

PROGRAMA
DE GESTIÓN DE
CALIDAD DEL AIRE
Y DE ACCIÓN ANTE EL
CAMBIO CLIMÁTICO
ESTADO DE PUEBLA
2021-2030

LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA
VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PUEBLA

Programa
PEACC



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO

CAVMe
COMISIÓN AMBIENTAL
DE LA MEGALÓPOLIS



**Gobierno
de Puebla**

Proyecto Financiado por el Fideicomiso 1490
para Apoyar los Programas, Proyectos
y Acciones Ambientales de la Megalópolis

PROGRAMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO 2021-2030 DEL ESTADO DE PUEBLA

"Proyecto Financiado por el Fideicomiso 1490
para Apoyar los Programas, Proyectos
y Acciones Ambientales de la Megalópolis"

Este documento fue desarrollado por:

AMBIENS Consultoría, Sustentabilidad y Gestión Climática SA de CV para la
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, DESARROLLO SUSTENTABLE Y ORDENAMIENTO
TERRITORIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA

Bajo el proyecto con número de contrato
GESAL-140-027/2022



Secretaría de
Medio Ambiente,
Desarrollo Sustentable y
Ordenamiento Territorial
Gobierno de Puebla

Autores del documento:

Mtro. Israel Nuñez Birrueta

Con la colaboración de:

Ing. Víctor Javier Gutiérrez Avedoy

Mat. Jorge Martínez Castillejos

Este documento se elaboró para la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla con recursos del Proyecto Financiado por el Fideicomiso 1490 “Para Apoyar los Programas, Proyectos y Acciones Ambientales de la Megalópolis”.

Citar el documento como: La Dimensión Socioeconómica de la Vulnerabilidad al Cambio Climático en Puebla, 2023. Programa de Gestión de Calidad del Aire y de Acción ante el Cambio Climático, 2021-2030. SMADSOT – CAME – SEMARNAT.

La reproducción total o parcial de este documento podrá efectuarse mediante autorización expresa de la fuente y dándole el crédito correspondiente.

© 2023

PROGRAMA
DE GESTIÓN DE **CALIDAD DEL AIRE**
Y DE ACCIÓN ANTE EL **CAMBIO CLIMÁTICO**
ESTADO DE PUEBLA
2021-2030

**LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA
VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN
PUEBLA**

CONTENIDO

LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PUEBLA.....	5
1. Marco de referencia.....	5
2. Indicador socioeconómico base para el análisis.....	8
2.1. Variables analizadas	9
3. Pérdida de idoneidad de especies emblemáticas y grado de marginación	9
4. Vegetación y grado de marginación.....	12
5. Disponibilidad de agua subterránea y grado de marginación	14
6. Estrés hídrico y grado de marginación.....	16
7. Vulnerabilidad por inundación y grado de marginación.....	18
8. Vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por vectores y grado de marginación	20
9. Municipios prioritarios	22
10. Conclusiones y recomendaciones	24
Referencias.....	25

LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PUEBLA

1. MARCO DE REFERENCIA

La vulnerabilidad frecuentemente se define en relación con alguna amenaza de origen físico (sequías, terremotos, inundaciones, enfermedades) o antropogénico (contaminación, accidentes, hambrunas, desempleo). También, puede definirse a partir de una unidad específica de análisis social (individuo, hogar, comunidad, región) en función de una amenaza específica o de una situación de pérdida (salud, ingreso, capacidades básicas).

La interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad genera condiciones de desastre, el cual puede ser catastrófico o crónico.

El análisis social enfocado en los efectos de la vulnerabilidad abarca dos momentos en el transcurso de los acontecimientos que tienen consecuencias en las condiciones de vida de las unidades sociales bajo estudio. Cuando se analizan las condiciones de la unidad de análisis antes de una situación de estrés hablamos de susceptibilidad, mientras que cuando abordamos las formas que desarrolla la unidad de análisis para enfrentar, reponerse y adaptarse a una situación de estrés, hablamos de capacidad de ajuste o resiliencia.

Tomando en cuenta lo anterior, considerará la vulnerabilidad como las características de una persona o grupo social y su situación, que influyen en su capacidad para anticipar, lidiar, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza.

Al analizar la vulnerabilidad social al cambio climático se busca identificar a los grupos sociales y demográficos potencialmente más afectados en diversas dimensiones tales como los ingresos disponibles, el acceso a servicios de salud, la seguridad personal y pública, la seguridad alimentaria y los riesgos de desplazamiento involuntario, entre otras. Además, es importante identificar los cambios que tales unidades registran en el tiempo, producto de acciones de mejora y de la agravación de tales factores que pueden aumentar o mitigar la vulnerabilidad. Los grupos sociales expuestos a los efectos del cambio climático pueden diferenciarse en función de factores específicos de la persona (internos) y socioeconómicos y de ubicación (externos).

Entre los **factores internos** tenemos el género, el estado civil, la ciudadanía o condición migratoria, discapacidades o impedimentos físicos, entre otros.

Los **aspectos externos** típicos abarcan la clase socioeconómica, tipo de vivienda y activos, acceso a redes sociales, educación, formación cultural y poder político, elementos que suelen estar relacionados con la capacidad para satisfacer necesidades básicas como agua, alimentos, vivienda, ropa o valores culturales.

La preocupación sobre la vulnerabilidad socioeconómica a los efectos del cambio climático ha estado permanentemente presente en los acuerdos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y en los trabajos del [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático](#) (IPCC), organismo de las Naciones Unidas creado para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. Las consideraciones sobre el alcance de la vulnerabilidad socioeconómica han ido evolucionando conforme se obtiene mayor precisión en la información que se recaba.

En el Primer Informe de Evaluación del IPCC publicado en 1990, la vulnerabilidad social se definió como las *“Amenazas al bienestar socioeconómico humano, principalmente a la salud, la seguridad y la seguridad alimentaria”*. Sin embargo, se separaba la dimensión ambiental de los efectos sociales, lo que limitaba los alcances de las acciones propuestas, poniendo énfasis en las actividades de mitigación o reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Ya en el tercer Informe, publicado en 2001, se incluyó la vulnerabilidad de los sistemas naturales. Para el quinto Informe, la concepción de la vulnerabilidad climática se amplió, de manera que se la concibió como *“La propensión o predisposición a verse afectado negativamente. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos y elementos, incluida la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de adaptación. Un amplio conjunto de factores como la riqueza, el estatus social y el género determinan la vulnerabilidad y la exposición a los riesgos relacionados con el clima”*.

Actualmente, los análisis de vulnerabilidad comprenden no solo la exposición física de las personas, sus activos, las especies o los ecosistemas en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente, sino también la capacidad de tales sistemas para responder.

De todo lo anterior, se desprende el hecho de que el cambio climático no afecta por igual a todos los grupos sociales. A medida que los grupos sociales son menos favorecidos y que las dimensiones de la pobreza muestran mayores desigualdades, el cambio climático tiene efectos más profundos e intensos y la resiliencia es más difícil. Esto se debe a que existen factores sociales y estructurales subyacentes a la vulnerabilidad.

En condiciones de pobreza extrema las personas necesitan de grandes impulsos que les permitan cambiar de ocupaciones, pues con incentivos pequeños solo pueden elevar su consumo, pero no puede superar su condición de pobreza en extremo. Este escenario, denominado **“trampa de la pobreza”**, bajo condiciones de

cambio climático implica un umbral crítico donde una disminución de la subsistencia de los hogares debido al estrés climático puede provocar niveles de vida tan bajos que la salida de la pobreza es muy poco probable con los medios individuales, familiares o de grupo disponibles.

