son consideradas como indicadores del estado natural del ecosistema, señalando que especies se consideraron para la evaluación de este parámetro. Los valores que se asignan son: NC, B, M y A.

**B. VALOR ECONÓMICO:** se refiere a la importancia de los recursos naturales de la zona en el ámbito socioeconómico de la misma. Contempla 4 indicadores definidos a continuación:

- Especies de importancia comercial: valora la presencia de especies comerciales como medida de la importancia de la zona en ese rubro, indicando las especies por orden de importancia, adquiere valores de NC, B, M y A.
- Importancia económica por sectores: evalúa la presencia de actividades en los principales sectores productivos de la región a fin de determinar la importancia productiva del área, adjudicando valores de NC, B, M y A.
- Recursos estratégicos: evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como gas, petróleo, geotérmicos, entre otros. Enlistándolos en orden de importancia, se asignan valores de NC, PI, I y MI.
- Importancia por servicios: evalúa la importancia de los servicios prestados por la zona sean ambientales (captación de agua, depuradores, regulación climática, control de inundaciones, entre otros) o específicos (abastecimiento de agua de riego, generación de energía eléctrica, entre otros) enlistándolos en orden de importancia y asignándole al área valores de NC, PI, I y MI.

**C. RIESGO Y AMENAZAS:** se evalúa el entorno identificando cualquier factor que pudiera considerarse como un factor de riesgo, entendiéndolo como predecible y prevenible o como una amenaza, impredecible e incontrolable.

- Modificación del entorno: considera las alteraciones de cualquier tipo que se han

realizado en el área, considerando la alteración de cuencas, construcción de edificaciones, presas, canales, caminos, carreteras, la tala de árboles, desecación, relleno de áreas inundables, modificaciones a la vegetación natural, entre otras modificaciones, enlistándose por orden de importancia y asignándole al área valores de NC, B, M y A, puede considerarse como un riesgo (derrumbes por deforestación) o una amenaza (inundaciones).

- Contaminación: evalúa la presencia de energía, sustancias u organismos que alteran la calidad de los componentes del sistema ambiental en la zona, pudiendo ser directos o indirectos. Enlistar en orden de importancia y asignarle valores en la zona en la escala de NC, B, M y A, su asignación como riesgo o amenaza dependerá de la magnitud de los efectos esperados.

Especies introducidas o exóticas: evalúa la presencia de estas especies en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan. El área toma valores de NC, PI, I MI, se considera un riesgo.

- Prácticas de manejo inadecuadas: para evaluar este parámetro se toma en cuenta la existencia de actividades consideradas incompatibles con la conservación como el uso de explosivos, violación de vedas, extracción de tallas mínimas, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros. Enlistar en orden de importancia, asignándole valores de NC, PI, M y A, se considera un riesgo.

Criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación permiten darle un valor al área respecto a su valor ambiental, económico y de riesgo, para lo cual se asigna un valor único a cada criterio evaluado justificando la asignación de dicho valor, éstos son los siguientes:

Nomenclatura	Valor
--------------	-------

Definición NC 0 No se conoce	
------------------------------	--

B 1 Bajo	
----------	--

PI 1 Poco	
-----------	--

Importante M2	
---------------	--

Medio	
-------	--

I 2 Importante	
----------------	--

A 3 Alto	
----------	--

MI 3 Muy importante	
---------------------	--

Para cada indicador se tiene una valoración de acuerdo con la siguiente tipificación: Resultado Valor

1-5 Bajo (Poco	
----------------	--

Importante)6-10	
-----------------	--

Medio (Importante)	
--------------------	--

11-15 Alto (Muy Importante)	
-----------------------------	--

Indicador		Justificación	Nomenclatura	Valor
Valor ambiental	Integridad ecológica	El SAR se localiza dentro la RTP Sierra del Sur de Guerrero, con una integridad ecológica media, al presentarse sitios altamente perturbados y otros en buen estado de manera fragmentada.	M	2
	Hábitats	En su mayoría son sitios alterados, la vegetación secundaria Arbórea y Arbustiva de Selva Baja Caducifolia, Agricultura de Temporal Permanente y de Temporal anual y Pastizal cultivado.	M	2
	Endemismo	Se registro por Observación directa especies faunísticas endémicas	M	2
	Especies Amenazadas	En el área del proyecto, así como de influencia no se encontraron especies catalogadas en la NOM 059-SEMARNAT-2010	B	1
	Especies indicadoras	La extensión de la vegetación secundaria arbórea y arbustiva, la agricultura de temporal anual y permanente, así como los pastizales cultivados indica que se ha degradado la vegetación original.	M	2
Total				9
Valor Económico	Especies comerciales	En el SAR del proyecto las especies utilizadas con fines comerciales, así como para las actividades ganaderas.	B	1
	Importancia Económica por sectores	En Iguala existe una economía diversa.	M	2
	Importancia por servicios	El SAR se localiza dentro la RTP Sierra del Sur de Guerrero, con una importancia alta para los servicios ambientales, principalmente debido a la captación de agua.	M	2
Total				5
Riesgos y amenazas	Modificación del entorno	La región se encuentra medianamente modificada debido al cambio de uso de suelo agrícola y urbano	B	1
	Contaminación	Media, proveniente de las actividades productivas del sector primario, las poblaciones y sus desechos sólidos y los automotores existentes en la zona.	B	1
	Especies Introducidas	Especies domésticas tanto de consumo (ganado) como acompañantes, en vegetación hay presencia de especies introducidas	M	2

	Prácticas inadecuadas	Se observa tiraderos a cielo abierto, quema de basura y la quema, roza y tumba antes de iniciar el ciclo agrícola.	B	1
total				6

En relación al valor ambiental tenemos un resultado de 9 puntos, el SAR es considerado una zona importante por localizarse en una región con importancia para la conservación, riqueza biológica y captación de agua, sin embargo a pesar de la riqueza biológica se manifiesta también un grado de alteración natural a consecuencia de la falta de sustentabilidad en el manejo de recursos en la zona ya que se ha alterado la vegetación original por el crecimiento de la población lo que conlleva a aumentar zonas agrícolas provocando una fragmentación de hábitats.

En cuanto a la valoración económica, se ha obtenido un total de 5, considerado como bajo, debido a que la zona presenta bajo desarrollo económico, aunque existe un flujo diario de trabaja a la ciudad.

Respecto al apartado de riesgos y amenazas se obtuvo un puntaje de 6, considerado como medio, ya que la región presenta procesos degenerativos en, resultado de malas prácticas agropecuarias y falta de proyectos de manejo de residuos, así como especies introducidas.

#### **IV.3.2 Vulnerabilidad del sitio del proyecto**

La vulnerabilidad ambiental es un concepto que se relaciona con la mayor o menor exposición que tenga un territorio para ser afectada por un evento, en este caso la magnitud de los posibles impactos generados por la problemática ambiental. La amenaza ambiental se identifica con la probabilidad y magnitud de la manifestación de la problemática ambiental en el territorio teniendo como referencia a la situación ambiental del sitio situación que en ocasiones queda soslayada con la identificación de la problemática ambiental solo con la ocurrencia de eventos naturales de connotación extraordinaria como los ciclones tropicales, sismos entre otros eventos.

Existen diferentes enfoques metodológicos utilizados por los países para la evaluación de la vulnerabilidad, pero en sentido general se reconoce el que define la gestión de riesgos como el producto entre la amenaza y el grado de exposición a esta, por lo que ara identificar la vulnerabilidad del sitio del proyecto donde se pretende desarrollar, por lo que se presentan mapas con base en CENAPRED, Atlas de Riesgos del Estado de Guerrero, el cual está basado en la recopilación bibliográfica, cartográfica y en el análisis integral de la misma, con el propósito de utilizar los datos que llevaron a la identificación de los peligros naturales y antropogénicos; asimismo a aquellos fenómenos cuya ocurrencia en el tiempo y en el espacio han sido cuantificados, cualificados y referidos con base en los desastres de vidas y actividades humanas ocurridos en al menos los últimos 20 años.

