



Instituto
de Planeación,
Estadística y
Geografía del Estado
de Guanajuato

PEDU ET

Anexo C. Caracterización y diagnóstico

Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento
Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato

Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Medio Ambiente	3
Territorio	32
Social y humano	138
Economía	186
Urbano Territorial	203
Análisis de equidad de género	210
Administración pública	218

Medio Ambiente

Hidrología

Tabla x. Subcuencas del Estado de Guanajuato.

Subcuenca	Area total subcuenca	Porcentaje de la subcuenca en Guanajuato	Tipo	Nombre de la subcuenca hacia la cual drena	Drenaje hacia el estado de Guanajuato
RH12Ac	1,652.9	6.1	abierta	RH12Ad	si
RH12Ad	356.9	97.1	abierta	RH12Ba	si
RH12Ae	265.3	16.7	abierta	RH12Ad	si
RH12An	647.3	62.5	abierta	RH12Ad	si
RH12Ba	2,518.9	98.9	abierta	RH12Bb	si
RH12Bb	1,833.1	51.3	abierta	RH12Ca	si
RH12Bc	706.3	100.0	abierta	RH12Bb	si
RH12Bd	3,061.2	100.0	abierta	RH12Bb	si
RH12Be	1,683.8	60.5	abierta	RH12Bf	si
RH12Bf	1,542.2	53.9	abierta	RH12Bg	si
RH12Bg	1,557.9	100.0	abierta	RH12Bb	si
RH12Ca	4,117.2	25.0	abierta	RH12Cc	no
RH12Gb	4,025.5	7.2	cerrada	RH12Gc	si
RH12Gc	1,107.3	93.8	cerrada	RH12Ba	si
RH12Ha	6,416.3	99.9	abierta	RH12Hb	si
RH12Hb	647.5	99.7	abierta	RH12Hc	si
RH12Hc	1,939.0	99.0	abierta	RH12Bb	si
RH12Hd	3,091.4	27.9	abierta	RH12Hc	si
RH12Ig	4,412.3	22.1	abierta	RH12Ib	no
RH12Im	704.8	85.3	cerrada	-	si
RH26Ci	7,132.8	41.8	abierta	RH26Cj	si
RH26Cj	4,382.6	29.7	abierta	RH26Cg	no
RH26Dc	3,886.5	27.3	abierta	RH26Da	no

Fuente: elaboración propia con información de SIATL, 2018.

Metodología para determinar Zonas de Recarga al acuífero, CEAG 2018

DEFINICIÓN DE ZONAS DE RECARGA

El objetivo general del estudio fue realizar una zonificación a escala estatal, en la que a partir de la identificación y de las de zonas de recarga, se establecieron los fundamentos técnicos para apoyar el ordenamiento territorial y la establecer zonas de protección, para que se establezca el uso del suelo más adecuado a la vocación natural del terreno, a fin de conservar las áreas por las que reciben agua los sistemas acuíferos del Estado.

La identificación y delimitación de las zonas de recarga, partió del análisis de las variables que de manera natural, tienen relación con la infiltración del agua a través de los materiales que están en la superficie del terreno; las variables analizadas fueron: características físicas de los materiales (tipo de roca, porosidad, fracturamiento, compactación, etc.), pendiente del terreno, tipo y desarrollo de la cubierta de suelo que tienen encima, continuidad lateral y vertical de los materiales, características físicas de las rocas o sedimentos que están debajo de los que afloran, vegetación, clima, calidad del agua y profundidad del nivel estático, entre otros; de estas variables se seleccionaron sólo las que intervienen de forma directa para que el agua pase de la superficie a los sistemas acuíferos.

Como resultado se establecieron dos grandes grupos, que fueron denominados como: variables primarias y variables secundarias.

Las variables primarias, son aquellas que están relacionadas con las características intrínsecas (propias por naturaleza) de los materiales; estas fueron las más importantes para identificar y delimitar las zonas de recarga, es decir, son las que permiten establecer las características físicas de los materiales, como: grado de fracturamiento o porosidad, pendiente del terreno, continuidad lateral y vertical de las unidades, características físicas de las unidades subyacentes, densidad del drenaje, textura y desarrollo del suelo.

Para evaluar estas variables se tomó como base la cartografía geológica de la CEAG; las cartas topográficas y geológicas a escala 1:50,000 del INEGI y del Servicio Geológico Mexicano; la cartografía edafológica elaborada por el INEGI, proporcionada por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato; las imágenes de satélite del Google Earth; las ortofotografías aéreas proporcionadas por el IPLANEG; y las curvas de nivel vectoriales de la CEAG, entre otras.

Con esta base se elaboró una primera delimitación de las zonas de recarga, la cual fue verificada a través de trabajos de campo y de trabajos geológicos efectuados en estudios previos, a lo largo de todo el territorio del Estado; en estos recorridos se describieron con detalle las características físicas de los materiales, prestando mayor atención a las que permiten la infiltración y recarga a los acuíferos.

Por lo que respecta a las variables secundarias, se consideraron aquellas que no son determinantes para el paso del agua hacia el subsuelo, pero que permiten comprobar el proceso de recarga y la capacidad o potencialidad de los materiales para permitir que el agua superficial llegue a los sistemas acuíferos.

Estas variables se subdividieron en tres grupos: el primero está relacionado con la existencia de obras que extraen agua subterránea, por ejemplo: cantidad de pozos y/o norias; profundidad del nivel piezométrico en diferentes partes de los sistemas acuíferos; trayectoria o movimiento del agua subterránea; caudales de extracción en los pozos; variación del nivel del agua en los pozos con respecto al tiempo (hidrógrafos) y resultados de pruebas de bombeo. En el segundo grupo se incluyeron: características de los materiales obtenidas a partir de cortes litológicos; así como la presencia de fallas y fracturas. El tercer grupo incluyó los resultados de los análisis químicos históricos y los realizados en este trabajo, en particular la concentración de los sólidos totales disueltos (variación de la salinidad del agua), concentración de cloruros (elemento normalmente conservativo en los acuíferos); temperatura (habitualmente más baja en las zonas próximas a donde se recarga el agua); y familias de agua (permiten identificar las zonas próximas a donde se infiltró el agua).

Para evaluar la potencialidad de las zonas de recarga, o bien de las unidades litológicas delimitadas (ULD), se realizó una ponderación de las variables primarias o también llamadas directas, asignándoles un valor entre 10 y 5 en función de su posibilidad para permitir la infiltración y posterior recarga al acuífero, estas variables se dividieron en subvariables relativas, a fin de evaluar sus cambios físicos en el terreno; esto se describe a continuación:

Al grado de fracturamiento o porosidad se le asignó el mayor valor de la escala (10), este a su vez se subdividió con base al tipo de materiales ya sea fracturados; fracturados y porosos; o bien sólo porosos. En este caso al medio fracturado se le asignó la mayor potencialidad para permitir la recarga, debido a que el agua se infiltra con facilidad y rapidez; al medio poroso la menor potencialidad, debido a que el agua penetra de forma lenta a muy lenta. Estas características físicas se obtuvieron de la información geológica proporcionada por la CEAG y de los trabajos de verificación geológica realizados en este estudio.

A la pendiente del terreno se le subdividió en tres, de acuerdo a su grado de inclinación; de esta forma se dividió en pendiente baja, media y alta; a la pendiente baja se le asignó la mayor potencialidad para permitir la recarga, debido a que el agua está más tiempo en contacto con el material y a la pendiente alta la menor potencialidad, debido a que predomina el escurrimiento más que la infiltración. Para conocer el grado de inclinación de la pendiente se realizó un análisis con el modelo digital de elevación del estado proporcionado por la CEAG y se realizó un mapa de pendientes, considerando a las que están entre 0° y 5° como bajas, entre 5° y 15° como medias y a las superiores a 15° como altas.

La continuidad lateral y vertical de las unidades se dividió en dos (continua y no continua), en función de la extensión de la unidad hacia donde se encuentra el sistema acuífero en explotación, así como a la posibilidad de que los materiales tengan continuidad hidráulica; el mayor valor se le asignó a la unidad litológica que es continua o que estando en contacto con otros materiales tiene continuidad hidráulica (el agua sigue fluyendo de un medio a otro). Esta información se obtuvo a partir de datos de estudios hidrogeológicos proporcionados por la CEAG, así como con el apoyo de cortes litológicos de pozos.

Las características físicas de las unidades subyacentes a las que afloran, se subdividieron con base en los reportes de estudios y/o en las observaciones efectuadas en los trabajos de campo; en este caso se dividieron en materiales fracturados; y fracturados y porosos. A los primeros se les asignó la mayor potencialidad de recarga; esta característica se confirmó con los resultados de pruebas de bombeo efectuadas en trabajos previos.

La densidad del drenaje se subdividió en tres: baja, media y alta; en este caso la potencialidad no se determinó de forma directa, pues existen además factores independientes a la permeabilidad, que pueden provocar que una unidad litológica tenga una densidad mayor o menor de drenaje, como es su edad geológica (las rocas más antiguas tienen una densidad de drenaje mayor que las más recientes o bien hay una relación en la que intervienen la edad y la permeabilidad); por lo antes expuesto la potencialidad se estableció con base en un análisis en el que se hizo intervenir: permeabilidad, fracturamiento, porosidad, edad de la roca y resistencia a la erosión de los materiales).

Finalmente, la potencialidad del suelo para permitir la recarga, se dividió con base en su textura, de esta forma se utilizó el material del INEGI en el que se establece si la textura es: gruesa (arenas), media (limos) o fina (arcillas). Esta variable fue a la que se le dio menos

peso (5), porque durante los recorridos de campo se observó que en todo el Estado los suelos tienen un escaso desarrollo, alcanzando en el mejor de los casos espesores de hasta un metro y normalmente presentándose de forma discontinua sobre las rocas y sedimentos; en esta variable los materiales con menor potencialidad fueron los finos (arcillas).

Con la información antes mencionada se evaluaron cada una de las ULD en el estado, asignando una potencialidad de recarga y con ayuda de las variables secundarias se confirmó su comportamiento hidrogeológico de recarga dentro de los límites de los sistemas acuíferos.

Para mostrar las características de las zonas de recarga (ZR) delimitadas se diseñó una clave, que permitiera conocer las variables que incluye, su potencialidad de recarga, la unidad geológica a la que pertenece y si se desarrollan actividades humanas sobre estas. A continuación se describe la nomenclatura de las claves de las zonas de recarga:

ZR – Letra “F”, “P” o “C” – Número del 1 al 3 – Letra “a” o “b” – Clave de la unidad litológica

ZR significa “Zona de recarga”.

La letra “F” se asignó a una ZR en la que predominan las rocas fracturadas; la “P” a una ZR en que predominan los materiales porosos; y la “C” a una ZR en la que están intercalados y distribuidos de forma irregular materiales fracturados y porosos.

El número 1 al 3, indica la potencialidad de la ZR; el número “1” es una zona con mayor potencialidad de recarga (mayor capacidad para permitir el flujo del agua de la superficie al acuífero); el número “2” potencialidad de recarga media; y el “3”, potencialidad de recarga baja (menor relevancia porque su potencialidad para permitir el flujo del agua hacia el acuífero es bajo).

La letra “a” representa ZR donde prácticamente no existen actividades humanas o están en densidades muy bajas y aisladas; la letra “b” se asignó a ZR en donde existen actividades humanas y estas han cubierto una parte importante de la superficie del terreno; puede tratarse de poblaciones o de zonas agrícolas, entre otras.

Al final se incluye la clave de la unidad litológica definida por la CEAG para cada ZR; una misma unidad litológica normalmente fue dividida en zonas de recarga con diferente potencialidad, en función de la variación de sus características.

La clave “ZNR” se utilizó para identificar las zonas en las que se consideró que puede haber infiltración pero no recarga al acuífero, o bien aquellas en las que predomina el escurrimiento; en estas se incluyeron las ciudades más grandes con gran cubrimiento de calles y techumbres.

Como ejemplo se tiene la siguiente clave: ZR–F–1a (Tpl-Q(B-Bvb)), la cual se debe interpretar como: una zona de recarga en un medio fracturado; con alta potencialidad para la recarga del sistema acuífero; con baja o nula actividad humana; localizada

geológicamente en materiales volcánicos de composición basáltica (unidad litológica Tpl-Q(B-Bvb), en donde el agua se infiltra de forma rápida a través de fracturas.

Finalmente, con la metodología descrita, se obtuvieron 689 zonas de recarga con potencialidad de uno dos o tres y 415 zonas de no recarga. Las principales características para la definición de cada zona fueron las siguientes:

Zonas de recarga 1 (ZR-1)

Representan áreas con la mayor potencialidad para permitir la recarga de los sistemas acuíferos del Estado; incluye a los materiales con mayor permeabilidad, constituidos por materiales: fracturados (F), porosos (P), y/o por la combinación de ambos (C).

- Presenta una pendiente baja que permite la acumulación y/o infiltración del agua superficial.
- Su continuidad lateral y vertical es grande, o bien presenta continuidad hidráulica, permitiendo el flujo del agua desde las zonas altas hasta las zonas donde se localizan los sistemas acuíferos (de hecho forma parte de estos).
- La unidad inferior está representada por un material de alta permeabilidad, que está constituido por un medio fracturado, poroso y/o combinado.
- Normalmente tiene un drenaje pluvial poco desarrollado.
- La textura del suelo que cubre a la unidad que aflora es de textura gruesa y/o media.
- La profundidad de nivel piezométrico en los pozos cercanos o que están encima de la zona de recarga es somero, normalmente menor a los 50 m.
- Presenta una densidad de pozos media a alta.
- Estos pozos tienen caudales de extracción entre 10 y 80 lps.
- Puede haber existencia de norias activas.
- Puede haber existencia de zonas de riego o bien de distritos de riego.
- Presentan bajas concentraciones de cloruros y sólidos totales disueltos (STD), así como bajas temperaturas del agua subterránea.
- Los pozos muestran niveles con recuperaciones y/o estabilidad.

Zona de recarga 2 (ZR-2)

Representan zonas de recarga con potencialidad moderada, en donde los materiales tienen permeabilidad de media alta, ya sea en un medio fracturado (F), poroso (P), y/o combinado (C).

- Presenta pendientes baja y/o medias, que favorecen la infiltración sobre el escurrimiento del agua superficial.
- Su continuidad física o hidráulica es grande, permitiendo que el agua superficial llegue desde las zonas altas hasta los sistemas acuíferos, o en ocasiones su continuidad es limitada, ya sea por la existencia de fallas o por la discontinuidad de los materiales permeables.
- La unidad inferior está representada por un material de alta o media permeabilidad, originada por fracturamiento, porosidad o ambos.

- La red de drenaje es de densidad media a baja.
- La textura del suelo que cubre a la zona de recarga es de textura media y/o fina.
- La profundidad de nivel piezométrico entre los 50 y 100 m.
- Presenta una densidad de pozos media a baja.
- Los caudales de extracción en estos pozos son bajos, entre los 5 y 10 lps.
- No hay presencia de norias activas.

Zona de recarga 3 (ZR-3)

Representa a las zonas de recarga con la menor potencialidad para permitir la recarga de los sistemas acuíferos; están constituidas por los materiales de más baja permeabilidad.

- Presenta una pendiente que varía de alta a media, que favorece al escurrimiento sobre la infiltración.
- Su continuidad física o hidráulica es reducida, por lo que el agua que se infiltra es muy poco probable que llegue desde las zonas altas hasta los sistemas acuíferos.
- La unidad inferior está representada por materiales de baja a muy baja permeabilidad.
- La red de drenaje tiene densidad media a alta y se asocia a baja permeabilidad.
- La textura del suelo que cubre a la zona de recarga es de textura media a fina.
- La profundidad de nivel piezométrico es mayor a los 100 m.
- Existe una baja densidad de pozos o bien estos no existen.
- Hay una gran presencia de bordos o cuerpos de agua superficiales.
- Los pozos que llegan a existir presentan caudales de extracción de entre 1 y 5 lps.

Zonas de no recarga (ZNR)

Representa extensiones del terreno con muy baja a nula potencialidad para permitir la infiltración y recarga; está conformada por materiales de muy baja permeabilidad, como son rocas masivas sin fracturamiento, rocas con algún grado de metamorfismo, rocas sedimentarias arcillosas; sus características son:

- Presentan una pendiente de alta a media, que favorece el escurrimiento sobre la infiltración.
- Su continuidad física o hidráulica es reducida o nula; o aunque exista la reducida permeabilidad no hace factible la recarga a los sistemas acuíferos.
- La red de drenaje es alta y está relacionada con baja permeabilidad en los materiales.
- No existen pozos.
- Los manantiales están representando falta de continuidad hidráulica en una zona no saturada con agua subterránea.
- Hay presencia de bordos o de cuerpos de agua.
- La unidad inferior presenta una permeabilidad baja a muy baja.
- Hay zonas con amplio desarrollo urbano (ciudades, comunidades, parques industriales, etc.).

Como información adicional, debe comentarse que dentro de la delimitación, también se analizó si en estas zonas de recarga existe ya algún tipo de protección.

Es importante destacar, que dentro de la clasificación que se indica en el mapa del Estado, un mismo tipo de roca puede estar agrupado en diferentes zonas de recarga, en función de las condiciones y características que tengan los materiales.

Balance Hídrico

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 no renovable del subsuelo.

La ecuación general de balance de acuerdo con la ley de la conservación de la masa es como sigue:

$$\text{Entradas (E)-Salidas (S)} = \text{Cambio de almacenamiento} \quad (1)$$

Aplicando esta ecuación al 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 del acuífero, representada como sigue:

$$\text{Recarga total-Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento en el acuífero} \quad (2)$$

Recarga

La recarga del acuífero proviene principalmente de las infiltraciones en las zonas de riego por exceso de agua de irrigación en los campos de cultivo, de aportes laterales del flujo subterráneo natural, y del agua de lluvia que también contribuye a la recarga; sin embargo, su aporte está limitado por la baja precipitación y alta evaporación regionales. En diferentes partes del valle existen variaciones de la carga hidráulica con la profundidad, lo cual indica la presencia de sistemas de flujo. Pozos muy cercanos perforados a distinta profundidad muestran niveles estáticos que difieren hasta 30 m.

Las entradas de agua corresponden al flujo subterráneo, así como a la infiltración vertical que puede ser ocasionada por la infiltración de lluvia, flujo regional ascendente o por excedentes de riego.

Descarga

Las salidas del sistema acuífero están integradas por las descargas naturales que en condiciones originales presentaba el sistema, y que aun cuando hayan sido modificadas por las condiciones actuales de explotación pudieran existir, más las descargas artificiales por efecto del bombeo en los pozos. En algunos acuíferos se considera la descarga por manantiales, utilizando los datos del inventario de aprovechamiento.

Considerando que el esquema de flujo subterráneo es de manera concéntrica hacia la parte central del valle, se estima que no existen otras salidas más que la ocasionada por el bombeo.

Disponibilidad de agua subterránea

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas se aplica el procedimiento establecido en la Norma que establece la Metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales.

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

$$\begin{array}{r} \text{Disponibilidad} \\ \text{media anual de} \\ \text{agua} \\ \text{subterránea en} \\ \text{una unidad} \\ \text{hidrogeológica} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Recarga} \\ \text{total} \\ \text{media} \\ \text{anual} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Descarga} \\ \text{natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Volumen anual} \\ \text{de agua} \\ \text{subterránea} \\ \text{concesionado} \\ \text{e inscrito en el} \\ \text{REPGA} \end{array} \quad (3)$$

Recarga total media anual

La recarga total media anual se calcula como la suma de la recarga natural más la recarga inducida. En la recarga inducida se incluye como componentes las fugas en las redes de agua potable y de drenaje en las ciudades, las infiltraciones por sobre riego directamente en las parcelas, ya sea por riego mediante pozos como por las aguas residuales.

Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes.

Volumen anual concesionado de agua subterránea e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). La información del volumen anual concesionado de agua subterránea es proporcionada por el REPGA.

Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la “Norma que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales” se obtiene de restar a la recarga total los volúmenes de la descarga natural comprometida y el volumen concesionado e inscrito en el REPGA.

Tabla x. Entradas y salidas de agua de los acuíferos de Guanajuato

Nombre del acuífero	Superficie en ha	Recarga vertical(hm ³ /año)	Recarga inducida hm ³ /año)	Recarga total hm ³ /año	Extracción o bombeo hm ³ /año	Descarga de manantiales (hm ³ /año)	Descarga total (hm ³ /año)	Cambio de almacenamiento por año (hm ³ /año)	Descarga natural comprometida(hm ³ /año)	Volumen de agua subterránea concesionado (hm ³ /año)	Disponibilidad de agua subterránea (hm ³ /año)
Jaral de Berrios - Villa de Reyes	127,935	17.1	29.1	132.1	213.4	0	213.4	-81.3	0	115.1	17.0

Moroleón Ciénega Prieta	122,929	11.38	85.0	85.0	142.9	9.4 5	152.3	-67.3	9	129.8	-53.8
Pénjamo Abasolo- Pueblo Nuevo	243,370	SD	225	225	333	SD	440. 2	-64.0	0	317.4	-92.3
León	133,743	SD	156.3	156.3	204. 5	0.0 9	204. 6	-48.3	0	285. 3	- 129.0
Dr. Mora - San José Iturbide	78,757. 3	2.7	9.2	38.4	86.6	SD	86.6	-48.2	0	51.0	-12.6
Valle de Acámbar o	112,895	47.6	16.7	102.5	149.7	0	149.7	-47.2	0	86.5	-47.2
Río Turbio	120,783	58.3	51.7	110	148	SD	148	-38.0	0	162.9	-52.9
La Cuevita	78,893. 3	5.9	5.9	5.9	8.5	0.4	9.2	-3.3	0.7	9.5	-4.3
Celaya	281,146	SD	286.6	286. 6	593	0	593	-161.3	0	361.2	-74.6
Laguna seca	133,331	111	128.5	128.5	542	0	542	2152. 0	0	139.5	0.0
Irapuato - Valle	245,743	152. 2	522.2 4	522. 2	563. 2	SD	695. 6	173.4	132. 4	619.2	- 229. 4
Cuenca alta del Río Laja	417,112	58.7	139.7	139.7	248. 8	SD	248. 8	122.0	0	184.9	-45.2
Xichú- Atarjea	397,675	SD	40.3	40.3	8.7	31.5	42.4	0.0	31.5	4.1	4.6
San Miguel de Allende	35,987. 2	4.5	2.3	28.6	22.1	SD	22.1	0.0	6.5	28.9	-6.8
Ocampo	167,306	1.7	0	6.4	4.1	0.2	0.2	0.0	0.3	162.4	4.6
Santa María del Río	40,457. 4	SD	0.5	3.7	3.2	SD	3.7	0.0	0	13.5	9.8
Lago de Cuitzeo	34,070. 6	2.8	SD	7.1	9	SD	9	-2.2	0.3	4.8	-2.2
La Muralla	24,380. 8	13	0.8	34.8	36.4	SD	36.4	-6.6	5	37.0	-7.1
Salvatierr a - Acámbar o	75,339. 5	2.8	4.5	28.4	53	SD	53	-24.6	0	49.0	-20.6
Silao- Romita	189,906	179.1	39.9	243. 5	363. 7	0	363. 7	-120.2	0	142.9	- 120.2

Fuente: elaboración propia.

Clima

Tipos según clasificación de Köpen

Árido BSohw

Caracterizado por escasa nubosidad y pocas lluvias debido a la alta circulación de los vientos, presentando una precipitación de 300 a 600 mm anuales con una temperatura media entre 22° a 26°; se ubica al norte de la zona limítrofe del municipio de Victoria con el estado de San Luis Potosí ocupando una mínima porción del estado, donde se encuentra vegetación como el matorral crasicaule y pastizal del tipo inducido.

Semiárido BS1kw

Clima con temperatura anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal que oscila entre el 5% y el 10.2% del total anual. Dicho tipo climático se localiza en la porción norte, ocupando 35.2% del territorio estatal, donde predomina la agricultura riego y temporal, así como matorral crasicaule y pastizal del tipo inducido, dicho porcentaje está distribuido en los municipios de Ocampo, San Felipe, San Diego de la Unión, San Luis de la Paz, Victoria, Doctor Mora, San José de Iturbide, Tierra Blanca, Santa Catarina y Xichú.

Cálidos

Cálido Aw.

Clima con 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. Las lluvias en verano presentan un índice menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. El municipio en el que se encuentra este tipo climático es Atajea donde existe vegetación como matorral submontano, bosque de pino-encino, pastizal inducido y chaparral.

Cálido (A)C(w1)

Clima semicalido subhúmedo, característico de altitudes menores a los 2000 msnm, con temperatura media anual entre 18°C y 22°C e isotermal con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menores de 5°C y con una marcha anual de temperatura tipo Ganges. Se localiza ampliamente al sur-suroeste de la entidad formando una franja que ocupa 37.1% del total estatal, entre los municipios de Acámbaro y Purísima del Rincón, donde predomina la agricultura de riego, de temporal y el matorral subtropical.

Templados

Templado subhúmedo C(wo)

Clima con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con temperatura media anual entre 5 y 12°C, temperatura del mes más frío entre 3 y 18°C, del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, con verano fresco y largo.

Templado C(w1)

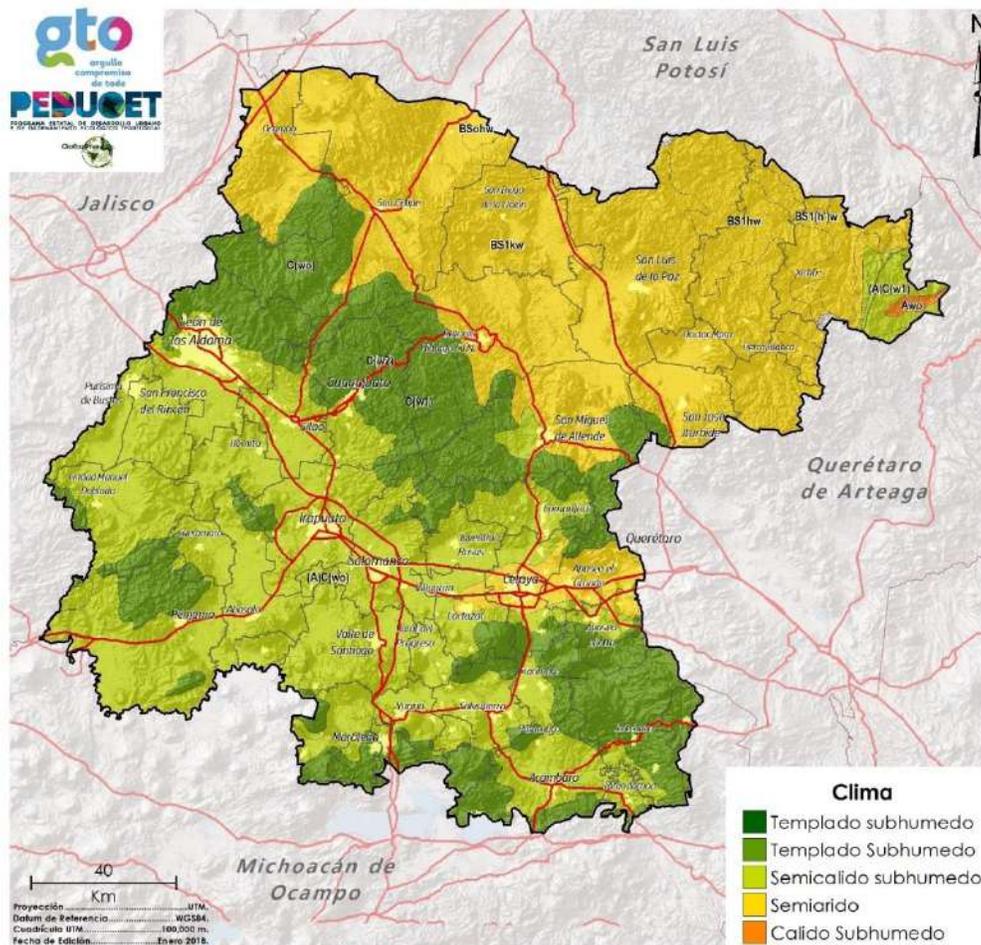
Clima templado donde la temperatura media anual oscila entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Templado C(w2)

Clima templado, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

En conjunto este grupo climático ocupa 25.4%, ubicándose entre el semiárido y semicalido en un piso altitudinal superior en comparación con dichos climas, la vegetación que predomina son los bosques de encino, pastizal natural e inducido, matorral subtropical. Los municipios donde se encuentra este clima son San Felipe, León, Guanajuato, Dolores Hidalgo, San Miguel de Allende, Apaseo el Grande, Pénjamo, Jerecuaro, Moroleón y Uriangato, ubicados en la parte central, sur y sureste del estado.

Mapa x. Climas en el estado de Guanajuato



Fuente: elaboración propia con base en información vectorial climatológicos de INEGI, 1987.

Vulnerabilidad al cambio climático

Las alteraciones climáticas han provocado eventos extraordinarios de sequía e inundaciones severas en distintas regiones del mundo. El estado no es la excepción. Existen diversas afectaciones por diferentes eventos de sequía extrema y de lluvias intensas en diferentes zonas del territorio. La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (COCLIMA), ha realizado un intenso trabajo para definir una serie de estrategias y acciones, sin embargo, la falta de información objetiva y fuentes confiables, dificultan el que los esfuerzos sean eficaces y enfocados a los sectores socioeconómicos y ambientales más vulnerables en las regiones del estado con mayor impacto por los efectos del cambio climático.

La realización del diagnóstico climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el estado de Guanajuato se realizó con el objetivo de “evaluar la vulnerabilidad y el riesgo actual y futuro al cambio climático y proponer medidas de adaptación de los diferentes sectores y regiones prioritarias en el estado, así como de sus diferentes sistemas: hídrico, ambiental y social, a partir de escenarios alternativos de cambio climático a nivel regional y micro regional”. El proyecto para Guanajuato busca tanto en la escala temporal como en la espacial, identificando las vulnerabilidades ambientales, sociales y

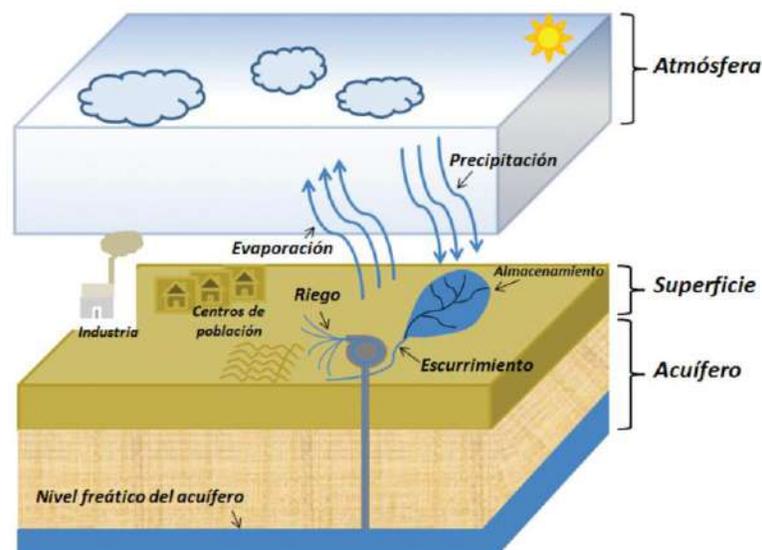
económicas. Estas podrán surgir a lo largo de un horizonte de tiempo de varias décadas por causas directas o indirectas del cambio climático al actuar sobre el socio-ecosistema que se localiza adentro de la frontera geopolítica del estado de Guanajuato.

Esta aseveración estriba en el hecho de que, a través de la simulación continua de los recursos hídricos, es posible estimar las variaciones del escurrimiento superficial debidas al cambio climático. Una vez conocido el comportamiento del escurrimiento, se determinan los impactos que producirá en el almacenamiento del agua de superficie y subterránea, y en las demandas de agua para los diferentes usos: doméstico, industrial, agrícola, acuícola, entre otros. Como parte de una cadena “causa-efecto” con los impactos identificados, que se caracterizan por su localización dentro de la región, sus patrones de intensidad y su duración, se pueden identificar fácilmente las “vulnerabilidades ambientales y socioeconómicas” en dicha región, obteniendo la información necesaria para desarrollar las acciones de prevención o adaptación necesarias.

La interfaz atmosférica se apoya en la base de datos de precipitación y temperatura y se realiza el análisis retrospectivo, presente y el diseño del “futuro de las condiciones atmosféricas para las diferentes regiones de Guanajuato” mediante “escenarios de precipitación, temperatura y evaporación” que se crean utilizando la premisa de: ¿Cómo se comportará la región bajo análisis si se utiliza el siguiente escenario de variables meteorológicas para el periodo de simulación considerado? Utilizando las variables meteorológicas generadas por la interfaz atmosférica para cada una de las cuencas hidrológicas en que se ha dividido el Modelo de Abasto y Uso de Agua (MAUA), el modelo simula el proceso lluvia-escurrimiento de manera continua en el tiempo. Esto permite localizar la humedad en cada cuenca/subcuenca para cada instante de tiempo.

Con la capacidad de simulación continua de la realidad de Guanajuato que ofrece **MAUA** se pueden trazar escenarios de evolución del presente al futuro al tiempo que permitirá la prueba de políticas de mitigación o adaptación. **MAUA** modela la biosfera de una cuenca hidrológica a tres niveles: atmósfera, superficie y acuífero.

Figura x. Niveles de estudio para la modelación con MAUA



Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

Las variables de lluvia, temperatura y evaporación generadas por la interfaz atmosférica, son variables exógenas de **MAUA** con una importancia capital ya que son los impulsores del modelo (funciones de forzamiento) que determinan al transcurrir el tiempo: i) el comportamiento del proceso lluvia-escurrimiento; ii) la evaporación inducida en los procesos de crecimiento de las cosechas, en la superficie terrestre y en los cuerpos de agua; iii) la temperatura que influye en el comportamiento de los procesos naturales y las actividades antropogénicas.

Los submodelos de **MAUA** se detallan a continuación:

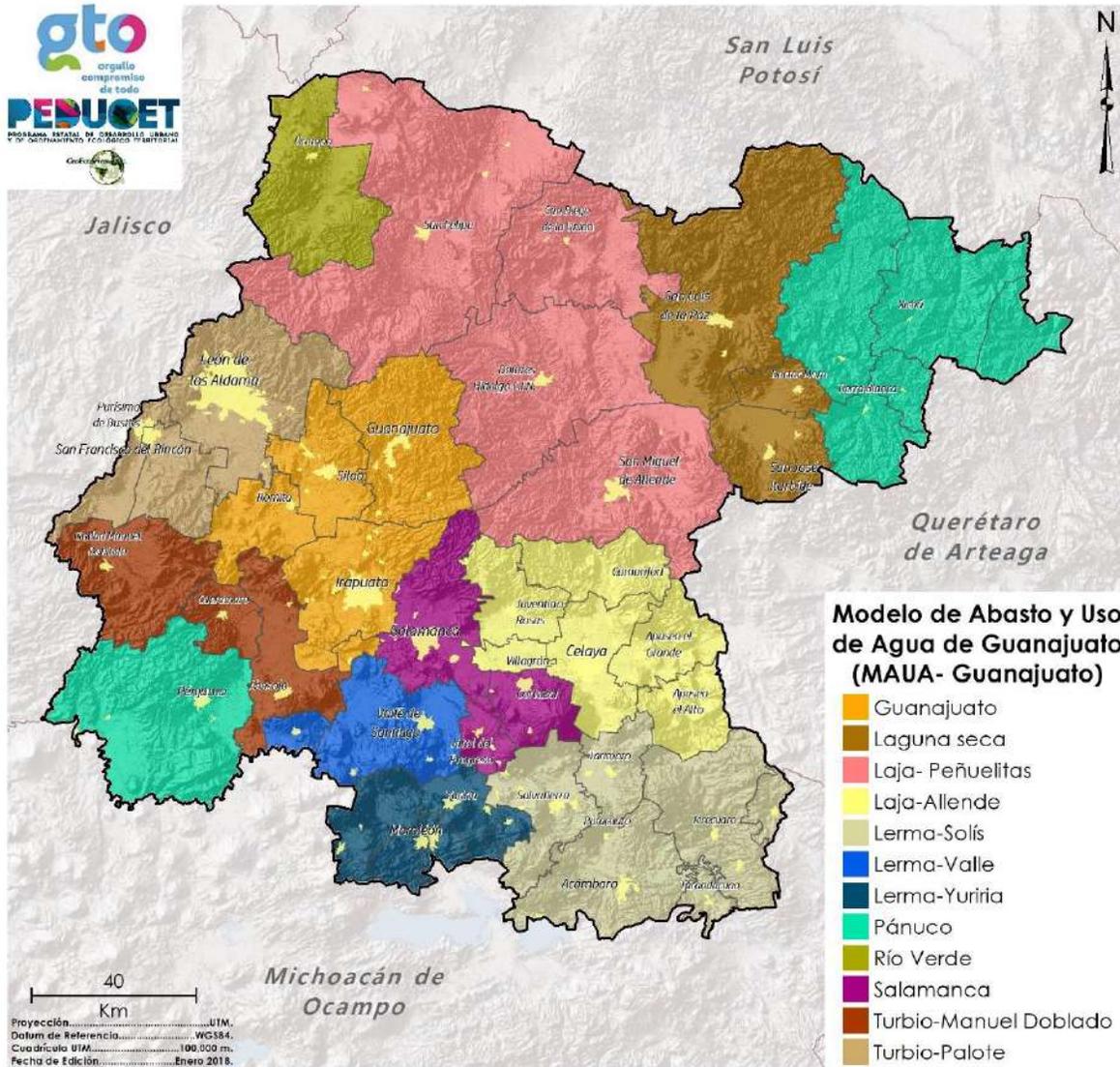
- **sub-modelo sociodemográfico**, que incluye tres módulos interrelacionados: (1) la población de la subcuenca en grupos de edades de cinco años; (2) el proceso educativo cuyo resultado final es la mano de obra disponible y (3) el empleo, que es la interface entre la mano de obra disponible y la demanda de dicha mano de obra.
- **sub-modelo de procesos Productivos**, que incluye las industrias de cuero-calzado, agroindustria, automotriz, auto partes, confección de ropa, construcción, química, petróleo, etc.
- **sub-modelo de medio ambiente**, que incluye el registro del uso del suelo y ciclo hidrológico.
- **sub-modelo toma de decisiones**, que permite al usuario del modelo formular políticas que controlan a los procesos y que, en consecuencia, modifican las trayectorias (valores de una variable que el modelo calcula a lo largo del tiempo).

Las fuerzas externas son variables como: tipo de cambio, demanda externa a México de productos agrícolas o manufacturados. Estas variables influyen el funcionamiento de los modelos de cada cuenca/subcuenca. Por ejemplo, el cierre de la planta GM en Silao tendría un efecto drástico en la cuenca denominada “río Guanajuato”.

Los conectores unen bloques indicando las interacciones que existen de los procesos dentro de un bloque hacia los de otro bloque.

El balance general de los acuíferos indica que del año 1998 al 2004 el déficit hídrico fue incrementándose gradualmente hasta llegar a una deficiencia de 1,126 hm³, colocándolos en estado de sobreexplotación, lo que se prevé como un factor de riesgo para el desarrollo de Guanajuato a futuro. Los acuíferos de Jaral de Berrios en San Felipe y el de la Sierra Gorda que incluye a los municipios de Atarjea, Xichú y Victoria son los que actualmente cuentan con posibilidades de recibir mayor demanda de agua. Sin embargo, un desequilibrio en la extracción de agua puede afectar los ecosistemas de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato.

Mapa xx. Subcuencas del Río Lerma seleccionadas para complementar las series Base MAUA.



Fuente. Elaboración propia con información de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

Las condiciones ambientales cambiantes impactadas por el cambio climático han acelerado el suceso de eventos de sequía y de la anomalía en el régimen de lluvias.

Se ha registrado un incremento de 0.6 a 0.8 °C en la temperatura media anual en el estado, siendo más notable este efecto en la zona del Bajío y que corresponde al corredor industrial del estado, con los municipios de Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón, León, Silao, Irapuato, Salamanca, Villagrán, Cortázar, Celaya y Apaseo el Grande. El régimen de lluvias muestra una tendencia hacia menor cantidad de lluvia, promedio anual con periodos prolongados sin lluvia y con eventos de lluvias más intensas en periodos de tiempo cortos.

Por ello, son comunes los eventos de sequía prolongada y riesgo de inundaciones en las zonas aledañas a los ríos Turbio, Lerma- Salamanca, y Guanajuato.

Las condiciones de sequía se ven agudizadas en la zona norte del estado principalmente en la cuenca de Laguna Seca que comprende los municipios de San Luís de la Paz, Doctor Mora y San José de Iturbide, por lo que se identifica como una zona afectada por las condiciones históricas del cambio climático. Además, esta condición está en fase de extenderse a la zona norte de la cuenca Laja-Peñuelitas en los municipios de San Felipe, San Diego de la Unión, Dolores Hidalgo, parte colindante de Guanajuato y San Miguel de Allende, esto permite denotar a esta zona como la más propensa al avance de la desertificación por degradación de suelos.

Por otra parte, en las zonas serranas se han presentado heladas que han perjudicado a las actividades agropecuarias, siendo los de mayor afectación las regiones aledañas a la Sierra de Lobos en San Felipe y Ocampo, Los Agustinos en Jerécuaro, Acámbaro y Tarimoro; además de la Sierra de Santa Rosa de Guanajuato y que pertenece al área natural protegida (ANP) Cuenca de la Esperanza.

Impactos por efecto del Cambio Climático

Guanajuato es impactado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que han provocado daños a la salud y pérdidas materiales de importancia; el estado ha estado expuesto a lluvias intensas, granizadas, heladas y sequías. Los esfuerzos que se realizan año tras año para enfrentar los efectos de estos fenómenos han sido insuficientes. Es indispensable invertir más energías y recursos para transitar lo más pronto posible de un esquema fundamentalmente reactivo a uno de carácter preventivo.

El conocimiento de los principales aspectos de los fenómenos hidrometeorológicos, la difusión de la cultura de Protección Civil en la población y la aplicación de las medidas de prevención de desastres puede contribuir de manera importante en la reducción de los daños ante esta clase de fenómenos. Por otra parte, a través del tiempo se han presentado diferentes eventos por causa de fenómenos hidrometeorológicos que han afectado a diferentes comunidades en los municipios del estado. Los principales problemas son inundaciones, sequía severa y heladas principalmente. Sin embargo, estos han sido espaciados en el tiempo, por lo que las afectaciones pudieran ser consideradas como extraordinarias al comportamiento normal del clima.

Ejemplo de ello son las inundaciones entre julio y agosto de 1976 por el desbordamiento de diferentes segmentos del río turbio, que provocaron fuertes daños a las poblaciones de los municipios aledaños como Abasolo, y Manuel Doblado por mencionar algunos. Esto permitió impulsar una serie de acciones de creación de infraestructura a nivel regional que permitió contrarrestar posibles nuevos incidentes. En comunidades ribereñas al río Guanajuato, hubo también afectaciones por inundaciones sobre todo en el municipio de Irapuato. Otro evento de importancia en años recientes fueron las lluvias extraordinarias del año 2003 que provocaron inundaciones generalizadas en todo el estado por el aumento en el caudal de los principales ríos que atraviesan el territorio estatal y trajo como resultado daños a casas-habitación, así como pérdidas en zonas de cultivo y daños a vidas humanas.

Los diferentes episodios han puesto en evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura hidráulica de los municipios más vulnerables, así como la definición de políticas de desarrollo urbano que contemplen el Ordenamiento Territorial y Ecológico, con zonas de riesgo bien definidas ante este tipo de eventualidades climáticas y zonas de conservación y preservación ecológica municipal.

La inadecuada infraestructura, la carencia de mantenimiento al cauce de arroyos y ríos y los problemas de azolve y obstrucción del paso de arroyos son algunos de los factores que agudizan el impacto de las inundaciones.

Incendios forestales y pastizales

Los efectos de la variabilidad climatológica se ven reflejados en la vulnerabilidad de las zonas forestales del país y, por consiguiente, en el estado. Los periodos prolongados de sequía, así como los aumentos de la temperatura, han propiciado las condiciones adecuadas para que el riesgo de incendios forestales se incremente. Dentro de las principales afectaciones al ambiente están: i) reducción de la masa vegetal con potencial de secuestro y fijación de carbono; ii) aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante el incendio y posterior al incendio por descomposición de materia orgánica residual; iii) exposición de los suelos a la erosión y su degradación; iv) reducción de la capacidad reguladora del ambiente circundante a la zona devastada por el incendio; v) reducción de la capacidad de proveer los servicios ambientales de la zona afectada.

En Guanajuato las sequías son recurrentes aproximadamente cada 7 años con duraciones de hasta 2 años, lo que provoca que el aire mantenga un nivel bajo de humedad lo que a su vez se traduce en riesgos ante incendios forestales.

Heladas y granizadas

Las heladas, granizadas y, en caso de condiciones extraordinarias, las nevadas se presentan entre los meses de octubre y abril. Estos fenómenos son consecuencia directa de sistemas frontales y de las masas de aire polar. La zona norte del estado es la más afectada, principalmente los municipios de San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo y Doctor Mora, donde la frecuencia de heladas oscila entre 6 y 7 días al año en promedio.

Tabla x. Frecuencia de granizadas en Guanajuato.

Sitio de observación	Frecuencia de granizadas (días/año)
Valle de Santiago	1.6
Presa Solís-Acámbaro	3.17
Las Adjuntas-Manuel Doblado	0.86
Juventino Rosas	3.40
Jaral del Progreso	1.92
Irapuato	2.16
Agua Tibia-Pénjamo	0.44
Santa Ma. Yuriria	0.77
Salvatierra	2.30
Puroagua-Jerécuaro	1.56
Pénjamo	3.17
Iramuco-Acámbaro	2.83

Preparatoria-León	4.01
Guanajuato	0.60
San Miguel Allende	2.12
Dr. Mora	6.0
San Luis de la Paz	6.92
San Juan de los Llanos-San Felipe	1.02
San José Iturbide	1.73
San Diego de la Unión	1.06
Río Laja-Dolores Hidalgo	6.57

Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato (CCAUG), 2010.

Lluvia afectada por el fenómeno de El Niño

Las anomalías en las variables atmosféricas en la región están íntimamente relacionadas con fenómenos a escalas media y global como lo es el fenómeno de ENOS (El Niño-Oscilación del Sur). Los análisis han determinado un comportamiento que indica que ENOS altera el patrón de lluvia. Como ejemplo la relación que existe entre la lluvia que ocurre en San Diego de la Unión, Gto y ENOS en los meses de mayo y agosto, se estima que para el mes de mayo es cuando se hace presente El Niño la lluvia es mayor que la media, mientras que cuando ocurre La Niña la lluvia es menor a la media. Para el mes de agosto ocurre lo contrario, es decir que cuando El Niño se manifiesta, la lluvia es menor que la media y cuando La Niña ocurre la lluvia es mayor que la media. Esto nos indica una regla que se cumple para la zona norte del estado.

Los fenómenos naturales en Guanajuato afectan de manera considerable a los diferentes sectores económicos. Es por ello por lo que el tema de la prevención de desastres ha tomado relevancia en la agenda de la protección civil reconociendo que es indispensable establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos y no sólo prestar atención a las emergencias y desastres, dicho en otras palabras, se están orientando los esfuerzos a las acciones preventivas y no solo a las acciones reactivas. Por otro lado, el mejor conocimiento del comportamiento de los fenómenos hidrometeorológicos y por consiguiente el grado de las distintas vulnerabilidades significa contar con el apoyo indispensable para las medidas de prevención

Riesgos a la salud por efecto del cambio climático

La salud es muy vulnerable al cambio climático, especialmente por el aumento de temperatura y por la anomalía en las precipitaciones. Estos cambios ambientales están directamente relacionados al aumento de casos de diversas enfermedades, y están siendo objeto de estudio. Particularmente para el estado, los riesgos a la salud más significativos son enfermedades respiratorias, enfermedades estomacales y diarreas, golpe de calor, intoxicación por picadura de insectos venenosos y quemaduras en la piel por exposición al sol.

Asentamientos humanos y cambio climático.

La vulnerabilidad del entorno físico de los asentamientos humanos al cambio climático se ve representado en los municipios o territorios con mayor pobreza extrema y con mayores riesgos alimentarios y de salud por sequía, periodo que se presenta entre los meses de octubre y marzo, con una reducción moderada de lluvia entre abril y agosto y con riesgos ante eventos de posible inundación especialmente en septiembre.

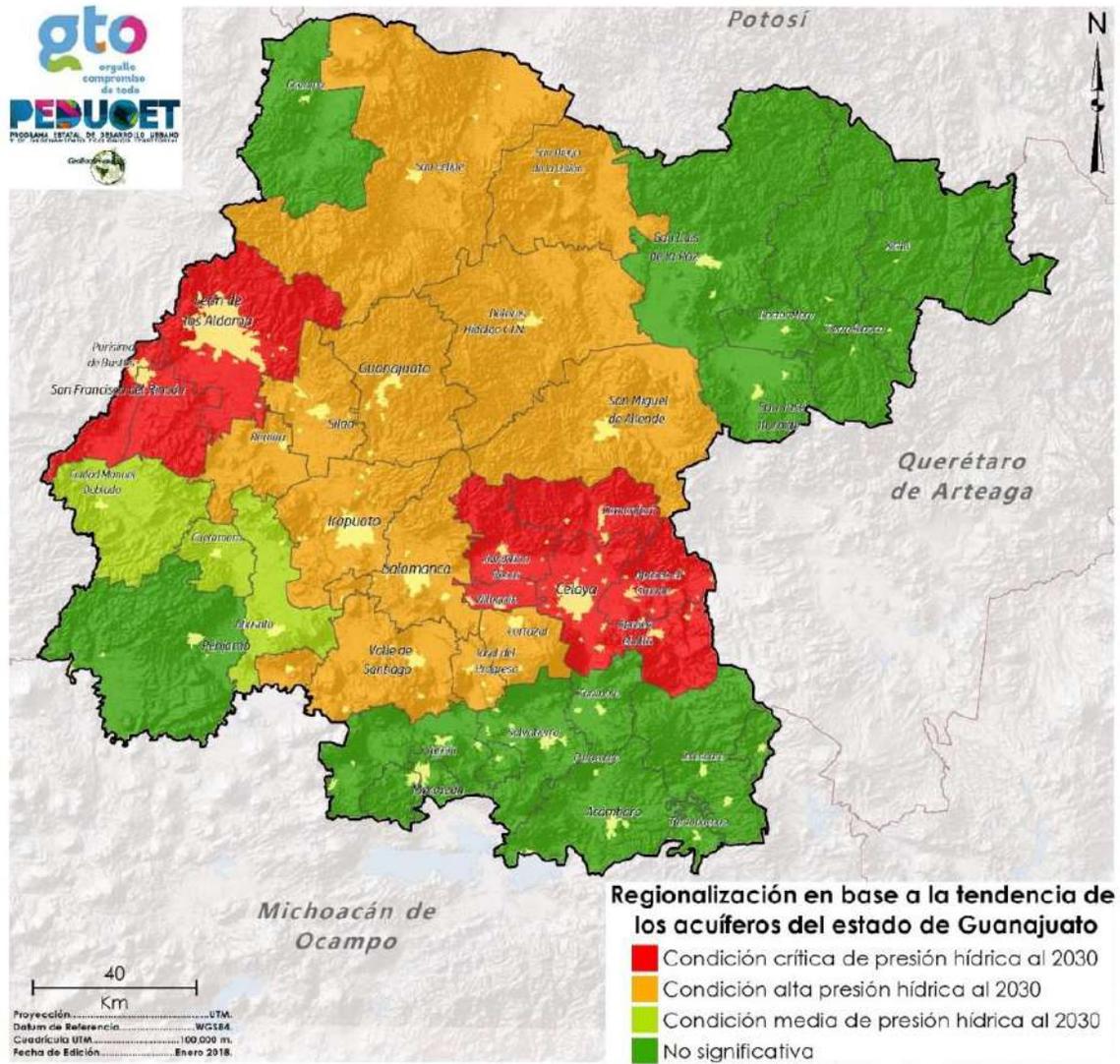
Las parcelas agrícolas que no cuentan con infraestructura y no tienen desarrollo tecnológico adecuado también son formen parte de los entornos vulnerables representando adicionalmente zonas con degradación ambiental por erosión fuerte o extrema del suelo.

En el Caso de los Recursos hídricos, seis de las trece regiones hidrológicas en la entidad presentan vulnerabilidad alta o muy alta al cambio climático, principalmente en el centro, este y sureste de la entidad.

Escenarios de vulnerabilidad al 2030

Los municipios de las cuencas Turbio-Palote y Laja-Allende son los que presentan una situación crítica por los cambios en el abasto de agua, ya que estas dos áreas están dentro del corredor industrial y tiene miras a seguir el crecimiento tanto pecuario como industrial.

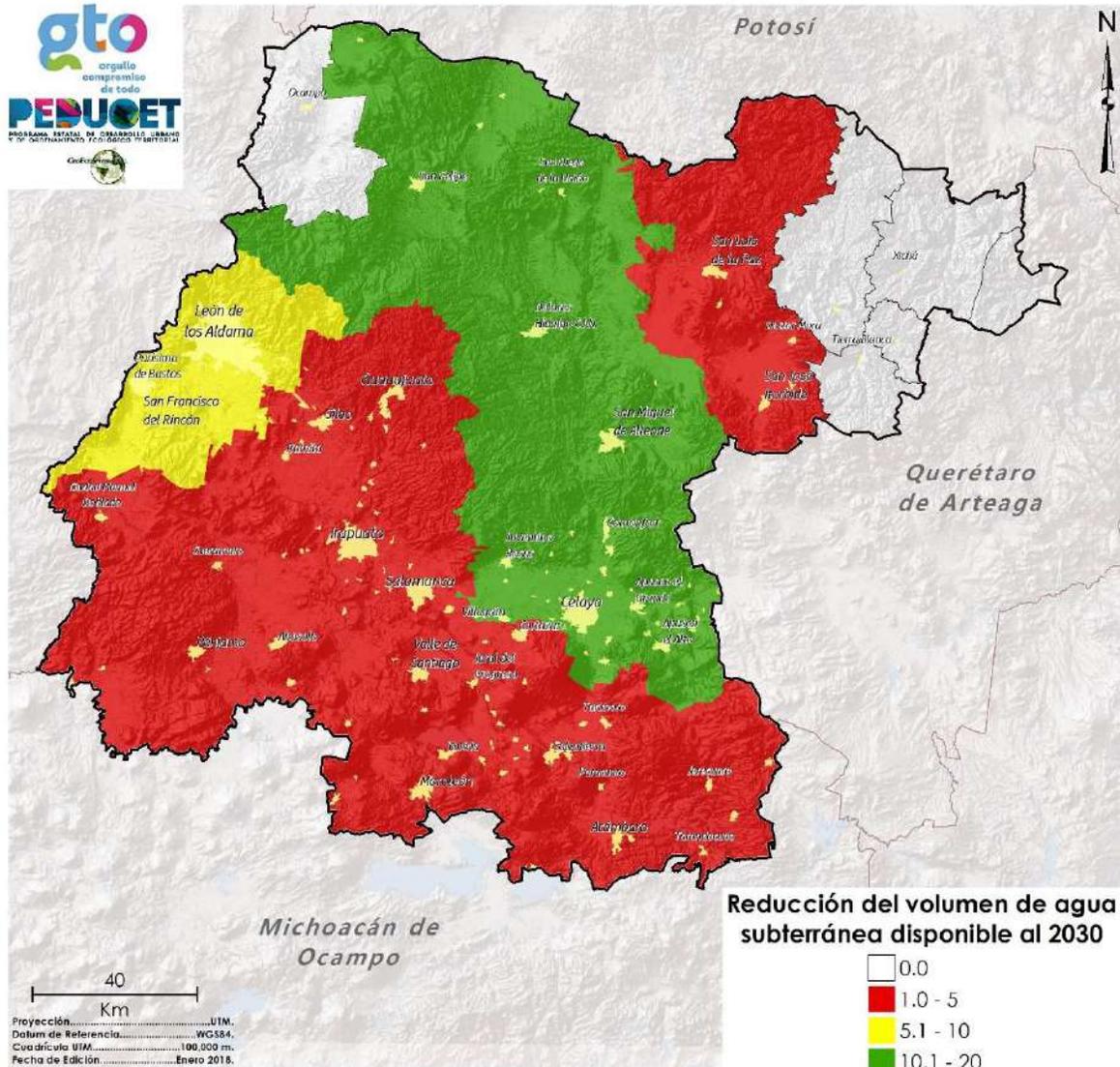
Mapa x. Regionalización en base a la tendencia de los acuíferos en el estado de Guanajuato al 2030.



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la cuenca hidrológica del Río Lerma, el cambio climático afectará al proceso lluvia-escorrentía, razón por la cual la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) considera a este proceso como la piedra angular para entender y anticipar dicho cambio.

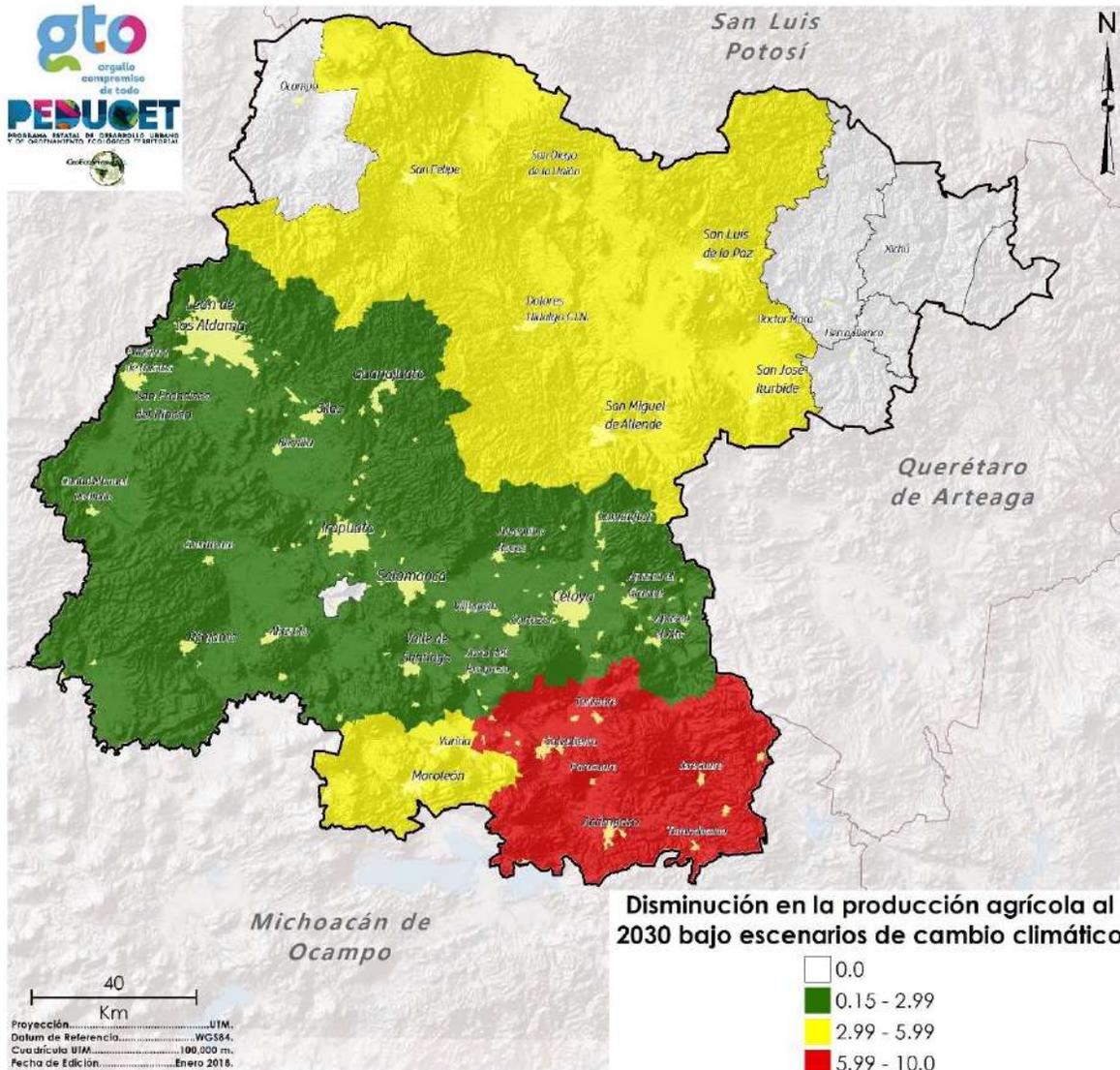
Mapa x. Reducción del volumen de agua subterránea disponible al 2030 bajo escenarios de cambio climático en el estado de Guanajuato



. Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

La producción agrícola se verá afectada en los rendimientos y por siniestralidad por eventos de sequía en la Cuenca Laja-Peñuelitas, Laguna Seca y en el Distrito de Riego 011 que incluye la cuenca Lerma- Solís y Lerma-Yuriria.

Mapa x. Disminución en la producción agrícola al 2030 bajo escenarios de cambio climático en el estado de Guanajuato

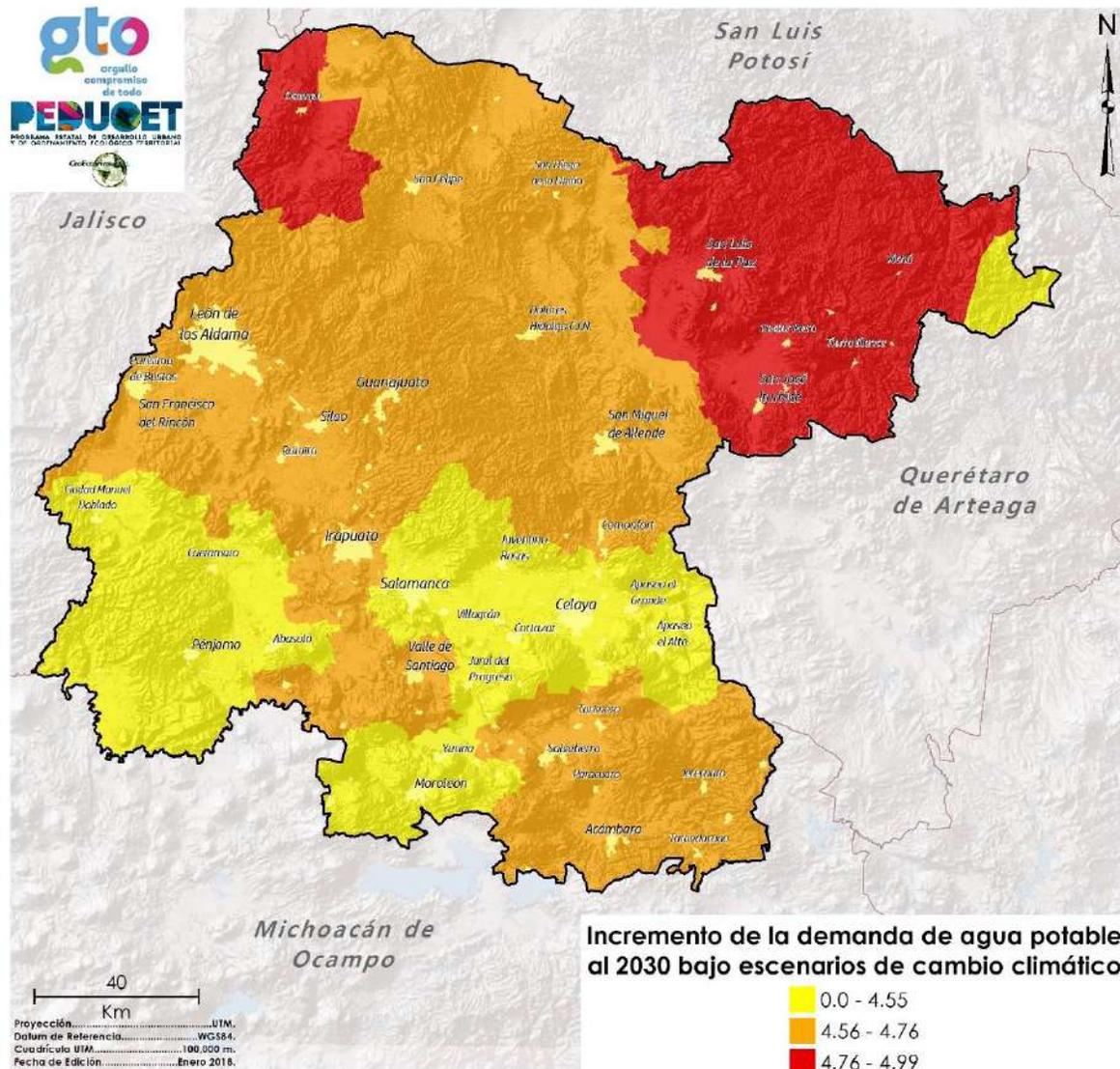


. Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

El incremento de la demanda de agua potable para el 2030 alcanzará el 5%, con la aclaración de que en las zonas donde la cobertura es baja, cualquier cambio por mínimo que sea será significativo, como es el caso de los municipios de la cuenca del Pánuco y Laguna Seca que abarca a San Luís de la Paz, Doctor Mora, San José de Iturbide, Victoria, Tierra Blanca, Xichú, Atarjea y Santa Catarina.

En la cuenca de Río Verde se presenta el mismo efecto debido a que existe una baja concentración poblacional que al aumentar de acuerdo con las proyecciones de población, el impacto será alto en comparación con otras zonas del estado.

Mapa x. Incremento de la demanda de agua potable al 2030 bajo escenarios de cambio climático en el estado de Guanajuato



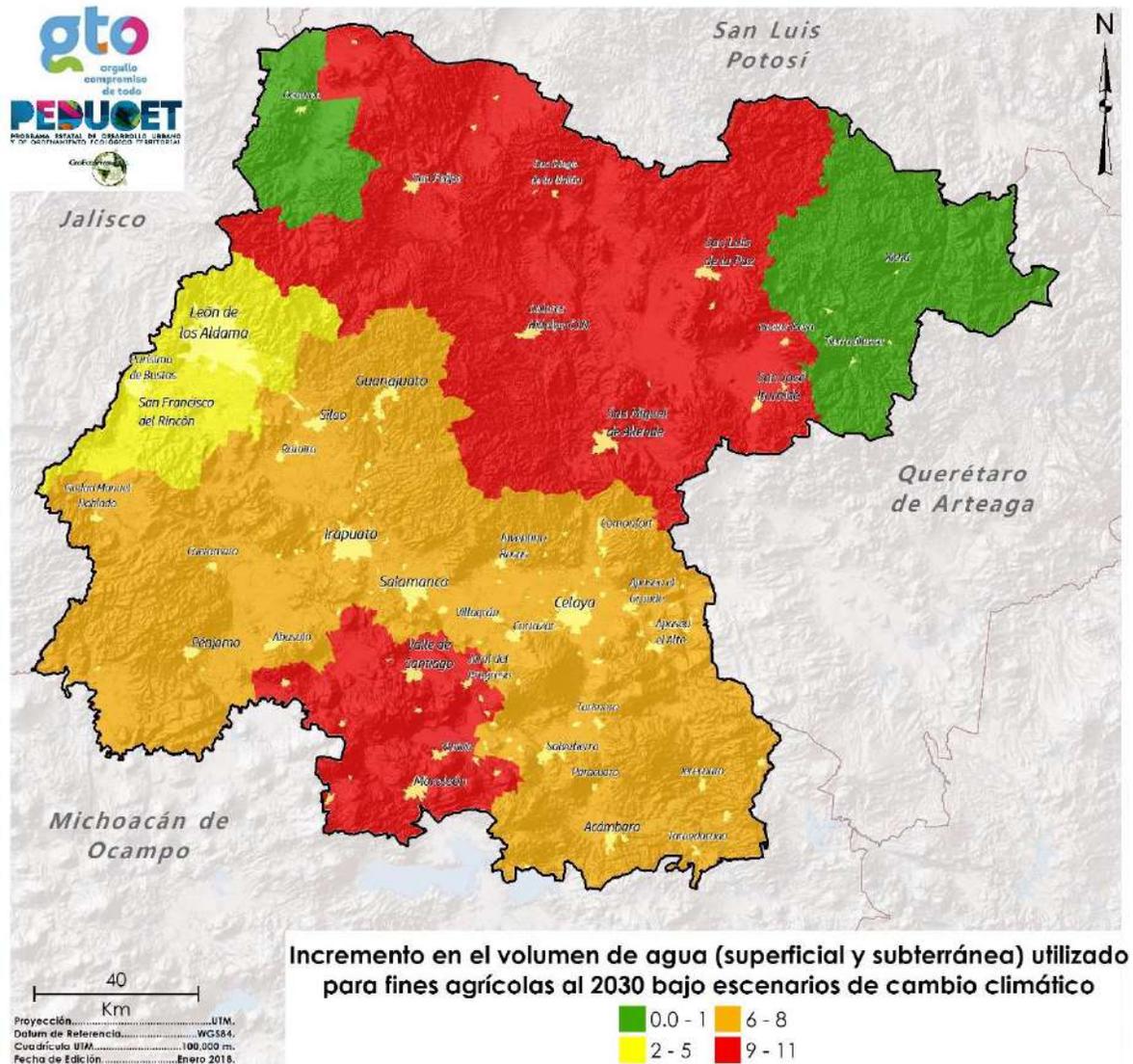
. Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

La extracción de agua subterránea para fines agrícolas al 2030 bajo escenarios de cambio climático, tendrá un incremento importante en las zonas de las cuencas del Turbio-Palote, Lerma-Salamanca y Lerma-Pénjamo con un aumento del 30 al 80 %. Sin embargo, es pertinente mencionar que las demás cuencas también tendrán incrementos significativos por lo que la demanda de agua podría ser un factor de restricción para que exista una mayor presión sobre el abasto de agua. De la misma manera en cuanto al uso de agua de fuentes superficiales, se observan incrementos significativos en las cuencas de Laguna Seca, Laja-Peñuelitas y Lerma-Valle con incremento de hasta el 10%.

También es muy importante observar que hay un decremento en el uso de agua superficial en las cuencas de Turbio- Palote, Lerma-Pénjamo, Rio Verde y Pánuco, lo que, en específico de León, San Francisco del Rincón y Purísima es debido a que el incremento de la zona urbana y de las industrias sustituyen a la demanda agrícola que existe en dichos municipios, pero por otro lado existe mayor compensación de dicho uso de agua superficial por un incremento de la demanda de agua subterránea, prácticamente todo el estado

tendrá un aumento del volumen de agua utilizado para la agricultura con incrementos de hasta el 11% respecto al nivel actual, lo que incrementaría el déficit hidráulico en abasto de agua estatal al 2030.

Mapa x. Incremento en el volumen de agua (superficial y subterránea) utilizado para fines agrícolas al 2030 bajo escenarios de cambio climático en el estado de Guanajuato.



Fuente: Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato, 2010.

Debido a los escenarios plantados anteriormente, es conveniente implementar políticas de adaptación que permitan la sustentabilidad de las actividades productivas, ya que en el caso de seguir con la tendencia actual se esperan afectaciones críticas en un corto y mediano plazo. Esto significa que las prácticas socioeconómicas tradicionales no pueden ser sostenidas, ya que las condiciones de abasto de agua y de los recursos naturales en general se ven seriamente afectadas en la actualidad.

