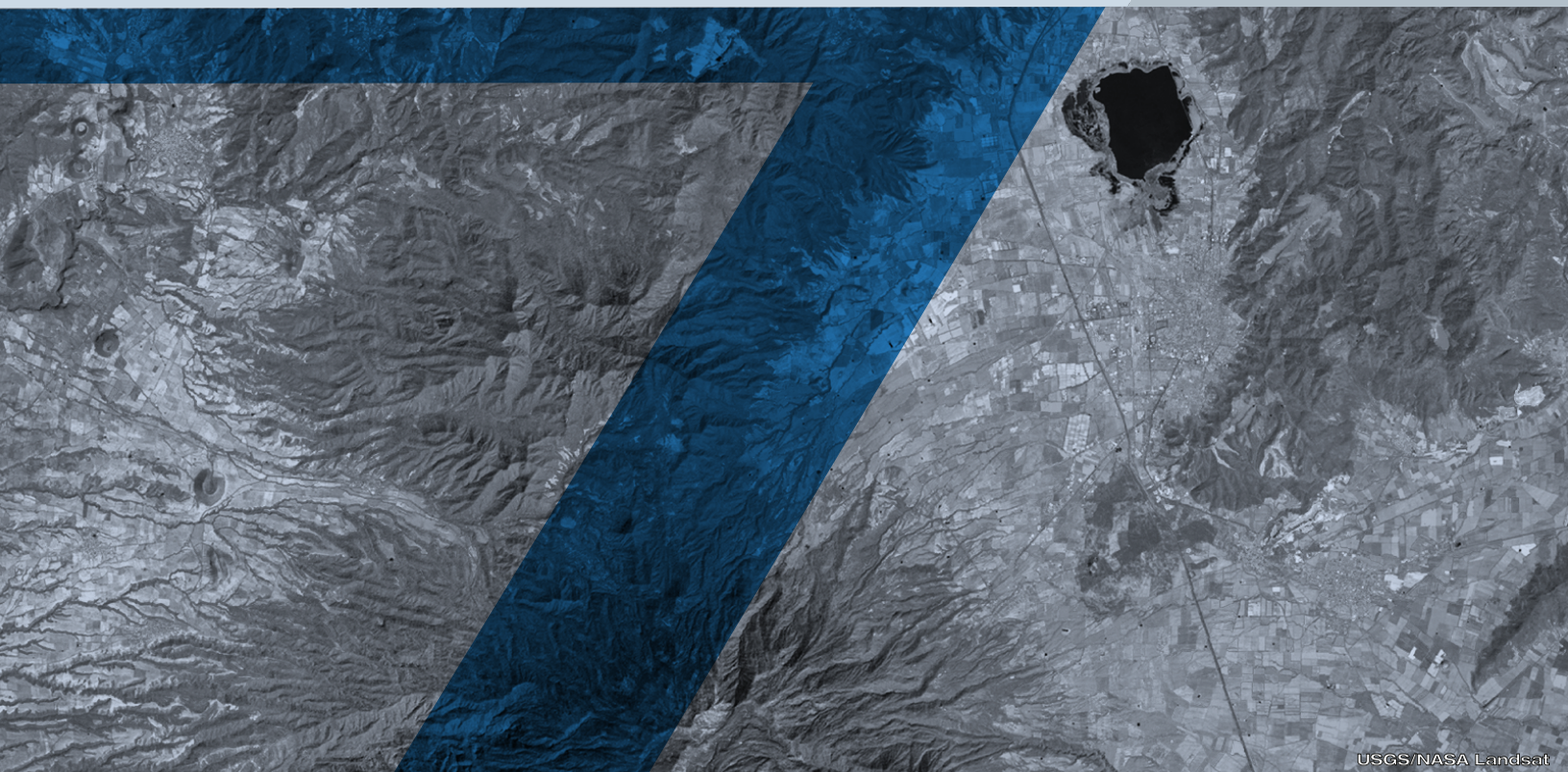


# Cuenca hidrológica Laguna de Zapotlán

Humedales

Informe técnico



USGS/NASA Landsat

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

# **Cuenca hidrológica Laguna de Zapotlán Humedales**

**Informe técnico**



**Obras complementarias publicadas por el INEGI sobre el tema:**

Síntesis de información geográfica del estado de Jalisco. Síntesis de información geográfica del estado de Colima.

**Catalogación en la fuente INEGI:**

553.79 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).  
Cuenca hidrológica Laguna de Zapotlán : humedales : informe técnico / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2019.

viii, 32 p.

1. Aguas subterráneas - Informes.

**Conociendo México**

**01 800 111 4634**

**[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)**

**[atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)**

 **INEGI Informa**  **@INEGI\_INFORMA**

DR © 2019, **Instituto Nacional de Estadística y Geografía**

Edificio Sede

Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301

Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes,

Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI,

Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas.

## Presentación

---

Como parte de sus facultades, el **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** tiene entre sus responsabilidades normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica del país, en el ámbito de la producción de información de recursos naturales y medio ambiente el **INEGI** ofrece información de los humedales a nivel de cuenca hidrológica, producto que permite conocer el número, diversidad y distribución de estos ecosistemas en el país, integrando información multidisciplinaria (vegetación, suelos, hidrografía, entre otras) para que interesados en el tema, cuenten con más elementos que coadyuven a la toma de decisiones.

La Ley de Aguas Nacionales, 2014, considera a los humedales como “las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos”.

Los humedales representan múltiples beneficios para el hombre, la vida silvestre y en general para todo el planeta; proporcionan agua, recargan acuíferos, funcionan como filtros de contaminantes, garantizan suministro de alimentos, contribuyen a mantener la riqueza ecológica de nuestro planeta, protegen el litoral ante fenómenos naturales, mitigan las crecidas de los ríos, almacenan dióxido de carbono y contribuyen a regular el cambio climático, además de ser espacios para actividades turísticas y de esparcimiento, entre otros.

A nivel internacional la convención Ramsar es la principal organización que tiene como misión; mediante la cooperación internacional, promover la conservación y el uso racional de los humedales con acciones locales y nacionales que permitan contribuir al desarrollo sostenible en todo el mundo. Con este trabajo, el **Instituto** aporta datos e información que sustentan acciones para conservar y recuperar, si es el caso, los humedales, además de fortalecer la red de sitios Ramsar y dar seguimiento a inventarios de humedales a nivel de país.

# Índice

---

<b>Localización, límites y extensión</b>	VII
<b>1. Geología y sistemas de topoformas</b>	1
1.1 Sistemas de topoformas	1
1.1.1 Sierra	1
1.1.2 Llanura	2
1.1.3 Lomerío	2
1.1.4 Valle	2
<b>2. Edafología</b>	5
2.1 Tipos de suelo	5
<b>3. Condiciones climáticas</b>	7
3.1 Clima	7
3.2 Estaciones climatológicas	9
3.3 Temperatura media anual	9
3.4 Precipitación	9
<b>4. Vegetación y uso del suelo</b>	13
4.1 Tipos de vegetación	13
4.2 Uso del suelo	14
<b>5. Hidrología</b>	17
5.1 Superficial	17
5.2 Subterránea	17
<b>6. Caracterización de los humedales identificados en la cuenca</b>	21
6.1 Laguna de Zapotlán	23
<b>Bibliografía</b>	31

## Localización, límites y extensión

---

La cuenca hidrológica Laguna de Zapotlán (CONAGUA) se ubica en la parte sur del estado de Jalisco, principalmente en el municipio de Zapotlán el Grande, y de forma parcial en Gómez Farías, San Gabriel, Tamazula de Gordiano, Zapotiltic, Tuxpan, Sayula y Atoyac (Cuadro A).

La cuenca tiene las siguientes coordenadas geográficas extremas: entre los paralelos 19° 34' 53" y 19° 53' 38" de latitud norte; asimismo está comprendida entre las coordenadas 103° 22' 49" y 103° 37' 57" de longitud oeste (Gráfica A). Limita con las cuencas Laguna de Sayula A y Laguna de Sayula B al norte, ambas pertenecientes a la RH12 Lerma-Santiago. Al este se encuentra la cuenca Quito, al sur Canoas, Armería y Coahuayana 1, y al oeste El Rosario, todas pertenecientes a la RH16 Armería - Coahuayana.

Forma parte de la cuenca hidrográfica Lerma-Chapala y pertenece a la región hidrológica Lerma-Santiago (RH12), tiene un área y perímetro aproximados de 474.69 km<sup>2</sup> y 111 km, respectivamente. La altitud máxima es de 3 880 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en el volcán Nevado de Colima, en el parteaguas sur de la cuenca, y la mínima de 1 488 m s.n.m. al centro de la cuenca, en el lago de Zapotlán.

### Municipios por estado

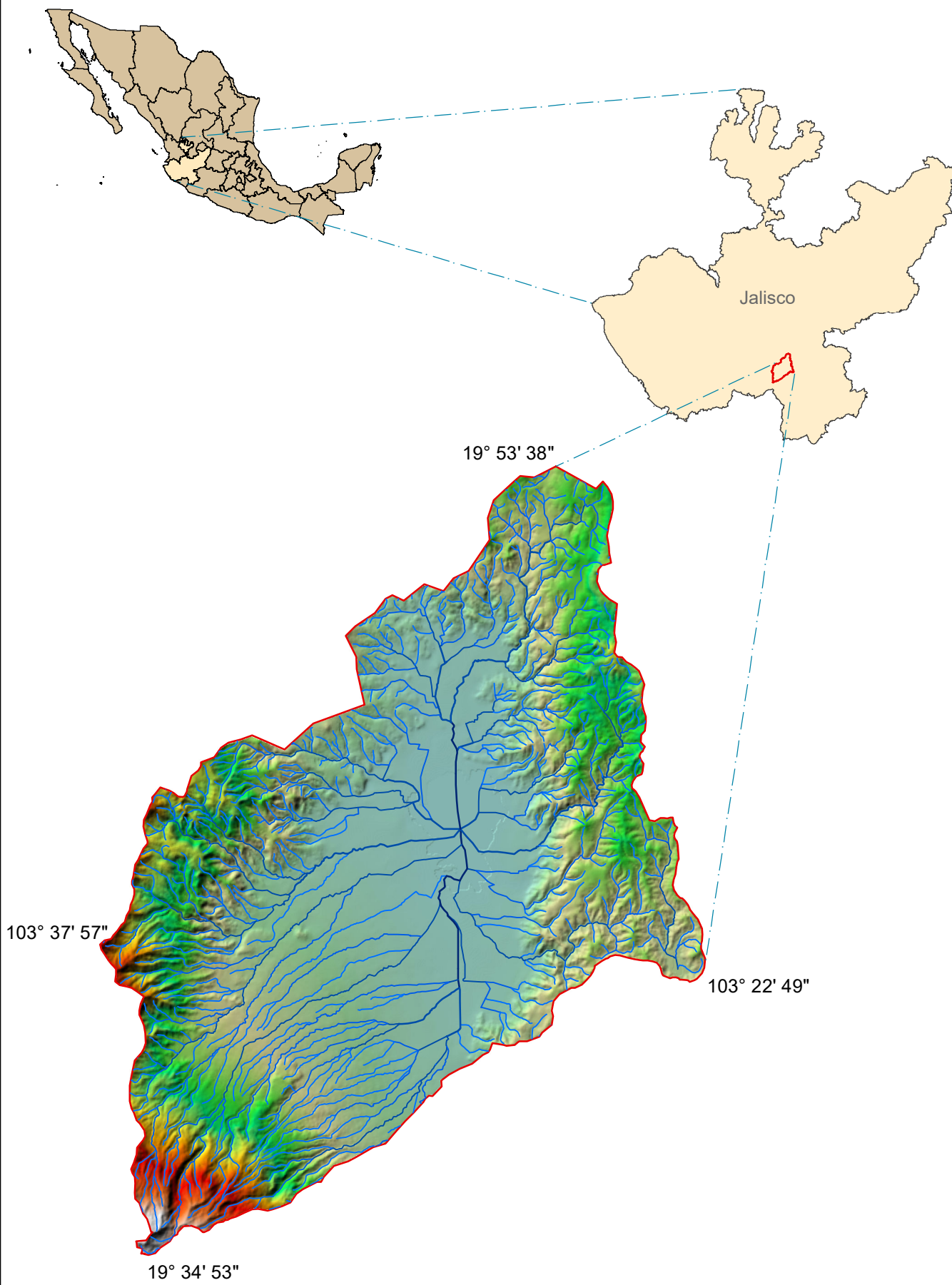
Cuadro A

Estado	Porcentaje
<b>Municipios</b>	
Jalisco	
Zapotlán el Grande	52.94
Gómez Farías	24.09
San Gabriel	14.48
Tamazula de Gordiano	2.73
Zapotiltic	2.23
Tuxpan	1.92
Sayula	1.22
Atoyac	0.39

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico, 2010, Versión 5.0A.