Los factores de riesgo a considerar por la ubicación y características biogeográficas son:

- Ciclones tropicales
- Inundación es Incendios
- Erosión

El SAR se encuentra en una zona de poca vulnerabilidad a los ciclones tropicales debido a su altitud y a su lejanía con el océano.



En base a los mapas generados en CENAPRED, Atlas de Riesgos del Estado de Guerrero, no se encontró algún registro de ciclones en el trazo del proyecto, debido a la ubicación, orografía de la zona, las precipitaciones que regularmente se registran en la región pueden ser detonantes para un riesgo crítico para inundación. El área inmediata al proyecto no presenta el factor erosión como un riesgo.

#### **IV.4. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS (SIN CONSIDERAR AL PROYECTO COMO VARIABLE DE CAMBIO)**

Corto plazo. Los efectos inmediatos que causará el proyecto serán lo que trae consigo la exposición del suelo, disminución de la infiltración y los niveles de captación del agua, lo que provocará la erosión de este; finalmente la poca fauna existente se desplazará a sitios donde encuentren mejores condiciones para su supervivencia. No se considera el derrumbe de vegetación ya que el proyecto será sobre un área impactada existente que se encuentra delimitado por obras urbanas así que no hay espacios vegetales que alterar.

Mediano plazo. Cuando un suelo es modificado y después abandonado ocurre el fenómeno de la sucesión, hasta lograr restablecer el ecosistema en forma natural; en este caso al encontrarse ya modificado el medio natural; se tendrán que implementar medidas de mitigación para tratar de restablecer un posible equilibrio o por lo menos igualar al existente antes de la realización del proyecto. Esta sucesión se prevé en zonas marginales del proyecto ya que en este la población humana las altera

Largo plazo. Después de un determinado periodo con las medidas de mitigación, el seguimiento y cuidado de la zona afectada por la realización del proyecto, se recuperarán gradualmente los factores bióticos (flora y fauna) como abióticos (suelo, agua y aire), por lo menos en los niveles en los que se encontraba antes de la construcción de la obra; buscando que esta rehabilitación sea la más adecuada, en términos de resiliencia ecológica.

Considerando el desarrollo del proyecto en el escenario del SAR, se determina que la calidad del Sistema Ambiental Regional se verá afectado al concluir el proyecto sólo en la superficie, sin embargo, esto se compensa con el beneficio que dicha obra aportará a los pobladores del Municipio de Iguala. El dragado de la Laguna de Tuxpan cambiará el entorno paisajístico, modificando de manera permanente (largo plazo) mejorara las diferentes actividades que en él se pueden realizar y que sean parado debido al asolvamiento y contaminación de este, sin embargo, es evidente la necesidad urgente de aplicar el proyecto para beneficio de los habitantes de esa región pudiendo con ello subsanar deficiencias en cuanto a las actividades productivas, turísticas, educación, salud y servicios. La problemática de contaminación incrementará simultáneamente al desarrollo, de igual manera incrementará la fragmentación del ecosistema. Por lo anterior, será de vital importancia como en todo ecosistema existente, tomar en cuenta el marco legal que regula y vigilar el cuidado y monitoreo de las condiciones actuales del medio ambiente.

## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

El impacto ambiental constituye una herramienta de planeación que permite detectar posibles modificaciones o alteraciones al medio ambiente, previo a la consolidación de actividades u obras de desarrollo. Este instrumento de política ecológica se basa en la predicción de impactos dada la naturaleza de una actividad proyectada y el medio circundante donde ésta se realizará, por lo que tiene un alcance preventivo que permite consolidar obras y actividades con mínimas modificaciones negativas al ambiente.

Para que este instrumento cumpla ampliamente con los objetivos mediante los cuales se ha concebido es necesario utilizar técnicas de identificación y evaluación de impactos adecuadas, que garanticen que se está considerando todos los atributos ambientales potenciales a ser afectados y todas aquellas actividades que puedan generar impactos en el ambiente.

La identificación de los impactos ambientales tiene por objeto detectar las posibles afectaciones al medio natural y evitar costosas acciones por corregir.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes del medio.

Los impactos ambientales pueden ser directos o indirectos; a corto, mediano o largo plazo; de corta o larga duración; acumulativos; reversibles o irreversibles;

inevitables, por tal motivo se identificaron los impactos en sus diferentes etapas del proyecto para plantear las medidas preventivas y de mitigación que se requieran.

Para la identificación de los impactos ambientales en el presente estudio, se aplicaron dos metodologías, la primera consistió en la identificación de la calidad ambiental mediante la técnica de la superposición de los mapas temáticos usando las herramientas de análisis espacial del SIG para el geoprocesamiento de los datos obteniéndose las unidades de paisaje a las cuales se les realizó la agregación de diferentes características antrópicas y elementos naturales de interés ambiental; para la identificación de los impactos y casi a manera de retroalimentar los resultados se aplicó la Matriz de Leopold, clasificada dentro de los Sistemas de Red y Gráficos, denominado Matriz Causa-Efecto, mediante el cual se permite valorar diversas alternativas del mismo proyecto incluyendo el análisis de los impactos de los diferentes usos del espacio, con varias alternativas sobre el medio natural, y considerando los componentes ambientales tales como especies y poblaciones, hábitats y comunidades, ecosistemas, la contaminación al agua, la contaminación atmosférica, la contaminación del suelo, el ruido, el aire, la vegetación, la fauna y los factores socioeconómicos.

### **V.1.1 Indicadores de impacto**

La determinación de los indicadores útiles para la identificación de los impactos se tomó considerando los elementos del medio ambiente afectado o por afectar por un agente de cambio, observando su representatividad, su relevancia, si es excluyente, si es cuantificable y si puede proporcionar la idea de la magnitud alterada.

Debido a que los impactos se presentan sobre los componentes del ambiente, de forma general y las características del sitio y su entorno, como se mencionó en el punto anterior. Para identificar los indicadores se llevó a cabo una matriz de cribado valorando los factores con los indicadores y de esta forma poder cuantificar de manera objetiva la evaluación de los impactos.

*FUENTES DE CAMBIOS AL (SA) DERIVADOS DEL PROYECTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES.*

ACTIVIDADES	FACTOR DE CAMBIO	FACTOR AMBIENTAL	ETAPAS DEL PROYECTO		
			PREP A-RACI ÓN	CONST RUCCIÓ N	OPERA CIÓ N
Utilización de retro excavadora para preparación de sitio e ingreso de draga	Pérdida de hábitat, generación de ruido y contaminación del agua	Vegetación, fauna, paisaje, gua	◆		
Construcción de campamento y estacionamiento	Pérdida de cobertura vegetal	Paisaje, vegetación y fauna	◆		
Traslado y armado del equipo para dragado y sus accesorios	Generación de ruido y efectos negativos sobre el agua	Atmósfera, fauna, vegetación y agua	◆	◆	◆
Instalación de tubería para dragado	Ruido	Atmósfera/agua			◆
Instalación de almacén temporal de lodos	Desmonte de terracerías	Vegetación y fauna	◆	◆	◆
Dragado	Ruido, pérdida de suelo y afectación de fauna	Atmósfera, suelo, agua, fauna		◆	◆

Construcción de bordos para contención de material dragado	Formación de barreras ecológicas	Paisaje, vegetación y fauna		◆	◆
Secado de productos de	Generación de polvos y	Atmósfera, suelos			◆

ACTIVIDADES	FACTOR DE CAMBIO	FACTOR AMBIENTAL	ETAPAS DEL PROYECTO		
			PREP A-RACI ÓN	CONST RUCCIÓ N	OPERA CIÓ N
dragado	modificación de suelos				
Traslado de lodos para su disposición final	Ruido, partículas suspendidas,	Atmósfera, fauna		◆	◆
Formación de áreas de tro	Ruido, partículas suspendidas	Atmósfera, suelo, vegetación, fauna	◆	◆	◆
Apertura de canal			◆	◆	◆
Reactivación del fondo de la laguna	Retiro de sedimentos contaminación de agua	Suelo, agua			◆
Generación de fondo lagunar	Rehabilitación del canal	Vegetación, suelos	◆	◆	◆
Disminución de riesgo de inundación	Mejoramiento en el flujo hídrico	Agua, suelo			◆
					◆
Generación de recorridos ecoturísticos acuáticos	Uso de canales	Paisaje, economía			◆