Esa situación se manifiesta en los resultados diferenciales de las políticas de apoyo a las personas en pobreza, que tienen efectos duraderos en los grupos sociales pobres, pero no para los grupos en pobreza extrema donde los incentivos y apoyos son de corta duración sin efecto perceptible en el cambio de nivel.

La explicación se encuentra en el cambio ocupacional. Las trampas de la pobreza impiden que las personas hagan pleno uso de sus capacidades y, de hecho, implican el despilfarro masivo de las capacidades de las personas en esos niveles sociales.

Así, los impactos climáticos en los sectores sociales más vulnerables pueden poner en cuestión la seguridad alimentaria al provocar pérdidas de producción de alimentos y malas cosechas o al inducir aumentos de los precios de los alimentos por la disminución de la oferta. Los efectos del cambio climático pueden hacer que la disponibilidad de alimentos y sus precios se vean afectados aún más por la afectación a la infraestructura de transporte y distribución. Los impactos del clima extremo en la distribución de alimentos pueden ser más fuertes que en su producción.

En ese contexto los hogares de pequeños agricultores situados en zonas áridas de latitudes más bajas son los más vulnerables a las pérdidas de producción de alimentos inducidas por el clima, donde las pequeñas explotaciones agrícolas dependen de la producción de temporal, y donde las oportunidades de diversificación de ingresos son escasas.

Por su parte, los extremos climáticos pueden conducir a pérdidas cíclicas, contribuyendo a la persistencia e intensificación de las trampas de pobreza o a una recuperación demasiado lenta en relación con la velocidad con la que los efectos climáticos se presentan, reduciendo aún más las posibilidades de resiliencia. El impacto climático lento y las repetidas conmociones y tensiones pueden empujar a esos grupos a un estado permanente de pobreza, dando lugar a estrategias de mala adaptación, incluida la desinversión productivos como el ganado y la tierra.

No existe un claro umbral crítico de ingresos que haga que los hogares sean más resilientes a los impactos climáticos. No obstante, se ha estimado que por encima de 4 USD/día, el riesgo de caer en la trampa de la pobreza se reduce considerablemente. Bajo este marco de referencia se procedió a estimar la vulnerabilidad socioeconómica en el Estado de Puebla bajo los escenarios climáticos seleccionados, para lo cual fue necesario adoptar un indicador socioeconómico base.

2. INDICADOR SOCIOECONÓMICO BASE PARA EL ANÁLISIS

En México la pobreza se estima fundamentalmente con dos indicadores: el Índice de Rezago Social y el Índice de Marginación.

El Índice de Rezago Social, generado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y calidad y espacios en la vivienda), en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación (estados, municipios) según sus carencias sociales. Sin embargo, no es una medición de pobreza multidimensional al no incorporar indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación.

El Índice de Marginación, desarrollado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), permite identificar las zonas y regiones con más carencias y la población asentada en ellas, estableciendo una medida-resumen para diferenciar los estados y municipios según el impacto de las carencias de la población por falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

El Índice de Marginación se construye con base en nueve indicadores:

- 1) Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más
- 2) Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica
- 3) Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado
- 4) Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica
- 5) Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada
- 6) Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra
- 7) Porcentaje de viviendas particulares con hacinamiento
- 8) Porcentaje de población que vive en localidades menores a 5,000 habitantes
- 9) Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos.

Considerando estas características, para el análisis socioeconómico de los efectos estimados del cambio climático en el Estado de Puebla bajo los escenarios seleccionados, se tomó como indicador socioeconómico base el Índice de Marginación por municipio.

Conforme al Índice de Marginación, desarrollado por el CONAPO en su versión 2020, El Estado de Puebla tiene 11 municipios con grado de marginación muy alto; 75 municipios con un grado de marginación alto; 66 municipios con grado de marginación medio, 43 municipios con grado de marginación bajo y 22 municipios con grado de marginación muy bajo. La tabla con los valores por municipio se muestra en el Anexo 1 (Archivo electrónico Excel).

2.1. Variables analizadas

Se tomaron los resultados consolidados, por municipio, de los escenarios de cambio climático seleccionados en relación con la pérdida de idoneidad climática de especies emblemáticas; la vulnerabilidad de la vegetación; la vulnerabilidad de los acuíferos; la vulnerabilidad de las actividades agrícolas al estrés hídrico y a las inundaciones, y la vulnerabilidad de la población a enfermedades transmitidas por vectores (dengue y la tripanosomiasis americana). Esos datos fueron cruzados con el grado de marginación municipal de acuerdo con el Índice de Marginación de CONAPO.

Con ese procedimiento se identificaron los municipios que según su grado de marginación (muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo) presentan mayor riesgo a los impactos climáticos señalados.

3. PÉRDIDA DE IDONEIDAD DE ESPECIES EMBLEMÁTICAS Y GRADO DE MARGINACIÓN

Respecto a las especies emblemáticas, se eligieron grupos biológicos representativos para los cuales se proyectan menoscabos de especies por pérdida de idoneidad climática, es decir, que ya no tendrán las condiciones adecuadas para distribuirse en las localidades de los municipios, de acuerdo con los ocho escenarios seleccionados. Se escogieron aquellos grupos más directamente relacionados con las condiciones de vida de las comunidades: las abejas, murciélagos y colibríes por ser especies polinizadoras; los agaves y las especies forestales por constituir materias primas de actividades económicas.

Se encontró que el promedio de especies que pierden idoneidad en el estado es de 8.3 para las abejas; 7.1 para murciélagos; 5 para los colibríes; 5 para los agaves y 2.7 para las especies forestales.

La pérdida máxima de especies en un municipio fue de 18.2 para las abejas (Eloxochitlán); 13.9 para los murciélagos (Francisco Z. Mena y Pantepec); 10.5 para los colibríes (Juan Galindo); 13.9 especies de agaves (Santa Inés Ahuatempan), y 5.9 especies forestales (Soltepec y Chapulco).

Habría 7 municipios afectados por pérdidas mayores o iguales al promedio de pérdidas en el Estado, en los 5 grupos seleccionados; 47 municipios afectados por pérdidas mayores o iguales al promedio de pérdidas en el Estado, en 4 de los 5 grupos seleccionados; 52 municipios afectados por pérdidas mayores o iguales al promedio de pérdidas en el Estado, en 3 de los 5 grupos seleccionados; 58 afectados por pérdidas mayores o iguales al promedio de pérdidas en el Estado, en 2 de los 5