Localización

Gráfica A



# 1. Geología y sistemas de topoformas

## 1.1 Sistemas de topoformas

Desde el punto de vista fisiográfico, la cuenca de la Laguna de Zapotlán es parte de la provincia denominada Eje Neovolcánico, el cual es un cinturón montañoso que cruza el centro del país de este a oeste, en él se encuentran la mayor parte de los lagos naturales y volcanes de México. El Eje Neovolcánico se extiende del Océano Pacífico al Golfo de México, constituye una amplia faja de aproximadamente 130 km de ancho y 900 km de longitud, con altitud media de 2 500 m s.n.m. El Eje limita con las Sierras Madre Occidental, Oriental, del Sur y de Oaxaca. Su origen se remonta a fines del Mesozoico y principios del Cenozoico, y sus montañas son las más elevadas del territorio nacional, algunas con nieves perpetuas (Ramsar, 2005).

Dicha provincia fisiográfica contiene a la subprovincia Chapala, en la cual se encuentra la cuenca y el lago de Zapotlán. Sus altitudes varían desde 1 488 a 3 880 m s.n.m. Se caracteriza por la presencia de varios aparatos volcánicos que aparecen sobre pisos sedimentarios–metamórficos con fallas y fracturas activas, que han separado las cuencas cerradas de Zapotlán, Sayula, Zacoalco, Atotonilco y la del Lago de Chapala. Dominan las rocas ígneas extrusivas del Terciario y algunas del Cuaternario, producto de la gran actividad volcánica que atravesó al país de este a oeste (Provincias Geológicas de Jalisco). Tiene influencia en diversos fenómenos tanto biológicos, físicos y geológicos como sociales y económicos, y constituye un límite altitudinal, biogeográfico, climático, étnico y de equilibrio, ya que al norte del eje no se reporta actividad sísmica y al sur esta es muy importante. Es la única zona de volcanes activos del país y un área rica en endemismos (Ramsar, 2005).

La cuenca presenta cuatro sistemas de topoformas: sierra, llanura, lomerío y valle (Cuadro 1.1).

### Distribución porcentual de los sistemas de topoformas

Cuadro 1.1

Sistema	Asociación	Porcentaje	
		Total	Parcial
Sierra		<b>52.55</b>	
	Con cañadas		26.50
	Con estrato volcanes o estrato volcanes aislados		17.92
	Con laderas de escarpe de falla		8.13
Llanura		<b>25.19</b>	
	Ninguna		25.19
Lomerío		<b>22.14</b>	
	Ninguna		22.14
Valle		<b>0.12</b>	
	Con lomeríos		0.12

Fuente: INEGI. Conjunto Nacional de Información Fisiográfica, 1:1 000 000. Edición 1984. Versión digital, 2002.

#### 1.1.1 Sierra

Las sierras, definidas como una línea de montañas con un origen principalmente volcánico, se presentan en la cuenca sobre su parteaguas, desde el sur, donde colinda con el volcán Nevado de Colima; por la parte oeste, en asociación con estrato volcanes; al noroeste, asociada con laderas de escarpe de falla; y hacia el norte y noreste, en la Sierra del Tigre, constituida de laderas escarpadas y asociada con cañadas. Se forman por rocas ígneas extrusivas (tobas ácidas) e intrusivas (intermedias y riocitas) (Fotografía 1.1).



Esta topografía representa más de la mitad del área de la cuenca, alrededor del valle central, lo que le da las condiciones fisiográficas para distribuir las corrientes de agua y concentrar sus escurrimientos en la parte central.



Fotografía 1.1: Sierra volcánica con estrato volcanes al sur de la cuenca, con el volcán Nevado de Colima al centro, Ciudad Guzmán, Jalisco, octubre de 2015.

### **1.1.2 Llanura**

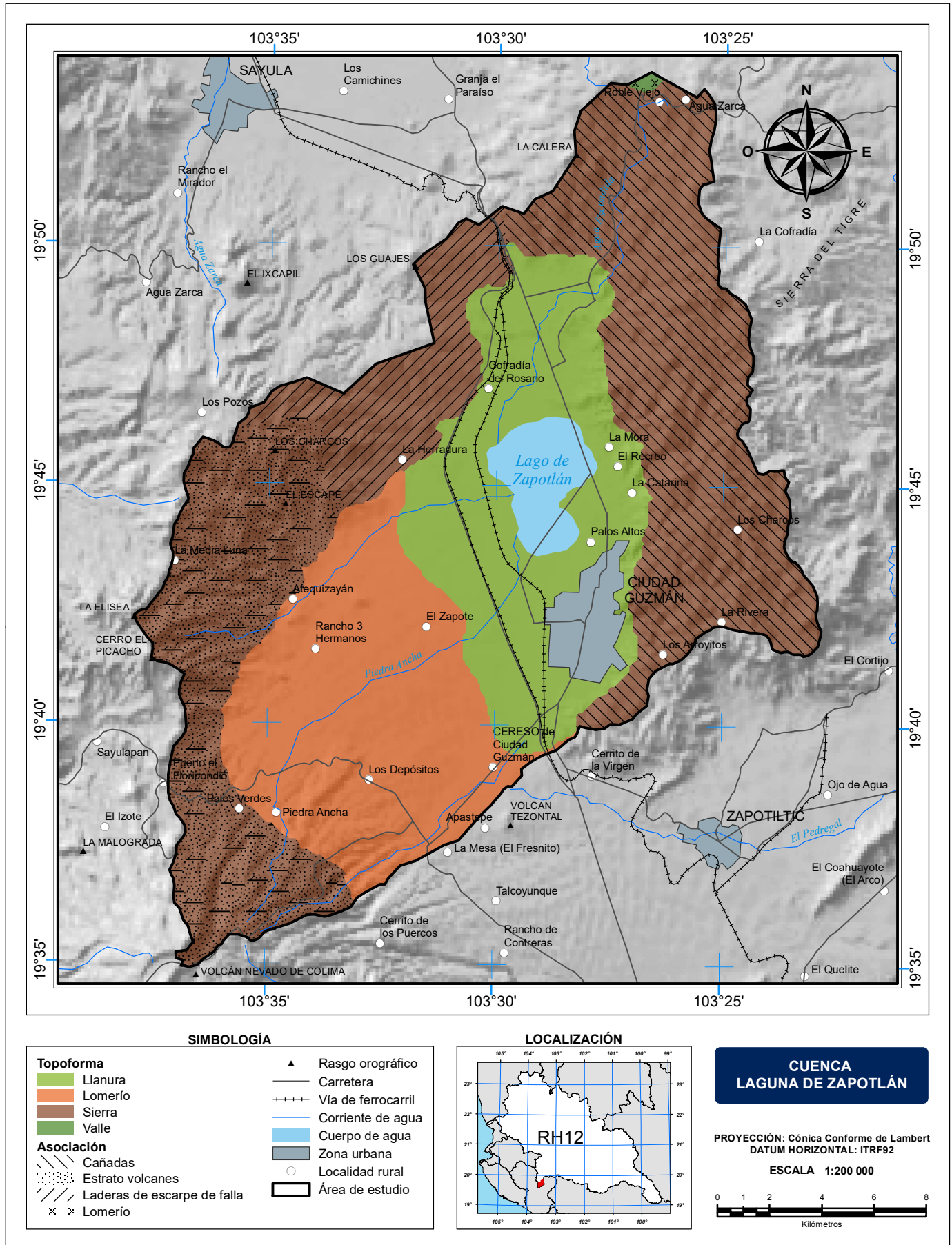
Las llanuras se caracterizan por ser áreas sin elevaciones o depresiones prominentes; en la cuenca se encuentran amplias zonas llanas en la parte central, donde se encuentra el lago de Zapotlán. Es una llanura de tipo aluvial, es decir, se ha formado a partir de materiales arrastrados y depositados por corrientes de agua. Es aquí donde se desarrollan las actividades agrícolas de riego en la cuenca.

### **1.1.3 Lomerío**

En el sur de la cuenca se presentan lomeríos de tobas, formadas por fragmentos volcánicos consolidados o semi-consolidados; en esta zona se desarrollan las actividades agrícolas de temporal y pecuarias. Se conforman por rocas sedimentarias (areniscas).

### **1.1.4 Valle**

En una pequeña porción al norte de la cuenca se encuentra un valle de laderas tendidas en asociación con lomeríos, que continúa hacia las cuencas colindantes al norte.



Fuente: INEGI. Conjunto Nacional de Información Fisiográfica, 1:1 000 000. Edición 1984. Versión digital 2002.

## 2. Edafología

### 2.1 Tipos de suelo

En la cuenca Laguna de Zapotlán se encuentran siete grupos de suelos, con predominancia de regosoles y cambisoles, que en conjunto abarcan casi tres cuartas partes del área total de la misma (Cuadro 2.1).

**Distribución porcentual de grupos de suelo**

Cuadro 2.1

Grupo de suelo	Clave	Porcentaje
Regosol	RG	41.97
Cambisol	CM	29.94
Phaeozem	PH	12.50
Arenosol	AR	7.10
Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O	2.99
Localidad	ZU	2.76
Leptosol	LP	2.18
Andosol	AN	0.79
Gleysol	GL	0.47

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 serie II, 2008.

Los regosoles son suelos poco desarrollados, con capas poco diferenciadas entre sí, y se presentan en diversos tipos de climas, vegetación y relieve. Dentro de la cuenca se localizan en toda la porción central, sobre las llanuras y lomeríos centrales, en un área de casi la mitad del área de estudio.

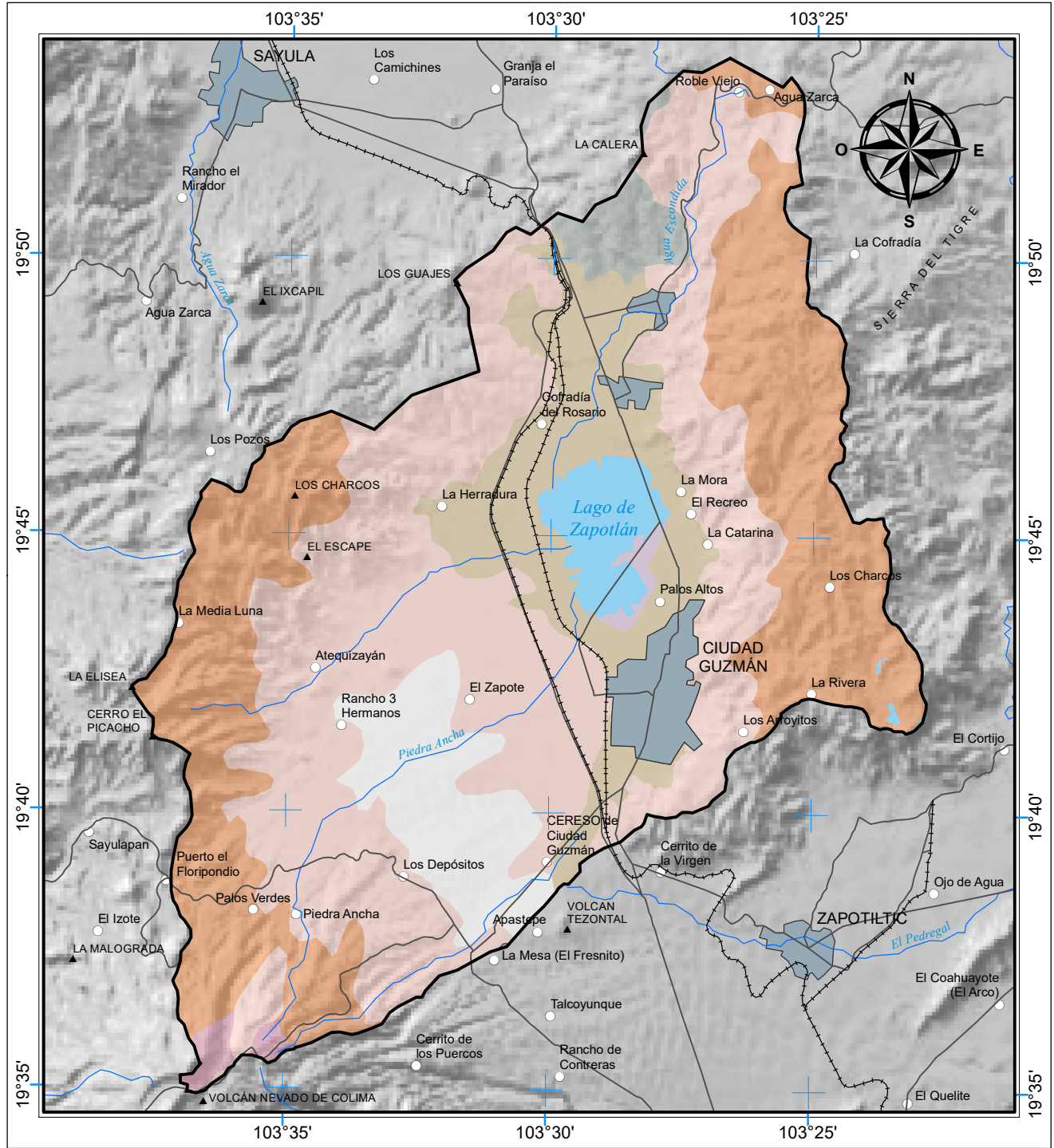
Los cambisoles se caracterizan por ser suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color en sus capas; se presentan en casi cualquier tipo de clima y vegetación, a excepción de zonas áridas; representando cerca de la tercera parte del área de la cuenca y se encuentran principalmente en zonas serranas al sureste y noroeste, cerca del parteaguas.