### V.1.2. Lista de indicadores de impacto

#### INDICADORES DE IMPACTO

Indicadores de impacto ambiental de los sub-factores susceptibles de ser impactados por la ejecución del proyecto en cuestión		
Factor	Subfactor susceptible	Indicador
Clima	Microclima	Aumento de temperatura
Geomorfología	Relieve	Modificación del relieve de la zona
	Estabilidad	Emisión de vibraciones
Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos
	Erodabilidad	Incremento del grado de erosión
Agua superficial	Calidad	Contaminación por residuos sólidos y/o líquidos
	Cantidad	Modificación del caudal de ríos
Hidrología superficial	Patrón de drenaje	Cambios en los patrones naturales de drenaje
	Cauce natural de ríos	Modificación de los cauces naturales
	Recarga de acuíferos	Alteración del patrón de infiltración
Aire	Calidad	Presencia de polvos y humos
Ruido	Nivel de ruido	Altos niveles de ruido
Vegetación	Distribución	Deforestación y fragmentación de comunidades vegetales.
	Abundancia	Modificación del patrón de abundancia (deforestación)
	Hábitat	Perdida de hábitat real y potencial
Flora	Diversidad	Disminución de la riqueza específica de especies
Fauna terrestre	Barreras	Modificación en sus patrones de distribución y abundancia
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica de especies.
Paisaje	Interrelación de ecosistemas	Perdida de interrelación ecológica (fragmentación y barreras)
	Imagen del territorio	Modificación en la calidad visual (deterioro)
Uso de suelo	Cambio de uso de suelo	% del cambio de uso de suelo
Núcleos de población	Asentamiento humano	Modificación en su ubicación o extensión
Dinámica poblacional	Población total	Cambios cuantitativos en población total
	Inmigración	Elevación de la tasa de inmigración
	Emigración	Elevación de la tasa de emigración

Población activa	Empleo	Incremento de fuentes de empleo
Sector primario	Población activa por sector	Modificación en la población activa por sector
Sector secundario		
Sector terciario		
Planeamiento urbano	Vías de comunicación	Tipo de red viaria existente y condición
	Salud	Centros de salud pública (aumento de población asegurada)
	Educación	Nivel máximo de estudios
	Vivienda	Aumento y mejoramiento de vivienda
Transporte	Tráfico	Aumento del tráfico vehicular (núm. de vehículos)
	Seguridad	Disminución de accidentes viales.
Cultura	Uso de recursos naturales	Afectación a usos locales de recursos naturales
	Valoración de sitios	Afectación a puntos de reunión o recreación
	Patrimonio histórico	Afectación a monumentos o sitios arqueológicos
	Estilo de vida	Modificación al estilo de vida local

### **V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación**

#### **V.1.3.1 Criterios**

La matriz empleada para la valoración de los impactos es la de Leopold, a la cual se le asignaron criterios de valoración que nos indiquen si los impactos son significativos, poco significativos benéficos o adversos, combinándolos con evaluaciones cuantitativas, que nos reflejan el grado de impacto, sobre que factor ambiental y si es permanente o temporal. Los criterios se agruparon para identificar los grados y tipos de impactos que se pudieran causar al medio natural con la creación del proyecto y así poder llevar a cabo las medidas de mitigación necesarias con el fin de compensar y minimizar las barreras que pudieran crearse, en las tablas anteriores, se muestran los criterios adoptados y la valoración resultante obtenida del análisis, para cada criterio:

### ***V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.***

La identificación de los impactos ambientales tiene por objeto detectar las posibles afectaciones al medio natural y evitar costosas acciones por corregir.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes del medio.

Los impactos ambientales pueden ser directos o indirectos; a corto, mediano o largo plazo; de corta o larga duración; acumulativos; reversibles o irreversibles; inevitables, por tal motivo se identificaron los impactos en sus diferentes etapas del proyecto para plantear las medidas preventivas y de mitigación que se requieran.

La metodología de la **Matriz de Leopold**, está clasificada dentro de los Sistemas de Red y Gráficos, denominado Matriz Causa-Efecto, mediante el cual permite valorar diversas alternativas del mismo proyecto incluyendo el análisis de los impactos de los diferentes usos del espacio, con varias alternativas sobre el medio natural, y considerando los componentes ambientales tales como especies, poblaciones, hábitats, comunidades, ecosistemas, la contaminación al agua, la contaminación atmosférica, la contaminación del suelo, el ruido, el aire, la vegetación, la fauna y los factores socioeconómicos. **(Ver anexo 3) Matriz de impactos)**

Los conceptos que se manejaron en la identificación de los impactos en la matriz de interacciones son los siguientes:

**Impacto benéfico;** (B) cuando las modificaciones que va a tener el ambiente hacen posible la estabilidad del equilibrio ecológico del sitio o significa una mejoría para la población o a la economía de la región.

**Impacto adverso;** (A) cuando las acciones del proyecto modifican las acciones naturales y ocasionan un desequilibrio ecológico del sitio o significa una afectación a la población local o regional.

**Impacto mitigable;** (m) cuando a través de medidas compensatorias o mitigadoras se cubre total o parcialmente el daño al ambiente, quedando dentro de los límites permisibles por la normatividad ambiental.

**Impacto permanente;** (p) cuando al finalizar la actividad que generó el impacto, el daño se conserva en forma permanente en el ambiente.

**Impacto temporal;** (t) cuando el efecto finaliza con la etapa del proyecto en la que se genera.

La magnitud de impacto; se refiere a la extensión o grado de severidad de cada impacto potencial, considerándose, dos tipos: **impactos significativos** e **impactos no significativos**.

**A** = Efecto adverso significativo

**B** = Efecto benéfico significativo

**a** = Efecto adverso no significativo

**b** = Efecto benéfico no significativo

**t** = Efecto temporal

**p** = Efecto permanente

**m** = Efecto mitigable.

*Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos*

**Fuentes de cambio**

Indicadores de impacto ambiental de los subfactores susceptibles de ser impactados por la ejecución del proyecto en cuestión		
<b>Factor</b>	<b>Subfactor susceptible</b>	<b>Indicador</b>
Clima	Microclima	Aumento de temperatura
Geomorfología	Relieve	Modificación del relieve de la zona
	Estabilidad	Emisión de vibraciones
Suelo	Calidad	Contaminación por residuos sólidos y/líquidos
	Erodabilidad	Incremento del grado de erosión
Agua superficial	Calidad	Contaminación por residuos sólidos y/líquidos
	Cantidad	Modificación del caudal de ríos
Hidrología a superficial	Patrón de drenaje	Cambios en los patrones naturales dedrenaje
	Cauce natural de ríos	Modificación de los cauces naturales
	Recarga de acuíferos	Alteración del patrón de infiltración
Aire	Calidad	Presencia de polvos y humos
Ruido	Nivel de ruido	Altos niveles de ruido
Vegetación	Distribución	Deforestación y fragmentación de comunidades vegetales.
	Abundancia	Modificación del patrón de abundancia(deforestación)
	Hábitat	Perdida de hábitat real y potencial
Flora	Diversidad	Disminución de la riqueza específica de especies

Fauna terrestre	Barreras	Modificación en sus patrones de distribución y abundancia
	Diversidad	Disminución de la riqueza específica de especies.
Paisaje	Interrelación de ecosistemas	Perdida de interrelación ecológica (fragmentación y barreras)

	Imagen del territorio	Modificación en la calidad visual (deterioro)
Uso de suelo	Cambio de uso de suelo	% del cambio de uso de suelo
Núcleos de población	Asentamiento humano	Modificación en su ubicación o extensión
Dinámica poblacional	Población total	Cambios cuantitativos en población total
	Inmigración	Elevación de la tasa de inmigración
	Emigración	Elevación de la tasa de emigración
Población activa	Empleo	Aumento de fuentes de empleo
Sector primario	Población activa por sector	Modificación en la población activa por sector
Sector secundario		
Sector terciario		
Planeamiento urbano	Vías de comunicación	Tipo de red viaria existente y condición
	Salud	Centros de salud pública (aumento de población asegurada)
	Educación	Nivel máximo de estudios
	Vivienda	Aumento y mejoramiento de vivienda
Transporte	Tráfico	Aumento del tráfico vehicular (núm. de vehículos)
	Seguridad	Disminución de accidentes viales.
Cultura	Uso de recursos naturales	Afectación a usos locales de recursos naturales
	Valoración de sitios	Afectación a puntos de reunión o recreación
	Patrimonio histórico	Afectación a monumentos o sitios arqueológicos
	Estilo de vida	Modificación al estilo de vida local

## ***V.1.2 Selección y descripción de los impactos significativos***

### *Impactos Identificados*

#### **ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN**

Las actividades previstas para la etapa de instalación del campamento e inicio del dragado consisten básicamente en que una vez que el desarrollador cuente con los permisos, licencias y/o autorizaciones necesarias para iniciar el proceso; se realizará la identificación del espacio en el cual tendrá lugar el campamento, así como la localización de las especies de flora silvestre que serán rescatadas.