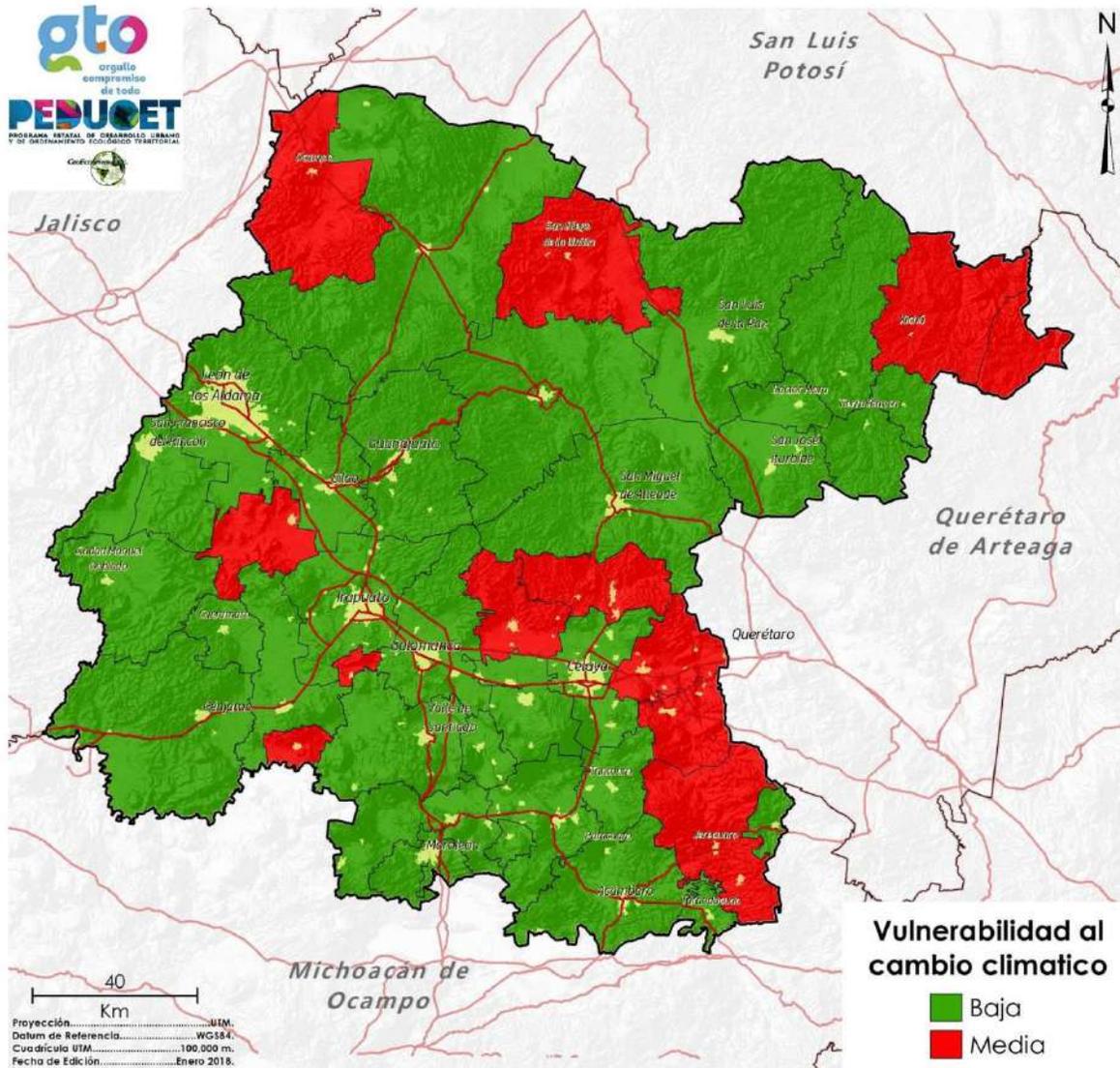
A nivel global México es considerado como un país con alto grado de vulnerabilidad ante el cambio climático. Dos factores son determinantes para esta consideración, por una parte su localización entre dos océanos, la latitud y relieves, que lo exponen a diferentes fenómenos hidrometeorológicos y, por otra parte, la condición de pobreza en la que vive

un alto porcentaje de la población agrava la situación ante esta condición de vulnerabilidad, reduciendo la capacidad de respuesta de individuos, hogares o comunidades, resultante de la relación entre el “entorno” y el “interno”, como consecuencia de la exposición a algún tipo de amenaza. El “entorno” aquel que ofrece un conjunto de oportunidades vinculadas a los niveles de bienestar a los cuales los individuos acceden en un determinado territorio y periodo de tiempo. Lo “interno” enfatiza la cantidad, calidad y diversidad de los recursos, activos o capitales que pueden ser movilizados para enfrentar la amenaza, lo cual hace referencia directamente a la “capacidad de respuesta” de los individuos, hogares o comunidades (Busso 2001).

En este contexto y de acuerdo con Monterroso *et al.*, (2014) los modelos y escenarios de cambio climático a nivel nacional muestran la vulnerabilidad y adaptación a los efectos de este. A partir de la información del Atlas Climático Digital de UNAM, se generó cartografía para el estado. En los mapas se puede notar que 12 municipios cuentan con categoría de vulnerabilidad media entre los cuales los más vulnerables son Santa Cruz de Juventino Rosas, Romita y Pueblo Nuevo.

El resto de los municipios tiene vulnerabilidad baja, no obstante, es necesario implementar medidas que ayuden a disminuir los posibles impactos del cambio climático y se vislumbre una disposición clara para anticiparse a ellos.

Mapa x. Vulnerabilidad al cambio climático en Guanajuato

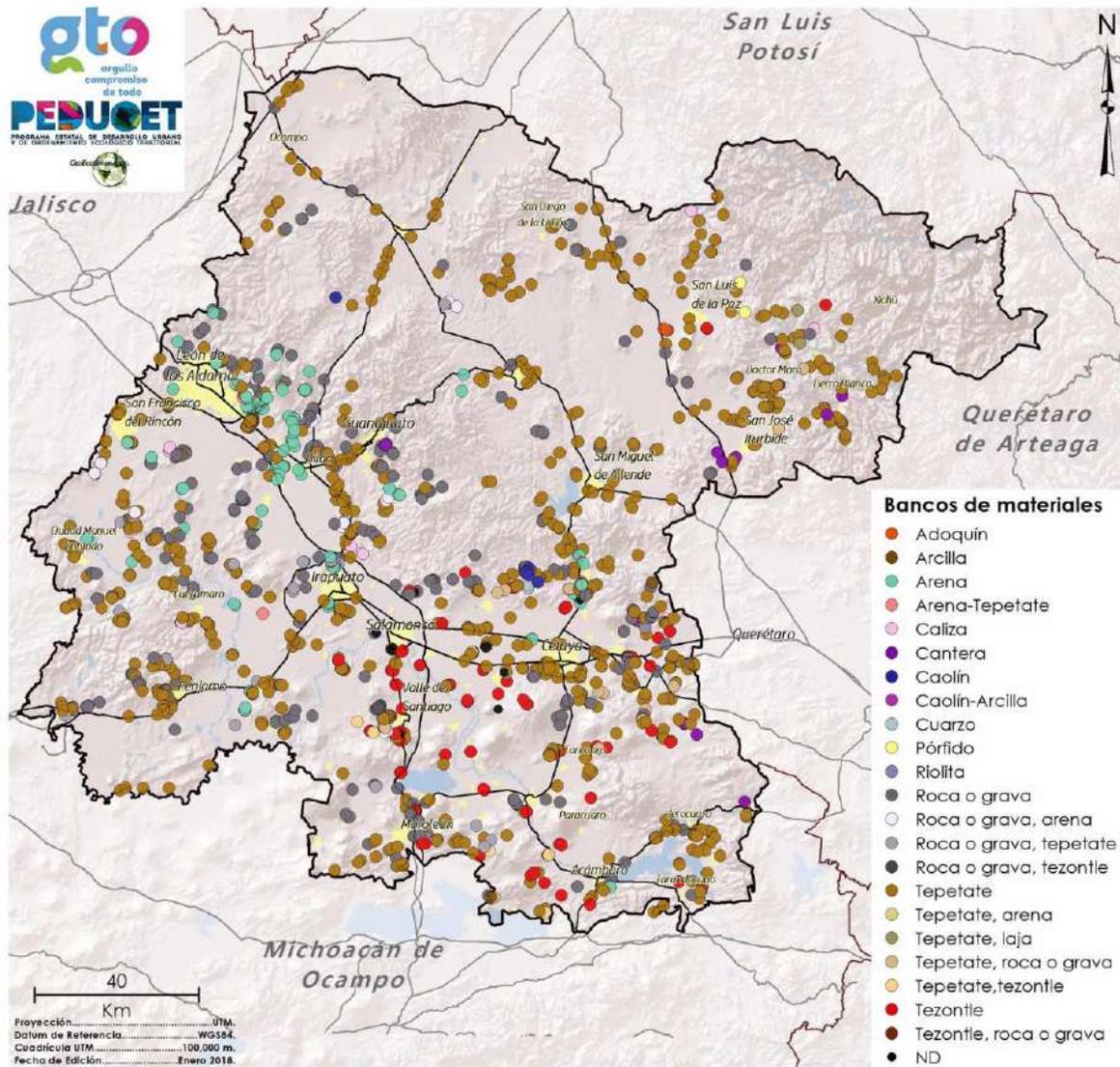


. Fuente: elaboración propia, con base en Monterroso et al., 2014.

En la vulnerabilidad por sectores destacan el agrícola, el ganadero y el forestal. Sin embargo, es importante mencionar que el sector hídrico presenta niveles altos y medios, lo cual a su vez impacta en la vulnerabilidad de los otros sectores.

Bancos de materiales

Mapa x. Bancos de materiales por tipo de material



Fuente: Instituto de Ecología del estado de Guanajuato 2015.

Potencial Geológico-minero

Minería metálica y no metálica:

A nivel nacional, el territorio estatal es considerado con alto potencial minero, principalmente para la extracción de elementos metálicos como, hierro, cobre, molibdeno entre otros. De acuerdo a datos de la Secretaría de Economía, el total de concesiones en el Estado hasta diciembre de 2017 es de 631 concesiones vigentes en un área de 309,209ha,

ubicadas en el territorio estatal como se muestra en el siguiente mapa Concentración de actividad de minería metálica y no metálica en el estado.

Con información de la Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable con datos a diciembre de 2017, las principales Minas en explotación de Metálicos se ubican en el Municipio de Guanajuato.

Nombre de Mina	Substancia	Producción t/día
Bolañitos	Au, Ag, Cu	1,100
Villa Seca	Au, Ag, Cu	720
El Cubo	Au, Ag, Cu	480

Las Principales Minas en Explotación de No metálicos se ubican en:

Municipio	Substancia
Apaseo el Grande	Grava y arena
Silao	Grava y arena
León	Cemento,grava, arena,
Comonfort	Grava, arcillas, pizarras,caolín
San Francisco del Rincón	Caliza, agregados pétreos (basalto)
San José Iturbide	Arena sílica, grava y arena
Dolores Hidalgo	Agregados pétreos (basalto)
Irapuato	Grava y arena
Cuerámaro	Grava y arena
Salamanca	Grava y arena
Pénjamo	Tezontle
Acámbaro	Grava y arena
Moroleón	Grava y arena
San Diego de la Unión	Basalto, pórfido laja
Tarandacua	Grava y arena
Juventino Rosas	Grava y arena
Guanajuato	Grava y arena
San Luis de la Paz	Porfido y laja, adoquín
Tarimoro	Tezontle
Valle de Santiago	Arena volcánica
Santiago Maravatio	Tezontle
Celaya	Tierra fuller
San Felipe	Zeolitas

Como parte de las actividades relacionadas a la minería (metálicos), se identifican diversos proyectos de exploración dentro del Estado de Guanajuato; los municipios en donde se desarrollan estas actividades son Dolores Hidalgo, Guanajuato, San Felipe, León, Xichú, y, San Luis de la Paz, además de algunos proyectos de exploración de no metálicos en Comonfort y San José Iturbide.

El municipio en donde se identifican unidades minero metalúrgicas y de transformación de metálicos activas en el estado es Guanajuato, principalmente de Oro, Plata y Cobre a través de un proceso de Flotación, y los municipios con unidades minero metalúrgicas y de transformación de no metálicos son San José de Iturbide, Dolores Hidalgo, León, Guanajuato, San Luis de la Paz y San Diego de la Unión, todos activos.

Geoformas por Subregión

Tabla xx. Geoformas por subregión en el estado de Guanajuato.

Región	Subregión	planicie aluvial	pedemonte	Lomeríos medios	Lomeríos altos	Lomeríos bajos	lomeríos y piede de montes	montañas bajas	montañas medias	montañas altas	montañas
Noreste	1- Sierra Gorda	2.4	0.0	0.3	0.9	0.1	1.4	1.6	76.0	18.6	96.2
	2- Chichimeca	36.0	4.2	3.4	4.2	2.2	14.0	6.4	43.3	0.3	50.0
Norte	3- Sierras de Guanajuato	33.0	10.2	4.7	5.9	4.2	25.1	10.7	31.2	0.0	41.9
	4- Bicentenario	11.9	20.8	8.4	7.3	13.6	50.1	7.3	30.7	0.0	38.0
Centro	5- Metropolitana de León	46.3	12.1	6.8	3.6	7.0	29.5	3.8	20.4	0.0	24.2
	6- Metropolitana Irapuato - Salamanca	54.6	11.1	4.6	3.0	3.7	22.4	4.6	18.4	0.0	23.0
	7- Metropolitana Laja Bajío	41.2	8.1	5.2	5.7	2.3	21.3	6.7	29.3	1.5	37.5
Sur	8- Agave Azul	41.2	11.6	6.7	7.8	5.6	31.7	7.5	19.5	0.0	27.0
	9- Lacustre	30.6	10.8	4.6	4.9	7.1	27.5	4.7	34.8	2.4	41.9
	10- Sierra de los Agustinos	14.3	17.2	8.8	5.9	10.9	42.8	4.8	35.9	2.1	42.8

Fuente: Elaboración propia

Territorio

Uso de suelo y vegetación 2017

Metodología.

Para la elaboración de la cartografía de uso de suelo y vegetación actualizada se utilizaron imágenes de alta resolución del año 2017 capturadas por el sensor Digital Globe con una resolución espacial de un metro por píxel. Las imágenes adquiridas tienen una corrección geométrica aplicada con base en la posición del satélite y requieren una ulterior corrección a partir de información espacial más precisa. Como referencia espacial se utilizaron ortofotos digitales del INEGI (INEGI, 1993). Utilizando el programa de procesamiento de imágenes ERDAS Imagine, se ubicaron aproximadamente 20 puntos de control por imagen y se aplicó una transformación con polinomio de segundo grado.

La clasificación del territorio se realizó a través de la interpretación visual de las imágenes a una escala 1: 10,000, a través de la poligonización de cada tipo de uso de suelo o vegetación, utilizando el software ArcGIS 10.3 como plataforma para la vectorización.

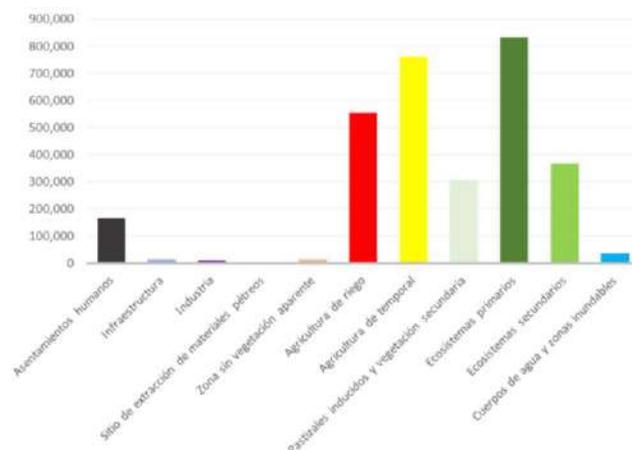
Para la verificación de la interpretación visual de las imágenes y su corrección en aquellos casos donde fuera necesaria, se llevaron a cabo 4 recorridos realizados durante los cuales se tomaron puntos de verificación de usos de suelo y tipos de vegetación. El diseño del muestreo de campo se realizó mediante la observación de la imagen de satélite, sobre la que se trazaron una serie de transectos que garantizarán visitar los diferentes ecosistemas del área de estudio y evaluar su estado de conservación, así como los principales corredores urbanos y económicos.

En cada recorrido se tomaron alrededor de 40 puntos de muestro, cada uno de los cuales cuenta con fotografía, descripción de actividades o usos de suelo, y ecosistemas identificados.

A partir de la clasificación de las imágenes de satélite mediante su interpretación visual se obtuvieron 40 categorías de uso de suelo y tipos de vegetación. La clasificación de las categorías de vegetación se basó en la clasificación de Miranda y Hernández.

Resultados por Región y Subregión.

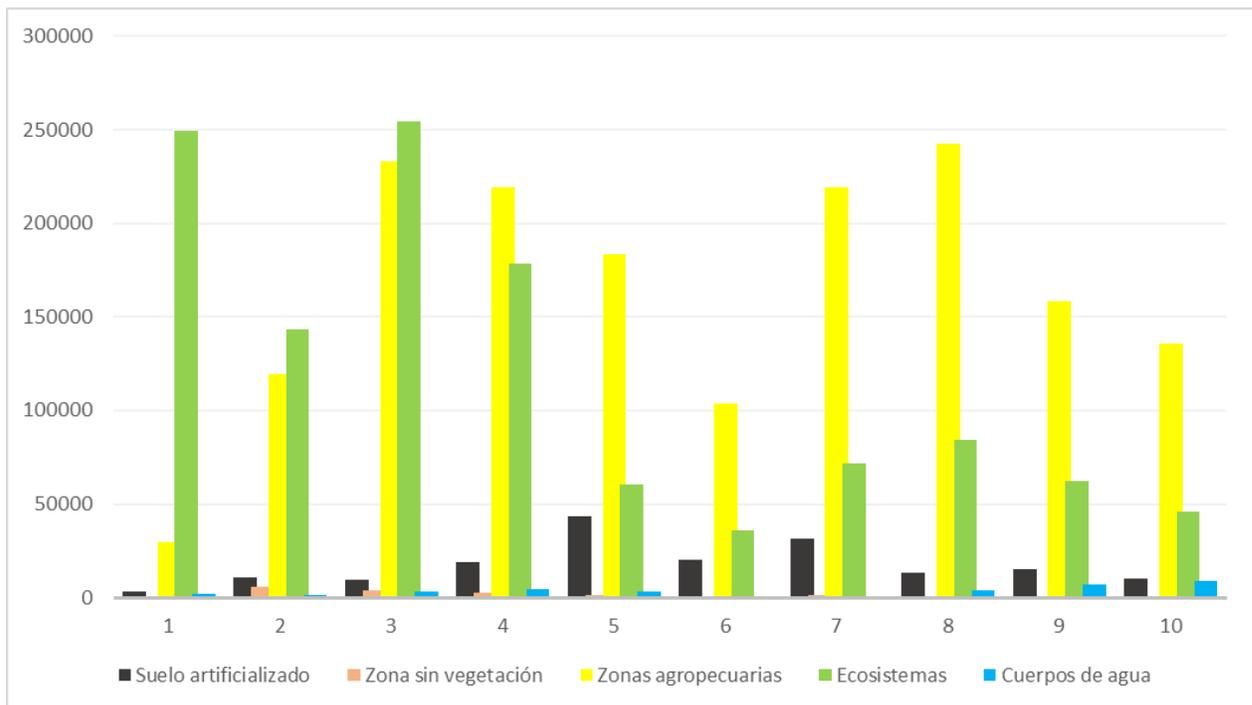
Gráfica XX. Superficie por usos de suelo y ecosistemas generales. 2017



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales imágenes satelitales del 2017.

Existe una marcada heterogeneidad en la proporción de las diferentes coberturas de uso de suelo y vegetación si se analiza el territorio del estado por subregión. Por ejemplo, en la Sierra Gorda (subregión I), los ecosistemas primarios y secundarios son la cobertura dominante, ocupando el 87% de su superficie, mientras que las actividades agropecuarias y asentamientos humanos se encuentran restringidos respectivamente al 10 y 1% de su territorio. En contraste, en la Zona Metropolitana de León (subregión V) los ecosistemas apenas ocupan el 21% de su superficie a diferencia de las zonas agropecuarias que ocupan el 62% y los asentamientos humanos el 13%. En general los ecosistemas del estado se concentran en las subregiones 1, 2, 3 y 4, mientras que el suelo artificializado es más evidente en las subregiones 5, 6, y 7, correspondientes a las zonas metropolitanas de León, Irapuato-Salamanca y Laja Bajío. Los cuerpos de agua se concentran en las subregiones 8, 9 y 10, mientras que las actividades agrícolas predominan prácticamente en todas salvo en las subregiones Sierra Gorda, Chichimeca y Sierras de Guanajuato.

Gráfica XX. Superficie de cobertura de uso de suelo por subregión.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Es evidente que algunos usos de suelo se encuentran concentrados en algunas subregiones o regiones específicas. Tal es el caso del uso industrial, del que más del 80% se concentra en la región Centro constituida por las subregiones 5, 6 y 7. Otro uso favorecido por el crecimiento acelerado relacionado con el corredor de la carretera 45 es la extracción de materiales pétreos, cuyos sitios se concentran en las mismas subregiones que el sector industrial. Otros usos como la agricultura de riego se concentran en las regiones Centro y Sur, mientras que en las regiones Norte y Noreste su superficie se encuentra mucho más acotada. Así mismo es posible identificar que los ecosistemas del estado se encuentran concentrados en las regiones Norte y Noreste.

Tabla XX. Superficie de los principales usos de suelo y vegetación por subregión.

Región	Subregión	Asentamientos humanos	Infraestructura	Industria	Sitio de extracción de materiales pétreos	Zona sin vegetación aparente	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Pastizales inducidos y vegetación secundaria	Ecosistemas primarios	Ecosistemas secundarios	Cuerpos de agua y zonas inundables
Noreste	1	2,629	1,035	2	48	870	2,941	15,700	10,942	199,560	51,892	1,917
	2	8,348	1,423	1,051	234	5,300	29,682	53,519	36,235	92,469	51,077	1,621
Norte	3	7,631	1,385	200	218	3,837	10,721	169,854	50,544	216,222	41,005	3,259
	4	17,548	627	274	162	2,148	43,645	106,450	62,596	119,571	65,162	4,275
Centro	5	46,284	1,577	3,034	1,304	1	61,075	97,254	16,977	40,169	20,683	3,720
	6	14,457	3,432	2,158	710	109	72,515	24,724	6,129	20,625	15,078	863
	7	26,040	1,619	3,118	909	246	107,650	83,051	28,473	48,625	23,260	945
Sur	8	17,828	880	7	319	0	106,575	95,940	33,809	54,527	30,918	4,018
	9	14,328	862	158	574	113	64,997	62,343	30,758	13,404	49,298	7,130
	10	8,876	845	30	258	122	54,781	51,748	28,717	28,368	18,134	8,644
Estado		149,942	163,970	13,684	10,031	4,737	12,745	554,581	760,583	305,180	833,540	366,507

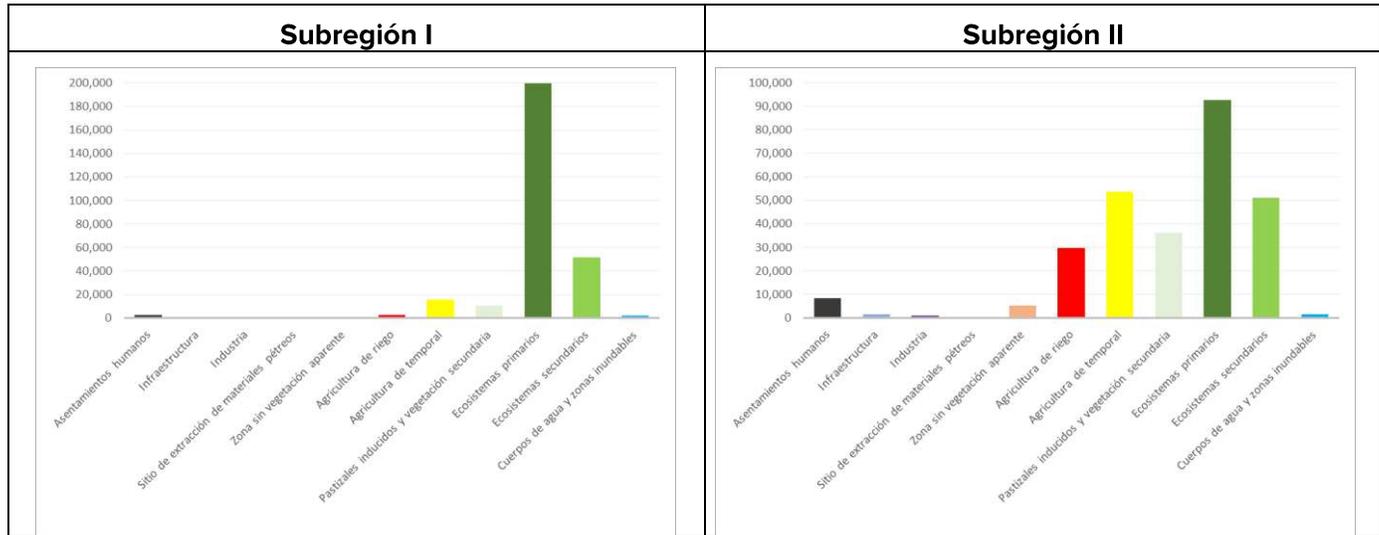
Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

La subregión I, Sierra Gorda, se caracteriza por sus grandes territorios cubiertos de importantes macizos forestales, con una extensión de más de 250,000 ha. Los ecosistemas más representativos son los matorrales crasicaule y submontano, seguidos de bosques templados de encino y mixtos de pino-encino. Las actividades agropecuarias son incipientes ocupando apenas el 10%, donde la agricultura de temporal es la actividad más difusa, con una superficie de apenas 15,700 ha, aun y cuando gran parte de su población depende del sector primario. Los asentamientos humanos se encuentran dispersos y son muy pequeños y cubren solamente el 1% de la superficie de la subregión.

Una situación similar se presenta en la subregión Chichimeca (II), en la que los ecosistemas también representan la cobertura de uso de suelo de mayor distribución, aunque a diferencia de la Sierra Gorda en esta subregión ocupan el 50% de su superficie. Las características de menor pendiente y mayor accesibilidad en esta subregión han favorecido un mayor desarrollo de actividades humanas, principalmente agropecuarias, las cuales

ocupan una superficie de 119,450 ha (43% del territorio subregional), donde la agricultura de temporal es la de mayor distribución con una superficie de 53,500 ha. El suelo artificializado ocupa el 4% del territorio de la subregión Chichimeca, principalmente por asentamientos humanos que representan 8,350 ha, mientras que la industria y la infraestructura suman 1,050 y 1,400 ha respectivamente.

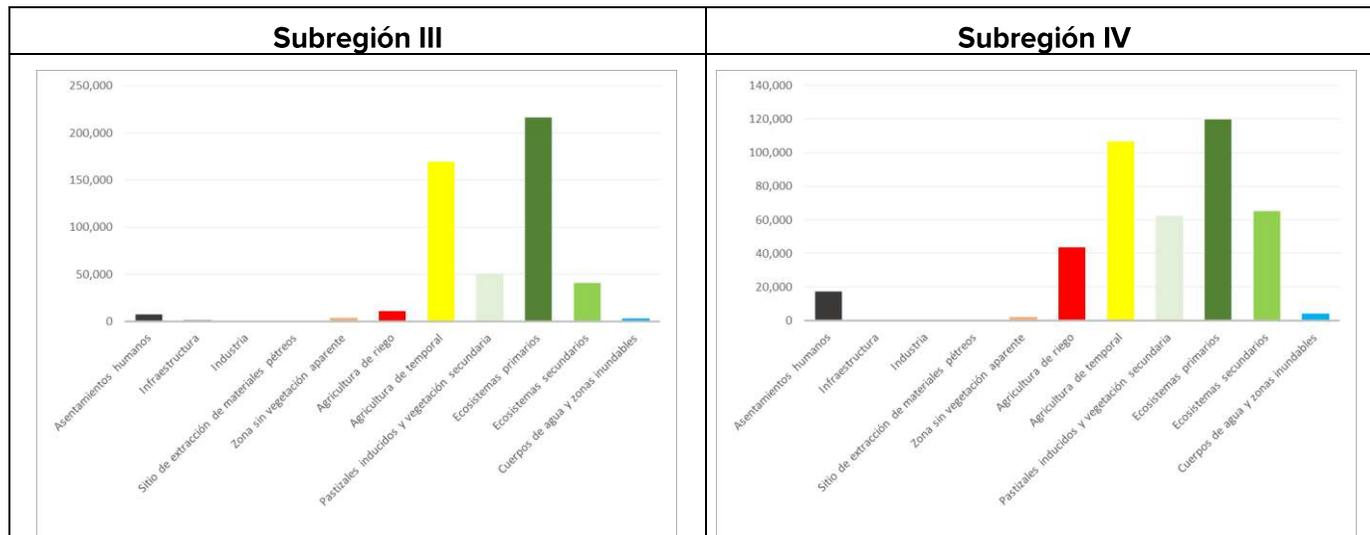
Gráfica XX. Usos del suelo de la región Noreste.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

La región Norte, compuesta por las subregiones Sierras de Guanajuato y Bicentenario, presenta un territorio un tanto homogéneo, en el cual los ecosistemas y actividades agropecuarias ocupan la mayor parte del territorio. En ambas la combinación de estos dos tipos de coberturas corresponde al 95% del territorio, con una ligera diferencia, dado que mientras que en la subregión III los ecosistemas son la cobertura de mayor importancia con el 51% del territorio subregional, en la subregión IV, ocupan el 44% solo por detrás de las actividades agropecuarias. En ambos casos la superficie de suelo artificializado es pequeña, del 2 y 4 % respectivamente.

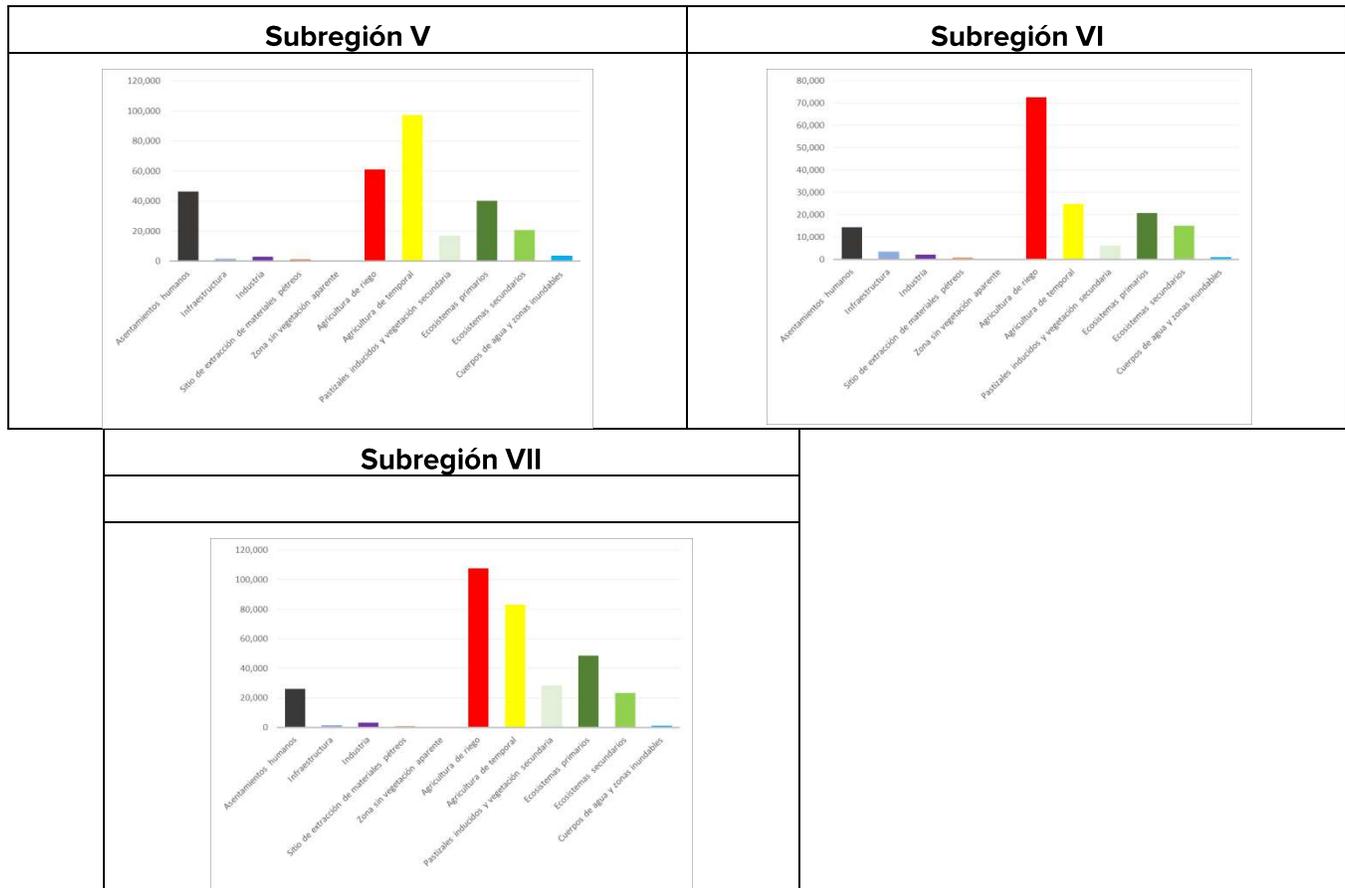
Gráfica XX. Usos del suelo de la Región Norte.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Al igual que para la región Norte, la región Centro del estado presenta cierta homogeneidad en el patrón de ocupación del suelo. Gracias al corredor de la carretera 45 conocido como la ciudad lineal que une los principales centros urbanos de la entidad, se han desarrollado numerosos desarrollos industriales, relacionados a grandes complejos de infraestructura mixta y a zonas urbana. Esta región está compuesta por las zonas metropolitanas de León, Irapuato-Salamanca y Laja-Bajío (subregiones V, VI y VII), en las que las actividades agropecuarias son la cobertura más representativa, ocupando el 60, 64 y 68 % del territorio de cada una de las subregiones. La actividad agrícola de mayor superficie en esta región es la agricultura de riego, aunque pueden observarse ciertas diferencias: mientras que en la subregión VII esta actividad supera las 107,500 ha, ocupando el 33% y en la subregión VI representa el 45%, en el caso de la subregión V su distribución es relativamente menor, restringiéndose al 21%, mientras que la agricultura de temporal es la actividad con mayor superficie alcanzando 97,250 ha (33%). Así mismo a diferencia de las subregiones anteriores, el suelo artificializado en la región Centro alcanza una superficie de casi 102,000 ha, es decir el 13% de la región, distribuyéndose de la siguiente manera: 51,500 ha en la subregión V, 20,000 ha en la subregión VI y 30,500 ha en la subregión VII. La actividad industrial es muy importante en esta región ya que en ella se concentra el 83% de la superficie ocupada por esta actividad en el territorio estatal.

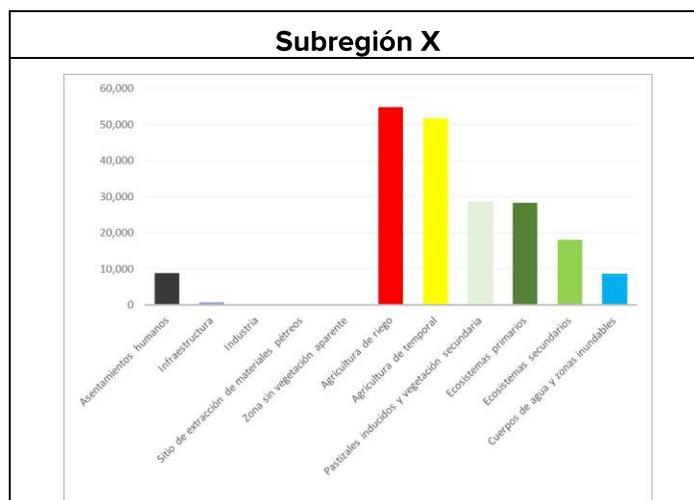
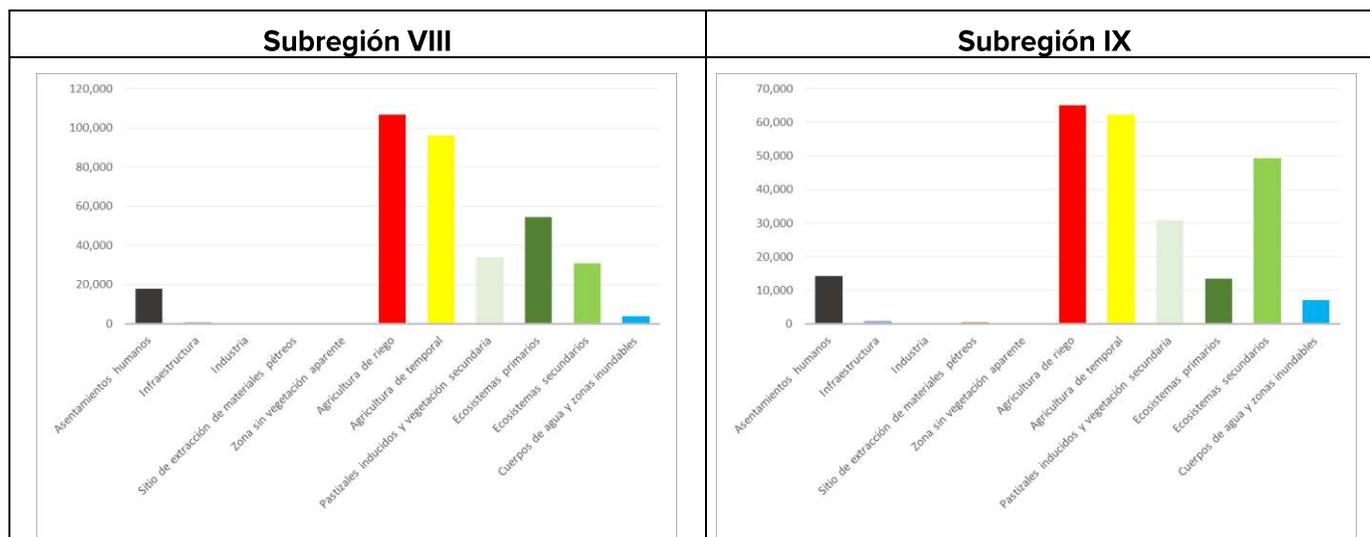
Gráfica XX. Usos del suelo de la Región Centro.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

La región Sur al igual que la Centro presenta como uso predominante las actividades agropecuarias ocupando una superficie total de 530,000 ha, y teniendo de nuevo a la agricultura de riego como la actividad que más superficie ocupa, con 106,575 ha, 65,000 y 54,780 en las subregiones VIII, IX y X respectivamente. Los ecosistemas de nuevo se encuentran relegados a la segunda posición de cobertura, ocupando la cuarta parte del territorio de cada una de las subregiones de la región centro y con una superficie total de alrededor de 195,000 ha. La principal diferencia con la región Centro radica en la menor superficie de suelo artificializado, con apenas 43,800 ha para toda la región, cifra menor a la existente tan solo en la zona metropolitana de León.

Gráfica XX. Usos del suelo de la Región Sur.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Análisis de cambios de uso de suelo

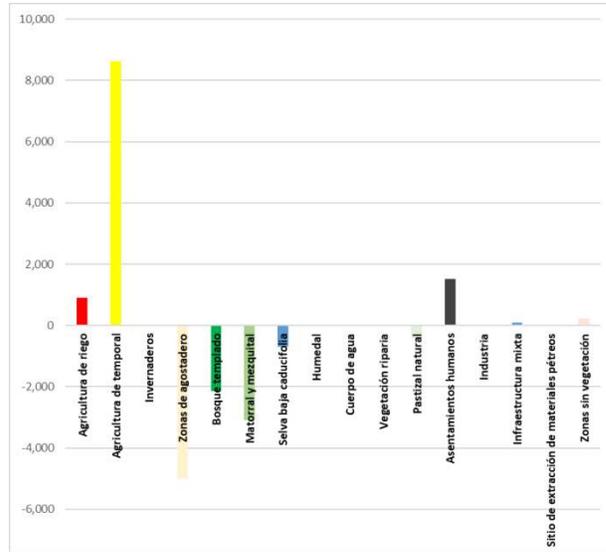
Tasa de cambio en uso de suelo y vegetación

Resultados por Región y Subregión

Subregión I (Sierra Gorda)

En esta subregión los cambios de mayor notoriedad están relacionados al crecimiento de la frontera agrícola, particularmente de la agricultura de riego con 900 ha y la agricultura de temporal con 8,600. Gran parte de esta ganancia se da a costa de la pérdida de superficie ecosistémica. Ecosistemas como el bosque templado y el matorral disminuyeron su superficie en 2,150 ha y 3,100 ha respectivamente. Las zonas de agostadero aumentaron su superficie en 5,000 ha y los asentamientos humanos de 1,500 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión I. 2009 – 2017



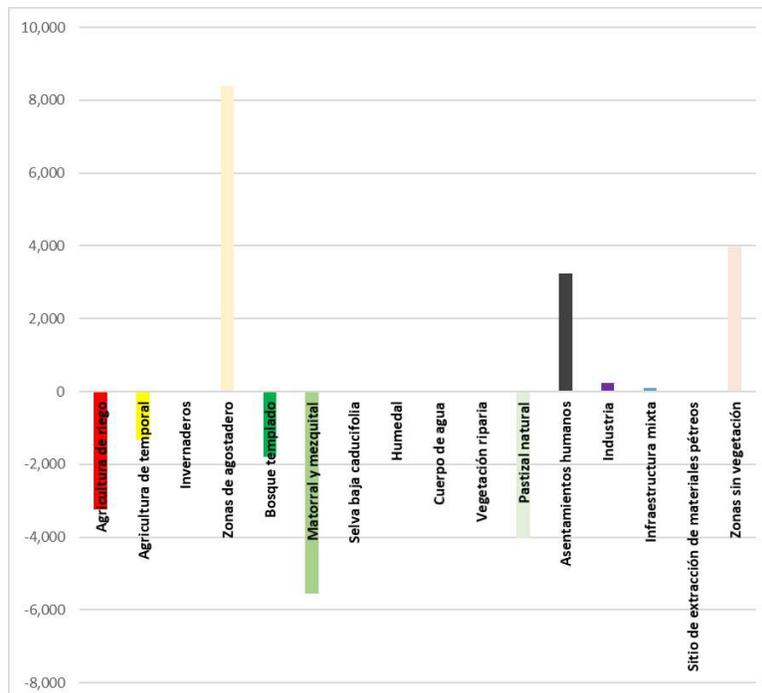
Fuente:

a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017. Elaboración propia, generada

Subregión II (Chichimeca)

En esta subregión los principales cambios se dan por la pérdida de zonas agrícolas, el aumento de zonas de agostadero o deforestadas, la pérdida de superficie ecosistémica y el aumento de los asentamientos humanos. Para el caso de la agricultura, esta pierde 4,550 ha, de las cuales 3,230 corresponden a zonas de riego, mientras que las 1,320 ha restantes a zonas de temporal. Al igual que en la subregión I, se registra una pérdida de superficie ecosistémica que asciende a 7,350 ha. El bosque templado registró una disminución de 1,800 ha, mientras que el matorral de más de 5,500 ha. Las zonas de agostadero y sin vegetación aparente aumentaron su superficie en 8,350 y 4,000 ha respectivamente, principalmente a causa de la degradación de la cobertura vegetal y la deforestación. El crecimiento de asentamientos humanos en esta región es considerablemente mayor que en la Sierra Gorda y asciende a 3,230 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión II. 2009-2017

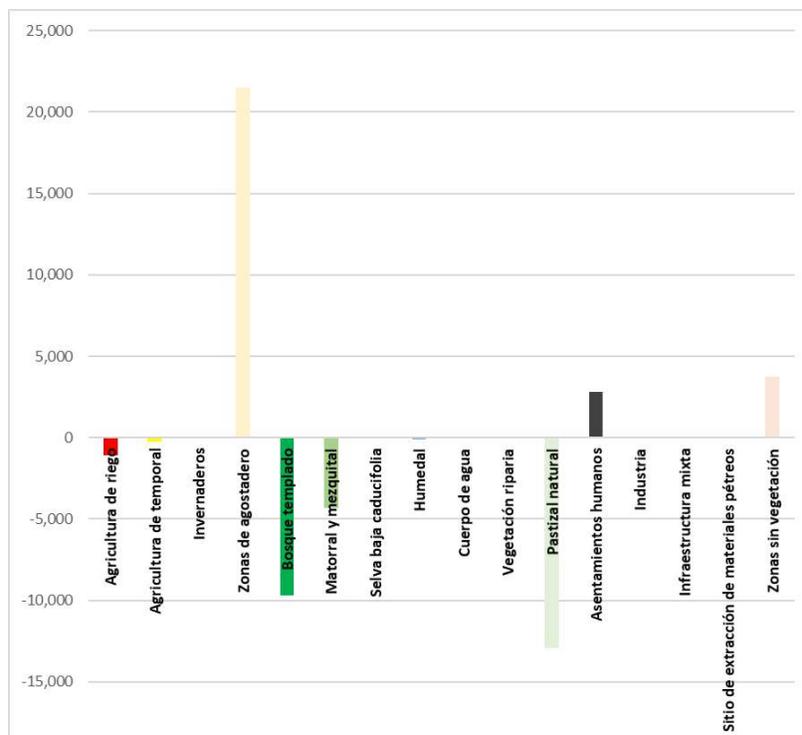


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión III (Sierras de Guanajuato)

En esta subregión la tendencia de cambio de la cobertura de uso de suelo se mantiene constante con lo observado en las subregiones I y II. Sin embargo, las superficies de pérdida de ecosistemas son mayores, aunque esto puede ser proporcional a la mayor superficie de esta subregión. El bosque templado decrece 9,650 ha, los pastizales naturales 12,900 ha, mientras que el matorral 4,300 ha. La frontera agrícola se mantiene prácticamente constante, aunque presenta un ligero decremento de 1,080 ha de zonas de riego y 250 ha de temporal. Las zonas de agostadero aumentan en 21,500 ha, principalmente por la degradación de ecosistemas hacia zonas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea y pastizales inducidos. Los asentamientos humanos presentan un crecimiento moderado de alrededor de 2,850 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión III. 2009-2017

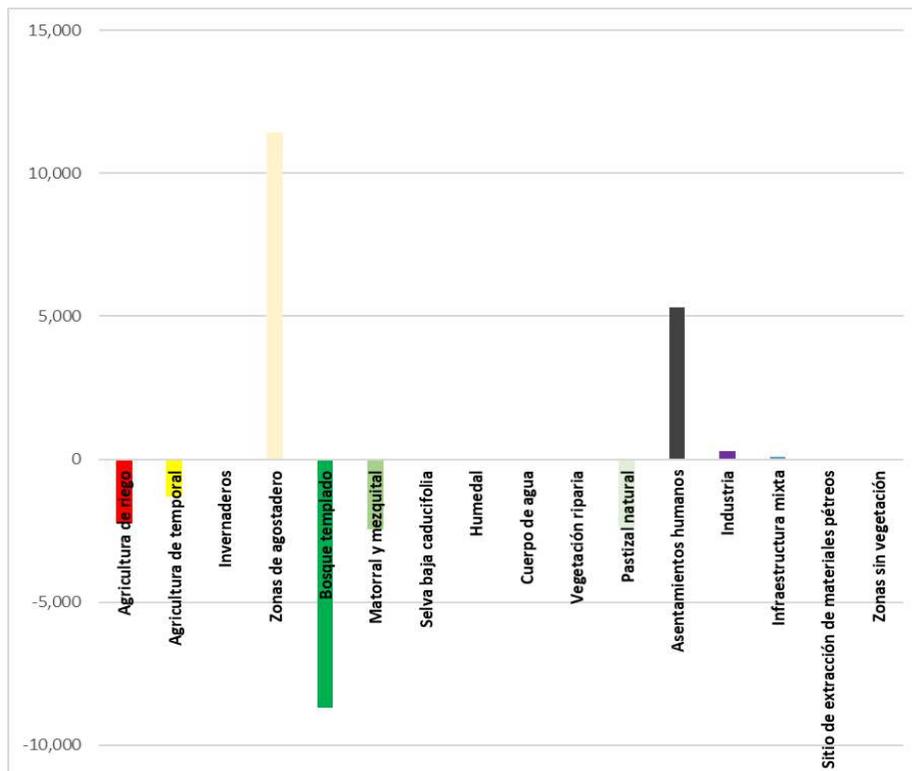


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión IV (Bicentenario)

Para el caso de la subregión VI, la dinámica de cambio observada en las demás subregiones del norte y noreste de Guanajuato se mantiene. Existe un decremento de la frontera agrícola de 2,250 ha de zonas de riego y 1,300 ha de temporal. Los ecosistemas decrecen 13,550 ha, de las cuales 8,700 corresponden a bosque templado, 2,450 a matorrales y 2,400 a pastizal natural. Las zonas de agostadero aumentan considerablemente en 11,400 ha. En esta subregión a diferencia de las subregiones I, II y III, ya es posible observar un crecimiento mayor de los asentamientos humanos que asciende a 5,300 ha, mientras que la industria presenta un crecimiento pequeño de 270 ha. Este crecimiento de zonas urbanizadas se da principalmente en los municipios de Guanajuato y San Miguel de Allende donde existen centros urbanos de mayor jerarquía que en las subregiones anteriores.

Gráfica XX.. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión IV. 2009-2017.

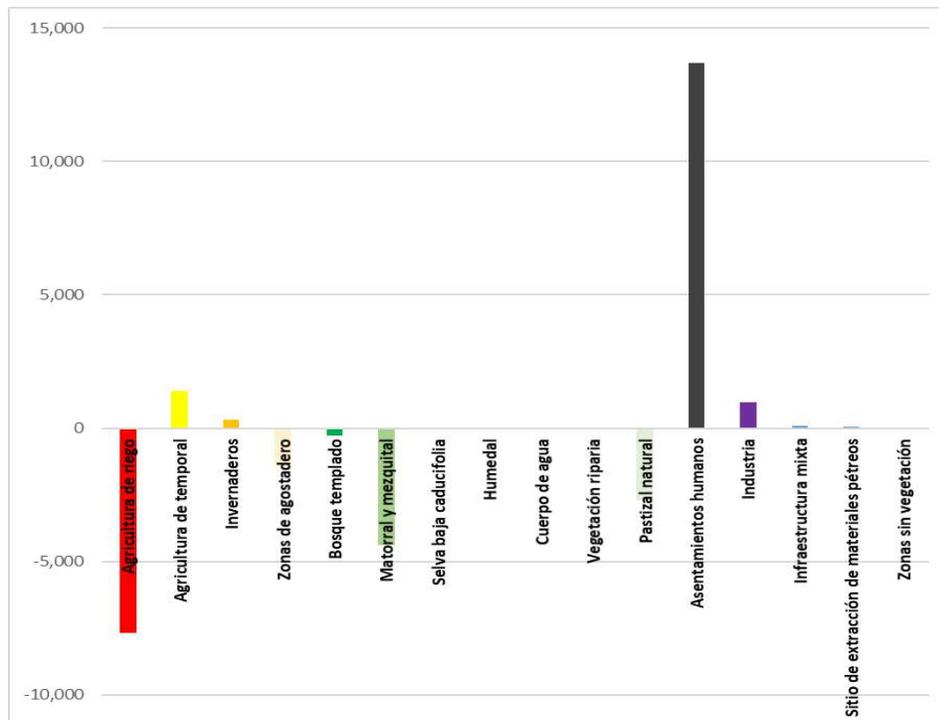


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión V (Zona Metropolitana de León)

La dinámica de cambio de uso de suelo en la subregión V, ya muestra diferencias relevantes con respecto al norte de Guanajuato. Principalmente en un aumento más considerable de las zonas urbanas y suelo artificializado. Los asentamientos humanos aumentan 13,700 ha, mientras que la industria e infraestructura en 970 y 90 ha respectivamente. La pérdida de ecosistemas es menor (7,350 ha), aunque en general en esta subregión como se manifestó en apartados anteriores no existe una cobertura vegetal muy importante. Se mantiene la tendencia de pérdida de zonas agrícolas, particularmente de riego que decrece 7,700 ha, mientras que la agricultura de temporal presenta una ligera ganancia de 1,400 ha. A diferencia de las subregiones anteriores las zonas de agostadero presentan una disminución de 1,400 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión V. 2009-2017

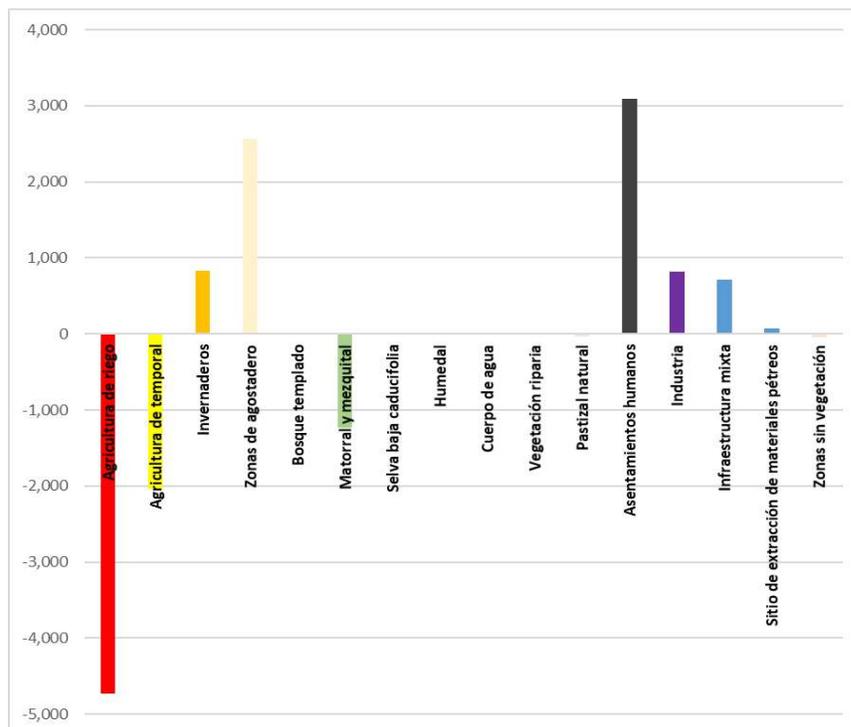


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión VI (Zona Metropolitana Irapuato-Salamanca)

Esta subregión se caracteriza a diferencia de las subregiones anteriores por presentar un crecimiento muy importante de la agricultura protegida de casi 900 ha, sin embargo, al mismo tiempo presenta una pérdida muy importante de zonas de riego de más de 4,700 ha, así como de temporal de 2,00 ha. Existe un incremento importante de las zonas de agostadero de más de 2,500 ha que se da costa tanto a causa del abandono de zonas agrícolas como de la degradación de ecosistemas, particularmente de matorral que disminuyó su superficie en más de 1,200 ha. El crecimiento de zonas industriales e infraestructura mixta es el mayor registrado de todas las subregiones con 1,500 ha, mientras que los asentamientos humanos crecieron 3,100 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión VI. 2009-2017

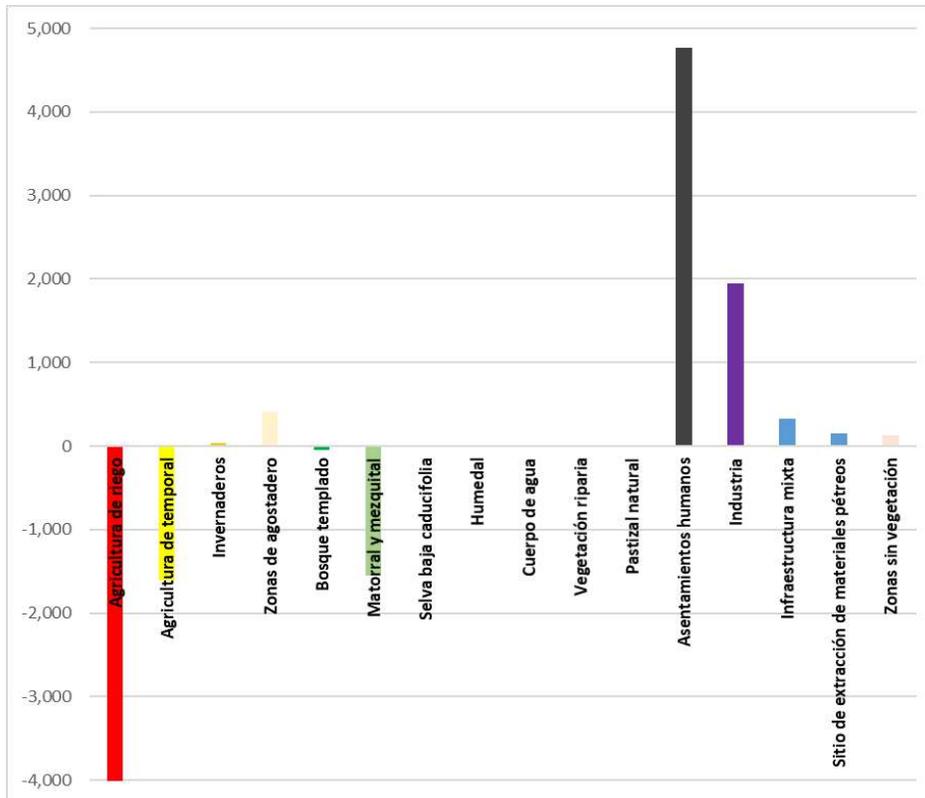


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión VII (Zona Metropolitana Laja-Bajío)

Las tendencias registradas en esta subregión son similares que, en las anteriores, con un decremento de la frontera agrícola de 4,500 ha de riego y 1,600 ha de temporal, mientras que las zonas de agostadero presentan un ligero incremento de 400 ha. Los ecosistemas decrecen principalmente los matorrales en 1,550 ha. Los asentamientos humanos e industria presentan un crecimiento muy importante, de 4,750 y 1,950 ha respectivamente. Así mismo, los sitios de extracción de materiales pétreos presentan un incremento de 150 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión VII. 2009-2017

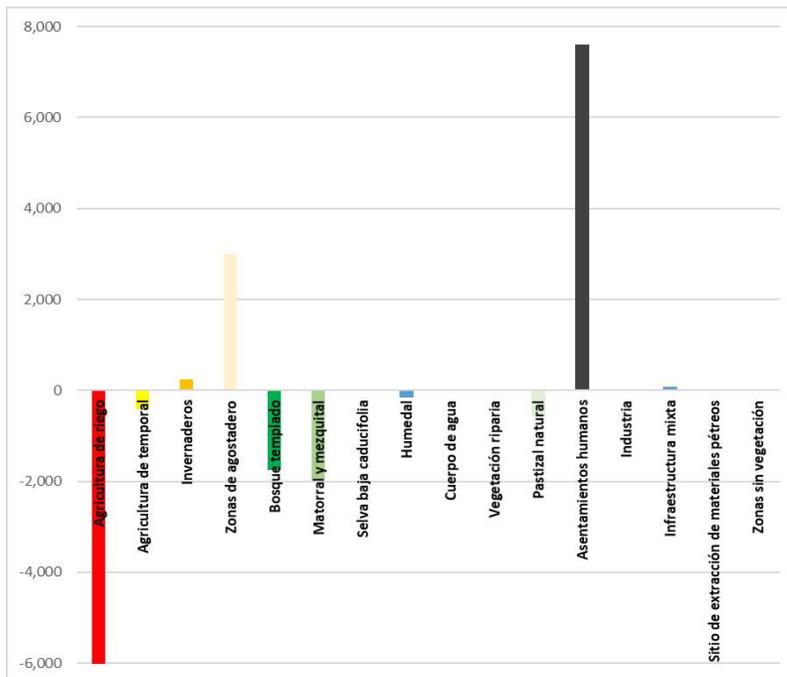


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión VIII (Agave Azul)

Esta subregión refleja cambios en pocas coberturas de uso de suelo o vegetación, los cambios más importantes se dan en la reducción de la agricultura de riego donde se registra una pérdida de 6,050 ha, mientras que las zonas de temporal presentan un decremento menor de 400 ha. Las zonas de agostadero aumentan su superficie en 3,000 ha, mientras que los ecosistemas se reducen en 1,750, 1,950 y 570 ha de bosque templado, matorral y pastizal natural respectivamente. Los asentamientos humanos en esta subregión presentan un incremento considerable que alcanza las 7,600 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión VIII. 2009-2017

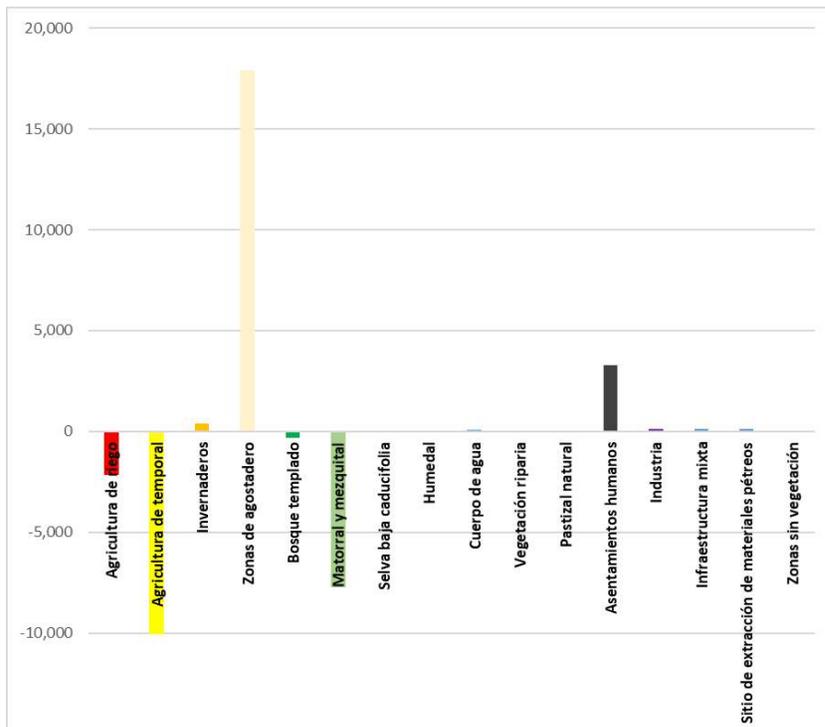


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión IX (Lacustre)

En esta subregión se mantiene la tendencia de la reducción de la frontera agrícola. No obstante, la pérdida más importante se da en las zonas de temporal con 11,750 ha, mientras que las de riego se reducen de 2,150 ha. Las zonas de agostadero aumentan considerablemente su superficie en 17,900 ha principalmente por el abandono de zonas agrícolas, aunque también por la degradación de ecosistemas. Se perdieron 7,750 ha de matorral y 320 ha de bosque templado. Los asentamientos humanos presentan un incremento de 3,300 ha en su superficie, mientras que la industria, la infraestructura y los sitios de extracción de materiales pétreos de 100 ha cada uno.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión IX. 2009-2017

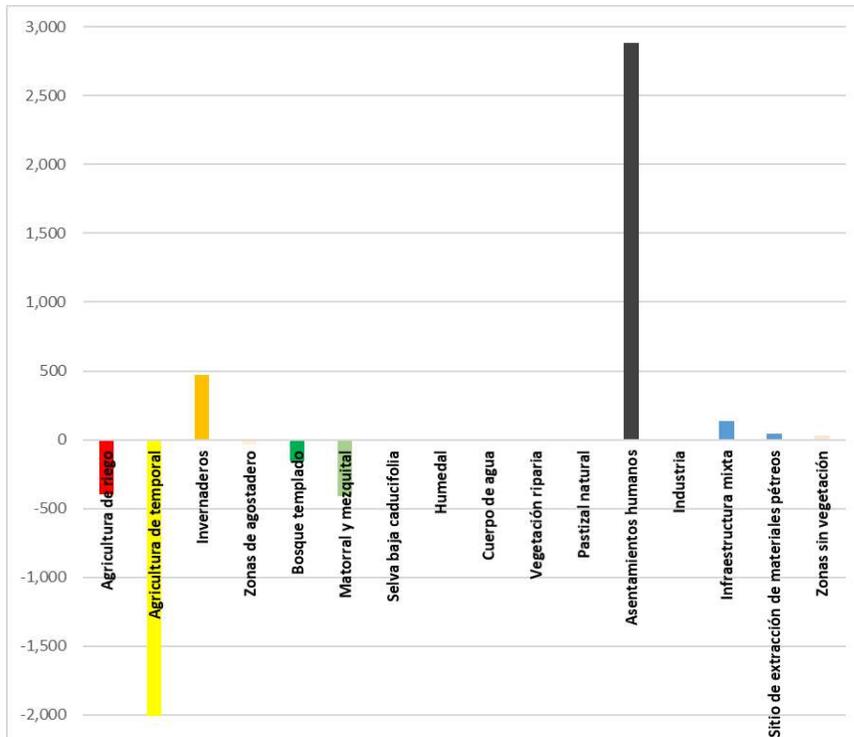


Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Subregión X (Sierra de los Agustinos)

La subregión X es la que presenta menor cambio en las coberturas de uso de suelo y vegetación. Se presenta de igual manera pérdida de la superficie agrícola, aunque en menor proporción, disminuyendo 400 ha las zonas de riego y 2,580 ha las de temporal. Las zonas de agostadero se reducen de 40 ha, así como los ecosistemas que decrecen 150 ha de bosque templado y 400 ha de matorral. Los asentamientos humanos presentan un aumento de 2,900 ha.

Gráfica XX. Cambio en la superficie de los usos de suelo y tipos de vegetación en la Subregión X. 2009-2017



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Relación cobertura natural/antrópica

De las 10 subregiones del estado de Guanajuato, en seis de ellas los usos antrópicos son superiores comparados con las áreas con cobertura natural, y únicamente en la Sierra Gorda, la subregión Chichimeca y las Sierras de Guanajuato los ecosistemas dominan..

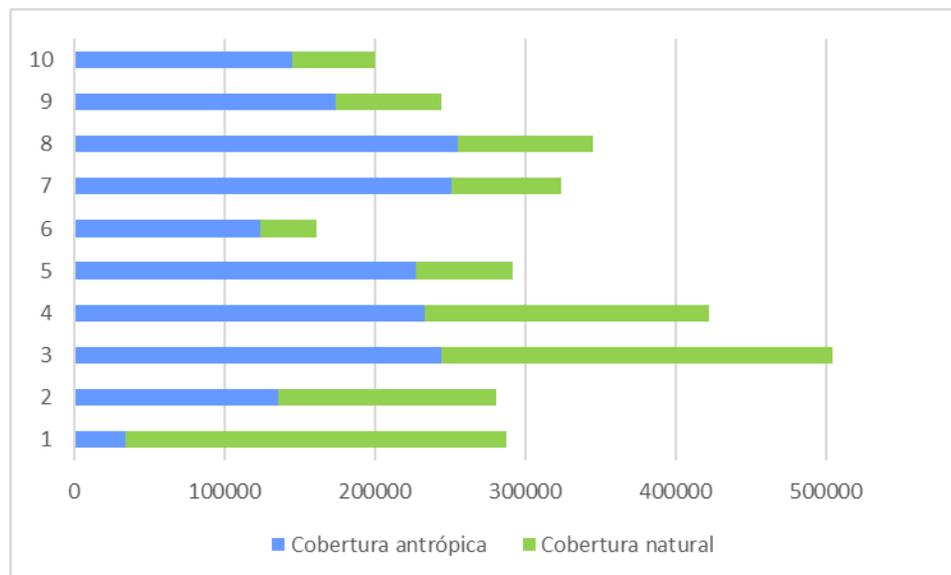
Las subregiones con mayor porcentaje de territorio ocupado por coberturas antrópicas son las zonas metropolitanas de León, Irapuato-Salamanca y Laja-Bajío con 78, 77 y 78% respectivamente, mientras que las subregiones de la región Sur, Agave Azul, Lacustre y Sierra de Los Agustinos presentan porcentajes de 74, 71 y 72%. Finalmente, la subregión IV (Bicentenario), tiene una cobertura antrópica del 55%.

Tabla XX. Porcentaje de cobertura antrópica/natural por subregión.

Subregión	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Cobertura antrópica (%)	12	48	48	55	78	77	78	74	71	72
Cobertura natural (%)	88	52	52	45	22	23	22	26	29	28

Fuente: Elaboración propia

Gráfica XX. Superficie de cobertura antrópica/natural por subregión.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Extensión de la frontera agropecuaria

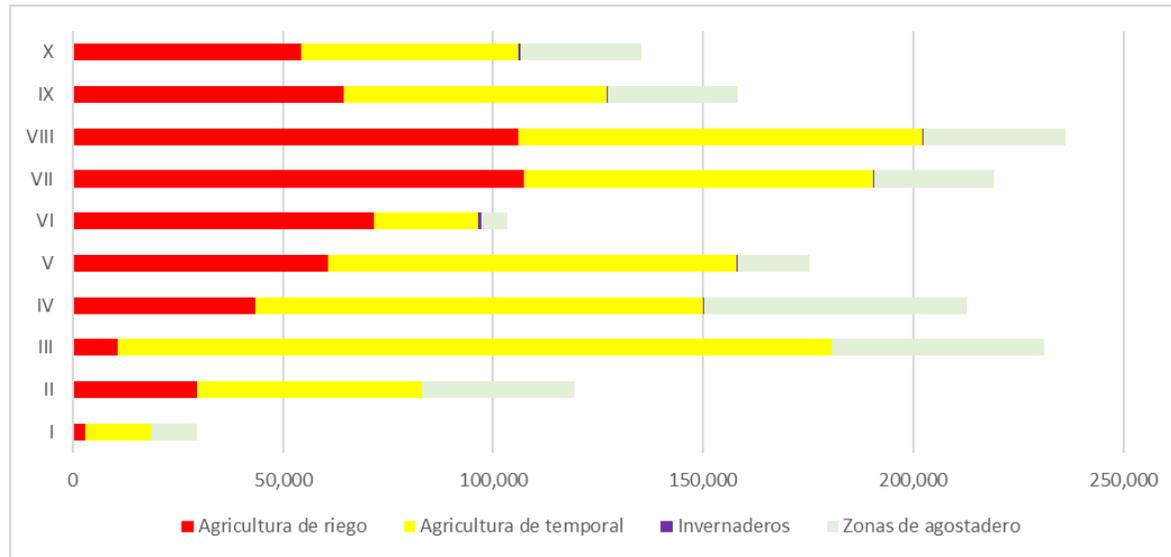
En general todas las subregiones salvo la Sierra Gorda (I) presentan grandes superficies agropecuarias. Es posible identificar que en general, la agricultura de riego se encuentra distribuida principalmente en las regiones Centro y Sur del estado, mientras que la agricultura de temporal y las zonas de agostadero, se encuentran en todo su territorio. Así mismo la agricultura protegida o invernaderos presenta una mayor presencia en las zonas Centro y Sur, presentando una particular importancia en la subregión VI, donde casi alcanza las 900 ha, aun y cuando esta es la subregión de menor tamaño del estado.

Tabla XX. Superficie por tipo de actividad agropecuaria por subregión.

Subregión	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	Invernaderos	Zonas de agostadero
I	2,941	15,700	0	10,942
II	29,654	53,519	29	36,235
III	10,607	169,854	115	50,544
IV	43,444	106,450	201	62,596
V	60,731	97,254	344	16,977
VI	71,630	24,724	885	6,129
VII	107,363	83,051	287	28,473
VIII	106,133	95,940	442	33,809
IX	64,604	62,343	393	30,758
X	54,288	51,748	493	28,717

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Gráfica XX. Superficie por tipo de actividad agropecuaria por subregión.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Cobertura vegetal actual

Las Sierras de Guanajuato y Sierra Gorda son las subregiones con una mayor superficie ecosistémica con 260,330 ha y 252,200 ha respectivamente, seguidas de la subregión Bicentenario con 189,000 ha. Las subregiones con menor cobertura vegetal son la Zona Metropolitana Irapuato-Salamanca con apenas 36,350 ha, seguida de la Sierra de Los Agustinos con 54,470 ha.