En la franja central, en los alrededores del lago de Zapotlán se encuentran los suelos phaeozem, en tercer lugar de distribución dentro de la cuenca. Estos son suelos maduros, con una capa superficial oscura suave y rica en materia orgánica y nutrientes, fértil y adaptada a cualquier tipo de cultivo. Sobre ellos se desarrollan cultivos agrícolas de riego con cultivos anuales.

Enseguida se encuentran los arenosoles, que se caracterizan por ser suelos de textura arenosa, con alta permeabilidad y poca capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. Se localizan en la porción sureste de la cuenca, entre Ciudad Guzmán y Zapotitlán. Por otro lado, al norte se encuentran los leptosoles, suelos someros, de poco espesor y muy susceptibles a la erosión.

En un pequeño porcentaje, pero significativo en la zona sur de la cuenca se presentan los andosoles, suelos de color oscuro, típicos de paisajes volcánicos, pero de bajo potencial para la producción agrícola, ya que en este caso se encuentran sobre zonas montañosas cercanas al volcán Nevado de Colima.

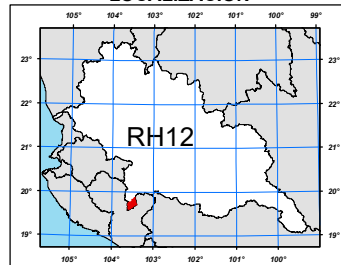
Finalmente, en una proporción muy pequeña se presenta el tipo de suelo gleysol al centro de la cuenca, a los alrededores y bajo el lecho del lago de Zapotlán, al norte de Ciudad Guzmán. Este tipo de suelo presenta hidromorfismo por la permanencia somera de aguas freáticas, es de textura media y fina, así como ligeramente salino.



**SIMBOLOGÍA**

	Andosol		Carretera
	Arenosol		Via de ferrocarril
	Cambisol		Corriente de agua
	Gleysol		Zona urbana
	Leptosol		Localidad rural
	Phaeozem		Área de estudio
	Regosol		
	Rasgo orográfico		

**LOCALIZACIÓN**



**CUENCA LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:200 000



Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 serie II, 2008.

### 3. Condiciones climáticas

#### 3.1 Clima

En el área de estudio se encuentran dos grandes grupos de climas. El preponderante es el templado de tipo subhúmedo, que abarca poco más del 85% de la superficie, mientras en menor proporción se encuentra el seco, con 14% (Cuadro 3.1 y mapa). Todos los tipos de clima presentes en la cuenca se caracterizan por presentar un régimen de lluvias de verano y poca presencia de lluvias invernales (en un porcentaje menor a 5).

El primer grupo considera tres subgrupos: templado C, semicálido (A)C, y semifrío C(E); se presentan en un amplio rango altitudinal, desde la llanura central, con 1 560 hasta las faldas del volcán Nevado de Colima, con 3 880 m s.n.m. Todos estos climas presentan un tipo subhúmedo y contemplan los tres niveles de humedad. La temperatura media anual se encuentra en mayor medida entre 12 y 18 °C, y la del mes más frío es menor a 22 °C. Solamente en la parte más baja de la cuenca, en las inmediaciones del lago se presenta el clima (A)C(w<sub>0</sub>)(w), el cual es más cálido, con temperaturas medias mayores a 22 °C y más de 18 °C en los meses más fríos.

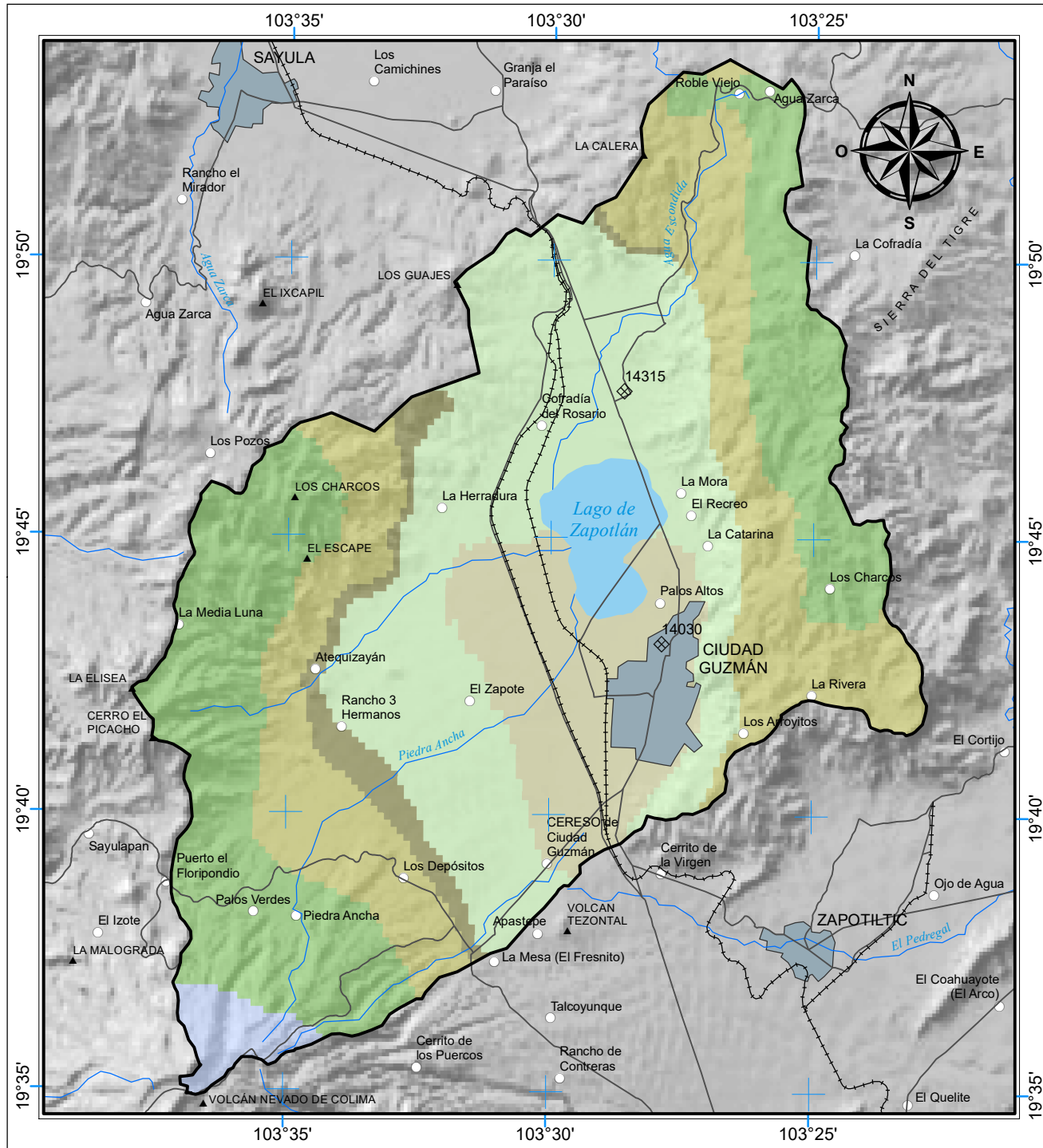
El clima seco es semicálido con invierno fresco se localiza en la zona más baja, abarca la zona urbana de Ciudad Guzmán y el Lago de Zapotlán, el mayor cuerpo de agua al interior de la cuenca, se encuentra en altitudes desde 1 480 hasta 1 560 m s.n.m. Su temperatura media anual es mayor a 18° C, con menos de 18 °C en el mes más frío y más de 22 °C en el más cálido.

#### Distribución porcentual del clima

Cuadro 3.1

Descripción	Fórmula climática	Porcentaje	
		Total	Parcial
<b>Grupo C (Templado)</b>		<b>85.92</b>	
C Templado			
Subhúmedo, más húmedo, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	C(w <sub>2</sub> )(w)		26.63
Subhúmedo, humedad media, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	C(w <sub>1</sub> )(w)		22.59
Subhúmedo, menos húmedo, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	C(w <sub>0</sub> )(w)		3.37
(A)C Semicálido			
Subhúmedo, menos húmedo, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	(A)C(w <sub>0</sub> )(w)		31.39
C(E) Semifrío			
Subhúmedo, más húmedo, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	C(E)(w <sub>2</sub> )(w)		1.94
<b>Grupo B (Seco)</b>		<b>14.08</b>	
S <sub>1</sub> Semicálido			
Semiseco, porcentaje de lluvia invernal menor a 5	BS <sub>1</sub> hw(w)		14.08

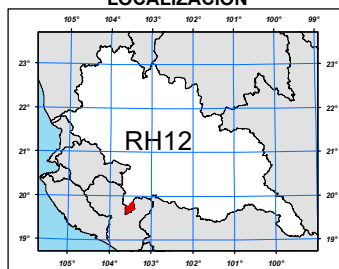
Fuente: INEGI. Mapa Raster de Climas, Escala de Referencia 1:1 000 000. Resolución espacial 250 metros, 2011.



**SIMBOLOGÍA**

	Estación climatológica		Carretera
	(A)C(w <sub>0</sub> )(w)		Vía de ferrocarril
	BS,hw(w)		Corriente de agua
	C(E)(w <sub>2</sub> )(w)		Cuerpo de agua
	C(w <sub>0</sub> )(w)		Zona urbana
	C(w <sub>1</sub> )(w)		Localidad rural
	C(w <sub>2</sub> )(w)		Área de estudio
	Rasgo orográfico		

**LOCALIZACIÓN**



**CUENCA LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:200 000



Fuente: INEGI. Mapa Raster de Climas, Escala de Referencia 1:1 000 000. Resolución espacial 250 metros, 2011.

### 3.2 Estaciones climatológicas

Dentro del área de la cuenca existen dos estaciones climatológicas, una de ellas operando y la segunda en condición de suspendida. La información recopilada para cada estación se muestra en el cuadro 3.2 y su ubicación dentro de la cuenca en el mapa correspondiente.

La única estación que continúa operando es la Ciudad Guzmán, ubicada en Zapotlán el Grande; activa desde noviembre de 1927. Los datos registrados por ambas estaciones climatológicas se reportan en un periodo de 59 años (1951-2010). La información se puede consultar en la página del Servicio Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx>).