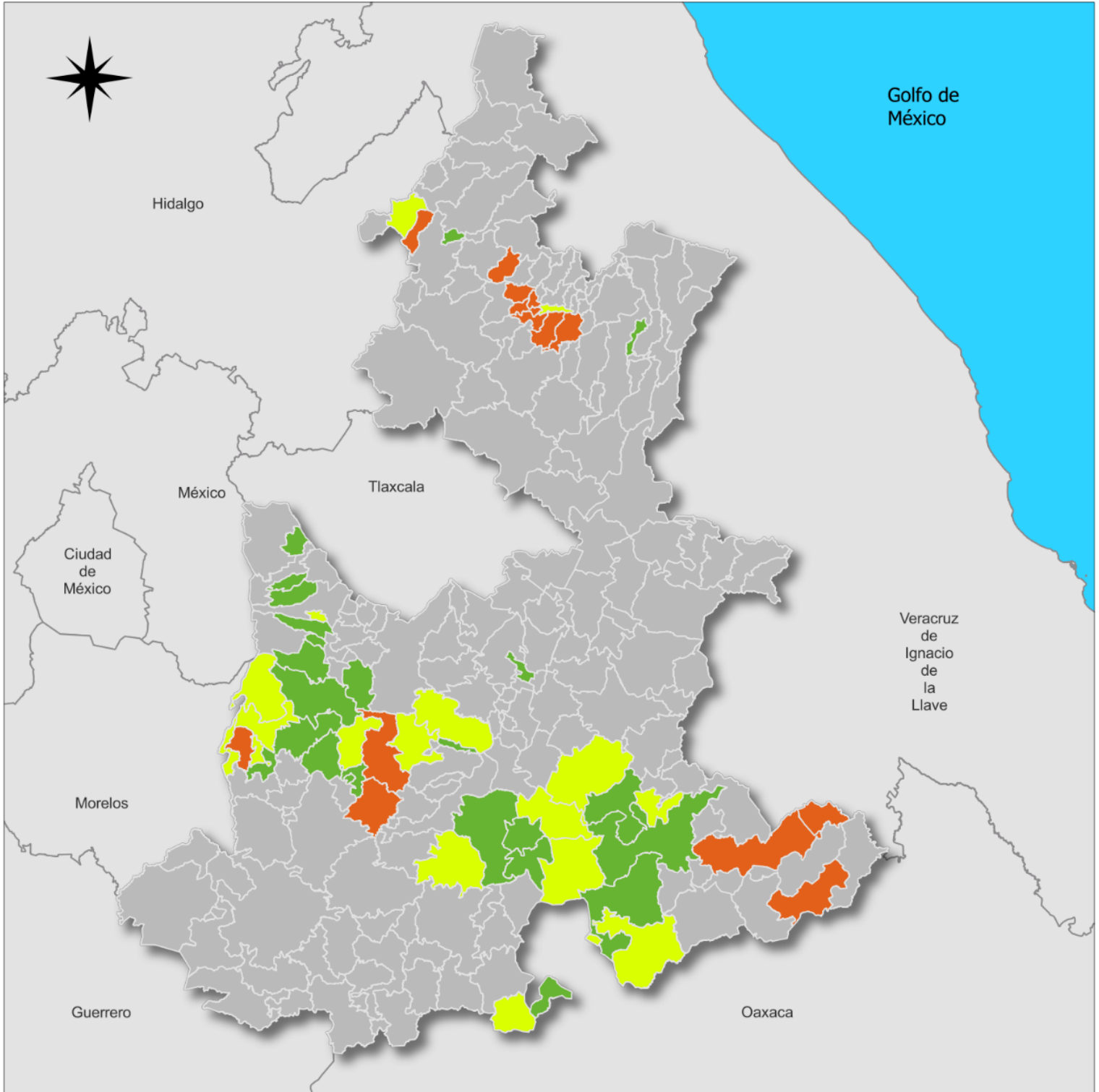
grupos seleccionados; 40 municipios afectados por pérdidas mayores o iguales al promedio de pérdidas en el Estado, en 1 de los 5 grupos seleccionados, y solamente 13 municipios registrarían pérdidas menores al promedio de pérdidas del Estado.

- Los municipios con muy alto índice de marginación (8) perderían entre 3 y 4 de las especies seleccionadas, en números por encima del promedio del estado.
- Los municipios con alto índice de marginación (25) perderían 4 de las especies seleccionadas, en cantidades superiores al promedio del estado.
- Los municipios con índice de marginación medio (66) perderían 3 de las especies seleccionadas, en números superiores al promedio del estado.
- Los municipios con índice de marginación bajo (105) perderían 3 de las especies seleccionadas, por encima del promedio del estado.
- Los municipios con índice de marginación muy bajo (13) perderían 3 de las especies seleccionadas, por encima del promedio del estado.
- Los municipios con muy alto índice de marginación y las mayores pérdidas de especies son: Coyomeapan, Eloxochitlán. Hueytlalpan, Olintla, San Sebastián Tlacotepec, Tepetzintla, Vicente Guerrero y Zoquitlán.

A continuación, se muestran hallazgos adicionales.





- 107** Municipios se verán afectados por la pérdida de especies de abejas
- 101** Municipios se verán afectados por la pérdida de especies de agaves
- 112** Municipios se verán afectados por la pérdida de especies de colibríes
- 102** Municipios se verán afectados por la pérdida de especies forestales
- 115** Municipios se verán afectados por la pérdida de especies de murciélagos

De los resultados anteriores destaca que en los municipios de mayor marginación la pérdida de idoneidad de especies representativas relacionadas con las condiciones de vida de la población será también mayor. En el Anexo 2 se encuentra mayor detalle.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA POSIBLE PÉRDIDA DE IDONEIDAD DE ESPECIES EMBLEMÁTICAS

Grado de Marginación

-  Alto y muy alto
-  Medio
-  Bajo y muy bajo
-  Sin Vulnerabilidad

4. VEGETACIÓN Y GRADO DE MARGINACIÓN

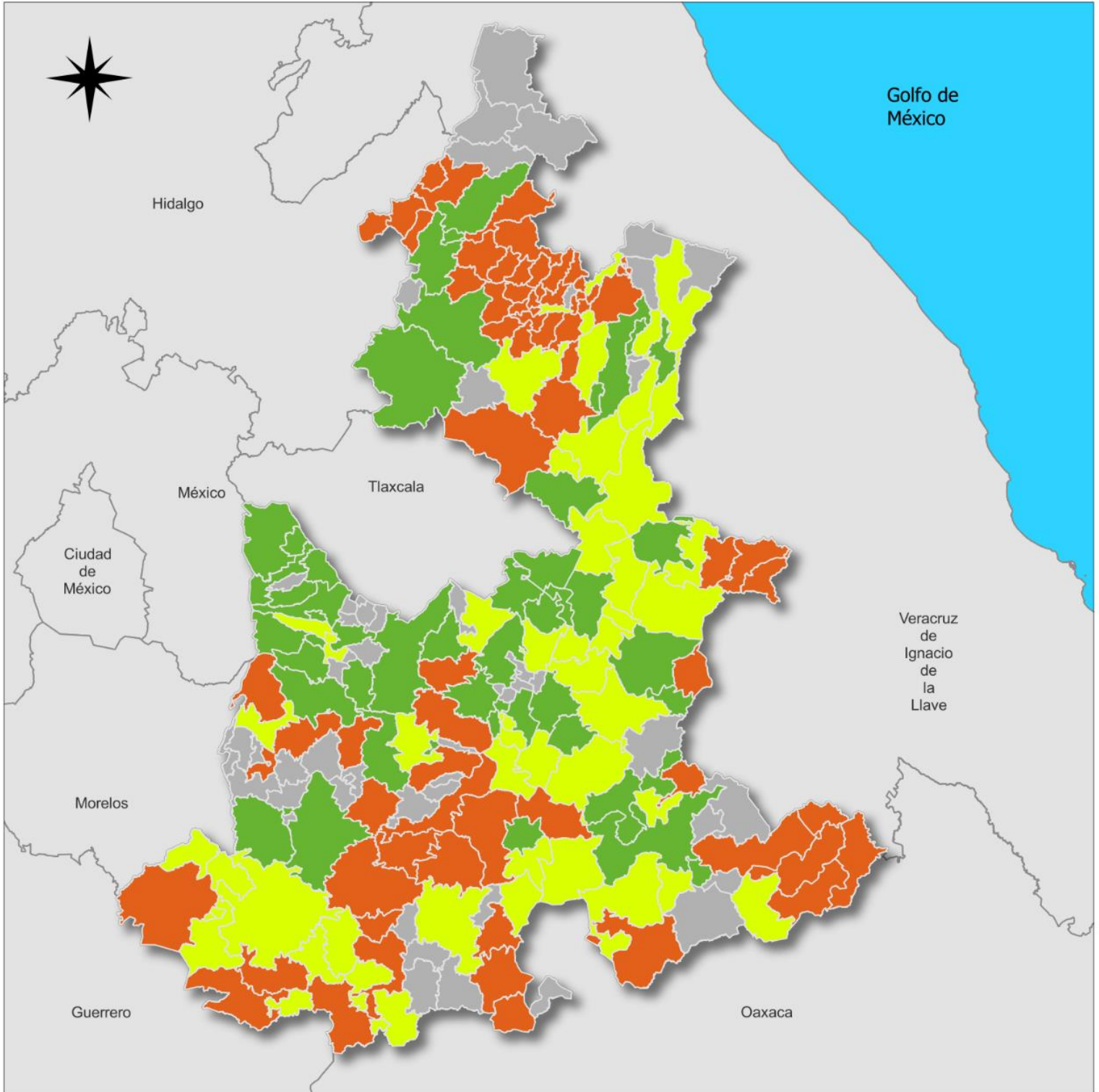
En relación con los impactos climáticos en la vegetación, se relacionó el grado de marginación municipal con los impactos alto, medio y bajo en las categorías de bosque de oyamel; bosque mesófilo de montaña; bosque pino-encino; matorral crasicaule; matorral desértico rosetófilo, y selva baja caducifolia.