Se hace necesario nombrar un responsable ambiental para llevar a cabo el cumplimiento y vigilancia de las medidas de mitigación propuestas, una vez que el representante ambiental determine que el predio se encuentra libre de flora y fauna silvestre rescatada, se podrá dar inicio a la instalación del campamento.

Derivado del análisis realizado mediante la aplicación de la matriz de Leopold, se encontraron impactos generados por el proyecto de dragado y desazolve de la Laguna de Tuxpan y los resultados nos reflejan que los impactos de mayor valor que se presentaran son de tipo Benéfico temporal sobre el factor económico.

#### ***Atmósfera***

La operación de vehículos, maquinaria y equipo durante el dragado para el desazolve del canal, ocasionarán la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. La dispersión del contaminante depende en gran medida de las condiciones meteorológicas que predominan al momento de generarse. Se considera que de no tomarse en cuenta las medidas de prevención/mitigación propuestas se presentarían un impacto negativo, significativo, de carácter temporal con factibilidad de ser mitigado.

Otro de los impactos identificados sobre la atmósfera en esta etapa es la generación de ruido derivado del uso de la maquinaria y equipo que emite ondas sonoras (ruido) a la atmósfera, se considera además que este ruido disminuye logarítmicamente con la distancia del punto de emisión, por lo que éste puede ser imperceptible a una distancia mayor de 100 m. No obstante, ello, de no adoptarse medidas de mitigación, podría presentarse molestias a las personas y sobre todos a la fauna que se encuentre cercana al área de obras. El impacto a generar se calificó de tipo adverso con posibilidades de mitigación mediante el cumplimiento de las medidas demitigación.

### ***Suelo***

En la instalación del campamento y la introducción del equipo y maquinaria, así como el desmonte, ocasionarán un impacto adverso sobre el suelo debido a la pérdida de cobertura y suelo. De no adoptarse medidas de mitigación y compensación, se prevé la generación de un impacto ambiental adverso temporal y mitigable.

### ***Agua***

Con relación al medio acuático es donde se efectuarán más cambios a toda su dinámica hidrológica y su batimetría con impacto benéfico, pero en todas las etapas del proyecto desde la preparación del sitio hasta la operación se observaran afectaciones temporales mitigables.

### ***Vegetación***

El indicador de impactos sobre la flora silvestre y la vegetación son los que se prevén más susceptibles a recibir impactos ambientales adversos debido al retiro de especímenes en su medio natural.

Durante el desmonte para la instalación del campamento se identificarán las especies que serán rescatadas y durante la preparación del sitio la flora tendrá un impacto temporal adverso que cambiará a benéfico permanente apenas ocurra la desinstalación del proyecto y la reforestación con vegetación nativa rescatada.

## ***Fauna***

En general se puede afirmar que las especies que controlan la mayor parte del flujo de energía determinan la función y el carácter cualitativo de una comunidad es por ello, que, para valorar los impactos ambientales sobre la fauna y las medidas de mitigación, prevención y/o compensación se deberá poner especial énfasis en los impactos directos sobre la fauna que controla este flujo de energía de mayor tamaño. Los efectos positivos que conlleva la ejecución del proyecto sobre el hábitat, diversidad y distribución espacial de la fauna silvestre están directamente relacionados con el desazolve del canal.

## ***Generación de residuos***

Durante estas etapas de preparación del sitio y la operación del proyecto, la disposición temporal y final inadecuada de los residuos sólidos y líquidos podrían ocasionar impactos ambientales adversos sobre el medio natural y sus elementos, por lo que se pretende la ejecución de un Programa de Separación y Disposición de Residuos a fin de permitir la reducción, el reusó y el reciclaje.

## ***Residuos sólidos***

La instalación del campamento generará residuos sólidos tales como, papel, cartón, PET, residuos de comida, entre otros. De no adoptarse medidas de mitigación, con relación a su manejo y disposición temporal adecuada, el impacto previsto sería adverso, significativo, permanente pero totalmente reversible.

## ***Paisaje***

El paisaje será afectado en las dos etapas, teniendo una afectación adversa permanente, pero a la vez mitigable en el establecimiento de bordos de la zona, mejoramiento de las condiciones del ecosistema y la generación del vivero para la reposición del manglar.

## ***Socioeconómicos***

Todas las actividades de la etapa de preparación del sitio requieren de la contratación de personal, maquinaria y equipo para llevarse a cabo; motivando de manera inmediata la generación de empleos temporales, calificados y no calificados. Estos impactos benéficos se consideran también, de duración permanente y locales en su alcance con alta probabilidad de ocurrencia y magnitud baja.

Sobre la componente socioeconómica resultó ser el que presentó la mayor cantidad de impactos positivos o benéficos, mismos que se inician en la etapa de preparación del sitio y se consolidan durante las siguientes etapas, algunos de ellos, hasta las etapas de operación y mantenimiento dados los beneficios que traerá el dragado.

## **ETAPA DE OPERACIÓN**

### ***Atmósfera***

La atmósfera recibirá durante la etapa de operación, impactos benéficos que serán permanentes, por los cambios generados en el humedal.

### ***Fauna y flora silvestre***

Con el desazolve de la laguna de Tuxpan se activará la reproducción y anidación de especies que en ella se encuentran, aumentando la diversidad y densidad de las comunidades en el cuerpo de agua, tras este cambio el beneficio es permanente tanto para la fauna acuática como para la terrestre.

### ***Generación de residuos sólidos***

Mediante las diferentes actividades propuestas de señalamiento, mejoramiento y vigilancia se espera el cambio y disminución de impactos de esta naturaleza.

## **Socioeconómicos**

En la componente socioeconómica se siguen presentando los impactos positivos durante la etapa de operación ya que se genera ecoturismo, empleos, de forma permanente en la laguna de Tuxpan.

Los resultados globales de la evaluación de impactos ambientales indican que:

- a) Las actividades de preparación del sitio y desmonte resultan ser las de mayor efecto adverso, pero de impacto temporal.
- b) Del total de impactos benéficos, los que más resultaron benéficos fue el sector económico y social. Teniendo un ligero acercamiento de beneficio permanente el agua.
- c) En este factor, no se identificaron impactos sinérgicos, acumulativos o de alta controversia, por lo que no existirán impactos críticos o muy altos.

A continuación, se muestra el contexto local de los procesos que pueden verse afectados por el proyecto.

Dentro de estos se tienen, reducción de la vegetación existente en el canal, disminución de fauna acuática y terrestre, disminución de sedimentos, de textura limo-arenosa, perturbación de la fauna por el ruido de la maquinaria.

La mayoría de los sedimentos que se extraigan del dragado serán depositados en los sitios destinados a la generación de sitios de disposición final y el material restante se coloca en los sitios temporales de secado para su traslado al confinamiento final fuera del ecosistema.

La evaluación del impacto en este caso es al Sistema Ambiental Hidrológico conformado por el Sistema lagunar Laguna de Tuxpan.