**Estaciones climatológicas**

Cuadro 3.2

Clave	Nombre de la estación	Temperatura en °C			Precipitación media anual en mm
		Máxima	Media	Mínima	
14030	Ciudad Guzmán (OBS)	28.7	19.8	11.0	717.8
14315	Gómez Farías	25.6	16.9	8.1	1 006.4

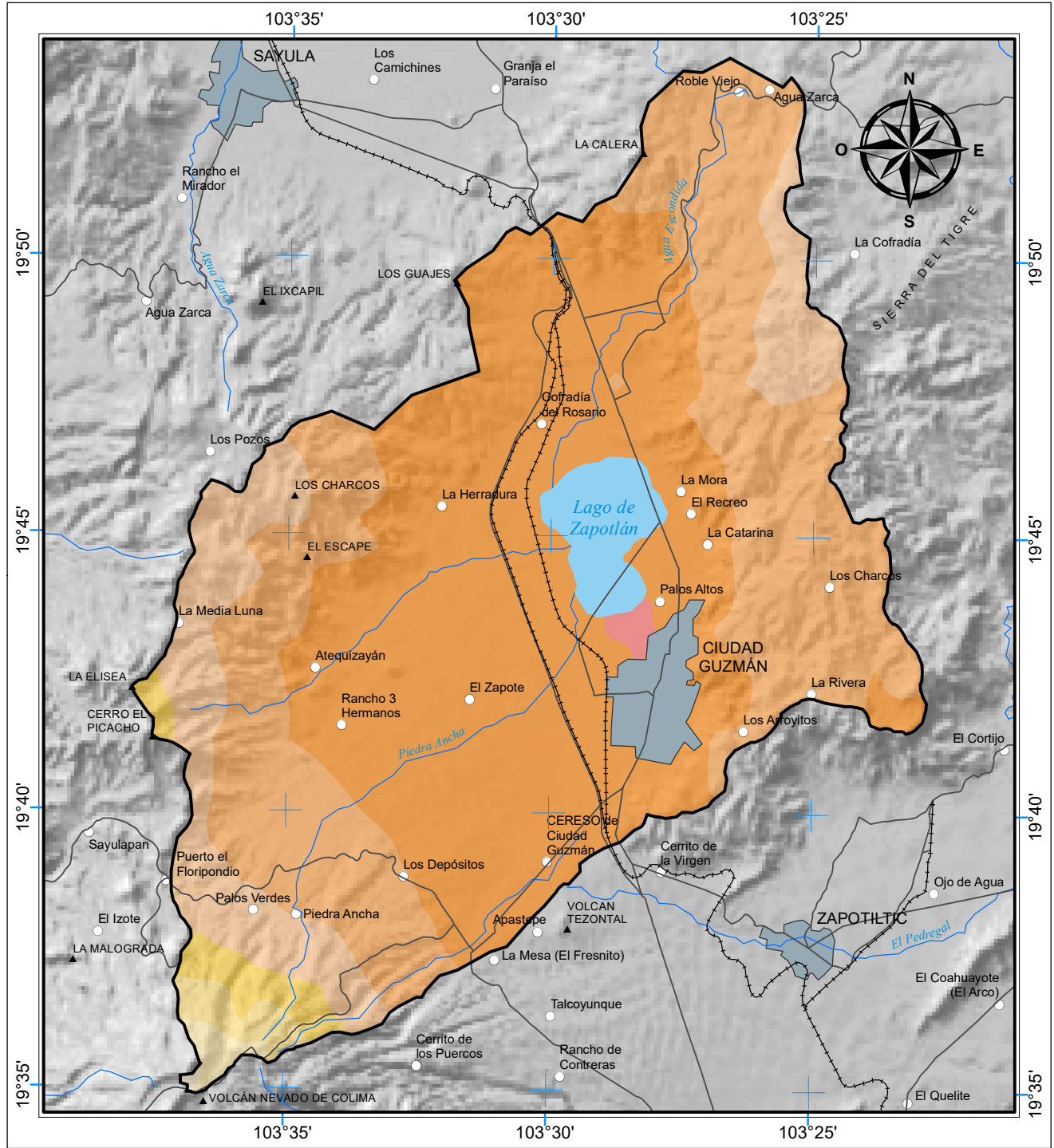
Fuente: CONAGUA. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Red de Estaciones Climatológicas. 2012.

### 3.3 Temperatura media anual

La temperatura varía conforme a la altitud. En el Nevado de Colima, que es la porción más alta de la cuenca, se registra la temperatura más baja con valores entre 8 y 10 °C. En las zonas media y baja de la cuenca se distribuyen los rangos de temperatura más variables, entre 14 y 20 °C. La más alta se registra en la parte baja de la cuenca, entre la zona urbana de Ciudad Guzmán y el Lago de Zapotlán, siendo esta entre 20 y 30 °C. La distribución espacial de esta característica en el área de estudio se muestra en el mapa 3.2.

### 3.4 Precipitación

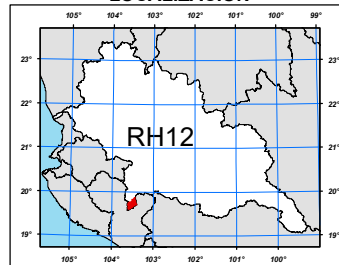
Los registros más altos, entre 1 200 y 5 000 mm, se concentran en el sur de la cuenca, en las faldas del Nevado de Colima. En la zona media los valores promedio son entre 800 y 1 200 mm, mientras que en la baja se reportan los datos más bajos, entre 600 y 800 mm (Mapa 3.3).



**SIMBOLOGÍA**

	6 - 8 °C		Rasgo orográfico
	8 - 10 °C		Carretera
	10 - 12 °C		Vía de ferrocarril
	12 - 14 °C		Corriente de agua
	14 - 16 °C		Cuerpo de agua
	16 - 18 °C		Zona urbana
	18 - 20 °C		Localidad rural
	20 - 22 °C		Área de estudio

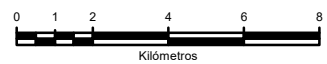
**LOCALIZACIÓN**



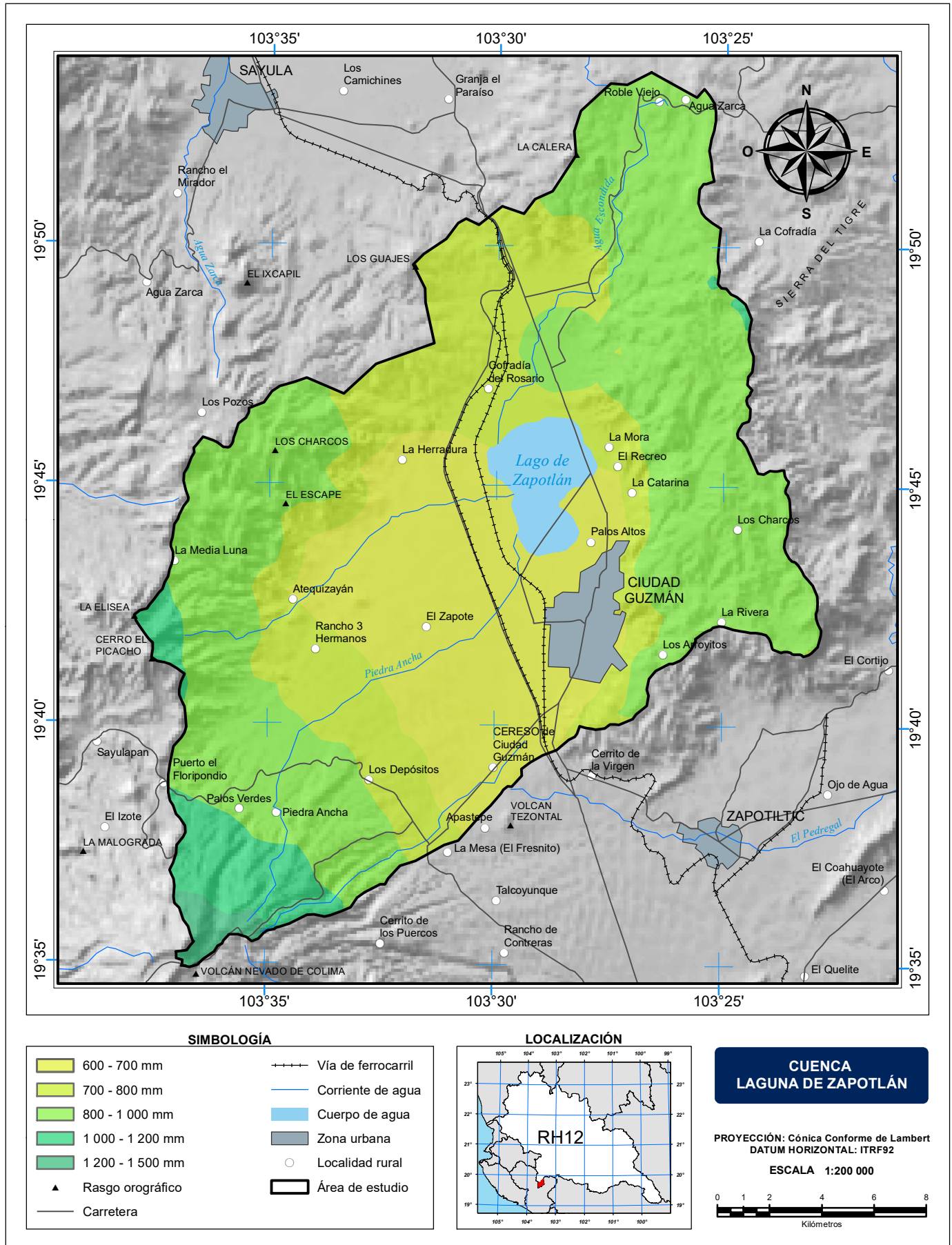
**CUENCA LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:200 000







Fuente: UNIATMOS. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Gerencia de Meteorología, SMN. CONAGUA Precipitación Anual, 1902 – 2011.

## 4. Vegetación y uso del suelo

---

Al interior de la cuenca Laguna de Zapotlán se encuentran diversos tipos de coberturas; predomina la vegetación en un 55%, usos agrícolas con 39% y el resto del área corresponde a otros usos. Las zonas urbanas y asentamientos humanos han ampliado considerablemente sus extensiones en las últimas décadas y esto ha llevado a importantes cambios en el uso del suelo (Cuadro y mapa 4.1).

### 4.1 Tipos de vegetación

La vegetación dominante es el bosque de pino-encino, comunidad vegetal característica de las zonas montañosas del país. Se conforma por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.), con dominancia de las primeras, y la transición del bosque de pino al de encino está determinada por el gradiente altitudinal. Esta se distribuye en las zonas altas de la cuenca, principalmente sobre las sierras al norte, noreste y sur (Fotografía 4.1). En menor proporción se encuentran los bosques de pino, localizados también en la zona funcional alta, especialmente al norte de la cuenca, sobre la Sierra del Tigre. Estas comunidades vegetales son amenazadas por el incremento en la implementación de cultivos como el aguacate en la Sierra del Tigre, y traen como consecuencia la pérdida de cubierta vegetal natural y de suelo por efecto de la erosión.

Enseguida se encuentra la selva baja caducifolia en las zonas funcionales alta y media, en el norte y un poco al sureste de la cuenca. Este tipo de vegetación se encuentra principalmente sobre las laderas de los cerros con suelos de buen drenaje.

Otro grupo de importancia en términos de superficie es el pastizal inducido, con casi cinco por ciento del área total de la cuenca. Esta comunidad, dominada por las gramíneas, aparece como consecuencia del desmonte de los bosques, y en la zona se distribuye al norte, en las áreas de transición entre los bosques y selvas bajas y las áreas agrícolas de la parte media y baja.



Fotografía 4.1: Bosque de pino-encino en la zona funcional alta de la cuenca, y en segundo plano pastizal inducido y presa El Calaque, Zapotiltic, Jalisco, junio de 2015.

Otros bosques de coníferas se localizan en la cuenca en proporciones menores, siendo estos los bosques de encino-pino, bosques de oyamel, y bosques de encino, ubicados en las partes altas, al igual que las praderas de alta montaña presentes en las faldas del volcán Nevado de Colima, en el parteaguas sur.