El análisis del grado de marginación municipal respecto a los impactos climáticos en la vegetación muestra que en las zonas donde el bosque de oyamel estaría expuesto a una alta vulnerabilidad, habría un total de 18 municipios afectados en una superficie aproximada de 97.4 km², entre ellos cuatro municipios con muy alto y alto grado de marginación (Chilchotla, Ixtacamaxtitlán, Quimixtlán y Tochimilco); cuatro municipios de grado de marginación medio (Acajete, Lafragua, Ocoteppec y Tlachichuca), y 10 municipios de bajo y muy bajo grado de marginación (Chiautzingo, Chignahuapan, Libres, Nopalucan, San Nicolás de los Ranchos, San Salvador el Verde, Tianguismanalco, Tlahuapan, Tlatlauquitepec y Zaragoza).

En las zonas donde el bosque mesófilo de montaña estaría expuesto a una alta vulnerabilidad, habría 49 municipios afectados con una superficie aproximada de 416.6 km², de los cuales 36 tienen un grado de marginación alto y muy alto; 7 con grado de marginación medio, y 6 municipios con grado de marginación bajo y muy bajo. Con respecto al bosque de pino-encino con una alta vulnerabilidad, se ubicaron 110 municipios afectados en una superficie estimada de 1,242.7 km². De ellos, 37 municipios tienen grado de marginación muy alto y alto; 37 municipios tienen un grado de marginación medio, y 36 municipios tiene grado de marginación bajo y muy bajo.

Referente al matorral crasicaule con alta vulnerabilidad a los impactos climáticos, se encontraron 20 municipios susceptibles de afectación con una superficie aproximada de 281.4 km², de los cuales 6 municipios tienen grado de marginación muy alto y alto (Caltepec, Chila, Juan N. Méndez, Petlalcingo, San Jerónimo Xayacatlán y Tepexi de Rodríguez); 10 municipios tienen grado de marginación medio (Atexcal, Coxcatlán, Huitziltepec, Molcaxac, Palmar de Bravo, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tlacotepec de Benito Juárez, Totoltepec de Guerrero, Xochitlán Todos Santos y Zapotitlán), y 4 municipios con grado de marginación medio (Ixcaquixtla, Tecamachalco, Tlanepantla y Tochtepec).

Tocante al matorral desértico rosetófilo con alta vulnerabilidad a los impactos climáticos, se ubicaron 39 municipios potencialmente afectados en una superficie estimada en 475.1 km². De ellos, 6 municipios muestran grado de marginación alto (Caltepec, Ixtacamaxtitlán, Juan N. Méndez, Nicolás Bravo, Tzicatlacoyan y Zautla); 18 con grado de marginación medio, y 15 con grado de marginación bajo y muy bajo.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA ALTA VULNERABILIDAD DE LA VEGETACIÓN

Grado de Marginación

- Alto y muy alto
- Medio
- Bajo y muy bajo
- Sin Vulnerabilidad

Por su parte, las zonas de selva baja caducifolia con alta vulnerabilidad se ubican en siete municipios con una superficie aproximada de 11.6 km², de los cuales cinco (Coyomeapan Huatlatlauca, Tepexi de Rodríguez, Tzicatlacoyan y Zacapala) tienen grado de marginación alto y muy alto; uno (Coxcatlán), tiene grado de marginación medio, y uno (Atoyatempan) tiene grado de marginación bajo. El Anexo 3 proporciona detalles acerca de este aspecto.

5. DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA Y GRADO DE MARGINACIÓN

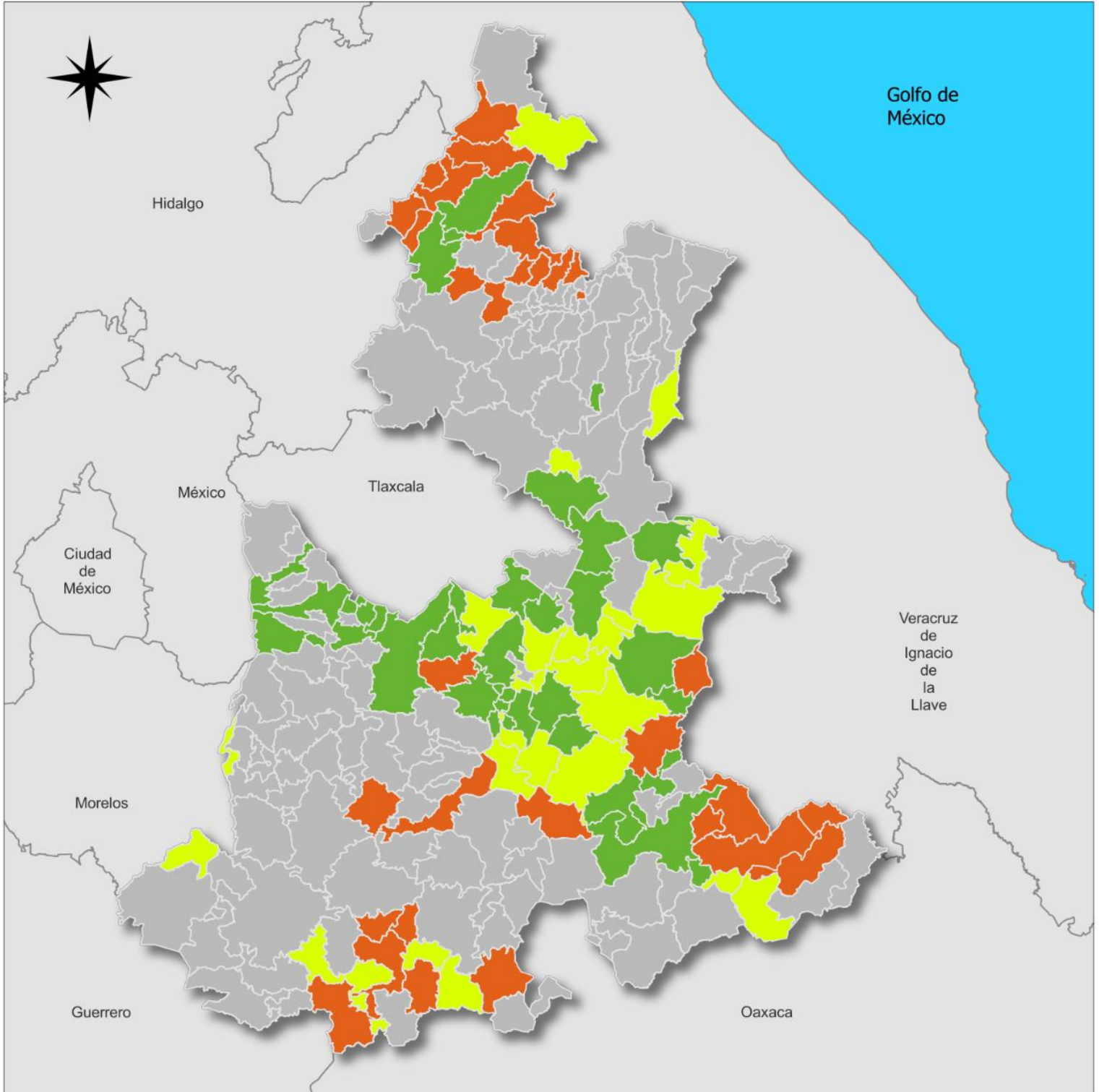
Con respecto a la perspectiva de disponibilidad de agua para todos los usos, con base en los resultados de los escenarios seleccionados se clasificó la vulnerabilidad de los acuíferos en alta, media y baja.