Tabla XX. Superficie por tipo de ecosistema por subregión de Guanajuato.

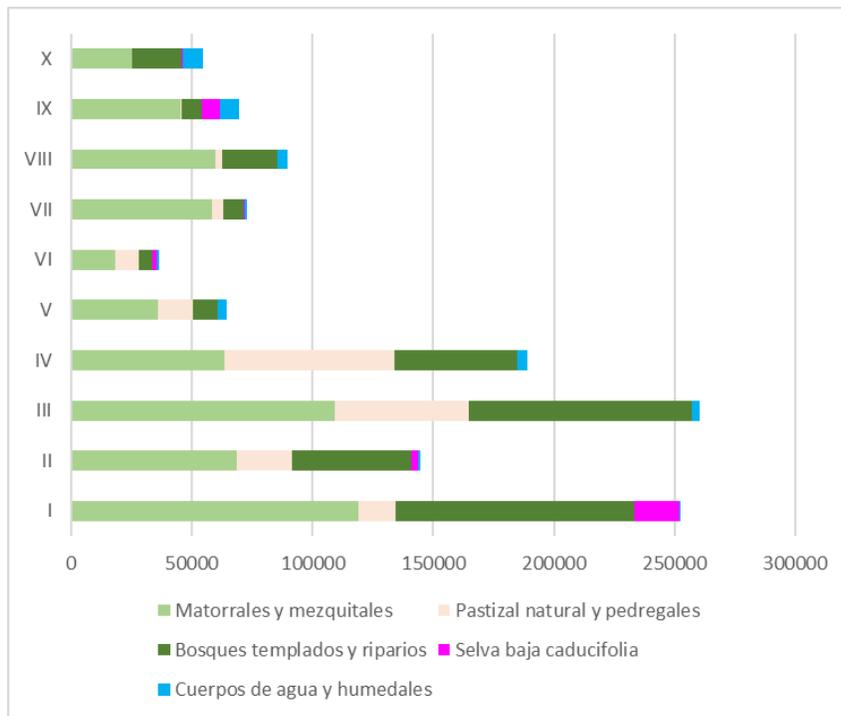
Ecosistema	Subregión									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Mezquital	0	242	0	5,820	1,401	0	0	1,481	119	27
Matorral crasicuale	66,987	58,352	68,438	51,291	12,350	946	24,430	5,635	21,284	2,274
Matorral xerófilo	2,040	2,651	34,487	1,450	10	15,528	718	3,594	0	0
Matorral submontano	49,646	6,049	0	0	0	0	0	0	0	0
Matorral subtropical	156	0	2,014	1,577	22,117	1,809	32,511	48,933	23,452	23,003
Selva baja caducifolia	18,759	2,769	0	0	0	2,321	607	0	7,387	582
Chaparral	0	1,324	4,136	3,546	0	0	872	0	343	0
Bosque de táscate	2,288	2,733	0	0	0	0	0	0	0	0
Bosque de encino	61,705	18,132	21,147	49,358	9,903	1,450	3,467	21,885	7,839	17,843
Bosque mixto de pino-encino	32,966	27,600	14,428	1,507	474	3,179	4,689	938	494	2,285
Bosque de pino	1,126	213	56,681	0	0	0	0	0	0	0
Bosque de oyamel	306	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastizal natural	14,945	22,611	55,656	70,183	14,596	9,670	4,591	2,979	469	0

Vegetación riparia	527	871	240	0	0	800	0	0	9	167
Popal - tular	0	0	0	0	0	0	0	0	1,304	320
Cuerpo de agua	126	804	3,101	4,275	3,718	650	945	4,018	7,026	7,969
Rocas o pedregal	624	273	5	0	0	0	0	0	0	0
Superficie ecosistémica	252,202	144,623	260,333	189,008	64,570	36,353	72,830	89,463	69,728	54,471

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

En general los bosques templados se distribuyen principalmente al norte del estado en las regiones I, II, III y IV y son escasos en las otras, mientras que los matorrales constituyen el ecosistema dominante en todas las subregiones. La selva baja caducifolia se encuentra restringida principalmente a las subregiones I, II, VI y IX, sin embargo, tal y como manejan diversos autores, las zonas de selva baja con altos grados de alteración o perturbación a menudo se clasifican como matorrales subtropicales, por lo que esta vegetación podría haberse distribuido originalmente en todo Guanajuato. Finalmente, aunque en todas las regiones existen ecosistemas acuáticos, estos son más evidentes en las subregiones VIII, IX y X.

Gráfica XX. Composición de la cobertura vegetal por ecosistema por subregión.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales de imágenes satelitales del 2017.

Efectos negativos sobre el recurso agua

Calidad del agua

La calidad del agua se determina a partir de tres indicadores principales, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO₅ y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua proveniente principalmente de las descargas de aguas residuales, de origen municipal y no municipal (SEMARNAT, 2010).

La DBO₅ determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, el aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. Los SST tienen su origen en las aguas residuales y erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana; hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipal, así como áreas con deforestación severa (SEMARNAT, 2010).

Tabla XX. Referencias de indicadores de calidad de agua.

Criterio	Clasificación	Concepto
DBO		
DBO ₅ ≤ 3	Excelente	No contaminada
3 < DBO ₅ ≤ 6	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable.
6 < DBO ₅ ≤ 30	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
30 < DBO ₅ ≤ 120	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
DBO ₅ > 120	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales
DQO		
DQO ≤ 10	Excelente	No contaminada
10 < DQO ≤ 20	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable
20 < DQO ≤ 40	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente
40 < DQO ≤ 200	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
DQO > 200	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales
SST		
SST ≤ 25	Excelente	Clase de excepción, muy buena calidad
25 < SST ≤ 75	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de sólidos suspendidos, generalmente condiciones naturales. Favorece la conservación de comunidades acuáticas y el riego agrícola irrestricto
75 < SST ≤ 150	Aceptable	Aguas superficiales con indicio de contaminación. Con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente. Condición regular para peces. Riego agrícola restringido.
150 < SST ≤ 400	Contaminada	Aguas superficiales de mala calidad con descargas de aguas residuales crudas. Agua con alto contenido de material suspendido.
SST > 400	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales con alta carga contaminante. Mala condición para peces.

Fuente: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del agua en México, 1a edición, CNA, México, 2007.

En las regiones Noreste y Norte se observa que la calidad del agua en relación con los tres indicadores cuenta con valores positivos, con excepción del DQO para las dos zonas, pues presenta aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. En contraste, la región Centro cuenta con categorías que van desde fuerte contaminación (DBO, DQO, SST) hasta calidad excelente del mismo indicador (SST). El escenario es parecido para la región Sur, pues cuenta con la misma variación de las categorías, en donde se observa la presencia de contaminación significativa (DBO, DQO) pero al mismo tiempo aguas con grado de excelencia en su calidad (SST).

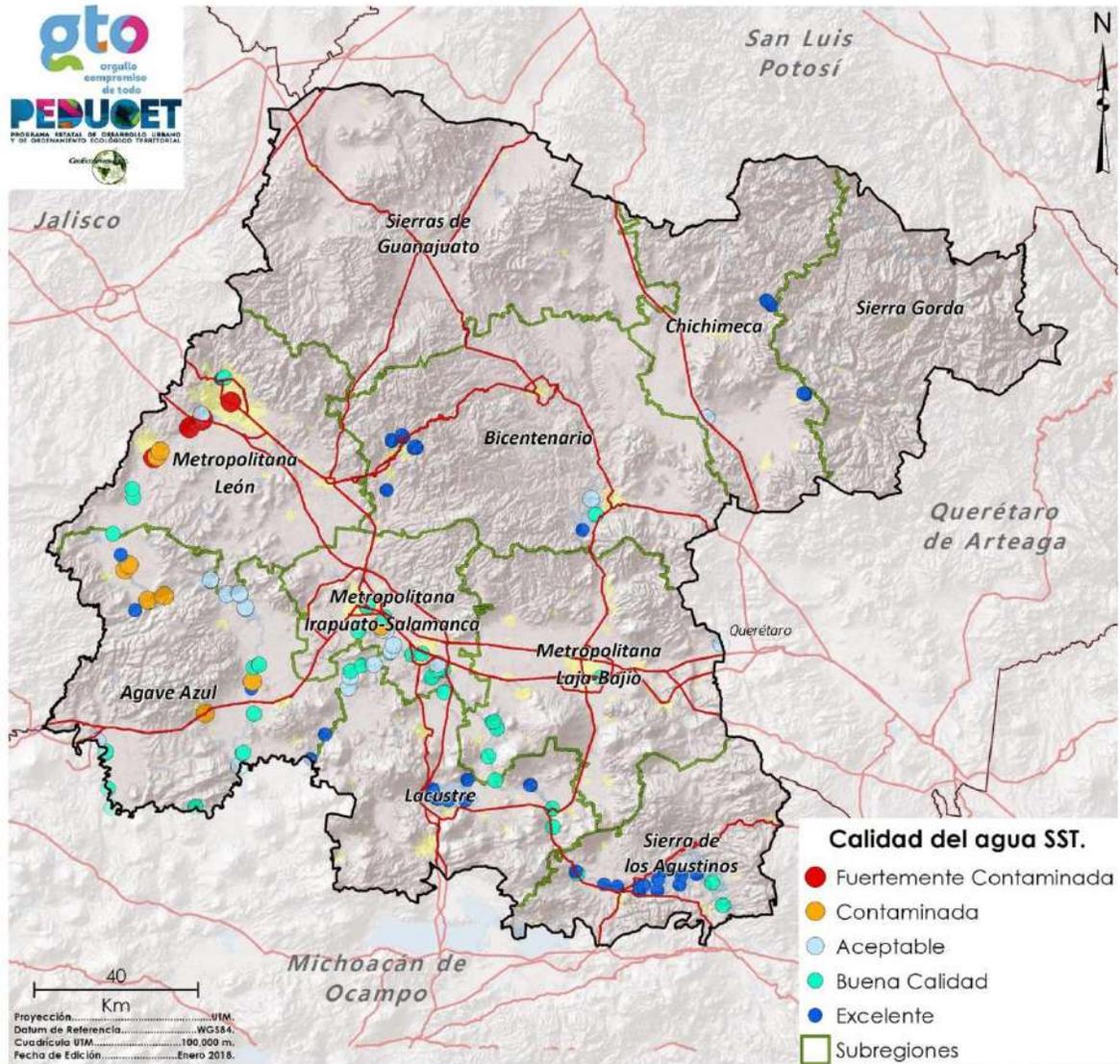
Tabla XX. Indicadores de calidad de agua por región

Región	DBO					DQO					SST				
	C	FC	A	BC	E	C	FC	A	BC	E	C	FC	A	BC	E
Noreste															
Norte															
Centro															
Sur															

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del Agua en México, 1a edición, CNA, México, 2007.

- C= Contaminada
- FC=Fuertemente contaminada
- A=Aceptable
- BC=Buena calidad
- E=Excelente

Mapa XX. Relación de SST con relación a las subregiones.



Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA, 2015.

Identificación de focos rojos de contaminación del agua.

Gráfica XX. Volumen de descarga por subregión.



Fuente: Elaboración propia con información de Cyclus, 2018 y CONAGUA, 2018.

Las subregiones metropolitanas de la región Centro son las donde el volumen de descarga es más alto, siendo la subregión metropolitana Irapuato Salamanca la que por mucho presenta los valores más elevados por la presencia de la termoeléctrica. Es interesante notar que también la subregión Bicentenario de la región Norte tiene descargas importantes.

Valoración de la calidad del agua de los cuerpos de agua superficiales y escurrimientos.

Ante la necesidad de homogenizar los parámetros para determinar la calidad de agua para su distribución, se utiliza el Índice de Calidad del Agua (ICA), que determina el grado de contaminación presente en el recurso hídrico, así agua altamente contaminada tendrá un ica cercano o igual a 0% y de 100% para el agua en excelentes condiciones (SEMARNAT, 2010).

La medición de sólidos suspendidos¹ y disueltos (parámetros necesarios para determinar la calidad de agua) puede brindar un panorama general de las condiciones hídricas. En el estado se presentan categorías de excelencia, buena calidad, aceptable, contaminada y fuertemente contaminada para los sitios muestreados por CONAGUA (2015).

Estas categorías se encuentran ubicadas a lo largo del estado y los puntos que cuentan con el grado más alto de contaminación se encuentran relativamente juntos al poniente en las inmediaciones de zonas urbanizadas del río Turbio.

¹ Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos **no** sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables (IDEAM, 2007)

Los sólidos disueltos que pueden ser: minerales, metales y sales disueltos en el agua, se consideran como un contaminante secundario (Sidler y Bauder, 2015). En la zona norte se identifica mayor la presencia de agua dulce, mientras que para la zona oeste existe agua salobre y ligeramente salobre. Como se puede observar existen tres tipos de categorización del agua en el estado, siendo el agua dulce el porcentaje predominante. El agua dulce (SDT menor a 1,000 mg/l), es aquella agua que se obtiene de zonas de recarga (parte alta de la cuenca), que generalmente circula en acuíferos con características geológicas cuyos minerales (e.g.: cuarzo, feldespatos, carbonatos, etc.) han sido disueltos por el agua subterránea durante tiempos de residencia relativamente cortos (CONAGUA, 2015). El agua ligeramente salobre y salobre, arrojada de los sitios de muestreo de CONAGUA (2015), resaltan la presencia de agua salobre cerca de los puntos de fuerte contaminación por parte de SST.

Contaminación del agua

La DBO5 determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. El aumento de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales. Los SST tienen su origen en las aguas residuales y erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales, así como áreas con deforestación severa (SEMARNAT, 2010).

A su vez las descargas de aguas residuales domésticas, industriales, agrícolas y pecuarias sin tratamiento provocan la contaminación de los cuerpos de agua receptores disminuyendo la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, poniendo en riesgo la salud de la población la integridad de los ecosistemas, ya que sus principales contaminantes son el nitrógeno y fósforo, compuestos orgánicos, bacterias coliformes fecales, materia orgánica, entre muchos otros (Jiménez, et al., 2010 en SEMARNAT, 2014). Por su parte los sólidos disueltos que pueden ser: minerales, metales y sales disueltos en el agua, se consideran como un contaminante secundario (Sidler y Bauder, 2015).

Contaminación del aire

El desarrollo económico del estado en la actualidad se ha visto impulsado. Los sectores que han crecido son el industrial y agrícola, mismos que a su vez han beneficiado en gran medida al crecimiento demográfico y, por ende, al surgimiento del sector de servicios. Tal incremento ha traído como consecuencia el aumento en las necesidades de transporte público y privado, lo que implica el aumento en el consumo de combustibles que en consecuencia produce una mayor cantidad de contaminantes atmosféricos.

El deterioro de la calidad del aire es en parte consecuencia de la falta de controles efectivos de las emisiones provenientes de fuentes móviles y fijas. En el estado se adoptó, con objeto de acotar la contaminación de fuentes móviles, la instalación (siguiendo el modelo de la ciudad de México) de 150 centros de verificación de emisiones vehiculares en las principales ciudades de la entidad. El Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato desde el año 2000 desarrolla y mantiene actualizado el inventario de emisiones

contaminantes basado en la metodología que recomienda la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como autoridad ambiental federal.

En la región del Bajío se localiza el 80% de la capacidad industrial estatal, así como el 88 por ciento de los 50 mil vehículos registrados en la entidad (IEE, 2013).

En las ciudades de Salamanca y Celaya, se localizan las dos plantas de generación de energía eléctrica, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La planta ubicada en Salamanca tiene una capacidad instalada de 1,000 Mw. mientras que la planta de Celaya, mucho más reducida en tamaño, tiene una capacidad instalada de tan sólo 43 MW. Estas plantas no sólo proporcionan energía eléctrica para el Estado, sino que se interconectan en el sistema nacional y pueden ser aprovechadas por la Región Centro del país, el principal consumidor de energía eléctrica a nivel nacional (IEE, 2013).

El empleo de combustóleo para la generación de energía eléctrica en la planta de Salamanca provoca el 80% de la contaminación atmosférica de fuentes fijas en el estado. En cuanto a la refinería y petroquímica de PEMEX, también localizada en Salamanca, sus emisiones se ajustan a los parámetros establecidos y el gigantesco volumen de agua utilizado por la misma, no presenta mayores problemas de contaminación al ambiente debido a su tratamiento (IEE, 2013).

Con una inversión de cerca de 46 millones de dólares, en febrero del 2014 la refinería Ing. Antonio M. Amor (RIAMA) en Salamanca puso en operación la nueva Planta de Recuperación de Azufre "RSU-02". A la fecha ha mantenido una recuperación de azufre por encima del 90%, según lo establece la NOM-148-SEMARNAT-2008.

Con la construcción de la Central Cogeneración Salamanca, se aprovecha la energía térmica generada. Con la puesta en operación, la Refinería Ing. Antonio M. Amor dejará de consumir cerca de 11,000 barriles diarios de combustóleo, lo que conlleva a disminuir 2 millones de toneladas de CO₂ por año, el 20% de las emisiones totales emitidas por la paraestatal.

Gráfica XX. Reducción de emisiones de SOx (Ton/año) en la RIAMA.



Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo de 2013 a 2015, la Central Termoeléctrica de Salamanca ha operado con bajo factor de planta, en promedio de 37.08%. Durante el 2015 las Unidades 1, 2 y 3 permanecen fuera de servicio. Durante los meses de enero y febrero del 2015, la unidad 4 utilizó una mezcla de combustibles 80% de gas natural y 20% de combustóleo; a partir del 5 de febrero permanece fuera de servicio.

Tabla XX. Generación de energía eléctrica y consumo de combustible de la Central Termoeléctrica de Salamanca.

Año	Operación a bajo factor de planta (%)	Mezcla de gases	Generación (MWH)	Combustóleo (Lts.)	Gas natural suministrado (m ³)
2013	52.31	65% gas, 35% combustóleo			577,135,320
2014	49.68	80% gas, 20% combustóleo	1790,381,273	77,771,475	473,138,598
2015	9.26	80% gas, 20% combustóleo	146,663	7,646,885	33,365,415

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, las ramas industriales de la fundición, fabricación de ladrillos, cemento, cal y asbesto, así como la producción de sustancias químicas, entre ellas el DDT, contribuyen al deterioro del aire en estas ciudades.

En las ciudades principales del estado se observa una dinámica parecida a la nacional, donde el 65% de la contaminación es de origen vehicular y un 35% de fuentes industriales, presentándose contaminación atmosférica superior a la media estatal en las zonas de mayor desarrollo urbano (León, Celaya, Irapuato y Salamanca).

A continuación, se retoma el inventario del año 2008 como base para diagnosticar la calidad del aire en el Estado por subregiones, así como de cumplir con la legislación ambiental vigente. A estos contaminantes atmosféricos se les denominó contaminantes criterio, los cuales son aquellos para los que existen normas de calidad del aire y que fueron identificados como perjudiciales para la salud y bienestar de los seres humanos por su mayor abundancia en las atmósferas urbanas (IEE 2007-2012).

PM. Material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}). Se refiere a cualquier partícula sólida o líquida de hollín, polvo, aerosoles, humos y nieblas (SEMARNAT-INE 2005). Estas se clasificaron en dos tipos:

- Las partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor o igual que 10 micras (PM_{10}).
- Las partículas suspendidas con diámetro aerodinámico menor o igual que 2.5 micras ($PM_{2.5}$).

Óxido de azufre (SO_x). Es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo, con un olor sofocante y altamente soluble en el agua. Su permanencia en la atmósfera es de entre 2 y 4 días. Durante este tiempo puede ser transportado a miles de kilómetros y formar ácido sulfúrico, el cual se precipita en alguna otra subregión lejos de su origen (IEE 2007-2012). Además de caracterizarse por ser compuestos irritantes respiratorios y pueden ocasionar una reacción similar al asma o bien, agravar una condición asmática previa. Los síntomas de una exposición a elevadas concentraciones ambientales incluyen: tos, flujo nasal y falta de aliento; y pueden ser más severos en fumadores. Las plantas de generación de energía eléctrica que usan carbón o combustóleo con elevado contenido de azufre pueden ser fuentes importantes de SO_2 (SEMARNAT-INE 2005).

Óxidos de nitrógeno (NO_x). Se producen en la combustión de productos fósiles, destacando los vehículos, carbón y quemados de madera. La producción de fertilizantes y explosivos, tabaco y calderas generan emisiones importantes de NO_x . El monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) requieren especial atención. El NO se oxida formando NO_2 , mientras que el NO_2 es precursor del esmog fotoquímico.

Monóxido de carbono (CO). Es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera. Se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono. Es un gas inestable que se oxida generando dióxido de carbono (CO_2). Alrededor del 70 por ciento del CO provienen de los vehículos.

Compuestos orgánicos totales (COT). Generados predominantemente por el consumo doméstico de productos con alto contenido de compuestos orgánicos reactivos. A estos le siguen la quema de hornos ladrilleros, el uso de solvente para limpieza de superficies industriales, y el manejo y distribución de gas L.P.;

Compuestos orgánicos volátiles (COV). Son generadas principalmente por las fuentes biogénicas, los vehículos automotores y por el uso y consumo de solventes y productos con alto contenido de compuestos orgánicos.

Amoniaco (NH_3). Gas incoloro de olor desagradable, compuesto de hidrógeno y nitrógeno y muy soluble en agua, que sirve de base para la formación de distintas sales; se emplea en la fabricación de abonos y productos de limpieza o de refrigeración.

Las emisiones generadas en el estado durante el 2008 son tomadas como referencia de comparación para cada subregión, estas se estimaron en:

- 75,470.69 toneladas de PM_{10} ,
- 22,972.31 toneladas de $PM_{2.5}$,
- 52,109.75 toneladas de SO_x ,
- 1,639,028.70 toneladas de CO ,
- 124,989.57 toneladas de NO_x ,
- 397,264.34 toneladas de COT ,
- 370,339.18 toneladas de COV y
- 42,075.01 toneladas de NH_3 .

PM_{10} partículas menores a 10, PM

Subregión 1 - Sierra Gorda

Material particulado. Para la subregión Sierra Gorda, la emisión de PM₁₀ fue de 1041.44 ton/año y de PM_{2.5} 283.62, que de acuerdo al total estatal representa un 1.38 y 1.23% respectivamente.

SO₂, CO y NO_x. Estos gases en la subregión no superaron el 1% respecto al total estatal, las emisiones del SO₂ fueron del orden de 6.60 ton/año representando un 0.01%, en el caso del CO el porcentaje para la subregión 1 no superó 0.14% lo que es igual a 2305.46 ton/año, finalmente en el año 2008 se emitieron 915.67 ton/año de NO_x de siendo este valor igual a 0.73%.

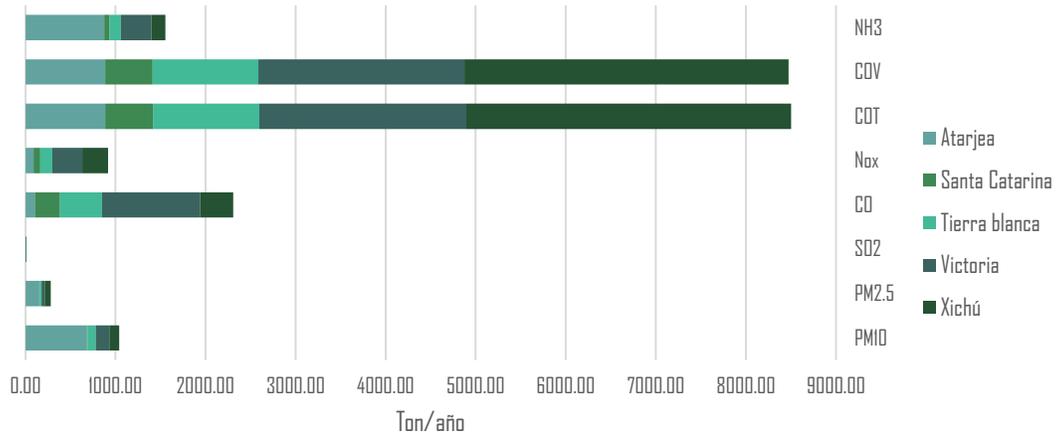
Tabla XX Emisiones 2008 Subregión 1.

	Estatal	Subregional	% respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM ₁₀	75,470.69	1,041.44	1.38	4.51
PM _{2.5}	22,972.31	281.62	1.23	1.22
SO ₂	52,109.75	6.60	0.01	0.03
CO	1,639,028.70	2,305.46	0.14	9.99
NO _x	124,989.57	915.67	0.73	3.97
COT	379,624.00	8,504.15	2.24	36.84
COV	370,339.18	8,474.51	2.29	36.71
NH ₃	42,075.01	1,553.21	3.69	6.73
Total	2,706,610.00	23,082.66	0.85	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

COT Y COV. En esta subregión, los contaminantes con mayor cantidad de emisión los COT con 8504.15 ton/año representado el 36.84 ton/año, seguidos de los COV con 8474.51 ton/año lo que representa el 36.71%.

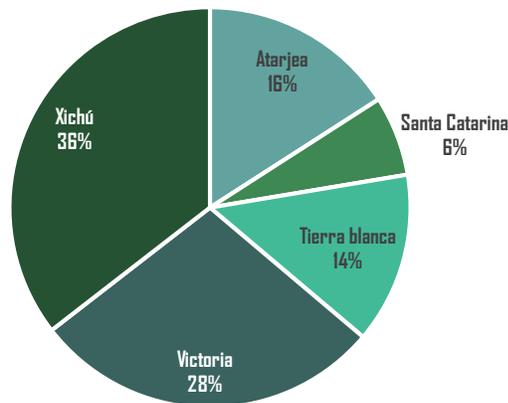
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 1 Sierra Gorda.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

NH₃. En el caso de este gas, la emisión es de 1553.21 ton/año siendo igual al 3.69% respecto al total estatal. Es importante mencionar que, de acuerdo al total generado en la subregión, el orden por emisión es el siguiente: Xichú, Victoria, Atarjea, Tierra Blanca y Finalmente Santa Catarina.

Gráfica XX Porcentaje de emisiones por municipio subregión 1.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 2 - Chichimeca

De acuerdo a nuestro análisis de los datos correspondientes al inventario de emisiones del año 2008 del estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009), en la subregión se emiten 66 mil 311 toneladas de contaminantes al año (ton/año) lo cual corresponde al 2.45% de las emisiones totales emitidas a nivel estatal.

Material particulado. Para ambos contaminantes el mayor emisor fue el municipio de San Luis de la Paz con 1 mil 706 ton/año (51.2%) de PM₁₀ y 807 ton/año (69.4%) de PM_{2.5}, seguido de San José de Iturbide con 1 mil 438 ton/año (43.2%) de PM₁₀ y 317 ton/año (27.3%) de PM_{2.5}. Mientras que el menor aporte se dio por Doctor Mora con 186 ton/año (5.6%) de PM₁₀ y 39 ton/año (3.4%) de PM_{2.5}.

SO₂ Fue el que presentó las emisiones más bajas con 303 ton/año, lo cual equivale al 0.58% del SO₂ emitido a nivel estatal y el 0.46% a nivel subregional (). Entre los municipios que la conforman, las mayores emisiones de este contaminante se dieron en San José Iturbide con 238 ton/año (51.9%), seguido de San Luis de la Paz con 58 ton/año (38.2%) y Doctor Mora con 7 ton/año (9.9%).

CO. Principal contaminante emitido en la subregión Chichimeca con un aporte del 38.28%, del total subregional, es decir, 25 mil 382 ton/año. Estas emisiones se encuentran relacionadas estrechamente con los vehículos automotores, en este sentido en el mismo año en el que se registraron las emisiones (2008), se contaba con un registro de 43 mil 044 vehículos de motor registrados en circulación (excluyendo motocicletas) en la subregión (SCT 2008). De los municipios que la conforman el mayor emisor fue San Luis de la Paz con 13 mil 181 ton/año (51.9%).

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 2.

	Estatal	Subregional	% respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	3,330.00	4.41	5.02
PM2.5	22,972.31	1,163.00	5.06	1.75
SO2	52,109.75	303.00	0.58	0.46
CO	1,639,028.70	25,382.00	1.55	38.28
Nox	124,989.57	4,929.00	3.94	7.43
COT	379,624.00	14,231.00	3.75	21.46
COV	370,339.18	13,821.00	3.73	20.84
NH3	42,075.01	3,152.00	7.49	4.75
Total	2,706,610.00	66,310.45	2.45	100.00

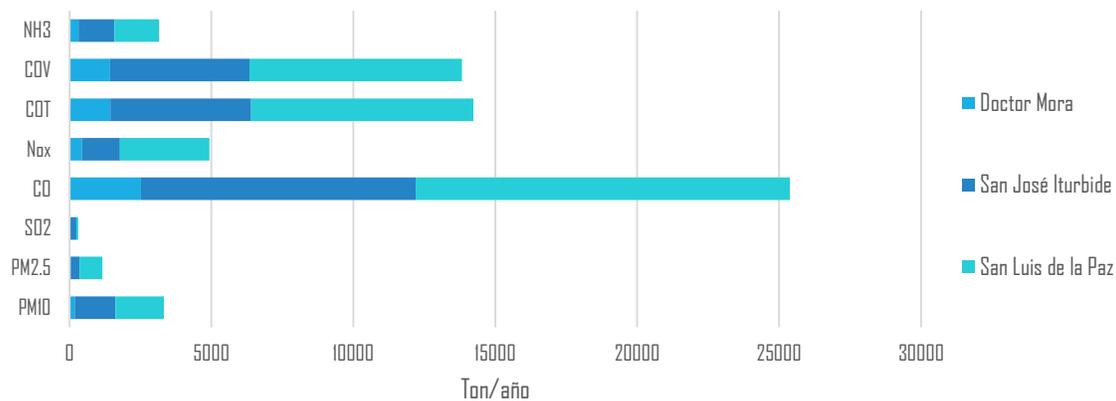
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

NOx. Fue el cuarto contaminante mayormente emitido, con 4 mil 929 ton/año, lo cual represento el 3.94% de las emisiones de NOx a nivel estatal y el 7.43% a nivel subregional. Entre los municipios que la conforman el 63.9%, es decir, 3 mil 149 ton/año se registraron en San Luis de la Paz, seguido de San José Iturbide con 1 mil 335 ton/año (27.1%) y Ocampo con 445 ton/año (9.0%).

COT y COV. Para el COT se tienen un registro de 14 mil 230 ton/año, aportando el 21.46% del total subregional. Entre los municipios que lo conforman el mayor emisor es San Luis de la Paz y San José Iturbide con 7 mil 831 y 4 mil 961 ton/año respectivamente. Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los cuales presentaron un registro de 13 mil 821 ton/año. La emisión de los municipios en la subregión fue de 7 mil 473 ton/año, 4 mil 917 ton/año y 1 mil 143 ton/año para San Luis de la Paz, San José Iturbide y Doctor Mora, respectivamente.

NH₃. Fue el quinto contaminante mayor emitido en la subregión con 3 mil 152 ton/año, lo cual representa el 4.75% de las emisiones generadas, mientras que a nivel estatal aporta el 7.49% del total emitido de NH₃. A nivel subregional el principal aportador es el municipio de San Luis de la Paz con 1 mil 568 ton/año (49.8%), seguido de San José Iturbide con 1 mil 262 ton/año (40%) y Doctor Mora con 322 ton/año (10.2%).

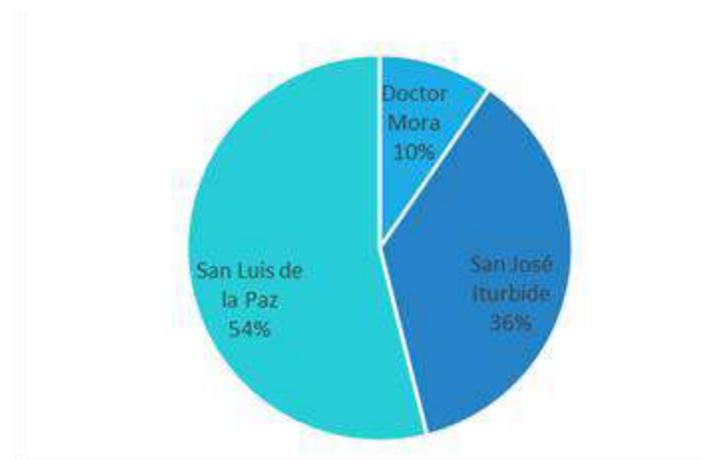
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 2.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

En lo que respecta a la cantidad emitida por municipios, los mayores niveles se registraron en el Municipio de San Luis de la Paz con el 53.95%, es decir, 35 mil 773 toneladas al año (ton/año), seguido de San José Iturbide con 24 mil 155 ton/año (36.43) y Doctor Mora con 6 mil 383 ton/año (9.63%).

Gráfica XX Porcentaje de emisiones por municipio subregión 2.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 3 - Sierras de Guanajuato

Material particulado. En relación con las emisiones del PM_{10} en la subregión Sierras de Guanajuato, fue de 4237.85 ton/año lo que es igual a 5.62% respecto al total estatal y 7.50% en comparación del total evaluado en la misma. Para el caso de las emisiones de $PM_{2.5}$, el valor de 999.83 ton/año lo que representa un 4.35 en comparación con lo estatal y 1.77% respecto al emitido en la subregión 3. Ambos casos el Municipio de Ocampo es el que mayor cantidad de estos contaminantes libero a la atmosfera.

SO₂. Este fue el contaminante que regionalmente registro los porcentajes menores (0.09%) siendo el municipio de San Felipe el que registra el mayor nivel.

CO. El CO ocupa la segunda posición de emisiones para esta región, las cuales fueron de 13872.87 ton/año siendo igual al 24.54%. de manera similar, al anterior elemento contaminante, el municipio de San Felipe es el que registra los valores superiores.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 3.

	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	4,237.85	5.62	7.50
PM2.5	22,972.31	999.83	4.35	1.77
SO2	5,2109.75	51.89	0.10	0.09
CO	1,639,028.70	13,872.87	0.85	24.54
Nox	1,249,89.57	4,411.57	3.53	7.80
COT	379,624.00	15,046.41	3.96	26.62
COV	370,339.18	14,937.26	4.03	26.42
NH3	42,075.01	2,971.62	7.06	5.26

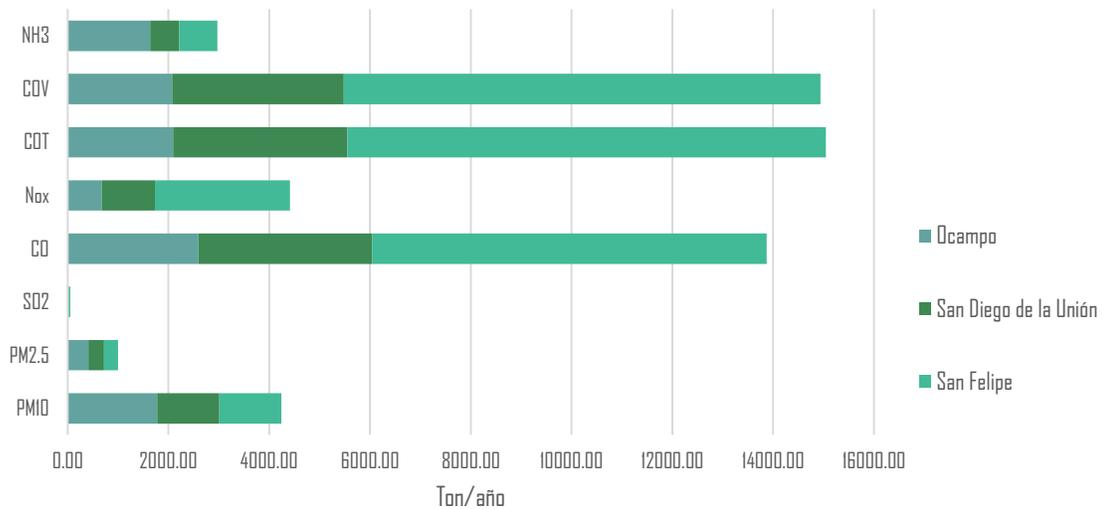
Total	2,706,610.00	56,529.30	2.09	100.00
--------------	--------------	-----------	------	--------

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

COT y COV. Estos compuestos fueron los que mayor cantidad de emisiones agruparon para la subregión, registrando un porcentaje superior al 26%. Es importante mencionar que estos contaminantes tienen un comportamiento similar en los tres municipios que conforman la subregión 3.

NOx y NH₃. La cantidad de emisiones de estos contaminantes atmosféricos oscilo en un rango del 5% al 8%, el primer caso sumo un total de 4411.57 ton/año, el segundo 2971.62 ton/año. Para el NOx el municipio de San Felipe fue el que concentro el mayor valor, mientras que para el NH3 el municipio de Ocampo libero el mayor número de toneladas de amoniaco.

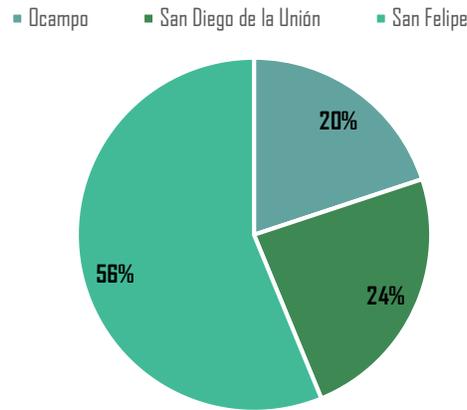
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 3.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

De acuerdo con el inventario de emisión de contaminantes del 2008 en la subregión 3, el municipio que mayor porcentaje ocupa es San Felipe con un 56% es decir 31773.67 ton/año, seguido de San Diego de la Unión con 24% es decir 13496.45 ton/año y por último Ocampo con el restante 20% es decir 11259.18 ton/año.

Gráfica XX Porcentaje de emisiones por municipio subregión 3.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 4 - Bicentenario

Material particulado. La presencia de MP_{10} en la subregión 4 se estimó en 7577.81 ton/año lo que representa el 10.01 respecto al total estatal y 7.07% respecto al regional, en donde el Municipio de Guanajuato Capital ocupa el primer lugar en emisiones de este tipo. Las partículas menores o iguales a 2.5 micras sumaron un total de 1728.48 es decir un 7.52% en comparación al total evaluado para la entidad o 1.61% en respecto al evaluado en la región Bicentenario.

SO₂. Este gas continúa siendo el que menor cantidad se emite a la atmosfera, para la esta subregión y de acuerdo con el inventario del 2008 se registraron un total de 243.7 ton/año que representan un 0.22%.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 4.

	Estatal	Subregional	% respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	7,577.81	10.04	7.07
PM2.5	22,972.31	1,728.48	7.52	1.61
SO2	52,109.75	234.70	0.45	0.22
CO	1,639,028.70	42,037.46	2.56	39.22
Nox	124,989.57	6,753.48	5.40	6.30
COT	379,624.00	23,172.31	6.10	21.62
COV	370,339.18	22,924.04	6.19	21.39
NH3	42,075.01	2,751.93	6.54	2.57
Total	2,706,610.00	107,180.21	3.96	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

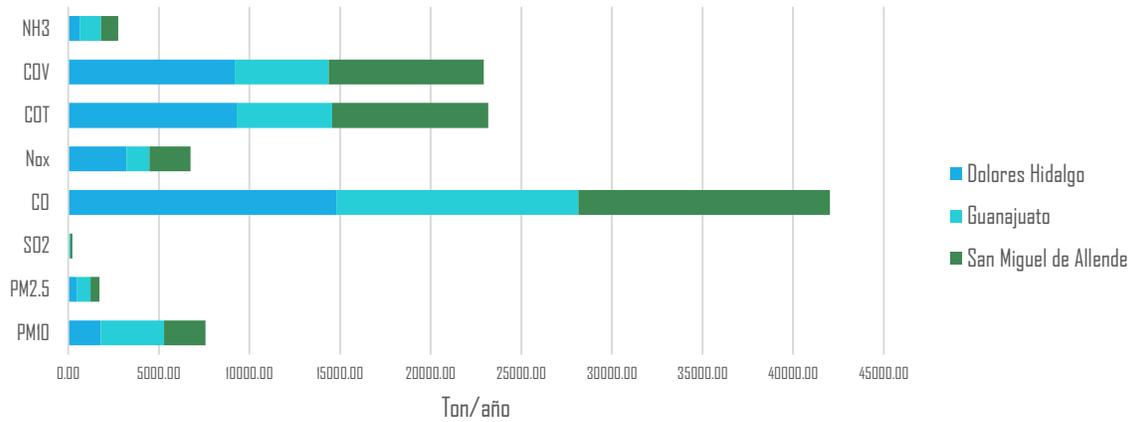
CO. El monóxido de carbono mantiene el mayor porcentaje de emisión para esta subregión, en la que se produjeron 42037.46 ton/año correspondiendo al 39.22%, el rango promedio de liberación a la atmosfera fue de 13800 toneladas anuales en los tres municipios que integran la subregión Bicentenario.

NOx. Respecto a la cantidad de toneladas producidas en un año de NOx este valor fue de 6753.48, es decir el 5.40% respecto al total de la entidad y 6.30% respecto al total regional. El municipio que concentro la mayor proporción de este contaminante fue Dolores Hidalgo.

COT y COV. Los Compuestos de estos dos tipos fueron el segundo más producido en la subregión Bicentenario, mantiene un comportamiento similar para los tres municipios que conforman dicha subregión y el orden de liberación atmosférico fue para los COT de 23172.31 ton/año igual al 21.62% y de los COV de 22924.04 es decir 21.39%.

NH₃. Este fue el tercer menor contaminante emitido dentro de la porción territorial de la subregión 4, con 2751.93 toneladas anuales lo que representa el 2.57%, en este caso Guanajuato capital es el Municipio con mayor producción de citado contaminante.

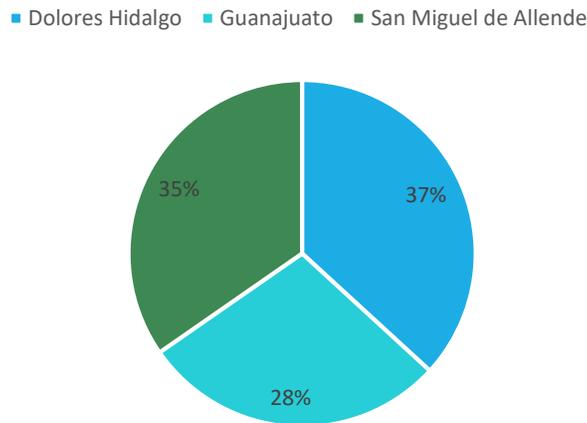
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 4



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

En lo que respecta a al porcentaje de emisiones por municipio de la subregión denominada Bicentenario, el primer sitio lo ocupa Dolores Hidalgo con 37%, posterior se ubica San Miguel de Allende con 35% y por último Guanajuato capital con el restante 28% en conjunto producen 107180.21 toneladas anuales.

Gráfica XX. . Porcentaje de emisiones por municipio subregión 4.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 5 - Metropolitana León.

La emisión de los contaminantes criterio en esta subregión es una de más las elevadas a nivel estatal (33%), debiéndose principalmente a ubicarse en el corredor industrial del Estado de Guanajuato. Y de acuerdo con nuestro análisis del inventario de emisiones las cantidades, porcentajes y municipios se describen de la siguiente manera:

Material particulado. Para la subregión Metropolitana León los MP10 se emitieron 13208.20 ton/año que representan el 17.50% en comparación al total estatal; en cuanto al PM2.5 se produjeron 3941.45 toneladas anuales es decir 17.16%. No obstante, estos son de los contaminantes con menor porcentaje emisión en la subregión 5 con 1.45% y 0.43% respectivamente.

SO₂. Fue el que menor cantidad de emisiones registró en el año 2008, con un total de 1731.56 ton/año en la subregión, esta cantidad representa el 3.32% respecto al estatal y 0.19% respecto al subregional. El municipio de León destacó por la emisión de este y otros contaminantes.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 5.

	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	13,208.20	17.50	1.45
PM2.5	22,972.31	3,941.45	17.16	0.43
SO₂	52,109.75	1,731.56	3.32	0.19
CO	1,639,028.70	660,505.51	40.30	72.62
Nox	124,989.57	37,230.73	29.79	4.09
COT	379,624.00	95,010.36	25.03	10.45
COV	370,339.18	91,806.97	24.79	10.09
NH₃	42,075.01	6,128.78	14.57	0.67
Total	2,706,609.21	909,563.56	33.61	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

CO. El monitoreo de este gas tóxico registró para la subregión 5 fue de 660505.51 ton/año que de acuerdo al total emitido en la entidad corresponde al 40.30% y en comparación al total subregional corresponde al 72.62% comprobando que el CO es el contaminante que se sitúa en el primera posición.

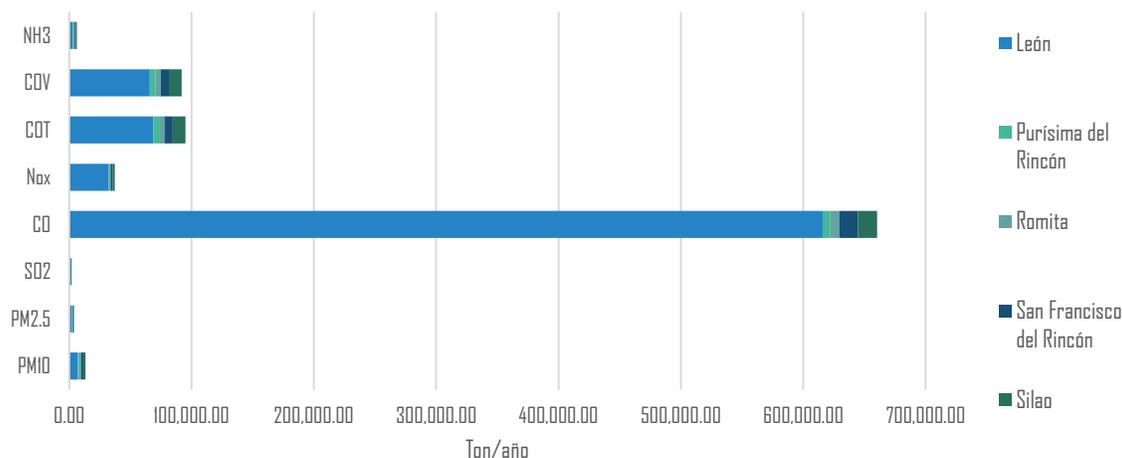
NO_x. Las emisiones de este elemento contaminante no supera el 5% al nivel subregional, con un total de 37230.73 toneladas anuales, no obstante, si se compara con el emitido a nivel estatal el porcentaje de NO_x es de 29.79%.

COT y COV. El orden de emisiones de estos dos tipos de compuestos orgánicos fue, para los COT de 95010.36 toneladas anuales y para los COV de 91806.97 ton/año, ambos casos no superan el 10.50% respecto al total subregional. Sin embargo, si se comparan al total evaluado en el estado de Guanajuato los porcentajes emitidos en la subregión

Metropolitana León corresponden a la cuarta parte, siendo de 25.03% y 24.79% respectivamente.

NH₃. A nivel subregional, este contaminante no supero el 1% es decir 6128.78 ton/año, sin embargo, si se compara con el total generado a nivel estatal la región 5 presento el 14% de amoniaco.

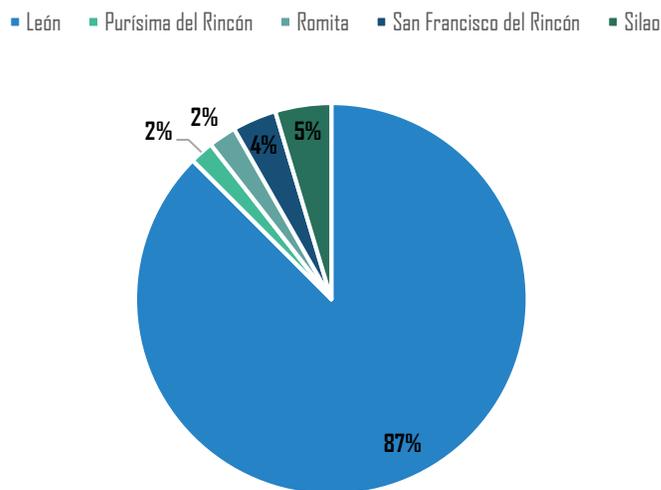
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 5.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Respecto al % de emisiones por municipios que conforman la subregión 5, es notorio que el municipio de León ocupa el 87%, para el caso de Silao y San Francisco del Rincón no supera el 6% y respecto a Romita y Purísima del Rincón es menor a 3%. En total para la subregión se produjeron durante el año 2008 909563.56 toneladas de los 8 contaminantes criterio esto de acuerdo al inventario del mismo año.

Gráfica XX. Porcentaje de emisiones por municipio subregión 5.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 6 - Metropolitana Salamanca-Irapuato

Material particulado. La cantidad de elementos contaminantes PM10 y PM2.5 en la subregión 6 fue de 14,608.89 y 4,481.87 toneladas anuales, estos valores respecto al generado en la entidad corresponden al 19.36% y 19.51%, en ambos casos el municipio de Salamanca es el que libera la mayor cantidad.

SO₂. En el caso de este gas, la subregión 6 registro un total de 46,326.01 toneladas en el año 2008, esto en comparación con el avaluado a nivel estado corresponde al 88.90%, con esto citada subregión es la que mayor cantidad de SO₂ libera a la atmosfera.

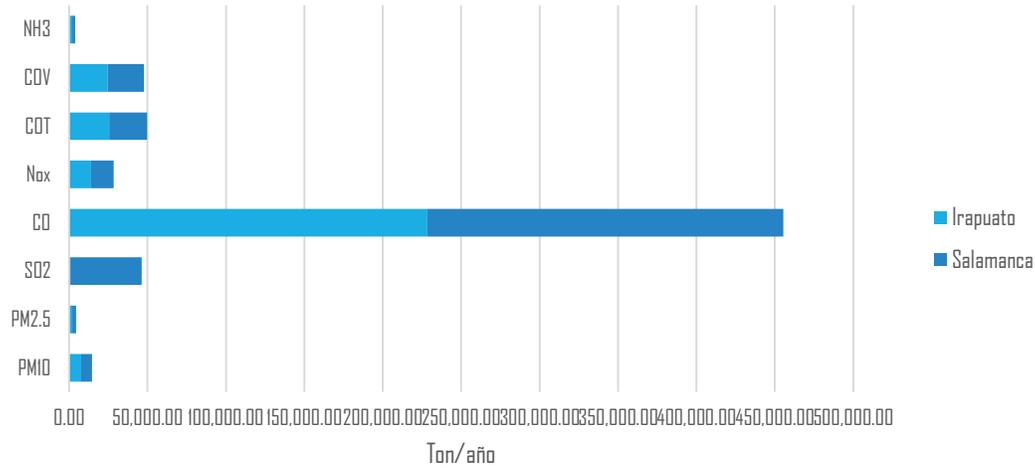
Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 6.

	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	14,608.89	19.36	2.25
PM2.5	22,972.31	4,481.87	19.51	0.69
SO₂	52,109.75	46,326.01	88.90	7.12
CO	1,639,028.70	455,440.17	27.79	70.01
Nox	124,989.57	28,453.95	22.77	4.37
COT	379,624.00	49,756.08	13.11	7.65
COV	370,339.18	47,645.17	12.87	7.32
NH₃	42,075.01	3,805.08	9.04	0.58
Total	2,706,610.00	650,517.22	24.03	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

CO. El monóxido de carbono en la subregión 6 fue el gas con mayor porcentaje de emisión (70.01%) es decir 455,440.17 ton/año, cabe mencionar que existe una distribución similar de las emisiones para los dos municipios que integran esta subregión.

Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 6.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

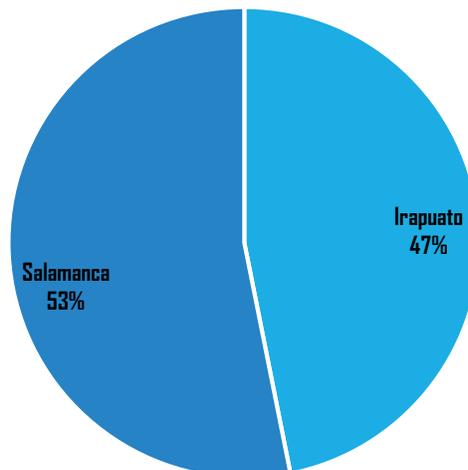
NOx. La cantidad de toneladas emitidas a la atmosfera de este contaminante fue de 28453.95 aproximadamente un quinto del total evaluado para el territorio guanajuatense. Existe una producción similar en Irapuato y Salamanca.

COT y COV. El orden de emisión de estos compuestos orgánicos a la atmosfera en esta subregión fue de (COT)49756.08 y (COV) 47,645.17 toneladas que comparado con el total evaluado para Guanajuato no supera el 13.50%. el municipio de Irapuato destaca por producción de estos compuestos.

NH₃. Este fue el contaminante menos producido en la región, con una cantidad de 3805.08 representando el 0.58%. sin embargo, si se compara con la producción a nivel estatal representa el 9.04%.

En cuanto al porcentaje de la suma total de contaminantes producidos por los dos municipios que conforman la subregión 6, el municipio de Salamanca genera el 53% mientras que Irapuato el restante 47%. En total se generaron 650517.22 toneladas en el año 2008 de acuerdo al inventario del mismo año.

Gráfica XX. Porcentaje de emisiones por municipio subregión 6.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 7- Metropolitana Laja_Bajío

Material particulado. PM10, la producción de estas partículas fue de 15,642.05 ton/año siendo esta cantidad el 20.73% respecto a nivel estado, y 3,3% a nivel región, siendo estos valores en comparación de las PM2.5 las cuales se generaron en el orden de 4060.47 ton/año lo que representa el 17.68% a nivel estatal y el 0.89% a nivel subregional.

SO₂ Fue el contaminante atmosférico con menor cantidad de emisiones registradas para el año 2008 en la región, con una cantidad de 2472.74 es decir 0.54%.

CO. El monóxido de carbono continúa siendo el gas de mayor generación en esta subregión, donde se produjeron 285570.82 toneladas/ año lo que representa el 62.49% del total de contaminantes generados.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 7

	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75,470.69	15,642.05	20.73	3.42
PM2.5	22,972.31	4,060.47	17.68	0.89
SO2	52,109.75	2,472.74	4.75	0.54
CO	1,639,028.70	285,570.82	17.42	62.49
Nox	1,249,89.57	22,655.47	18.13	4.96
COT	379,624.00	59,742.85	15.74	13.07
COV	370,339.18	58,211.67	15.72	12.74

	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
NH3	42,075.01	8,603.01	20.45	1.88
Total	2,706,610.00	456,959.08	16.88	100.00

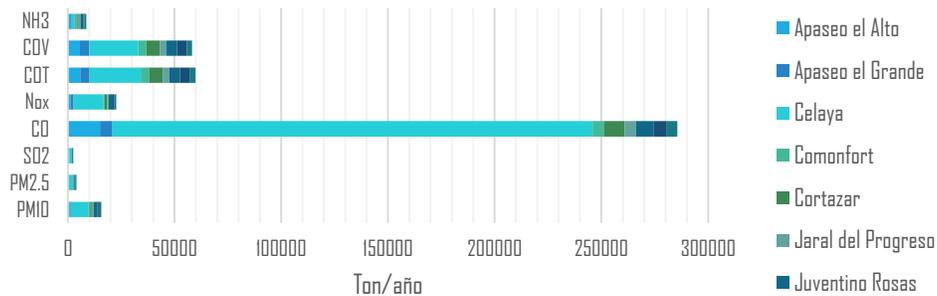
Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

NOx. Se emitieron un total de 22655.47 ton /año representando el 18.13% en comparación a nivel estatal. En este caso destaca el municipio de Celaya como el de mayor liberación de este contaminante.

COT y COV. Existió una producción similar para los dos compuestos en todos los municipios que integran las Subregión, la generación de COT fue de 59742.85 ton/año y de COV de 58211.67 ambos no superan el 15.8% respecto al total emitido en el territorio de la entidad.

NH₃. Fue el tercer contaminante de menor emisión a la atmosfera para la región, en total se liberaron 8603.01 representando el 1.88%, no obstante, si se compra a nivel estatal representa una quinta parte (20.45%) del total producido en Guanajuato.

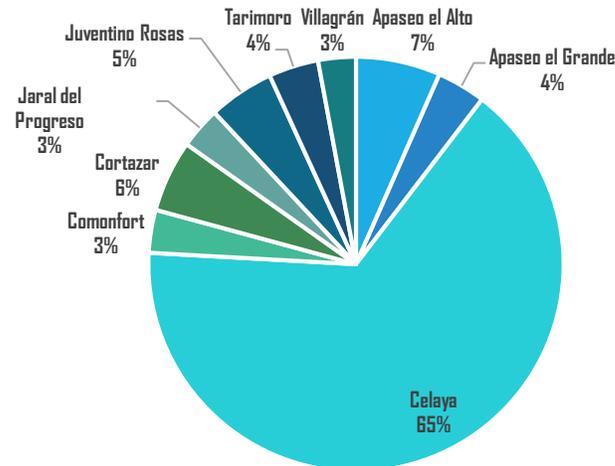
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 7.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Respecto al porcentaje total de contaminantes por municipio que integran la subregión Metropolitana Laja-Bajío el orden es el siguiente; Celaya con el 65%, Apaseo el Alto con 7%, Cortázar con 6%, Juventino Rosas con 5%, Apaseo el Grande y Tarimoro con 4% y por último Jaral del Progreso y Villagrán con 3%. Que en total suman 456959.08 toneladas evaluadas en el año 2008.

Gráfica XX. Porcentaje de emisiones por municipio subregión 7.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 8 - Agave Azul

Material particulado. Se situaron como los penúltimos elementos emitidos a la atmósfera en la octava subregión denominada Agave Azul, para el caso de las MP10 se contabilizaron 6,593.65 ton/año lo que representa el 3.40% de la región, mientras que para las PM2.5 el total emitido fue de 3,113.69 ton/año es decir el 1.61% respecto de los demás contaminantes generados en la región. En comparación al total estatal el porcentaje de generación fue 8.74% y 13.55% respectivamente, siendo Pénjamo el que sobresale del resto de los municipios integrantes de la subregión 8.

SO₂. Fue el que menor cantidad de emisiones registró en el año 2008, con un total de 637.69 ton/año en la subregión, esta cantidad representa el 1.22% respecto al estatal y 0.33% respecto al subregional.

CO. Las emisiones relacionadas al CO en la región 8 continúan siendo similares a las anteriores 7 subregiones, por tal razón al monóxido de carbono se le considera como el contaminante de mayor generación, en este caso se produjeron 69117.05 ton/año, representando el 35.66% de los contaminantes criterio en la presente subregión, resulta importante mencionar que los municipios de Pénjamo y Abasolo son lo que mayor cantidad de CO emiten.

NOx. Para la región Agave Azul este gas es el tercer contaminante disperso en la atmósfera, se estimó un total de 8989.55 ton/año lo que a este nivel de territorio representa el 4.64%, en este caso el municipio de Pénjamo sobresale por las emisiones de NOx.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 8.

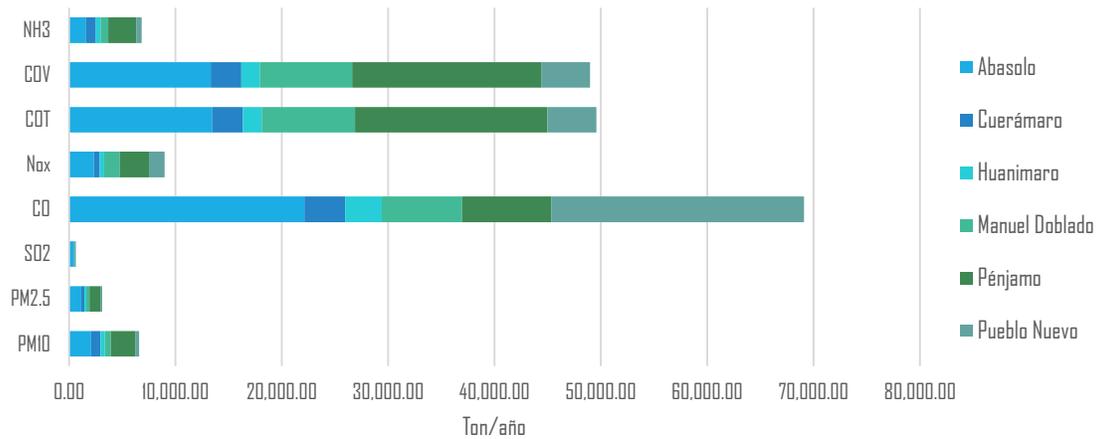
	Estatad	Subregional	% respecto al total estatal	% respecto al total subregional
PM10	75,470.69	6,593.65	8.74	3.40
PM2.5	22,972.31	3,113.69	13.55	1.61
SO2	52,109.75	637.69	1.22	0.33
CO	163,9028.70	69,117.05	4.22	35.66
Nox	124,989.57	8,989.55	7.19	4.64
COT	379,624.00	49,583.75	13.06	25.58
COV	370,339.18	48,985.07	13.23	25.27
NH3	42,075.01	6,822.09	16.21	3.52
Total	2,706,610.00	193,842.54	7.16	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

COT y COV. De acuerdo los análisis del presente estudio, los compuestos orgánicos totales y Volátiles son los segundos contaminantes mayormente emitidos en la Subregión 8, esta subregión está compuesta por 6 municipios los cuales generan cantidades similares para ambos compuestos de este tipo. el orden de emisión para los dos elementos no supero las 49584 toneladas anuales correspondiendo este valor al 25%, es decir un cuarto del total de contaminantes contabilizados en la subregión 8.

NH₃. A nivel subregional, este contaminante no supero el 3.52% es decir 6822.09 ton/año, sin embargo, si se compara con el total generado a nivel estatal la región 8 genero el 16.21% de amoniaco.

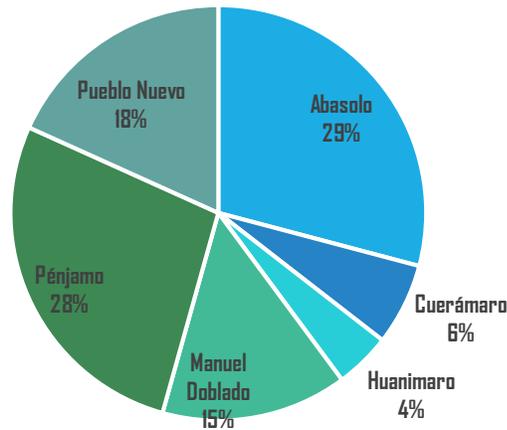
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 8



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

En lo que respecta al porcentaje de emisiones por municipio de la subregión denominada Agave Azul, el primer sitio lo ocupa Pénjamo con 29%, seguido de Abasolo con 28%, posteriormente Pueblo nuevo con 18%, después con el 15% Manuel Doblado y por último con 6% y 4% Cuerámara y Huanimaro en conjunto producen 193842.54 toneladas anuales.

Gráfica XX Porcentaje de emisiones por municipio subregión 8



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 9-Lacustre

CO. El monóxido de carbono es el gas con mayor cantidad de emisiones para esta subregión con un total de 53394.09 ton/año lo que representa el 34.57%, no obstante, si se compara con el total emitido a nivel estado esta cantidad corresponde al 3.26%, con esto se asume que esta subregión es una de las que menor generación de CO aporta en Guanajuato.

Material Particulado, SO₂, NO_x. Concretamente para la subregión Lacustre los dos tipos de partículas (PM₁₀ Y PM_{2.5}), el SO₂ y el NO_x, no superan el 4.5% esto en comparación con el resto de los contaminantes criterio. El municipio que mayor cantidad de contaminantes de este tipo es Abasolo y el que menor cantidad genera el Santiago Maravatio.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 9..

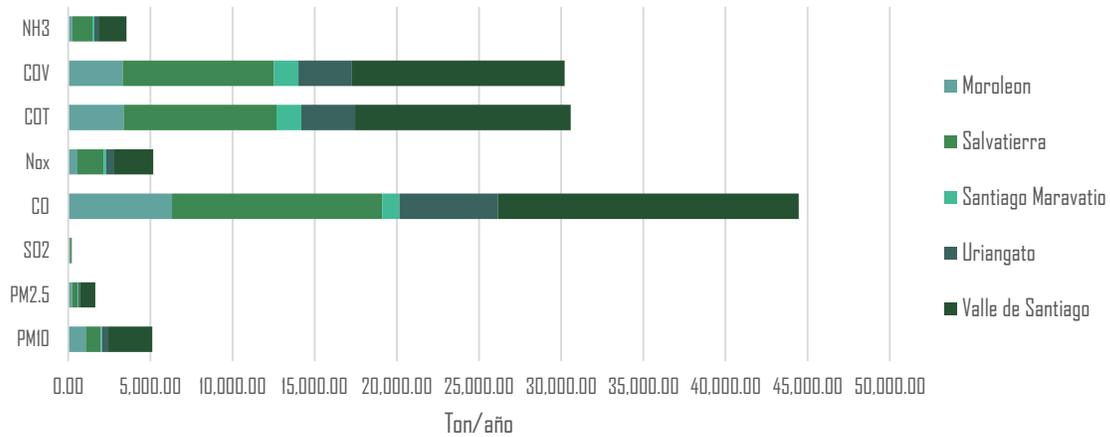
	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75470.69	5808.25	7.70	3.76
PM2.5	22972.31	1918.38	8.35	1.24
SO2	52109.75	276.59	0.53	0.18
CO	1639028.70	53394.09	3.26	34.57
Nox	124989.57	6287.89	5.03	4.07
COT	379624.00	41530.62	10.94	26.89
COV	370339.18	41078.41	11.09	26.59
NH3	42075.01	4179.27	9.93	2.71
Total	2706610.00	154473.50	5.71	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

NH₃. A nivel subregional, este contaminante no supero el 2.71 % es decir 4179.27 ton/año, sin embargo, si se compara con el total generado a nivel estatal la región 9 presento el % de amoniaco.

COT y COV. Los COT Y COV son el segundo elemento contaminante en esta subregión, estos fueron generados en el orden de 41530.62ton/año y 41078.41 ton/año representando para la región el 26.89% y 26.59% respectivamente.

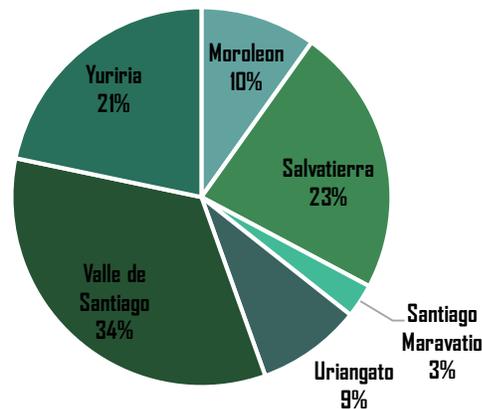
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 9.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

De acuerdo al inventario de emisión de contaminantes del 2008 en la subregión 9, el municipio que mayor porcentaje ocupa es Valle de Santiago con un 34% es decir 52128.07 ton/año, seguido de Salvatierra con 23% es decir 35424.31 ton/año, posteriormente Yuriria cuenta con 21% es decir 33541.64 ton/año, Moroleón y Uriangato con 10% y 9% respectivamente, el restante 3% pertenece a Santiago Maravatio. En total esto seis municipios de la Subregión Lacustre producen 154473.50 ton/año, lo que representa el 5.71% a nivel estatal.

Gráfica XX. Porcentaje de emisiones por municipio subregión 9.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Subregión 10-Sierra de los Agustinos

Material particulado. La presencia de MP_{10} en la subregión 10 se estimó en 3422.61 ton/año lo que representa el 4.54 respecto al total estatal y 3.90% respecto al regional, en donde el Municipio de Acambaro ocupa el primer lugar en emisiones de este tipo. Las partículas menores o iguales a 2.5 micras sumaron un total de 1283.91 ton/año es decir un 5.59% en comparación al total evaluado para la entidad o 1.46% respecto al evaluado solo en la región Sierra de los Agustinos.

SO₂. La región 10 es la genera menor cantidad de este gas genera se tiene un estimado de emisión de 68.67 ton/año es decir solo 0.13% respecto a las 9 anteriores subregiones, y coincide también con el gas de menor emisión con en la subregión con 0.08%.

CO. El monóxido de carbono es el gas con mayor cantidad de emisiones para esta subregión con un total de 53394.09 ton/año lo que representa el 35.77%, no obstante, si se compara con el total emitido a nivel estado esta cantidad corresponde al 1.92%, con esto se asume que esta subregión es una de las que menor generación de CO aporta en estado de Guanajuato.

NO_x. Fue el tercer contaminante más emitido en la subregión 10, sumando 4362.23 ton/año, lo que representa el 4.97%. si se compara con el total estatal el porcentaje cambia a 3.49%, en donde el municipio de Acámbaro es el que mayor cantidad libera a la atmosfera en esta subregión.

Tabla XX. Emisiones 2008 subregión 10.

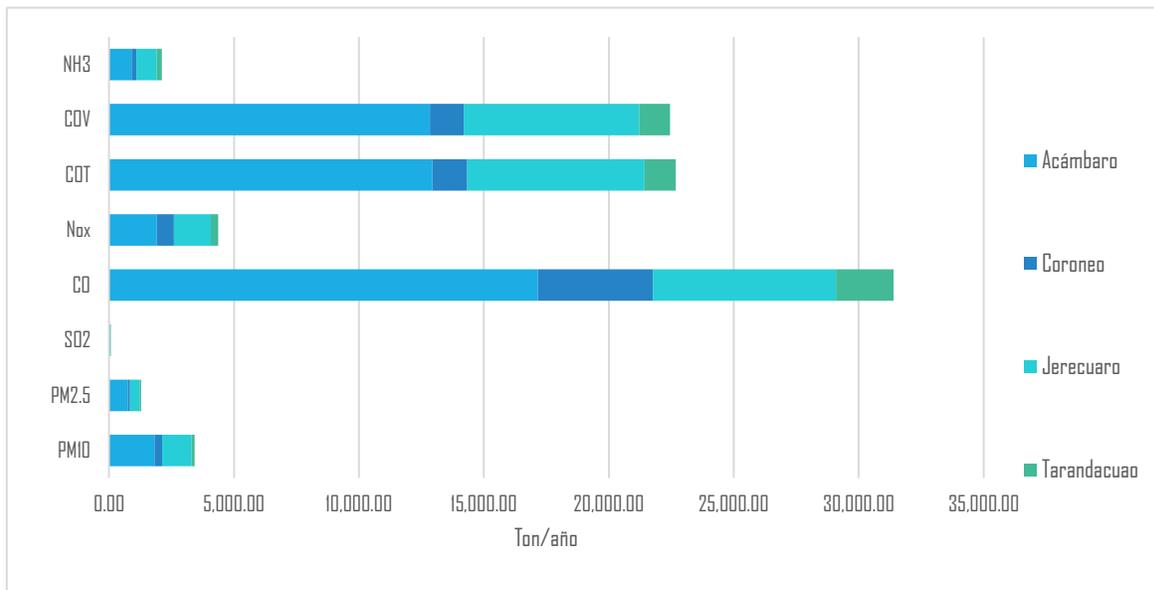
	Estatal	Subregional	%respecto al total estatal	% respecto al total Subregional
PM10	75470.69	3422.61	4.54	3.90
PM2.5	22972.31	1283.91	5.59	1.46
SO2	52109.75	68.67	0.13	0.08
CO	1639028.70	31403.94	1.92	35.77
Nox	124989.57	4362.23	3.49	4.97
COT	379624.00	22686.26	5.98	25.84
COV	370339.18	22455.09	6.06	25.58
NH3	42075.01	2108.26	5.01	2.40
Total	2706610.00	87790.97	3.24	100.00

Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

COT y COV. Los COT Y COV son el segundo elemento contaminante en esta subregión, estos fueron generados en el orden de 22686.26 ton/año y 22455.09 ton/año representando para la región el 25.84% y 25.58% respectivamente.