### Distribución porcentual de vegetación y uso de suelo

Cuadro 4.1

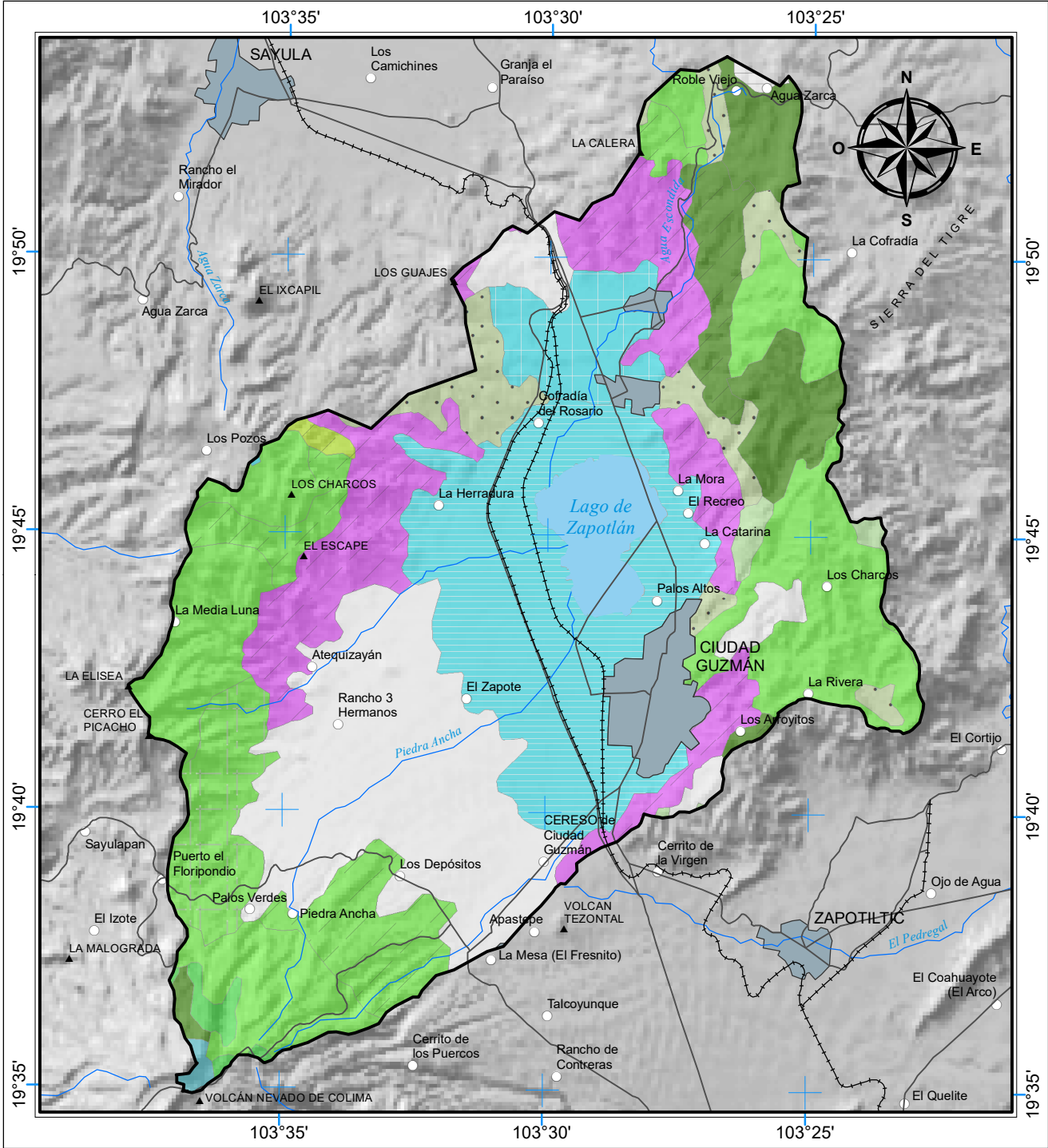
Tipo de vegetación	Clave	Porcentaje	
		Total	Parcial
Bosque de pino-encino		<b>28.64</b>	
Sin alteración aparente	BPQ		18.42
Vegetación secundaria arbustiva	VSa/BPQ		6.14
Vegetación secundaria arbórea	VSA/BPQ		4.08
Selva baja caducifolia		<b>12.75</b>	
Vegetación secundaria arbustiva	VSa/SBC		12.75
Bosque de pino		<b>7.29</b>	
Sin alteración aparente	BP		4.69
Vegetación secundaria arbustiva	VSa/BP		2.60
Pastizal inducido	PI	<b>4.51</b>	4.51
Bosque de encino-pino		<b>0.66</b>	
Sin alteración aparente	BQP		0.66
Bosque de oyamel		<b>0.64</b>	
Sin alteración aparente	BA		0.64
Bosque de encino		<b>0.30</b>	
Vegetación secundaria arbustiva	VSa/BQ		0.30
Pradera de alta montaña	VW	<b>0.26</b>	0.26
<b>Uso del suelo</b>			
Agricultura de riego		<b>20.48</b>	
Cultivo de riego anual y semipermanente	RAS		16.78
Cultivo de riego anual	RA		3.70
Agricultura de temporal		<b>18.48</b>	
Con cultivo anual	TA		18.34
Con cultivo anual y permanente	TAP		0.14
Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O	<b>2.94</b>	2.94
Zona urbana	ZU	<b>3.05</b>	3.05

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación serie V, 1:250 000, 2013.

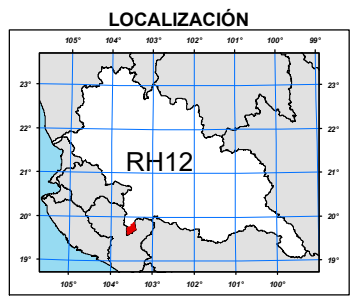
## 4.2 Uso del suelo

El principal uso que recibe el terreno en la zona funcional baja de la cuenca es para la agricultura de riego, con cultivos anuales y semipermanentes, y de la misma forma la agricultura de temporal, también con cultivos anuales y permanentes. El cultivo principal es el maíz para ambos tipos de agricultura, que en conjunto ocupan casi el cuarenta por ciento la superficie.

Por último, en la zona central baja de la cuenca se encuentra el principal cuerpo de agua permanente, el lago de Zapotlán, así como las zonas urbanas y asentamientos humanos en las localidades que le circundan.



SIMBOLOGÍA		
<b>Vegetación</b>	<b>Fase sucesional</b>	<b>Rasgo orográfico</b>
BA	VSA	▲ Cerro
BP	VSA	— Carretera
BPQ		—+—+— Vía de ferrocarril
BQ	<b>Uso del suelo</b>	■ Cuerpo de agua
BQP	RA	— Corriente de agua
PI	RAS	■ Zona urbana
SBC	TA	○ Localidad rural
VW	TAP	▭ Área de estudio



**CUENCA  
LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

**ESCALA 1:200 000**

0 1 2 4 6 8  
Kilómetros

Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie V, 1:250 000, 2013.

## 5. Hidrología

---

### 5.1 Superficial

La cuenca Laguna de Zapotlán está localizada en la RH12 Lerma – Santiago y presenta 5 subcuencas, las cuales se integran en el grupo de corrientes que conforman las cuencas cerradas (endorreicas) de las Lagunas de Sayula, San Marcos y Atotonilco y Zapotlán. Presenta patrones de drenaje subdendrítico, dendrítico y subparalelo.

Los principales recursos hídricos de la cuenca Laguna de Zapotlán son el lago, las aguas freáticas y los escurrimientos que se forman durante la temporada de lluvias entre las sierras circundantes, los cuales generan innumerables arroyos de temporal, principalmente en los municipios Zapotlán el Grande y Gómez Farías. Los arroyos que alimentan el lago de Zapotlán llegan a este formando un modelo de drenaje de tipo radial, de carácter intermitente y de tipo torrencial, conduciendo el agua solo durante el periodo de lluvias.

Los principales alimentadores del lago son los arroyos La Chala, Las Minas, La Catarina, Chuluapan y los Guayabos, los cuales provienen de la Sierra el Tigre y llegan al lago con dirección suroeste, y estos conservan cierto paralelismo entre ellos durante su trayecto; los arroyos Las Cuevitas y Agua Nueva, provenientes de la vertiente meridional de la Sierra de Usmajac, al noroeste de la cuenca, también presentan un paralelismo entre ellos y su dirección aproximada es oeste-este; los arroyos la Llave, Delgado y Las Carboneras, los cuales provienen de la Sierra de la Media Luna al occidente, presentan una estructura subdendrítica en la zona de la sierra, mientras hacia la zona baja el drenaje es paralelo, su dirección es hacia el noreste hasta llegar al lago; y finalmente los arroyos la Tijera, el Agua, Piedra Ancha, Salto de Cristo y El Chapulín, nacen en la falda septentrional del Nevado de Colima, al igual que los anteriores, muestran cierto paralelismo en sus drenajes, con dirección hacia el noreste. Además de los arroyos antes mencionados existen otros de menor importancia, mismos que drenan a los anteriores. La mayor cantidad de los escurrimientos hacia el lago son originados en las sierras ubicadas al este y al sur de la cuenca, mientras que el menor número proviene de la Sierra de Usmajac (Ramsar, 2005).

El lago de Zapotlán presenta actualmente una superficie aproximada de 1 376 ha de agua con una profundidad promedio de 4.5 m y una capacidad de 27 millones de m<sup>3</sup>. El lago, al ser endorreico, depende de las aportaciones de aguas arriba, que están ligadas a las infiltraciones temporales de lluvia. Cuando disminuye alguno de los dos, el lago resulta afectado.

### 5.2 Subterránea

El área de estudio contiene parcialmente 5 acuíferos: Lagunas, Unión de Guadalupe, Aguacate, Autlán y Ciudad Guzmán; este último ocupa la mayor superficie dentro de la zona.

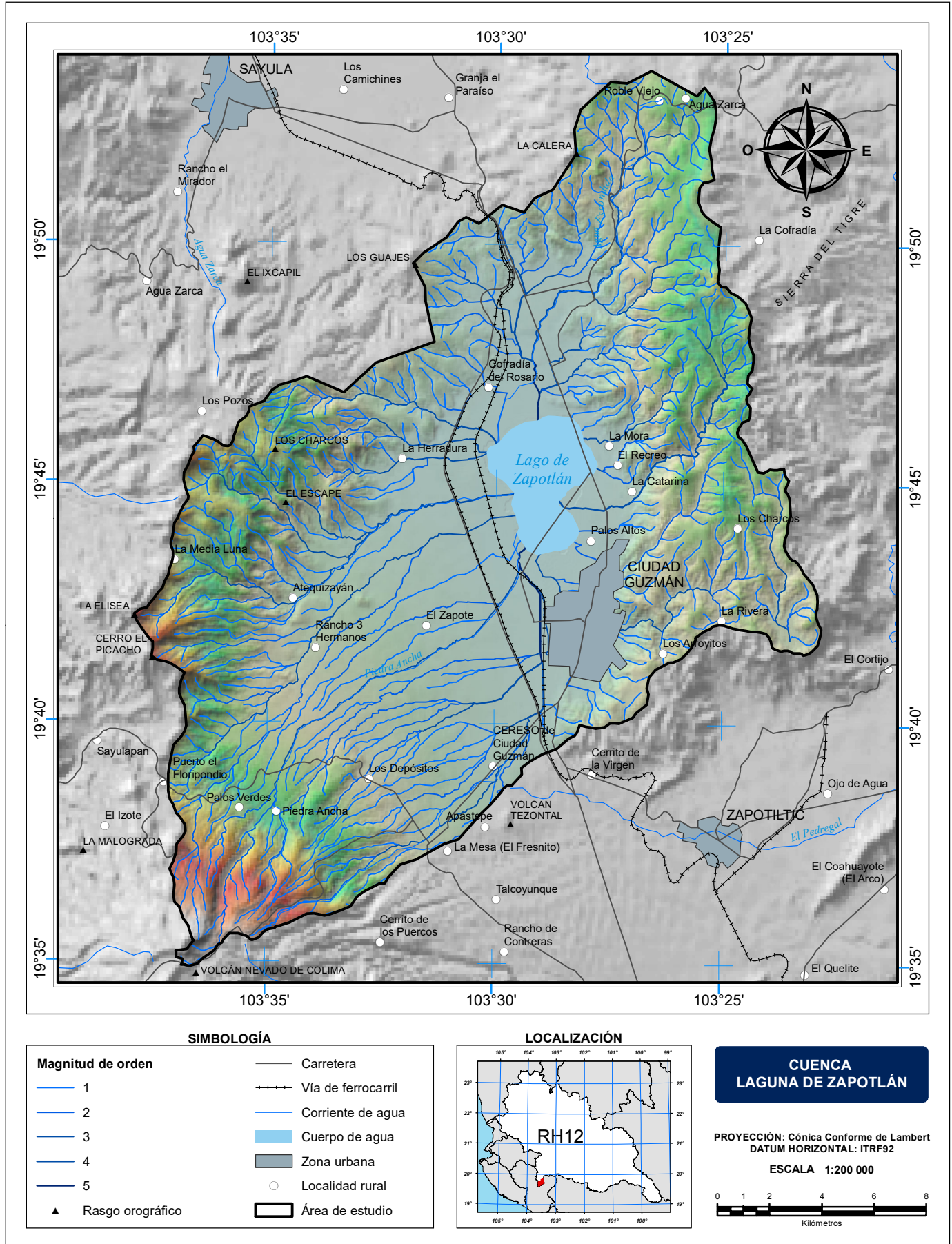
El acuífero Ciudad Guzmán presenta una recarga total igual a 266.0 Hm<sup>3</sup>/año (millones de metros cúbicos anuales). La disponibilidad de aguas subterráneas, es decir, los volúmenes medios anuales de agua disponibles que pueden ser explotados, usados o aprovechados es de 135.18 Hm<sup>3</sup>/año. Estos se consideran adicionales a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro los ecosistemas (CONAGUA, 2015).