Debe señalarse que los municipios pueden estar enlistados en más de una categoría de vulnerabilidad dado que su geografía puede distribuirse en áreas con diferentes grados de riesgo climático. Al relacionar esa calificación con el grado de marginación a escala municipal se obtuvo lo siguiente.

Un total de 95 municipios del estado se ubican sobre acuíferos con alta vulnerabilidad. De ellos, 31 municipios tienen un grado de marginación muy alto y alto; 26, un grado de marginación medio, y 38 municipios con grado de marginación bajo y muy bajo. La concentración de los municipios con bajo y muy bajo grado de marginación podría estar relacionada con el incremento de la urbanización que frecuentemente va aparejado con un incremento del consumo de recursos hídricos, lo que reforzaría la necesidad de actualizar y/o elaborar los planes de desarrollo urbano considerando las perspectivas que presentan los escenarios.

Se identificaron 158 municipios ubicados sobre acuíferos con vulnerabilidad media, de los cuales 73 tienen un grado de marginación alto y muy alto; 46 municipios tienen grado de marginación medio, y 39 municipios muestran grado de marginación bajo y muy bajo.

Se identificaron 59 municipios que se encuentran sobre acuíferos con baja vulnerabilidad a los impactos climáticos, 23 con grado de marginación alta y muy alta; 14 con grado de marginación medio y 22 con grado de marginación bajo y muy bajo. El Anexo 4 contiene detalles respecto a este tema.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA ALTA VULNERABILIDAD DE LOS ACUÍFEROS

Grado de Marginación

- Alto y muy alto
- Medio
- Bajo y muy bajo
- Sin Vulnerabilidad

6. ESTRÉS HÍDRICO Y GRADO DE MARGINACIÓN

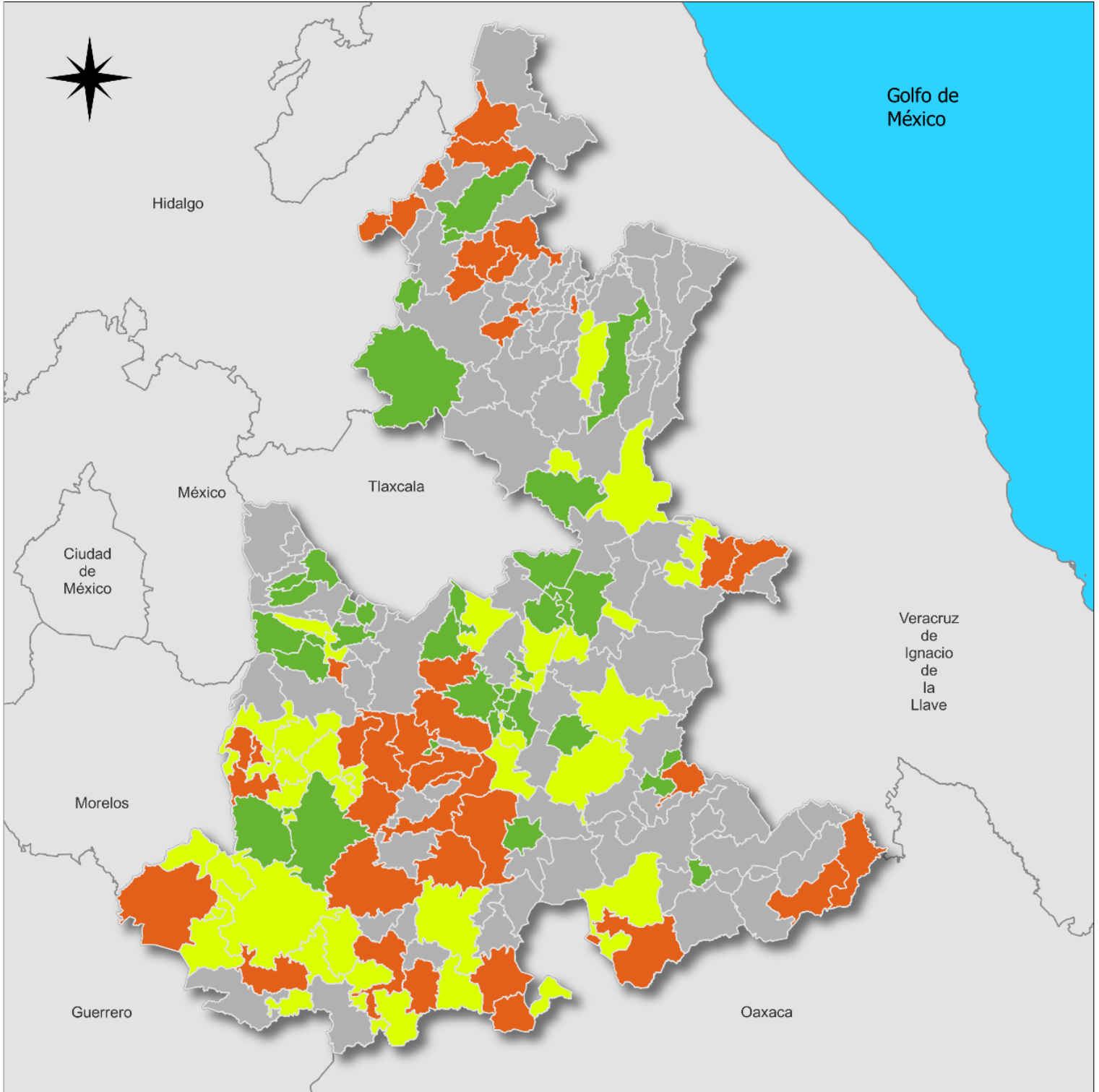
En referencia a las estimaciones que arrojan los escenarios de cambio climático seleccionados acerca del estrés hídrico al que estaría sometida la entidad, se encontraron 115 municipios (52.99% de todos los municipios) que sufrirían estrés hídrico por encima del promedio estatal por efecto del cambio climático, y en los cuales habitan 2,155,428 personas (32.74% de la población del estado).