NH3. En el caso de este gas, la emisión es de 2108.26 ton/año siendo igual al 5.01% respecto al total estatal. Es importante mencionar que, de acuerdo al total generado en la subregión, el orden por emisión es el siguiente: Acámbaro, Jerécuaro, Corone y Finalmente Tarandacuao.

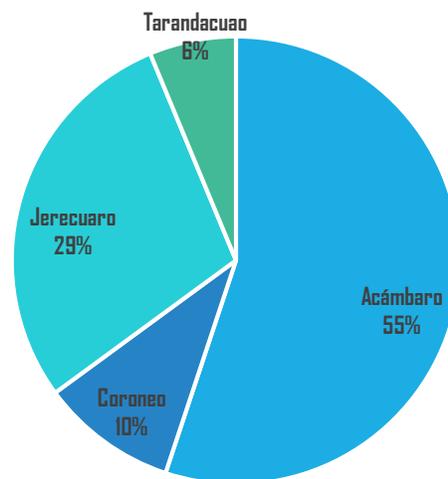
Gráfica XX. Cantidad de emisiones en la subregión 10



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

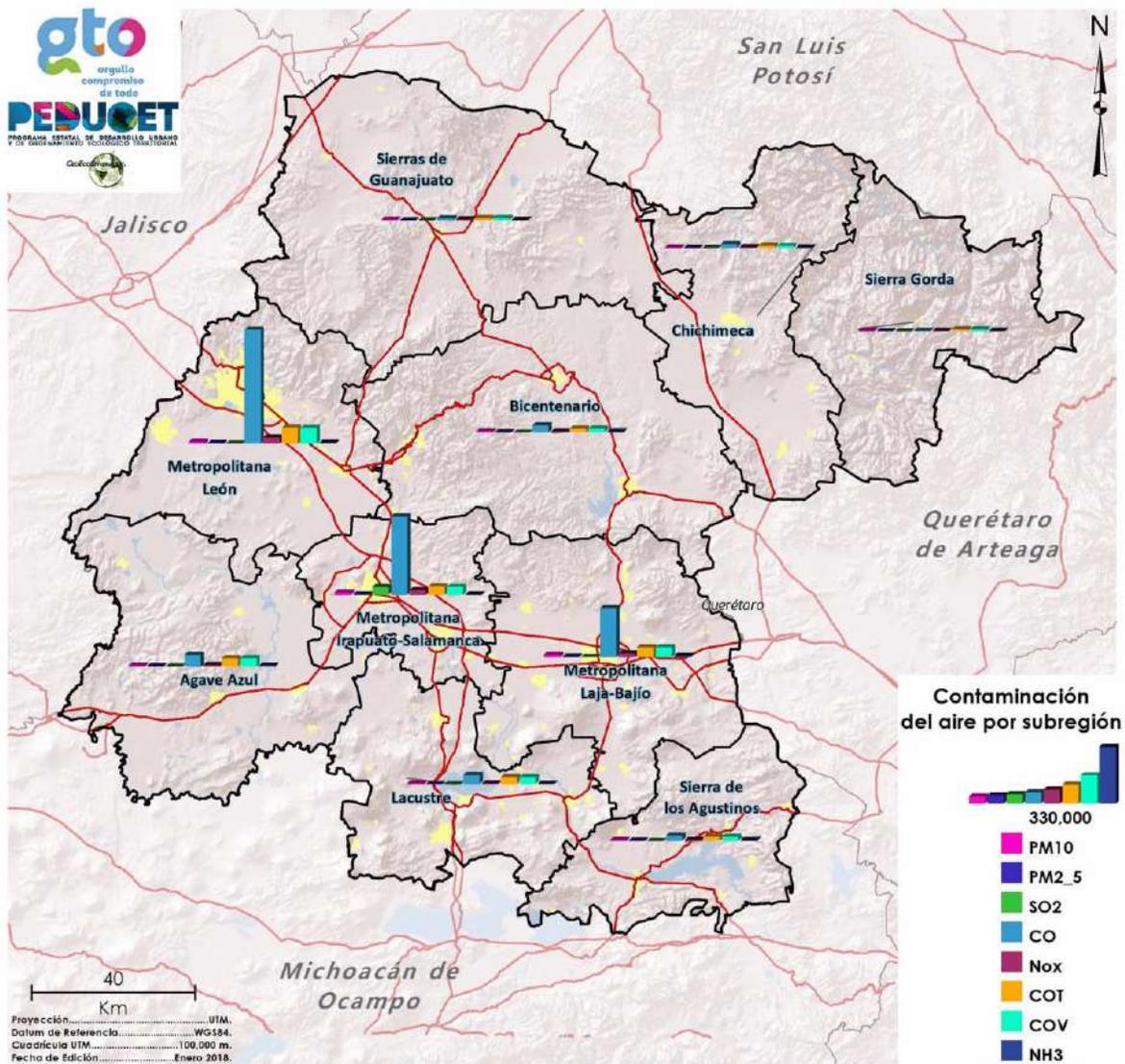
El municipio que agrupa la mayor cantidad de emisiones atmosféricas es Acámbaro con 55%, seguido de Jerécuaro con 29%, Coroneo con 10% y por último Tarandacuao con 6%. En conjunto la región Sierra de los Agustinos genera un total de 87790.97 ton/año, que respecto al total estimado estatal corresponde al 3.24%, una de las más bajas para la entidad.

Gráfica XX. Porcentaje de emisiones por municipio subregión 10.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Mapa XX. Contaminación del aire por subregión.



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario de emisiones para el estado de Guanajuato (IEE-SEMARNAT 2009).

Zonas con pasivos ambientales

Se tiene registro de la existencia de al menos 635 sitios altamente contaminados en el territorio nacional. Este conteo se realizó a través del Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO). Los lugares –llamados pasivos ambientales– son el resultado de la liberación de materiales o residuos peligrosos que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes. El 55 por ciento tuvo su origen en áreas de disposición de residuos, 13 por ciento en actividades mineras, 11 por ciento en industria y 3.4 por ciento en actividades relacionadas con la extracción de petróleo y sus derivados.

De acuerdo con la PROFEPA, Química Central acumuló 340 mil toneladas de residuos peligrosos dentro y fuera de sus instalaciones: uno de alrededor de 300 mil toneladas de desechos tóxicos ubicados al interior de las instalaciones de la empresa; y el segundo de 40 mil toneladas que ilegalmente fueron enterradas en el derecho de vía de ferrocarriles, a 1.5 kilómetros de la planta. La dependencia contabilizó un total de 196 mil toneladas de residuos con cromo hexavalente, 11 mil 655 metros cúbicos de alúmina con cromo hexavalente, 14 mil 91 metros cúbicos de lodos de hidróxido de cromo y 3 mil 396 metros cúbicos de escombros con cromo generado, los cuales debían ser retirados y enviados a disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

En 2014, la Procuraduría clausuró temporalmente a esta empresa por considerar que representaba un riesgo inminente de desequilibrio ecológico, daño y deterioro grave a los recursos naturales del lugar y a la salud pública. La PROFEPA mantiene las acciones legales para que Química Central responda a la denuncia penal y la disputa por el daño ambiental causado. Además de los residuos peligrosos que deberá retirar y disponer adecuadamente, la empresa deberá remediar el sitio contaminado que ha dejado después de desmantelar sus instalaciones, mismas que no volverán a operar. Así mismo, en el caso de la ex-empresa Tekchem en Salamanca, ya se cuenta con estudios de caracterización del grado de contaminación, así como una propuesta de programa de remediación.

Ladrilleras

La fabricación de ladrillo rojo cocido es una actividad artesanal que se ha desempeñado sin cambios sustanciales desde épocas ancestrales (Centenarios, 2016). Los fabricantes de ladrillo artesanal elaboran su producto a partir de tierras y arcillas de diversas calidades, utilizando además para la preparación de la mezcla, otros insumos que varían de región a región, como estiércol, aserrín, tezontle o tierra negra.

Es una de las principales fuentes de contaminación a la atmósfera tanto en el país como en el Estado de Guanajuato. El proceso de elaboración y cocido artesanal de la arcilla contribuye al deterioro del ambiente debido al uso de materiales combustibles altamente contaminantes, como: diésel, combustóleo, aceites “gastados” y residuos industriales, pero también son utilizados leña, fibras de coco o cáscaras de arroz y otros cultivos (Guerrero, 2016).

Los hornos para la producción de ladrillos utilizados en México son llamados “tradicionales”. El 75% de ellos son del tipo fijo con paredes parciales que delimitan el espacio de acomodo del ladrillo crudo que se cocerá, mientras que otro 22% de campana, cuando la torre de ladrillos crudos da forma al horno y se desbarata cuando se descarga el ladrillo cocido (INECC, 2016).

La producción está organizada en núcleos familiares que utilizan el trabajo de empleados a destajo bajo un esquema de producción individual aún y cuando los productores formen parte de una asociación.

Guanajuato es uno de los dos estados en la República Mexicana que cuenta con normatividad para la producción de ladrillo. En 1998 el Instituto de Ecología como primera iniciativa para regular la operación de los hornos, publicó la Norma Técnica Ecológica NTE-IEG-001/98 que establece las condiciones que deben de reunir los sitios destinados a la

instalación y reubicación de hornos ladrilleros en el Estado y las condiciones para su operación y para la elaboración y cocido de piezas hechas con arcilla para la construcción. La última actualización de la norma técnica es la Norma Técnica Ambiental NTA-IEE-001/2010, que establece las condiciones para la ubicación y operación de fuentes fijas con actividad artesanal para la producción de piezas elaboradas con arcillas. Este ordenamiento establece principalmente especificaciones para la ubicación de las unidades de producción, para la obtención de tierras y arcillas, el uso de otros insumos, como agua, aserrín y estiércol, así como los combustibles susceptibles de ser utilizados.

Es importante resaltar que a la actualidad no se ha podido lograr el cumplimiento de la Norma Técnica Estatal, en cuanto al uso del combustible autorizado, a la ubicación de los hornos y a la regulación de insumos y materias primas; esto como consecuencia de diversos factores: las condiciones precarias del sector, el aumento de precio de los combustibles, la idiosincrasia de los productores que dificulta la adopción de nuevas formas de trabajo y la ubicación de los hornos en zonas con Uso de Suelo no apto para el desarrollo de la actividad, sólo por mencionar los principales. De acuerdo a la información ambiental en el Estado el 0.8 % de los 2,362 hornos ladrilleros cumplen con la normativa local (IEE, 2011).

Adicionalmente otros factores complican aún más la problemática relacionada al sector ladrillero, a menudo el asentamiento de los hornos ladrilleros se da en sitios donde las autoridades locales no tienen atribuciones para el control de la actividad productiva, como son las riberas de cuerpos de agua, donde los productores ladrilleros tienen fácil acceso a este recurso natural, así como a suelo considerado apto para la elaboración de la mezcla, sin la regulación de las autoridades competentes. Otro factor determinante, es la condición de pobreza extrema de los productores, ya que el desarrollo de su actividad productiva sólo les permite una subsistencia precaria. En contraste con otros sectores productivos, su grado de marginación los pone en desventaja, obstaculizando su integración y desarrollo. Además, es un sector productivo demeritado por los problemas sociales y ambientales que ocasionan (IEE, 2011).

Aunque se desconocen los datos reales del grado de escolaridad prevaleciente en los productores de ladrillo, se presume que en promedio es nivel primaria. La idiosincrasia del sector los ha envuelto en una dinámica tal que su deficiente condición económica no les permite acceso a un desarrollo educativo, y la carencia de éste impide mejorar su economía. Por otro lado, el trabajo infantil se refleja en zonas ladrilleras, observando a niños que desempeñan algunas actividades sencillas, a veces por costumbre y otras por necesidad.

Si se analiza la situación desde la perspectiva de equidad de género, la producción artesanal de ladrillo es una actividad familiar, donde participan desde el jefe de la familia, esposa, hijos y otros parientes. Las madres de familia deben realizar paralelamente las labores del hogar y la fabricación de ladrillos; con su trabajo se ahorra el salario de un empleado externo. Cuando las mujeres van a trabajar empleadas a una ladrillera, su percepción en salario es menor a la de un varón, ya que, por su capacidad física, fabrican menor cantidad de ladrillos por jornada de trabajo. Por otra parte, dentro de este sector se presume la existencia de problemas de alcoholismo y drogadicción, a consecuencia de su entorno socioeconómico, lo cual puede llevar a situaciones de abuso y violencia intrafamiliar (IEE, 2011).

El trabajo cotidiano realizado para la fabricación de ladrillo trae como consecuencia afectaciones en la salud de los productores: infecciones en la piel, tétanos, afecciones respiratorias, reumatismo y artritis. La preparación de la mezcla se hace con los pies descalzos, y moldear los ladrillos es una actividad hecha a mano. Es una realidad el hecho de que la producción de ladrillos por horno es variable, en función de la disponibilidad económica y de insumos, de la época del año, y de la demanda local. Existe la competencia desleal entre productores, que abaratan su producto con tal de obtener un poco de dinero para el sustento diario.

En algunos municipios la presencia de intermediarios ocasiona que el primer eslabón de la cadena de valor tenga que vender su producto barato, ya que el precio de venta final no

umenta. Esta fluctuación en el precio del ladrillo es uno de los factores que no permite la estabilidad necesaria para que sea un negocio rentable que genere utilidades para sus propietarios. Es importante considerar, que a diferencia del cemento y el acero que incrementan su precio periódicamente el ladrillo ha conservado el suyo sin aumentos sustanciales durante aproximadamente 6 años.

Para la mitigación de los impactos ambientales derivados del sector, el Instituto de Ecología de Guanajuato, ha desarrollado diversos mecanismos, promoviendo además de la Norma técnica del 2010, un “Manual de buenas prácticas en ladrilleras artesanales” además de un compendio de “Acciones para el Fortalecimiento de la Industria Ladrillera en el Estado de Guanajuato. Adicionalmente a estos esfuerzos se han impulsado nuevas tecnologías que permitan mitigar o reducir los contaminantes producidos por el sector. Estas acciones permitirán tecnificar gradualmente al sector, sin embargo, es importante considerar dentro de la estrategia a implementar aspectos sociales y económicos que mejoren la situación socioeconómica de los productores, lo que facilitará la migración hacia nuevos procedimientos de producción menos dañinos para el medio ambiente.

Áreas prioritarias (Áreas no urbanizables)

Regiones terrestres prioritarias (RTP)

Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1 000 000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Sierras de Santa Rosa y Santa Bárbara

La Sierra de Santa Rosa (AICA C-32) cubre una superficie de 45,742.8 ha. Su altitud varía entre los 2000 y 3000 msnm. La tenencia de la tierra es ejidal, privada y federal. Las principales amenazas son la deforestación, la explotación inadecuada de los recursos, la agricultura la ganadería, el turismo. La Sierra de Santa Rosa se localiza al centro del estado de Guanajuato, abarcando los municipios de Dolores Hidalgo, San Felipe y Guanajuato. Está cubierta principalmente por encinares (con más de 14 especies de encinos), pero poco se conoce de la diversidad faunística y florística presente en la zona. Las actividades productivas que se desarrollan en la zona son la forestal, la minera, la extracción de barro, la fruticultura, la ganadería extensiva y el turismo, pero no se saben los efectos de estas actividades sobre los recursos naturales. Hasta el momento se cuenta con un estudio preliminar de avifauna en el cual se registran 122 especies, siendo un 34% de ellas migratorias latitudinales y altitudinales. Se tienen 16 nuevos registros para el estado, 7 especies endémicas de México y dos fuertemente amenazadas. Se requiere de investigación básica y aplicada para poder implementar los planes de manejo y conservación de la zona (CONABIO, 2017).

La Sierra de Santa Rosa es importante ecológicamente desde diversos puntos de vista (CONABIO, 2017):

- i) El papel hidrodinámico que tiene en la zona como productora de humedad y surtidor de agua por diferentes cuencas que suministran agua a la ciudad de Guanajuato y poblaciones aledañas,
- ii) Puede ser considerada como una isla ya que alrededor de ella los matorrales semiáridos o áreas erosionadas son el paisaje dominante,
- iii) La recreación es otra actividad importante y por el número de gentes que acuden a ella puede ser considerada como un recurso potencial y

- iv) Finalmente, la falta de zonas protegidas en el estado que garanticen la preservación de la biodiversidad representativa de esta zona del país.

Las especies de encino que destacan son: *Quercus rugosa* (palo colorado), *Q. glabrescens* (palo blanco), *Q. mexicana* (palo prieto), *Q. laurina* (encino laurelillo), *Q. fulva* (roble colorado), *Q. microphylla* (roble blanco) y *Q. castanea* (bellota). Otras especies del estrato arbustivo son *Senecio sp.* (jara o jarilla), *Baccharis sp.* (escobilla), *Cirsium sp.* (cardé), *Eysenhardtia polystachya* (varaduz), *Trifolium sp.* (trébol), *Polypodium sp.* (helecho), *Smilax sp.* (zarzaparrilla), *Chromoleana odorata* (crucita), *Helianthemum glomeratum* (nanajuana) y *Zaluzania sp.* (cenicilla). Se presentan algunos pastos de los géneros *Bromus*, *Muhlenbergia*, *Chloris* y *Aristida* (CONABIO, 2017).

Las aves que destacan, por su dominancia son *Aphelocoma ultramarina* (chuin o azulejo) y *Corvus corax* (cuervo), *Icterus parisorum* (calandria), *Parus wollweberi* (chivito), *Junco phaeonotus* (ojito de lumbre), *Buteo jamaicensis* (aguililla), *Aquila chrysaetos* (águila real) (CONABIO, 2017).

Del grupo de los reptiles, domina *Crotalus sp.* (víbora de cascabel). Entre los mamíferos destacan *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Canis latrans* (coyote), *Lynx rufus* (lince), *Mephitis sp.* (zorrillo), *Sylvilagus sp.* (conejo), *Lepus sp.* (liebre), *Dasyopus novemcinctus* (armadillo), *Urocyon cinereoargenteus* (zorra), *Didelphis sp.* (tlacuache) y *Sciurus sp.* (ardilla) (CONABIO, 2017).

La principal amenaza a la integridad de la región la constituye la extracción de leña para fabricación de carbón. Existe una presión sobre especies clave, principalmente sobre encinos, los cuales se utilizan para carbón. Es considerada como la zona más rica en diversidad de encinos a nivel estatal y es una región importante para la recarga de acuíferos (CONABIO, 2017).

Hoya Rincón de Parangueo.

Se trata de uno de los muchos lagos-cráter (nombrados localmente como “hoyas”) que se localizan al norte del lago de Yuriria en Guanajuato. Esta región forma parte del conjunto de siete lagos-cráter, declarado como ANP del estado de Guanajuato en la categoría de “monumento natural” en 1997. La hoya Rincón de Parangueo es la que presenta en mayor estado de conservación la vegetación de sus laderas. Los tipos de vegetación predominante son el matorral subtropical y bosque tropical caducifolio. Dentro del cráter existe un lago perenne y se presenta una gran abundancia de *Bursera excelsa* y *Conzattia multiflora*. Constituye uno de los pocos enclaves naturales de bosque tropical caducifolio en especial por su emplazamiento dentro de un cráter. Se encuentra bosque tropical caducifolio en las laderas interiores del cráter, mezquital en el área exterior. En el área de la playa existen pastos halófilos (*Distichlis spicata*) y romero (*Saueda sp.*) (CONABIO, 2017).

Al estar ubicada en el cráter, presenta un ambiente físico y biológico diferente a su entorno. La presencia del lago dentro de cráter ha generado un microclima para el desarrollo del bosque tropical caducifolio en el interior de la hoya con predominio de *Bursera excelsa* y *Conzattia multiflora* de gran valor para la población local. Otras especies son *Ehretia viscosa*, *Prosopis laevigata*, *Euphorbia colletioides*, *Acacia farnesianay Zanthoxylum sp.* El área está enclavada en una región densamente poblada y consumidora de grandes cantidades de leña, por lo que la existencia del bosque está amenazada. Asimismo, se presenta la captura de aves y especies menores. Se registra la reducción de mantos freáticos por extracción de agua a través de pozos. Existe una presión sobre las especies medicinales. Por su relativa inaccesibilidad todavía no presenta manejo inadecuado. Se encuentra dentro de las ANP de Guanajuato desde 1997 (CONABIO, 2017).

Cerro Zamorano

Su importancia radica en la existencia de vegetación boscosa en buen estado de conservación. El Zamorano se encuentra cubierto por bosque de galería y bosque de encino. Al norte de este cerro se encuentra un área de vegetación de encino bastante integrada, que cuenta con endemismos importantes. Tienen función como corredor biológico por la presencia de bosques de encino y pino. La extracción de leña y el uso ganadero son las principales causas de la reducción del área arbolada. El uso ganadero ha

reducido el área de bosques de encino y pino. Existe una presión sobre una especie endémica del género *Cirsium*, así como sobre aves y reptiles. Es una zona de recarga de acuíferos y mantenimiento de germoplasma (CONABIO, 2017).

Regiones hidrológicas prioritarias

Los principales recursos lénticos son lagos de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo, Yuriria, San Gregorio; estanque "Las Condembas" en Opopeo; manantiales de Huandacareo, Copándaro, Santa Rita, San Juan Tarameo, de Araró; Presas de Cointzio, Malpaís, Santa Clara, Umécuaro, Wilson, Loma Caliente y Xoconoles. Los recursos lóticos incluyen ríos Grande y Chiquito de Morelia, Lerma, Queréndaro, Tirio, Tiripetío, Charo, San Marcos, Caliente, Frío, San Lucas y Zinapécuaro; arroyos La Palma, Chapultepec, Santa Fé, Quiroga, Ajuno y Huintzio.

Entre los ecosistemas se encuentran el bosque mixto de pino-encino, los bosques de pino, encino y oyamel, la selva baja caducifolia, el pastizal natural, los matorrales subtropicales, desértico micrófilo, especialmente asociaciones de huizache-mezquite, la vegetación halófila y las vegetaciones acuática y subacuática. Existe una gran diversidad de hábitats: lagos, reservorios, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos y humedales.

Lagos-cráter del Valle de Santiago

Los principales recursos hídricos entre los lénticos son siete lagos-cráter: Hoya Rincón de Parangueo, Hoya San Nicolás, Hoya Estrada, Hoya Blanca, Hoya La Cintura, Hoya La Alberca, Hoya Álvarez y Presa Solís. Entre los lóticos se encuentran el Lerma (CONABIO, 2017).

Son zona de montes y lomeríos de textura media con suelos aluviales y brecha volcánica con vertisoles y phaeozem háplicos y lúvicos. La principal actividad económica es la agricultura de riego y temporal y la extracción de grava y arena para la industria de la construcción (CONABIO, 2017).

Los tipos de vegetación incluyen matorral tropical, bosques de pino-encino, de encino-pino, pastizal natural e inducido, tropical caducifolio (remanente). La flora característica incluye cardos y cactáceas del género *Opuntia*. En relación con fitoplancton, los lagos están dominados por cianobacterias de las especies *Actinastrum sp.*, *Anabaena sp.*, *Arthrospira platensis* y *Oscillatoria sp.* Entre la fauna característica se encuentran el copépodo *Diaptomus albuquerquensis*, los rotíferos *Brachionus inermis* y *Hexarthra polyodonta*, el ciliado *Vorticella sp.*, los dípteros *Chaoborus sp.* y larvas de la mosca alcalina *Ephydra hians*; de peces *Chirosoma arge*, *C. jordani*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*. Especies endémicas de peces son *Alloophorus robustus*, *Chirostoma bartoni*, *Goodea atripinnis*, *Notropis calientis* los cuales se encuentran amenazados. Debido a que este tipo de hábitat es muy peculiar, es muy posible que existan especies acuáticas únicas en México. Las aves acuáticas asociadas a los humedales marginales han visto reducidas sus áreas de alimentación, anidación y crianza. Por su vocación natural, los terrenos de San Nicolás y la Cintura son adecuados para la agricultura y el pastoreo, los de la alberca para el pastoreo y los de Rincón de Parangueo. La vegetación natural de la cuenca ha sido prácticamente sustituida por la práctica agrícola de temporal y de riego, por la alta densidad de población y la extracción masiva de leña (CONABIO, 2017).

Presas Río Turbio

Entre los recursos lénticos se incluye Presas de Silva, El Coyote y San Antonio y entre los lóticos el río Turbio. La vegetación está compuesta de manchones de tular, pastizal inducido y natural, huizachal, matorral subtropical, matorral crasicaule y bosque de encino. Hay aves acuáticas migratorias y residentes. En los cuerpos de agua predominan las cianófitas. La ictiofauna característica incluye las especies *Algansea tincella*, *Alloophorus robustus*, *Chirostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *Moxostoma austrinum*, *Skiffia bilineata*, *Xenotoca variata*, Yuriria alta. Las especies endémicas de peces son *Allotoca dugesi*, *Ictalurus dugesi*, *Goodea atripinnis*, *Notropis calientis*, *Poecilopsis infans*; de reptiles y anfibios *Bufo occidentalis* (Gto. y Gro.), *Kinosternon integrum* (endémica del país), *Rana montezumae*, *Thamnophis spp*; del ave *Anas diazi* (poco conocida). Existen especies de aves en riesgo como *Anas acuta*, *A. clypeata*, *A. crecca*, *Fulica americana*,

Oxyura jamaicensis, así como patos y otras se encuentran amenazadas por botulismo y contaminación (CONABIO, 2017).

Se explota materiales pétreos, manufacturas menores. Se lleva a cabo la pesquería del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, de carpa *Cyprinus carpio* y de tilapia *Oreochromis mossambicus*. Se registran represamiento, desmonte y sobrepastoreo y el uso indiscriminado para abrevaderos de ganado, así como contaminación por aguas residuales, agroquímicos y contaminantes industriales y altas cargas DQO y DBO. Las especies que se utilizan para la pesca son la carpa dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio*, la tilapia azul *Oreochromis aureus* y la tilapia negra *O. mossambicus*, guppy *Poecilia reticulata* y el anfibio *Rana catesbeiana*. La presa de Silva ha sido escenario de mortalidades masivas de aves acuáticas (CONABIO, 2017).

Cabecera del Río de la Laja

Los principales recursos hídrico-lénticos son la Presas Purísima, Begoña, El Gallinero y La Biznaga, humedales y lóticos los ríos de la Laja, El Plan y San Juan, arroyos temporales y permanentes. Se trata de zona de sierras y cañadas con mesetas paralelas. Rodeada por las sierras de Guanajuato, del Cubo, de la Media Luna y Gorda. Entre las sierras Gorda y de Guanajuato se extienden las amplias llanuras de Dolores Hidalgo y Allende. Predominan suelos oscuros, ricos en nutrientes y suaves phaeozem, así como vertisoles y leptosoles lóticos. La principal actividad económica es la producción de carbón de encino, agricultura de riego y de temporal, turismo, minería (de beneficio) y cerámica. La vegetación se caracteriza por bosques de encino, encino-pino, pino, matorral espinoso, nopalera, chaparral, pastizal natural e inducido. Entre la ictiofauna se encuentran las especies *Algansea tincella*, *Chirostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. labarcae*, *Moxostoma austrinum*, *Xenotoca variata*, *Xiphophorus helleri*, *Yuriria alta*. Se registran comunidades de insectos acuáticos, peces, aves acuáticas e hidrófitas en presas. El endemismo se caracteriza por algunas especies de encinos *Quercus spp*; de peces *Allotoca dugesi*, *Chirostoma jordani*, *Goodea atripinnis*, *Notropis calientis*, *Poecilopsis infans*; anfibios y reptiles *Bufo occidentalis*, *Kinosternon integrum* y *Tamnophis hammondi* y la gobernadora *Larrea tridentata* indicadora de aridez. Entre las problemáticas ambientales se encuentran deforestación, cambio de uso de suelo a agricultura y ganadería, construcción de bordos que causan azolvamiento aunado a la pérdida de suelos, extracción de tierra de hoja de encino y contaminación en presas por actividades mineras. Se encuentran especies introducidas del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*; peces como las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio*, la lobina negra *Micropterus salmoides*, la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* y la tilapia negra *Oreochromis mossambicus* (CONABIO, 2017).

Paisaje estético

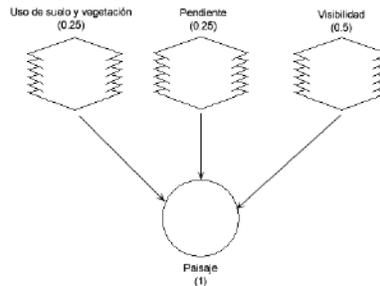
Los Estados Miembros del Consejo de Europa han firmado en el 2000 el Convenio Europeo del Paisaje en el cual determinan que “el paisaje desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, y que constituye un recurso favorable para la actividad económica y que su protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleo, que contribuye a la formación de las culturas locales y que es un componente fundamental del patrimonio natural y cultural que contribuye al bienestar de los seres humanos... que es un elemento importante de la calidad de vida de las poblaciones en los medios urbanos y rurales, en las zonas degradadas y de gran calidad, en los espacios de reconocida belleza excepcional y en los más cotidianos....Los cambios en la economía mundial están acelerando en muchos casos la transformación de los paisajes y es importante disfrutar de paisajes de gran calidad”.

Para definir el paisaje y otorgarle un valor no basamos en sus componentes físicos, bióticos y antrópicos (Villarino, 1985). Utilizando el método multicriterio, elegimos tres atributos para esta evaluación:

- La pendiente como medición del componente físico ya que otorgan valor numérico al relieve, implica la presencia de rocas visualmente atractivas asociadas a sus valores más elevados. El relieve ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, “es el componente que constituye la base sobre la que se asientan y desarrollan los demás componentes y condiciona la mayoría de los procesos que tiene lugar en él”;
- La belleza escénica de la vegetación como componente biótico, otorgando valores más elevados a aquellos ecosistemas que por sus características visuales (color, forma, textura) son determinantes para la impresión visual del conjunto (Ocaña *et al.*, 2004) y
- La visibilidad como componente antrópico, tomando su valor como la interacción visual entre el usuario del paisaje y sus atractivos.

Para la elaboración del mapa de paisaje estético se asignan diferentes pesos relativos a cada uno de ellos donde la suma de todos es igual a la unidad. Según estos pesos relativos, la visibilidad tiene mayor importancia que los otros dos factores ya que si una zona no es apreciable pasa a segundo término si por su tipo de vegetación es valiosa o no.

Figura XX. Modelo de construcción del mapa del valor del paisaje.



Fuente: Elaboración propia.

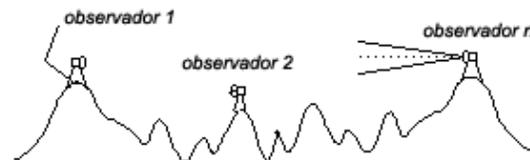
Se asignan valores de calidad estética del paisaje de acuerdo con la cobertura de uso de suelo o los tipos de vegetación y el mapa de pendientes se reclasificó otorgando valores mayores a zonas con pendientes abruptas que proporcionan paisajes abiertos.

La visibilidad se calcula con el comando *Visibility* de ArcMap. Este mapa muestra, para toda el área de estudio el número de observadores, dentro de un grupo hipotético planteado sobre el mapa, que pueden ver cierta zona. El factor que determina la visibilidad es la topografía (elevación) ya que esta permitirá a los observadores la posibilidad de ver o no cierta región del área de estudio, quedando como las áreas más visibles los valles, llanos y riscos, y como menos visibles las laderas y cañadas, todo esto en función también de la cercanía con alguna formación que obstruya la visión para determinados observadores.

Para el cálculo de la visibilidad se tomaron en cuenta las carreteras pavimentadas del inventario del Instituto Mexicano de Transporte (IMT), con un recorte que además de la superficie estatal incluyera áreas de los estados vecinos. Se realizó una transformación de las 4,566 entidades de líneas a un archivo de 5,714 puntos correspondientes a los nodos. A partir del archivo en formato vectorial de puntos de localidades del Censo De Población y Vivienda del INEGI (2010) se seleccionaron las localidades con más de 500 habitantes.

Utilizando un modelo de elevación con resolución x, y de 15 metros, se calculó la visibilidad que resultó variar de 0 a 2,039. El mapa en formato raster con los valores de visibilidad fue reclasificado para asignar un valor de 0 a 10, siendo 10 la categoría con mayor visibilidad.

Figura XX- Representación de observadores sobre el terreno.



Fuente: Elaboración propia

Tabla XX. Asignación de puntaje a los valores de visibilidad.

Valor de visibilidad (número de observadores)	Puntaje asignado
0 a 32	1
33 a 88	2
89 a 150	3
151 a 220	4
221 a 305	5
306 a 415	6
416 a 547	7
548 a 720	8
721 a 1008	9
1009 a 2039	10

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó el método multicriterio, agregando las tres variables (pendiente, visibilidad y belleza escénica de la vegetación) utilizando la siguiente fórmula:

$$PAI = 0.3 PEN + 0.3 VIS + 0.4 BE$$

Donde:

PAI = valor del paisaje

PEN = valor de pendiente (0 a 10) basado en la pendiente en grados

VIS = valor de visibilidad (reclasificación)

BE = belleza escénica con base en el uso del suelo y vegetación

Riqueza de especies

El territorio del estado de Guanajuato se distribuye en tres de las provincias fisiográficas de México: la Mesa del Centro en el norte y noroeste, una pequeña porción de la Sierra Madre en el extremo noreste Oriental y la parte sur el Eje Neovolcánico. La confluencia de estas tres regiones en su territorio produce un paisaje accidentado, diverso y rico en geoformas, en el que la presencia de importantes sistemas montañosos (Sierras de Lobos, de Guanajuato, de Santa Rosa, Gorda, de Penjamo, de los Agustinos, Peña Alta, entre otras) alterna con llanuras, valles, mesetas y con los profundos cañones de los ríos Santa María y Xichú, que resultan en un complejo mosaico de climas, suelos y vegetación, propiciando la existencia de una importante biodiversidad.

El intento por cuantificar las especies presentes en el país sigue siendo una tarea complicada ya que existen regiones sin explorar o bien las revisiones de grupos han sido lentas comparadas con la destrucción de su hábitat. Por lo tanto, los estudios regionales o estatales son de vital importancia para el incremento del conocimiento sobre la biodiversidad (Espejo-Serna, López-Ferrari, Ramírez-Morillo, Holst, Luther, Till, 2004).

En este sentido los estudios de estado promovidos por la CONABIO constituyen una herramienta de gran relevancia para conocer y evaluar el estado de la diversidad biológica de cada entidad. No obstante, el dinamismo del conocimiento científico genera que cada año se incrementen y actualicen los listados de especies para los diferentes grupos resultado de los esfuerzos científicos para el conocimiento de la biodiversidad. Guanajuato es un estado dinámico donde gracias a la presencia de un sistema amplio de áreas naturales protegidas y un seguimiento continuo por el Instituto de Ecología, además del trabajo de diversas instancias de investigación la diversidad de especies registrada en el territorio estatal se ha ido incrementando continuamente.

Un aspecto fundamental para determinar las áreas de mayor relevancia para la conservación es la presencia de un mayor número de especies en un espacio determinado. Estos hot-spot de alta biodiversidad constituyen espacios estratégicos que deben sujetarse a un manejo especial para asegurar la preservación de la diversidad biológica de Guanajuato.

Para definir las zonas de mayor riqueza es necesario identificar aquellas especies que pudieran localizarse espacialmente en un área en particular. La riqueza dependerá del número de ellas que potencialmente pueda ubicarse en un mismo territorio. El método utilizado para el cálculo de la riqueza de especies consistió en la modelación del nicho ecológico de cada una de las especies registradas en el estado de Guanajuato que cuenten con información suficiente para ello. El modelado del nicho ecológico se basa en el principio de que la distribución estimada de una especie debe coincidir con la distribución conocida o deducida a partir de las condiciones ambientales dónde ha sido observada. El procedimiento consiste en usar algoritmos computarizados para generar mapas predictivos sobre la distribución potencial de especies en el espacio geográfico a partir de las distribuciones (conocidas o deducidas) de las especies en el espacio ambiental. Los modelos de distribución de especies tienen un gran interés aplicado pues permiten evaluar cuantitativamente la posibilidad de que una población de plantas o animales ocupe un determinado lugar.

Existen diversos softwares que permiten generar predicciones del nicho, cada uno con ventajas y deficiencias, a menudo la selección de estos dependerá de la información con la que se cuente, tanto de las especies como de las variables ambientales del área de estudio. A diferencia de varios de los otros modeladores MAXENT es un método cuyo propósito general es caracterizar distribuciones de probabilidad cuya información está incompleta (Phillips et al, 2004; Phillips et al, 2006; Elith et al, 2011). Se basa en el principio de que la distribución estimada de una especie debe coincidir con la distribución conocida o deducida a partir de las condiciones ambientales dónde ha sido observada, evitando hacer cualquier suposición que no sea soportada por los datos. El enfoque consiste en encontrar la distribución de probabilidad de entropía máxima, que es la más cercana a la distribución uniforme, condicionada por las restricciones impuestas por la información disponible sobre la distribución observada de la especie y las condiciones ambientales del área de estudio.

El método de Maxent no requiere datos de ausencia de la especie para elaborar el modelo; en vez de ello, usa los datos ambientales proporcionados por el área de estudio al completo como datos de pseudo-ausencia. Puede utilizar variables tanto continuas como categóricas y el producto es un pronóstico continuo que varía de 0 a 100 y se interpreta como un grado relativo de adecuación (en qué medida un lugar es adecuado para que la especie esté presente).

Maxent ha demostrado funcionar bien en comparación con otros métodos alternativos como BIOCLIM y DOMAINE, que tan sólo consideran datos de presencia de la especie, resultando difícil evaluar la significación de los resultados que se obtienen mediante test estadísticos.

Para el modelado de las especies se utilizaron variables y cada una de las cuales incide potencialmente en la distribución de cada especie sobre el territorio de Guanajuato.

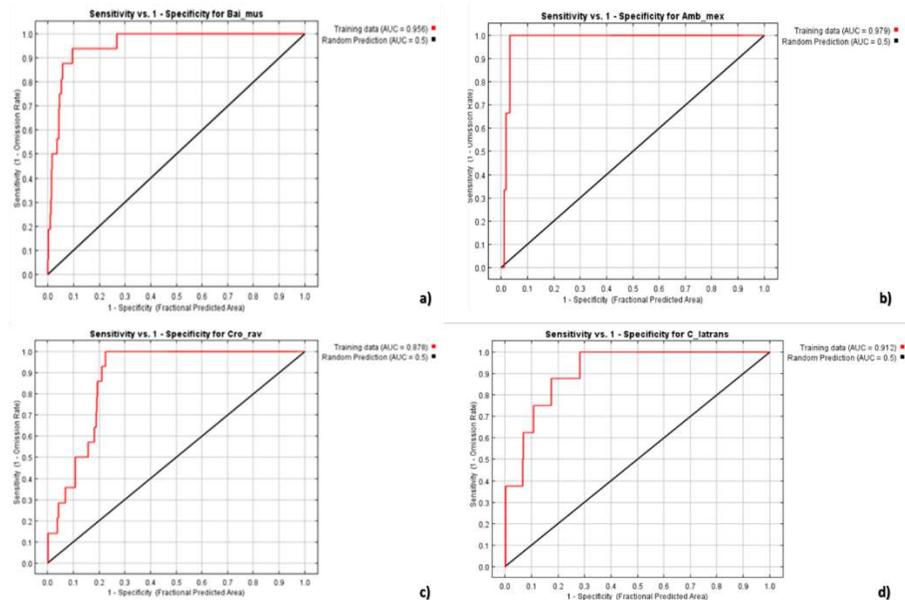
Tabla XX. Variables utilizadas por el programa MaxEnt para generar los mapas de distribución potencial de especies.

Variables	Características	
VARIABLES CLIMÁTICAS	Precipitación media anual Periodo de sequía Temperatura media anual	Temperatura mínima Temperatura máxima
VARIABLES TOPOGRÁFICAS O DE RELIEVE	Altitud	Pendiente
VARIABLES GEOMORFOEDAFOLÓGICAS	Edafología Geomorfología	Geología
VARIABLES BIOLÓGICAS	Distribución de ecosistemas	
OTRAS VARIABLES	Usos de suelo	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de este análisis se presenta de forma continua, permitiendo distinguir sutiles cambios en la adecuación modelada en diferentes áreas, además de que nos permite conocer la contribución de cada capa ambiental en el modelo generado mediante el comando Jackknife. Este programa también implementa la Curva ROC el cual es un método gráfico para evaluación, organización y selección de sistemas de diagnóstico y/o predicción, suministrando área bajo la curva (Area Under the Curve – AUC), que es la medida de desempeño. De acuerdo con Araújo y Guisan (2006), una guía general para la clasificación de la precisión del modelo tomando en cuenta el AUC es: 0.50-0.60 = insuficiente; 0.60-0.70 = pobre; 0.70-0.80 = promedio; 0.80-0.90 = bueno; 0.90-1 = excelente.

Gráfica XX. Diagramas del resultado de la evaluación del funcionamiento del modelo, expresados en la curva ROC: a) Neotoma leucodon.



Fuente: Elaboración propia.

El mapa de distribución potencial de cada especie se reclasifica en valores binarios (0 y 1) para señalar la ausencia y presencia potencial de cada especie, posteriormente se realiza una suma aritmética de las distribuciones potenciales de las especies presentes en Guanajuato presentan una precisión por arriba de la media ($AUC \geq 0.70$), obteniendo así las zonas donde potencialmente se encuentra un mayor número de especies. Las zonas de mayor riqueza de especies en Guanajuato se concentran en las regiones Norte y Noreste, particularmente la Sierra Gorda, Pinal de Zamorano, la Sierra del Cubo, la Sierra de Santa Rosa y algunas zonas específicas de Sierra de Lobos y la Sierra de Guanajuato tienen los valores más altos de biodiversidad de todo el estado. Otras como Peña Alta, la Sierra de los Picachos, la cuenca alta del río Temascalío y la Sierra de Comonfort también en la región Norte presentan valores altos. Al sur las zonas de mayor biodiversidad se concentran en las principales elevaciones de la sierra de Los Agustinos y en áreas particulares de las 7 Luminarias.

Para la generación del presente análisis de la diversidad biológica estatal se consideraron, además de los listados incluidos dentro del estudio de estado, los reportes de diversidad biológica por área natural protegida desarrollados por el Instituto de Ecología, diversos trabajos de los diferentes grupos biológicos en la entidad (Zamudio y Galvan Villanueva,

2011; Sánchez, 2016; Sánchez 2014; Sánchez, Téllez-Girón y Magaña-Cota 2009; Sánchez-Herrera et al., 2012; Elizalde-Arellano, López-Vidal, Uhart, Campos-Rodríguez, Hernández-Arciga, 2010; UNIBIO 2013; Botello, Aranda y Sánchez-Cordero 2010a; Astiazarán 2013; Charre-Medellín, Sánchez-Cordero, Magaña-Cota, Álvarez-Jara y Botello, 2012; CONABIO, 2012). A partir del análisis de la literatura existente, estudios técnicos, bases de datos de colecciones científicas y artículos científicos fue posible definir un listado actualizado de la biodiversidad estatal. En Guanajuato existen alrededor del 12% de las plantas vasculares de México, el 1.4% de los peces, el 7.2% de los anfibios, el 9.4% de los reptiles, el 33.4% de las aves y el 19.6% de los mamíferos. Más del 10% de las especies endémicas de vertebrados terrestres del país se encuentran en la entidad (CONABIO, 2012).

Flora

El conocimiento de los recursos vegetales del estado todavía es parcial e incompleto, a pesar de que varios naturalistas, médicos y botánicos se han interesado en su flora en diversas épocas (Zamudio y Galván-Villanueva, 2011).

El crecimiento de la frontera agrícola, zonas urbanas e industriales que han propiciado la destrucción y desaparición de la vegetación original de más de la mitad de la superficie del estado, y por el otro a la profunda modificación y degradación de la cubierta vegetal que aún permanece en la entidad, en combinación con la falta de conocimiento de la flora exige que se consideren los ecosistemas remanentes en el estado como áreas prioritarias para la preservación de la flora nativa.

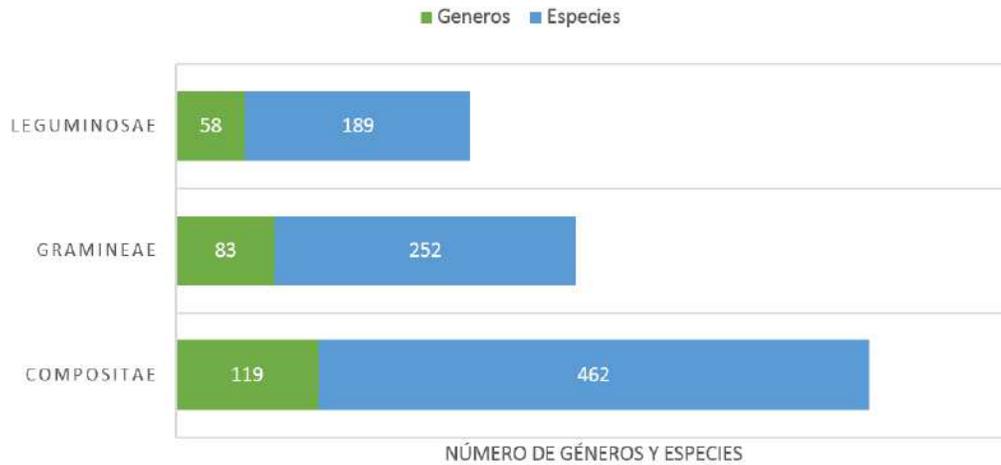
A partir de los diferentes trabajos de investigación presentados en el estudio de estado de la Biodiversidad de Guanajuato (CONABIO, 2012), y el trabajo de “La diversidad vegetal del estado de Guanajuato” (Zamudio y Galván-Villanueva, 2011), se propone la diversidad florística conocida del estado de Guanajuato, y se constituye como una base que debe ser considerada para la toma de decisiones sobre la gestión del territorio, particularmente aquella donde existen ecosistemas presentes.

La diversidad florística Guanajuatense se encuentra representada por un total de 178 familias, 901 géneros y 2,786 especies. No obstante, estos números aun no pueden considerarse definitivos y posiblemente incrementarán, ya que los estudios florísticos no han concluido en diversas regiones del estado. La estimación que se calcula como número máximo de especies vegetales de Guanajuato podría estar cercano a las 3 000 (Zamudio y Galván-Villanueva, 2011). Si este dato se corrobora, la riqueza florística de Guanajuato se podría considerar moderadamente alta, tomando en cuenta que sería mayor que la de Aguascalientes con 1 200 especies y la del Valle de México con 2 071 especies (García-Mendoza et al., 2004; Toledo, 1993, Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1989; Villarreal y Estrada, 2008).

Dentro de las plantas vasculares, las Angiospermas o plantas con flores son las más abundantes y diversas en el estado y están representadas por 157 familias, 857 géneros y 2, 779 especies; ellas predominan en todos los tipos de vegetación y se encuentran en todos los ambientes. Les siguen en importancia las Pteridofitas, que agrupan a los helechos y grupos afines, con 17 familias, 38 géneros y 126 especies, las que en su mayor parte juegan un papel secundario en la composición de las comunidades vegetales del estado. Finalmente se encuentran las Gimnospermas con cuatro familias, seis géneros y 18 especies, dentro de éstas destaca la familia Pinaceae que participa con 11 especies que suelen ser dominantes en los bosques de oyamel, de pino y de pino-encino.

Como ocurre en diversas regiones de México, dentro del grupo de las plantas con flores o Angiospermas, las tres familias más ricas de la flora de Guanajuato son Compositae con 119 géneros y 462 especies, Gramineae con 83 géneros y 252 especies y Leguminosae con 58 géneros y 189 especies; categorías taxonómicas que reúnen alrededor de 29% de todos los géneros y 32% de las especies, lo que las hace componentes importantes de todas las comunidades vegetales del estado.

Gráfica XX. Familias y géneros florísticos más representativos en Guanajuato.

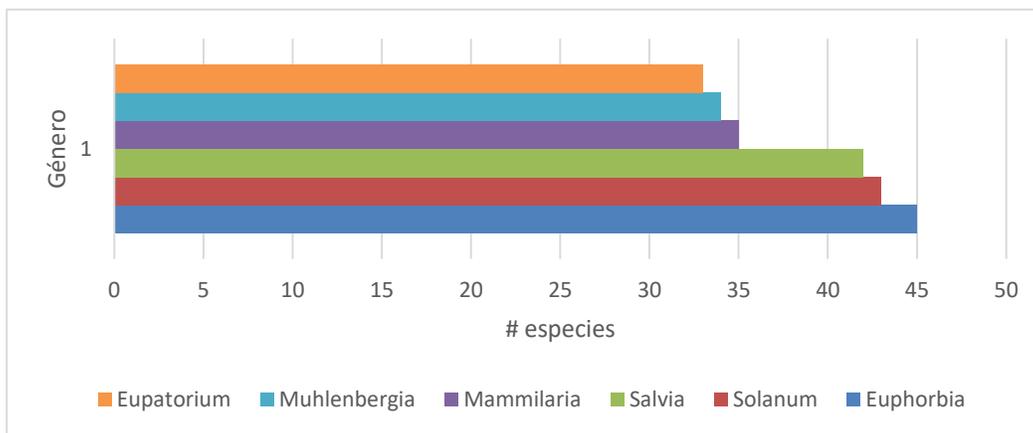


Fuente: Elaboración propia a partir del listado florístico de Guanajuato.

Otras familias importantes, aunque en menor grado son: Cactaceae, Malvaceae, Scrophulariaceae, Labiatae, Rubiaceae, Orchidaceae, Solanaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae y Convolvulaceae.

En lo que se refiere a géneros destaca Euphorbia con 45 especies, Solanum con 43, Salvia con 42, Mammillaria con 35, Muhlenbergia con 34 y Eupatorium con 33. La mayoría contienen plantas herbáceas y arbustivas con capacidad para crecer en diferentes ambientes. Destacan los géneros Mammillaria, que alcanza su máxima diversidad en los matorrales xerófilos, y el género Quercus que, al contrario de los otros, está representado por especies arbóreas que suelen ser la especie dominante en los bosques de encino de la entidad.

Gráfica XX. Géneros más representativos y número de especies para cada uno de ellos en Guanajuato.



Fuente: Elaboración propia a partir del listado florístico de Guanajuato.

La diversidad florística del estado puede ser analizada de manera apropiada a partir de su análisis por provincia fisiográfica, dado que en cada una de ellas encontramos características particulares que han influenciado a la estructura de los ecosistemas que se distribuyen en ellas. La alta diversidad de plantas registrada, además como mencionado de la confluencia de tres de las provincias fisiográficas más importantes (Bárceñas, 1999; Carranza, 2005; Rzedowski, 1996) se debe al alto grado de perturbación de las comunidades vegetales, así como la extensión de los campos agrícolas, que favorecen la introducción y crecimiento de numerosas malezas que incrementan la diversidad regional (Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2004).

Mesa del Centro

Esta provincia abarca la mayor cantidad de géneros y especies del estado (93% y 77%, respectivamente) esto gracias a que es la región más extensa (90% de su territorio). En ella las especies dominantes corresponden a:

1. Plantas distribuidas principalmente en la región del desierto chihuahuense, que se extienden hacia el sur hasta Guanajuato, Querétaro e Hidalgo. Aquí se ubican a las especies que forman parte de los matorrales xerófilos cuyo centro de distribución más característico es la región del desierto chihuahuense. De ellas se pueden mencionar: *Acacia berlandieri*, *A. constricta*, *Acourtia parryi*, *Antiphytum heliotropioides*, *Echinocactus horzonthalonius*, *Echinocereus cinerascens*, *E. pectinatus*, *E. pentalophus*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Fouquieria splendens*, *Hoffmannseggia watsonii*, *Koeberlinia spinosa*, *Larrea tridentata*, *Mammillaria candida*, *Neolloydia conoidea*, *Opuntia stenopetala*, *Prosopis laevigata*, *Quercus grisea*, *Salvia ballotaeflora*, *Senna mensicola* entre otras.
2. Plantas conocidas con anterioridad solamente de San Luis Potosí y áreas situadas aún más al norte de este estado, como: *Acleisanthes nana*, *Baccharis ramiflora*, *Crataegus rosei*, *Mammillaria hahniana*, *Mimosa similis*, *Mirabilis multiflora*, *Pinus durangensis*, *Polygala macradenia*, *Villadia patula*, entre otras.
3. Plantas características de la zona árida Queretano-Hidalguense, con extensión al norte de Guanajuato, entre las que se puede mencionar: *Astrophytum ornatum*, *Bumelia altamiranoi*, *Casimiroa pubescens*, *Coryphantha erecta*, *C. jalpanensis*, *Dyscritothamnus filifolius*, *D. mirandae*, *Ferocactus glaucescens*, *Geniostemon coulteri*, *Heliotropium queretaroanum*, *Ipomoea rzedowskii*, *Mammillaria calacantha*, *M. elongata*, *M. hahniana*, *M. herrerae*, *M. longimamma*, *M. perbella*, *M. saetigera*, *Pachyphytum compactum*, *Pinguicula agnata*, *Pomaria glandulosa*, *Sedum corynephyllum*, *S. hemifusum*, *Senna guatemalensis* var. *hidalgensis*, *Strombocactus disciformis*, *Thelocactus leucanthus* y *Yucca queretaroensis*.

Sierra Madre Oriental

Aproximadamente tres cuartas partes de los géneros y un poco más de la mitad de las especies se han registrado de la Sierra Madre Oriental en el noreste, con una superficie cercana a 5% del total del estado las especies más representativas en esta provincia son: *Acacia parviflora*, *Capsicum ciliatum*, *Carya ovata* var. *mexicana*, *Decatropis bicolor*, *Echeveria bifurcata*, *Ferocactus echidne*, *Helietta parvifolia*, *Mimosa leucaenoides*, *Morkillia mexicana*, *Phymosia umbellata*, *Pithecellobium pallens*, *Quercus affinis*, *Robinsonella discolor*, *Rzedowskia tolantongensis*, *Sedum calcicola*, *S. hultenii* y *Selenicereus spinulosus*.

Eje Neovolcánico.

Ocupa la menor extensión (alrededor de 2% de la superficie estatal), se enlistan 44% de los géneros y apenas 28% de las especies, encontrándose aquí la diversidad más baja (Carranza, 2005), siendo características de esta zona las especies tales como *Altamiranoa mexicana*, *Aporocactus flagelliformis*, *Coryphantha clavata*, *Echeveria agavoides*, *E. secunda*, *Echinocereus polyacanthus*, *Mammillaria densispina*, *M. jaliscana*, *M. petterssonii*,

M. polythele, Peniocereus serpentinus, Sedum longipes, Stenocactus ochoteranianus, S. phyllacanthus.

Especies de flora de uso común

No se puede dejar de lado el papel que desempeñan muchas especies de plantas vasculares, silvestres o arraigadas en las zonas de mayor influencia humana, como proveedoras de algún beneficio a la población, llámense medicinales, ornamentales, comestibles, usadas para proveer combustible o sombra.

Por ejemplo, Estrada (1984) recopiló datos sobre 256 plantas utilizadas en la medicina tradicional del municipio de Doctor Mora, incluidas en 69 familias, de las cuales una buena parte son nativas del estado; Ocampo-Velázquez (1997) realizó un estudio de las plantas útiles del predio El Cortijo, en el municipio de Dolores Hidalgo, y encontró que de 150 especies registradas en el bosque espinoso, 92% son especies útiles, entre las que recopiló información de 222 usos, incluidos en 20 categorías. Dicha autora encontró también que 51% tienen uso medicinal, 22% son forrajeras, 9% comestibles y 18% restante tiene diversos usos. Por su parte, al estudiar el género Ipomoea, Carranza (2001), encontró que 66.6% de las especies tiene un nombre común y más de 50% se utilizan como ornamentales, e igual número como medicinales. Entre las especies nativas de Guanajuato destaca el “chilcuague” (*Heliopsis longipes*), planta cuya raíz se utiliza como saborizante, medicina e insecticida, que sólo crece en el noreste del estado, norte de Querétaro y sur de San Luis Potosí, y que ha sido objeto de estudios desde mediados de siglo XX (Little, 1948) y que al parecer en la actualidad se empieza a cultivar en la zona (Carranza, 2005).

Recomendaciones

Ocampo-Velázquez (1997) concluye que es necesario y urgente documentar el conocimiento tradicional ya que se está perdiendo, además de que el deterioro de los ecosistemas continúa trayendo como consecuencia la pérdida de la biodiversidad.

El reconocimiento de la riqueza cultural y etnobotánica dentro del estado debe ser considerado particularmente mediante estrategias que fomenten su difusión, además de la conservación de las áreas donde las diversas especies utilizadas para distintos fines se distribuyen.

Fauna

La riqueza de ecosistemas, paisajes terrestres, relieve y topofomas incide directamente en la alta diversidad de especies en un territorio. Así como se ha podido manifestar la relativamente alta diversidad florística del estado, es importante resaltar su importante diversidad de especies animales.

Actualmente la diversidad faunística de Guanajuato está representada por 614 especies de vertebrados, de las cuales el 6% son peces, el 60% aves, el 17% mamíferos, el 13% reptiles, y el restante 4% anfibios.

Peces

En el estado se han registrado al menos 37 especies de ictiofauna, lo que equivale al 7.5% del total de peces de agua dulce que se conocen para México. Esta diversidad de especies está distribuida en 10 familias y 27 géneros. Cabe resaltar que 11 de las 37 especies registradas son especies exóticas que fueron introducidas para la producción acuícola para alimentación. En Querétaro se han reportado 47 especies, respectivamente, aunque la superficie de este último, colindante con Guanajuato, sea 60% menor (Díaz-Pardo, Godínez-Rodríguez y López-López, 2009).

Además de contener especies tanto neotropicales como neárticas, Guanajuato cuenta con taxa exclusivos del centro de México (especies del género *Chirostoma* y miembros de las familias Goodeidae y Cyprinidae). En el estado existía una especie endémica a la entidad (*Chirostoma bartoni*) hoy extinta (CONABIO, 2015). No obstante, se registran 8 especies endémicas a México, de las cuales se manifiestan como especies prioritarias *Skiffia bilineata*, *Skiffia lermae*, *Ictalurus dugesii* e *Ictalurus mexicanus*.

Existen nueve especies que se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana sobre especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010), a saber: *Chirostoma bartoni*, *Cichlasoma steindachneri*, *Hubbsina turneri* y *Skiffia bilineata*, especies que se consideran en peligro de extinción y *Cichlasoma labridens*, *Allotoca dugesi*, *Skiffia lermae*, *Ictalurus mexicanus* y *Zoogeoneticus quitzeoensis* que aparecen listadas como amenazadas. Es necesario hacer notar que, dada la fecha de publicación de la norma, ésta no incorpora el estatus más reciente de *Ch. bartoni*, que se presume extinta en la naturaleza. El libro rojo de la IUCN que establece las especies en riesgo a nivel mundial no incluye especies de Guanajuato en alguna de sus categorías de conservación.

Las principales problemáticas que impactan a la ictiofauna en el estado son la descarga de contaminantes de origen urbano, industrial y agrícola a los ecosistemas acuáticos, lo que ha impactado de manera importante la disponibilidad de hábitat para especies poco tolerantes, la reducción del caudal ecológico derivado de la sobreexplotación del recurso hídrico para fines agrícolas, industriales y domésticos, la pérdida y modificación de los hábitat derivada del azolve de cuerpos de agua, la presencia de especies exóticas que depredan a las especies locales, o compiten con ellas por alimento o hábitat y la sobreexplotación derivada de la pesca (CONABIO, 2015).

Anfibios y reptiles

En el estado se distribuyen 107 especies de anfibios y reptiles, de los cuales 26 son anfibios y 81 reptiles, pero este número puede variar dependiendo de los criterios de asignación de las sinonimias de las especies. Los listados presentados en el presente trabajo consisten en una recopilación bibliográfica de los estudios de investigación presentados en el Estudio de estado “La Biodiversidad en Guanajuato” (CONABIO, 2012) y la incorporación de especies registradas en el estado a partir otros estudios como los de Campos-Rodríguez et al. (2009), Campos-Rodríguez et al. (2010), Hernández-Arciga et al. (2013), Leyte-Manrique, A. et al. (2016) y las bases de datos del Instituto de Ecología del estado de Guanajuato, particularmente la información de Dirección de Recursos Naturales (2014).

De los anfibios se han reportado tres especies de salamandras de dos familias y dos géneros, y 23 ranas y sapos de siete familias y 11 géneros. La familia más diversa en anfibios es Bufonidae (sapos) con siete especies.

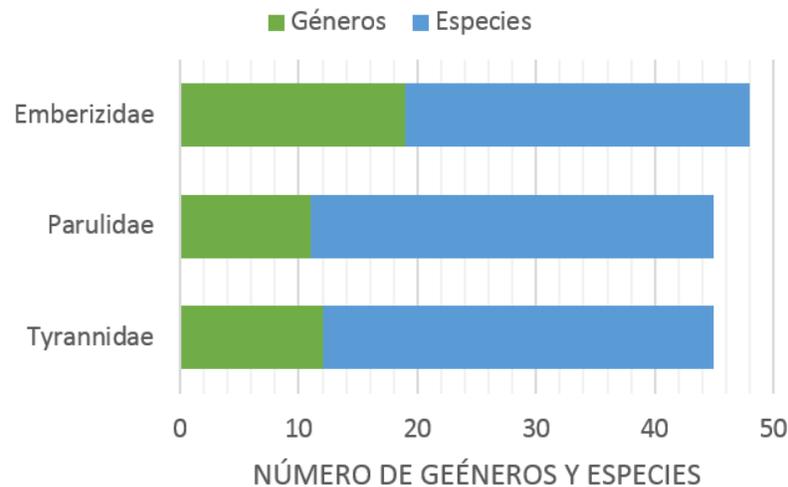
Comparando con la diversidad nacional, que es aproximadamente de 358 especies de anfibios (Flores-Villela) la entidad resguarda en su territorio 7% de las especies de anfibios. Para el caso de la diversidad de reptiles se han reportado 25 especies de lagartijas (con siete familias y 12 géneros), 53 de serpientes (con ocho familias y 30 géneros) y tres de tortugas (con dos familias y dos géneros). La familia Colubridae (serpientes) con 27 especies y la familia Phrynosomatidae (lagartijas) con 11 especies son las más diversas en el territorio estatal. De las 814 especies de reptiles registradas para México (Canseco-Márquez 2004), actualmente se ha registrado el 10% en Guanajuato, dándole al estado el lugar número 29 en la diversidad de estos grupos.

Guanajuato cuenta con 61 especies de herpetofauna endémicas para México, 16 de anfibios y 45 de reptiles respectivamente. Estas especies representan 57.5% del total de las especies registradas en el estado, pero de éstas solamente dos son microendémicas, las cuales se comparten con Querétaro y Michoacán, respectivamente. Del total de las especies, 25 tienen relación Neártica, seis Neártica y Mesoamericana, cinco exclusivamente Mesoamericana, tres Meso-Sudamericana y tres intercontinental.

Aves

En el mundo existen más de 10 000 especies y 22 000 subespecies de aves (Lepage, 2009); Para la República Mexicana se determinan cerca de 1 075 especies (Clements, 2007) en el caso del estado de Guanajuato se señalan 366, lo que representa una proporción a nivel nacional de 34.04%, dentro de 20 órdenes y 61 familias, de estas últimas, las que agrupan el mayor número de especies fueron: Tyrannidae (33), Parulidae (34) y Emberizidae (29) (. La cifra que posee la entidad se divide en 240 especies residentes igual al 57% y 126 migratorias (30%).

Gráfica XX. Familias y géneros de aves con mayor representatividad en Guanajuato.



Fuente: elaboración propia a partir del listado de aves de Guanajuato.

Distribución

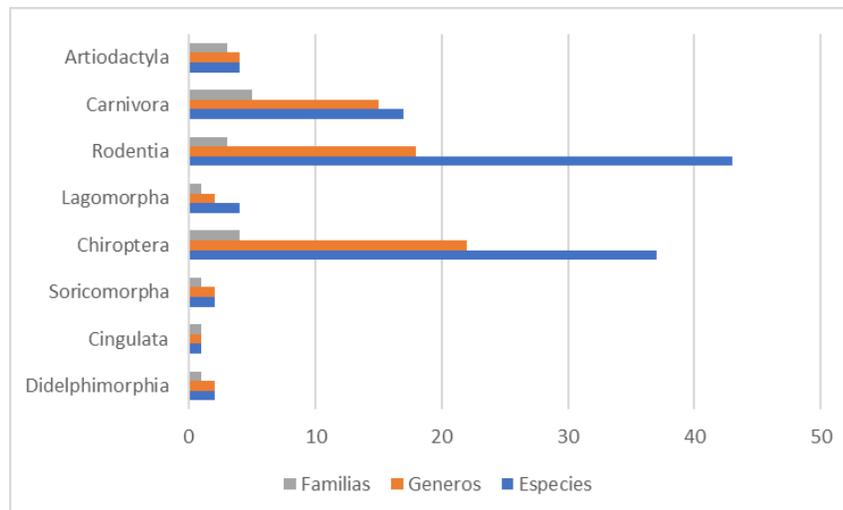
Aunque Guanajuato se encuentra ubicado dentro de los límites Neártico-Neotropical, donde coinciden seis ecorregiones (Conabio, 1999), los diferentes ecosistemas y hábitats particulares no han recibido la atención científica necesaria. Como ejemplo particular, al sur de la entidad se conjuntan dos importantes regiones avifaunísticas, la Faja Volcánica Transmexicana Septentrional y el Altiplano Mexicano, donde han evolucionado hábitats acuáticos particulares que han aislado a algunas poblaciones de aves, particularmente el de *Geothlypis speciosa* (Navarro-Sigüenza, et al., 2007). Comparativamente con otras regiones del país, la entidad se ha considerado como una de las regiones menos estudiadas y muestreadas (Navarro et al., 2004), lo que se refleja por las pocas investigaciones y algunos listados faunísticos en áreas muy limitadas o específicas, siendo nulos los relacionados con estudios poblacionales y la historia de vida de las aves. Una de las pocas áreas que recientemente ha recibido atención considerable es la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Guanajuato, por la consideración de que concentra una gran riqueza de aves residentes y migratorias (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2008).

Mamíferos

Actualmente se conocen 105 especies de mamíferos en el estado de Guanajuato, el listado presentado en este trabajo se construyó a partir del trabajo de Sánchez (2014), en la que presenta una "Sinopsis de los mamíferos silvestres del estado de Guanajuato, México". El listado de dicho trabajo fue complementado con el inventario faunístico de la Dirección de Recursos Naturales (2014), así como los estudios de investigación presentados en el Estudio de estado "La Biodiversidad en Guanajuato" (CONABIO, 2012), y las publicaciones de Elizalde-Arellano et al., (2010), La Mora-Villa et al., (2014) y Sánchez, O. et al., (2014).

Los grupos con mayor número de especies son del Orden Rodentia (ratones, ardillas y tuzas) con 43 (41%), seguidas por 37 (35%) del Orden Chiroptera (murciélagos) y el Orden Carnívora con 17 (16%). Los grupos con menor número son los órdenes Lagomorpha (liebres y conejos) con cuatro (4%); Artiodactyla (venados, pecaríes y otros relacionados con cuatro (4%); Soricomorpha (musarañas), con dos (2%), Didelphimorphia (marsupiales), con dos (2%) y Cingulata (armadillos) con una especie (1%).

Gráfica XX. Diversidad de familias, géneros y especies de mamíferos por orden.



Fuente: Elaboración propia a partir de CONABIO.

Las 105 especies registradas representan el 20% de la diversidad de mamíferos a nivel nacional, ubicando a la entidad, antes considerada entre los estados de la república con escasa diversidad de mamíferos, como uno de los que posee una diversidad intermedia bajo los criterios de Arita (1993).

Respecto a la representatividad de los Órdenes de mamíferos respecto al total nacional, las especies del Orden Carnivora representan 53% del total nacional, al igual que las del Orden Artiodactyla (66%); las del Orden Lagomorpha 25%; las del Cingulata representan 25%; las especies del Orden Chiroptera 27%; las del Orden Rodentia 18.5%; las del Orden Didelphimorphia el 25%, y del Orden Soricomorpha el 6.6%. Para dar una idea del estado que guardan las especies hasta ahora registradas, se señalan las especies a las que se ha asignado algún estatus de riesgo/protección en la Norma Oficial NOM-059-semarnat-2010 (SEMARNAT, 2010).

En Guanajuato, la cifra de especies de mamíferos endémicas a México que están presentes en la entidad con la actualización del número de especies de mamíferos a 105, alcanza un total de 17, de las cuales 14 son roedores, además de una especie de liebre y dos murciélagos. El hecho de que la mayor parte de los mamíferos endémicos de México sean roedores obedece a que éste es el grupo con mayor número de especies en el país, además de que estos organismos se desplazan distancias cortas por lo que su capacidad de dispersión es escasa, favoreciendo la evolución de nuevas especies en territorios topográficamente complejos (Sánchez O., et al., 2012). En el caso de los murciélagos, su capacidad de volar explica en parte que el número de especies endémicas sea menor (Ceballos et al., 2002).

Los mamíferos silvestres habitan casi todo tipo de ambientes, incluyendo bosques templados, selvas tropicales y subtropicales y desiertos. Unas cuantas especies han logrado adaptarse a los cambios y disturbios causados por actividades humanas, como la transformación de las áreas de vegetación natural en campos para la agricultura, ganadería u otro tipo de usos no industriales (Sánchez O., et al., 2012). La invasión de territorios silvestres por este tipo de actividades puede favorecer conflictos, especialmente relacionados con las especies más adaptables (principalmente roedores). Otras especies como los felinos o especies del orden Artiodactyla son muy sensibles a estas perturbaciones y ven restringidas sus áreas de distribución, por lo cual sólo subsisten en las áreas mejor conservadas cuando les es posible o, de lo contrario, terminan por ser extirpadas local o regionalmente.

Presencia de especies en la NOM-059, CITES o Lista Roja

Para identificar las áreas con mayor presencia de especies sujetas a estatus en la NOM-059, se utilizó la misma metodología utilizada para la determinación de las zonas de riqueza de especies, utilizando el software MAXENT para la definición de la distribución potencial de cada especie, salvo que para el presente parametro se utilizaron únicamente los mapas de distribución potencial de aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, resultando en una cobertura que facilita la identificación de zonas con mayor presencia potencial de dichas especies.

Las zonas que presentan una mayor presencia potencial de especies bajo estatus se localizan en la mayoría de las principales sierras del estado, prácticamente mostrando un patrón muy similar a las áreas de alta riqueza. No obstante, los valores máximos de presencia de especies bajo estatus se encuentran en sitios particulares, como la sierra del Cubo, Peña Alta, algunas zonas de la Sierra Gorda, particularmente entre los límites de esta con la altiplanicie Guanajuatense y en menor grado en la Sierra de Comonfort.

Especies de flora con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla XX Especies con estatus en la NOM-059, CITES o la lista roja de la IUCN.