Respecto a la unidad hidrogeológica, se puede resumir que la zona está constituida en parte por materiales aluviales y areniscas asociadas con conglomerados, provenientes de la erosión e intemperismo de las rocas volcánicas preexistentes. Por lo tanto, se considera que el acuífero es de tipo libre alojado en un medio granular, constituido por brechas volcánicas y materiales aluviales; además se ha considerado que el acuífero alojado en las rocas volcánicas fracturadas es de tipo semiconfinado (CONAGUA, 2015).

Existen en la zona alrededor de 50 pozos, 12 norias y 6 manantiales. La mayoría de pozos cercanos a Ciudad Guzmán presentan abatimiento importante por la cercanía entre ellos, lo que puede presentar un riesgo de hundimiento del suelo en el mediano plazo. Existe una veda de explotación de agua del subsuelo desde 1968; se tiene identificada una modificación en el balance hídrico de la zona, ya que anteriormente existían 4 arroyos que bajaban

al lago desde la montaña oriente, los cuales conducían abundantes corrientes de agua cristalina aún en épocas de estiaje, pero actualmente estas corrientes solamente conducen agua durante las lluvias. La cantidad de agua en arroyos y manantiales se ha reducido en 8 veces. En la época de la colonia el lago era muy extenso, alcanzaba alrededor de 5 000 hectáreas (Ramsar, 2005).

La modificación de la cobertura vegetal es la causa principal a la que se atribuye una menor cantidad de agua disponible y presencia de avenidas máximas extraordinarias, que arrastran anualmente 550 000 toneladas de sedimentos al lago (Ramsar, 2005).



Fuente: INEGI. Red Hidrográfica Digital de México. Escala 1:50 000. Edición 2.0, 2010.

## 6. Caracterización de los humedales identificados en la cuenca

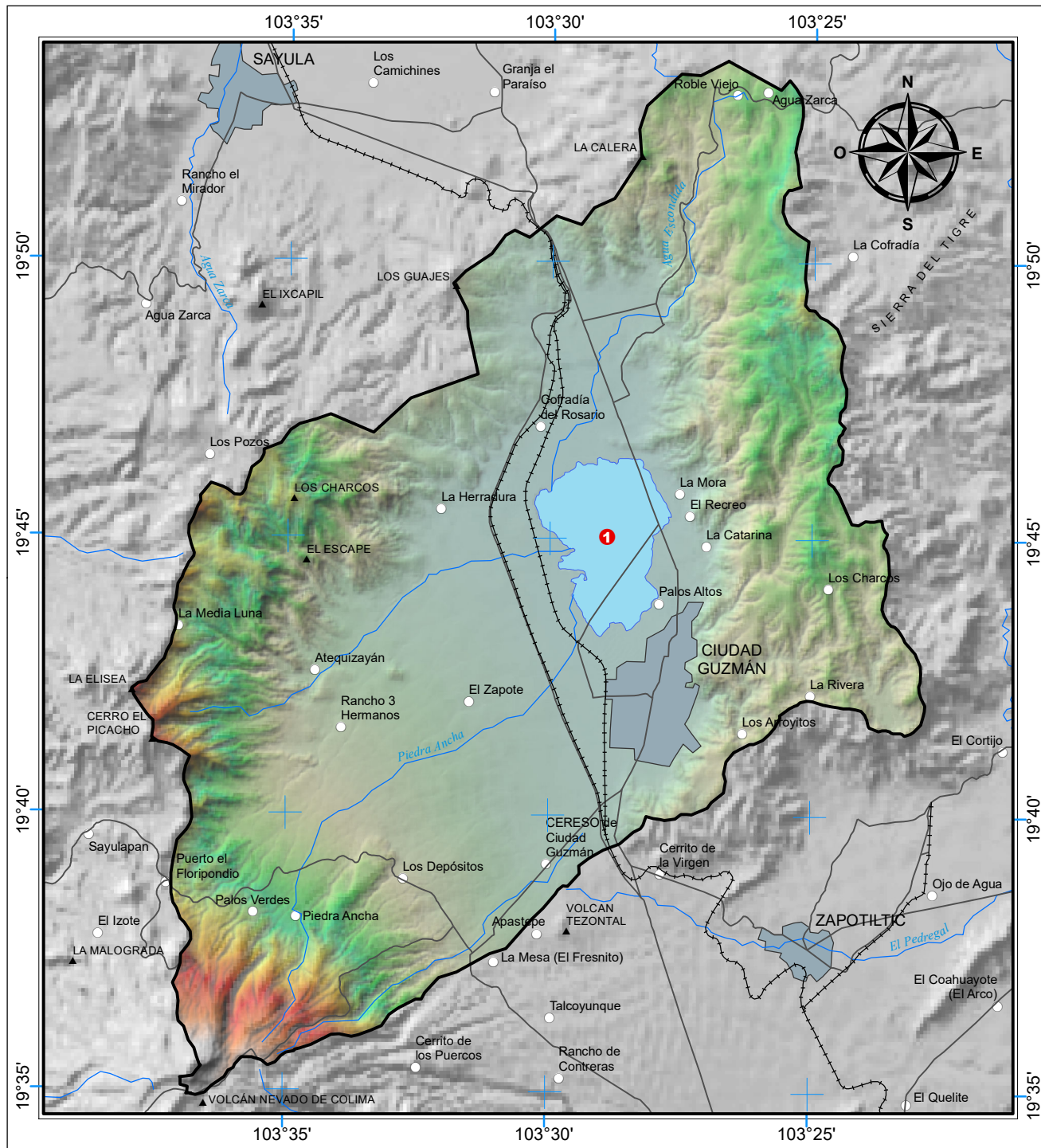
---

En la cuenca Laguna de Zapotlán se identificó un humedal, nombrado de manera homónima, que pertenece al sistema lacustre (Cuadro 7.1 y mapa).

Este humedal es un sitio de importancia internacional con designación de humedal Ramsar a partir del 5 de junio del 2005. Ubicado al centro de la cuenca endorreica y con características muy particulares, el lago alberga gran diversidad de aves acuáticas principalmente migratorias, las cuales se dan cita cada otoño-invierno para satisfacer sus necesidades de alimentación, descanso y refugio (Ramsar, 2005).

La clasificación del humedal se designó con base en los Lineamientos para la Clasificación de los Humedales, (CONAGUA, 2013), publicados en el Diario Oficial de la Federación, con el objeto de determinar el tipo de humedal en función de los niveles jerárquicos aplicables a la escala 1:50 000, es decir, sistema, subsistema, clase y subclase. Derivado de esto se determinó que el elemento en cuestión presenta un sistema Lacustre, al interior de una forma terrestre de tipo depresión, con régimen de agua permanentemente inundado, dando como resultado una subclase de nombre Lago. El área aproximada del humedal es de 16.73 km<sup>2</sup>.

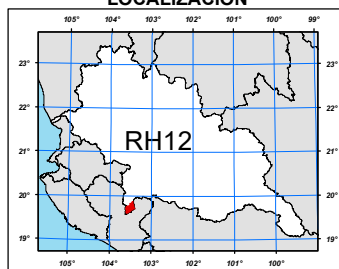




**SIMBOLOGÍA**

	Laguna de Zapotlán		Corriente de agua
	Lago		Zona urbana
	Rasgo orográfico		Localidad rural
	Carretera		Área de estudio
	Vía de ferrocarril		

**LOCALIZACIÓN**



**CUENCA LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:200 000



## 6.1 Laguna de Zapotlán

El humedal Laguna de Zapotlán es un lago perenne, ubicado al centro de la cuenca, en la parte más baja de la misma. Se clasifica dentro del sistema lacustre, con un régimen de agua permanentemente inundado, y de subclase lago. Se estima que tiene una profundidad promedio de 4.5 m y una evaporación media anual de 17.7 Mm<sup>3</sup>.

El sitio Ramsar cuenta con un polígono de protección de 1 496 ha y una altitud de 1 488 m s.n.m. Es importante destacar que es en la única parte del occidente del país donde se tiene un lago, un volcán de fuego y una montaña con nieve en determinadas épocas del año, lo que propicia condiciones de biodiversidad faunística y florística muy particulares, así como atractivo paisajístico.

El lago ha sido considerado con esta categoría debido a que cumple varios de los criterios de los humedales Ramsar, entre ellos el contar con una amplia lista de especies en alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; el mantener una población importante de aves durante el invierno y ofrecerle refugio, abrigo, alimentación y protección a gran cantidad de ellas (Cuadro 6.2). Se ha documentado que en promedio se mantiene una población aproximada de 25 000 aves que llegan a superar los 32 000 individuos en algunos años (Fotografía 6.1).

### Especies en riesgo

Cuadro 6.2

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas</i>	<i>platyrhynchos</i>	Pato mexicano	Endémica	Amenazada
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Botaurus</i>	<i>lentiginosus</i>	Garza norteña de tular	No endémica	Amenazada
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeronycteris</i>	<i>mexicana</i>	Murciélago trompudo	No endémica	Amenazada
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>mexicanus</i>	Halcón mexicano	No endémica	Amenazada
Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis</i>	<i>triangulum</i>	Falso coralillo	No endémica	Amenazada
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis</i>	<i>flagellum</i>	Culebra chirriadora	No endémica	Amenazada
Squamata	Colubridae	<i>Pituophis</i>	<i>deppei</i>	Culebra sorda mexicana	Endémica	Amenazada
Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus</i>	<i>maniculatus</i>	Ratón norte-americano	Endémica	En peligro de extinción
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>albonotatus</i>	Aguililla aura	No endémica	Sujeta a protección especial
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus</i>	<i>basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Endémica	Sujeta a protección especial
Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>integrum</i>	Tortuga común	Endémica	Sujeta a protección especial
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria</i>	<i>americana</i>	Cigüeña americana	No endémica	Sujeta a protección especial

(Continúa)

<1/2>

## Especies en riesgo

Cuadro 6.2

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Distribución	Categoría
Falconiformes	Accipitridae	<i>Parabuteo</i>	<i>unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	No endémica	Sujeta a protección especial
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus</i>	<i>limicola</i>	Rascón de agua	No endémica	Amenazada
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>grammicus</i>	Lagartija de collar	No endémica	Sujeta a protección especial
Soricomorpha	Soricidae	<i>Sorex</i>	<i>saussurei</i>	Musaraña	Endémica	Amenazada
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus</i>	<i>dominicus</i>	Zambullidor menor	No endémica	Sujeta a protección especial
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys</i>	<i>scripta</i>	Tortuga gravada	No endémica	Sujeta a protección especial
Anura	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>megapoda</i>	Rana de patas grandes	Endémica	Sujeta a protección especial
Carnívora	Procyonidae	<i>Nasua</i>	<i>narica</i>	Coatí, tejón de Cozumel	Endémica	Amenazada
Celastrales	Celastraceae	<i>Zinowiewia</i>	<i>concinna</i>	-	No endémica	En peligro de extinción
Gentianales	Gentiana-ceae	<i>Gentiana</i>	<i>spathacea</i>	-	No endémica	Sujeta a protección especial
Ericales	Ericaceae	<i>Comarostaphylis</i>	<i>discolor</i>	-	No endémica	Sujeta a protección especial

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

&lt;2/2&gt;

Las siguientes especies que se presentan en el humedal se encuentran amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*); la garza norteña de tular (*Botaurus lentiginosus*); el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*); el halcón mexicano (*Falco mexicanus*); el falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*); la culebra chirriadora común (*Masticophis flagellum*); y la culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*). El ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*) se considera en peligro de extinción (Ramsar, 2005).