De esos 115 municipios, 40 (18.43% del total) tienen alto y muy alto grado de marginación y sufrirían estrés hídrico por encima del promedio, destacando 9 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 94,773 habitantes (Ahuatlán, Chiconcuautla, Chilchotla, Coyomeapan, Pantepec, Teopantlán, Tlaxco, Tzicatlacoyan y Zacapala).

En 39 de los 115 municipios (17.97% del total) con un grado de marginación medio, el estrés hídrico estaría por encima del promedio estatal. De ellos hay 16 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 236,211 habitantes (Acatlán, Acatzingo, Atzala, Calpan, Chiautla, Cohuecan, General Felipe Ángeles, Huehuetlán el Chico, Huitziltepec, Lafragua, Molcaxac, Ocotepc, San Jerónimo Tecuanipan, San Martín Totoltepec, San Salvador Huixcolotla y Tepeojuma).





De los 115 municipios, 36 (16.59% del total) tienen un grado de marginación bajo y muy bajo y sufrirían estrés hídrico por encima del promedio, entre los cuales hay 14 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 311,504 habitantes (Amozoc, Atoyatempan, Chiautzingo, Chietla, Juan Galindo, La Magdalena Tlatlauquitepec, Nealtican, San Felipe Teotlalcingo, Soltepec, Tecali de Herrera, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tlaltenango y Yehualtepec).

En los 39 municipios con mayor grado de vulnerabilidad por estrés hídrico habitan en total 642,488 personas (9.76% de la población total del estado). En el Anexo 5 se detalla la información.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA ALTA VULNERABILIDAD AL ESTRÉS HÍDRICO

Grado de Marginación

-  Alto y muy alto
-  Medio
-  Bajo y muy bajo
-  Sin Vulnerabilidad

7. VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN Y GRADO DE MARGINACIÓN

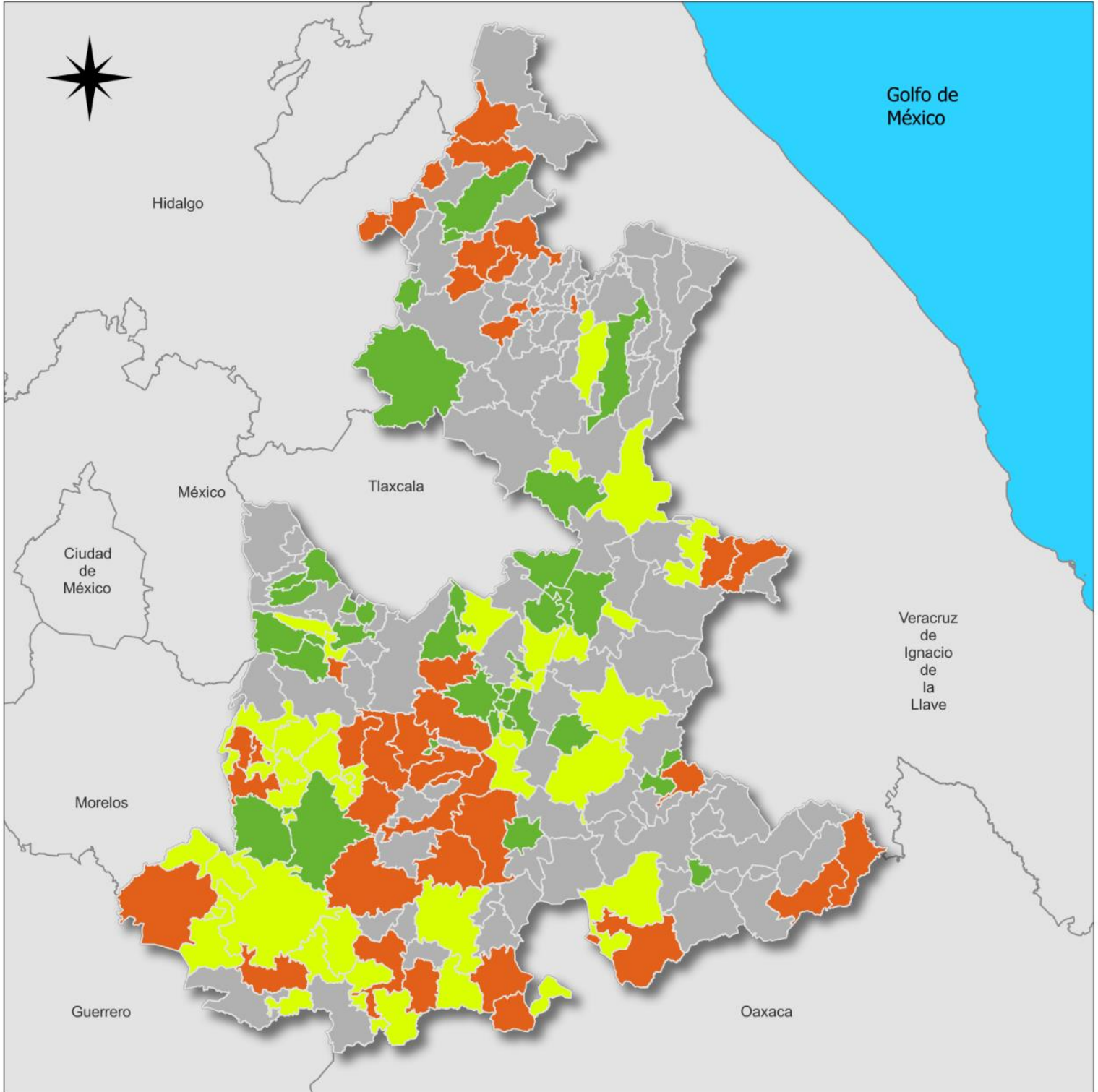
Tocante a la vulnerabilidad por inundación estimada por los ocho escenarios de cambio climático seleccionados y el grado de marginación municipal, se encontraron 112 municipios (51.61% de todos los municipios) con vulnerabilidad a inundación por encima del promedio del estado, en los que habitan 1,903,804 personas (28.92% de la población del estado).

De esos 112 municipios, 43 (19.81% del total) tienen alto y muy alto grado de marginación y sufrirían exposición a inundaciones por encima del promedio, habiendo 16 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 132,244 habitantes (Acteopan, Ahuatlán, Chinantla, Cuayuca de Andrade, Guadalupe, Ixtacamaxtitlán, Jolalpan, Juan N. Méndez, San Jerónimo Xayacatlán, Santa Catarina Tlaltempan, Teopantlán, Tepemaxalco, Tepexi de Rodríguez, Tulcingo, Vicente Guerrero y Xicotlán).

Se ubicaron 42 municipios (19.35% de los 112) con un grado de marginación medio que sufrirían riesgo de inundación por encima del promedio. Entre ellos, 17 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 149,538 habitantes (Albino Zertuche, Atzitzihuacán, Axutla, Calpan, Chiautla, Chila de la Sal, Cohetzala, Cohuecan, Coyotepec, Quecholac, San Miguel Ixitlán, San Pablo Anicano, San Pedro Yeloixtlahuaca, Teotlalco, Totoltepec de Guerrero, Xochitlán Todos Santos y Zapotitlán).

Se encontraron 27 municipios (12.44% de los 112) que tienen un grado de marginación bajo y muy bajo y sufrirían por su exposición a inundaciones por encima del promedio. De ellos, hay 5 que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 83,557 habitantes (Domingo Arenas, Juan C. Bonilla, Oriental, San Gregorio Atzompa y Tepanco de López).