Familia	Género y especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Pr	ND	LC
Cactaceae	<i>Aporocactus flagelliformis</i>	P	II	ND
Cactaceae	<i>Astrophytum ornatum</i>	A	II	VU
Cactaceae	<i>Coryphantha elephantidens</i>	E	II	LC
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr	II	NT
Cactaceae	<i>Echinocactus pulchellus</i>	Pr	DN	VU
Cactaceae	<i>Ferocactus histrix</i>	Pr	II	NT
Cactaceae	<i>Glandulicactus crassihamatus</i>	A	II	LC
Cactaceae	<i>Mammillaria aurihamata</i>	Pr	II	ND
Cactaceae	<i>Mammillaria bocasana</i>	Pr	II	LC
Cactaceae	<i>Mammillaria candida</i>	A	II	LC
Cactaceae	<i>Mammillaria erythrosperma</i>	A	II	LC
Cactaceae	<i>Mammillaria hahniana</i>	A	II	NT
Cactaceae	<i>Mammillaria herrerae</i>	P	II	CR
Cactaceae	<i>Mammillaria longimamma</i>	A	II	VU
Cactaceae	<i>Mammillaria microhelia</i>	Pr	II	EN
Cactaceae	<i>Mammillaria nana</i>	Pr	II	LC
Cactaceae	<i>Mammillaria parkinsonii</i>	Pr	II	EN
Cactaceae	<i>Mammillaria rettigiana</i>	Pr	II	EN
Cactaceae	<i>Mammillaria schiedeana</i>	A	II	VU
Cactaceae	<i>Mammillaria zeilmanniana</i>	Pr	II	CR
Cactaceae	<i>Mammillaria zephyranthoides</i>	A	II	LC
Cactaceae	<i>Stenocactus coptonogonus</i>	Pr	II	LC
Cactaceae	<i>Strombocactus disciformis</i>	A	I	VU

Familia	Género y especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
Cactaceae	<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Pr	II	LC
Compositae	<i>Dahlia scapigera</i>	Pr	ND	ND
Ebenaceae	<i>Diospyros xolocotzii</i>	P	ND	ND
Gentianaceae	<i>Gentiana spathacea</i>	Pr	ND	ND
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i>	P	ND	ND
Leguminosae	<i>Albizia plurijuga</i>	A	DN	EN
Leguminosae	<i>Erythrina coralloides</i>	A	ND	ND
Leguminosae	<i>Trifolium wormskioldii</i>	A	ND	ND
Meliaceae	<i>Cedrela dugesii</i>	Pr	ND	ND
Monotropaceae	<i>Monotropa hypopitys</i>	Pr	ND	ND
Valerianaceae	<i>Valeriana pratensis</i>	Pr	ND	ND
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis concinna</i>	P	ND	ND
Juncaginaceae	<i>Triglochin mexicanum</i>	A	ND	ND
Nolinaceae	<i>Calibanus hookeri</i>	A	ND	ND
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea gracilis</i>	A	ND	ND
Orchidaceae	<i>Galeottiella sarcoglossa</i>	Pr	II	ND
Orchidaceae	<i>Laelia speciosa</i>	Pr	II	ND
Palmae	<i>Brahea berlandieri</i>	Pr	ND	LC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE CONABIO, IUCN.

Recomendaciones

Aunque pocas especies de flora se encuentren consideradas dentro de la Norma Mexicana 059, no significa que la flora de Guanajuato se encuentre en óptimas condiciones para su conservación. Como se ha manifestado una gran proporción del territorio estatal ha sido transformado para su aprovechamiento en actividades antropogénicas, mientras que una proporción importante de los ecosistemas restantes se encuentra degradada o fragmentada. Resulta prioritario el establecimiento de programas de estudio y monitoreo permanentes para elaborar un diagnóstico más detallado de la situación de un amplio contingente de la flora local; sobre todo de las plantas raras o endémicas, con distribución restringida a Guanajuato y a alguno de los estados vecinos.

Especies de peces en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Existen seis especies exóticas en la entidad, aparentemente de reciente introducción. Quintero-Díaz *et al.* (2012) mencionan cinco de ellas y su problemática. Aunado a ello, recientemente fue reportada la presencia de un ejemplar del sapo gigante *Rhinella marina* en la Sierra Gorda (Campos- Rodríguez *et al.*, 2009), una de las especies invasoras más dañinas.

Resulta importante considerar que además del gran número de especies bajo estatus en la NOM-059, todas las especies de anfibios y 71 de reptiles han sido evaluadas por la lista roja de la IUCN, clasificando 87 (20 anfibios y 67 reptiles) como de preocupación menor (LC), 3 especies de anfibios como casi amenazadas (NT), 3 especies de anfibios y 3 de reptiles como vulnerables (Vu), y 1 especie en peligro (EN).

Recomendaciones

Guanajuato es uno de los estados de la República Mexicana menos estudiados en cuanto a anfibios y reptiles se refiere. A pesar de que su sistema de ANP está distribuido plenamente dentro de la entidad, los esfuerzos de estudios herpetofaunísticos se han enfocado a seis de las 22 de ellas (27%), la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, el parque ecológico Lago Cráter La Joya, el Área de Restauración Ecológica Laguna de Yuriria y su zona de influencia y tres Áreas de Uso Sustentable, los Cerros El Culiacán y La Gavia, el Cerro de los Amoles y el Cerro de Arandas). Es imperante acelerar los estudios en otras zonas, sobre todo en aquellas en las que se requieran planes de manejo inmediato porque serán sujetas a uso (Reynoso et al. 2012).

Especies de aves en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Son 34 especies (9.26%) las que se encuentran en alguna categoría de riesgo (Semarnat, 2010), ocho amenazadas (una endémica, *Anas platyrhynchos diazi*), cinco en peligro (dos endémicas de distribución restringida, *G. speciosa* y *Spizella wortheni*) y 26 sujetas a protección especial (cuatro endémicas, *Xenotriccus mexicanus*, *Vireo nelsoni*, *Catharus occidentalis* y *Ridgwayia pinicola*). Siete amenazadas (tres endémicas, *X. mexicanus*, *V. nelsoni* y *R. pinicola*), nueve en peligro (dos endémicas, *G. speciosa* y *S. wortheni*) y nueve frágiles (una endémica, *A. p. diazi*). 51 especies (13.89%), se encuentran dentro de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2012), cuatro especies en el apéndice I con *Amazona oratrix*, *Ara militaris*, *Falco peregrinus* y *Colinus virginianus*; 44 en el apéndice II (especies de las familias Accipitridae, Falconidae, Psittacidae, Tytonidae, Strigidae y Trochilidae) y tres en el apéndice III (*Dendrocygna Autumnalis*, *D. bicolor*, y *Penelope purpurascens*, categorizada para Honduras). La IUCN (2011), considera 355 especies (96.99%), en la categoría de baja preocupación LC (en ninguna categoría de riesgo por su amplia distribución y abundancia); a cuatro en peligro EN (dos endémicas, *G. speciosa* y *S. wortheni*; una cuasiendémica, *A. oratrix*), dos vulnerables V y siete cercanamente vulnerables NT (una endémica, *X. mexicanus*).

Acciones de conservación

Se han establecido dos áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA), la Sierra de Santa Rosa y la Laguna de Yuriria que es considerada como un humedal de importancia internacional (Ramsar) (Arizmendi y Márquez, 2000). Se han decretado 21 áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal que involucra 8.6% del territorio estatal (cuatro parques ecológicos, un monumento natural, cinco áreas de restauración ecológica, nueve áreas de uso sustentable y dos reservas de conservación) (Guzmán y Báez, 2009; Uriarte-Garzón y Lozoya, 2009).

Especies de mamíferos

El estatus de conservación de las poblaciones de mamíferos en el estado se desconoce (Sánchez O., et al., 2012), no obstante, actualmente 18 de ellas se encuentran bajo estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas 10 se encuentran clasificadas como Amenazadas (A), cuatro como bajo Protección Especial (PR) entre las que se encuentran *Dipodomys ornatus*, *Dipodomys phillipsii*, *Myotis velifer* y *Sciurus oculatus*, 3 en Peligro de Extinción, un artiodactilo (*Antilocapra americana*) y dos felinos (*Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*) y 1 Extinta en la naturaleza (*Canis lupus*).

Así mismo cabe mencionar que 104 de las 105 especies se encuentran consideradas dentro de la lista Roja de la IUCN. De estas 96 están clasificadas como de Preocupación menor

(LC), 5 especies como Casi amenazadas (NT), entre las que se encuentran dos quirópteros (*Choeronycteris mexicana* y *Corynorhinus mexicanus*) y tres carnívoros (*Leopardus wiedii*, *Lepus callotis* y *Lontra longicaudis*), una especie de quiróptero (*Leptonycteris verbabuenae*) clasificada como Vulnerable (Vu), y 2 especies en peligro.

Especies endémicas

Las especies endémicas son aquellas que tienen una distribución restringida a un área determinada. México es uno de los países con mayor número de especies endémicas, es decir, exclusivas al territorio nacional. En Guanajuato se han registrado 121 especies endémicas y las zonas donde estas se localizan deben considerarse de especial interés para la conservación biológica dado que muchas de ellas están restringidas a pequeños territorios del centro del país. Para determinar las zonas donde incide un mayor número de especies endémicas se utilizó la misma metodología que para los dos apartados anteriores, salvo que la suma de mapas únicamente considero las distribuciones potenciales de especies endémicas, obteniendo aquellas zonas con una mayor presencia potencial de estas.

Las zonas con mayor presencia potencial de especies endémicas mantienen una gran similitud con las áreas con presencia potencial de especies bajo estatus en la NOM-059. Cabe destacar que ambos listados comparten un gran número de especies dado que muchas especies protegidas son endémicas. Sin embargo, es posible identificar con mayor particularidad las áreas de endemismo, restringidas principalmente a algunas de las sierras del Norte de Guanajuato, particularmente en sus límites con San Luis Potosí, además de algunas zonas de la Sierra Gorda, particularmente en sus límites con la altiplanicie central Guanajuatense y en la región Sur, en los cerros de mayor importancia de la Sierra de los Agustinos.

Esto no quiere decir que el resto de las sierras carezca de especies endémicas, ya que es posible observar que la mayoría de estas tiene valores de moderados a altos para la presencia de especies endémicas, principalmente en toda la región Noreste, Norte, en la zona de sierra de la región Centro y en las sierras de la región Sur que están relacionadas con el Eje Neovolcánico Transversal.

Flora

Un número reducido de 25 especies y dos variedades de plantas vasculares son exclusivas o endémicas de Guanajuato. Muchos de estos taxa se han descrito como resultado de las exploraciones recientes y la mayoría sólo se conocen de la localidad típica o de zonas aledañas. Entre los taxa mencionados destacan las familias Cactaceae (seis especies), Crassulaceae (seis especies) y Compositae (dos especies y dos variedades). Sobresalen también *Beaucarnea compacta* y *Calibanus glassianus*, de la familia Nolinaceae, por ser plantas arbustivas muy raras, con extraña forma de crecimiento.

Existe un grupo de seis especies de distribución restringida pero que amplían su área a Guanajuato y San Luis Potosí: *Echeveria walpoleana* (Familia Crassulaceae); *Helianthemum pugae* (Familia Cistaceae); *Pachyphytum fitkaui* (Familia Crassulaceae); *Richardia gandarae* Rzedowski. (Familia Rubiaceae); *Sedum clauseni* (Familia Crassulaceae); *Villadia acuta* (Familia Crassulaceae).

Por otra parte, también existen varias especies con áreas de distribución limitadas a los estados de Guanajuato y Querétaro, como: *Baccharis zamoranensis* (Familia Compositae); *Geniostemon atarjanum* (Familia Gentianaceae); *Glandulicactus crassihamathus* (Familia Cactaceae); *Pachyphytum viride* (Familia Crassulaceae); *Priva ibugana* (Familia Verbenaceae); *Rubus macvaughianus* (Familia Rosaceae); *Sedum pacense* (Familia Crassulaceae); *Tetramerium carranzae* (Familia Acanthaceae); *Zigadenus neglectus* (Familia Melianthaceae).

Aves

No hay especies endémicas exclusivas para la entidad, pero dentro de su territorio y compartiendo con otros estados vecinos se presentan 48 especies (13.11%) dentro de alguna de las categorías de endemismo (González-García y Gómez de Silva, 2003), de las cuales 16 son endémicas (dos de distribución restringida) en la laguna de Yuriria *Geothlypis speciosa*, y en el límite norteño del estado *Spizella wortheni*, seis cuasiendémicas y 26 semiendémicas.

Fragilidad ecológica

La fragilidad de cada ecosistema se determinó con base en su vulnerabilidad ante impactos, su resiliencia y su capacidad de regeneración. La vulnerabilidad de los ecosistemas puede entenderse como su grado de exposición a las contingencias y presiones y la dificultad de hacer frente a éstas (MA, 2005), cada uno de los ecosistemas que inciden dentro del estado de México fue evaluado a partir de los procesos de deforestación y cambio de uso de suelo a los que ha sido sometido en los últimos años, las problemáticas ambientales identificadas en la agenda ambiental por macrorregión y que inciden sobre estos ecosistemas y su nivel de exposición al deterioro producto de las actividades antropogénicas.

La resiliencia de los ecosistemas puede entenderse como la capacidad de estos para recuperarse de un disturbio o de resistir presiones en curso. Se refiere a los complejos procesos físicos y ciclos biogeoquímicos regenerativos que realizan los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema en un tiempo determinado como respuesta para recuperar su estado anterior al efecto producido por el factor externo, y en esa medida tender al equilibrio (Chamochumbi, 2005).

Aquellos ecosistemas que presentan especies de crecimiento lento o que son resultado de una sucesión ecológica compleja presentan una menor capacidad de regeneración que aquellos que presentan especies de rápido crecimiento y que están representados principalmente por especies primarias o pioneras.

Las áreas con alta fragilidad ecológica en Guanajuato entonces se calculan mediante un análisis multicriterio que involucra los factores: fragilidad de la vegetación natural, erosión total y accesibilidad. . El cálculo final se desarrolló a partir de la siguiente fórmula:

$$F = 0.5 Fv + 0.33 Et + 0.17 Acc$$

Donde F= Fragilidad ecológica

Fv= Fragilidad de la vegetación natural

Et= Erosión total

Acc= Accesibilidad

A partir de estos factores, a cada ecosistema se le asignó un valor jerárquico de fragilidad de 0 a 10. Para el caso de los sistemas rurales no naturales, estos se encuentran sujetos al manejo antropogénico constante, se trata de ambientes completamente transformados donde los diferentes tipos de vegetación natural han sido reemplazados por otros, las zonas agrícolas, pecuarias o de aprovechamientos de materiales pétreos y demás usos del suelo de origen antropogénico que han transformado los sistemas naturales a su conveniencia carecen de valor de fragilidad de la vegetación natural, ya que esta ha sido reemplazada por otra.

Las áreas frágiles se distribuyen en las sierras más importantes del estado. No obstante es posible identificar zonas de muy alta fragilidad en la Sierra del Cubo, la zona norte de Peña Alta, en la Sierra Gorda en las zonas limítrofes entre San Luis de la Paz, Victoria y Xichú, y al norte con San Luis Potosí, en la Sierra de Guanajuato, la cuenca alta del Río Temascalío, el Cerro del Veinte en Irapuato, la Sierra de Penjamo en su vertiente oriental, y las zonas más altas de la Sierra de los Agustinos

Tabla XX1. Valores de resiliencia y dificultad de regeneración para el cálculo de la fragilidad por ecosistema.

Uso de suelo o tipo de vegetación	Resiliencia	Dificultad de regeneración	Fragilidad de la vegetación
Bosque de encino	9	10	9.5
Bosque de oyamel	10	10	10
Bosque de pino	8	8	8
Bosque de tascate	9	8	8.5
Bosque mixto de pino-encino	9	9	9
Chaparral	8	9	8.5
Cuerpo de agua	9	9	9
Matorral crasicuale	10	10	10
Matorral submontano	8	7	7.5
Matorral subtropical	7	6	6.5
Matorral xerófilo	9	9	9
Mezquital	8	9	9
Pastizal natural	6	6	6
Popal - Tular	8	6	8
Rocas o Pedregal	6	6	6
Selva baja caducifolia	9	7	8
Vegetación riparia	9	10	9.5

Fuente: Elaboración propia

Erosión

La erosión o erodabilidad de los suelos puede jugar un papel fundamental en la determinación de la fragilidad ecológica de un ecosistema o un sistema rural en un área determinada, aquellos asentados sobre suelos con un alto riesgo de degradación o un valor alto de erodabilidad son más frágiles que aquellos que se distribuyen sobre suelos con valores bajos, particularmente debido a que en el primer caso, al sufrir alteraciones en la cubierta vegetal, los suelos se perderán rápidamente complicando de forma importante la recuperación del ecosistema. Así mismo aquellas zonas de uso intensivo tanto para cuestiones agrícolas, pecuarias u otros usos antropogénicos que se encuentren desprovistas de vegetación natural, tendrán un mayor riesgo de erosión de los suelos y por ende una mayor fragilidad ecológica.

Para la valoración del factor erosión dentro del cálculo de la fragilidad ecológica se utilizó la cartografía resultante del análisis de pérdida de suelo presentado en el capítulo de erosión potencial laminar que fue generado utilizando la fórmula universal de pérdida de suelos que permite calcular valores de pérdida potencial de suelos expresada en ton/ha/año, las cuales se reclasificaron y normalizaron a valores de 0 a 10 para utilizarse en la ecuación de fragilidad ecológica.

Tabla 2XX Valores de reclasificación del mapa de erosión potencial laminar.

Erosión potencial (Ton/ha/año)	Estimación de la erosión potencial	Valor para fragilidad
0-20	Sin erosión	0
20-40	Erosión muy baja	1
40-60		2
60-80	Erosión moderada	3
80-100		4
100-120	Erosión alta	5
120-140		6
140-160	Erosión muy alta	7
160-180		8
180-200	Erosión extrema	9
> 200		10

Fuente: Elaboración propia.

La erosión está definida en términos generales, como la eliminación acelerada de la capa superior del suelo de la superficie de la tierra por agua, el viento o la labranza (FAO, 2015). El proceso de la erosión está estrechamente vinculado con la desertificación y el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, lo que acentúa los índices de pobreza y migración, disminución de la productividad del suelo e incrementa la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, abandono de tierras por efectos de la sequía y desertificación (INEGI, 2014a).

A nivel mundial la erosión es la causa más común de la degradación del suelo, ya que por dicho problema más del 80% de la superficie terrestre presenta algún grado de afectación (Oldeman, 1994) en este sentido de acuerdo con la FAO e ITPS (2015) mencionan que durante la última década, las cifras publicadas de erosión hídrica se encuentran en un orden de magnitud de 20 Pg año⁻¹ a más de 200 Pg año⁻¹, por lo que esta enorme variación sugiere, en un principio, que las estimaciones de la erosión global del suelo a nivel mundial son muy inciertas, aunque en un análisis más detallado muestra que las estimaciones superiores a 50 Pg año⁻¹ no son realistas.

Para el caso de México, los principales tipos de degradación del suelo son: erosión hídrica (37%), erosión eólica (14.9%) y degradación química; en tanto que el 36% de la superficie se encuentra sin algún tipo de degradación. De acuerdo con el nivel de degradación el 30.9% es moderada, 19.6% ligera, 12.6% severa y 0.9 extrema (SEMARNAT, 2002).

Selección de áreas prioritarias

La selección de las áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad Guanajuatense, se desarrolló a partir de un análisis multicriterio que consideró los seis factores siguientes. Cada uno de estos factores tiene cierta importancia para poder determinar que un área debe o no ser considerada prioritaria para la conservación. El cálculo para jerarquizar las áreas prioritarias se desarrolló a partir de la siguiente fórmula:

$$APCEB = (0.22 C_v + 0.22 E_p + 0.21 R_i + 0.17 F_e + 0.09 E_N + 0.09 E_e)$$

Dónde:

APCEB = Áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad

C_v= Cobertura vegetal

E_p= Ecosistemas prioritarios

- Ri= Riqueza de especies
- Fe= Fragilidad ecológica
- EN= Especies en la NOM-059
- Ee= Especies endémicas

Fijación de carbono

La preocupación mundial por reducir los niveles de gases de efecto invernadero ante el fenómeno climático denominado "calentamiento global", ha sido enfocada como una importante oportunidad de cooperación internacional entre los países industrializados que requieren el servicio de eliminación del carbono atmosférico y los países con capacidad de producir oxígeno a través de los bosques.

En concordancia con los compromisos asumidos en la Convención Marco de Cambio Climático (1992), que estipula entre otras cosas, que los países industrializados deben tomar medidas para estabilizar en el año 2000 sus emisiones de gases de efecto invernadero a niveles de 1990, la Convención dejó abierta la posibilidad de que los países industrializados, denominados países inversionistas (demanda), lleven a cabo Actividades de Implementación Conjunta con los países en desarrollo, denominados países anfitriones (oferta), que permitan reducir emisiones de gases de efecto invernadero en cumplimiento de sus obligaciones.

Los países industrializados se ven obligados a reducir sus emisiones de dióxido de carbono, por ser fuente de contaminación de la atmósfera y precursor del calentamiento global. Como el efecto invernadero es global, produciendo un calentamiento de la atmósfera, da lo mismo que la reducción de gas ocurra en el lugar donde se encuentre instalada la fábrica que lo emite, o en cualquier otro lugar del planeta. Así es como se da la posibilidad del intercambio. A través del proceso de la fotosíntesis, los árboles, así como todas las plantas, toman el dióxido de carbono presente en la atmósfera y lo transforman, dejando fijada en sus estructuras la molécula de carbono y liberando la molécula del oxígeno.

Dentro de este contexto, los bosques naturales y las plantaciones forestales, por la gran cantidad de biomasa que desarrollan por unidad de área, procesan anualmente gran cantidad de CO₂ y, por ende, contribuyen a la "limpieza de la atmósfera". Ese carbono fijado en la biomasa permanece por largos períodos acumulado en estos bosques y plantaciones.

La cuantificación de las cantidades adicionales de carbono que un país logra eliminar de la atmósfera mediante la plantación de árboles o la conservación del bosque natural, es fundamental para contar con las bases técnicas adecuadas para cobrar por este servicio a las industrias contaminantes; ya que a esas industrias les saldría más barato pagar el servicio que reducir sus emisiones de carbono en sus propios países.

Este servicio beneficia a la comunidad local, nacional e internacional indistintamente, pero es generalmente aceptado que los países industrializados son los que más contribuyen a aumentar el riesgo del efecto invernadero, por las emanaciones de gases derivadas de sus actividades económicas e industriales; de allí su mayor disponibilidad a compensar los esfuerzos por disminuir la concentración de CO₂ en la atmósfera. Es por ello que dichos países están dispuestos a pagar a aquellos que tienen bosques y plantaciones forestales, para que se conserven, ya que el efecto invernadero tiene dimensiones globales.

Para el cálculo de la fijación de carbono potencial en el territorio de Guanajuato se utilizaron los índices de contenido de carbono (mg C / ha) determinados por Ordoñez (2004) donde define la cantidad total de carbono contenido por diferentes usos de suelo y tipos de vegetación en diversos estados de conservación, a partir de los cuales se determinaron los valores potenciales para cada categoría de uso de suelo y tipos de vegetación. Para aquellos ecosistemas que no fueron considerados dentro del estudio de Ordoñez se tomaron en cuenta equivalencias, o se utilizaron promedios, por ejemplo, el

bosque de galería se determinó como un equivalente del bosque de hojosas, mientras que el valor para el bosque mixto de pino-encino se calculó a partir del valor promedio de carbono contenido para bosque de coníferas y bosque de hojosas.

Tabla XX. Valores de contenido de carbón por uso de suelo y vegetación.

Tipo de uso de suelo o vegetación	Carbono total (mg C / ha)
Agricultura de riego	89
Agricultura de temporal	89
Asentamientos humanos y zonas urbanas	0
Bosque de encino	236
Bosque de encino perturbado	176
Bosque de oyamel	257
Bosque de oyamel perturbado	190
Bosque de pino	257
Bosque de pino perturbado	190
Bosque de tascate	154
Bosque de tascate perturbado	138
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino)	245
Bosque mixto de pino-encino (incluye encino-pino) perturbado	193
Chaparral	154
Cuerpo de agua	0
Industria e infraestructura mixta	0
Invernaderos	0
Matorral crasicaule	80
Matorral crasicaule perturbado	80
Matorral submontano	120
Matorral submontano perturbado	120
Matorral subtropical	138
Matorral subtropical perturbado	138
Matorral xerófilo	80
Matorral xerófilo perturbado	80
Mezquital	138
Pastizal inducido	95
Pastizal natural	95
Popal-Tular	282
Rocas o pedregal	0
Selva baja caducifolia	154
Selva baja caducifolia perturbada	138
Sitio de extracción de materiales pétreos	0
Sitios de disposición final de	0

residuos sólidos	
Vegetación riparia	236
Vegetación riparia perturbada	176
Vegetación secundaria arbustiva y herbácea	80
Vialidades	0
Zona sin vegetación aparente	0

Fuente: Ordoñez, 2004

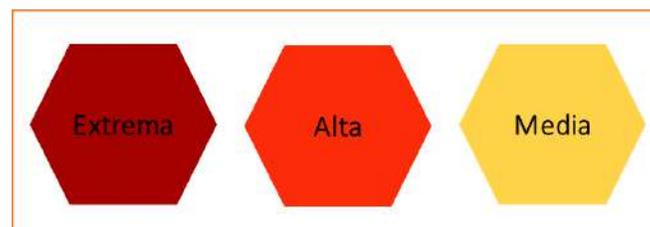
Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad

Sin duda, lo más complejo cuando se habla de la conservación, en sentido amplio, es pasar de la planeación para identificar hábitats prioritarios a realizar acciones de conservación in situ, con todo lo que ello conlleva. En este sentido dentro del marco del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas del Convenio sobre la Diversidad Biológica, México adoptó en 2004 el compromiso de evaluar su sistema de áreas protegidas, con el fin de contribuir a la meta mundial de conservación y tener sistemas más representativos.

Para la identificación de los sitios prioritarios terrestres se dividió el territorio nacional en 8,045 hexágonos de 256 km² cada uno, y se utilizó el programa Marxan que aplica un algoritmo de optimización, que evalúa 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas.

Como resultado de este análisis se muestran aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.

Gráfica XX. Hexágonos indicadores.



Fuente: CONABIO, 2018^a.

Los sitios seleccionados 100% de las veces (denominados irremplazables) se consideran los de mayor prioridad a escala nacional (son los denominados de prioridad extrema y alta n=1,320). De estos solamente 7.6 % se encuentran bajo protección parcial o total por áreas

protegidas, cubren 325,817 km² y representan 16.6 % de la superficie nacional (CONABIO, 2018a).

Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad

Entre los ecosistemas acuáticos epicontinentales destacan los ríos y arroyos. En México existen alrededor de 50 ríos principales, en cuencas de captación tanto de las vertientes del Pacífico y el Atlántico como interiores, cuyos ríos desembocan en lagos y lagunas. No obstante, se encuentran regiones con mayor presión ya que ellas se desarrollan actividades económicas y sociales, que influyen de manera negativa, por lo tanto, fue necesaria la identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales (CONABIO-CONANP, 2010).

Esto se realizó en siete regiones hidrográficas de gran tamaño, donde se asignaron valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, reconociendo las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. Se realizaron talleres de expertos para consensuar criterios y compilar insumos para el análisis, así como para evaluar los resultados finales; asimismo el proceso de discusión y validación fue interactivo y continuo mediante un foro de discusión electrónico que contó con la participación de más de 40 expertos (CONABIO, 2018).

El resultado es un conjunto de sitios prioritarios para la conservación de los ambientes acuáticos epicontinentales, que abarca 598 875 km² (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en las áreas protegidas y 21.7% son sitios de extrema prioridad (CONABIO, 2018).

Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, o Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo con los criterios establecidos por la “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971. En México existen 142 humedales de este tipo, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

Laguna de Yuriria

Se encuentra en los municipios de Yuriria, Salvatierra y Valle de Santiago. La ciudad más importante en sus inmediaciones es Yuriria. En realidad, se trata de una laguna artificial que se construyó a raíz de la desviación de caudales del vecino Río Lerma, a través de un canal que fue construido en el año de 1548, considerándose ésta como la primera obra hidráulica post-colombina construida en toda América. Destaca la importancia numérica y diversidad de especies de aves migratorias y otros animales con la función de soporte de esas poblaciones en períodos críticos de sus ciclos biológicos (especialmente las migraciones hemisféricas). Por ubicarse en medio de una región semi-árida, la laguna actúa como un generador y regulador del microclima que provee el espejo de agua, fundamental para esta importante región ecológica y de producción agrícola del país (RAMSAR, 2018).

En los últimos años, la principal problemática de la Laguna de Yuriria ha sido el déficit hidráulico que prevalece en casi toda la cuenca Lerma-Chapala, que se manifiesta en la degradación ambiental causada primordialmente por la expansión de las actividades agrícolas y el crecimiento de las poblaciones que se encuentran en su cuenca de captación

y sus márgenes, actividades que producen descargas de aguas sin tratamiento adecuado en un formato de circuito cerrado.

Los criterios que se utilizaron para asignar a esta laguna la categoría de sitio Ramsar son que forma parte de lo que inicialmente era una gran red de humedales del altiplano mexicano, que hospeda especies de aves acuáticas vulnerables. Algunas de las especies reportadas en la zona están consideradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), *Myadestes townsendi* (Clarín norteño), *Anas diazi* (Pato triguero o mexicano), y *Geothlypis speciosa* (Mascarita transvolcánica); es un sitio importante para la reproducción de 8 especies de garzas, y para otras aves acuáticas y terrestres, como *Pelecanus erythrorhynchos* (pelicano blanco); se localiza dentro de la zona que alberga aves acuáticas provenientes de la “ruta migratoria del Centro”, que se caracteriza principalmente por la presencia de patos de superficie entre las que destacan *Anas carolinensis* (Cerceta alas verdes), *Anas strepera* (pato pinto), *Anas americana* (pato chalcuán), *Anas acuta* (Pato golondrino), *Anas cyanoptera* (cerceta café), *Anas diazi* (pato triguero o mexicano), *Anas clypeata* (Pato cucharón) y ocasionalmente se encuentran dentro de esta ruta, patos buceadores como: *Aythya collaris* (pato piquianillado), *Aythya affinis* (pato boludo chico) y *Oxyura jamaicensis* (pato tepalcate) y que mantiene una población entre 24,000 y 105,000 aves acuáticas. De estas, aproximadamente 9,000 a 27,000 son aves migratorias que ocupan el hábitat por 4 a 5 meses del año. Del censo de 1988-1994 se reporta que existe una reducción en la población de aves de la laguna de Yuriria hasta en un 63.8% ya que para 1988 se registra una población total de 27,075 y en 1994 de 9,780. Dentro de este censo se destacó la presencia de 105,040 aves acuáticas simultáneamente y la población de aves que destacó fue la de pato golondrino; chalcuán, cerceta ala verde; pato cucharón, gallareta pico blanco y cerceta ala azul (CONANP, 2004). Fue decretada mediante el Decreto Gubernativo No. 95 como Área Natural Protegida en la Categoría de Restauración Ecológica, publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado No. 91, de fecha 13 noviembre 2001.

La Presa de Silva y Zonas Aledañas

Las presas de esta ANP presentan diferentes hábitats, incluyendo zonas con vegetación emergida y zonas de vegetación inundada. Se tiene registro de 79 especies de aves, de las cuales se pueden mencionar 8 especies de patos nadadores, tres especies de patos zambullidores, 9 especies de playeros y 39 especies terrestres (IEE, 1997; IEE, 2008 en CONANP, 2004a). Juega un papel importante en el sustento de vida silvestre, bajo condiciones de calidad de agua adecuada, de fauna terrestre reportada en la zona. Su cuerpo principal Presa de Silva tiene una capacidad de 4,000 m³. Presenta terrenos planos destinados a la agricultura de riego y temporal, con presencia de matorral espinoso representado por los géneros *Prosopis* y *Acacia*, pastizal natural, vegetación acuática y subacuática. La vegetación está compuesta por especies hidrófilas enraizadas emergentes como *Typha domingensis* y *Sagittaria sagittifolia* y entre las hidrófilas flotadoras se encuentra *Lemna gibba* (IEE, 2008 en CONANP, 2004a).

Se nombró sitio Ramsar por su importancia hidrológica y por encontrarse en una zona de llanuras aluviales naturales, por albergar especies presentes se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*) y la cigüeña americana (*Mycteria americana*), una especie migratoria local, así como especies de la familia Anatidae (*Chen caerulescens*, *Anas strepera*, *A. americana*, *A. discors*, *A. cyanoptera*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *A. crecca*, *Aythya valisineria*, *A. affinis*, *Oxyura jamaicensis*), de la familia Recurvirostridae (*Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana*), de la familia Charadriidae (*Charadrius vociferus*, *Himantopus mexicanus*) y de la familia Scolopacidae (*Actitis macularia*, *Numenius americanus*, *Calidris mauri*, *C. minutilla*, *Limnodromus scolopaceus*, *Gallinago delicata*) de la familia Pandionidae (*Pandion haliaetus*) (CMS, 2009), la víbora chirrionera (*Masticophis flagellum*), y el mamífero *Taxidea taxus*, así como 79 diferentes especies de aves residentes y migratorias, que representa

aproximadamente 22 % de la riqueza avifaunística presente en el estado de Guanajuato (Gurrola et al. en prensa en CONANP, 2004 a); y constituye un sitio de refugio temporal en la ruta migratoria central de las aves acuáticas.

La zona del vaso de la presa alberga poblaciones de aves que comparten la ruta migratoria del centro del continente americano, además de que se encuentra entre las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA): Sierra de Santa Rosa y la Laguna de Yuriria, en Guanajuato; la Laguna de Chapala en Jalisco; y el lago de Cuitzeo, compartido entre Guanajuato y Michoacán, lo que representa posibles estancias intermedias de migración de especies de aves entre estos sitios (CONANP, 2004 a).

Desde el 2003 se han registrado 40 especies de aves acuáticas, siendo la familia Anatidae la más diversa con 14 especies, seguida de la familia Ardeidae con siete especies; cabe resaltar la alta cantidad de registros de especies de influencia neártica, siendo un sitio de estancia durante sus rutas migratorias (CONANP, 2004 a).

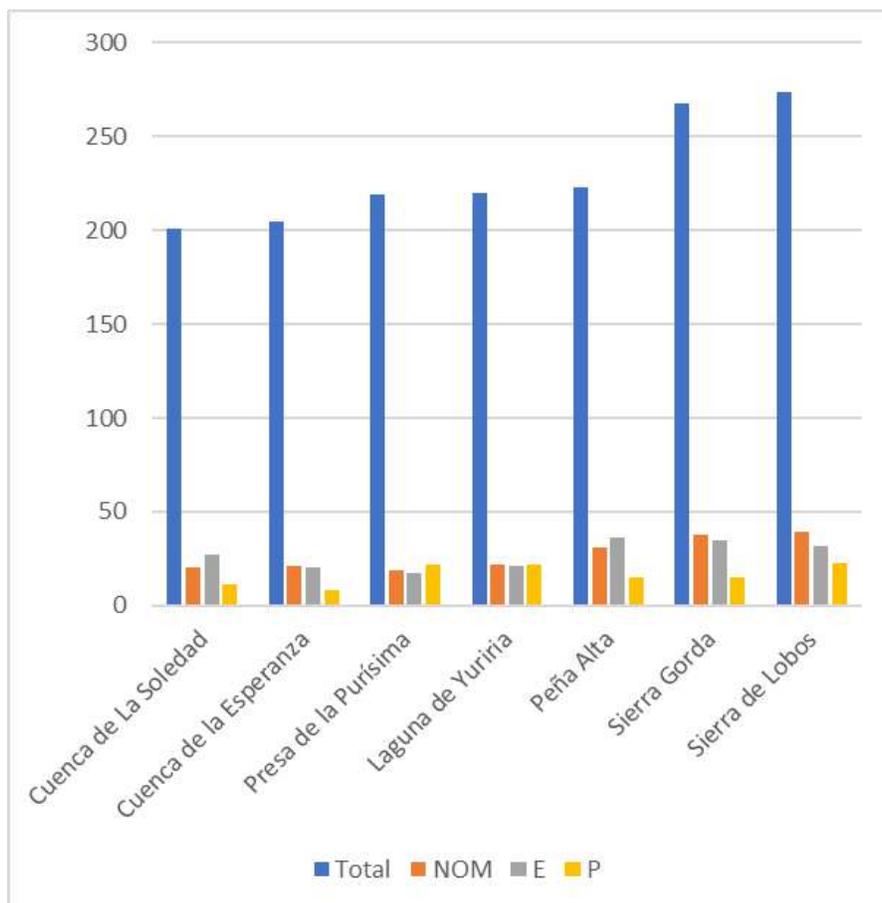
La diversidad estructural y estacional en cuanto a la columna de agua de La Presa ofrece un hábitat diverso para una variedad de especialidades tróficas de las aves (patos de superficie, patos buceadores, playeros, garzas, entre otros). Las poblaciones fluctúan entre 250 y 1,300 individuos por especie, principalmente de *Anas discors*, *Anas cyanoptera*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos diazi* y *Anas acuta*. En cuanto a los playeros las especies que presentan mayores dominancias son *Limnodromus scolopaceus* e *Himantopus mexicanus*. El sitio RAMSAR se ubica dentro de un Área Natural Protegida integrante del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guanajuato (SANPEG) bajo la categoría “Área de Restauración Ecológica”, declarada con fecha 02 de diciembre de 1997. El programa de Manejo del ANP “Presa de Silva y Zonas Aledañas” fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato con fecha 20 de noviembre de 1998.

Áreas naturales protegidas

El Inventario de Áreas Naturales Protegidas presenta diversas problemáticas. En el caso de la Sierra Gorda de Guanajuato, que constituye más del 35% de la superficie protegida estatal, la falta de un programa de manejo representa uno de los aspectos más importantes a solventar. Aunque existen otras problemáticas generales que afectan a todas las ANP del estado, el cambio de uso de suelo como consecuencia de actividades agropecuarias y urbanas, la sobreexplotación de especies para su aprovechamiento, la tala clandestina, la cacería ilegal, los incendios forestales, la propagación de plagas forestales, la falta de estudios e información científica en muchas de ellas, la presión del sector minero, y la contaminación del agua constituyen problemáticas importantes que aquejan a la mayoría de las ANP del estado y que generan impactos sobre la diversidad biológica de estas, así como en su capacidad para proveer de bienes y servicios ambientales a la población guanajuatense (CONABIO, 2015).

Es importante resaltar la alta riqueza biológica concentrada en las ANP estatales. Se estima que el 80% de la biodiversidad estatal podría encontrarse representada dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato. Se han reportado hasta la actualidad en el sistema estatal de ANP un total de 594 especies de fauna, 36 de peces 25 de anfibios, 77 de reptiles, 100 de mamíferos, 356 de aves, principalmente en Sierra de Lobos, Sierra Gorda de Guanajuato, Peña Alta, Laguna de Yuriria, Presa de la Purísima, Cuenca de la Esperanza y Cuenca de la Soledad, todas ellas con más de 200 especies registradas. Por lo que se refiere a especies sujetas a estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, destacan la Sierra Gorda de Guanajuato, Sierra de Lobos y Peña Alta con más de 30 especies. Para el caso de especies endémicas, las ANP que presentan la mayor diversidad son Peña Alta, Sierra Gorda de Guanajuato, Cerros el Culiacán y la Gavia y Sierra de Lobos, todas ellas con más de 30. Así mismo los grupos faunísticos se encuentran representados de manera diferenciada en el Inventario de Áreas Naturales Protegidas, la Sierra Gorda de Guanajuato presenta la más alta diversidad registrada con más de 55 especies de herpetofauna y 70 de mamíferos. Para el caso de las aves, la ANP con mayor diversidad registrada es Sierra de Lobos con 201 especies.

Gráfica XX. Diversidad biológica registrada por cada ANP con más de 200 especies.



Fuente: Elaboración propia con información de Dirección de Recursos Naturales, 2016.

TABLA XX. RIQUEZA DE ESPECIES POR ANP.

ANP	Total				Mamíferos				Aves				Reptiles			Anfibios			Peces			
	especies	NOM 059	E	P	Total	NOM 059	E	P	Total	NOM 059	E	P	Total	NOM 059	E	P	Total	NOM 059	E	P	Total	NOM 059
Cuenca de la Esperanza	205	21	20	8	13	0	0	1	170	11	4	7	15	8	12	5	2	4	0	2	0	0
Pinal del Zamorano	155	22	15	9	28	2	2	2	106	4	0	6	15	10	11	6	6	2	1	0	0	0
Sierra de Lobos	274	39	32	23	39	5	5	3	201	14	4	19	27	17	19	7	3	4	1	0	0	0
Cuenca Alta del Río Temascalco	73	12	10	6	19	2	2	1	41	2	0	5	10	8	8	3	0	0	0	0	0	0
Peña Alta	223	31	36	15	48	6	8	4	134	8	3	11	29	13	19	12	4	6	0	0	0	0
Las Musas	120	16	15	6	21	4	0	2	82	3	3	3	11	8	9	6	1	3	1	0	0	0
Cerros el Culiacán y la Gavía	171	25	34	4	33	3	3	1	101	5	10	2	25	13	14	12	4	7	1	0	0	0
Sierra de los Agustinos	192	24	18	7	29	5	5	2	144	9	4	5	16	9	7	3	1	2	0	0	0	0
Cerro de Amoles	173	19	16	7	48	4	7	3	113	10	4	4	7	5	3	5	0	2	0	0	0	0
Cerro de Arandas	159	16	14	11	20	1	1	1	117	6	4	9	15	8	6	5	1	3	1	2	0	0
Presa de la Purísima	219	19	17	22	14	2	2	1	181	8	1	21	15	8	12	2	1	2	0	7	0	0
Sierra de Pénjamo	149	18	23	12	26	2	4	2	100	6	3	9	15	8	11	8	2	5	1	0	0	0
Cerro Palenque	112	12	14	7	18	0	0	1	74	2	1	5	15	9	10	5	1	3	1	0	0	0
Presa de Silva	121	6	7	20	11	1	1	1	104	2	1	18	4	2	3	2	1	2	1	0	0	0
Laguna de Yuriria	220	22	21	22	53	8	11	4	154	9	6	18	3	3	1	3	2	3	0	7	0	0
Cerro del Cubilete	118	8	6	3	16	2	4	1	100	5	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cuenca de La Soledad	201	20	27	11	53	5	9	3	122	4	1	8	21	9	13	5	2	4	0	0	0	0
Presa de Neutla	46	5	4	3	12	1	0	0	21	1	0	3	6	3	4	0	0	0	0	7	0	0
7 Luminarias	114	11	7	4	18	2	1	2	82	4	2	2	6	3	4	2	0	0	0	6	2	0
Mega-parque de Dolores Hidalgo	28	2	2	2	5	1	1	0	23	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Las Fuentes	119	17	13	6	17	5	0	2	84	5	3	3	12	6	6	6	1	4	1	0	0	0
Parque Metropolitano	165	14	5	12	24	3	0	3	126	5	1	9	4	3	2	5	3	2	0	6	0	0
Lago Cráter la Joya	70	5	3	10	11	0	1	1	55	3	1	9	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Sierra Gorda	268	38	35	15	71	8	6	3	137	6	3	10	38	17	15	18	6	11	1	4	1	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DE DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES, 2016.

Regionalización ecológica

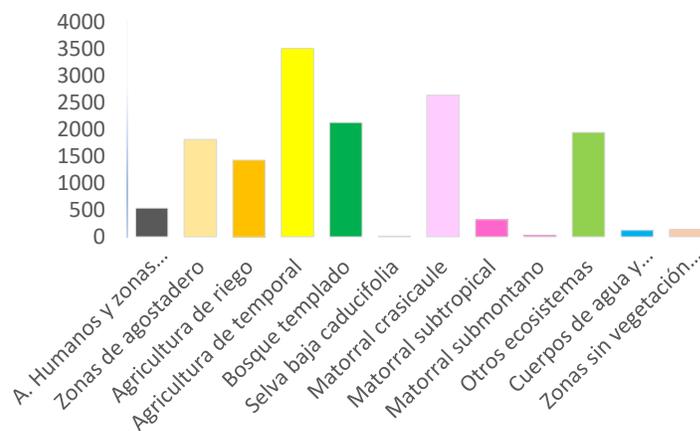
Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense

Esta región ocupa 47.64% del estado, se caracteriza por su orografía de sierras, valles y cañadas. Incluye el conjunto de sierras que atraviesa de poniente a oriente el territorio del estado, el cual incluye la Sierra de Lobos, la Sierra del Ocote, la Sierra de Jacales, la Sierra Cuatralba, la Sierra de Santa Bárbara, la Sierra del Cubo, la Sierra de Guanajuato, la Sierra de Santa Rosa, Peña Alta y Los Picachos entre otras. En esta región las actividades mineras han florecido desde le época colonial gracias a su alta riqueza en minerales preciosos. Además de las sierras, la región incluye la denominada Mesa del Centro, que corresponde a la altiplanicie árida que se extiende al noroeste del estado en los límites con los estados de Jalisco, San Luis Potosí y el estado de Zacatecas. Presenta una altitud que varía entre los 2,000 y los 2,800 msnm.

En esta región predominan las actividades agropecuarias, las cuales ocupan una superficie mayor a los 6,500 km², particularmente la agricultura de temporal y zonas de agostadero son los usos de mayor extensión, y se encuentran distribuidos principalmente en los valles y piedemontes de la región. En las zonas de mayor pendiente es posible identificar varios ecosistemas, dominados principalmente por el matorral crasicaule, característico de esta región, y de bosques templados en las zonas más altas de las sierras, que incluyen, pinares, encinares y bosques mixtos. Es una región con poco desarrollo urbano y económico, por lo que la zona ocupada por asentamientos humanos y suelos artificializados apenas alcanza los 5,000 km².

Esta región ecológica incluye los municipios de Ocampo, San Felipe, San Diego de la Unión, Dolores Hidalgo, Guanajuato, San Miguel de Allende, San José Iturbide, Doctor Mora y Tierra Blanca, además de la mitad del territorio de Comonfort, así como la parte norte del municipio de León, la parte sur de los municipios de San Luis de la Paz y Victoria, y la zona norte de Irapuato, Salamanca, Santa Cruz de Juventino Rosas y Silao.

Gráfica XX. Uso de suelo y vegetación en km², para la Región Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales con imágenes satelitales del 2017.

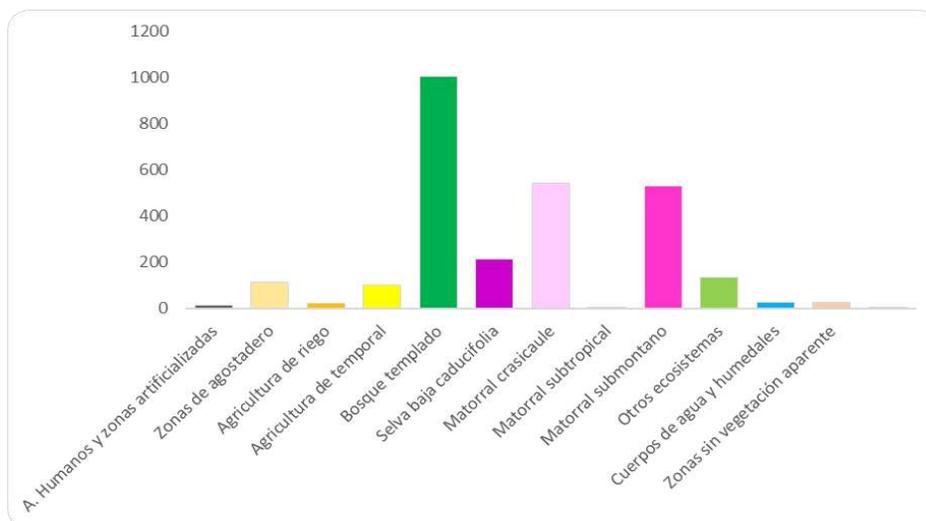
Sierra Gorda

Se localiza al noreste del estado y colinda con los estados de San Luis Potosí y Querétaro; abarca el territorio de los municipios Xichú, Atarjea, Santa Catarina y la parte norte de los

municipios San Luis de la Paz y Victoria. Ocupa el 8.92% del territorio estatal y es la región con mayor grado de conservación de la biodiversidad en el estado, gracias a su menor accesibilidad y topografía accidentada que ha limitado el desarrollo de las actividades humanas y sus impactos. Cuenta con una altitud de entre 640 msnm y 2,530 msnm.

Es una región donde predomina la cobertura de ecosistemas, representada principalmente por bosques templados de pino y encino en las zonas de mayor altitud, selva baja caducifolia en algunas zonas bajas donde debido a la topografía se concentra la humedad o matorrales submontanos y crasicales en zonas bajas más abiertas. Las actividades agropecuarias en conjunto superan apenas los 300 km² y predomina la agricultura de temporal y las zonas de agostadero, que se encuentran limitadas gracias al relieve. Es la región ecológica con menor superficie de asentamientos humanos y zonas artificializadas, con menos de 30 km² de superficie. Los asentamientos humanos localizados en esta región ecológica están dispersos y son de bajo impacto negativo para el ecosistema natural debido a su realidad eminentemente rural.

Gráfica XX. Uso de suelo y vegetación en km², para la Región Sierra Gorda.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales con imágenes satelitales del 2017.

El Bajío Guanajuatense

Esta región incluye a los municipios asentados en la planicie con pocas elevaciones como el Bajío que se distribuye en gran parte de la zona surponiente y centro-oriente del estado de Guanajuato.

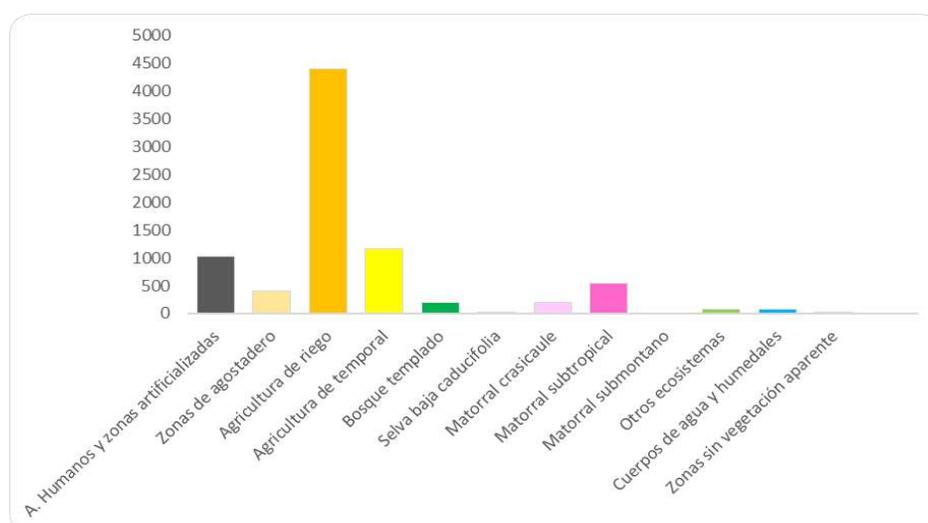
Ocupa aproximadamente el 26.89% del estado y se considera como una zona de alta importancia para las actividades agropecuarias e inclusive alguna vez se consideró “*el granero de México*” (Téllez-Valencia, 2009). En la actualidad, las actividades industriales han florecido en la región ligadas a la importante infraestructura de comunicaciones que se da alrededor del corredor de la carretera 45, eje de desarrollo fundamental para la región Centro-Occidente de México.

Abarca los municipios de Pénjamo, Abasolo, Cuerámara, Huanímaro, Manuel Doblado, Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón, la parte sur de León, Romita, Silao, Pueblo Nuevo, la parte sur de Irapuato y de Salamanca, Villagrán, Apaseo el Grande y parte de los municipios de Cortázar, Celaya, Apaseo el Alto, Santa Cruz de Juventino Rosas, Comonfort y Valle de Santiago.

En las partes planas, el Bajío tiene una altitud de entre 1,670 y 1,800 msnm, sin embargo, sobresalen también las elevaciones del cerro del Culiacán, una porción de la Sierra de los Agustinos, la Sierra de Pénjamo. En esta zona se encuentran los afluentes de mayor importancia del estado, como el Río Laja, el Río Lerma y el Río Turbio y sus afluentes: el río Guanajuato y el río Silao.

En esta región los ecosistemas se encuentran restringidos a los escasos accidentes geográficos que existen en ella, y donde el matorral subtropical es el más abundante, aunque la cobertura vegetal no alcanza el 15% de la superficie total. Las actividades agropecuarias son el uso que presenta una mayor superficie, con casi 6,000 km², principalmente la agricultura de riego en la región ocupa una superficie de casi el 75% de la zona agropecuaria. Los asentamientos humanos y zonas artificializadas alcanzan los 1,000 km², principalmente por las zonas metropolitanas de León, Irapuato-Salamanca y Laja-Bajío que se distribuyen a lo largo de la carretera 45, conformando junto con algunas urbes de menor tamaño y zonas industriales la denominada “*Ciudad Lineal*”.

Gráfica xx. Uso de suelo y vegetación en km², para la Región Bajío Guanajuatense.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales con imágenes satelitales del 2017.

Sierras Volcánicas del Sureste Guanajuatense

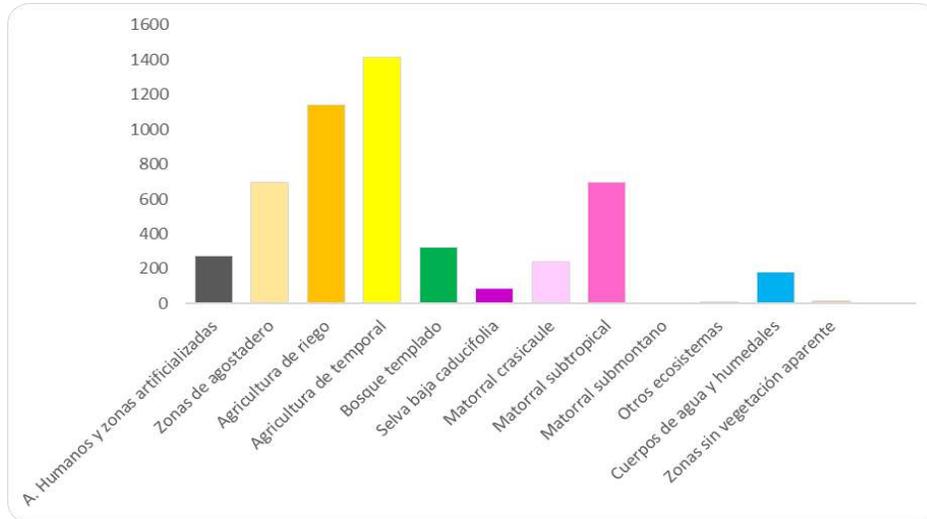
Esta región se encuentra ubicada al suroriente del estado, en esta inicia la trayectoria el río Lerma por la entidad que posteriormente se introduce al Bajío Guanajuatense. Limita los estados de Michoacán y Querétaro. Representa aproximadamente 16.5% de la superficie del estado y abarca la parte sur de los municipios de Valle de Santiago, Jaral del Progreso, Cortázar, Celaya y Apaseo El Alto, Yuriria, Moroleón, Uriangato, Santiago Maravatío, Salvatierra, Acámbaro, Tarimoro, Jerécuaro, Tarandacua y Coroneo.

Su altitud va de los 1,800 a los 2,000 msnm, en esta región sobresale la Sierra de los Agustinos, las Siete Luminarias de Valle de Santiago, y el Eje Neovolcánico Transversal al sur. En ella se ubican la Laguna de Yuriria y la Presa Solís, cuerpos de agua de alta relevancia para la sustentabilidad hídrica de la entidad, además, colinda al sur con el Lago de Cuitzeo perteneciente a Michoacán. Cabe destacar las Siete Luminarias de Valle de Santiago, que son volcanes enanos con cuerpos de agua en su interior.

Debido a su conformación de relieve, en esta zona se distribuyen principalmente actividades agropecuarias, donde predomina la agricultura de temporal superando los 1,400 km², seguida de la agricultura de riego con casi 1,200 km². Los ecosistemas ocupan

una superficie de alrededor de 1,200 km² en total y el más abundante es el matorral subtropical en los piedemonte y zonas medias, seguido de los bosques templados restringidos a las zonas de mayor altitud. Cabe destacar los casi 200 km² de cuerpos de agua y humedales, así como los más de 200 km² de asentamientos humanos y zonas artificializadas, donde predominan la zona metropolitana de Moroleón-Uriangato, Acámbaro y Salvatierra.

Gráfica xx. Uso de suelo y vegetación en km², para la Región Sierras Volcánicas del Sureste Guanajuatense.



Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los datos vectoriales con imágenes satelitales del 2017.

Unidades del paisaje

Las unidades de paisaje consisten en la discretización territorial de cada región en unidades más pequeñas y con características de mayor homogeneidad del paisaje. Son áreas del territorio que presentan un carácter paisajístico diferenciado. La evolución que sufre un territorio por factores naturales o antrópicos y los componentes principales que definen su contenido son los rasgos distintivos de una unidad de paisaje. Existen muchas definiciones para el paisaje, más sin embargo en un esfuerzo por integrar los principales elementos de todas ellas, podemos entender por paisaje a cualquier porción de territorio cuyas características resultantes de la acción e interacción de los factores naturales y antropogénicos puedan ser fácilmente percibidas por la población y diferenciadas de otro paisaje. Cada unidad de paisaje tiene una extensión, delimitación y nomenclatura diferenciada, formando áreas compactas y únicas. Las unidades de paisaje permiten sintetizar la caracterización del paisaje y conocer la diversidad paisajística de un territorio, así como interpretar el funcionamiento interno de cada porción del área de estudio, para el presente estudio.

Dentro del proceso de ordenamiento del territorio las unidades de paisaje juegan un papel fundamental para la articulación de todas sus fases, desde la caracterización y diagnóstico de cada paisaje, pasando por la valoración y la determinación de los lineamientos ecológicos y metas, hasta llegar a las estrategias, criterios de regulación y acciones. De este modo, se convierten en una herramienta útil, que permite vincular la toma de decisiones y el análisis del territorio discretizado en paisajes de manera ágil y rigurosa.

Para la delimitación de las unidades de paisaje se requiere, de inicio, la identificación de las áreas que poseen un mismo carácter paisajístico, y más tarde, la acotación de estas zonas, atendiendo a las transiciones y fronteras que se producen entre diferentes patrones de paisaje, lo que permite diferenciar un paisaje de otro. Ese carácter paisajístico es resultado de la combinación de una serie de elementos del paisaje que en conjunto conforman una unidad única de relaciones de las características ambientales bióticas y abióticas de una porción del territorio con factores culturales, socioeconómicos y de uso del territorio. La elección adecuada de dichos elementos lo que permitirá una delimitación más acertada de los paisajes que existen en un territorio dado.

Los elementos utilizados en el presente proceso para la delimitación de las unidades de paisaje tienen como base el relieve y la topografía como el primer elemento de delimitación del paisaje permitiendo discretizar el territorio de acuerdo a su topografía la cual define en gran medida muchas de las otras variables ambientales que se utilizan posteriormente como lo son los estratos geológicos, los tipos de suelo y la vegetación que permiten identificar unidades físico-bióticas. Estas unidades sin embargo carecen de los elementos culturales, y antropogénicos que también forman parte de los paisajes terrestres y que para su delimitación deben de ser contemplados ya que como se comentó de inicio el paisaje surge a partir de las características del territorio resultantes de la acción e interacción de los factores naturales y antropogénicos. De esta manera es importante la incorporación de elementos como el uso del suelo y la distribución de la infraestructura instalada y sectores productivos como elementos adicionales que permitirán ahora sí diferenciar el territorio en unidades de paisaje.

Aptitud del medio natural

La aptitud territorial se define como la capacidad de un territorio para el desarrollo de actividades humanas, sin embargo, cuando hablamos de la aptitud del medio natural de un territorio tenemos que acotarnos a las características naturales del mismo. Estas, nos indican las actividades posibles de realizar en cada porción del territorio de acuerdo a los recursos naturales bióticos y abióticos que existen y a la combinación entre ellos. El análisis de aptitud del medio natural provee la información necesaria para conocer las reales vocaciones naturales de las diferentes unidades de paisaje y en función de estas cualidades, establecer la selección priorizada de usos, que reduzca los impactos ambientales que generan los sectores productivos por la presión que ejercen sobre el territorio.

La aptitud del medio natural puede definirse entonces, como la oferta o vocación de los recursos naturales de un territorio, en función de los atributos de los procesos geomórficos modeladores del relieve, de las cualidades morfométricas del mismo, de las características físicas y químicas de los suelos y de sus niveles de degradación, de las virtudes del régimen hidrotérmico, y de los recursos naturales que existen en los diferentes ecosistemas. Una vez determinada esa oferta y conociendo los insumos necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades productivas, se procede a la adecuación de un particular uso del suelo para cada unidad de paisaje. Para la determinación de la aptitud del medio natural es necesario de inicio la identificación de las características o atributos naturales del territorio que permiten el desarrollo óptimo de las diferentes actividades que inciden en el municipio, y mediante la identificación de las diferentes combinaciones de estos en las diferentes unidades de paisaje podemos identificar la vocación natural de los territorios, lo que permitirá de inicio definir las actividades que potencialmente podrían desarrollarse en cada unidad de paisaje de acuerdo a las características naturales de esta.

Para la determinación de la aptitud del medio natural se combinaron y analizaron una serie de variables ambientales relevantes por unidad de paisaje que permitieron determinar la aptitud para cada una de ellas, en las que se incluyeron: el sustrato geológico dominante, el tipo de suelo dominante, la altitud y pendiente promedio, la posición de la unidad con respecto a las zonas funcionales de las cuencas y las zonas de recarga, la precipitación media anual y el uso de suelo dominante.

Cada uno de estos elementos del territorio permitió evaluar de manera discrecional las 58 unidades de paisaje definidas para el territorio Guanajuatense, y determinar la aptitud o vocación natural de cada una de ellas lo que auxiliará más adelante en el proceso para la toma de decisiones para el manejo del territorio de cada una de ellas.

En general el estado presenta una importante diversificación de sustratos geológicos, donde mientras en los valles y planicies se manifiesta una importante dominancia de Aluviones, en los piedemontes se identifica una importante presencia de rocas sedimentarias, lo que favorece la presencia de numerosos bancos de materiales pétreos. En las principales sierras es posible identificar la presencia de rocas ígneas y basaltos, con un alto potencial para la extracción de materiales pétreos y metales preciosos.

Los suelos presentes en las sierras en su mayoría presentan una baja vocación agrícola, principalmente debido a la alta presencia de leptosoles, los cuales básicamente presentan una capa de suelo muy delgada seguida del lecho rocoso, en las zonas de mayor altitud podemos encontrar luvisoles y regosoles que presentan condiciones medias para las actividades agrícolas, mientras que en la altiplanicie Guanajuatense, y el Bajío podemos identificar suelos de muy alta productividad como los vertisoles y feozems.

El estado presenta una precipitación que va disminuyendo gradualmente de sur a norte y oscila entre los 380 a 800 mm/año. La gran mayoría de las unidades de paisaje presentan una topografía accidentada, donde las que se encuentran a mayor altitud alcanzan los 2,400 msnm promedio y las de menor altitud descienden hasta los 1,500 msnm.

La pendiente va de moderada a alta en los sistemas montañosos lo que disminuye la vocación natural para la gran mayoría de los usos o actividades antropogénicos y lo que ha permitido que la gran mayoría de dicha superficie mantenga ecosistemas en diferentes

estados de conservación. Mientras que en las zonas de baja pendiente localizadas en la altiplanicie y el bajío se concentran los usos de suelo antropogénicos, como la agricultura, los asentamientos humanos y la industria.

En la mayoría de las unidades que presentan ecosistemas como uso dominante, es posible identificar ecosistemas en buen estado de conservación, lo que evidencia la vocación forestal y de la provisión de servicios esosistémicos de la mayor parte de las sierras del estado.

TABLA XX. VARIABLES AMBIENTALES CONSIDERADAS POR UNIDAD DE PAISAJE PARA LA DETERMINACIÓN DE LA APTITUD DEL MEDIO NATURAL.

Región ecológica	Unidad de paisaje	Sustrato geológico	Suelo dominante	Altitud promedio	Pendiente promedio	Zona funcional de la cuenca	Precipitación media anual	Uso de suelo
Sierra Gorda	Cerro El Obispo	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	1872	34	Captación	474	Bosque templado
	Cerro el Pino	Caliza	Regosol	1653	48	Captación - Transporte	533	Bosque templado
	Sierra el Azafrán	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	1536	46	Captación - Transporte	519	Matorral
	Cerro el Saucillo	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	2142	17	Captación - Recarga	413	Matorral
	Manzanares	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	2089	19	Captación - Recarga	462	Matorral
Sierras y Altiplanicie de la Mesa Central Guanajuatense	Cerro Gordo León	Arenisca-Conglomerado	Planosol	1916	6	Transporte	632	Agricultura
	Presa Neútlá	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	1931	14	Transporte - Recarga	610	Agricultura
	El Picacho	Ígnea extrusiva básica	Feozem	2114	19	Captación - Transporte - Recarga	577	Matorral
	San José del Rayo	Aluvial	Yermosol	2323	3	Captación - Transporte	437	Agricultura
	Cerro Gordo	Riolita	Litosol	2334	30	Captación	392	Bosque templado
	Cerro el Asoleadero	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	2199	12	Captación - Transporte - Recarga	427	Matorral
	Valle de Berrios	Aluvial	Feozem	1874	2	Transporte - Recarga	356	Agricultura
	Peña Alta	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	2216	22	Captación - Recarga	405	Matorral
	San Felipe	Aluvial	Yermosol	2073	2	Transporte - Recarga	479	Agricultura
	Cerro el Divisadero	Arenisca-	Feozem	2016	7	Transporte	501	Pastizal

		Conglomerado						
	Cerro el Conejo	Arenisca	Feozem	1979	6	Transporte	463	Agricultura
	Sierra de Lobos	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	2215	20	Captación - Transporte - Recarga	600	Pastizal
	Lagua de Guadalupe	Aluvial	Yermosol	2204	2	Transporte	477	Agricultura
	Mesa el Gusano	Arenisca-Conglomerado	Feozem	1969	9	Captación - Transporte	584	Pastizal
	Rancho Nuevo	Cuerpo de agua	Feozem	1827	3	Deposito - Recarga	600	Cuerpo de agua
	Presa Allende	Arenisca-Conglomerado	Feozem	1890	8	Transporte - Deposito - Recarga	601	Pastizal
	Dolores	Aluvial	Feozem	2013	2	Transporte	483	Agricultura
	Los Amole	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	2038	25	Captación - Recarga	480	Matorral
	Cerro el Aguado	Aluvial	Feozem	2112	6	Captación - Transporte - Recarga	428	Agricultura
	Sa Luis de la Paz	Aluvial	Feozem	2148	9	Captación - Transporte - Recarga	462	Pastizal
	Pinal de Samorano	Ígnea extrusiva ácida	Litosol	2308	36	Captación	500	Bosque templado
	San José Iturbide-Doctor Mora	Aluvial	Feozem	2118	3	Transporte - Recarga	486	Agricultura
	San Miguel	Arenisca	Feozem	1919	5	Transporte - Deposito - Recarga	567	Agricultura
	Cano	Arenisca-Conglomerado	Feozem	2037	7	Captación - Transporte	608	Agricultura
El Bajío Guanajuatense	Silao-León	Aluvial	Feozem	1839	4	Transporte - Recarga	622	Asentamientos humanos
	Mesa La Cañada	Basalto	Litosol	1875	15	Captación - Transporte - Recarga	671	Matorral

	Valle Cerro del Coyote	Aluvial	Vertisol	1773	3	Transporte - Recarga	633	Agricultura
	Sierra de Pénjamo	Basalto	Feozem	1993	19	Captación - Transporte - Recarga	679	Matorral
	Cerro El Guilote	Basalto	Vertisol	1936	17	Captación - Transporte	609	Matorral
	Celaya-Salamanca-Irapuato	Aluvial	Vertisol	1741	3	Transporte - Deposito - Recarga	629	Agricultura
	Cerro Huanímaro	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	1826	11	Transporte - Recarga	635	Agricultura
	Cerro Barajas	Basalto	Vertisol	1882	18	Captación - Recarga	673	Matorral
Sierras Volcánicas del Sureste Guanajuatense	Cerro Culiacán	Basalto	Vertisol	1949	11	Captación - Transporte	627	Agricultura
	Sierra de Los Agustinos	Basalto	Vertisol	2156	19	Captación	671	Matorral
	Valle Agustinos	Toba	Vertisol	2084	5	Captación - Transporte - Recarga	672	Agricultura
	Cerro las Siete Cruces	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	2380	26	Captación	736	Pastizal
	Uriagato - Moroleon	Aluvial	Vertisol	1844	5	Transporte - Recarga	689	Agricultura
	Cerro Grande	Basalto	Vertisol	2087	15	Captación	697	Matorral
	Cerro del Zapote	Arenisca	Feozem	1971	12	Captación - Transporte	735	Matorral
	Presa Solís	Aluvial	Feozem	1917	6	Deposito	736	Cuerpo de agua
	Cerro Ancho	Ígnea extrusiva intermedia	Litosol	2135	31	Captación - Recarga	720	Bosque templado
	Cerro Los Divisaderos	Ígnea extrusiva ácida	Feozem	2124	25	Captación	751	Agricultura
Lago de Cuitzeo	Cuerpo de agua	Feozem	1864	18	Deposito - Recarga	724	Humedal	

Irámuco	Aluvial	Vertisol	1866	8	Transporte - Recarga	725	Agricultura
Coroneo	Toba	Feozem	2394	8	Captación	727	Agricultura
Tarandacuao - Puruagua	Arenisca	Feozem	1990	7	Transporte - Recarga	752	Agricultura
Valle de la Presa	Arenisca	Feozem	1930	6	Transporte	733	Agricultura
Cerro de Jerécuaro	Basalto	Feozem	2042	15	Captación	740	Agricultura
Cerro de los Amoles	Basalto	Vertisol	2054	16	Captación	691	Matorral
Valle Cerro Blanco	Basalto	Vertisol	2069	8	Captación - Recarga	694	Agricultura
Salvatierra- Acámbaro	Aluvial	Vertisol	1891	5	Transporte - Recarga	703	Agricultura
Luminarias	Basalto	Vertisol	1879	11	Captación - Transporte - Recarga	637	Agricultura
Tortuga	Toba riolítica	Vertisol	1923	8	Captación - Transporte - Recarga	732	Agricultura

Fuente: Elaboración propia.

Riesgos

Vulnerabilidad ante riesgos naturales

El tema de la evaluación de los riesgos y la prevención de desastres ha sido tratado relativamente desde hace pocos años a nivel internacional. Su conceptualización y análisis sistemático prácticamente lo iniciaron los especialistas de las ciencias naturales con estudios acerca de fenómenos geodinámicos, hidrometeorológicos y tecnológicos tales como terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos, huracanes, inundaciones, accidentes industriales, etc. En otras palabras, durante la mayor parte del tiempo y en particular en los primeros años el énfasis se dirigió hacia el conocimiento de las "amenazas" por el sesgo investigativo y académico de quienes generaron las primeras reflexiones sobre el tema. La amenaza está relacionada con el peligro que significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Técnicamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con un nivel de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo. La evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados. En otras palabras, para poder cuantificar la probabilidad de que se presente un evento de una u otra intensidad durante un período de exposición, es necesario contar con información, la más completa posible, acerca del número de eventos que han ocurrido en el pasado y acerca de la intensidad que tuvieron los mismos.

Análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos. El análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

Los elementos bajo riesgo son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre tales como edificaciones, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza.

Estimación del riesgo

El riesgo, como ya se mencionó, se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Por lo tanto, el riesgo puede ser de carácter geológico, hidrológico, atmosférico o, también, tecnológico, dependiendo de la naturaleza de la amenaza a la cual está referido. Para evaluar el riesgo deben seguirse tres pasos: la evaluación de la amenaza o peligro; el análisis de la vulnerabilidad y la estimación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores.