Como se pudo observar a lo largo del capítulo IV en los diferentes mapas elaborados, así como en el estudio de batimetría adjunto de manera digital al presente estudio para el proceso de evaluación se identificaron los problemas a

los cuerpos lagunares derivados principalmente por la actividad humana y por las geoformas del terreno, en donde se observa la planicie influenciada por las partes altas de hasta 1500 msnm, que suman el impacto en las partes bajas. Dentro de estos se tienen, alteración de cauces, incremento de sedimentos, de textura arenosa, en la parte alta y media y de limo-arcilla en las partes baja y plana.

Se prevé que con la puesta en marcha del dragado sean mayores los beneficios que traería al cuerpo lagunar que los impactos a establecer. Como se dijo en su inicio es necesaria la participación decidida de todos los involucrados a fin de poder lograr el saneamiento ya que no solamente bastará con la apertura para la circulación e intercambio sino de darle un manejo desde la parte alta de la cuenca que a lo largo de los tiempos ha venido ocasionando el azolvamiento al provocar la erosión de las partes altas y la acumulación en la planicie, sumando a este sistema hidrológico los arrastres derivados de los excedentes de las unidades habitacionales, los rellenos de la llanura y la contaminación de los pobladores circunvecinos que han utilizado el cuerpo de agua como la vía de conducción de sus residuos así como el mal manejo de las prácticas de pesca.

Para el caso de la cartografía el mapa hipsométrico nos muestra la influencia de las altitudes sobre el cuerpo lagunar y el azolvamiento del que es objeto la planicie por los procesos naturales que se han venido incrementando y acelerando por la actividad antropogénica y el gradiente altitudinal en una llanura de inundación a la que llega de manera abrupta a casi la mitad de la cuenca lo que ocasiona el gran aporte de sedimentos de altitudes que oscilan hasta los 1500 msnm.

Urge el plan de manejo que se eleve a instrumento de ley, el nombramiento de un responsable ambiental el responsable de la cuenca la integración de un comité y la voluntad de todos los involucrados.

## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### ***VI.1 Descripción de las medidas o programas de mitigación.***

#### **VI.2 Medidas preventivas**

Una vez definidas las medidas de mitigación para cada línea estratégica, se resume el grado que estima será mitigado cada impacto. Cabe señalar de manera puntual dos aspectos inherentes al proyecto. Por un lado, tal como se desprende de la identificación y evaluación de impactos, los principales están relacionados con la operación de la draga y la disposición del material dragado; por otro, no en todos los impactos identificados se pueden aplicar medidas de mitigación.

Específicamente para este proyecto, la pérdida de hábitats bentónicos, de alta significancia no tiene medida de mitigación ni compensación, tal como se consignó en el capítulo correspondiente. Finalmente, cabe destacar que, en el caso de la disposición del material, el proyecto ejecutivo contempla de origen medidas que previenen y mitigan impactos de alta significancia, con el diseño de tarquinas y la ubicación precisa de los sitios de tiro sin hacer afectaciones importantes a la actividad económica del sistema ambiental definido.

#### ***Clasificación de las medidas de mitigación.***

Las medidas de mitigación se definen de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en su artículo 3º, fracción XIV como: el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. Y se clasifican en:

### ***Preventivas***

Actividades que tienden a disminuir las posibilidades de que ocurra un impacto adverso en alguna etapa del proyecto.

### ***De remediación***

Realización de obras o actividades con la que se busca eliminar el impacto adverso causado durante alguna etapa de la obra.

### ***De rehabilitación***

Realización de obras o actividades con las que se busca restablecer las condiciones originales del medio compactado.

### ***De compensación***

Realización de obras o actividades que beneficien algún medio a cambio del impacto adverso causado.

### ***De reducción***

Realización de obras o actividades que permitan disminuir la intensidad y magnitud del impacto adverso mitigable identificado en alguna de las etapas del proyecto.

***Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas***

**MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

N o .	FACTOR	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
1	<b>Social, económico.</b>		
		<p>Los impactos generados en este apartado durante las diferentes etapas del proyecto son de tipo benéfico derivado de la contratación del personal para la ejecución del proyecto.</p>	<p>Para este caso, aunque el impacto es benéfico las medidas que se requieren son de voluntades para modificar las prácticas así como la implementación de un plan de manejo de manera integral abarcando la cuenca desde su parte alta para asegurar la recuperación del manglar, del flujo hídrico y el mejoramiento del ecosistema y su productividad.</p>
		<p>Se espera que con el mejoramiento de las condiciones del flujo del canal se active la actividad turística con lo que habrá cambios significativos en la población. producto de la ejecución del proyecto.</p>	<p>Se requiere que el Plan de manejo se instituya a nivel de instrumento legal para que sea observado por la mayoría de los involucrados</p>
			<p>Se hace necesario se nombre un consejo y un responsable del manejo del plan de manejo de la cuenca para asegurar su rehabilitación como ecosistema.</p>
			<p>Se requiere que la autoridad exija estricto cumplimiento en las acciones encaminadas a la recuperación del ecosistema.</p>
			<p>Para el caso de la implementación de la actividad turística se hace</p>

estrictamente necesario se cuente con un reglamento que cuente con la aprobación de la SEMARNAT y publicado en el Diario Oficial de la Federación pegado al manejo adecuado del manglar, para ser observado por los prestadores de servicios y los propios visitantes así como también establecer que los implementos de trabajo y los trabajadores cuenten con un certificación de calidad para evitar en la medida de lo posible el deterioro del ecosistema y que de manera ordenada se calendaricen los trabajos de mantenimiento del sitio por los prestadores de servicios.

Para el caso de las unidades habitacionales colindantes que se detectaron descargando sus aguas residuales de manera clandestina (con tuberías de un diámetro hasta de 50cm) sobre el humedal en lo general, se requiere primero, sean clausuradas de manera inmediata, que se les aplique la multa correspondiente calculando el monto por el volumen y el tiempo así como hacerlos pagar por la restitución del daño causado al humedal; se requiere que la autoridad aplique las sanciones pertinentes.

	IMPACTO	MEDIDA
2	paisaje	A
	<p>La ejecución del proyecto modificará la calidad visual del paisaje durante el proceso del dragado.</p> <p>Para el caso de la creación de los bordos que delimiten el canal para su mantenimiento se requiere:</p>	<p>Se deberá contar con un responsable ambiental desde el inicio de los trabajos de cumplimiento con las medidas propuestas y las que la autoridad imponga</p> <p>Se deberá implementar la forestación en las islas para asegurar su estabilidad y evitar la pérdida del material de dragado a mejorar las condiciones del paisaje.</p> <p>El material extraído se debe depositar en los sitios seleccionados como sitios temporales además de tener el máximo cuidado en el manejo para evitar los derrames a lo largo del trayecto</p> <p>No debe ocuparse más área que la que se tenía destinada.</p> <p>En la desinstalación del campamento dejar la zona lo más limpia posible y restaurarla para evitar su erosión eólica y/o hídrica,</p> <p>Para este rubro se requiere un revestimiento con vegetación a lo largo del talud y en la parte superior colocar adoquines a fin de evitar la generación de polvos, preservar la calidad visual evitar el deslave del material terrígeno y hasta poder permitir el ingreso con bicicletas tanto para la supervisión como para su mantenimiento, evitar el flujo permanente de transeúntes para</p>

evitar el ruido a las aves y fauna presente en general.

IMPACTO		MEDIDA
3	agua	

Obstrucción de la hidrodinámica del canal.

Se recomienda dar mantenimiento a la laguna a fin de evitar los azolvamientos, así como mantener la vigilancia para evitar el derrame de residuos a lo largo y ancho del canal, mantener vigilancia para la apertura de la barra en las épocas de avenidas e identificar y evitar todo tipo de descargas clandestinas de los alrededores para que esto no incremente la carga orgánica y la descompensación del sistema.