En los 38 municipios con mayor grado de vulnerabilidad por inundación habitan en total 365,339 personas (5.55% de la población total del estado). El Anexo 6 proporciona más información.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA ALTA VULNERABILIDAD A LAS INUNDACIONES

Grado de Marginación

- Alto y muy alto**
- Medio**
- Bajo y muy bajo**
- Sin Vulnerabilidad**

8. VULNERABILIDAD A ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES Y GRADO DE MARGINACIÓN

La estimación de los escenarios seleccionados arrojó superficies de municipios con riesgo al aumento de contagios por zoonosis. Las zoonosis constituyen un grupo de enfermedades de los animales que son transmitidas al hombre por contagio directo con el animal enfermo, a través de algún fluido corporal como orina o saliva, o mediante la presencia de algún intermediario, llamado vector, como pueden ser los mosquitos u otros insectos. El Cambio Climático modifica la interacción entre los seres humanos y los animales y aumenta las amenazas de enfermedades zoonóticas especialmente en zonas vulnerables, El efecto del Cambio Climático en la zoonosis se aprecia en cambios en la distribución de vectores y patógenos y la aparición de enfermedades emergentes y reemergentes, tales como el mal de Chagas, el dengue y la malaria.

Se identificaron los municipios por grado de vulnerabilidad y de marginación. Se identificaron 7 municipios (21.66% de todos los municipios del estado) que muestran vulnerabilidad a zoonosis por encima del promedio por efecto del cambio climático, en los que habitan 491,523 personas (7.47% de la población estatal).

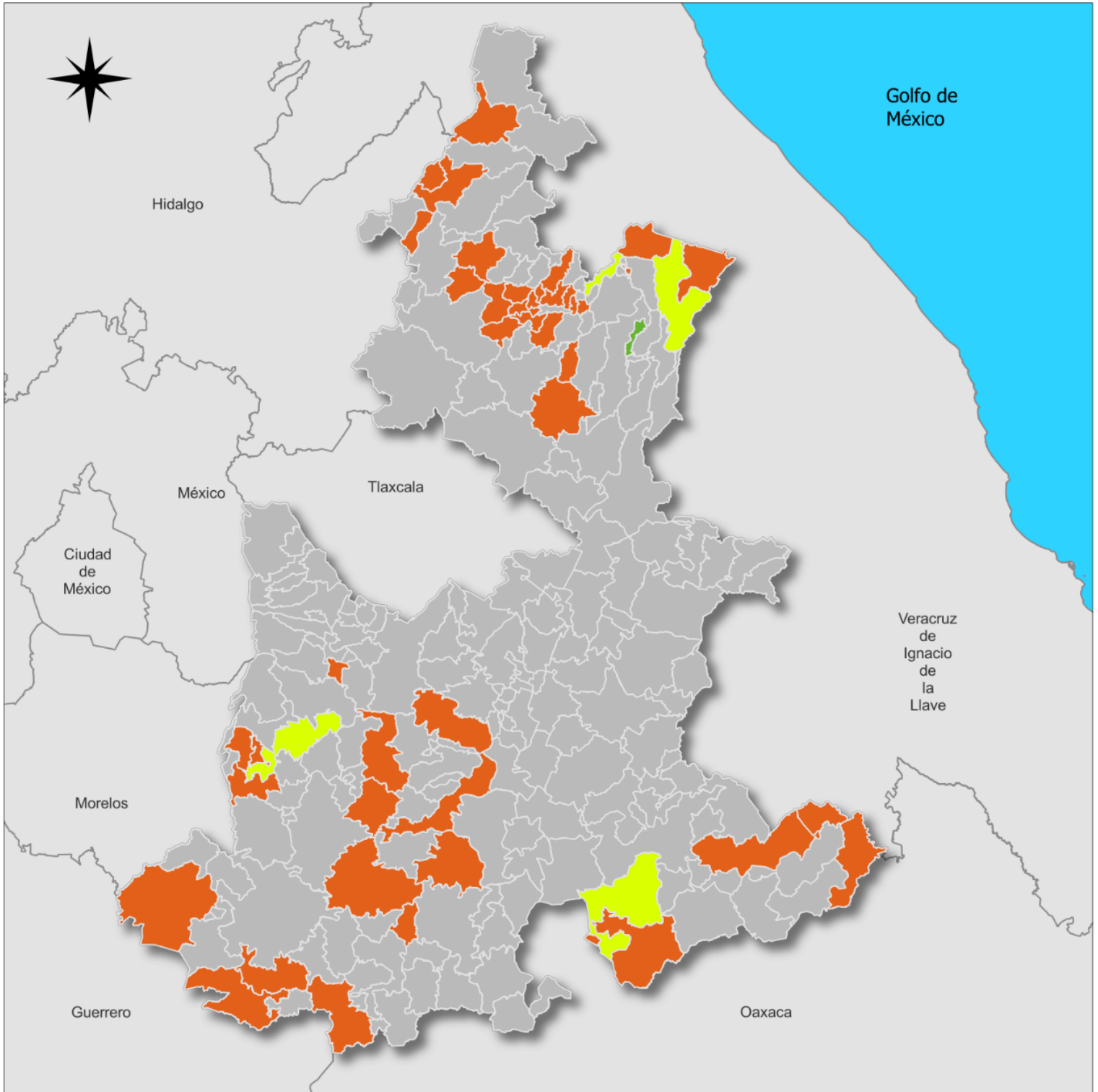
De los 47 municipios, 42 (19.35%) tienen alto y muy alto grado de marginación y son vulnerables a la zoonosis por encima del promedio del estado, habiendo 38 municipios que se encontrarían en el mayor grado de vulnerabilidad, representando una población de 384,910 habitantes.

Cuatro municipios (1.84% de los 47 por encima del promedio) tienen un grado de marginación medio y vulnerabilidad por encima del promedio (Tuzamapan de Galeana, Hueytamalco, Zapotitlán y Huaquechula), siendo los dos primeros los que manifiestan mayor vulnerabilidad, con una población de una población de 33,524 habitantes.

Solamente un municipio (Yaonáhuac, 7, 926 habitantes) con grado de marginación bajo muestra vulnerabilidad al aumento de las zoonosis.





En los 41 municipios con mayor grado de vulnerabilidad a la zoonosis habitan en total 426,3609 personas (6.48% de la población total del estado).

Destaca que, como podría esperarse, son los municipios con mayor grado de marginación donde la vulnerabilidad es también mayor, por lo que las medidas preventivas y de adaptación deberían concentrarse en ellos. El Anexo 7 contiene más información.