Por otra parte, las especies bajo protección especial en la misma norma incluyen: el aguililla aura (*Buteo albonotatus*); la víbora de cascabel (*Crotalus basiliscus*); la tortuga común (*Kinosternon integrum*); la cigüeña americana (*Mycteria americana*); el aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*); el rascón de agua (*Rallus limicola*); la lagartija de collar (*Sceloporus grammicus*); la musaraña (*Sorex saussurei cristobalensis*); el zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*); y la tortuga gravada (*Trachemys scripta*). De acuerdo con estudios realizados en la zona se tiene registro de la rana de patas grandes (*Rana megapoda*), especie endémica de importancia ecológica y económica considerada vulnerable en la Lista Roja de la UICN y bajo protección especial en la norma mexicana (Ramsar, 2005).

Finalmente, dentro de las especies de flora, *Zinowiewia concinna* se considera en peligro, mientras que *Gentiana spathacea* y *Comarostaphylis discolor* se encuentran bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ramsar, 2005). En resumen, un total de 23 especies presentes en este sitio se encuentran en la legislación mexicana, de las cuales 2 se suponen en peligro de extinción, 11 están sujetas a protección especial y 10 se consideran amenazadas.

En este humedal se han reportado especies que se incluyen en alguno de los índices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES) (Secretaría de la CITES, 2013). En el Apéndice II de CITES se incluyen el halcón mexicano (*Falco mexicanus*), el aguililla aura (*Buteo albonotatus*),

el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y el aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*), mientras que en el Apéndice III se encuentran el pato golondrino (*Anas acuta*), la garza ganadera (*Bulbucus ibis*), el garzón blanco (*Casmerodius albus*), y el coatí (*Nasua narica*) (Ramsar, 2005).



Fotografía 6.1: Aves en el extremo norte del lago de Zapotlán, cerca de las instalaciones de canotaje, Ciudad Guzmán, Jalisco, junio de 2015.



Fotografía 6.2: Vegetación de tular (*Typha* sp.) en el lago de Zapotlán, Ciudad Guzmán, Jalisco, junio de 2015.

Debido a las características geomorfológicas y físicas de la zona, el lago actúa como un regulador de temperatura ambiental local, favoreciendo el clima local de la región.

Por la cantidad de agua que capta a niveles freáticos principalmente, tiene la posibilidad de mantener importantes industrias y actividades productivas de la región, así como sostener el ecosistema local.

La dinámica hidrológica natural del lago se ha visto afectada por el crecimiento de los centros de población que se han establecido a sus alrededores, así como por las obras de infraestructura que lo atraviesan. La carretera libre a Guadalajara y el libramiento carretero de Ciudad Guzmán han cambiado el comportamiento natural del cuerpo de agua, y lo han dividido en tres porciones. La más pequeña, resultado de esta división, es la del sector nororiental, mientras que la siguiente en tamaño, en el extremo sur del lago, ha sufrido alteraciones que se manifiestan como desecación total o parcial en época de estiaje y mayores niveles de contaminación respecto a su estado natural.

El lago manifiesta una importante área cubierta por tular, representada por las especies *Typha sp.* y *Scirpus californicus*, así como lirio acuático (*Eichornia crassipes*) sobre el espejo del lago, aunque al interior del vaso se observa el espejo de agua libre de cubierta vegetal, que cubre aproximadamente 70% de su superficie (Fotografía 6.2).

En los alrededores del lago se presentan actividades agrícolas y pecuarias, agricultura de temporal, de riego y de humedad, y pastizales inducidos. Respecto a los suelos, en las zonas dentro del lago y su área circundante estos son arcillosos y ligeramente salinos, de tipo gleysol y phaeozem.

Durante la verificación de campo se observaron las características del humedal en dos épocas, estiaje y lluvias, en un total de seis puntos (tres en cada visita). Las particularidades de los perfiles edafológicos fueron muy consistentes con suelos ricos en materia orgánica, rasgos de hidromorfismo y alta saturación. La textura fue arcillosa en la mayoría de los perfiles realizados y algunos presentaron manchas negras y rojizas, propias de los procesos de óxido-reducción (Fotografía 6.3).



Fotografía 6.3: Perfil de suelo en el lago de Zapotlán que muestra rasgos de hidromorfismo, sitio de verificación al norte, época de lluvia, Zapotlán el Grande, Jalisco, octubre de 2015.

La tenencia de la tierra dentro del sitio Ramsar y en la zona circundante el lago de Zapotlán es de propiedad federal, y en menor medida ejidal y propiedad privada. En las zonas aledañas al lago se realizan aprovechamientos de agua superficial y subterránea para actividades productivas y usos domésticos.

Durante las visitas de verificación se observaron descargas de aguas residuales de origen doméstico; aunque no se encontró ninguna otra actividad contaminante, se tienen registrados diversos factores que afectan la salud del lago y las especies que ahí habitan, tales como la caza ilegal, la introducción de especies exóticas que amenazan a la fauna natural, y la constante presión que ejercen los desarrollos urbanos y semiurbanos a sus alrededores.

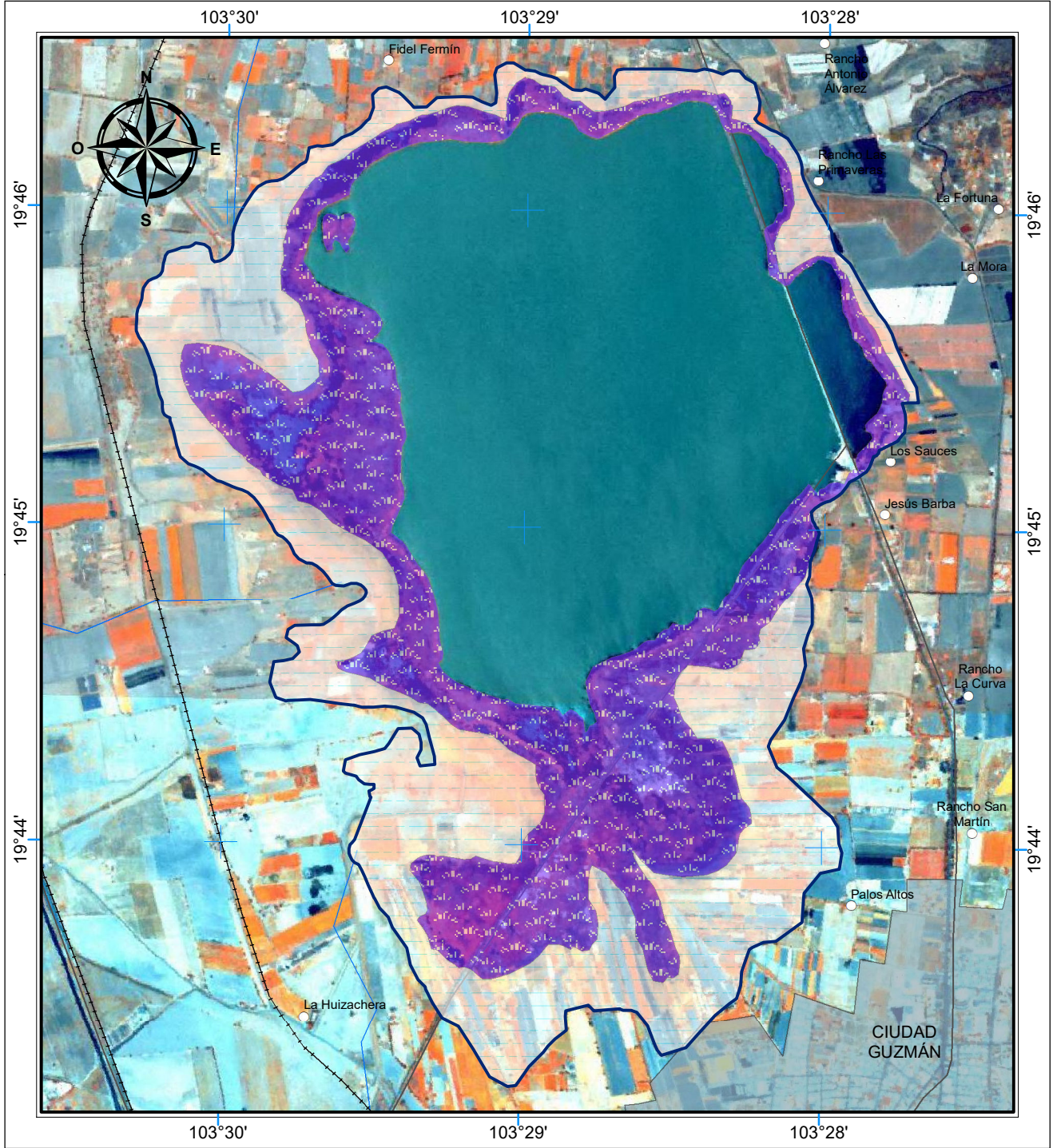
Derivado del decreto como humedal Ramsar, se elaboró el Programa de Conservación y Manejo (PCyM) de la Laguna de Zapotlán, instrumento por el cual se intenta hacer valer y ejercer los lineamientos de la convención, y se considera un eje rector de las actividades que se deben llevar a cabo para lograr un buen manejo y uso racional del humedal. Tomando este documento como base, existe la iniciativa por parte de la Universidad de Guadalajara de que el lago de Zapotlán sea reconocido como un área natural protegida a nivel estatal y federal, logrando con esto obtener apoyos económicos de la federación y del estado para su conservación.

Como una medida de mitigación de los impactos ambientales que recibe el lago, se reportó una importante actividad de limpieza y conservación por parte de la comunidad universitaria del Centro Universitario del Sur, perteneciente a la Universidad de Guadalajara. En su gaceta Universitaria en 2010 se describe el programa “Guardianes de la Laguna”, el cual incorpora a estudiantes y profesores, en coordinación con la cooperativa de pescadores, y los ayuntamientos de Gómez Farías y Zapotlán El Grande para llevar a cabo limpieza de los alrededores y actividades de concientización de la importancia de mantener el cuerpo de agua en óptimo estado.