Como se mencionó en el apartado socioeconómico, sancionar, clausurar y obligar a que paguen la restitución de los daños a todos aquellos que a la fecha se encuentran vertiendo de manera clandestina sus aguas de toda índole a lo largo y ancho de la laguna de Tuxpan y cuerpos cercanos, aplicando la normatividad ambiental que les compete y les aplica para que nadie quede por encima de la ley y se respete el ecosistema como recurso para propios, visitantes y generaciones venideras.

Se hace necesario que dentro del Plan de Manejo se monitoree la

calidad del agua de la laguna, y la laguna a fin de evitar riesgos para propios y visitantes

	IMPACTO	MEDIDA
4	<b>fauna</b> <p>La utilización de la draga, y la maquinaria generarán contaminación auditiva (ruido) afectando a los propios trabajadores de manera directa, así como a la fauna. Se identificó un impacto adverso sobre este indicador, temporal, puntual, que para ser mitigarse se requiere de lo siguiente.</p> <p>Los impactos sobre la fauna se mantienen vinculados con los que inciden sobre la vegetación, se considera que al recuperarse parcialmente ésta, mediante la creación de nuevas áreas verdes, con el monitoreo y mantenimiento del área de conservación, será posible el retorno de algunas especies</p> <p>de fauna, principalmente aves, reptiles y anfibios.</p>	<p>Todo trabajador deberá recibir la capacitación para el cuidado de la fauna silvestre, por lo que se le extenderá una credencial que acredite su capacitación para portarla dentro de las áreas de trabajo, en el momento de la supervisión por la autoridad, aquel trabajador tanto de oficinas, técnicos, profesionales y de campo que no porte la credencial se le aplicará la sanción a la empresa constructora</p> <p>Se considera la colocación de letreros alusivos a la protección por ley de la fauna silvestre y sus penalizaciones a quien capture, moleste o afecte a la fauna silvestre.</p> <p>Se contempla que la fauna por si sola emigre hacia zonas más seguras. En el caso de aquellas especies de lento desplazamiento o de aquellas que por sus características no lo pudieran hacer</p>

por si solas, deberán ser rescatadas y trasladadas hacia sitios más seguros. De estas actividades, se llevará una bitácora diaria y se elaborará un informe semestral a la SEMARNAT en el cual se indicará el número por especie de animales rescatados, sitio de rescate y de liberación, fecha y observaciones adicionales.

Se recomienda mantener vigilancia permanente en el manejo de la fauna tanto por propios como por visitantes, principalmente si se activa el turismo.

5	IMPACTO	MEDIDA
	AIRE	MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA

El uso de maquinaria como la draga ocasionará una emisión de gases contaminantes a la atmósfera. La dispersión del contaminante depende en gran medida de las condiciones meteorológicas que predominan al momento de generarse.

Para el caso de la draga y equipo a utilizar se plantea que al momento de la contratación de la constructora se implementen en el contrato una cláusula del compromiso de demostrar que su equipo y maquinaria cuenta con los servicios de mantenimiento realizados en una empresa registrada ante SEMARNAT para el mantenimiento.

Se recomienda a la empresa constructora utilizar de preferencia camiones, maquinaria y equipo de trabajo de modelo reciente, que cuenten con sistemas eficientes de combustión, además de contar con sistemas reductores de gases. Este

aspecto será verificado, en forma permanente durante las etapas de preparación del sitio y construcción ya que toda MIA requiere el cumplimiento de las medidas y el correspondiente reporte de cumplimiento, se recomienda que en caso de presentar algún vehículo problemas de contaminación atmosférica y/o generación de aceites lo saquen de servicio y lo envíen a su reparación a talleres que cuenten con registro de generadores de residuos peligrosos.

Se recomienda se nombre a un residente ambiental para la atención de las medidas de mitigación, para llevar las bitácoras de cumplimiento, manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, en general para atender el programa integral de manejo ambiental, que se sugiere para el proyecto y su operación.

En el momento de la obra por el paso de vehículos se requiere se mantenga el riego constante para evitar la formación de polvos, así como la cubierta de los camiones que trasladan los materiales con el mismo fin.

	IMPACTO	MEDIDA
6	Vegetación	

Durante la instalación del campamento se localizaron especies protegidas, en el recorrido por lo que se hace necesario extremar el cuidado en el manejo de las especies.

En caso de visualizar especies de vegetación como primera medida de mitigación se requiere realizara el rescate de las plántulas, que puedan ser manejados para su traslado al vivero y que se localicen en los sitios por donde se tendrá el paso de la maquinaria y equipo para los trabajos de desazolve del flujo hídrico.

Se recomienda la instalación de un vivero de especies de mangle como apoyo a la recuperación de los manglares en la laguna

Se recomienda se nombre a un residente ambiental para la atención de las medidas de mitigación, para llevar las bitácoras de cumplimiento, manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, en general para atender el programa integral de manejo ambiental, que se sugiere para el proyecto y su operación.

Al final de los trabajos se requiere de la reforestación con los especímenes rescatados, así como con la vegetación nativa según el caso y para la parte del talud del bordo de mantenimiento se requiere su revestimiento con vegetación rastrera para evitar el deslave y azolvamiento.

En las zonas donde se coloquen los sitios de tiro temporal se requiere llevar a cabo la reforestación

---

inmediata de estos sitios a fin de evitar la erosión y generación de polvos, así como fomentar el regreso de la fauna al sitio.

Otro de los aspectos a considerar es el mantenimiento permanente y la vigilancia del cuidado del humedal y los sitios reforestados.

V IMPORT.	IMPACTO	MEDIDA
7	<b>SUELO</b>	
	<p>Fue el factor menos impactado por el proyecto con efectos adversos permanentes pero que son mitigables.</p>	<p>Se plantea reforestar las zonas libres de vegetación para evitar la erosión de los suelos y pueda deslavarse y ocasionar un rápido azolvamiento.</p> <p>Mantener en constante vigilancia por parte de un representante ambiental que pueda llevar un control mensual o bimensual de cumplimiento y la bitácora ambiental.</p> <p>Crear letreros para concientizar al turismo y a las mismas personas que viven aledañas y trabajan en la laguna de enseñar una cultura de cuidado no perjudicando al cuerpo de agua</p> <p>Se recomienda que durante el proceso de la obra se instalen letrinas móviles una por cada 20 trabajadores, que cuenten con registro y permiso de la utilidad ambiental para la limpieza de su equipo y evitar las derramas en el cuerpo lagunar y el canal.</p> <p>Se recomienda la implementación del programa de manejo adecuado</p>

de residuos en el que se observe la separación de estos y que el responsable de las obras haga entrega de los productos reciclables a las empresas recicladoras con su correspondiente evidencia y que en el momento de la contratación se les brinde la capacitación ambiental registrándolo en una credencial a la que se le dé seguimiento.

### ***Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación***

El cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas, asegura el evitar los impactos residuales y para que esto sea posible se hace necesario que se genere un programa de vigilancia ambiental para el cumplimiento de las medidas de mitigación y a su vez se nombre un Residente Ambiental responsable del cumplimiento y la vigilancia de los diferentes programas y actividades emitidas en el resolutivo del proyecto, así como de elaborar y gestionar los informes periódicos ante la SEMARNAT y PROFEPA de estos, ya que su incumplimiento también amerita sanciones, multas y hasta la clausura de los permisos.

### ***Medidas de mitigación a favor de la flora***

Se recomienda la reforestación de las áreas desmontadas o su equivalente en superficie empleando especies nativas en edades adecuadas para que puedan desarrollarse por sí mismos se compensará la eliminación de cubierta vegetal efectuada durante el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto.

Favorecimiento e inducción del proceso sucesional o de regeneración natural de la vegetación primaria y/o secundaria existente en el área circundante. No removiendo ni perturbando la vegetación en donde no sea necesario.

La reforestación es una medida de mitigación factible y eficiente en la mayoría de los proyectos que requieren desmontes y despalmes, como es el caso de la construcción de la vialidad y el túnel. En los taludes y terraplenes, la reforestación con especies de pasto nativos ayuda a estabilizar y a evitar el proceso erosivo. En la llanura de inundación se debe tener especial cuidado en el manejo de los mangles.