Protección e incertidumbre

Una metodología ampliamente utilizada para la determinación indirecta del nivel de riesgo es el análisis de costo y beneficio, en el cual se relaciona el daño con el peligro para la vida. En áreas altamente expuestas donde ocurren con frecuencia eventos de dimensiones moderadas, cualquier aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la

reducción en los costos causados por daños (Mora 1978). Sin embargo, en áreas menos expuestas los requisitos de mitigación se pueden justificar sólo en términos de seguridad para la vida, pues los ahorros esperados en daños por eventos que ocurren con muy poca frecuencia no son lo suficientemente cuantiosos para justificar un aumento en los costos de la mitigación. La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente.

El CENAPRED, ha establecido un marco metodológico en 2009 considerado para desarrollar la presente actualización del Atlas de Riesgos mediante la Guía básica para la elaboración de Atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, la cual propone los lineamientos generales y criterios uniformes para identificar y cuantificar los peligros, establecer las funciones de vulnerabilidad y estimar el grado de exposición.

En forma cuantitativa se ha adoptado una de las definiciones más aceptadas del riesgo, entendido como la función de tres factores: la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, es decir el peligro, la vulnerabilidad y el valor de los bienes expuestos. Esta definición se expresa en la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Peligro, Vulnerabilidad, Exposición})$$

Clasificación de los peligros

Los peligros se dividen en dos grandes grupos:

- a) Peligros naturales y
- b) Antropogénicos

Los peligros naturales están regulados por dos fenómenos físicos básicos: uno que es súbito, repentino, se desarrolla en corto tiempo y espacio, tanto en la atmósfera como en la parte superficial de la corteza terrestre y es denominado “ciclo hidrológico” y terremotos; mientras que el segundo, que de acuerdo a los procesos endógenos y exógenos se puede presentar de manera violenta o muy lenta, por lo general imperceptibles a la sensibilidad del hombre y que se denomina “ciclo de las rocas”. Los peligros naturales a su vez se dividen en hidrometeorológicos los cuales comprenden las lluvias, ciclones, heladas, etc. y los geológicos entre los que se engloba al vulcanismo, sismicidad, deslizamientos, avalanchas y subsidencia.

Los peligros antropogénicos se generan por las actividades del hombre que modifican el medio físico a través de las obras civiles, explotación de yacimientos pétreos, extracción del agua subterránea, cortes en laderas, modificaciones a las corrientes superficiales de agua; ocasionalmente las transformaciones químicas, entre otros.

Riesgos Hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos son generados por las condiciones atmosféricas particulares de cada región del país. Las fisiografía, orografía y vegetación imperantes en la zona de estudio son los que inducirán al establecimiento del clima dominante en el estado, valores de precipitación, dirección e intensidad de vientos, temperatura; presión atmosférica, la radiación solar y la humedad serán los que definirán los fenómenos hidrometeorológicos. Estos factores han sido modificados por las actividades antropogénicas, tales como deforestación, cauces desviados; establecimiento de asentamientos humanos y con la generación de eventos que han afectado y seguirán afectando a la población.

Los fenómenos hidrometeorológicos son aquellos eventos atmosféricos que por su elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad, representan una amenaza para el ser humano y el medio ambiente (Strahler, 2005).

Inundaciones

Un lugar de especial importancia dentro de estos fenómenos, lo ocupan las inundaciones. Estas suponen uno de los peligros naturales de mayor importancia en el estado, produciendo elevados daños a infraestructura y vivienda. Los fenómenos

hidrometeorológicos como las lluvias intensas y las consecuentes inundaciones y deslaves se presentan principalmente en la temporada de ciclones producidos en las costas de la República Mexicana, no obstante, fuera de esta temporada, eventualmente es posible su ocurrencia.

Es importante señalar que se considera como inundación, al flujo o a la invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por la acumulación de éstos en terrenos planos, ocasionada por la falla o insuficiencia de drenaje pluvial, tanto natural como artificial (Baró et al, 2007). En general, la magnitud de una inundación, provocada por eventos de origen hidrometeorológico, depende de la intensidad de la lluvia, de su distribución en el espacio y tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, así como de las características del suelo y del drenaje natural y artificial de las cuencas (Bremer y Lara, 2001). Como estas inundaciones se producen frecuentemente en las zonas llanas, donde se dan los mayores asentamientos humanos, fácilmente se puede deducir que éstas provocan importantes daños humanos y socioeconómicos, además de los de naturaleza ambiental.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente. Entre otros factores importantes que condicionan a las inundaciones están la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso de suelo, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos.

Riesgo de granizo

Las tormentas de granizo son precipitaciones sólidas en forma de granos de hielo que están relacionadas con las tormentas eléctricas. En función de la cantidad y del tamaño del granizo, será la magnitud del posible daño. Las granizadas son un caso especial de precipitación resultado del violento movimiento conectivo existente durante el desarrollo de una tormenta. En las zonas rurales, destruyen la siembra y plantíos y en ocasiones provocan la muerte de animales de cría. En las zonas urbanas provoca problemas de tránsito y daños a las viviendas, construcciones y áreas verdes, debido a la acumulación sobre techos y la obstrucción del sistema de drenaje, lo cual produce inundaciones de duración relativamente larga.

Riesgo de tormentas eléctricas

Una tormenta es un fenómeno caracterizado por la coexistencia próxima de dos o más masas de aire de diferentes temperaturas. Este contraste asociado a los efectos físicos implicados desemboca en una inestabilidad caracterizada por lluvias, vientos, relámpagos, truenos y ocasionalmente granizos entre otros fenómenos meteorológicos.

Una tormenta eléctrica es un tipo de tormenta que produce rayos y truenos las cuales pueden estar o no, acompañadas a menudo de fuertes lluvias. El trueno es causado cuando el rayo calienta el aire que está a su alrededor rápidamente, y lo expande. Cuando se enfría, se contrae. Este proceso de expansión y contracción provoca el sonido que conocemos como trueno. Las tormentas eléctricas duran por lo general entre treinta minutos a una hora. Normalmente ocurren durante el verano o la primavera, cuando el aire está más caliente.

Sequías

Existen diversas acepciones para este fenómeno dependiendo del enfoque que se le dé; ya sea meteorológico, hidrológico, social o desde un punto de vista productivo como la ganadería o agricultura. Pero una definición en el contexto de un fenómeno hidrometeorológico es el que se menciona CENAPRED; es un fenómeno meteorológico, que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor a la media anual, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada para dañar las actividades humanas. La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período

de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, generados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espaciotemporales de las precipitaciones.

Geológicos

Los fenómenos geológicos son aquellos en los que intervienen la dinámica interna y externa de las tres capas concéntricas de la tierra que se conocen como el núcleo, manto y corteza, las cuales se registran en distintas formas de liberación de energía. En su clasificación más simple, se dividen en:

- a) Tipo endógeno. Tiene lugar en el interior de la tierra y que dan lugar a fenómenos como los sismos y volcanes.
- b) Tipo exógeno. Se presentan en la superficie debido a las acciones del aire, el sol, la lluvia y otros factores que contribuyen como el tipo de rocas y suelo, la vegetación, el relieve, la pendiente del terreno, entre otros.

La sismicidad y el vulcanismo son consecuencia de la movilidad y de las altas temperaturas de los materiales en las capas intermedias de la Tierra, así como de la interacción de las placas tectónicas; se manifiestan en áreas o sectores bien definidos. Otros fenómenos geológicos son propios de la superficie terrestre y son debidos esencialmente a la acción del intemperismo y la fuerza de gravedad, teniendo a ésta como factor determinante para la movilización masiva, ya sea de manera lenta o repentina, de masas de roca o sedimentos con poca cohesión en pendientes pronunciadas.

Los problemas derivados de la doble interacción entre el medio geológico y las actividades humanas hacen necesario el planteamiento de actuaciones adecuadas para conseguir un equilibrio entre las condiciones naturales y la ocupación del territorio, incorporando los métodos de prevención y mitigación de los riesgos geológicos a la planificación. Los daños asociados a un determinado proceso geológico dependen de:

- a) La velocidad, magnitud y extensión del mismo; los movimientos del terreno pueden ocurrir de forma violenta y catastrófica (terremotos, grandes deslizamientos repentinos, hundimientos), o lenta (flujos y otros movimientos de laderas, subsidencias),
- b) La posibilidad de prevención y predicción y el tiempo de aviso, y
- c) La posibilidad de actuar sobre el proceso y controlarlo o de proteger los elementos expuestos a sus efectos.

Inestabilidad de laderas (deslizamientos, flujos y caídos o derrumbes)

Los deslizamientos son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera.

Sismos

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. Esta cuenta con cuatro zonas definidas por la Comisión Federal de Electricidad (Manual de Obras Civiles). La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas

B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, aceleraciones del Terreno que no rebasan el 70% de g. (CENAPRED, 2001).

La mayoría de las ciudades del Bajío están sustentadas en suelo aluvial. Dichos suelos son susceptibles de amplificación de ondas sísmicas. Las únicas excepciones las conforman las ciudades de León e Irapuato, las que se asientan en suelos duros parcialmente. La sismicidad histórica muestra que los sismos sentidos en las ciudades del Bajío no han afectado seriamente a ninguna de ellas.

La sismicidad instrumentada indica que han ocurrido episodios de activación tectónica en fallas menores de la región, lo cual brinda apoyo a la posibilidad de que alguna falla de dimensiones importantes perteneciente a los sistemas principales podría activarse generando un sismo significativo, tal como ocurrió en el caso del terremoto de Acambay, Estado de México, de 1912. El nivel de aceleración máxima esperada para la zona es indicativo de un riesgo intermedio a bajo. Dadas estas consideraciones, se deberán tomar algunas precauciones al construir en la zona, en particular cuando se trate de las inmediaciones o en la extensión de la traza de los sistemas de falla principales.

Hundimientos (subsistencia) y agrietamiento del terreno

Un hundimiento es un movimiento vertical descendente de roca, suelo o material no consolidado, por acción y efecto de la gravedad. Representa aquellas zonas en donde ha ocurrido colapso por gravedad, disolución y derrumbes de techos de cavernas naturales o hechas por el hombre, como por ejemplo las minas subterráneas en terrenos poco consolidados.

En regiones donde se efectúa extracción de agua subterránea mediante bombeo profundo, es común observar hundimientos de la superficie natural del terreno. Con el fin de garantizar la integridad de los habitantes, en sus personas y en sus bienes, es importante tomar en cuenta los problemas de subsistencia regional que ocasiona la extracción de agua subterránea, por efectos del abatimiento del nivel de agua freática.

En lugares donde se encuentra abatido el nivel del agua subterránea y las formaciones geológicas superficiales las constituyen sedimentos no consolidados y compresibles, es común que se desarrollen grietas en la superficie del terreno natural, las que se propagan a cierta profundidad en el subsuelo con el consecuente daño que sufren las construcciones de cualquier tipo y el peligro que esto implica para sus ocupantes.

Concretamente, la magnitud de la reducción volumétrica de los sedimentos no consolidados

Ante el alto nivel de peligro que representa para la población la problemática de hundimientos regionales diferenciales y agrietamiento de la superficie del terreno natural, el CENAPRED elaboró un Mapa de zonificación, que se elaboró mediante la superposición de la información referente a las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, el estudio sobre los diferentes climas existentes en todo el país, así como la localización de las condiciones ambientales que propician la necesidad de extraer agua del subsuelo para consumo humano, agrícola e industrial, identificando las distintas formaciones geológicas involucradas, la edafología, la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas, dando especial atención a las condiciones geológicas y a los datos de precipitación pluvial, mediante el estudio de isoyetas.

Es importante tener presente que este mapa se deberá tomar exclusivamente como una guía inicial para la atención de la problemática a nivel nacional, siendo indispensable elaborar una revisión más detallada por parte de las autoridades correspondientes de cada localidad, en busca de la identificación precisa de este tipo de peligro geológico. En lo que se refiere a hundimientos locales de la superficie del terreno natural, desafortunadamente éstos se presentan generalmente como hundimientos súbitos o colapsos originados por el

derrumbe de minas antiguas que se localizan a poca profundidad y que normalmente no se encuentran ubicadas con precisión y confiabilidad.

Fallas y fracturas

Las fracturas son entendidas como la separación bajo presión en dos o más piezas de un cuerpo sólido.

Una fractura tectónica también llamada litoclasa, es una grieta o discontinuidad del terreno producida por fuerzas tectónicas. Se forman cuando se supera la resistencia mecánica del terreno a la deformación (plegamiento) y se rompe. Se clasifican según el deslizamiento en el plano de la fractura, en las diaclasas o fracturas simples, no hay desplazamiento, los dos bordes conservan sus posiciones relativas uno frente a otro, Por el contrario, en las fallas o paraclasas, los dos bloques afectados se desplazan entre sí, por lo tanto, las fallas son grietas en la corteza terrestre y generalmente están asociadas con, o forman, los límites entre las placas tectónicas de la tierra. En una falla activa, las piezas de la corteza de la tierra a lo largo de la falla, se mueven con el transcurrir del tiempo. El movimiento de estas rocas puede causar terremotos. (Bates y Jackson, 1980). Las fallas inactivas son aquellas que en algún momento tuvieron movimiento a lo largo de ellas pero que ya no se desplazan (LEE, 2003). El tipo de movimiento a lo largo de una falla depende del tipo de falla, de los cuales existen 3:

Falla normal: Este tipo de fallas se generan por tensión horizontal. Las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares al acimut de la falla (línea de ruptura superficial), y el movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se encuentra por encima del plano de la falla se denomina techo, y se desliza hacia abajo; mientras que el bloque que se encuentra por debajo del plano de la falla se denomina piso, y asciende.

Falla inversa: Este tipo de fallas se genera por compresión horizontal. El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo de 30 grados respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento (inclinación) inferior a 45°, éstas también toman el nombre de cabalgamiento.

Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo: Estas fallas se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: laterales derechas y laterales izquierdas. Laterales derechas o dextrales, son aquellas en donde el movimiento relativo de los bloques es hacia la derecha; mientras que en las laterales izquierdas o sinestrales, el movimiento es opuesto a las anteriores. También se las conoce como fallas transversales.

Los pliegues o plegamientos son deformaciones de estratos geológicos (capas) con forma ondulada. Los pliegues surgen como consecuencia del esfuerzo de compresión sobre las rocas, que, en lugar de fracturarse, se pliegan. Cuando los estratos afloran a la superficie se puede ver cómo suben hasta un arco, o descienden hacia un seno. Los pliegues superiores con forma abovedada se llaman anticlinales y tienen una cresta y dos ramas inclinadas que descienden hacia senos contiguos, donde pueden formarse los pliegues inversos en forma de cuenco, llamados sinclinales.

Vulnerabilidad ante riesgos de origen antropogénico

Químico – tecnológico .

Los accidentes relacionados con sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas. En el manejo y transporte de sustancias químicas pueden presentarse como consecuencias de un accidente, los siguientes eventos:

- Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas.
- Liberación de líquidos o sólidos peligrosos.
- Incendios o explosiones.

Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

- La salud de la población a corto y a largo plazo, por ejemplo: irritación de ojos y piel, tracto respiratorio, náusea, vómito, daño renal, hepático, gastrointestinal, respiratorio o neurológico.
- El ambiente: contaminación del suelo, aire y agua (superficial y subterránea).
- Las construcciones: daño a maquinaria y equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios.

La economía: suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos de auxilio a la población afectada

Incendios forestales

Un incendio forestal es un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Es decir, es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (CONAF, 2018).

El origen de los incendios, recae en la acción humana. El 99,7% de los incendios se inician ya sea por descuidos o negligencias en la manipulación de fuentes de calor, o por prácticas agrícolas o por intencionalidad, originada en motivaciones de distinto tipo, incluso la delictiva (CONAF, 2018).

Las principales causas de los incendios forestales se enlistan a continuación:

- Descuidos de paseantes principalmente.
- Falta de vigilancia apropiada en la zona por parte de los propietarios.
- Actividades de elaboración de carbón vegetal.
- Quemados por la existencia de plagas.
- Falta de mantenimiento preventivo (existen muchas ramas secas y capas demasiado espesas de hojarasca, circunstancias determinantes para el resultado final).

A través de la implementación de acciones conjuntas y coordinadas, entre el Consejo y Sistema Estatal de Protección Civil, y los Grupos de Apoyo para la Prevención, Combate y Control de Incendios Forestales y de Pastizales, se promueva la participación corresponsable de la ciudadanía capacitada en las labores de prevención, combate y control de incendios, para disminuir la afectación en la superficie forestal y de pastizales en el Estado.

Socio-organizativos

En el esquema del Sistema Nacional de Protección Civil se agrupan accidentes relacionados con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; la interrupción del suministro de servicios vitales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos (éstos se consideran aparte); los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población o movimiento de población, como manifestaciones sociales, eventos deportivos, musicales o religiosos y los que son producto de comportamiento antisocial, como los actos de sabotaje o terrorismo (CENAPRED, 2001, 2014). Con mucho, los que producen mayor número de pérdidas



humanas y materiales son los accidentes que se originan en el transporte terrestre, sea urbano o suburbana.

Sitios de aglomeración

Dentro de los riesgos socio- organizativos existen los de grandes acumulaciones de gente. Una concentración, aglomeración o afluencia masiva de personas y público, se caracterizan por ser reuniones planeadas y reguladas de personas, en un lugar con las condiciones o infraestructura para su desarrollo, con un objetivo, tiempo, contenido y condiciones de ingreso y salida definidas; bajo la responsabilidad de una organización que cuenta con el soporte requerido para su realización y bajo la aprobación y supervisión de entidades públicas con jurisdicción sobre ella que garanticen la seguridad humana de los asistentes en caso de una emergencia (Ospina Uribe W., 2017).

El Festival Internacional Cervantino (FIC) es considerado uno de los eventos más importantes debido a la cantidad de gente que participa y turismo que atrae, desde 1972. El FIC se realiza todos los años en la ciudad de Guanajuato y a 45 años de su creación, se ha consolidado como uno de los más relevantes del mundo. La ciudad de Guanajuato fue declarada "Capital Cervantina de América" en el 2005 (Guanajuato, 2017), es por eso que se creó en el año 2017 el plan de contingencia para el Festival, esto por las grandes concentraciones de personas tanto en espacios abiertos como en inmuebles cerrados.(Protección Civil de Guanajuato, 2017). Dentro del plan de contingencia se tienen identificado sitios vulnerables en donde se toman las medidas pertinentes.

Tabla XX. Sitios vulnerables FIC.

Lugar	Capacidad	Vulnerabilidad
Espacios abiertos		
Plaza de la Paz	200	Bajo
Plaza Hidalgo	3,000	Bajo
Plaza Mexiamora	200	Bajo
Plaza San Fernando	350	Bajo
Plaza San Roque	50	Bajo
Ex Estación del Ferrocarril	450	Bajo
Explanada de la Alhóndiga de Granaditas	5,000	Alto
Plaza Allende	500	Alto
Sitios Cerrados		
Auditorio del Estado de Guanajuato	1,100	Bajo
Mina el Nopal	50	Alto
Auditorio General de la Universidad de Guanajuato	800	Bajo
Museo Casa Diego Rivera	300	Medio
Museo Iconográfico del Quijote	500	Medio
Salen del Consejo Universitario de la Universidad de Guanajuato.	96	Alto
Teatro Cervantes	400	Alto
Teatro Juárez	750	Alto
Teatro Principal	429	Alto
Templo de la Compañía de Jesús del Oratorio San Felipe Neri	700	Bajo
Ex Hacienda San Gabriel de Barrera	60	Bajo
Mesen de San Antonio	200	Medio
Anfiteatro de Rayas	130	Alto
Casa Municipal de la Cultura	300	Bajo
Kiosco del Jardín Unión	800	Bajo
Templo de la Basílica Colegiata de Nuestra Señora de Guanajuato	100	Bajo
Templo de San Cayetano de Valenciana	300	Bajo

Fuente: Guanajuato, 2017.

Rutas de peregrinación

Al estado de Guanajuato llegan peregrinos procedentes de los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Estado de México, Cd. de México y Michoacán, quienes se trasladan por diversos medios: a caballo, bicicleta, vehículos automotores, pero el mayor contingente es a pie. A su vez un grupo importante de guanajuatenses de diversos municipios también peregrinan hacia San Juan de los Lagos, Jal. a pie. (Guanajuato, 2018). Es por eso que se creó el plan de contingencia para la ruta de peregrinación “Paso de Peregrinos a San Juan de los Lagos, Jal. 2018 y Plan de contingencia operativo peregrino 2018”. Uno de los objetivos es “Evitar y disminuir los riesgos a los que están expuestos los visitantes durante estos eventos, mediante acciones preventivas que ayuden a mitigar los peligros y riesgos derivados de estas festividades buscando salvaguardar la integridad de las personas asistentes a los festejos implementando puntos de control estratégico para atender cualquier siniestro.”(Guanajuato, 2018) e implementar las estrategias necesarias y de acuerdo a la capacidad municipal para enfrentar el fenómeno socio-organizativo “Operativo Peregrino 2018” donde se involucra a los diferentes sectores de gobierno así como a la población en general para reducir o mitigar las afectaciones sociales.(P. Civil, 2018).

Es por eso que se proponen realizarán diversas actividades para prevenir accidentes, tales como difusión de medidas preventivas entre los integrantes de las caravanas para evitar cualquier tipo de accidente, sobre todo carretero. La Secretaría de Salud brindará atención médica y preventiva en los campamentos que cada año se instalan durante la ruta.



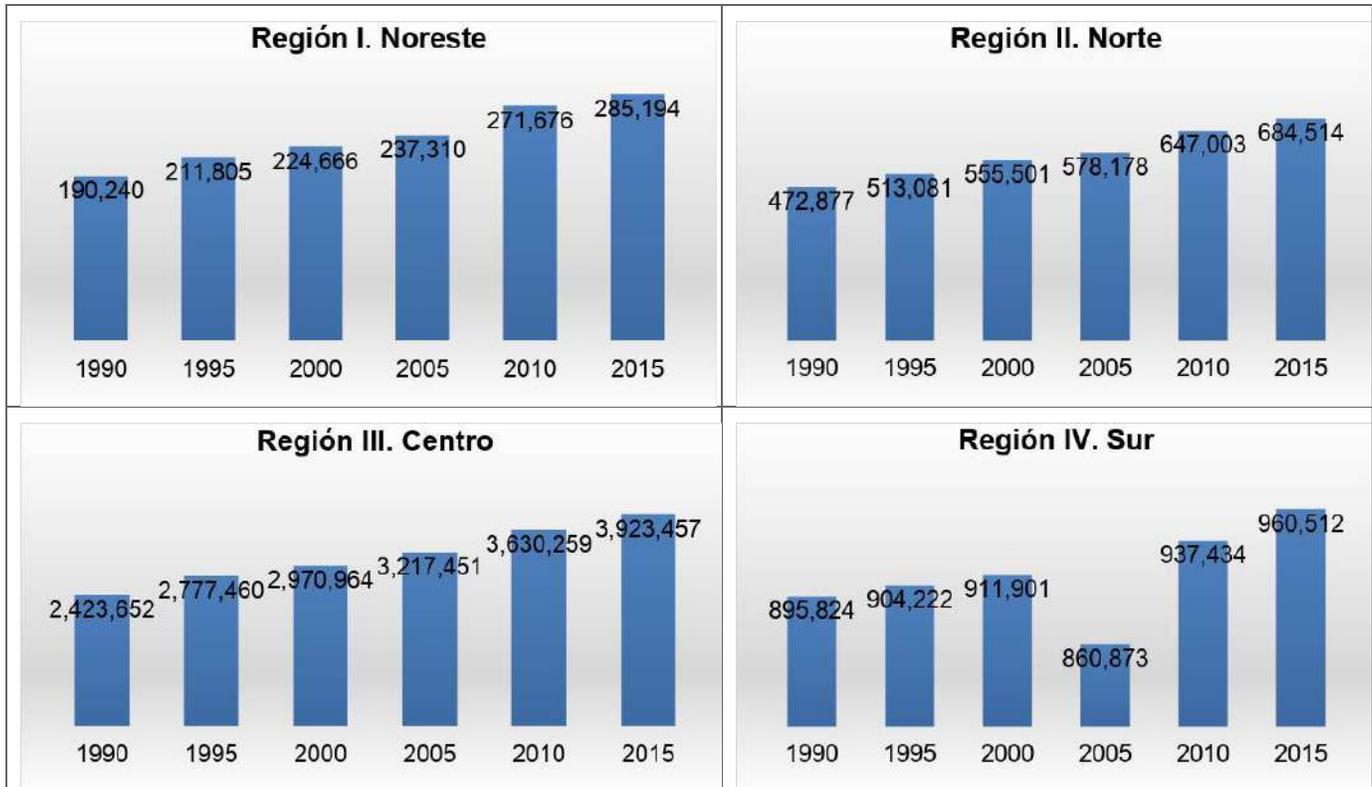
Social y humano

Dinámica demográfica

Incremento absoluto de población

Tasa de crecimiento estatal

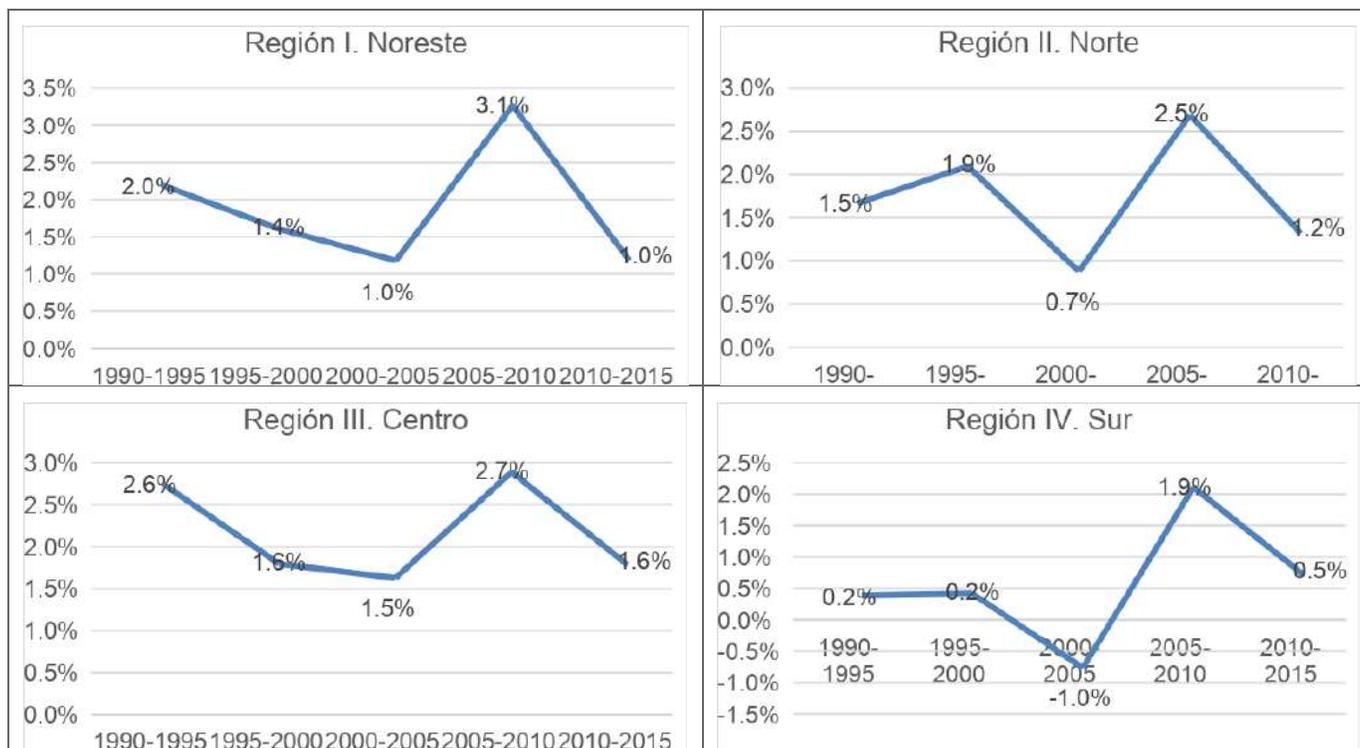
GRÁFICA XX. ESTATAL. CRECIMIENTO POBLACIONAL POR REGIÓN. 2015.



Fuente: PED 2040 con datos del Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato con base en información de Censos y conteos de Población. Tabulados Básicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de 1990 a 2015.



GRÁFICA X. REGIONAL. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL POR REGIÓN. 1990-2015.



Fuente: PED 2040 con datos de Censos y conteos de Población y Tabulados Básicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de 1990 a 2015.

Tabla XX. Tasa de crecimiento poblacional municipal

Municipio	Población total 2005	Tasa de crecimiento 2005 - 2010	Población total 2010	Tasa de crecimiento 2010 - 2015	Población total 2015
Abasolo	77,094	9.4	84,332	7.9	90,990
Acámbaro	101,762	7.1	109,030	2.8	112,125
San Miguel de Allende	139,297	15.1	160,383	7.2	171,857
Apaseo el Alto	57,942	11.2	64,433	6.2	68,455
Apaseo el Grande	73,863	15.5	85,319	8.5	92,605
Atarjea	5,035	11.4	5,610	8.6	5,128
Celaya	415,869	12.6	468,469	5.5	494,304
Manuel Doblado	34,313	8.3	37,145	4.5	38,832
Comonfort	70,189	10.8	77,794	6.1	82,572
Coroneo	10,972	6.6	11,691	3.2	12,068
Cortazar	83,175	6.3	88,397	8.6	95,961
Cuerámbaro	23,960	14.0	27,308	3.7	28,320
Doctor Mora	21,304	9.5	23,324	3.8	24,219
Dolores Hidalgo C.I.N.	134,641	10.1	148,173	2.7	152,113
Guanajuato	153,364	12.0	171,709	7.3	184,239
Huanimaro	18,456	9.0	20,117	7.6	21,638

Irapuato	463,103	14.3	529,440	8.5	574,344
Jaral del Progreso	31,780	15.1	36,584	5.0	38,412
Jerécuaro	46,137	10.2	50,832	- 3.5	49,053
León	1,278,087	12.4	1,436,480	9.9	1,578,626
Moroleón	46,751	5.6	49,364	2.1	50,377
Ocampo	20,579	10.2	22,683	3.7	23,528
Pénjamo	138,157	8.5	149,936	0.4	150,570
Pueblo Nuevo	9,750	14.6	11,169	6.3	11,872
Purísima del Rincón	55,910	23.0	68,795	16.0	79,798
Romita	50,580	12.0	56,655	5.7	59,879
Salamanca	233,623	11.6	260,732	4.8	273,271
Salvatierra	92,411	5.0	97,054	3.4	100,391
San Diego de la Unión	34,401	7.9	37,103	6.9	39,668
San Felipe	95,896	11.5	106,952	5.8	113,109
San Francisco del Rincón	103,217	10.0	113,570	5.2	119,510
San José Iturbide	59,217	22.3	72,411	8.8	78,794
San Luis de la Paz	101,370	14.1	115,656	4.6	121,027
Santa Catarina	4,544	12.7	5,120	2.8	5,261
Santa Cruz de Juventino Rosas	70,323	12.6	79,214	4.9	83,060
Santiago Maravatío	6,389	4.4	6,670	2.3	6,824
Silao de la Victoria	147,123	17.6	173,024	9.6	189,567
Tarandacuao	10,252	13.5	11,641	5.3	12,256
Tarimoro	33,014	7.7	35,571	- 3.7	34,263
Tierra Blanca	16,136	12.6	18,175	4.3	18,960
Uriangato	53,077	11.7	59,305	5.8	62,761
Valle de Santiago	127,945	10.2	141,058	1.1	142,672
Victoria	19,112	3.7	19,820	1.7	20,166
Villagrán	49,653	12.3	55,782	5.5	58,830
Xichú	10,592	9.1	11,560	0.7	11,639
Yuriria	63,447	11.6	70,782	- 1.4	69,763

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. 2000, 2005, 2010, 2015.

El balance de la población entrante y saliente genera un panorama de la dinámica demográfica estatal. Por esta razón se analizan la natalidad, mortandad, inmigración y emigración. En el estado se registran los siguientes valores en cuanto a estos temas.

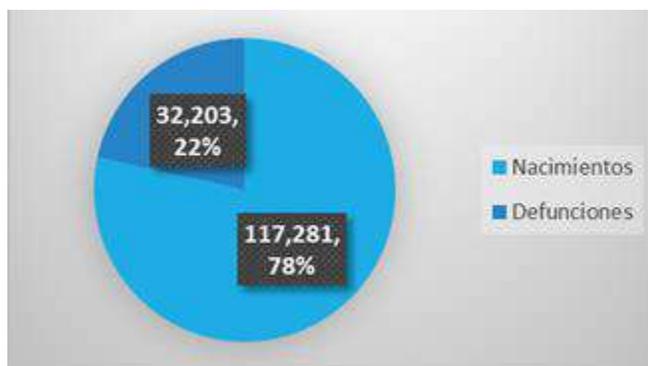
Tabla XX. Población por considerar para el flujo de entradas y salidas de población del estado.

Nacimientos	Defunciones	Saldo neto migratorio
117,281	32,203	0.1

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

La relación de los tres factores anteriormente mencionados, indican que existe una “entrada natural” de personas mayor a la “salida”, relacionada con la natalidad y defunción.

Gráfica XX. Proporción de nacimientos y defunciones en Guanajuato.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI, 2015.

Si siguiendo con los mismos parámetros y remontándonos a la pirámide poblacional se puede categorizar a la población como una población joven/madura, que para algunos sectores como el económico puede influir de manera positiva en cuanto al potencial para desarrollar trabajo.

A pesar de que el saldo neto migratorio es poco significativo (+20,406 habitantes en 2015), llegó a representar en 2010 más de 90 mil personas que llegaron a vivir en Guanajuato, procedentes del resto de las entidades del país (mientras alrededor de 70 mil salían de Guanajuato). Esas dinámicas migratorias generan demanda en cuestión de alojamiento y servicios en el Estado.

San Miguel de Allende, Moroleón y Guanajuato cuentan con los mayores porcentajes de población inmigrante, con respectivamente 2.68, 2.54 y 2.44%; por el contrario Tierra Blanca, Xichú y Atarjea cuentan con los porcentajes más bajos, 0.59, 0.65 y 0.73%, que nos refiere a una menor movilidad de la población.

Tabla XX Porcentaje de población no nacida en la entidad por municipio.

Localidad	% población no nacida en la entidad
Abasolo	1.02
Acámbaro	1.75
San Miguel de Allende	2.68

Apaseo el Alto	1.34
Apaseo el Grande	0.94
Atarjea	0.73
Celaya	2.12
Manuel Doblado	1.76
Comonfort	0.87
Coroneo	1.68
Cortázar	0.94
Cuerámara	2.18
Doctor Mora	0.79
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	1.27
Guanajuato	2.44
Huanímaro	1.17
Irapuato	1.23
Jaral del Progreso	1.10
Jerécuaro	1.26
León	1.23
Moroleón	2.54
Ocampo	1.51
Pénjamo	1.26
Pueblo Nuevo	1.52
Purísima del Rincón	1.32
Romita	1.17
Salamanca	1.10
Salvatierra	1.66
San Diego de la Unión	0.82
San Felipe	0.86
San Francisco del Rincón	1.84
San José Iturbide	0.94
San Luis de la Paz	0.92
Santa Catarina	2.36
Santa Cruz de Juventino Rosas	0.92
Santiago Maravatío	2.08
Silao	1.23
Tarandacuao	2.04
Tarímoro	2.23
Tierra Blanca	0.59
Uriangato	2.38
Valle de Santiago	1.20
Victoria	0.81
Villagrán	0.96

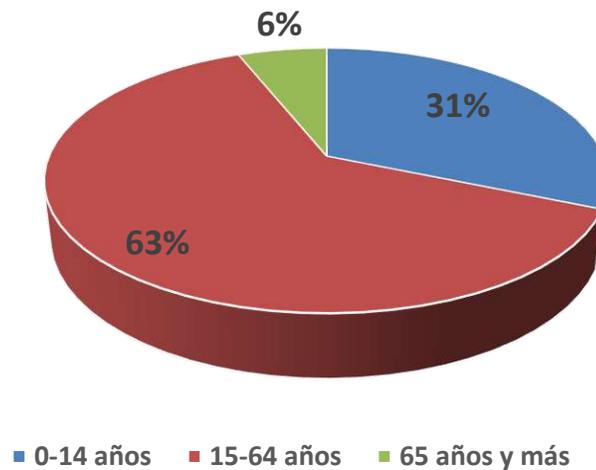
Xichú	0.65
Yuriria	2.36

FUENTE: ELABORACION PROPIA CON INFORMACIÓN DE INEGI, 2010.

Estructura de la población

Grandes grupos de edad

Gráfica XX. Población por grandes grupos de edad.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

Es evidente que la mayoría de la población se encuentra en el grupo de 15 a 64 años, posteriormente en grupo el 0 a 14 años es el de mayor población y por último el grupo de 65 años y más. Prácticamente todos los municipios que conforman el estado presentan esta condición.

Tabla XX. Población por grandes grupos de edad.

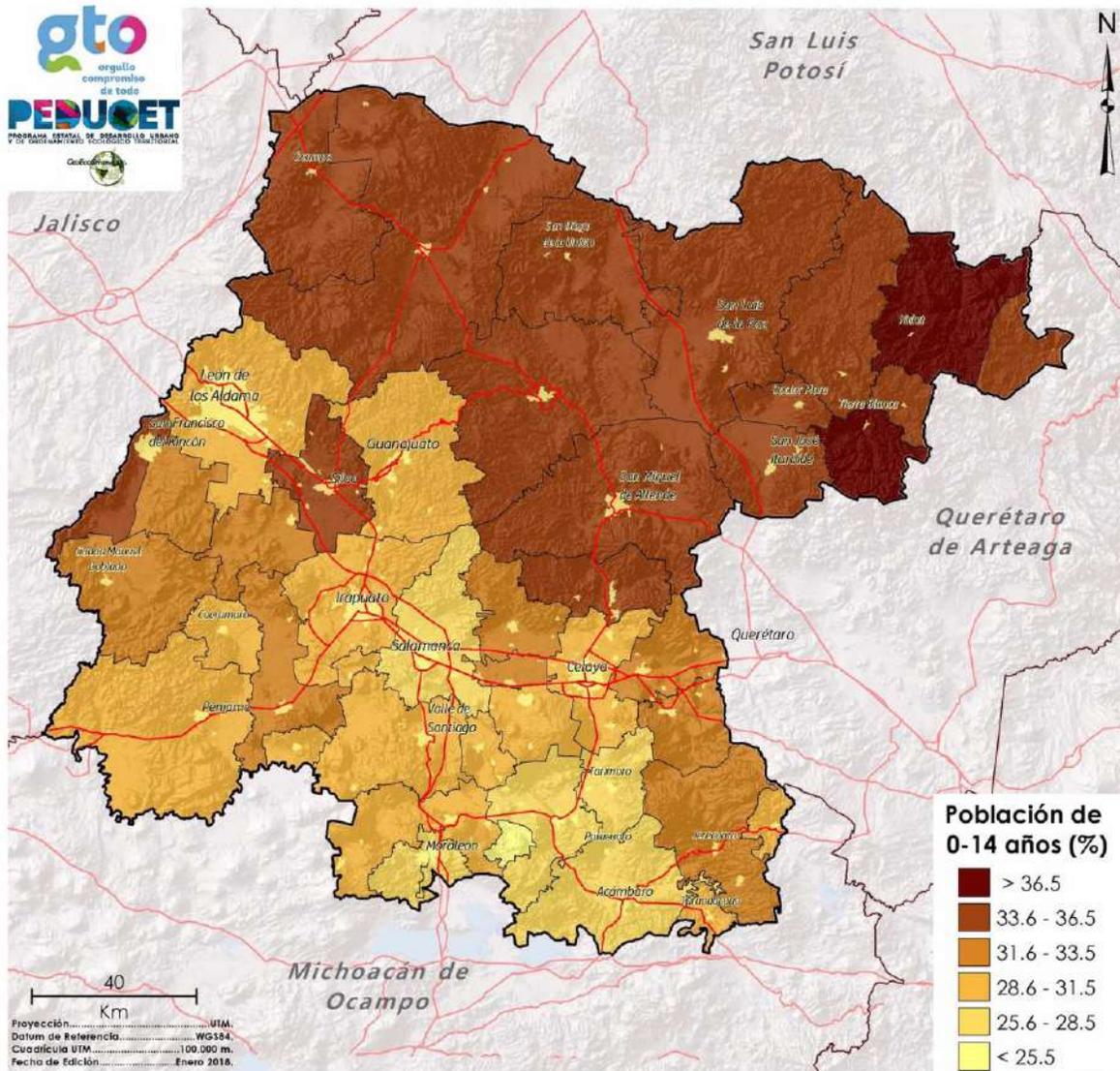
Municipio	Población de 0-14 años	Población de 15-64 años	Población de 65 y más años
<i>Total de la entidad Guanajuato</i>	1,707,187	3,416,330	331,702
Abasolo	26,871	50,996	6,339
Acámbaro	30,548	67,053	10,875
Apaseo el Alto	20,738	39,537	4,090
Apaseo el Grande	27,885	52,499	4,816
Atarjea	1,882	3,057	669
Celaya	136,659	300,328	25,015
Comonfort	26,592	46,500	4,639
Coroneo	3,639	6,915	1,066
Cortazar	26,013	56,418	5,742
Cuerámara	8,387	16,403	2,375
Doctor Mora	8,471	13,525	1,321
Dolores Hidalgo C.I.N.	51,987	86,793	8,649
Guanajuato	49,150	110,503	9,036
Huanímara	6,243	11,938	1,880
Irapuato	162,705	334,360	29,544
Jaral del Progreso	10,913	22,680	2,964
Jerécuara	16,262	29,764	4,710
León	442,668	918,709	66,363
Manuel Doblado	11,726	22,130	3,259
Moroleón	12,667	31,565	4,539
Ocampo	8,101	12,922	1,634
Pénjama	46,139	91,220	12,304
Pueblo Nuevo	3,241	6,821	1,087
Purísima del Rincón	23,805	41,801	3,002
Romita	18,772	33,948	3,880
Salamanca	72,927	169,389	16,857
Salvatierra	26,794	59,858	10,119
San Diego de la Unión	13,325	21,054	2,693
San Felipe	38,538	61,347	6,987
San Francisco del Rincón	36,829	69,481	6,335
San José Iturbide	25,506	43,306	3,515
San Luis de la Paz	42,050	67,331	6,120
San Miguel de Allende	53,703	95,869	9,930
Santa Catarina	1,781	2,827	481
Santa Cruz de Juventino Rosas	25,681	48,707	4,645
Santiago Maravatío	1,689	4,061	908
Silao	58,391	105,330	8,822
Tarandacuao	3,354	6,934	1,323

Tarimoro	9,907	21,875	3,656
Tierra Blanca	6,643	10,391	1,111
Uriangato	16,605	37,836	4,183
Valle de Santiago	41,647	87,686	11,380
Victoria	7,060	11,028	1,720
Villagrán	17,729	34,756	3,103
Xichú	4,252	6,181	1,125
Yuriria	20,712	42,698	6,891

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DE INEGI. TABULADOS DE ENCUESTA INTERCENSAL 2015

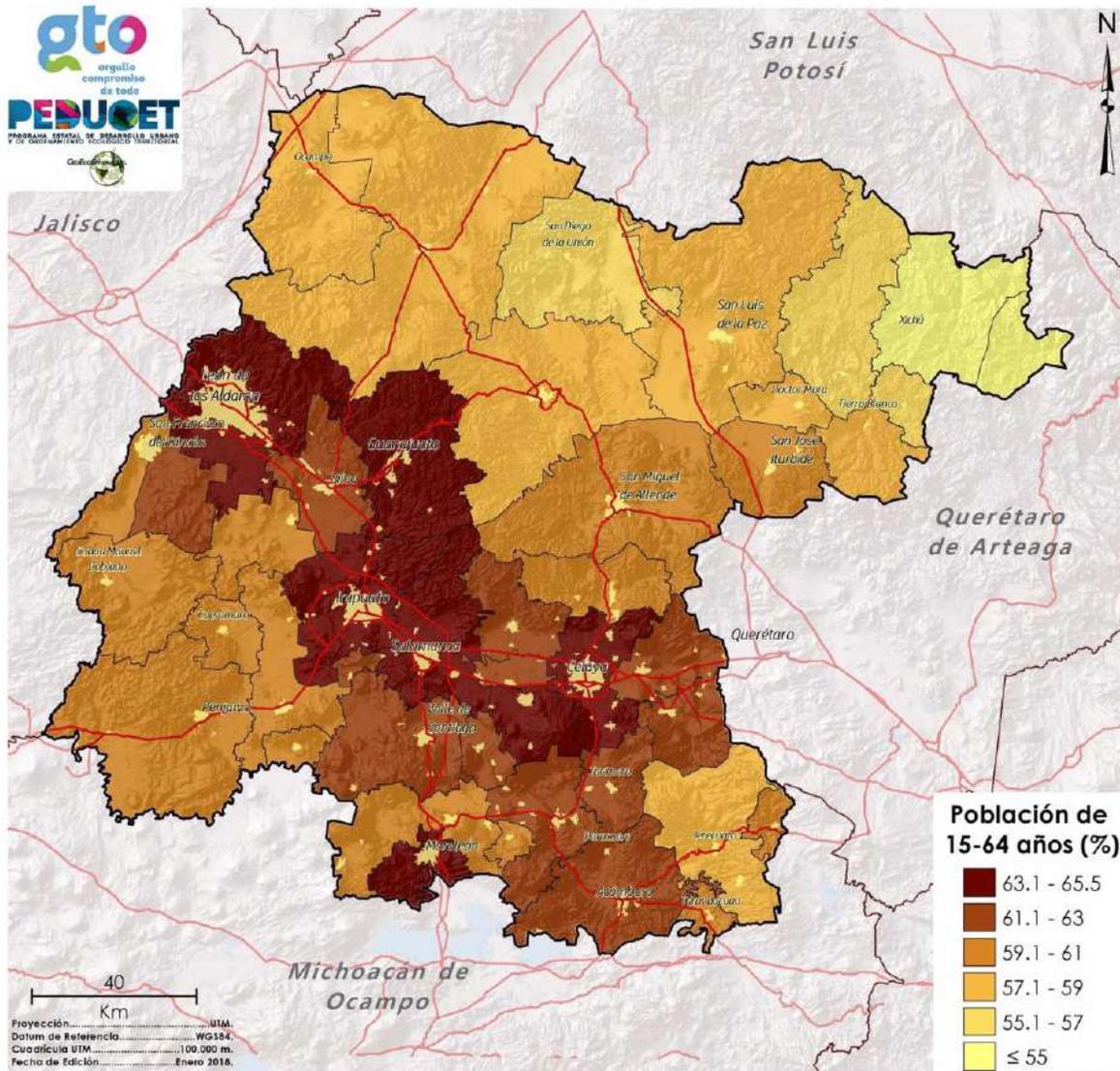
Proporcionalmente los municipios que tienen mayor número de población entre 0 y 14 años son Xichú, San Luis de la Paz y Doctor Mora. Para el grupo de 15 a 64 años los municipios que tienen proporcionalmente mayor número de habitantes son Uriangato, Salamanca, Moreleón, León, Guanajuato, Cortázar y Celaya. Para el último grupo que corresponde a la población de 65 y más años los municipios que tienen mayor número habitantes son Tarandacua, Santiago Maravatío y Atarjea.

MAPA XX. POBLACIÓN DE 0 – 14 AÑOS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.



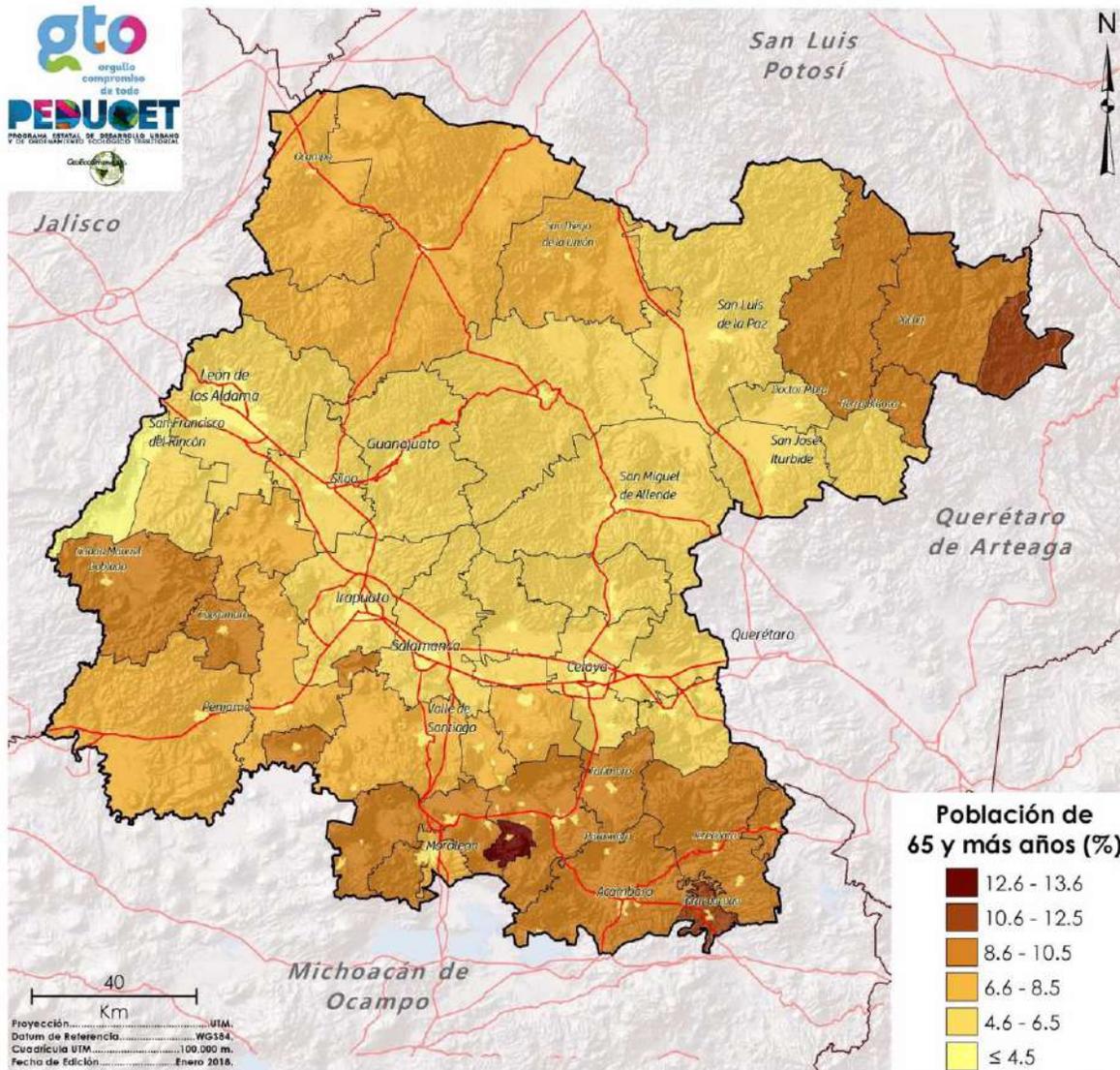
Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

MAPA XX. POBLACIÓN DE 15 – 64 AÑOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO.



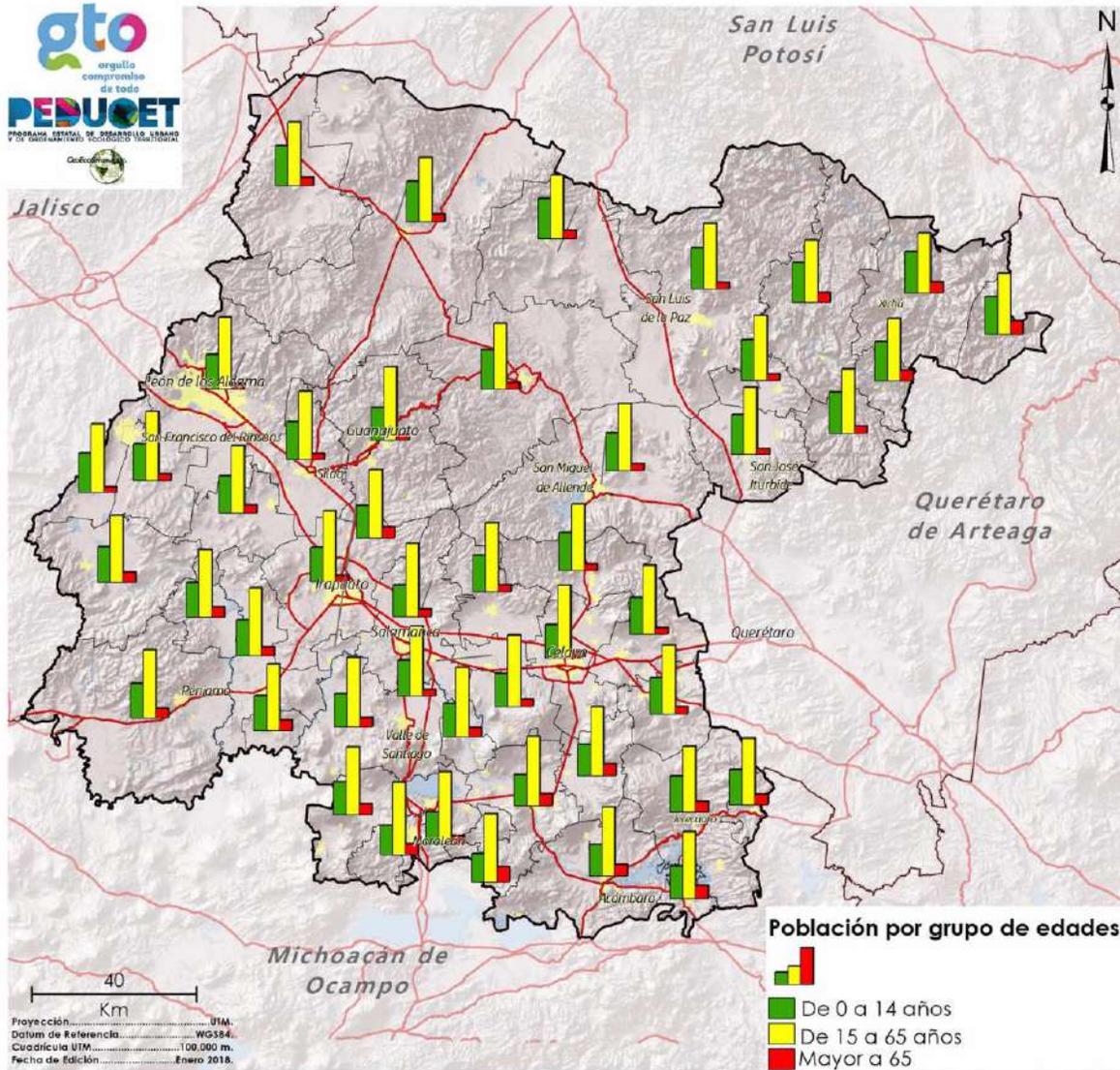
Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

MAPA XX. POBLACIÓN DE 65 Y MÁS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

MAPA XX. POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD POR MUNICIPIO (%).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DE INEGI. TABULADOS DE ENCUESTA INTERCENSAL 2015.



Situación de los hogares
 Tipo de hogares

Tabla XX. Tipos de hogares por municipio.

Municipio	Número de Hogares	Tipo de hogar									
		Familiar					No familiar				No especificado
		Total	Nuclear	Ampliado	Compues-to	No especificado	Total	Unipersonal	Corresidentes		
Estado de Guanajuato	1,443,035	91.39	70.96	26.97	0.66	1.41	8.48	92.31	7.69	0.13	
Abasolo	20,910	94.10	69.97	28.64	0.17	1.21	5.77	98.09	1.91	0.13	
Acámbaro	30,035	89.30	68.26	29.65	0.25	1.84	10.70	96.23	3.77	0.00	
Apaseo el Alto	16,472	92.22	72.44	25.96	0.26	1.34	7.67	98.58	1.42	0.10	
Apaseo el Grande	21,960	92.74	69.93	29.13	0.46	0.48	7.21	96.84	3.16	0.05	
Atarjea	1,363	89.44	76.62	22.15	0.25	0.98	10.49	99.30	0.70	0.07	
Celaya	129,705	90.14	73.46	25.32	0.72	0.49	9.77	90.91	9.09	0.09	
Comonfort	18,436	93.15	65.61	33.09	0.48	0.82	6.82	97.06	2.94	0.03	
Coroneo	3,289	88.42	74.90	23.56	0.45	1.10	11.22	99.46	0.54	0.36	
Cortazar	23,806	91.55	65.94	32.70	0.32	1.04	8.38	93.93	6.07	0.07	
Cuerámaro	7,139	91.30	66.39	30.33	0.41	2.87	8.35	98.66	1.34	0.35	
Doctor Mora	5,570	93.82	75.87	22.12	0.57	1.44	6.03	96.73	3.27	0.14	



Dolores Hidalgo	34,636	93.15	71.26	26.35	0.98	1.41	6.78	91.83	8.17	0.06
Guanajuato	46,198	88.59	68.80	27.86	1.69	1.65	11.25	80.05	19.95	0.16
Huanímaro	5,241	91.68	71.74	27.55	0.12	0.58	8.32	99.54	0.46	0.00
Irapuato	137,934	92.64	69.59	27.96	0.77	1.68	7.16	91.02	8.98	0.20
Jaral del Progreso	9,734	91.62	66.36	31.96	0.11	1.57	8.28	100.00	0.00	0.10
Jerécuaro	13,197	90.22	77.17	21.51	0.17	1.15	9.64	97.09	2.91	0.14
León	386,977	91.69	71.99	25.74	0.91	1.36	8.20	88.09	11.91	0.10
Manuel Doblado	10,037	88.82	70.77	26.49	0.17	2.57	10.37	98.56	1.44	0.81
Moroleón	13,988	88.68	71.08	26.61	0.14	2.17	11.20	95.53	4.47	0.12
Ocampo	5,626	91.24	73.41	25.44	0.31	0.84	8.67	96.72	3.28	0.09
Pénjamo	37,595	90.76	71.10	27.51	0.31	1.07	9.14	96.86	3.14	0.09
Pueblo Nuevo	3,045	91.99	73.15	25.85	0.36	0.64	7.91	98.76	1.24	0.10
Purísima del Rincón	18,523	93.25	74.08	23.95	0.58	1.40	6.67	97.09	2.91	0.08
Romita	13,898	92.69	69.20	28.26	0.61	1.94	7.17	99.30	0.70	0.14
Salamanca	71,745	90.28	69.45	28.52	0.42	1.61	9.56	94.95	5.05	0.16
Salvatierra	27,317	89.95	71.68	26.31	0.35	1.66	9.83	98.96	1.04	0.21
San Diego de la Unión	9,392	91.65	71.15	26.99	0.29	1.57	8.28	95.76	4.24	0.06
San Felipe	25,894	91.77	72.83	26.19	0.32	0.66	8.15	93.32	6.68	0.07
San Francisco del Rincón	29,218	93.10	72.48	23.97	0.43	3.11	6.68	95.69	4.31	0.23
San José Iturbide	19,146	90.39	75.88	22.35	0.47	1.30	9.41	92.18	7.82	0.19
San Luis de la Paz	27,170	92.71	69.11	28.78	0.61	1.50	7.20	95.91	4.09	0.09
San Miguel de Allende	42,695	88.64	71.03	26.19	0.45	2.34	11.05	93.58	6.42	0.31

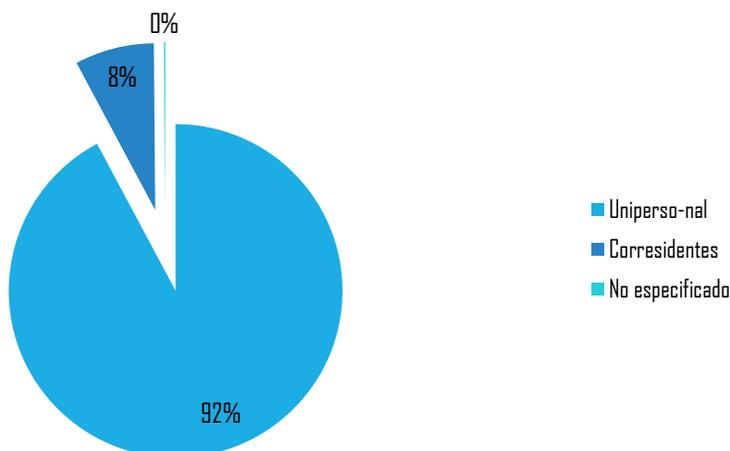


Santa Catarina	1,340	86.49	71.79	25.63	0.78	1.81	13.51	96.13	3.87	0.00
Santa Cruz de Juventino Rosas	18,472	94.36	64.79	33.32	0.33	1.57	5.49	97.73	2.27	0.15
Santiago Maravatío	2,006	86.14	75.29	22.45	0.12	2.14	13.56	98.16	1.84	0.30
Silao de la Victoria	42,202	94.01	67.88	30.08	0.34	1.71	5.88	91.82	8.18	0.11
Tarandacuaao	3,330	89.07	71.88	25.83	0.13	2.16	10.69	98.31	1.69	0.24
Tarimoro	9,470	89.47	74.68	24.18	0.30	0.84	10.36	98.78	1.22	0.17
Tierra Blanca	4,580	90.87	77.03	21.77	0.24	0.96	9.08	96.15	3.85	0.04
Uriangato	16,303	91.17	69.37	28.34	0.69	1.60	8.65	92.35	7.65	0.17
Valle de Santiago	36,583	90.60	69.18	28.55	0.80	1.47	9.28	97.47	2.53	0.11
Victoria	4,792	90.42	72.37	25.83	0.60	1.20	9.54	99.12	0.88	0.04
Villagrán	14,404	93.11	69.15	28.74	0.61	1.51	6.76	97.54	2.46	0.12
Xichú	2,960	88.34	73.04	22.60	0.76	3.59	11.39	98.52	1.48	0.27
Yuriria	18,702	89.43	70.12	28.38	0.21	1.29	10.40	98.82	1.18	0.17

Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.



Gráfica XX. . Población en los hogares no familiares en el estado de Guanajuato.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DE INEGI. TABULADOS DE ENCUESTA INTERCENSAL 2015.

Jefatura en los hogares

Tabla XX. Jefatura en los hogares 2015.

Municipio	Masculina	Femenina	Total
Estado de Guanajuato	635,497 61.15%	403,769 38.85%	1,039,266
Abasolo	16,202 77.48%	4,708 22.52%	20,910
Acámbaro	20,819 69.32%	9,216 30.68%	30,035
Apaseo el Alto	11,790 71.58%	4,682 28.42%	16,472
Apaseo el Grande	14,853 67.64%	7,107 32.36%	21,960
Atarjea	946 69.41%	417 30.59%	1,363
Celaya	91,929 70.88%	37,776 29.12%	129,705
Comonfort	12,618 68.44%	5,818 31.56%	18,436
Coroneo	2,273 69.11%	1,016 30.89%	3,289
Cortazar	17,551 73.73%	6,255 26.27%	23,806
Cuerámbaro	4,872 68.24%	2,267 31.76%	7,139
Doctor Mora	4,019 72.15%	1,551 27.85%	5,570
Dolores Hidalgo	23,009 66.43%	11,627 33.57%	34,636
Guanajuato	31,539 68.27%	14,659 31.73%	46,198
Huanímbaro	4,037 77.03%	1,204 22.97%	5,241
Irapuato	102,298 74.16%	35,636 25.84%	137,934
Jaral del Progreso	7,272 74.71%	2,462 25.29%	9,734
Jerécuaro	8,803 66.70%	4,394 33.30%	13,197
León	282,948 73.12%	104,029 26.88%	386,977

Manuel Doblado	7,233	72.06%	2,804	27.94%	10,037
Moroleón	9,488	67.83%	4,500	32.17%	13,988
Ocampo	4,056	72.09%	1,570	27.91%	5,626
Pénjamo	26,902	71.56%	10,693	28.44%	37,595
Pueblo Nuevo	2,127	69.85%	918	30.15%	3,045
Purísima del Rincón	14,373	77.60%	4,150	22.40%	18,523
Romita	9,299	66.91%	4,599	33.09%	13,898
Salamanca	52,020	72.51%	19,725	27.49%	71,745
Salvatierra	19,600	71.75%	7,717	28.25%	27,317
San Diego de la Unión	5,547	59.06%	3,845	40.94%	9,392
San Felipe	17,931	69.25%	7,963	30.75%	25,894
San Francisco del Rincón	21,730	74.37%	7,488	25.63%	29,218
San José Iturbide	14,325	74.82%	4,821	25.18%	19,146
San Luis de la Paz	18,517	68.15%	8,653	31.85%	27,170
San Miguel de Allende	29,756	69.69%	12,939	30.31%	42,695
Santa Catarina	822	61.34%	518	38.66%	1,340
Santa Cruz de Juventino Rosas	13,318	72.10%	5,154	27.90%	18,472
Santiago Maravatío	1,411	70.34%	595	29.66%	2,006
Silao de la Victoria	32,992	78.18%	9,210	21.82%	42,202
Tarandacua	2,423	72.76%	907	27.24%	3,330
Tarimoro	6,976	73.66%	2,494	26.34%	9,470
Tierra Blanca	3,144	68.65%	1,436	31.35%	4,580
Uriangato	11,384	69.83%	4,919	30.17%	16,303
Valle de Santiago	26,698	72.98%	9,885	27.02%	36,583
Victoria	3,198	66.74%	1,594	33.26%	4,792
Villagrán	10,900	75.67%	3,504	24.33%	14,404
Xichú	1,960	66.22%	1,000	33.78%	2,960
Yuriria	13,358	71.43%	5,344	28.57%	18,702

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015

Población indígena

Tabla XX. Padrón de Pueblos y Comunidades Indígenas.

Municipio	Localidad	Población 2010
Apaseo el Alto	San Juan del Llanito	3,729
Apaseo el Alto	San Bartolomé Aguas Calientes	3,781
Apaseo el Alto	Santa Cruz de Gamboa	876
Atarjea	El Piñonal	84
Atarjea	San Antón	171
Atarjea	La Joya	152
Atarjea	El Carricillo	702
Comonfort	Rosales	483
Comonfort	Agua Blanca	311
Comonfort	San Pablo	764
Comonfort	San Pedro Norte	444
Comonfort	La Borunda	705
Comonfort	Rincón del Purgatorio	497
Comonfort	Refugio de Arriba	187
Comonfort	Rinconcillo (Rinconcillo de Los Remedios)	595
Comonfort	Potrero	1,158
Comonfort	Orduña de Arriba	1,227
Comonfort	Ojo de Agua del Potrero	832
Comonfort	Orduña de Abajo	1,538
Comonfort	Morales	1,535
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	Río Laja	2,416
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	El Llanito	1,186
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	San Simeón	250
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	Tequisquiapan	1,407
Salvatierra	Ojo de Agua de Ballesteros	1,764
San Luis de la Paz	San Ignacio	1,206
San Luis de la Paz	Paso Colorado	256
San Luis de la Paz	Misión de Chichimecas	6,716
San Miguel de Allende	El Lindero	217

San Miguel de Allende	El Lindero	178
San Miguel de Allende	Oaxaca	38
San Miguel de Allende	Montecillo de la Milpa	380
San Miguel de Allende	Los Galvanes	1,364
San Miguel de Allende	Tierra Blanca de Arriba	474
San Miguel de Allende	Juan González	310
San Miguel de Allende	La Huerta	861
San Miguel de Allende	Los Guerrero	66
San Miguel de Allende	La Vivienda de Arriba	123
San Miguel de Allende	Guerrero	249
San Miguel de Allende	Ciénega de Juana Ruiz	466
San Miguel de Allende	Capilla Blanca	151
San Miguel de Allende	San Isidro de Bandita	136
San Miguel de Allende	El Salto	228
San Miguel de Allende	La Cuadrilla	487
San Miguel de Allende	La Cruz del Palmar	1,009
San Miguel de Allende	Tlaxcalilla	225
San Miguel de Allende	La Cieneguita	1,241
San Miguel de Allende	Alonso Yañez	475
San Miguel de Allende	Presita de Santa Rosa	140
San Miguel de Allende	Peña Blanca	306
San Miguel de Allende	La Palmita Dos	138
San Miguel de Allende	Bordo Colorado	201
San Miguel de Allende	Los Barrones	271
San Miguel de Allende	Banda	367
San Miguel de Allende	Vivienda de Abajo	133
Santa Catarina	Los Juan Diegos	178
Tierra Blanca	El Progreso	209
Tierra Blanca	Las Moras	666
Tierra Blanca	Guadalupe	508
Tierra Blanca	Torrecitas	597
Tierra Blanca	El Sauz	445
Tierra Blanca	Rincón del Cano	1,343
Tierra Blanca	El Salto	306
Tierra Blanca	El Picacho	742
Tierra Blanca	Cieneguilla	715
Tierra Blanca	La Cuesta de Peñones	1,219

Tierra Blanca	Cerro Colorado	940
Tierra Blanca	Fracción del Cano	480
Tierra Blanca	Arroyo Seco	376
Tierra Blanca	Las Adjuntas	411
Tierra Blanca	La Barbosa	158
Tierra Blanca	Villa Unión	227
Tierra Blanca	Cañada de Juanica	413
Tierra Blanca	Cano de San Isidro	968
Valle de Santiago	San Jerónimo de Araceo	1,960
Valle de Santiago	San José de Araceo	675
Victoria	Los Remedios (Cerro Grande)	1,015
Victoria	Cieneguilla	1,190
Victoria	Jacalasúchitl	78
Victoria	Mesa De Ortiz	98
Victoria	Loma de los Chilitos	204
Victoria	La Estancia	248
Victoria	El Ojo de Agua	100
Victoria	Palmillas	530
Victoria	Negritas	78
Victoria	Misión de Arnedo	915
Victoria	Corralillos	360
Victoria	Corral de Piedra	131
Victoria	El Carmen	716
Victoria	La Calera	161
Villagrán	Suchitlán	1,676
Xichú	El Rucio	240
Xichú	Aurora (Mineral La Aurora)	38
Xichú	Palomas	277
Xichú	Misión de Santa Rosa	304
Xichú	Llanetes	139

Fuente: Elaboración propia con información de SEDESHU.

Acceso a vías de comunicación en localidades según porcentaje de población hablantes de lengua indígena

Este es un indicador que se relaciona con la calidad de vida de la población, útil para diseñar políticas públicas relacionadas a los grupos étnicos, ya que permite conocer el grado de aislamiento de la población hablante de lengua indígena.