### Caracterización del humedal Laguna de Zapotlán

Cuadro 6.3

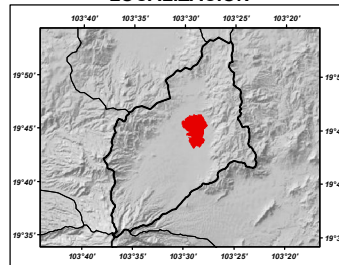
Variable	Características
Área (km <sup>2</sup> )	16.73
Perímetro (km)	21.18
Clima	Seco semiseco, semicálido con invierno fresco BS <sub>1</sub> hw(w), templado semicálido, subhúmedo (A)C(w <sub>0</sub> )(w)
Zona funcional	Baja
Estaciones climatológicas	14030 Ciudad Guzmán (OBS)
<b>Temperatura (°C)</b>	
Mínima	11
Media	19.8
Máxima	28.7
Precipitación media anual (mm)	717.8
Vegetación	Tular (VT), pastizal inducido (PI),
Uso del suelo	Agricultura de humedad (HA)
Topoformas	Llanura aluvial
<b>Hidrografía</b>	
Afluentes	Acuífero Ciudad Guzmán; arroyos Escondido, San Jerónimo, Piedra Ancha
Efluentes	N/A
Unidad Litológica	Suelo aluvial Q(al)
Nombre y clave del suelo	Gleysol (GL), Phaeozem (PH)
Sitio RAMSAR	Laguna de Zapotlán
Humedales Potenciales INEGI	Lago Zapotlán
Región Hidrológica Prioritaria	Chapala – Cajititlán – Sayula



**SIMBOLOGÍA**

<b>Vegetación</b>	----- Via de ferrocarril
VT	— Corriente de agua
<b>Uso del suelo</b>	■ Zona urbana
HA	○ Localidad rural
▲ Rasgo orográfico	▭ Límite del humedal
— Carretera	

**LOCALIZACIÓN**

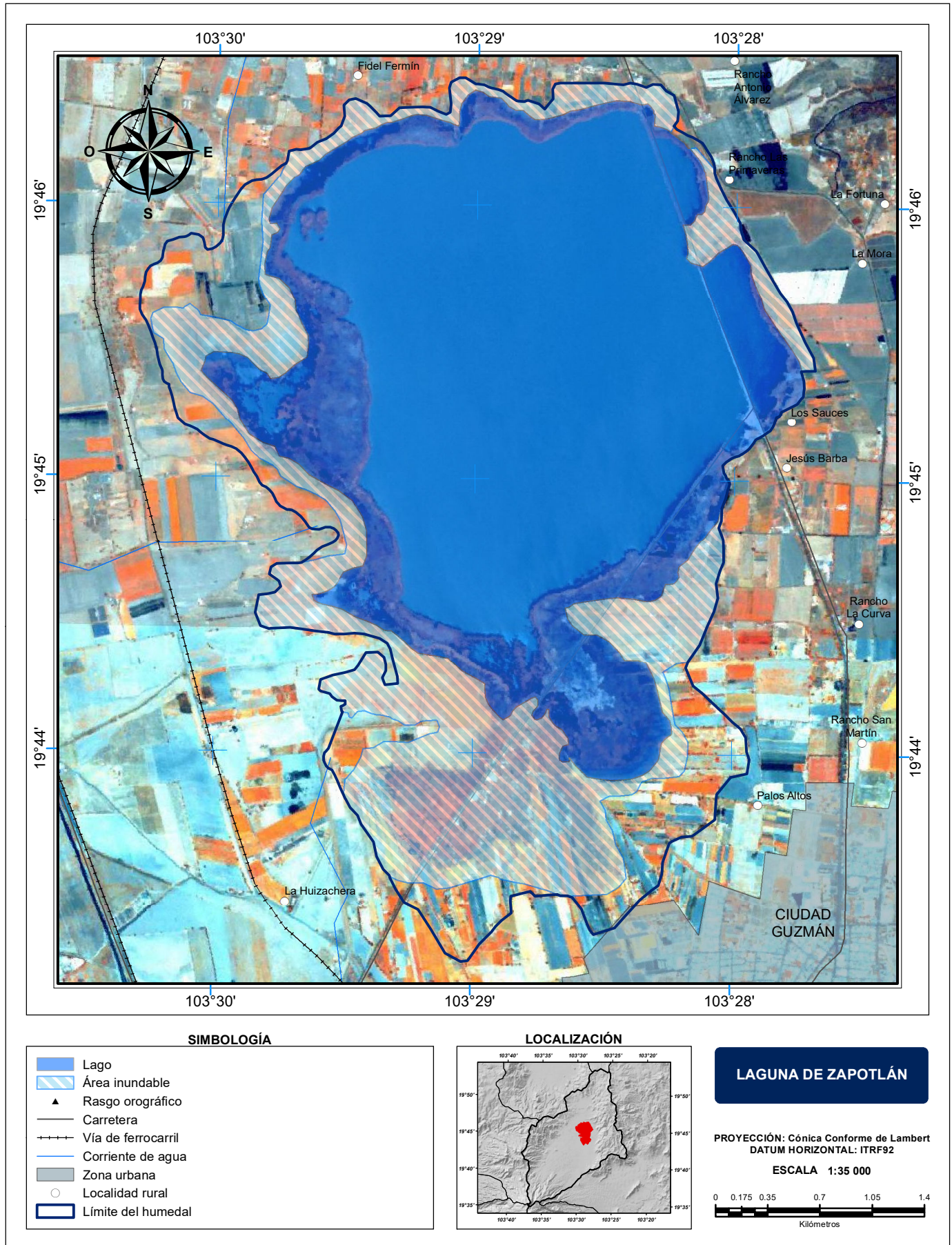


**LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

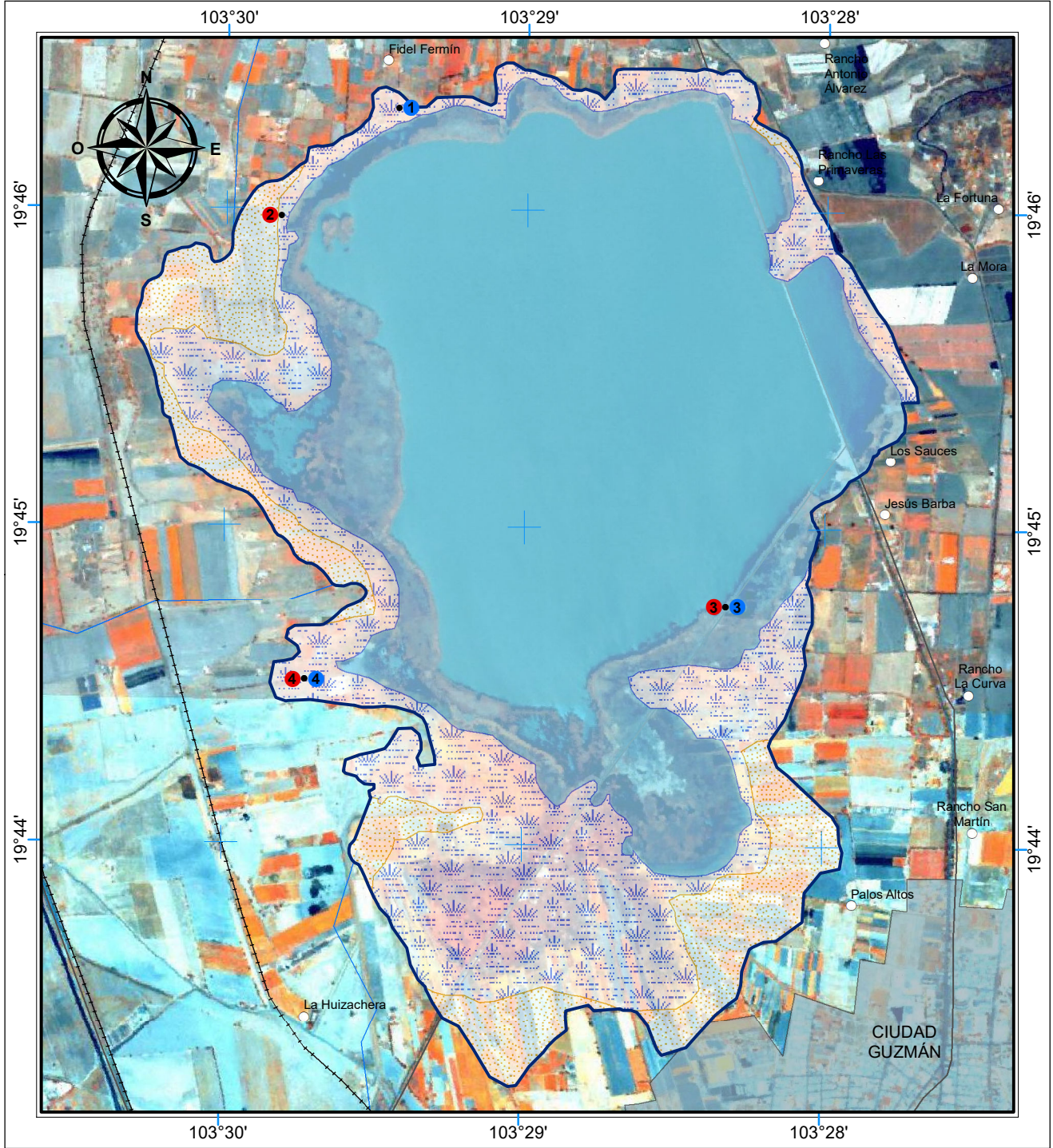
ESCALA 1:35 000





Fuente: INEGI. Capa de cuerpos de agua del Inventario de Humedales Escala 1:50 000, inédito, 2015. Imagen RapidEye, 2012.

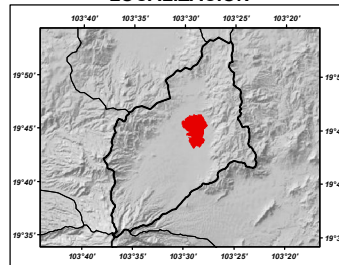




**SIMBOLOGÍA**

<span style="color: red;">●</span>	Verificación estiaje	—	Carretera
<span style="color: blue;">●</span>	Verificación lluvias	++++	Vía de ferrocarril
<span style="background-color: lightblue; border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Inundación permanente	—	Corriente de agua
<span style="background-color: lightblue; border: 1px dashed blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Inundación estacional	<span style="background-color: gray; border: 1px solid gray; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Zona urbana
<span style="background-color: orange; border: 1px dashed orange; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Saturación estacional	○	Localidad rural
▲	Rasgo orográfico	<span style="border: 2px solid blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Límite del humedal

**LOCALIZACIÓN**



**LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

PROYECCIÓN: Cónica Conforme de Lambert  
DATUM HORIZONTAL: ITRF92

ESCALA 1:35 000



## Bibliografía

---

- CONAGUA. *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Ciudad Guzmán (1406)*, Estado de Jalisco, 2015.
- CONAGUA. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, *Red de Estaciones Climatológicas*. 2012.
- CONAGUA. *Lineamientos para la clasificación de los Humedales*. 2013. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102179/Clasificaci\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102179/Clasificaci_n.pdf)
- INEGI. *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico Escala 1:250 000 serie II*, 2008.
- INEGI. *Conjunto de Datos Vectoriales de Aguas Superficiales, 1:250 000*, 2002.
- INEGI. *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación serie V, 1:250 000*, 2013.
- INEGI. *Conjunto Nacional de Información Fisiográfica, 1:1 000 000*. Ed. 1984. Versión digital 2002
- INEGI. *Conjunto Nacional de Información Geológica, escala 1:250 000*. Versión digital 2002.
- INEGI. *Cuerpos de agua escala 1:50 000*, 2012, Inédito, 2012.
- INEGI. *Guía para la interpretación de cartografía. Climatología escala 1:1 000 000*. Aguascalientes, Ags. 2005.
- INEGI. *Guía para la interpretación de cartografía. Edafología escala 1:250 000 serie II*. Aguascalientes, Ags. 2011.
- INEGI. *Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 serie V*. Aguascalientes, Ags. 2011.
- INEGI. *Humedales Potenciales de México Escala 1:250 000*, 2006.
- INEGI. *Mapa Raster de Climas, Escala de Referencia 1:1 000 000. Resolución Espacial 250 metros*, 2011.
- INEGI. *Marco Geoestadístico*, Versión 5.0A. 2010.
- INEGI. *Red Hidrográfica Digital de México. Escala 1:50 000*. Edición 2.0, 2010.
- INEGI. *Zonas Hidrogeológicas*; 2012.
- Ramsar. 2005. *Ficha informativa de los humedales de Ramsar, Laguna de Zapotlán*. Consultado en: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1466> Visitado el 25 de abril de 2015.
- Secretaría de la CITES. *Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. 2013. Disponible en: <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- SEMADET. *Programa de Conservación y manejo de la Laguna de Zapotlán*. Consultado en: [https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/programa\\_de\\_conservacion\\_y\\_manejo.pdf](https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/programa_de_conservacion_y_manejo.pdf) Visitado el 25 de junio de 2015.
- SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México.

UNIATMOS. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Gerencia de Meteorología, SMN. CONAGUA *Temperatura Media Anual*, 1902 – 2011.

UNIATMOS. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Gerencia de Meteorología, SMN. CONAGUA *Precipitación Anual*, 1902 – 2011.

Universidad de Guadalajara. 7 de abril de 2010. *Realizan actividades de conservación en Laguna de Zapotlán*. Consultado en: <http://www.udg.mx/es/noticia/realizan-actividades-de-conservacion-en-laguna-de-zapotlan> Visitado el 25 de junio de 2015.

Zapotlán el Grande Gobierno Municipal. 2014. *Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Zapotlán El Grande*. Consultado en: [http://www.ciudadguzman.gob.mx/Documentos/Paginas/DocEjec\\_POEL\\_Zapotlanel-Grande\\_ver1.pdf](http://www.ciudadguzman.gob.mx/Documentos/Paginas/DocEjec_POEL_Zapotlanel-Grande_ver1.pdf) Visitado el 26 de junio de 2015.