El objetivo primordial de esta actividad es la compensación del daño ocasionado por la eliminación de la vegetación, además de que contribuye a mitigar otros impactos tales como:

- El proceso erosivo que sufre el suelo después de haber eliminado su cubierta vegetal.
- Absorbe y transforma emisiones de dióxido de carbono en oxígeno, contribuye a una mayor infiltración del agua al subsuelo, recarga de acuíferos.

Sin embargo, en el área donde se pretende desarrollar el proyecto es dentro de la laguna de Tuxpan, misma que como ya se demostró en los estudios anexos carece de flora y fauna acuática, derivado del deterioro, contaminación y asolvamiento del mismo.

### ***Medidas de mitigación a favor de la fauna.***

Informar a los residentes de la zona la importancia de preservar la fauna de la región para evitar la extinción de especies y así mantener el ecosistema en equilibrio. En el caso de la extracción de especies que se encuentran dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 se deberá aplicar la normatividad dado que es un delito federal su incumplimiento.

### ***Medidas de mitigación a favor del suelo***

Una estrategia de mitigación es que en las zonas aledañas al proyecto deberá vigilarse que la basura generada se deposite en contenedores provistos de tapa y mismos que serán colocados estratégicamente en los frentes de trabajo. Esta acción deberá realizarse durante la ejecución del proyecto.

Las superficies que no cuenten con cubierta vegetal y que se encuentren fuertemente amenazadas por los diferentes tipos de erosión, deberán cubrirse con las especies de flora rescatadas de las áreas desmontadas. Esto ayudará a prevenir la erosión y el arrastre subsecuente de sedimentos.

### ***Medidas de mitigación a favor del agua***

Contrarrestar el azolve y emprender campañas de limpieza de la laguna y crear espacios libres de afectación y actividad antropológica.

### ***Medidas de mitigación a favor de la atmósfera***

Durante la ejecución del proyecto, se respetará lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas:

## ***VII.2 Impactos residuales***

Con base en los resultados de la evaluación se pudo determinar que de dar cumplimiento estricto a las medidas de mitigación en lo general y que tanto los habitantes que colindan con el escurrimiento del río el tomatal, así como los gobernantes hagan cumplir las medidas o la aplicación de las sanciones a los infractores para evitar los impactos residuales del ecosistemas.

## **VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

### ***VII.1 Pronósticos del escenario modificado por el proyecto***

Tomando como base los resultados de los estudios realizados en la presente Manifestación de Impacto ambiental, por la puesta en marcha del proyecto sobre el ecosistema identificamos que es una necesidad, dadas las condiciones actuales de la llanura de inundación donde se localiza la laguna.

A lo largo de los tiempos con el incremento en la población y la instalación de poblaciones sobre la llanura, se propicia el encausamiento y desvío de agua del humedal trayendo como consecuencia la alteración del ecosistema y aunado a todo esto se agudizan los problemas climáticos presentándose con mayor frecuencia los fenómenos hidrometeorológicos que provocan el taponamiento del escurrimiento que desemboca a la laguna de Tuxpan.

Como sabemos todo esto ha provocado los riesgos inminentes de inundación de habitantes comerciantes, visitantes e inversionistas por lo que se hace necesaria la remediación del ecosistema mediante la extracción de los asolvamientos en los diferentes puntos de la laguna para disminuir el problema.

Con la puesta en marcha del proyecto, el pronóstico que se espera comprende la reactivación de la laguna y de su ecosistema, de la activación de la agricultura y pesca, del turismo, del mejoramiento del paisaje y de la disminución de los riesgos por inundación que traen las pérdidas económicas, ecológicas y humanas.

Los pronósticos del escenario permiten crear imágenes de la evolución de las presiones sobre el ambiente a lo largo del tiempo con el fin de evaluar el posible impacto a largo plazo de las decisiones que se tomen de determinado proyecto. La formulación de dichos escenarios se hace con base en las tendencias históricas presentes en la zona de estudio, considerando por un lado que en el futuro continuarán vigentes las tendencias históricas presentes en la actualidad, y por otro que existen modificaciones que pueden alterar dicho comportamiento.

Para efectos metodológicos se considera como escenario al “Conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de la situación origen a la situación futura” a esta definición propuesta por J. C. Bluet y J. Zemor (1970), habría que añadir que este conjunto de eventos tiene que presentar una cierta coherencia.

Algunos campos de aplicación del método de los escenarios (total o parcial) desde 1975 son los siguientes:

Clásicamente se distinguen tres tipos de escenarios:

- a) Los escenarios posibles, es decir, todo lo que se puede imaginar;
- b) Los escenarios realizables, es decir, todo lo que es posible habida cuenta de las restricciones y,
- c) Los escenarios deseables que se encuentran en alguna parte dentro de lo posible pero no son todos necesariamente realizables.

Estos escenarios pueden ser clasificados según su naturaleza o su probabilidad, como referenciados, tendenciales, contrastados o normativos.

El escenario tendencial, sea probable o no, es en principio aquel que corresponde a la extrapolación de tendencias, en todos los momentos en que se impone la elección.

Muy a menudo, el escenario más probable continúa siendo calificado de tendencial, incluso si, contrariamente a lo que su nombre expresa, no se corresponde con una extrapolación pura y simple de tendencias. Desde luego, en épocas pasadas cuando el mundo cambiaba menos de prisa que hoy en día, lo más probable era efectivamente la continuidad de las tendencias. Para el futuro, sin embargo, lo más probable parece más bien que se corresponde, en la mayoría de los casos con profundas rupturas de las tendencias actuales.

Los objetivos del método de los escenarios son los siguientes:

- Descubrir cuáles son los puntos de estudio prioritarios (variables clave), vinculando, a través de un análisis explicativo global lo más exhaustivo posible, las variables que caracterizan el sistema estudiado.
- Determinar, principalmente a partir de las variables clave, los actores fundamentales, sus estrategias, los medios de que disponen para realizar sus proyectos.
- Describir, en forma de escenarios la evolución del sistema estudiado tomando en consideración las evoluciones más probables de las variables clave y a partir de juegos de hipótesis sobre el comportamiento de los actores.

De manera invariable, el desarrollo de proyectos que tengan que ver con la modificación del entorno para el desarrollo de diversas actividades –en este caso la instalación de infraestructura urbana- suele implicar la presencia de impactos al medioambiente; sin embargo, la magnitud de estos impactos dependerá de diversas circunstancias, entre las cuales se pueden mencionar: las características geográficas, bióticas y físicas del área, así como el grado de sustentabilidad del proyecto, que depende de la implementación de las medidas necesarias de

prevención y mitigación de impactos ambientales desde las etapas de preparación del sitio y construcción, hasta la operación del mismo, durante su vida útil y aún una vez concluida ésta.

Los escenarios posibles que se plantean con el desarrollo del proyecto son los siguientes:

1. Que el proyecto no se realiza.
2. Que el proyecto se realiza sin un adecuado seguimiento e implementaciones de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en la manifestación de impacto ambiental.
3. Que el proyecto se realiza con la implementación de las medidas propuestas en la presente manifestación.

### **VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto**

La laguna de Tuxpan continuaría con el problema de asolvamiento, generando impactos ambientales, impactos visuales e incluso llegar hasta el desbordamiento del mismo, así como al ecosistema acuático que sería quien desaparecería en su totalidad, poniendo en riesgo a las poblaciones cercanas por inundación a los bañistas y turistas, así como a las especies de peces, crustáceos, bivalvos otros que pudieran estar en el fondo y adheridos a las piedras, así como la obstrucción del flujo natural del agua entrante a la laguna.

Con respecto al medio socioeconómico, los pescadores, la siembra agrícola colindante, los prestadores de servicios turísticos, trabajadores de restaurantes, lanchas entre otros, entre otros, no percibirán los ingresos que se pudieran generar por la realización de las actividades del proyecto, no se generarán los empleos asociados a este proyecto, aunque por el número de empleados que se espera contratar, el efecto benéfico será a nivel de individuos más que a nivel estatal, municipal o regional.