Se obtiene mediante el cruce de las variables del área de influencia de las vías de comunicación (5 km lineales) y la cobertura de localidades clasificadas según su porcentaje

de población hablante de lengua indígena. El cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula (Palacio-Prieto, et al., 2004):

$$GACPPgli = \frac{P5m < 5kmPhli}{P5m} * 100$$

En donde:

GACPhli = Grado de acceso a carreteras pavimentadas

P5m < 5kmPhli = Población de 5 años y más hablante de lengua indígena situada a menos de 5 km de una carretera pavimentada

P5m = población de 5 años y más

Los resultados se clasificaron en cuatro clases:

- Localidades no indígenas: con 0% de población hablante de lengua indígena
- Localidades con población indígena dispersa: de 0% a 29% de población hablante de lengua indígena
- Localidades medianamente indígenas: de 30% a 69% de población hablante de lengua indígena
- Localidades eminentemente indígenas: más de 70% de población hablante de lengua indígena

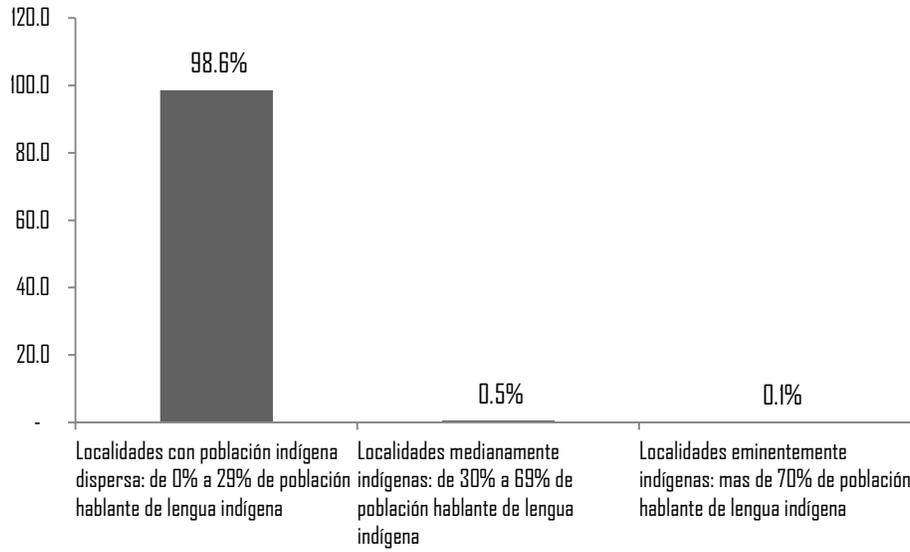
La mayoría de la población (98.6%) se ubica en la categoría de localidades con población indígena dispersa 0% - 29%. Por otro lado, son las localidades Misión de Chichimecas, Las Delicias, Fracción del Cano, El Picacho, El Sauz, Cano de San Isidro las ubicadas en la categoría de localidades medianamente indígenas 30% - 69% y por último la localidad Colonia Benito Juárez es la única incluida en la categoría eminentemente indígenas (más del 70%), ya que el 98.77% de su población es indígena.

Principales lenguas indígenas y su distribución en el estado

En el país se hablan 89 diferentes lenguas indígenas, de las cuales 47 tienen presencia en el estado y las siguientes 8 son consideradas como las principales: Otomí, Chichimeca-Jonaz, Náhuatl, Mazahua, Purépecha (Tarasco), Mixe, Mixteco y Zapoteco. El rango de población hablante varía entre 285 y 3,210. El resto de las lenguas presentes en el estado cuentan con menos de 200 hablantes (CDI, 2010).

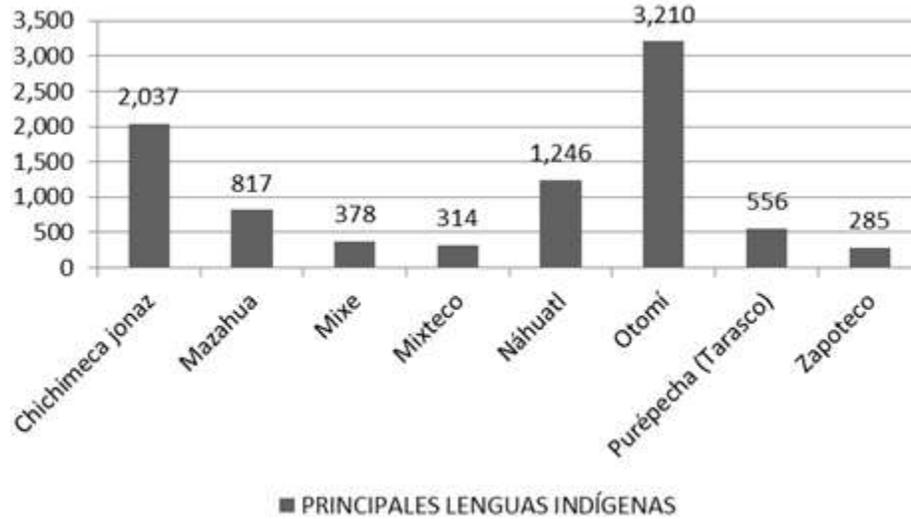
La lengua indígena más hablada en el estado es la otomí, en segundo lugar, la chichimeca-jonaz y en tercer lugar la náhuatl.

Gráfica XX. Clasificación de localidades según porcentaje de hablantes de lengua indígena.



Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO 2010

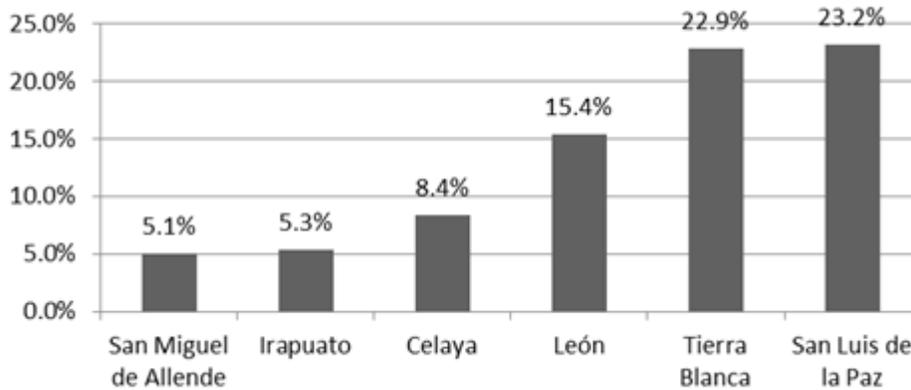
Gráfica XX. Principales lenguas indígenas en el estado.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CONAPO EN EL CATALOGO DE LOCALIDADES INDÍGENAS 2010.

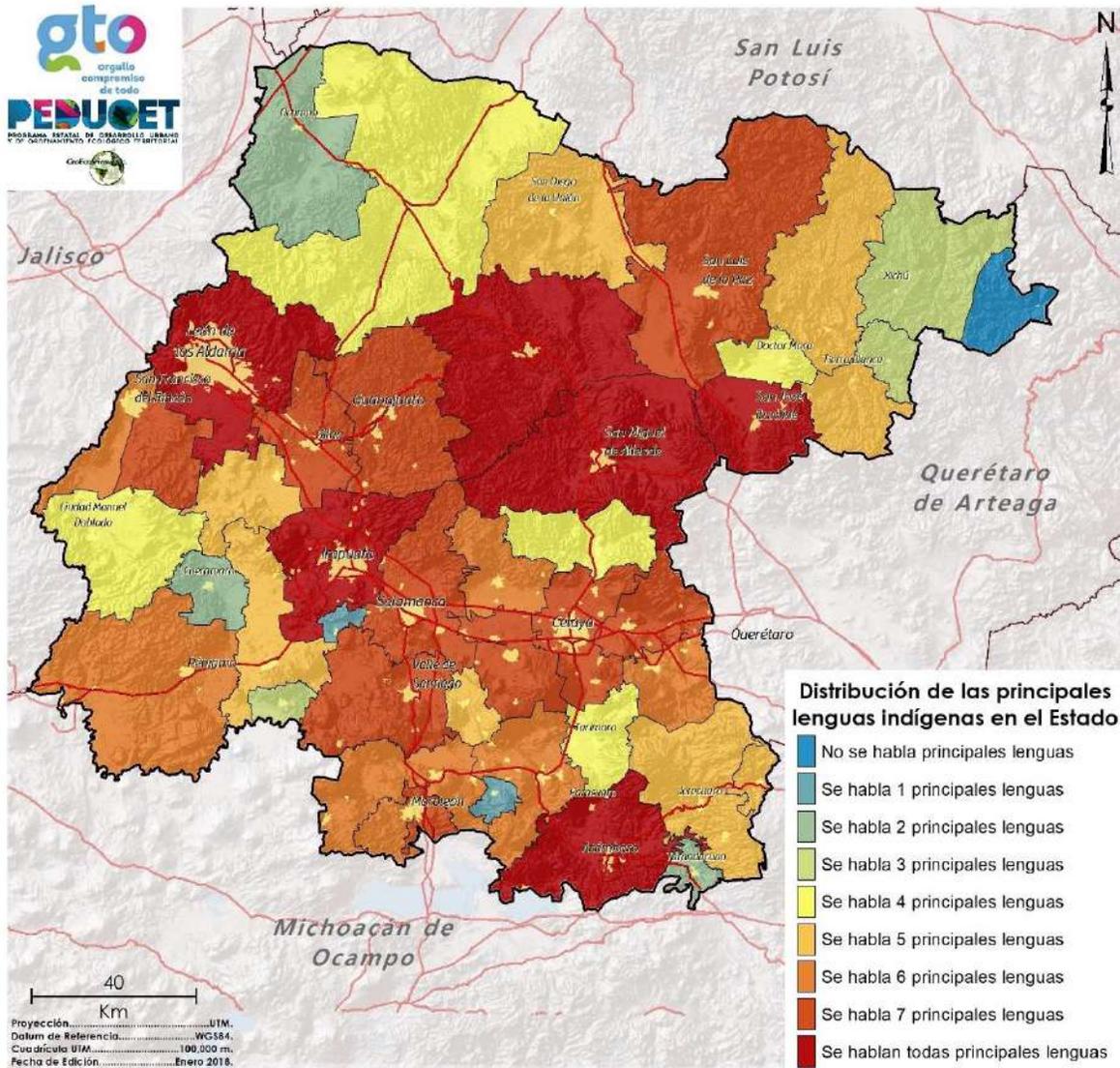
Se destacan 5 municipios por contener a la mayoría de los hablantes de las principales lenguas indígenas en el estado: León (3,191 hablantes), San Luis de la Paz (2,163 hablantes), Tierra Blanca (2,065 hablantes), Celaya (1,262 hablantes), Irapuato (1,004 hablantes).

Gráfica XX. Municipios con la mayoría de la población hablante de las principales lenguas indígenas.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CONAPO EN EL CATALOGO DE LOCALIDADES INDÍGENAS 2010.

MAPA XX. DISTRIBUCIÓN DE LAS PRINCIPALES LENGUAS INDÍGENAS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI.

Los municipios de Acámbaro, San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Irapuato, León y San José Iturbide son los que cuentan con población hablante de las 8 principales lenguas indígenas del estado, es decir que hablan alguna de estas y todas están presentes, mientras que en Atarjea se hablan lenguas indígenas locales.

Tabla XX. Municipios de mayor presencia de población hablante de lengua indígena.

Nombre municipio	Población hablante de lengua indígena
León	3,191
San Luis de la Paz	2,163
Tierra Blanca	2,065
Irapuato	1,004
Celaya	1,262

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DE CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA INEGI, 2010

Por otro lado, el municipio con menor población hablante de lengua indígena es Santiago Maravatío con 4 habitantes, seguido de Santa Catarina y Atarjea con menos de diez habitantes y Tarandacua y Xichú con menos de quince habitantes.

Tabla XX. Población de habla indígena.

Censo	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Población con habla indígena	8,966	4,738	10,689	10,347	15,204	12,719

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DE INEGI. TABULADOS DE CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA, 1990, 2000, 2010 Y ENCUESTAS INTERCENSALES 1995, 2005, 2015.

Migración

Procesos migratorios

Guanajuato es una entidad tradicionalmente migratoria, ya que después de tres generaciones de emigrantes aún salen habitantes de las diversas comunidades convertidas en expulsoras de mano de obra hacia Estados Unidos. En un principio la mayoría de las personas se dirigía a California y en segundo término a Texas, Illinois y Michigan. En la actualidad ya se registran migraciones de guanajuatenses a Washington, Indiana, Alabama, Oregon, Florida y en menor medida a Tennessee, Carolina del Norte, Pennsylvania, Idaho, Nevada, Nebraska y Utah (CONAPO, 2010). La extensión geográfica de esos flujos de migrantes se debe a varios factores: al tipo de compañía que los contrata y que los "mueve" hacia los lugares en que los necesita, a la actividad que se desempeña -agrícola, servicios, construcción, industria- o porqué son los lugares en donde se ha abierto la posibilidad de emplearse. Sin embargo, también obedece al conocimiento adquirido en las primeras estancias, pues la mayor experiencia profesional. Las comunidades de los municipios del sur de Guanajuato informan como destino principal a California; sin embargo, los condados son distintos, pues aparecen Anaheim, Fresno, Deleno, Santa Ana, San Diego, Orange, Long Beach, Los Angeles, Cerrito, Vista y Modesto. 991,121 guanajuatenses, en alguna época en la fecha de referencia, han dependido (o dependen) total o parcialmente de los ingresos obtenidos en Estados Unidos (20.4%) en ocasión de su o sus traslados a ese país (CONAPO²).

Si bien es cierto que la migración ha restado presión al mercado de trabajo, principalmente de los jóvenes, también lo es que ello constituye una pérdida de capital humano, pues los emigrantes salen en la edad económicamente activa y la más productiva. A ello habría que añadir la inversión de la sociedad mexicana en educación, salud e infraestructura social. Sin embargo, al no haber en México opciones favorables para evitar que emigren, el costo de

² CONAPO. Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos 2010. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/intensidad_migratoria/pdf/Efectos.pdf.

oportunidad tiende hacia la búsqueda de trabajo en Estados Unidos, principalmente por el diferencial del pago recibido por su trabajo y por el "rendimiento" de las remesas determinado por el tipo de cambio de la emigración guanajuatense a Estados Unidos básicamente femeninos (CONAPO).

Educación

Grado promedio de escolaridad

Tabla XX. Grado de escolaridad por región.

Región	Municipios que la conforman	Grado promedio de escolaridad	Promedio por región
Noreste	San Luis de la Paz	6.76	6.3
	Victoria	6.57	
	Xichú	5.31	
	Atarjea	5.7	
	Santa Catarina	6.05	
	Doctor Mora	6.26	
	Tierra Blanca	6.25	
	San José Iturbide	7.5	
Norte	San Diego de la Unión	5.66	6.7
	San Felipe	6.09	
	Ocampo	5.8	
	Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	6.6	
	Guanajuato	9.13	
	San Miguel de Allende	7.17	
Centro	León	8.54	6.8
	Cortazar	7.56	
	San Francisco del Rincón	7.01	
	Purísima del Rincón	6.55	
	Silao	7.34	
	Romita	6.28	
	Irapuato	8.46	
	Salamanca	8.22	
	Santa Cruz de Juventino Rosas	6.62	
	Villagrán	7.73	
	Celaya	9.01	
	Comonfort	6.83	
	Apaseo el Alto	6.58	
	Apaseo el Grande	7.09	
	Tarimoro	6.2	
Jaral del Progreso	7.19		



Sur	Manuel Doblado	5.81	6.5
	CuerámARO	6.56	
	Pénjamo	6.47	
	Abasolo	6.34	
	Pueblo Nuevo	6.3	
	Salvatierra	6.8	
	Yuriria	6.22	
	Uriangato	6.8	
	Moroleón	7.58	
	HuanímARO	6.39	
	Valle de Santiago	6.73	
	Santiago Maravatío	6.12	
	Acámbaro	7.19	
	Jerécuaro	5.65	
	Coroneo	6.38	
	Tarandacuao	6.93	

FUENTE: ELABORACION PROPIA CON INFORMACIÓN DE INEGI, 2010.

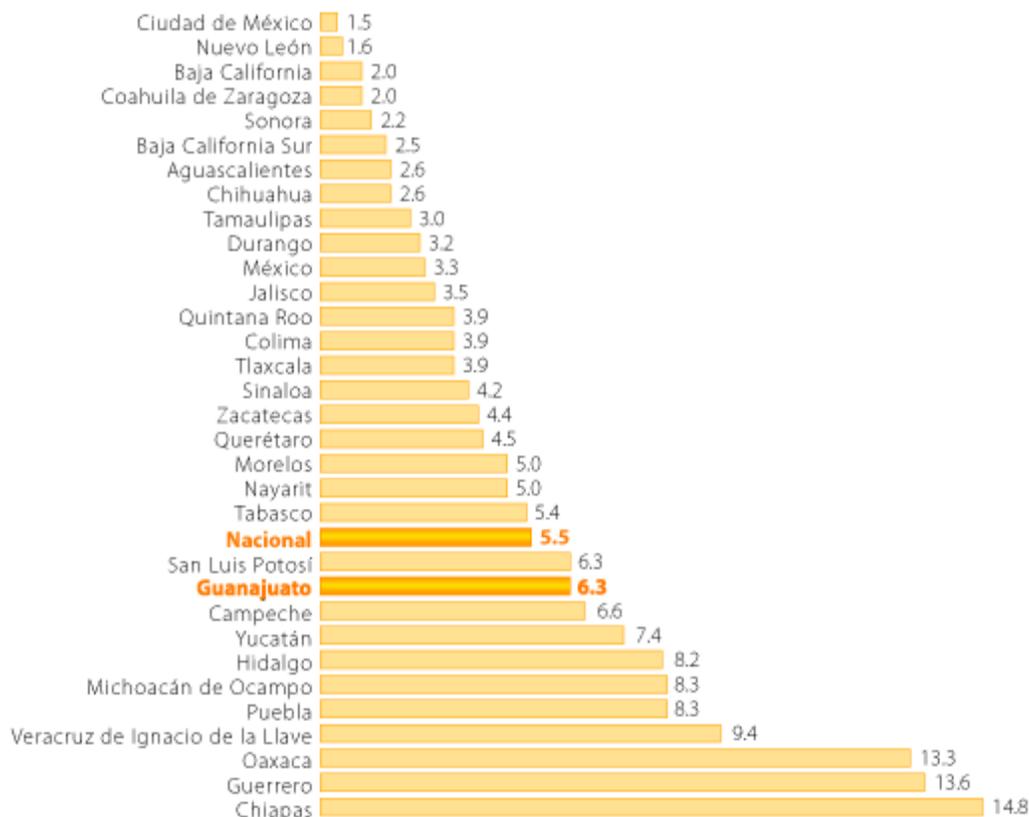
Por otro lado, el grado de escolaridad por región no presenta diferencias significativas, sin embargo, se encuentran por debajo del promedio estatal, lo que significa que la población no concluyó la primaria.

Analfabetismo en adultos

Se define como analfabetismo a la incapacidad de una persona para leer o escribir por sí misma. Dicha característica suele ser más predominante en la población de mayor edad, por cuestiones históricas vinculadas a la falta de accesibilidad al sistema educativo en épocas pasadas; pero también existe en personas jóvenes que por diversas causas no pudieron integrarse al sistema educativo.



Gráfica XX. Relación de analfabetismo nacional con el estatal.



FUENTE: INEGI, 2010.

Tabla XX. Analfabetismo en las subregiones de Guanajuato.

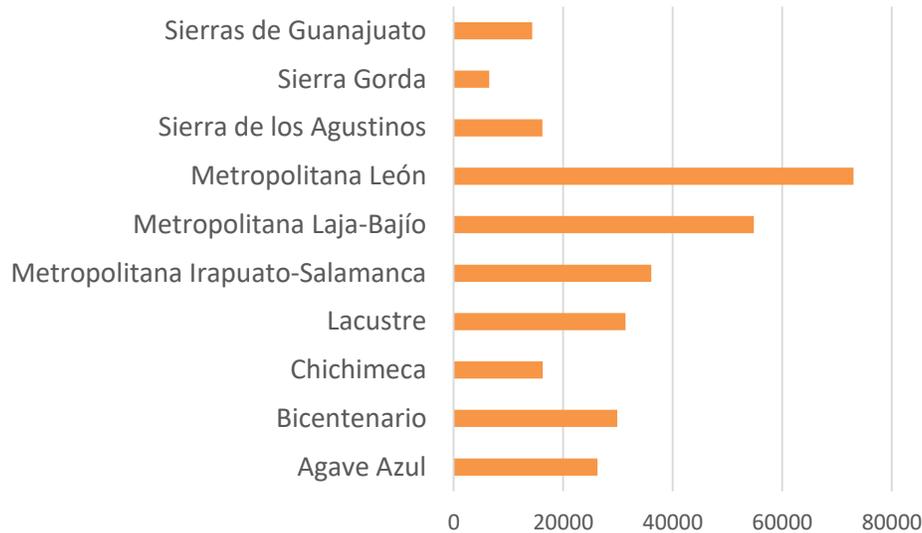
Subregión	Población analfabeta	Población total	% analfabeta
Agave Azul	26,264	330,007	7.96
Bicentenario	29,865	480,265	6.22
Chichimeca	16,267	211,391	7.70
Lacustre	31,357	424,233	7.39
Metropolitana Irapuato-Salamanca	36,108	790,172	4.57
Metropolitana Laja-Bajío	54,802	991,563	5.53
Metropolitana León	73,025	1848,524	3.95
Sierra de los Agustinos	16,218	183,194	8.85
Sierra Gorda	6,479	60,285	10.75
Sierras de Guanajuato	14,322	166,738	8.59

FUENTE: INEGI, 2010.



En 7 de las 10 subregiones la población analfabeta se encuentra entre 10 mil y 40 mil habitantes, siendo estas La Sierras de Guanajuato, La Sierra de los Agustinos, La MIS, La Lacustre, la Chichimeca, la Bicentenario y La Agave Azul.

Gráfica XX. Población analfabeta del estado de Guanajuato.

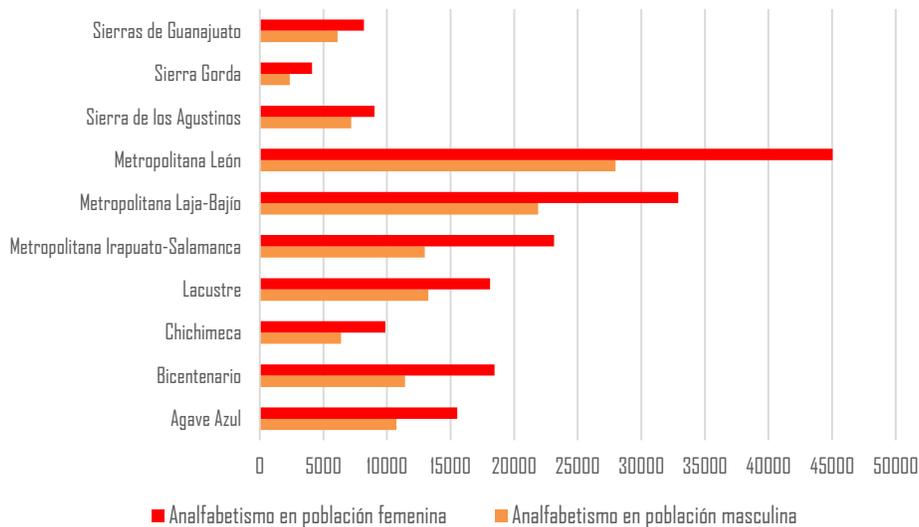


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010.

En cuanto a la población masculina analfabeta estatal esta se concentra en la zona Metropolitana de León con más de 25 mil, seguida de La Metropolitana Laja-Bajío con poco más de 20 mil y las subregiones metropolitana Irapuato-Salamanca, Lacustre, Bicentenario y Agave Azul con más de 10 mil. Por otro lado, la mayor concentración de mujeres analfabetas se encuentra en la subregión Metropolitana de León con más de 40 mil, las subregiones de Sierras de Guanajuato, Sierra Gorda, Sierra de los Agustinos y la Chichimeca con menos de 10 mil cada una.



Gráfica XX. Relación del analfabetismo-género.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010

Analfabetismo infantil

La población de niños de 8 a 14 años que no sabe leer ni escribir es considerada como analfabeta infantil, la tasa de analfabetismo infantil relaciona el número de niños en este rango de edad que no saben leer ni escribir, con el total de niños de ese grupo.

Para obtenerlo se divide el número de infantes analfabetas entre el total del grupo y se multiplica por 100.

La fórmula correspondiente es:

$$TAi = (Ai / Pi) * 100$$

Donde:

TAI = Tasa de analfabetismo infantil

Ai = Población menor de 15 años que no sabe leer ni escribir

Pi = Población menor a 15 años

Tabla XX. Población infantil analfabeta y su porcentaje con relación a la población total.

Subregión	Población infantil analfabeta	Población total	%
Agave Azul	1,743	330,007	0.53
Bicentenario	2,609	480,265	0.54
Chichimeca	1,418	211,391	0.67
Lacustre	1,415	424,233	0.33
Metropolitana Irapuato-Salamanca	2,750	790,172	0.35
Metropolitana Laja-Bajío	4,903	991,563	0.49
Metropolitana León	8,591	1,848,524	0.46
Sierra de los Agustinos	713	183,194	0.39
Sierra Gorda	443	60,285	0.73
Sierras de Guanajuato	1,227	166,738	0.74
Total general	25812	5486372	0.47

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010

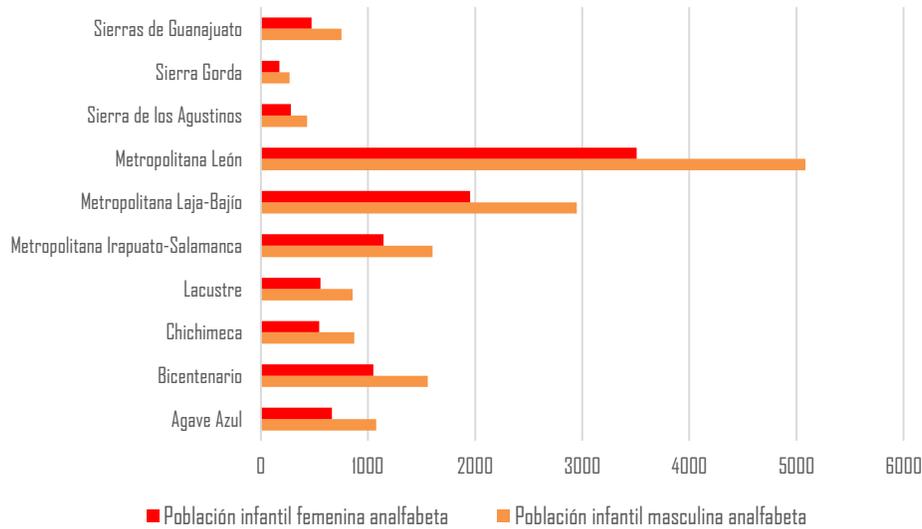
Si se habla en cuestión del número de niños analfabetas, en la zona Metropolitana de León habitan 8 591; seguido de la subregión Metropolitana Laja-Bajío con 4 903; mientras que la Sierra Gorda cuenta con sólo 443 niños analfabetas.

En cuanto a género, la mayor cantidad de infantes masculinos que no saben leer, ni escribir, se encuentran en la región Metropolitana de León con aproximadamente 5000 niños, mientras que en Las Sierras de Guanajuato, La Sierra Gorda, La Sierra de Los Agustinos, La Lacustre y La Chichimeca, tienen menos de 1 000 niños analfabetas cada una. En cuanto a niñas analfabetas en el estado, 3500 habitan la zona Metropolitana de León, 2000 en la subregión Laja-Bajío y 1000 en las zonas Metropolitana Irapuato-Salamanca y Bicentenario respectivamente. Las subregiones de Sierra Gorda y la Sierra de los Agustinillos tienen menos de 500 por zona.

En términos de relación de analfabetismo entre niños y niñas la tendencia es similar, en La Sierra Gorda y en la Sierra de los Agustinos existen menor número de infantes analfabetas, mientras que en la subregión Metropolitana de León tiene el mayor número de niños y niñas analfabetas; sin embargo en las diez subregiones el número de niños analfabetas es superior al de las niñas. Por ejemplo, en la Zona Metropolitana de León los niños ascienden a 5 mil, mientras que las niñas llegan a ser 3 500 aproximadamente.



Gráfica XX. Relación de género en cuanto al analfabetismo infantil.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI. Tabulados de encuesta intercensal 2015.

Salud

Derechohabiencia a servicios de salud

Como parte del análisis del tema de derechohabiencia es necesario analizar las unidades que brindan y soportan a la población que requieren atención médica (unidad de medicina familiar, hospital general, hospital de especialidades y hospital regional).

Tabla XX. Situación de soporte médico del estado de Guanajuato.

Sistema de salud	Estado	Municipio
Unidad de medicina familiar	Superávit	Déficit: León, Irapuato y Uriangato,
		Superávit mayor: Jaral del Progreso (97),
		Pénjamo (41), Celaya (39),
		Acámbaro (34) y Jerécuaro (31).
		Menos de 30 unidades de medicina familiar en superávit: resto de los municipios
Hospital general	20/40 municipios no aplican para esta condición	Superávit: Celaya y Uriangato
		Equilibrio: Acámbaro
		Déficit: San Felipe, Purísima del Rincón, Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Comonfort, Cortázar, Santa Cruz de Juventino Rosas, Abasolo y Yuriria.
Hospital de especialidades	8 unidades	Sólo el municipio de León cuenta con este tipo
Hospital regional		Sólo el municipio de León cuenta con este tipo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las unidades de medicina familiar, a nivel estatal, están consideradas como en superávit, sin embargo, las particularidades de cada municipio son distintas, pues como factor se considera el número de unidades para la cantidad de población.

En cuanto a hospitales generales, a nivel estatal 20 de los 46 municipios no aplican para contar con esta condición, debido a que su población es menor a 50,000 habitantes. Sin embargo, de igual manera existen particularidades en los municipios a considerar para el análisis de la implementación de los mismos, pues en los municipios de: San José Iturbide, San Luis de la Paz, Dolores Hidalgo, Guanajuato, San Miguel de Allende, León, San Francisco del Rincón, Silao, Irapuato, Salamanca, Pénjamo, Moroleón, Salvatierra y Valle de Santiago. A pesar de contar con menos de 50,000 habitantes, las unidades de medicina familiar no son las necesarias para cubrir la demanda de la población.

La categoría de hospital de especialidades sólo se encuentra localizada en el municipio de León, con 8 elementos. Los municipios restantes no cuentan con este elemento, pues la población requerida para su implementación no es la suficiente. Por su parte, los hospitales regionales contemplan una situación similar a la categoría anterior, pues el único municipio que cuenta con este elemento es León.

Distribución de principales problemas de salud

Diabetes

En términos médicos son reconocidas dos tipos de diabetes, por un lado, la diabetes tipo I la cual a nivel nacional no es muy común, pues solamente 2 de cada 100 defunciones ocurren por este padecimiento.

En el caso de la diabetes tipo II, que está relacionada con el estilo de vida de la población y en la cual las complicaciones son prevenibles, se reportan altas tasas de mortalidad en México en donde de cada 100 hombres que fallecieron por diabetes 61 tenían tipo II, en tanto en las mujeres fueron 62.

Pobreza

Rezago social y pobreza

Tabla XX. Población en situación de pobreza.

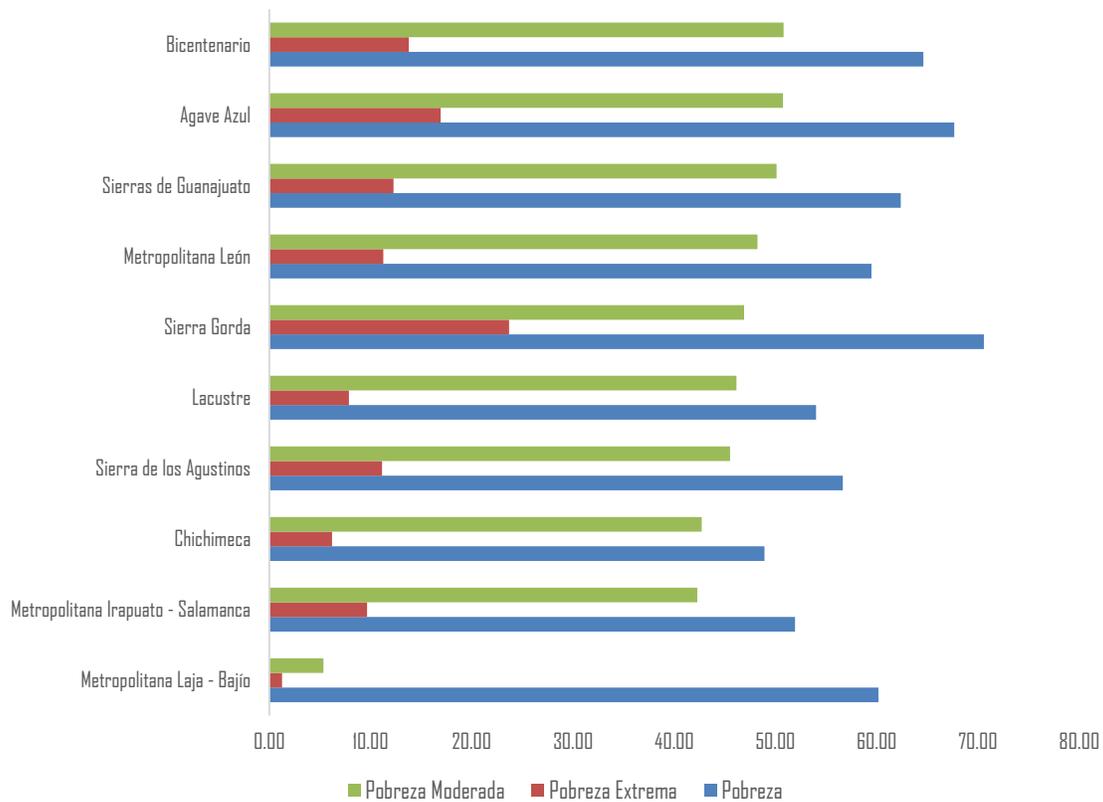
Municipio	Población total	Pobreza	Pobreza extrema	Pobreza moderada
Abasolo	84,116	69.2	15.4	53.7
Coroneo	11,865	62.5	10.3	52.2
Dolores Hidalgo C.I.N.	136,176	64.1	15.6	48.5
Jerécuaro	38,793	67.7	18.7	48.9
Ocampo	18,503	74.9	21.8	53.1
Pénjamo	126,318	67.5	19.7	47.9
Cuerámara	26,018	62.5	10.8	51.8
Doctor Mora	17,184	68.4	17.0	51.4
San Luis de la Paz	109,610	62.9	13.6	49.3
Cortazar	93,257	51.3	6.9	44.5
San Francisco del Rincón	110,895	50.9	6.8	44.2
San José Iturbide	83,383	44.5	5.0	39.5
León	1,588,458	37.8	4.2	33.6
Salamanca	285,087	41.1	5.0	36.1
Santiago Maravatío	5,463	61.5	8.3	53.3
Uriangato	53,598	61.6	8.7	52.9
Valle de Santiago	124,232	64.0	12.3	51.6
Yuriria	70,573	58.1	8.7	49.4
Guanajuato	187,929	38.3	5.1	33.3
Romita	49,883	65.6	14.3	51.3
San Miguel de Allende	139,634	63.7	21.3	42.4
Apaseo el Alto	58,084	57.8	10.5	47.3
Atarjea	4,475	77.9	27.9	50.0
Celaya	513,403	39.6	5.4	34.2
Comonfort	67,135	62.0	15.7	46.3
Huanímaro	19,180	65.9	11.8	54.2
Santa Cruz de Juventino Rosas	66,462	68.2	20.0	48.2
Tarimoro	32,075	58.2	9.4	48.8
Villagrán	59,381	48.5	5.4	43.1
Jaral del Progreso	31,054	58.3	7.4	50.8
Pueblo Nuevo	11,117	58.8	9.0	49.8
Purísima del Rincón	66,928	55.2	8.3	47.0
San Felipe	96,645	68.1	18.8	49.2
Silao	161,512	57.0	12.8	44.2
Acámbaro	95,114	55.2	8.7	46.5



Municipio	Población total	Pobreza	Pobreza extrema	Pobreza moderada
Manuel Doblado	33,015	65.7	19.1	46.6
Irapuato	558,600	43.6	6.5	37.1
Tarandacuao	8,939	62.1	10.2	51.9
Apaseo el Grande	79,947	56.0	9.3	46.7
Santa Catarina	3,210	74.7	23.7	51.0
Tierra Blanca	12,425	70.4	28.1	42.2
Victoria	13,824	74.3	28.2	46.2
Xichú	7,370	77.6	29.2	48.4
Moroleón	41,875	54.6	6.0	48.6
Salvatierra	78,663	59.7	10.1	49.7
San Diego de la Unión	26,078	72.8	20.7	52.1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DE CONEVAL, 2016.

Gráfica XX. Tipos de pobreza por subregión.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONEVAL, 2010.

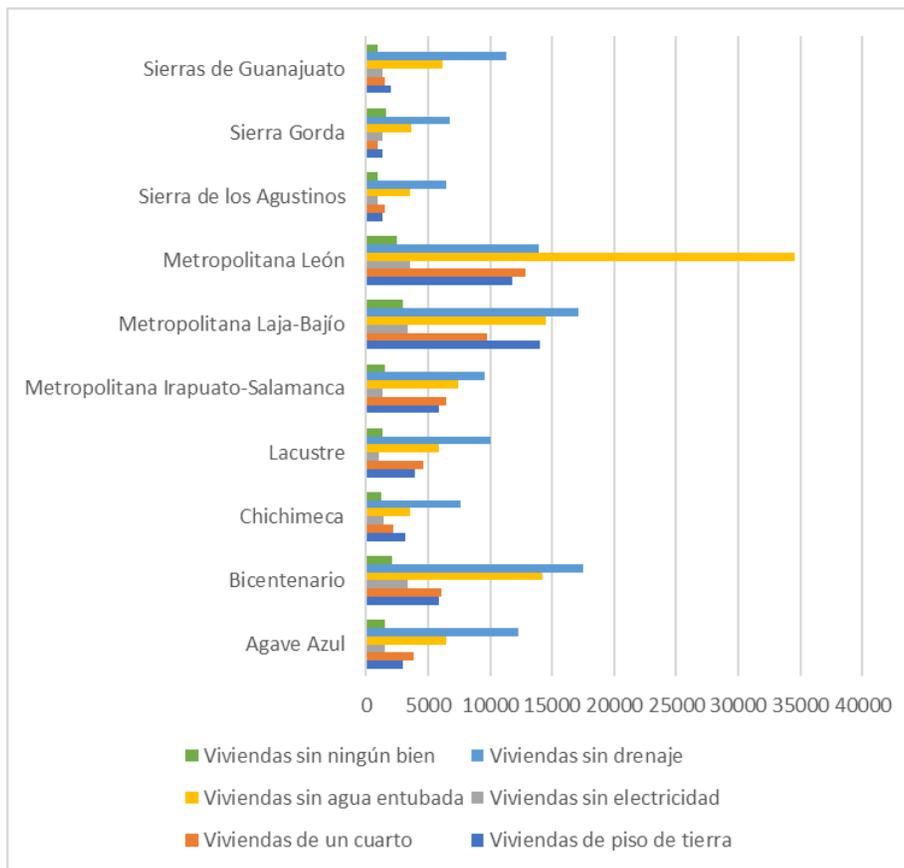


Determinación del nivel de pobreza de los hogares

La pobreza, en su acepción más amplia, está asociada a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impiden la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social. Aun cuando existe una gran variedad de aproximaciones teóricas para identificar qué hace pobre a un individuo, hay un consenso cada vez más amplio sobre la naturaleza multidimensional de este concepto, el cual reconoce que los elementos que toda persona necesita para decidir de manera libre, informada y con igualdad de oportunidades sobre sus opciones vitales, no pueden ser reducidos a una sola de las características o dimensiones de su existencia (Alkire y Foster, 2007; CDESC, 2001; Kakwani y Silber, 2008).

En México, la pobreza considera las condiciones de vida de la población a partir de tres espacios: el del bienestar económico, el de los derechos sociales y el del contexto territorial (DOF, 2010).

Gráfica XX. Determinación de pobreza con base en indicadores de calidad de espacios en la vivienda y acceso a servicios básicos por subregiones.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010.

Con respecto a los indicadores antes mencionados, en relación subregión-estado, la subregión Sierra Gorda es la que presenta los mayores porcentajes en todos los indicadores, la Sierras de Guanajuato presenta el mayor porcentaje de falta de servicios de drenaje y de agua entubada, y las subregiones Bicentenario, Chichimeca y Agave Azul, presentan su mayor porcentaje en la falta de servicio de drenaje.

Tabla XX. Relación de indicadores en porcentaje por subregión a nivel estatal.

Subregiones	Viviendas					
	piso de tierra	un cuarto	sin electricidad	sin agua entubada	sin drenaje	sin ningún bien
Agave Azul	2.91	3.81	1.55	6.44	12.15	1.54
Bicentenario	4.36	4.53	2.51	10.62	13.03	1.55
Chichimeca	5.64	4.00	2.53	6.31	13.69	2.16
Lacustre	2.71	3.19	0.70	4.06	6.93	0.94
Metropolitana Irapuato-Salamanca	2.67	2.91	0.60	3.34	4.32	0.69
Metropolitana Laja-Bajío	4.70	3.26	1.13	4.87	5.76	1.01
Metropolitana León	2.33	2.54	0.70	6.82	2.75	0.48
Sierra de los Agustinos	1.90	2.29	1.43	5.28	9.59	1.34
Sierra Gorda	7.16	5.07	7.65	20.29	37.93	9.17
Sierras de Guanajuato	4.36	3.39	2.95	13.47	24.64	2.02

FUENTE: ELABORACION PROPIA, CON BASE EN INEGI, 2010.

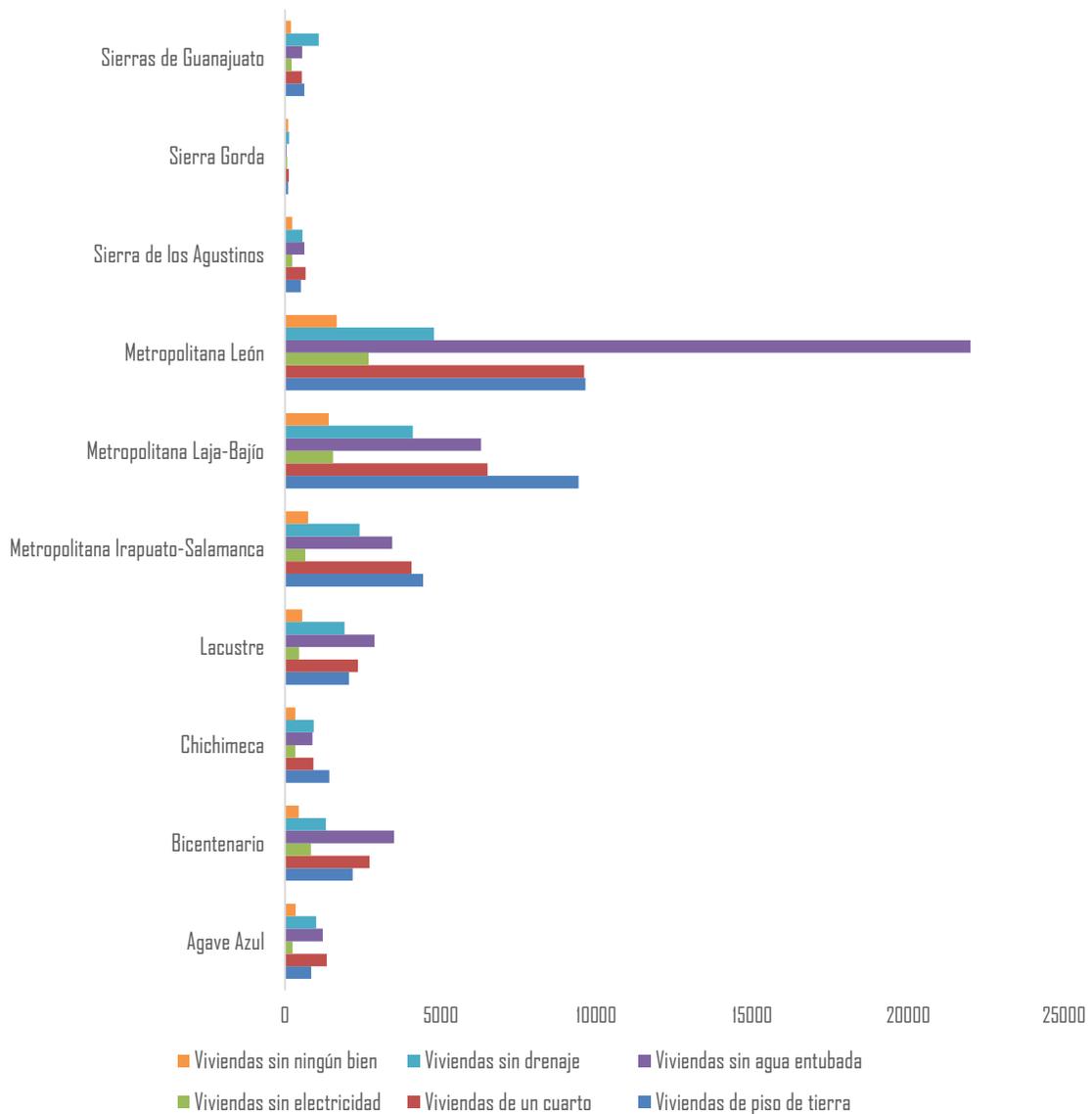
Referente al ingreso promedio de los hogares guanajuatenses, en 2016 fue de \$51 mil 233 pesos mientras que en 2014 fue de \$36 mil 747 pesos, lo que significó un incremento de aproximadamente \$14 mil 486 pesos, lo cual posicionó al estado en el 6° lugar nacional, mientras que en 2014 ocupaba el lugar 22.



Concentración de hogares en situación de pobreza en el medio urbano

Siguiendo con los indicadores de calidad de espacios en la vivienda y acceso a servicios básicos para dar un panorama sobre la pobreza de los hogares en el estado, la subregión Metropolitana León es la que cuenta con la mayor cantidad de viviendas con piso de tierra, sin servicios básicos, sin ningún bien y de un solo cuarto, mientras que Sierra Gorda es la que cuenta con los valores más bajos.

Gráfica XX. Determinación de pobreza de poblaciones urbanas con base en indicadores de calidad de espacios en la vivienda y acceso a servicios básicos por subregiones



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010

Sin embargo, esta situación cambia cuando se le relaciona con la totalidad el estado, pues de esta manera la subregión Sierra Gorda presenta en general los porcentajes más altos en cuanto a estos indicadores, le sigue la Sierras de Guanajuato con el valor más alto de todas las subregiones para el déficit de drenaje en las viviendas (6.77%); por su parte la subregión Metropolitana Irapuato-Salamanca, presenta los porcentajes más bajos para el estado.

Tabla XX. Relación de indicadores en porcentaje por poblaciones urbanas y subregión a nivel estatal.

Subregiones	Viviendas					
	Piso de tierra	Un cuarto	Sin electricidad	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin ningún bien
Agave Azul	2.36	3.76	0.68	3.38	2.81	0.96
Bicentenario	2.78	3.48	1.07	4.49	1.69	0.57
Chichimeca	5.77	3.72	1.36	3.57	3.74	1.34
Lacustre	2.43	2.77	0.53	3.39	2.26	0.66
Metropolitana Irapuato-Salamanca	2.53	2.32	0.37	1.96	1.36	0.42
Metropolitana Laja-Bajío	4.27	2.95	0.70	2.86	1.86	0.64
Metropolitana León	2.23	2.22	0.62	5.09	1.11	0.39
Sierra de los Agustinos	1.71	2.22	0.79	2.10	1.89	0.79
Sierra Gorda	4.01	4.68	2.76	1.99	5.12	3.76
Sierras de Guanajuato	3.88	3.41	1.35	3.44	6.77	1.21

FUENTE: ELABORACION PROPIA, CON BASE EN INEGI, 2010.



Concentración de hogares en situación de pobreza en el medio rural

Los municipios en donde se encuentran las poblaciones rurales en situación de pobreza son: León, Comonfort, San Felipe y Tierra Blanca, siendo las localidades de: La Barranca, Delgado de Arriba, San Pedro de Almoloya y Rincón del Cano las que carecen de más servicios y de características confortables en sus viviendas.

En contraste con lo que ocurre con las poblaciones urbanas, la población rural en situación de pobreza se encuentra dispersa.

Tabla XX. Concentración de población rural en situación de pobreza.

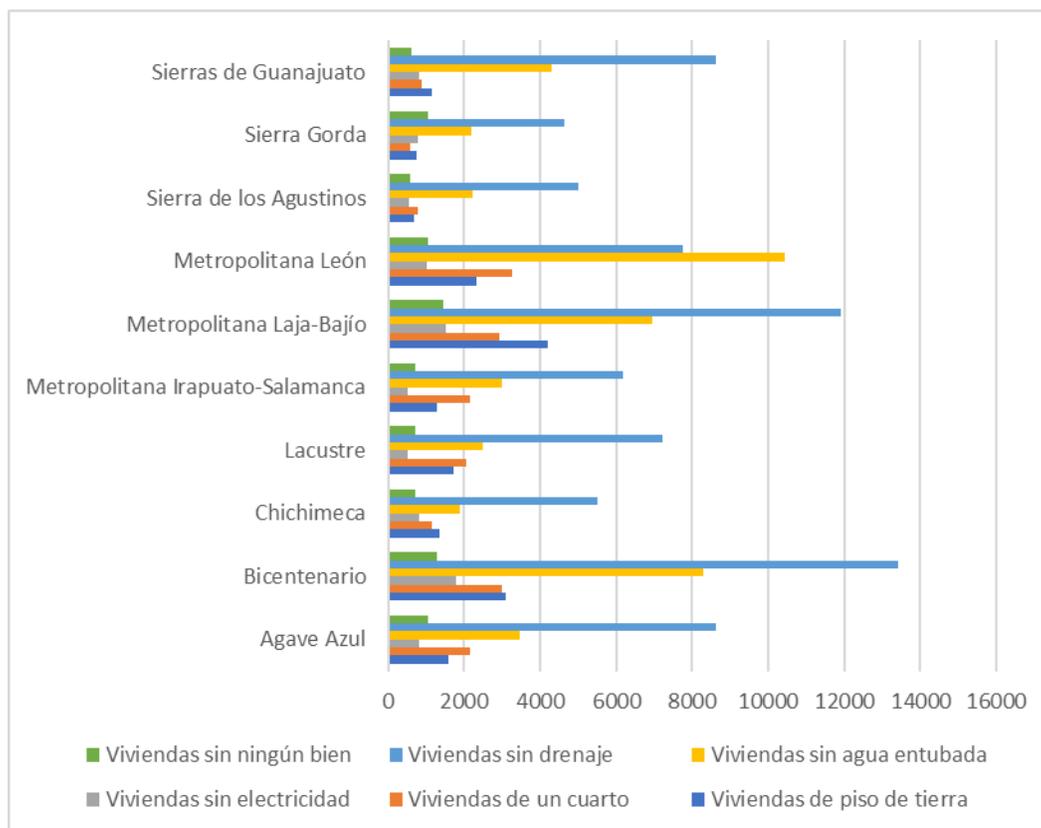
Indicador	Municipios	Localidades
Viviendas de un cuarto	Irapuato, León, Guanajuato	Fraccionamiento las Liebres, La Barranca, San José de Cervera
Piso de tierra	Villagrán, Valle de Santiago, Celaya	Colonia 18 de marzo, Hoya de Cintora (La Hoya de Arriba), La Palmita (La Palmita de San Gabriel)
No drenaje	Cortazar, San Felipe, Comonfort	La Gavia, San Pedro de Alomoloya, Delgado de Arriba
No agua entubada en la vivienda	León, San Felipe, León	La Barranca, San Pedro de Alomoloya, Santa Ana
No luz eléctrica	León, Comonfort, Tierra Blanca	La Barranca, Delgado de Arriba, Rincón del Cano
Sin ningún bien	Comonfort, Comonfort, Tierra Blanca	Delgado de Arriba, Delgado de Abajo, Rincón del Cano

FUENTE: ELABORACION PROPIA CON INFORMACIÓN DE INEGI, 2010.

En cuanto a la relación de subregiones por localidades rurales y pobreza, la subregión Laja-Bajío contiene una mayor cantidad de viviendas sin ningún bien y con piso de tierra, por su parte la subregión Bicentenario cuenta con más viviendas sin drenaje y sin luz y por último, en la subregión Metropolitana León se ubica el mayor número de viviendas sin agua entubada y con un solo cuarto.



Gráfica XX. Determinación de pobreza de poblaciones rurales con base en indicadores de calidad de espacios en la vivienda y acceso a servicios básicos por subregiones.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INEGI, 2010.

En cuanto se hace la relación del porcentaje de los indicadores y el total de las viviendas del estado, las tendencias cambian, por ejemplo, la subregión Sierra Gorda presenta de manera general los mayores porcentajes sobre la falta de calidad de espacios en la vivienda y acceso a servicios básicos, en donde destaca que casi la mitad de las viviendas no cuentan con servicio de drenaje, siendo este indicador el que se presenta en mayor porcentaje para todas las subregiones. Por su parte la subregión Lacustre es la que presenta de manera general los menores porcentajes de los indicadores.



Tabla XX. Relación de indicadores en porcentaje por poblaciones rurales y subregión a nivel estatal.

Subregiones	Viviendas					
	Piso de tierra	Un cuarto	Sin electricidad	Sin agua entubada	Sin drenaje	Sin ningún bien
Agave Azul	2.79	3.79	1.43	6.09	15.23	1.83
Bicentenario	6.34	6.12	3.67	16.96	27.47	2.65
Chichimeca	5.00	4.29	2.96	7.05	20.43	2.63
Lacustre	3.13	3.75	0.91	4.55	13.18	1.32
Metropolitana Irapuato-Salamanca	3.04	5.12	1.19	7.12	14.63	1.68
Metropolitana Laja-Bajío	5.89	4.10	2.12	9.76	16.70	2.05
Metropolitana León	3.55	4.95	1.55	15.92	11.85	1.59
Sierra de los Agustinos	2.00	2.31	1.60	6.57	14.82	1.70
Sierra Gorda	6.90	5.32	7.29	20.21	42.76	9.64
Sierras de Guanajuato	4.46	3.44	3.14	16.72	33.51	2.36

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, CON BASE EN INEGI, 2010.

Política Impulso Social. - Zonas de atención prioritaria para el combate a la pobreza

TABLA XX. ZONAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA URBANAS POR MUNICIPIO

Municipio	ZAP-U (AGEBS)	Municipio	ZAP-U (AGEBS)
Abasolo	17	Purísima del Rincón	18
Acámbaro	29	Romita	8
Apaseo el Alto	23	Salamanca	25
Apaseo el Grande	22	Salvatierra	49
Atarjea	4	San Diego de la Unión	12
Celaya	83	San Felipe	26
Comonfort	27	San Francisco del Rincón	11
Coroneo	1	San José Iturbide	8
Cortazar	24	San Luis de la Paz	40
Cuerámbaro	10	San Miguel de Allende	18
Doctor Mora	2	Santa Catarina	5
Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	28	Santa Cruz de Juventino Rosas	32
Guanajuato	29	Silao de la Victoria	28
Huanímaro	2	Tarandacua	2
Irapuato	58	Tarimoro	11
Jaral del Progreso	10	Tierra Blanca	10
Jerécuaro	5	Uriangato	30
León	198	Valle de Santiago	25
Manuel Doblado	6	Villagrán	9
Moroleón	11	Xichú	8

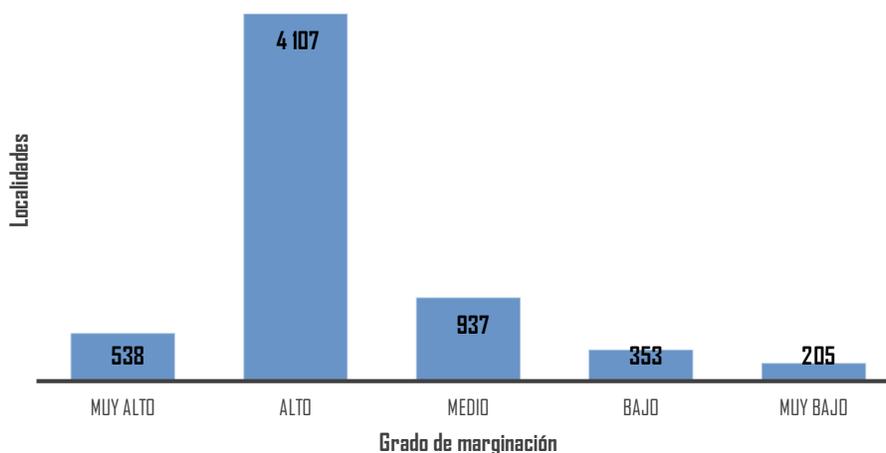


Municipio	ZAP-U (AGEBS)	Municipio	ZAP-U (AGEBS)
Ocampo	7	Yuriria	38
Pénjamo	22	TOTAL	1,301

Fuente: Elaboración propia con información de la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria 2018

Índice de marginación

Gráfica XX. Grado de marginación por localidad del estado de Guanajuato.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAPO, 2010ª.

Respecto al índice de marginación por subregión, en ninguna de ellas se presenta un índice de marginación significativamente alto y que sólo las subregiones Sierra Gorda y Sierras de Guanajuato cuentan con índices de marginación alta. La subregión Metropolitana Irapuato-Salamanca es la única región que cuenta únicamente con índices de marginación muy bajos.

Tabla XX. Relación índice de pobreza-subregión para el estado de Guanajuato.

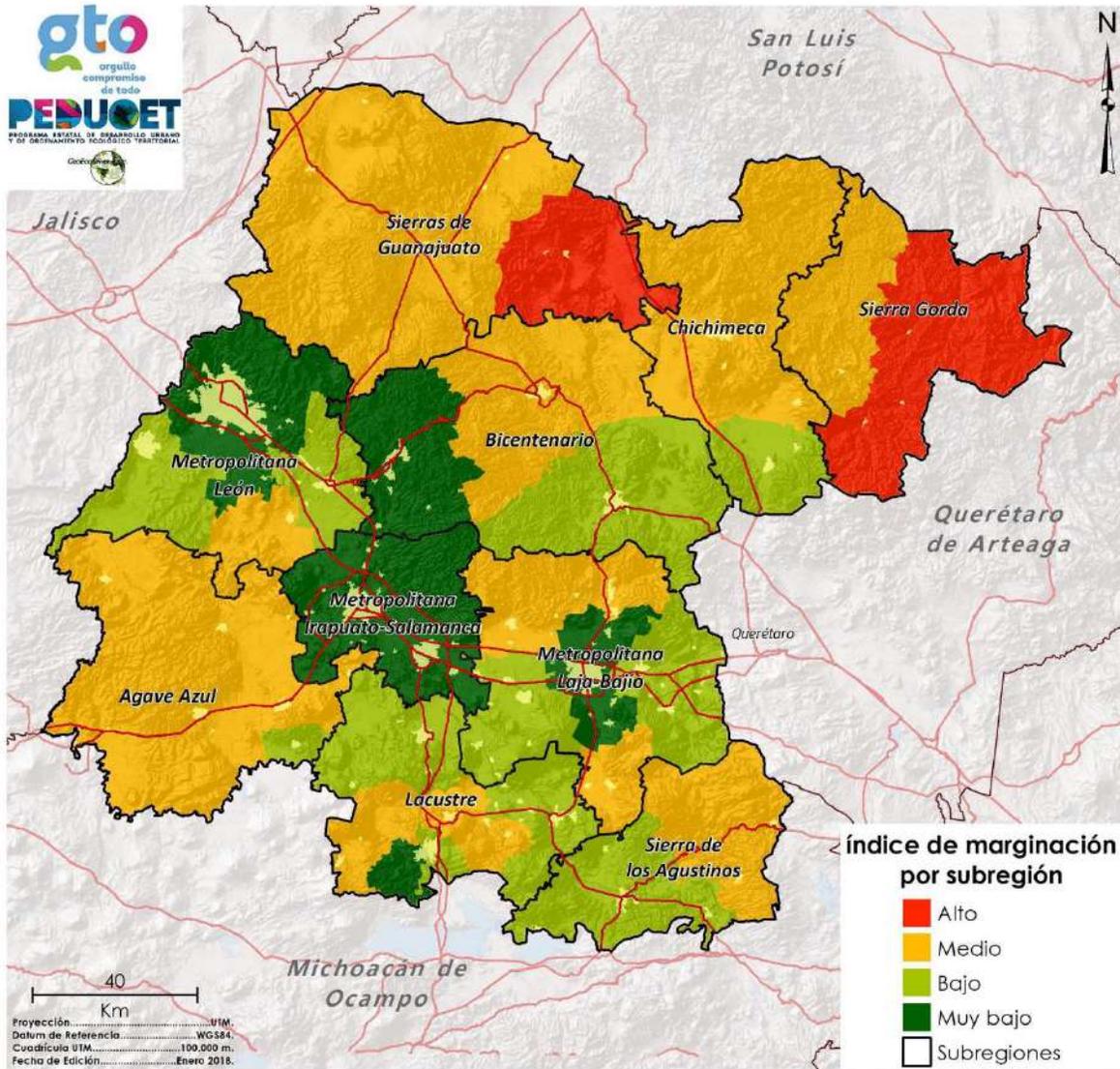
Subregiones	Índice de marginación				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Agave Azul					
Bicentenario					
Chichimeca					
Lacustre					
Metropolitana Irapuato-Salamanca					
Metropolitana Laja-Bajío					
Metropolitana León					
Sierra de los Agustinos					
Sierra Gorda					



Sierras de Guanajuato					
-----------------------	--	--	--	--	--

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DE CONAPO, 2010.

Mapa XX. Relación del índice de marginación por subregión.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN CONAPO, 2010.

Índice de desarrollo humano

Para el logro del análisis de este indicador, se ha ajustado la metodología para el cálculo municipal de Índice de Desarrollo Humano (IDH) en México. En el Informe mundial sobre Desarrollo Humano 2010, se introdujeron ajustes a la metodología de cálculo IDH.

La Nueva Metodología modifica los indicadores empleados para las dimensiones que componen el IDH, los valores de referencia con los que se evalúa el avance de éstas y la forma de agregación de los índices. El cálculo del IDH municipal conlleva ajustes en el uso de la información, debido a la disponibilidad restringida de datos a este nivel de desagregación.

Tabla XX. Índice de desarrollo humano por subregión para Guanajuato.

Subregión	Municipio	Índice de Desarrollo Humano (IDH)
Agave Azul	Pueblo Nuevo	0.65
	Cuerámara	0.65
	Huanímaro	0.65
	Pénjamo	0.65
	Abasolo	0.63
	Manuel Doblado	0.62
Bicentenario	Guanajuato	0.77
	San Miguel de Allende	0.66
	Dolores Hidalgo	0.63
Chichimeca	San José Iturbide	0.69
	San Luis de la Paz	0.65
	Doctor Mora	0.64
Lacustre	Moroleón	0.72
	Uriangato	0.69
	Salvatierra	0.67
	Yuriria	0.67
	Santiago Maravatío	0.66
	Valle de Santiago	0.66
Metropolitana Irapuato - Salamanca	Irapuato	0.74
	Salamanca	0.74
Metropolitana Laja - Bajío	Celaya	0.76
	Villagrán	0.70
	Cortazar	0.69
	Jaral del Progreso	0.69
	Apaseo el Grande	0.68
	Comonfort	0.66
	Apaseo el Alto	0.66
	Tarimoro	0.64
	Santa Cruz de Juventino Rosas	0.64
Metropolitana León	León	0.74



Subregión	Municipio	Índice de Desarrollo Humano (IDH)
	San Francisco del Rincón	0.68
	Silao	0.66
	Purísima del Rincón	0.65
	Romita	0.63
Sierra de los Agustinos	Acámbaro	0.68
	Tarandacuao	0.66
	Coroneo	0.64
	Jerécuaro	0.62
Sierra Gorda	Tierra Blanca	0.63
	Santa Catarina	0.62
	Victoria	0.61
	Atarjea	0.58
	Xichú	0.58
Sierras de Guanajuato	San Felipe	0.61
	Ocampo	0.60
	San Diego de la Unión	0.59

* Desarrollo Humano Mediano Alto con valores entre 0.700 y 0.799

* Desarrollo Humano Mediano Medio con valores entre 0.600 y 0.699

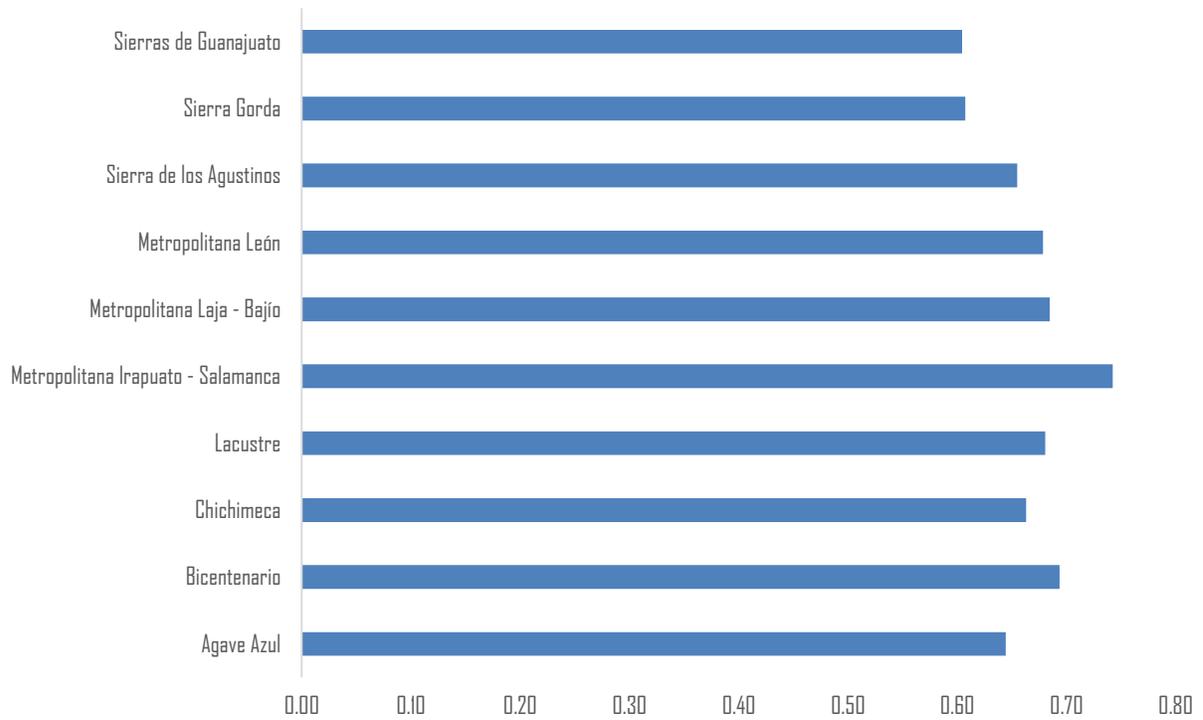
* Desarrollo Humano Mediano Bajo con valores entre 0.500 y 0.599

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INAFED (2010).

A nivel subregión, éste índice se mantiene en un nivel medio casi para todas las subregiones, con excepción de la Metropolitana Irapuato-Salamanca, la cual tiene un índice de 0.74. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que, ante el crecimiento constante de la población y los niveles de pobreza presentes en el estado, para mantener estos niveles en el IDH se requiere hacer frente a los retos y prever acciones en materia de salud, educación y empleo para brindar a la población las capacidades y oportunidades básicas que les permitan aprovechar las distintas opciones para su desarrollo.



Gráfica XX. Índice de desarrollo humano por subregiones.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INAFED (2010).

Economía

Concentración municipal de actividades por sector

Concentración municipal de actividades primarias (CMAP)

Los indicadores de concentración de las actividades miden la presencia de los sectores a nivel municipal pues ponderan su participación respecto a la economía total municipal (INECC, sf). Regularmente el indicador necesita la información del valor de la producción de las actividades primarias, en este caso debido a cuestiones de disponibilidad de información³ se utiliza la información del empleo proporcionada por la Encuesta Intercensal de 2015.

La estimación de la CMAP muestra que, de acuerdo con las estimaciones y la clasificación elaborada para este indicador, 9 de los 46 municipios del estado tienen una concentración muy alta del empleo en actividades primarias: Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Manuel Doblado, Doctor Mora, Purísima del Rincón, Salamanca, San José Iturbide, Silao y Villagrán. Por otro lado, en la subregión metropolitana de León predomina el rango “muy bajo” en la concentración del empleo de las actividades primarias; en la región metropolitana Laja-Bajío, y parte de la subregión Bicentenario hay más municipios con un nivel bajo de concentración de empleo primario.

Tabla xx. Concentración municipal de actividades primarias 42015.

Municipio	Agricultura	Cría y explotación de animales y acuicultura	Aprovechamiento forestal	Pesca, caza y captura	Actividades relacionadas con el sector primario*	Total actividades primarias	Total	CMAP	Rango
Abasolo	6,802	1,258	38	0	220	8,318	27,790	29.93	Muy Alto
Acámbaro	3,290	510	26	337	49	4,212	32,026	13.15	Bajo
San Miguel de Allende	4,012	1,341	93	0	164	5,610	54,640	10.27	Bajo
Apaseo el Alto	1,898	341	13	0	75	2,327	21,855	10.65	Bajo
Apaseo el Grande	2,334	935	0	0	77	3,346	33,183	10.08	Bajo
Atarjea	88	5	3	0	6	102	809	12.61	Bajo
Celaya	5,725	2,513	179	0	476	8,893	195,705	4.54	Muy Bajo
Manuel Doblado	1,961	334	12	15	139	2,461	11,563	21.28	Medio
Comonfort	2,846	581	56	38	96	3,617	24,821	14.57	Bajo
Coroneo	500	92	2	2	23	619	3,379	18.32	Medio

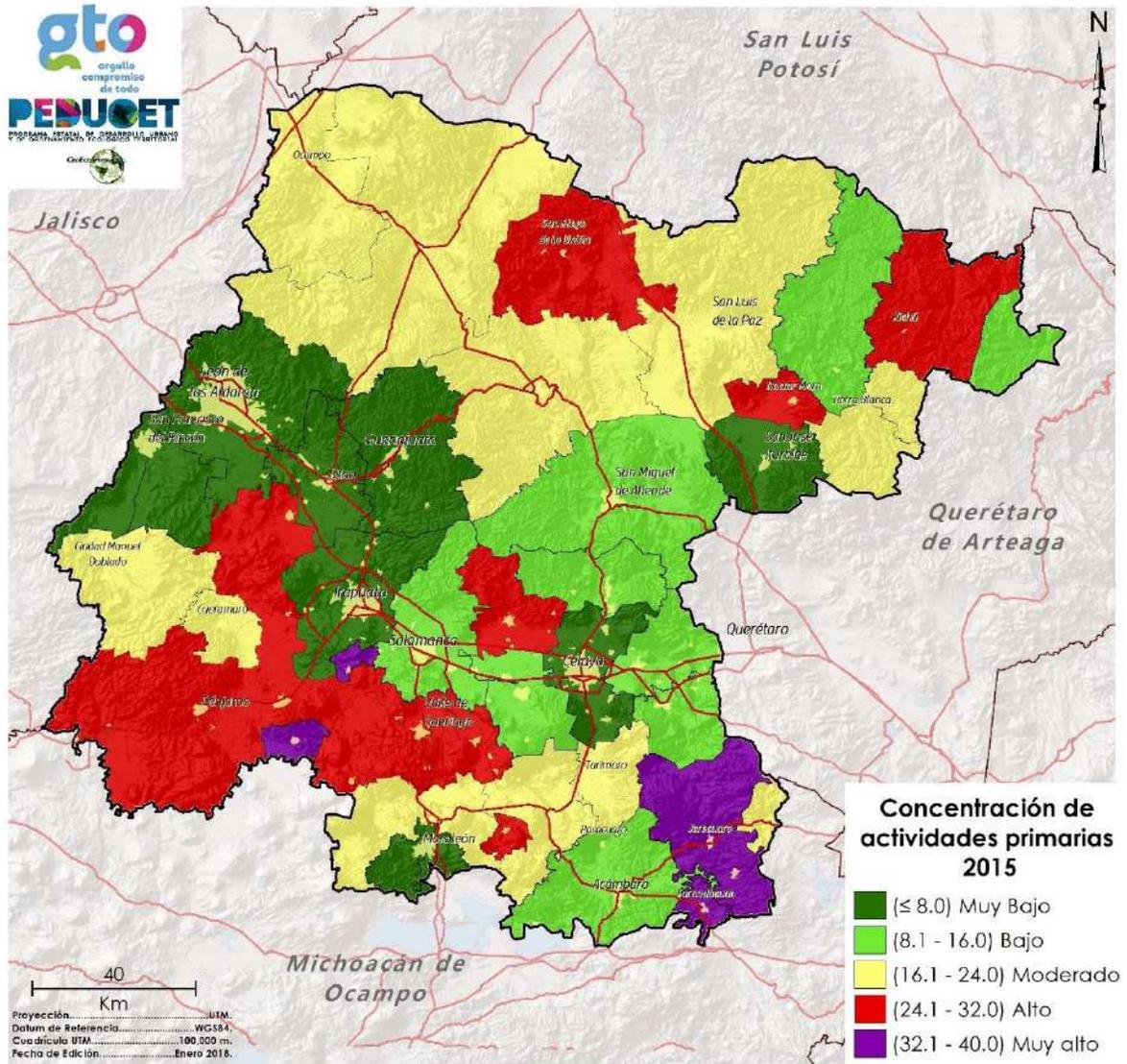
³ Los censos económicos, que proporcionan información a nivel municipal, no capturan la totalidad de las actividades del sector primario, por lo que deben recurrirse a otras fuentes como el Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) de INEGI que ofrece información de manera anual para las principales características del sector (valor de producción, superficie, volumen de producción, etc.). Sin embargo, persiste la limitante de la correspondencia temporal y la variable para ponderar. Por ello se optó por el empleo de la Encuesta Intercensal de 2015.