MUNICIPIOS AFECTADOS POR LA ALTA VULNERABILIDAD A LAS ZONOSIS

Grado de Marginación

-  Alto y muy alto
-  Medio
-  Bajo y muy bajo
-  Sin Vulnerabilidad

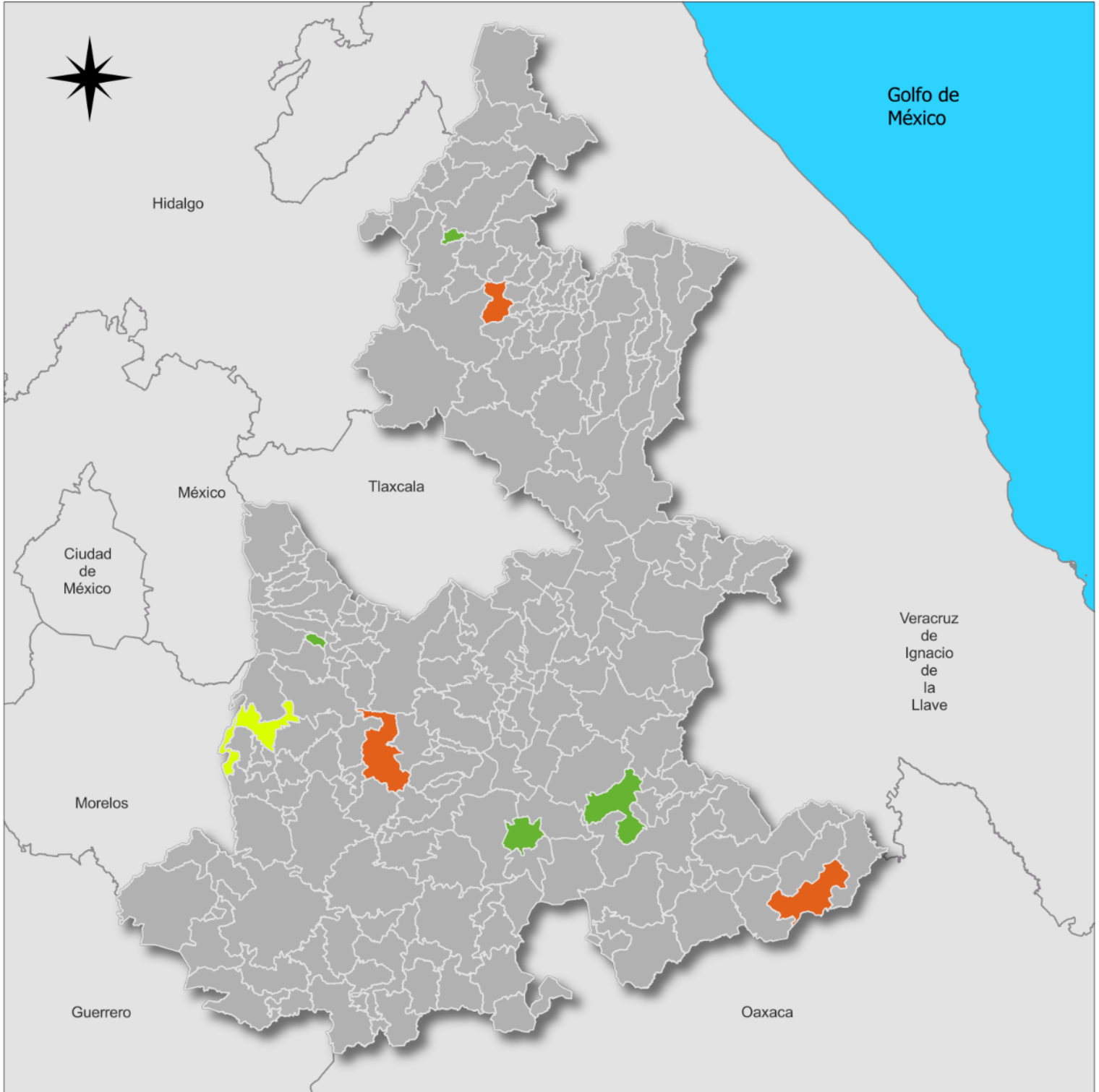
9. MUNICIPIOS PRIORITARIOS

Se buscaron los municipios con alta vulnerabilidad a más de una de las variables, encontrando 9 municipios donde la vulnerabilidad es multivariada.

Tres municipios con alto y muy alto grado de marginación (Coyomeapan, Ahuacatlán y Teopantlán), estando bajo riesgo en cuanto a pérdida de idoneidad de especies, vegetación, estrés hídrico, inundación y zoonosis.





Dos municipios (Atzitzihuacán y Cohuecan) con índice de marginación medio se encuentran entre los más vulnerables a pérdida de especies, estrés hídrico e inundación). Cuatro municipios con grado de marginación bajo y muy bajo (Ixcaquixtla, Nealtican, Tepanco de López y Juan Galindo), muestran vulnerabilidad a pérdida de especies, vegetación, acuíferos, estrés hídrico e inundación.

En estos municipios es recomendable desplegar estrategias multivariadas de adaptación de manera prioritaria.



MUNICIPIOS DONDE LOS EFECTOS CLIMÁTICOS SERÁN DIVERSOS Y DE ALTA VULNERABILIDAD

Grado de Marginación

-  Alto y muy alto
-  Medio
-  Bajo y muy bajo
-  Sin Vulnerabilidad

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Derivado de los resultados obtenidos hasta ahora destacan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- A fin de contrarrestar la trampa de la pobreza, debería considerarse la aplicación de medidas de adaptación de larga duración en los municipios afectados de alto y muy alto grado de marginación.
- Con el mismo fin, y para que tengan mayor impacto, las medidas de adaptación debieran complementar y reforzar los programas y políticas de combate a la pobreza actualmente en operación, para lo cual se requerirá una estrecha coordinación entre las dependencias encargadas del medio ambiente, la salud, la educación y el bienestar.
- Tanto las medidas de adaptación como los incentivos de los programas de combate a la pobreza debieran enfocarse en la eliminación de barreras que favorecen la trampa de la pobreza, mejorando en forma verificable las oportunidades de cambio ocupacional.
- En los municipios de mayor grado de marginación la vulnerabilidad a la pérdida de idoneidad de especies representativas relacionadas con las condiciones de vida de la población y vegetación aprovechable será también mayor.
- Las medidas de adaptación relacionadas con la vulnerabilidad del tipo de vegetación debieran estar dirigidas de manera prioritaria a los municipios señalados como de muy alto y alto grado de marginación.
- La concentración de municipios con bajo y muy bajo grado de marginación en acuíferos con alta vulnerabilidad podría estar relacionada con el incremento de la urbanización que frecuentemente va aparejado con un incremento del consumo de recursos hídricos, lo que refuerza la necesidad de actualizar y/o elaborar planes de desarrollo urbano considerando las perspectivas que presentan los escenarios.
- El grado de marginación no parece tener una influencia definitoria en el nivel de vulnerabilidad social al estrés hídrico. No obstante, un análisis más detallado podría mostrar diferencias importantes para la aplicación diferenciada de medidas de adaptación. En todo caso, resulta evidente que las medidas de adaptación correspondientes deberían aplicarse prioritaria y preventivamente en los 39 municipios donde el riesgo es mayor. De la misma manera, las acciones de adaptación deberían concentrarse en los 38 municipios con alta vulnerabilidad a la inundación, poniendo especial atención a aquellos con alto y muy alto grado de marginación.
- Los municipios con mayor grado de marginación donde la vulnerabilidad es también mayor, por lo que las medidas preventivas y de adaptación deberían concentrarse en ellos.

Los 9 municipios con vulnerabilidad multivariada debieran ser prioritarios y en ellos debería diseñarse y ponerse en operación unas estrategias de adaptación que incluyan medidas para cada uno de los riesgos que se estima enfrentarán.

REFERENCIAS

Ilona M. Otto, Diana Reckien, Christopher P. O. Reyer, Rachel Marcus, Virginie Le Masson, Lindsey Jones, Andrew Norton, Olivia Serdeczny. 2015. *Social vulnerability to climate change: a review of concepts and evidence*. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank 2017. En: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-017-1105-9>

Pereira, M. Soloaga, I., con la colaboración de Bravo, E. 2014. *Trampas de pobreza y desigualdad en México 1990-2000-2010*. Serie Documentos de Trabajo N° 134. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile. En: https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1431440226134TrampasMexico_editado.pdf

IPCC. Informes de Evaluación. En: <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/ipcc-en-espanol-publications/>

CONEVAL. Índice de Rezago Social. En: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Rezago%20Social%20es%20una%20medida%20ponderada%20que,observaci%C3%B3n%20seg%C3%BAAn%20sus%20carencias%20sociales.>

CONAPO, Índices de marginación 2020. En: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>