## **VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto**

Se realizan las actividades de construcción del proyecto sin tener las medidas preventivas, lo que lleva a la contaminación del suelo, atmosfera, paisaje, cuando se hacen actividades de reparación y mantenimiento de los camiones, equipos, que en algunos casos los choferes desobedecen, debiendo llevarlos a talleres autorizados. No se siguen las recomendaciones del Plan de Desarrollo Urbano Municipal, así como de las Leyes, Reglamento, normas ambientales y permisos aplicables para la realización de las actividades de dragado de la alguna de Tuxpan.

Si el proyecto se llegare a realizar aún sin las medidas de mitigación propuestas existe una normatividad la cual no exime al promovente de sus responsabilidades, por lo cual no puede concebirse la realización de un proyecto sin medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

De ser así sería un enorme retroceso, por lo que no se puede visualizar y/o realizar le predicción de un escenario sin las medidas de prevención para ello (aún las mínimas necesarias), o aún en un ambiente aislado e impactado.

### **VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

Si el proyecto se realiza cumpliendo con cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la manifestación de impacto ambiental, los impactos que se tendrán sobre la flora y fauna serán adversos poco significativos y mitigables, ya que con la implementación de una reforestación con especies nativas se espera evitar la proliferación de las especies no nativas que ya existen en la zona, así mismo, las especies vegetales contemplados servirán de refugio y abastecimiento de alimento para la fauna que se encuentra en el lugar; además de favorecer la presencia de aves, estas áreas constituirán un ambiente propicio para el desarrollo de otras especies de fauna menor, entre las cuales se pueden mencionar sapos, ranas, lagartijas, mariposas, entre otras.

En lo que se refiere al uso del suelo, se considera que la obra tendrá un impacto benéfico permanente, ya que las condiciones del predio serán conservadas por el tipo de diseño arquitectónico del proyecto, con características altamente estéticas, donde se integrará la vegetación existente y se instalarán áreas verdes (jardinería). Una de las acciones que se considera de mayor relevancia desde el punto de vista ambiental es la implementación de flora nativa dentro del proyecto y en las colindancias del área, garantizando con ello la conservación de elementos naturales y no provocando una alteración al medio biótico.

De la misma forma se generarán residuos sólidos que serán recolectados por el servicio de limpia municipal y depositados en los sitios correspondientes; esto ocasionará un incremento en la carga que ya posee dicha red, pero es controlado por el servicio municipal.

Con las actividades de preparación del sitio y construcción se generarán empleos permanente-temporal, estimándose crear empleos permanentes durante la fase de operación y mantenimiento de las obras.

Es importante señalar que debido a que este tipo de proyectos requiere de la contratación de personal con diferentes niveles de instrucción y capacitación, su influencia es capaz de llegar hasta los sectores más marginados de la sociedad y contribuir de alguna manera al mejoramiento de sus condiciones de vida.

### **VII. 3 CONCLUSIONES**

El sistema ambiental en el que se encuentra el proyecto, como lo hemos venido describiendo fue motivo de modificación a lo largo del tiempo y lo más grave el cambio del usos del suelo de agrícola a urbano, lo que propició el crecimiento de la mancha urbana, así como la contaminación de las aguas residuales provenientes del Tomatal, que afectan en su mayoría a las características físico químicas del agua de la Laguna de Tuxpan, poniendo en riesgo a las especies que ahí habitan y que sirven como servicios ambientales para las comunidades cercenadas.

Por lo antes expuesto se puede afirmar que el proyecto además de ser necesario es económicamente rentable, socialmente necesario y ambientalmente sustentable.

## VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIÓNES ANTERIORES.

### *VIII.1 Glosario de términos*

**Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

**Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

**Área de maniobras:** Área que se utiliza para el pre armado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

**Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

**Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Bordo:** Pueden ser pequeñas cortinas que producen el represamiento de un cuerpo de agua superficial con diversos fines

**Canal:** Los canales son obras para conducción del agua captada, desde su fuente hasta el lugar de su aprovechamiento. Los canales pueden ser a cielo abierto, cerrados, sin revestir y revestidos de concreto.

**Cárcamo de bombeo:** Consiste en un depósito de agua para mantener un suministro constante a un sistema de bombeo.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinan sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Fluvial:** Relativo o perteneciente a los ríos.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutará la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Muelle:** Son obras que se realizan en la orilla del mar o de un río para consolidarla, permitir el atraque de los barcos y facilitar su carga y descarga.

**Muro de contención:** Su función es similar a la de un dique, que permite el represamiento de un cuerpo de agua o también para evitar el deslizamiento de suelo u otro material.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Obras de conducción:** Son obras requeridas para transportar el agua captada, desde la fuente hasta el lugar de almacenamiento, regulación, tratamiento o distribución.

**Pluvial:** Relativo a la lluvia

**Represa:** Sinónimo de presa o de embalse

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Subsoleo:** Introducción de maquinaria para aflojar profundamente el suelo.

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área.

## VIII.2 BIBLIOGRAFÍA

- Contreras Espinosa, Francisco. **1993**. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. CONABIO-UAM Iztapalapa, primera edición. México.
- INEGI. **2000c**. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Definitivos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Poder Ejecutivo Federal. **1997**. *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. SEMARNAP. México.
- Rzedowski, Jerzy. **1977**. *La vegetación de México*. Editorial Limusa, séptima reimpresión. 1998. México.
- SEMARNAT. **2010**. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-2010 que Determina las Especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que Establece Especificaciones para su Protección. Diario oficial de la federación, 6 de marzo del 2002.
- SEMARNAT. **2003**. Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-022-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zona de manglar.
- SEMARNAT. **2000**. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- SEGOB, **2001**, Índices de marginación.
- SEGOB, **2001**, Índices de desarrollo humano.
- De La Lanza, G., y C. Cáceres M., **1994**. *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. UABCS. México. 525pp.
- Pennington, T.D. y J. Sarukán, **1970**. *Manual para la Identificación de Árboles Tropicales de México*. INIFAP, 406pp.
- SAGARPA, **2000**, Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

- CONABIO, **2005**, Fichas técnicas de las Regiones prioritarias, RMP-32; RHP-29; y AICA-C-29., <http://www.conabio.gob.mx>
- J.D.H. Strickland and Parsons, **1972**. A practical Handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada. Ottawa. Second edition. 310 p.
- Garcia, Enriqueta; **1987**. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Cuarta edición.
- INEGI, **1990**. *Guía para la interpretación de cartografía; edafología*. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática, 1990. México
- Lanza Espino, Guadalupe de la (compiladora); **1991**. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, primera edición, México.
- De La Lanza, G., y C. Cáceres M., **1994**. *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*,. UABCS. México. 525pp.
- Torres-Orozco B., Roberto; **1991**. *Los peces de México*. AGT Editor, primera edición. México.
- APHA, AWWA, WPCF, **1992**. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17 edición. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, España.
- Flores Villela, Oscar; **1994**. *La taxonomía herpetológica en México; un análisis breve*. En: Llorente Bousquets, Jorge e Isolda Luna Vega (compiladores). *Taxonomía biológica*. Ediciones Científicas Universitarias, primera edición. México.
- Howell, Steve N.G., Sophie Webb; **1995**. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, primera edición. Nueva York, EUA.
- Poder Ejecutivo Federal. **1997**. *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. SEMARNAP. México.
- Reid, Fiona A.; **1997**. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Primera edición, Oxford University Press, Reino Unido.

- Semarnap-Conabio, **1997**. *Guía de aves canoras y de ornato*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - Comisión Nacional para la Biodiversidad, primera edición. México.
- SEMARNAT. **2000**. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*.
- INEGI. **2000c**. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Definitivos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez-Estrada y R. Rodríguez Torres, **1975**, An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas..81-88.2(1)
- Diario Oficial de la Federación, **1989**.- Criterios ecológicos de calidad de agua. C.N.A. Publicado EL 13 de diciembre de 1989. México, D.F.
- HACH DR/2000 spectrophotometer handbook (**1996**)
- Lankford, R.R., **1977**, Coast and Lagoons of Mexico Their origin and classification. In Estuarine processes. Academic Press.182-215. 2:
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL.**1996**