⁴ Se utilizó la población ocupada entre los 14 y 65 años. Para la determinación de los rangos se toman los valores de CMAP y se dividen en 5 grupos y se asignan intervalos. La clasificación es la siguiente: Muy bajo (0.98-8.16%), Bajo (8.16-15.34%), Medio (15.34-22.51%), Alto (22.51-29.69%) y Muy Alto (29.69-36.87%)

Cortazar	3,902	588	38	0	92	4,620	34,632	13.34	Bajo
Cuerámara	1,528	194	16	3	15	1,756	8,271	21.23	Medio
Doctor Mora	1,568	479	0	0	59	2,106	7,336	28.71	Alto
Dolores Hidalgo	6,459	1,300	64	36	160	8,019	47,610	16.84	Medio
Guanajuato	1,265	437	176	0	94	1,972	67,657	2.91	Muy Bajo
Huanímaro	1,837	177	3	0	25	2,042	5,953	34.30	Muy Alto
Irapuato	11,468	930	36	0	418	12,852	209,260	6.14	Muy Bajo
Jaral del Progreso	2,631	208	12	8	88	2,947	11,897	24.77	Alto
Jerécuaro	3,114	595	55	28	119	3,911	11,468	34.10	Muy Alto
León	4,518	1,492	87	191	231	6,519	665,689	0.98	Muy Bajo
Moroleón	427	90	23	0	4	544	18,167	2.99	Muy Bajo
Ocampo	912	353	26	2	46	1,339	6,295	21.27	Medio
Pénjamo	8,614	1,817	81	8	200	10,720	40,574	26.42	Alto
Pueblo Nuevo	1,006	82	4	2	17	1,111	3,395	32.72	Muy Alto
Puñísima del Rincón	706	253	4	8	51	1,022	33,244	3.07	Muy Bajo
Romita	4,862	575	7	0	88	5,532	19,072	29.01	Alto
Salamanca	7,916	621	30	0	62	8,629	94,171	9.16	Bajo
Salvatierra	5,732	317	26	9	91	6,175	27,791	22.22	Medio
San Diego de la Unión	2,263	362	59	0	84	2,768	9,442	29.32	Alto
San Felipe	4,469	1,486	132	19	273	6,379	31,004	20.57	Medio
San Francisco del Rincón	2,229	466	7	0	57	2,759	50,136	5.50	Muy Bajo
San José Iturbide	1,170	395	16	0	96	1,677	26,045	6.44	Muy Bajo
San Luis de la Paz	4,973	983	26	6	199	6,187	38,120	16.23	Medio
Santa Catarina	203	22	3	0	5	233	1,347	17.30	Medio
Santa Cruz de Juventino Rosas	5,805	696	74	0	101	6,676	26,710	24.99	Alto
Santiago Maravatío	304	29	0	0	11	344	1,410	24.40	Alto
Silao	3,947	691	4	4	95	4,741	65,217	7.27	Muy Bajo
Tarandacuao	1,199	115	6	27	22	1,369	3,713	36.87	Muy Alto
Tarimoro	1,822	198	31	0	43	2,094	9,568	21.89	Medio
Tierra Blanca	616	70	12	0	18	716	4,280	16.73	Medio
Uriangato	659	97	25	0	13	794	22,616	3.51	Muy Bajo
Valle de Santiago	10,630	577	64	0	164	11,435	42,557	26.87	Alto
Victoria	310	56	12	1	20	399	4,565	8.74	Bajo
Villagrán	1,620	227	0	0	32	1,879	19,504	9.63	Bajo
Xichú	410	42	4	0	16	472	1,551	30.43	Muy Alto
Yuriria	3,726	350	57	256	86	4,475	19,294	23.19	Alto

Fuente: elaboración propia con base en datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Mapa xx. Concentración de actividades primarias 2015.



Fuente: elaboración propia con base en datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

De acuerdo con información de INEGI y SAGARPA, la superficie sembrada en el estado de Guanajuato durante el 2015 fue de poco más de 986 mil hectáreas (INEGI, 2009)⁵ lo que representa una reducción del 3.5% respecto al año 2014. El principal cultivo es el maíz pues además de destinarse un 36% de la superficie sembrada, el volumen de producción equivale al 19% del total de la producción agrícola, igualmente tiene el mayor valor de la producción.

Por otro lado, un cultivo que también destaca por los altos volúmenes de producción es la alfalfa verde. En contraste, cultivos como chile verde y jitomate tienen el mayor rendimiento.

⁵. La cifra corresponde a la superficie sembrada por principales productos.

Tabla xx. Características principales de actividades agrícolas 2015

Tipo de cultivo	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Volumen de producción	Valor de la producción	Rendimiento de la producción agrícola
	Hectáreas		Toneladas	Miles de pesos (base 2013)	VP/SC
Alfalfa verde	44,605	44,575	3,609,068	2,077,545	46.608
Avena forrajera	21,521	21,451	358,390	134,146	6.254
Chile verde	4,567	4,542	102,273	886,059	195.081
Frijol	85,558	78,608	55,347	418,165	5.320
Maíz grano	356,834	348,531	1,361,922	4,419,125	12.679
Pastos	3,948	3,948	118,040	47,956	12.147
Sorgo grano	236,711	230,976	827,614	2,681,062	11.608
Tomate rojo (jitomate)	907	883	93,447	402,741	456.106
Tomate verde	1,279	1,125	13,605	41,411	36.810
Trigo grano	79,245	78,604	357,875	1,197,167	15.230
Resto de los cultivos	151,004	137,032	*	5,765,138	42.071
Total estatal	986,179	950,275	6,897,581	18,070,515	19.016
<i>*Información no disponible, VP =Valor de la producción, SC=Superficie cosechada</i>					

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos y SAGARPA.

La alfalfa verde, el maíz de grano y sorgo en grano son los principales cultivos por región. En los tres cultivos, tanto el volumen de producción como el valor de la producción se concentran en las regiones Centro y Sur.

Tabla xx. Principales cultivos por región, 2015.

Región	Volumen de producción(toneladas)			Valor de la producción (miles de pesos base 2013)		
	Alfalfa verde	Maíz grano	Sorgo grano	Alfalfa verde	Maíz grano	Sorgo grano
Noreste	527,490	11,417	0	277,880	38,394	0
Norte	993,846	125,807	4,620	437,756	381,245	14,525
Centro	1,701,055	537,948	396,982	1,093,729	1,752,387	1,275,770
Sur	386,678	686,754	426,017	268,177	2,247,100	1,390,768

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos y SAGARPA.

La distribución por quintiles del volumen de producción a nivel municipal para el año 2015; el contraste entre ambos muestra que el volumen de producción de alfalfa es mayor en la región norte y centro, mientras que el maíz es mayor en la región centro y sur.

Respecto a las actividades pecuarias, de los distintos tipos de producción de carne que existen, en el estado de Guanajuato destaca por el volumen de producción más alto la

carne de gallináceas cuyo volumen de producción es poco más del 50% del total y aporta el 38% del valor de la producción.

Respecto al volumen de producción de carne, la de mayor importancia es gallináceas tanto por el volumen de producción, así como el valor de la producción.

Otro producto igualmente importante es la producción de leche de bovino.

Tabla xx. Características principales de actividades pecuarias 2015.

Producto	Volumen de producción	Valor de la producción
	toneladas	miles de pesos a precios de 2013
Producción de carne		
Bovino	56,871	3,560,407
Porcino	108,861	4,553,396
Ovino	2,689	153,577
Caprino	1,531	100,978
Gallináceas	175,081	5,119,977
Otros productos	(miles de litros)	
Leche de bovino	796,786	4,281,475
Leche de caprino	43,709	215,874
Huevo para plato	93,930	89,159
Miel*	803	34,187
*Toneladas		

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de datos y SAGARPA

En la producción forestal, el producto que destaca en el estado es la producción de latifoliadas⁶, una pequeña proporción corresponde a producción forestal no maderable.

Tabla xx. Producción forestal 2015.

Producto	Volumen de producción	Valor de la producción
	(metros cúbicos rollo)	miles de pesos a precios de 2013
Producción forestal maderable	36,143	11,283
Coníferas	2,691	1,277
Latifoliadas	33,452	10,007
Preciosas	0	0
Comunes tropicales	0	0
Producción forestal no maderable	299	781

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de datos y SAGARPA.

Los principales productos de las actividades pecuarias (producción de carne de gallináceas) y actividades forestales (producción de latifoliadas). En el primer caso, a partir de los porcentajes observamos que la región Centro tiene la mayor participación en el volumen de producción de carne de gallináceas (59%) y de valor de producción (58%). En el caso de las actividades forestales es la región Norte.

Tabla xx. Principal producto por región, 2015.

Región	Actividades pecuarias				Actividades forestales			
	Producción de carne de gallináceas				Producción de latifoliadas			
	Volumen de producción		Valor de la producción		Volumen de producción		Valor de la producción	
	Toneladas	%	Miles de pesos (base 2013)	%	Toneladas	%	Miles de pesos (base 2013)	%
Noreste	28,594	16.33	876,163	17.11	0	0.00	0	0.00
Norte	39,476	22.55	1,161,258	22.68	29,035	86.80	8,756	87.51
Centro	103,987	59.39	2,983,629	58.27	0	0.00	0	0.00
Sur	3,021	1.73	98,929	1.93	4,417	13.20	1,250	12.49

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Estatal y Municipal de Base de datos y SAGARPA.

La distribución del volumen de producción de carne de gallináceas a nivel municipal para el año 2015, un porcentaje importante de esta actividad se localiza en la región Centro y Norte, en el mapa permite vislumbrar un corredor con el volumen de producción más alto y que desde municipios del noreste como San Luis de la Paz pasa por la parte central, en municipios como San Miguel de Allende y continúa hasta Apaseo el Alto.

En contraste, la producción forestal, concretamente la producción de latifoliadas tiene poca presencia en los municipios, solo destaca por su producción los municipios de San Felipe y Guanajuato.

Concentración municipal de actividades secundarias (CMAS)

De manera similar que CMAP, la CMAS muestra el peso relativo del sector secundario en el municipio: y su cálculo se realiza a partir de la sumatoria de la producción bruta de los sectores secundarios sobre la producción bruta total multiplicado por cien (INECC, sf).

Según información de los Censos Económicos de 2014, 11 municipios tienen un nivel bajo de CMAS aunque no tienen un patrón espacial en particular, se caracterizan por estar en los límites con otros estados especialmente hacia el norte.

En contraste, nueve municipios tienen una elevada concentración de actividades secundarias y en su mayoría se localizan en el área central del estado.

Tabla xx. Concentración Municipal de Actividades Secundarias⁷ 2013

Municipio	Minería	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, agua y gas	Construcción	Industrias manufactureras	PBT Secundario	PBT Total	CMAS	Rango
Abasolo	0	0	0	392	392	1,341	29.25	Bajo
Acámbaro	0	0	65	965	1,029	2,289	44.98	Medio
San Miguel de Allende	0	0	133	1,333	1,466	4,402	33.30	Bajo
Apaseo el Alto	0	0	0	2,789	2,789	3,556	78.44	Muy Alto
Apaseo el Grande	0	0	63	18,357	18,420	19,227	95.80	Muy Alto
Atarjea	0	0	0	0	0	3	0.00	Muy Bajo
Celaya	0	0	1,834	49,392	51,227	69,804	73.39	Alto
Manuel Doblado	0	0	0	1,292	1,292	1,595	81.01	Muy Alto
Comonfort	0	0	33	325	358	904	39.58	Medio
Coroneo	0	0	0	41	41	243	17.06	Muy Bajo
Cortazar	0	0	0	3,460	3,460	5,981	57.85	Medio
Cuerámaro	0	0	0	78	78	402	19.53	Bajo
Doctor Mora	0	0	0	1,625	1,625	1,744	93.14	Muy Alto
Dolores Hidalgo	0	0	138	2,059	2,196	3,471	63.28	Alto
Guanajuato	0	0	1,227	2,186	3,414	7,166	47.64	Medio
Huanímaro	0	0	0	15	15	239	6.17	Muy Bajo
Irapuato	18	0	1,496	39,871	41,384	58,904	70.26	Alto
Jaral del Progreso	0	0	0	489	489	1,121	43.59	Medio
Jerécuaro	0	0	0	28	28	263	10.48	Muy Bajo
León	25	0	5,219	68,436	73,680	149,132	49.41	Medio
Moroleón	0	0	37	542	579	1,673	34.63	Bajo
Ocampo	0	0	0	124	124	301	41.08	Medio
Pénjamo	0	0	87	3,784	3,871	5,276	73.38	Alto
Pueblo Nuevo	0	0	0	16	16	180	8.79	Muy Bajo
Purísima del Rincón	0	0	101	5,328	5,428	6,133	88.51	Muy Alto
Romita	0	0	14	613	627	1,030	60.85	Alto
Salamanca	0	0	916	158,330	159,247	165,179	96.41	Muy Alto
Salvatierra	0	0	0	710	710	1,727	41.13	Medio

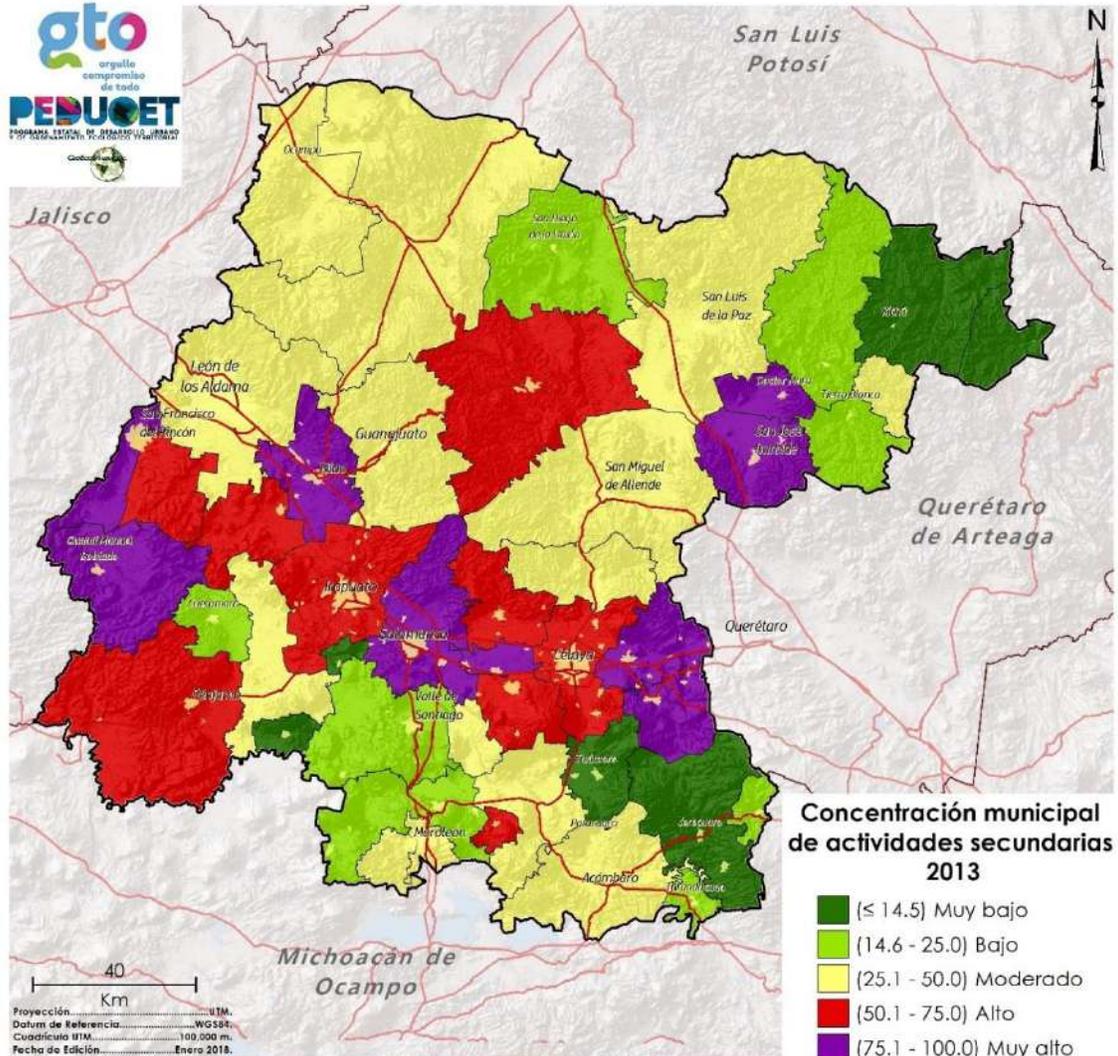
⁷ Para la determinación de los rangos se toman los valores de CMAS y se dividen en 5 grupos y se asignan intervalos. La clasificación es la siguiente: Muy bajo (0-19.38%), Bajo (19.38-38.76%), Medio (38.76-58.14%), Alto (58.14-77.52%) y Muy Alto (77.52-96.89%)



San Diego de la Unión	0	0	0	25	25	169	14.54	Muy Bajo
San Felipe	0	0	29	184	214	798	26.76	Bajo
San Francisco del Rincón	0	0	203	5,593	5,796	8,379	69.18	Alto
San José Iturbide	202	0	41	25,490	25,732	26,664	96.51	Muy Alto
San Luis de la Paz	37	0	67	520	624	1,787	34.90	Bajo
Santa Catarina	0	0	0	10	10	38	27.66	Bajo
Santa Cruz de Juventino Rosas	0	0	9	1,176	1,185	1,692	70.01	Alto
Santiago Maravatío	0	0	0	35	35	64	54.51	Medio
Silao	0	0	336	115,008	115,344	119,041	96.89	Muy Alto
Tarandacua	0	0	0	11	11	62	18.20	Muy Bajo
Tarimoro	0	0	0	57	57	466	12.34	Muy Bajo
Tierra Blanca	0	0	0	11	11	46	23.92	Bajo
Uriangato	0	0	0	443	443	1,719	25.74	Bajo
Valle de Santiago	3	0	68	241	312	1,840	16.97	Muy Bajo
Victoria	0	0	0	7	7	40	18.27	Muy Bajo
Villagrán	0	0	56	17,040	17,097	18,640	91.72	Muy Alto
Xichú	0	0	0	1	1	18	7.07	Muy Bajo
Yuriria	0	0	0	177	177	751	23.60	Bajo

Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos 2014, INEGI.

Mapa.xx Concentración municipal de actividades secundarias 2013



Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos 2014, INEGI.

De acuerdo con información de los Censos Económicos para los años de 2003 y 2013, el valor agregado y empleo de las actividades secundarias tuvieron crecimiento en promedio 5.5% y 3.54% respectivamente.

De entre los sectores que las conforman, destacan por su mayor dinamismo las industrias manufactureras y la minería; esta última, a pesar de este nivel de crecimiento, solo aporta 1.24% del valor agregado en 2013 y 0.92% del empleo en 2013. Quienes producen más del 90% de las actividades secundarias del estado son las industrias manufactureras y la construcción.



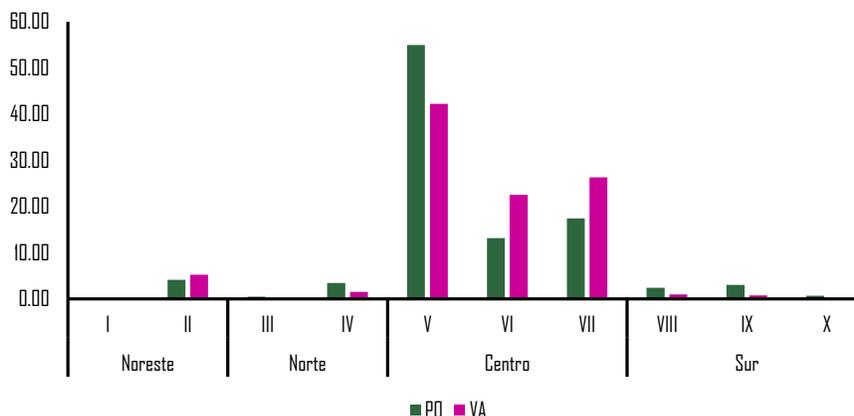
Tabla xx. Características principales de las actividades secundarias 2003- 2013

Sector	Población ocupada			Valor Agregado		
	2003	2013	TCPA 2003-2013	2003	2013	TCPA 2003-2013
Minería	1,993	3,503	5.80	403	1,355	12.90
Generación transmisión y distribución de energía eléctrica, agua y de gas	7,362	5,312	-3.21	4,495	2,423	-5.99
Construcción	35,860	27,388	-2.66	3,346	3,974	1.74
Industrias manufactureras	223,352	343,952	4.41	55,728	101,485	6.18
Total estatal	268,567	380,155	3.54	63,972	109,237	5.50

Fuente: elaboración propia con base en datos de los Censos Económicos 2004 y 2014, INEGI.

De acuerdo con los indicadores de valor agregado y población ocupada, el mayor porcentaje se encuentra en la región Centro, especialmente en la subregión de la zona metropolitana de León.

Gráfica xx. Actividades secundarias por región, 2013

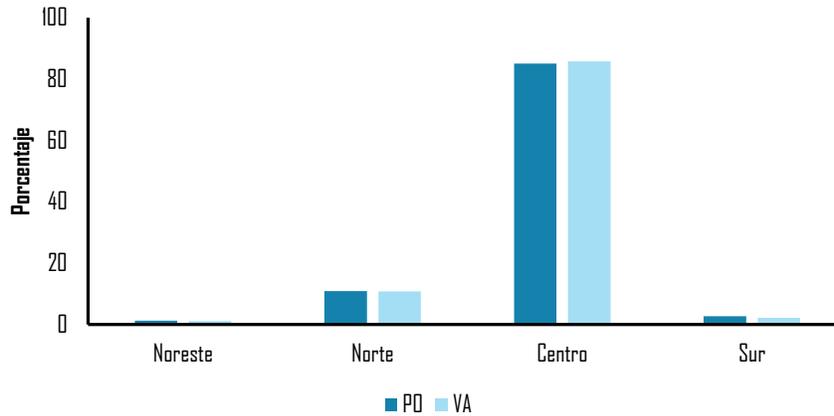


Fuente: elaboración propia con base en datos del Censo Económico 2014.

El sector de la construcción ha disminuido su peso en la economía estatal, además su crecimiento es inferior al total del sector secundario. El 80% de la actividad se localiza en la región Centro, y tan sólo el 40% de la actividad sucede en León.



Gráfica xx. Sector de la construcción por región 2013

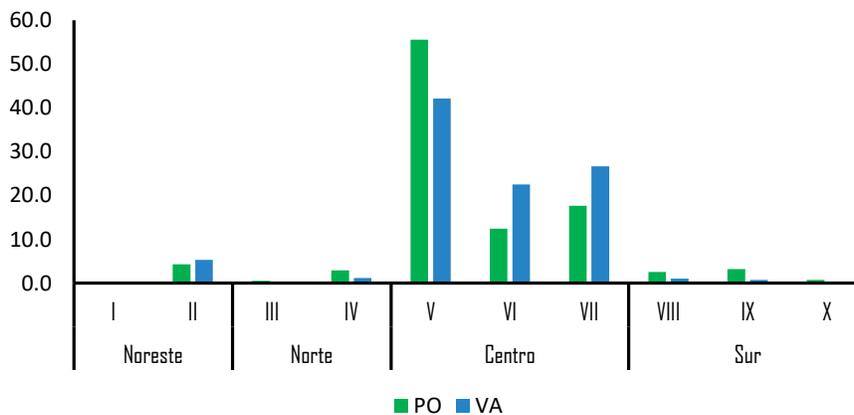


Fuente: Elaboración propia con base en datos de Censo Económico 2014.

En apartados anteriores se ha mencionado la importancia de las industrias manufactureras en la economía estatal, tanto por su participación en la estructura, la especialización del estado en este sector y su dinamismo en los últimos años. De ahí que sea fundamental conocer con mayor precisión su ubicación a nivel subregional.

Los porcentajes de participación de las variables de población ocupada y generación de valor agregado, como sucede en otras actividades, la región centro presenta los porcentajes más altos, especialmente las subregiones de León y Laja-Bajío con el 55% y 17% del empleo y el 42% y 26% del valor agregado respectivamente.

Gráfica xx. Industrias manufactureras por región, 2013.



Fuente: elaboración propia con base en datos de Censo Económico 2014.

Concentración municipal de actividades terciarias (CMAT)

De manera similar que la CMAS, la CMAT señala la importancia relativa de las actividades terciarias en la estructura económica municipal. De acuerdo con los resultados obtenidos,

11 de los 46 municipios tienen una concentración muy elevada: Atarjea, Coroneo, Huanímaro, Jerécuaro, Pueblo Nuevo, San Diego de la Unión, Tarandacuó, Tarimoro, Valle de Santiago, Victoria y Xichú. Si se observa con mayor detenimiento esta información y la correspondiente a CMAS, vemos un patrón inverso al mostrado en el indicador anterior pues los municipios con mayor importancia del sector terciario se localizan en los límites con otros estados en tanto que en el área central del estado predominan los niveles bajo y muy bajo de la CMAT.

Tabla xx. Concentración Municipal de Actividades Terciarias⁸.

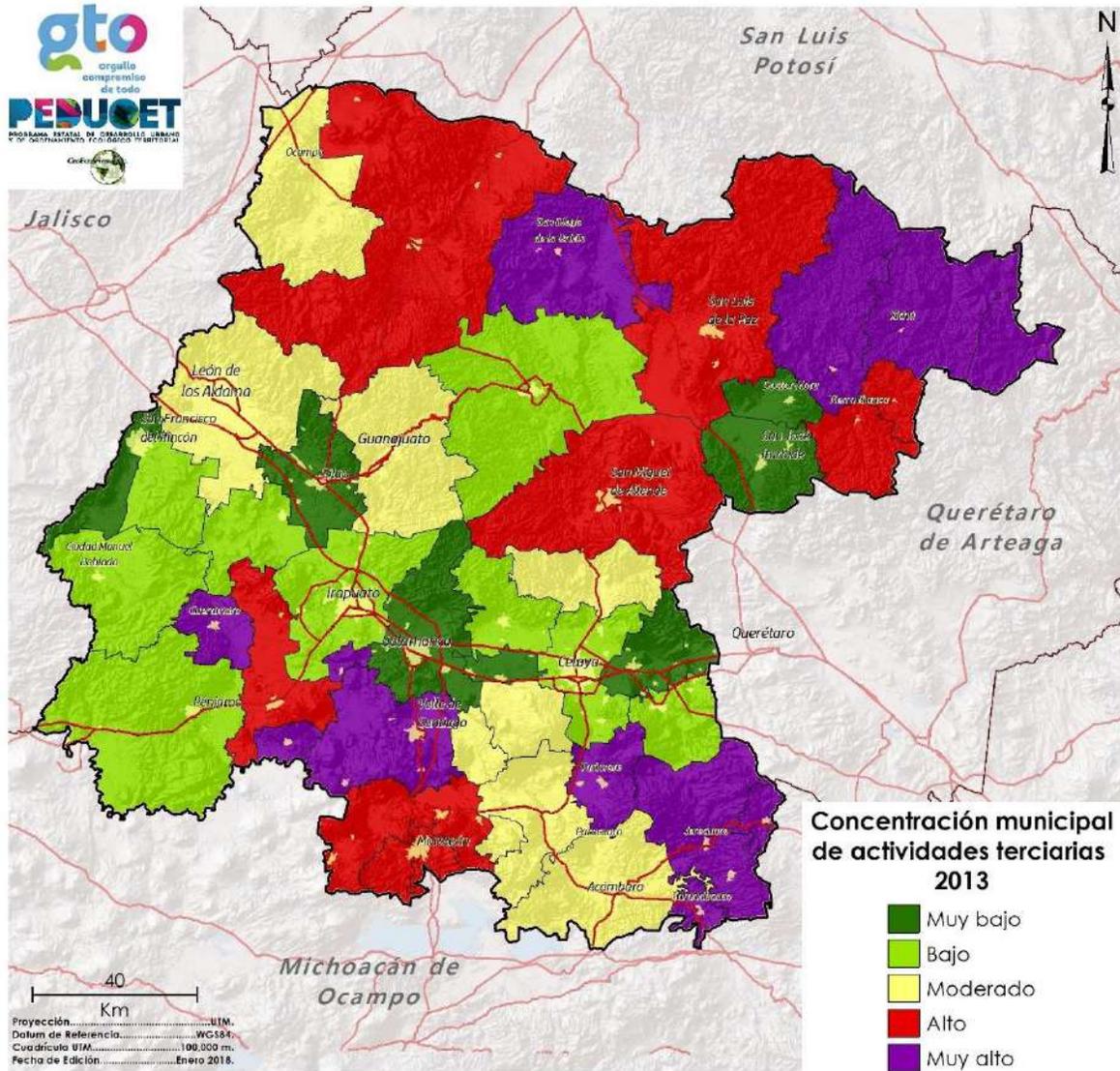
Municipio	Comercio	Servicios	PBT terciario*	PBT Total*	CMAT	Rango
Abasolo	441	508	949	1,341	70.75	Alto
Acámbaro	799	458	1,256	2,289	54.89	Medio
San Miguel de Allende	1,404	1,532	2,936	4,402	66.70	Alto
Apaseo el Alto	415	352	767	3,556	21.56	Muy Bajo
Apaseo el Grande	291	517	807	19,227	4.20	Muy Bajo
Atarjea	2	1	3	3	100.00	Muy Alto
Celaya	7,579	10,984	18,563	69,804	26.59	Bajo
Manuel Doblado	129	174	303	1,595	18.99	Muy Bajo
Comonfort	219	327	546	904	60.42	Medio
Coroneo	71	130	201	243	82.94	Muy Alto
Cortazar	1,517	1,004	2,521	5,981	42.15	Medio
Cuerámaro	161	162	323	402	80.47	Alto
Doctor Mora	24	96	120	1,744	6.86	Muy Bajo
Dolores Hidalgo	737	537	1,275	3,471	36.72	Bajo
Guanajuato	1,383	2,369	3,752	7,166	52.36	Medio
Huanímaro	89	135	224	239	93.83	Muy Alto
Irapuato	9,973	7,546	17,519	58,904	29.74	Bajo
Jaral del Progreso	456	176	632	1,121	56.41	Medio
Jerécuaro	121	114	235	263	89.52	Muy Alto
León	25,918	49,534	75,452	149,132	50.59	Medio
Moroleón	577	517	1,094	1,673	65.37	Alto
Ocampo	58	119	177	301	58.92	Medio
Pénjamo	845	560	1,405	5,276	26.62	Bajo
Pueblo Nuevo	54	110	165	180	91.21	Muy Alto
Purísima del Rincón	325	379	704	6,133	11.48	Muy Bajo
Romita	165	239	403	1,030	39.15	Bajo
Salamanca	3,036	2,896	5,932	165,179	3.59	Muy Bajo
Salvatierra	558	459	1,017	1,727	58.87	Medio
San Diego de la Unión	38	106	144	169	85.46	Muy Alto

⁸ Para la determinación de los rangos se toman los valores de CMAT y se dividen en 5 grupos y se asignan intervalos. La clasificación es la siguiente: Muy bajo (3.11-22.48%), Bajo (22.48-41.86%), Medio (41.86-61.24%), Alto (61.24-80.62%) y Muy Alto (80.62-100%)

San Felipe	337	248	585	798	73.24	Alto
San Francisco del Rincón	1,215	1,368	2,583	8,379	30.82	Bajo
San José Iturbide	428	504	932	26,664	3.49	Muy Bajo
San Luis de la Paz	731	433	1,164	1,787	65.10	Alto
Santa Catarina	14	13	27	38	72.34	Alto
Santa Cruz de Juventino Rosas	252	255	508	1,692	29.99	Bajo
Santiago Maravatío	17	12	29	64	45.49	Medio
Silao	1,713	1,985	3,698	119,041	3.11	Muy Bajo
Tarandacuao	29	22	51	62	81.80	Muy Alto
Tarimoro	117	291	408	466	87.66	Muy Alto
Tierra Blanca	24	11	35	46	76.08	Alto
Uriangato	888	389	1,277	1,719	74.26	Alto
Valle de Santiago	667	861	1,528	1,840	83.03	Muy Alto
Victoria	18	14	33	40	81.73	Muy Alto
Villagrán	289	1,254	1,543	18,640	8.28	Muy Bajo
Xichú	9	8	17	18	92.93	Muy Alto
Yuriria	251	315	565	751	75.28	Alto
*Producción bruta en millones de pesos a precios de 2013						

Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos 2014, INEGI.

Mapa xx. Concentración municipal de actividades terciarias 2013.



Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos 2014, INEGI.

Cuando analizamos con mayor detalle la estructura del sector terciario, observamos que algunos sectores experimentaron un crecimiento considerable desde 2003 a 2013, es el caso de los Servicios financieros y de seguros, los corporativos y servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, esto tanto es población ocupada como en la generación de valor agregado. Sin embargo, son los sectores de comercio al por mayor y al por menor, transportes, correos y almacenamiento, así como servicios financieros y de seguros quienes generan más del 70% del valor agregado de las actividades terciarias y más del 50% del empleo.



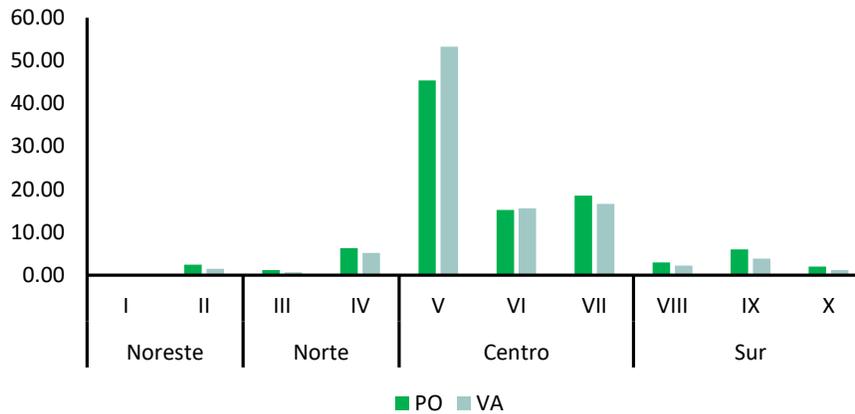
Tabla xx. Características principales de las actividades terciarias 2003-2013.

Sector	Población ocupada			Valor Agregado		
	2003	2013	TCPA 2003-2013	2003	2013	TCPA 2003-2013
Comercio al por mayor	46,896	61,750	2.79	10,474	19,426	6.37
Comercio al por menor	197,035	252,772	2.52	13,691	24,106	5.82
Transportes correos y almacenamiento	26,727	34,043	2.45	4,328	9,545	8.23
Información en medios masivos	4,156	5,348	2.55	842	1,383	5.08
Servicios financieros y de seguros	5,252	14,920	11.01	2,676	17,947	20.96
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	7,705	11,206	3.82	853	1,187	3.37
Servicios profesionales científicos y técnicos	19,249	20,363	0.56	2,019	2,052	0.16
Corporativos	316	847	10.36	70	470	21.01
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	19,132	64,008	12.84	2,235	6,765	11.71
Servicios educativos	26,877	41,176	4.36	1,904	4,100	7.97
Servicios de salud y de asistencia social	16,421	29,533	6.05	816	2,010	9.44
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos	5,625	10,140	6.07	293	1,073	13.88
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	44,712	80,743	6.09	2,004	4,933	9.42
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	41,369	58,489	3.52	1,622	3,184	6.98
Total estatal	461,472	685,338	4.03	43,828	98,180	8.40

Fuente: elaboración propia con base en datos de Censos Económicos 2004, 2014, INEGI.

De acuerdo con el empleo y valor agregado que genera el sector terciario, en la región centro se genera más del 80% del empleo y valor agregado del sector terciario estatal, tan sólo en la zona metropolitana de León (V) el empleo representa el 45% del total estatal y el 53% del valor agregado.

Tabla xx. Actividades terciarias por región, 2013



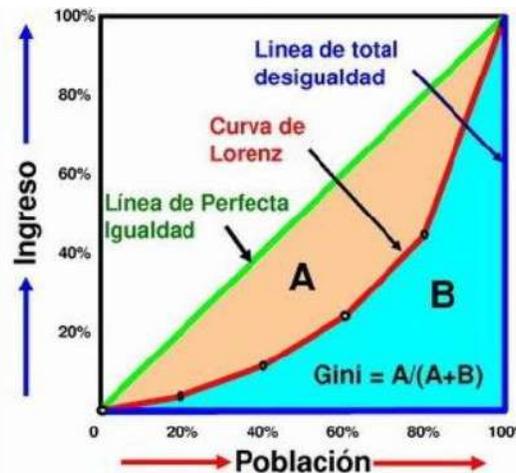
Fuente: elaboración propia con base en datos de Censo Económico 2014.

Concentración per cápita de la economía.

Otra forma de ver el grado de concentración per cápita de la economía, es por medio de un indicador vinculado que describe la desigualdad, en este caso el Índice de Gini que es la expresión de 0 a 100 del coeficiente del mismo nombre. Para medir las desigualdades, este coeficiente se basa en la curva de Lorenz, representada en un gráfico donde en el eje horizontal se ubica el porcentaje acumulado de la población ordenados de modo ascendente en función de su nivel de ingresos, en el eje vertical se indica el porcentaje acumulado del ingreso que perciben la población. La diagonal de 45° corresponde a la perfecta igualdad en la distribución del ingreso. Así, en el coeficiente de Gini el numerador es el área entre la curva de Lorenz de la distribución y la línea de la distribución uniforme (área A) y el denominador es el área bajo la línea de distribución uniforme (área A+B). Los valores van de 0 a 1. El índice de Gini es este coeficiente expresado en porcentaje.

Figura xx. Explicación del coeficiente de Gini

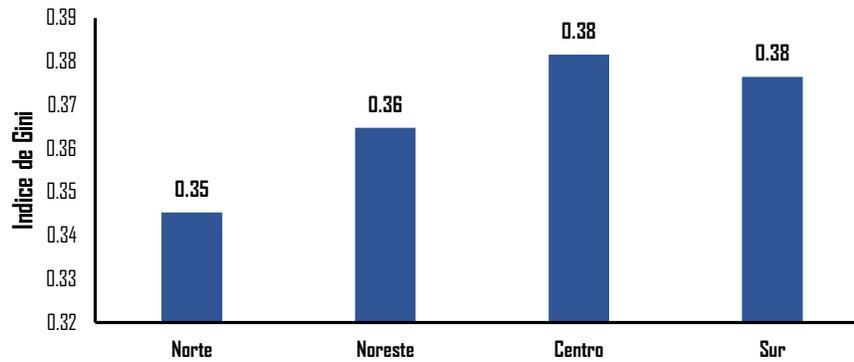
$$Gini = A/(A+B)$$



Fuente: Andbank, 2018⁹.

Se muestran los resultados del cálculo del índice de Gini para la población total de cada una de las cuatro regiones del estado, de acuerdo con esto el centro y sur del estado tienen un mayor grado de desigualdad. Destaca el caso de la región centro que tiene el nivel de ingreso más alto a su vez sea la región con la desigualdad más alta.

Gráfica. Índice de Gini por región 2015.



Fuente: elaboración propia con base en datos de la Encuesta Intercensal 2015

⁹ <http://www.andbank.es/observatoriodelinversor/que-es-el-coeficiente-de-gini/>

Urbano Territorial

Vivienda

Régimen de la vivienda

El régimen de tenencia de la vivienda (RTV), se refiere a la relación que existe entre los residentes y la propiedad de la vivienda, sin referencia al terreno en el cual está ubicada la misma. Cuando el RTV es propiedad se entiende que el propietario de la vivienda es uno de los residentes en ella. También existe el caso donde las viviendas están sujetas a contratos de arrendamiento.

El tipo de vivienda propia es el que prevalece en todos los municipios, aunque son los municipios de mayor número de población los que tienen mayor demanda en cuanto a las viviendas en renta. Cabe mencionar que entre el periodo de tiempo del año 2010 y 2015, el porcentaje de vivienda en renta subió de 12.4 a 14.8%.

Tabla xx. Tipo de tenencia de las viviendas

Municipio	Vivienda propia 2010	Vivienda propia 2015	Vivienda en renta 2010	Vivienda en renta 2015
Abasolo	15367	15800	976	1270
Acámbaro	20538	20344	2863	3543
San Miguel de Allende	28122	28240	3054	3956
Apaseo el Alto	13377	12571	1281	1299
Apaseo el Grande	16052	17085	984	1788
Atarjea	1608		6	8
Celaya	93416	88232	17468	23995
Manuel Doblado	243584	7213	61503	877
Comonfort	7395	14023	642	1105
Coroneo	13734	2619	798	174
Cortazar	2596	16216	153	3236
Cuerámara	15022	4771	2684	999
Doctor Mora	5243	4791	595	99
Dolores Hidalgo	4518	25580	113	2805
Guanajuato	26614	33598	2416	5573
Huanímaro	34855	4301	3373	221
Irapuato	4162	95416	107	24279
Jaral del Progreso	99825	7584	16197	729
Jerécuaro	7895	10678	605	307
León	11621	252985	247	82892
Moroleón	9102	7969	3138	3261
Ocampo	3926	4111	195	344
Penjamo	26543	25995	3636	3654
Pueblo Nuevo	2516	2385	188	194

Purísima del Rincón	11109	12281	2268	3196
Romita	9948	10010	1190	1267
Salamanca	51562	53149	6516	8795
Salvatierra	18454	18797	2531	2549
San Diego de la Unión	7366	7692	163	256
San Felipe	19231	20075	1106	1518
San Francisco del Rincón	19273	18175	4062	5262
San José Iturbide	13261	14352	1971	2549
San Luis de la Paz	19691	19673	1961	2456
Santa Catarina	1053	1085	53	64
Santa Cruz de Juventino Rosas	14297	13275	1235	2286
Santiago Maravatío	1420	1555	74	94
Silao	30594	29044	3519	5198
Tarandacua	2169	2567	84	150
Tarimoro	7098	6646	607	690
Tierra Blanca	3752	3950	51	74
Uriangato	10977	9665	2718	3662
Valle de Santiago	26339	26278	3009	3903
Victoria	4235	4187	28	60
Villagrán	9967	10731	943	1491
Xichú	2822	2684	41	54
Yuriria	14163	12919	1891	1562

Fuente: INEGI 2015

Cuartos por vivienda

El tipo de vivienda es una característica que especifica el prototipo de la edificación donde se habita que es determinante para considerar la calidad de vida de los habitantes. El número de viviendas de tipo independiente ha sufrido un incremento. Los valores más altos se encuentran en los municipios de mayor índice de urbanización, como León, Irapuato y Celaya. Por el contrario, los valores más bajos están asociados a los municipios rurales como Xichú, Santa Catarina y Atarjea los cuales no superan las 3000 viviendas.

En cuanto al porcentaje de incremento en el número de viviendas, este se da principalmente en los municipios de las regiones centro y sur, correspondiendo a regiones con el mayor uso de suelo urbano.

Tabla xx. Vivienda de tipo independiente.

Municipio	Casa Independiente 2010	Casa Independiente 2015	Incremento (%)
Abasolo	18931	20643	8.29

Acámbaro	26994	29603	8.81
San Miguel de Allende	35025	42280	17.16
Apaseo el Alto	14818	15872	6.64
Apaseo el Grande	19938	21712	8.17
Atarjea	1371	1349	-1.63
Celaya	108217	119071	9.12
Manuel Doblado	9068	9739	6.89
Comonfort	16575	18369	9.77
Coroneo	3044	3219	5.44
Cortazar	19840	23469	15.46
Cuerámara	6563	6989	6.10
Doctor Mora	5141	5476	6.12
Dolores Hidalgo	31199	33977	8.18
Guanajuato	39123	44806	12.68
Huanímara	4543	5189	12.45
Irapuato	116336	132808	12.40
Jaral del Progreso	8818	9665	8.76
Jerécuaro	12671	13095	3.24
León	309062	361483	14.50
Moroleón	12506	13423	6.83
Ocampo	4943	5585	11.50
Pénjamo	35154	36601	3.95
Pueblo Nuevo	2811	3000	6.30
Purísima del Rincón	14947	18044	17.16
Romita	12379	13632	9.19
Salamanca	61686	67773	8.98
Salvatierra	24264	27014	10.18
San Diego de la Unión	8137	9206	11.61
San Felipe	22645	25548	11.36
San Francisco del Rincón	24449	28147	13.14
San José Iturbide	16267	18901	13.94
San Luis de la Paz	23899	26519	9.88
Santa Catarina	1238	1329	6.85
Santa Cruz de Juventino Rosas	17008	18209	6.60
Santiago Maravatío	1796	1958	8.27
Silao	35982	41135	12.53
Tarandacuao	2963	3317	10.67
Tarímoro	9075	9250	1.89
Tierra Blanca	3838	4514	14.98
Uriangato	14385	15615	7.88

Valle de Santiago	32541	35754	8.99
Victoria	4512	4737	4.75
Villagrán	12318	14187	13.17
Xichú	2645	2930	9.73
Yuriria	17557	18448	4.83

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2010 y 2015

La vivienda en el estado de Guanajuato no está totalmente englobada a la de tipo independiente, existe tres tipos más (Departamento en edificio, Cuarto en vecindad, Cuarto en azotea y una no especificada), de estas cabe resaltar que los municipios con mayor número de tipo de viviendas distintas a las independientes resultan ser los de mayor población concentrada en zona urbana, estos municipios son León, Celaya, Irapuato y Salamanca. La marcada diferenciación está dada por los diversos requerimientos y características de las familias, por ejemplo, en las ciudades el tiempo laboral es mayor y el número de hijos es menor esto da pauta establecerse en una vivienda de tipo departamental.

Tabla xx. Vivienda de tipo departamento en edificio, cuarto con vecindad y no especificado 2010 y 2015.

Municipio	Departamento en edificio 2010	Departamento en edificio 2015	Cuarto en vecindad 2010	Cuarto en vecindad 2015	Cuarto en azotea 2010	Cuarto en azotea 2015	No especificado 2010	No especificado 2015
Abasolo	36	54	24	0	4	28	53	185
Acámbaro	138	161	97	22	6	15	140	234
San Miguel de Allende	69	20	129	170	2	13	172	212
Apaseo el Alto	32	162	57	60		5	59	373
Apaseo el Grande	7	35	30	29		0	116	184
Atarjea		0		0	1	0	6	14
Celaya	5047	8602	822	1523	9	113	680	396
Manuel Doblado	46	145		6	1	14	22	133
Comonfort	18	0	43	0	2	6	73	61
Coroneo	1	6		6	2	2	10	56
Cortazar	61	88	36	77	4	2	94	170
Cuerámaro		2	18	34		2	19	112
Doctor Mora	7	0	3	0		0	13	94
Dolores Hidalgo	33	0	67	120	10	0	181	539
Guanajuato	723	641	145	62	16	10	146	679
Huanímaro	7	6	45	0	1	4	30	42
Irapuato	2745	1753	1129	1682	17	27	754	1664
Jaral del Progreso	6	0	14	4	1	0	32	65

Jerécuaro	11	0	6	0	4	0	55	102
León	14463	19184	1762	2399	58	193	1693	3718
Moroleón	305	285	47	107	1	0	17	173
Ocampo		0	1	0		2	17	39
Pénjamo	122	195	224	181	14	18	183	600
Pueblo Nuevo		10	11	0	1	0	8	35
Purísima del Rincón	36	51	28	28		41	79	359
Romita	30	47	1	0	2	24	45	195
Salamanca	1279	3039	269	81	16	24	323	828
Salvatierra	180	54	47	0	1	64	160	185
San Diego de la Unión	13	18	1	0	1	3	35	165
San Felipe	9	120	28	0	3	0	138	226
San Francisco del Rincón	456	644	230	99	7	10	123	318
San José Iturbide	29	94	115	28	1	0	31	123
San Luis de la Paz	100	101	101	209	2	22	104	319
Santa Catarina		4		0		0	8	7
Santa Cruz de Juventino Rosas	25	152	27	0		0	41	111
Santiago Maravatío		0		6		3	20	39
Silao	271	505	75	178	4	2	178	382
Tarandacua o		0	1	0		0	15	13
Tarimoro	6	3	12	0	4	0	94	217
Tierra Blanca	1	2		4		8	12	52
Uriangato	83	405	103	138	1	8	70	137
Valle de Santiago	149	238	48	0	6	8	160	583
Victoria	2	0		0		2	21	53
Villagrán	9	0	15	93		0	61	124
Xichú		0	2	0		0	8	30
Yuriria	31	42	11	0		0	102	212

Fuente: INEGI, 2015.

Calidad de las viviendas

La calidad de las viviendas se representa por el tipo de materiales con los que fueron construidas, la dotación de los servicios básicos, y los insumos necesarios para su correcto funcionamiento (DOF, 2002).

En cuanto a los materiales con los que la vivienda ha sido construida, es fundamental que se consideren los materiales de mayor durabilidad, que garantizan la estabilidad de la vivienda que se expone a las condiciones meteorológicas y que brinden mayor seguridad al espacio habitacional. Los tipos de materiales de mayor durabilidad que se han considerado en promedio teniendo dos tipos de acuerdo con INEGI, 2015:

1 Piso de cemento o firme, muro de madera, adobe, tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de terrado con viguería, teja o losa de concreto o viguetas con bovedilla.

2 Piso de madera, mosaico u otro recubrimiento, pared de madera, adobe, tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto y techo de terrado con viguería, teja o losa de concreto o viguetas con bovedilla.

Los datos indican el mayor número de viviendas, aproximadamente el 67 % están construidas con los materiales del tipo 1, que pertenecen a un sistema constructivo básico con materiales económicos. El segundo tipo, al cual pertenecen un 30% del total de las viviendas, corresponde a las viviendas que se han construido con materiales de mayor durabilidad, en comparación con los del grupo anterior. Sin embargo, aún existe un porcentaje del 3% que no se refleja en estas estadísticas y que puede considerarse característico de las viviendas que han sido construidas con procedimientos y materiales percederos, que no se consideran efectivos para garantizar la calidad de vida de los habitantes.

Tabla xx. Calidad de vivienda según materiales durables.

Municipio	2010	2015	Materiales durables 2015	
	Viviendas part. Hab.	Viviendas part. Hab.	Materiales durables ¹	Materiales durables ²
Abasolo	19,697	20,910	15,036	5,496
Acámbaro	26,932	30,035	17,866	11,765
San Miguel de Allende	34,286	42,695	25,971	15,066
Apaseo el Alto	16,457	16,472	12,824	3,262
Apaseo el Grande	19,211	21,960	15,823	5,561
Atarjea	1,647	1,363	1,248	34
Celaya	121,701	129,705	52,431	74,548
Manuel Doblado	9,272	10,037	5,782	4,019
Comonfort	16,818	18,436	14,293	2,865
Coroneo	3,154	3,289	2,774	467
Cortazar	19,716	23,806	13,294	9,831
Cuerámbaro	6,741	7,139	4,732	2,244
Doctor Mora	5,240	5,570	5,080	348
Dolores Hidalgo	33,432	34,636	26,454	6,483
Guanajuato	41,141	46,198	17,421	27,884
Huanímaro	4,704	5,241	3,508	1,686

Irapuato	126,871	137,934	63,103	71,805
Jaral del Progreso	9,434	9,734	6,393	3,127
Jerécuaro	13,230	13,197	11,177	1,763
León	329,993	386,977	117,949	264,513
Moroleón	13,823	13,988	4,925	8,967
Ocampo	5,061	5,626	4,171	1,323
Penjamo	33,033	37,595	22,814	13,549
Pueblo Nuevo	2,972	3,045	2,086	916
Purísima del Rincón	14,842	18,523	10,415	7,732
Romita	12,385	13,898	10,206	3,297
Salamanca	63,439	71,745	31,663	38,880
Salvatierra	23,896	27,317	17,638	8,509
San Diego de la Unión	8,475	9,392	8,200	777
San Felipe	22,907	25,894	20,739	4,324
San Francisco del Rincón	25,775	29,218	13,161	15,494
San José Iturbide	17,135	19,146	12,383	6,275
San Luis de la Paz	24,522	27,170	21,132	4,493
Santa Catarina	1,244	1,340	1,159	119
Santa Cruz de Juventino Rosas	17,510	18,472	12,478	5,150
Santiago Maravatío	1,678	2,006	1,599	369
Silao	38,052	42,202	24,456	16,650
Tarandacua	2,595	3,330	2,398	888
Tarimoro	8,783	9,470	6,408	2,696
Tierra Blanca	4,051	4,580	4,028	248
Uriangato	15,093	16,303	7,539	8,534
Valle de Santiago	32,877	36,583	22,566	13,001
Victoria	4,565	4,792	4,231	259
Villagrán	11,978	14,404	9,669	4,082
Xichú	3,000	2,960	2,642	104
Yuriria	19,053	18,702	11,833	6,381
	1,288,421	1,443,035		

Fuente: INEGI, 2015



Análisis de equidad de género

A continuación se muestra la relación proporcional de la población masculina y femenina para los años 2010 y 2015, para los casos de las aglomeraciones urbanas de Celaya, Irapuato – Salamanca, León – Silao y para el municipio de Guanajuato.

TABLA XX. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO AGLOMERACIÓN URBANA CELAYA. 2010.2015.

Municipio	Sexo	Total 2010		Loc. 1 – 2, 499 hab		Loc. 2,500-499,999 hab		Población total 2015	
005 Apaseo el Grande	Total	85,319		33,185		52,134		92,605	
005 Apaseo el Grande	Hombres	41,038	48%	15,908	48%	25,130	48%	44,407	48%
005 Apaseo el Grande	Mujeres	44,281	52%	17,277	52%	27,004	52%	48,198	52%
007 Celaya	Total	468,469		62,469		406,000		494,304	
007 Celaya	Hombres	225,024	48%	30,171	48%	194,853	48%	237,649	48%
007 Celaya	Mujeres	243,445	52%	32,298	52%	211,147	52%	256,655	52%
011 Cortazar	Total	88,397		23,324		65,073		95,961	
011 Cortazar	Hombres	42,650	48%	11,162	48%	31,488	48%	45,993	48%
011 Cortazar	Mujeres	45,747	52%	12,162	52%	33,585	52%	49,968	52%
044 Villagrán	Total	55,782		14,914		40,868		58,830	
044 Villagrán	Hombres	26,905	48%	7,202	48%	19,703	48%	28,550	49%
044 Villagrán	Mujeres	28,877	52%	7,712	52%	21,165	52%	30,280	51%
Aglomeración Celaya	Total	697,967		133,892		564,075		741,700	
	Hombres	335,617	48%	64,443	48%	271,174	48%	356,599	48%
	Mujeres	362,350	52%	69,449	52%	292,901	52%	385,101	52%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

TABLA X. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO AGLOMERACIÓN URBANA IRAPUATO - SALAMANCA. 2010.2015.

Municipio	Sexo	Total 2010		Loc. 1 – 2, 499 hab		Loc. 2,500-499,999 hab		Población total 2015	
017 Irapuato	Total	529,440		97,595		431,845		574,344	
017 Irapuato	Hombres	254,784	48%	47,070	48%	207,714	48%	277,673	48%
017 Irapuato	Mujeres	274,656	52%	50,525	52%	224,131	52%	296,671	52%
027 Salamanca	Total	260,732		66,045		194,687		273,271	
027 Salamanca	Hombres	126,354	48%	32,084	49%	94,270	48%	131,361	48%
027 Salamanca	Mujeres	134,378	52%	33,961	51%	100,417	52%	141,910	52%
Aglomeración Irapuato Salamanca	Total	790,172		163,640		626,532		847,615	
	Hombres	381,138	48%	79,154	48%	301,984	48%	409,034	48%
	Mujeres	409,034	52%	84,486	52%	324,548	52%	438,581	52%

Fuente: INEGI, 2010. 2015



TABLA X. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO AGLOMERACIÓN URBANA LEÓN. 2010.2015.

Municipio	Sexo	Total 2010		Loc. 1 – 2, 499 hab		Loc. 2,500-1,000,000 y más hab		Población total 2015	
020 León	Total	1,436,480		98,910		1,337,570		1,578,626	
020 León	Hombres	701,781	49%	49,218	50%	652,563	49%	775,407	49%
020 León	Mujeres	734,699	51%	49,692	50%	685,007	51%	803,219	51%
037 Silao	Total	173,024		69,621		103,403		189,567	
037 Silao	Hombres	83,948	49%	33,920	49%	50,028	48%	92,949	49%
037 Silao	Mujeres	89,076	51%	35,701	51%	53,375	52%	96,618	51%
Aglomeración Irapuato León Silao	Total	1,609,504		168,531		1,440,973		1,768,193	
	Hombres	785,729	49%	83,138	49%	702,591	49%	868,356	49%
	Mujeres	823,775	51%	85,393	51%	738,382	51%	899,837	51%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

TABLA X. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO GUANAJUATO. 2010.2015.

Municipio	Sexo	Total 2010		Loc. 1 – 2, 499 hab		Loc. 2,500-99,999 hab		Población total 2015	
015 Guanajuato	Total	171,709		41,416		130,293		184,239	
015 Guanajuato	Hombres	82,830	48%	20,099	49%	62,731	48%	89,432	49%
015 Guanajuato	Mujeres	88,879	52%	21,317	51%	67,562	52%	94,807	51%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

A continuación se muestra la relación proporcional de la población masculina y femenina para los años 2010 y 2015, para las cuatro regiones del Estado de Guanajuato.

TABLA X. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO REGIÓN I. 2010.2015.

	2010			2015		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Atarjea	5,610	2,748	2,862	5,128	2,481	2,647
Doctor Mora	23,324	11,129	12,195	24,219	11,522	12,697
San José Iturbide	72,411	34,637	37,774	78,794	37,941	40,853
San Luis de la Paz	115,656	54,726	60,930	121,027	56,918	64,109
Santa Catarina	5,120	2,401	2,719	5,261	2,516	2,745
Tierra Blanca	18,175	8,765	9,410	18,960	9,016	9,944
Victoria	19,820	9,365	10,455	20,166	9,426	10,740
Xichú	11,560	5,534	6,026	11,639	5,476	6,163
Total	271,676	129,305	142,371	285,194	135,296	149,898
		48%	52%		47%	53%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

TABLA X. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO REGIÓN II. 2010.2015.

	2010			2015		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
San Miguel de Allende	160,383	75,878	84,505	171,857	82,458	89,399
Dolores Hidalgo	148,173	69,891	78,282	152,113	70,636	81,477
Guanajuato	171,709	82,830	88,879	184,239	89,432	94,807
Ocampo	22,683	10,870	11,813	23,528	11,276	12,252
San Diego de la Unión	37,103	17,286	19,817	39,668	18,250	21,418
San Felipe	106,952	51,340	55,612	113,109	54,492	58,617
Total	647,003	308,095	338,908	684,514	326,544	357,970
		48%	52%		48%	52%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

TABLA X. ESTATAL. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO REGIÓN III. 2010.2015.

	2010			2015		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Apaseo el Alto	64,433	31,177	33,256	68,455	32,895	35,560
Apaseo el Grande	85,319	41,038	44,281	92,605	44,407	48,198
Celaya	468,469	225,024	243,445	494,304	237,649	256,655
Comonfort	77,794	36,430	41,364	82,572	38,810	43,762
Cortazar	88,397	42,650	45,747	95,961	45,993	49,968
Irapuato	529,440	254,784	274,656	574,344	277,673	296,671
Jaral del Progreso	36,584	17,661	18,923	38,412	18,916	19,496
León	1,436,480	701,781	734,699	1,578,626	775,407	803,219
Purísima del Rincón	68,795	33,782	35,013	79,798	39,667	40,131
Romita	56,655	27,274	29,381	59,879	28,992	30,887
Salamanca	260,732	126,354	134,378	273,271	131,361	141,910
San Francisco del Rincón	113,570	55,026	58,544	119,510	57,341	62,169
Santa Cruz de Juventino Rosas	79,214	37,921	41,293	83,060	39,624	43,436
Silao	173,024	83,948	89,076	189,567	92,949	96,618
Tarimoro	35,571	16,975	18,596	34,263	16,750	17,513
Villagrán	55,782	26,905	28,877	58,830	28,550	30,280
Total	3,630,259	1,758,730	1,871,529	3,923,457	1,906,984	2,016,473
		48%	52%		49%	51%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

TABLA XX. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO REGIÓN IV. 2010.2015.

	2010			2015		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Abasolo	84,332	40,281	44,051	90,990	44,086	46,904
Acámbaro	109,030	51,803	57,227	112,125	53,812	58,313
Manuel Doblado	37,145	17,546	19,599	38,832	18,609	20,223
Coroneo	11,691	5,462	6,229	12,068	5,687	6,381
Cuerámaro	27,308	13,071	14,237	28,320	13,516	14,804
Huanímaro	20,117	9,421	10,696	21,638	10,253	11,385
Jerécuaro	50,832	23,555	27,277	49,053	22,666	26,387
Moroleón	49,364	23,282	26,082	50,377	24,005	26,372
Pénjamo	149,936	70,551	79,385	150,570	72,049	78,521
Pueblo Nuevo	11,169	5,201	5,968	11,872	5,661	6,211
Salvatierra	97,054	45,885	51,169	100,391	47,544	52,847
Santiago Maravatío	6,670	3,111	3,559	6,824	3,259	3,565
Tarandacuao	11,641	5,511	6,130	12,256	5,785	6,471
Uriangato	59,305	28,331	30,974	62,761	30,153	32,608
Valle de Santiago	141,058	66,846	74,212	142,672	67,281	75,391
Yuriria	70,782	33,438	37,344	69,763	33,179	36,584
Total	937,434	443,295	494,139	960,512	457,545	502,967
		47%	53%		48%	52%

Fuente: INEGI, 2010. 2015

Es importante para la equidad de género garantizar una cobertura universal en la educación obligatoria, mediante un modelo educativo de calidad con diversidad, equidad e igualdad de género que cuente con personal docente capacitado y profesionalizado. Además para que exista equidad en el acceso a s bien remunerados y a los puestos de decisión en el sector público y privado se requiere que exista paridad en el matrícula de la educación superior. El análisis por género de la matrícula de educación superior del ciclo 2016-2017, muestrse encuentra muy equilibrada la participación entre hombres y mujeres con un 50.25 por ciento y 49.74 por ciento respectivamente, siendo el nivel doctorado en el que existe una mayor participación de hombres, pero una mayor participación de la mujer en el nivel de especialidad y maestría.

TABLA XX. ANÁLISIS POR GÉNERO DE LA MATRÍCULA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CICLO 2016-2017

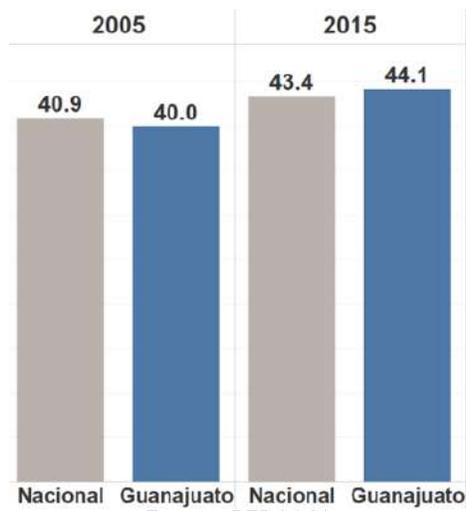
Nivel	Hombres		Mujeres		Total
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	
TSU	5,565	54.22%	4,698	45.78%	10,263
Licenciatura	70,562	50.21%	69,986	49.80%	140,548
Especialidad	622	46.73%	709	53.27%	1,331
Maestría	4,139	46.13%	4,833	53.87%	8,972
Doctorado	688	56.39%	532	43.61%	1,220
Total	81,576	50.25%	80,758	49.75%	163,334

Fuente: PED2040

En promedio de cada 5 personas que forman parte de la fuerza laboral en Guanajuato, 3 son del género masculino y 2 son del femenino. Las mujeres en Guanajuato han incrementado su participación en la actividad económica de 40 a 44.1 por ciento entre 2005 y 2015, pasando del lugar número 23 al 16 a nivel nacional.

Lo anterior ha permitido que la relación entre hombres y mujeres ocupadas continúe creciendo, ocupando el lugar número 6 a nivel nacional (66.4 vs 61.7). Cabe señalar que, de las mujeres ocupadas, 64.2 por ciento tienen trabajo asalariado, pasando del lugar número 25 al 17 a nivel nacional, en el mismo período.

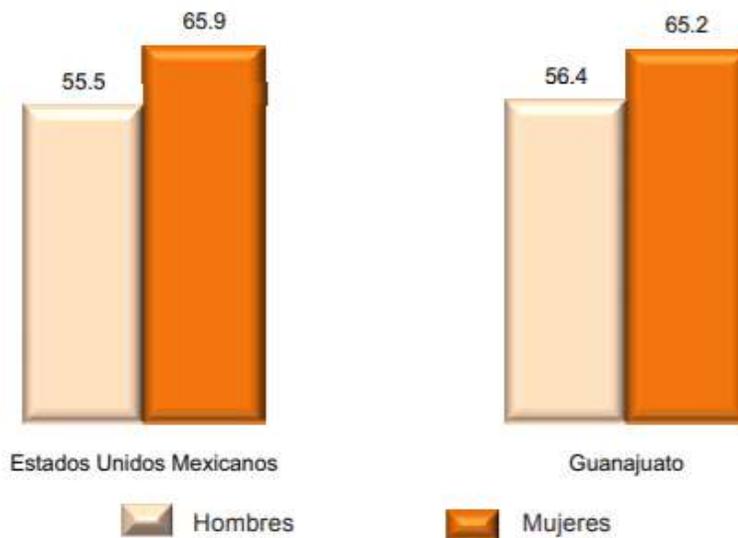
GRÁFICA XX. TASA DE PARTICIPACIÓN DE MUJERES DE 15 AÑOS Y MÁS 2005-2015



Fuente: PED2040

También existe discriminación en la duración de la jornada laboral, que es mucho menor para los hombres que para las mujeres (INEGI, 2007).

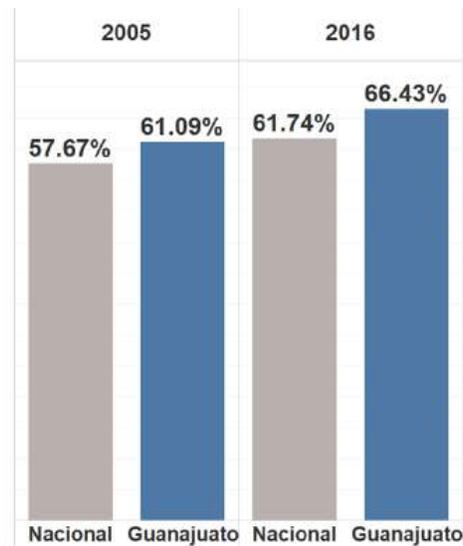
GRÁFICA XX. DURACIÓN DE LA JORNADA LABORAL EN MÉXICO Y EN GUANAJUATO



Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, segundo trimestre de 2007

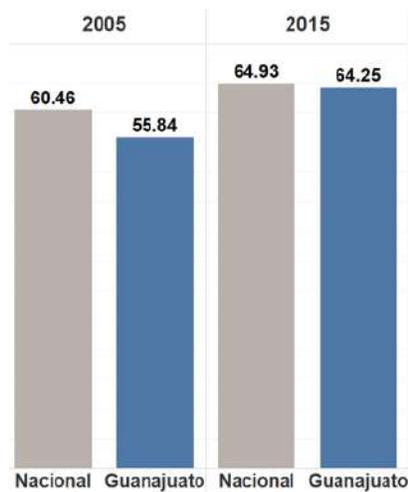
También es importante lograr la profesionalización de las y los trabajadores de la salud, para la prestación de servicios accesibles, de calidad y con un trato humanitario con enfoque de género.

GRÁFICA XX. RAZÓN DE HOMBRE Y MUJERES DE PERSONAS OCUPADAS 2005-2016



Fuente: PED2040

GRÁFICA XX. TASA DE TRABAJO ASALARIADO DE MUJERES DE 15 AÑOS Y MÁS. 2005-2016.



Fuente: PED2040



En Guanajuato en 2007¹⁰, 10.1% de la población ocupada femenina no recibía ingresos por su trabajo, en contraste con 6.5% de los hombres (en el nivel nacional las cifras correspondientes son de 10.3% y 7.7%). Las asimetrías en el mercado de trabajo también se suelen revelar en la discriminación salarial: las mujeres profesionistas ganan en promedio el 73% de la remuneración otorgada a los hombres para un mismo trabajo (INEGI-UNIFEM, 2009).

Al mismo tiempo se requiere que el acceso al financiamiento y capital de las micro, pequeñas y medianas empresas, así como del sector industrial se desarrolle con un enfoque de igualdad de género. Esto incluye esfuerzos para que se mantenga una perspectiva de género el desarrollo de competencias y habilidades de la fuerza laboral y de una cultura empresarial de alta competencia.

Por lo que se refiere a la población indígenas, las mujeres indígenas sufren una triple discriminación: por ser mujeres, por ser indígenas y por ser pobres. A continuación, analizaremos algunas cifras que dan cuenta de este hecho. El índice de femineidad muestra la relación entre el número de mujeres respecto a los hombres y permite apreciar el equilibrio demográfico para una población en un momento determinado. En Guanajuato, el tipo de municipio en el que viven los indígenas no determina significativamente la proporción de hombres y mujeres, es decir, el índice de femineidad. A diferencia de otros estados donde en algunos municipios aumenta el número de mujeres por fenómenos como la migración, en Guanajuato el índice se mantiene constante.

¹⁰ INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, segundo trimestre de 2007

Administración pública

En este apartado se evalúa a nivel municipal la administración pública a partir de información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

La evaluación de la administración pública se realiza a través de del Programa Agenda para el Desarrollo Municipal, que busca fortalecer las capacidades institucionales de los municipios, los ayuda a detectar sus prioridades y diseñar las acciones que les permitan alcanzar resultados concretos y verificables. Responsable de la evaluación es el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. La medición de la gestión y el desempeño en los gobiernos locales auxilia a los gobernantes a mejorar el proceso de toma de decisiones y a la ciudadanía ejercer su derecho a una rendición de cuentas más efectiva.

El propósito general del programa Agenda para el Desarrollo Municipal (ADM) es fortalecer las capacidades institucionales de los municipios a partir de un diagnóstico de la gestión, así como la evaluación del desempeño de sus funciones constitucionales, con el fin de contribuir al desarrollo y mejora de la calidad de vida de la población. Los municipios con el apoyo de universidades rellenan un formato sobre varios ejes.

Los resultados de las evaluaciones por municipio se muestran en la siguiente tabla: