

**Programa de Ordenamiento  
Ecológico de la Región de la  
Subcuenca del Alto Atoyac  
de los estados de**  
***Tlaxcala y Puebla***



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**

**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla.**

DR Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Avenida Ejército Nacional 223, colonia Anáhuac I Sección, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11320

Ciudad de México

[www.gob.mx/semarnat](http://www.gob.mx/semarnat)

Hecho e impreso en México

Distribución gratuita

Forma de citar:

Gobierno de México. (2024). **“Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla”**. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Programa elaborado por la Dirección de Ordenamiento Ecológico de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).





## **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**

María Luisa Albores González, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Iván Rico López, Subsecretario de Política Ambiental y Recursos Naturales

Fernando Silva Triste, Encargado de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Puebla

Iliana Castillo Algarra, Encargada de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Tlaxcala

## **Dirección de Ordenamiento Ecológico de la SEMARNAT**

Sandra Esther Barillas Arriaga, Coordinadora de la Dirección de Ordenamiento Ecológico

Brenda Isabel Ruvalcaba Morán, Directora de Procesos Participativos de Ordenamiento Ecológico

Aurea Guadalupe Flores García, Directora de Ordenamiento Ecológico

Patricia Cruz Martín, Subdirectora para la Coordinación Técnica, Evaluación e integración de políticas

Fernando Ignacio Ortíz Salinas, Subdirector de fortalecimiento del Ordenamiento Ecológico

Adrian Orlando González Rodríguez, Subdirector de Procesos Intergubernamentales de Ordenamiento Ecológico

Leslie M. Hernández Sandoval, Jefe de departamento de Ordenamiento Ecológico

Anel Demetrio Ramírez, Jefe de departamento de análisis geoespacial

## **Gobierno del Estado de Puebla**

Sergio Salomón Cespedés Peregrina, Gobernador del Estado de Puebla

Norma Angélica Sandoval Gómez, Encargada de Despacho de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla

## **Gobierno del Estado de Tlaxcala**

Lorena Cuellar Cisneros, Gobernadora del Estado de Tlaxcala

Pedro Aquino Alvarado, Secretario de Medio Ambiente del Estado de Tlaxcala

## **Municipios del Estado de Puebla**

Amozoc, Calpan, Coronango, Cuautinchán, Cuautlancingo, Chiautzingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, San Felipe Teotlalcingo, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo Tecuanipan, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Miguel Xoxtla, San Pedro Cholula, San Salvador El Verde, Tlahuapan y Tlaltenango.

## **Municipios del Estado de Tlaxcala**

Amamax De Guerrero, Apetatitlán de Antonio Carvajal, Atlangatepec, Apizaco, Cuaxomulco, Chiautempan, Muñoz de Domingo Arenas, Españita, Hueyotlipan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Mazatecochco de José María Morelos, Contla de Juan Cuamat, Tepetitla de Lardizábal, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Nanacamilpa de Mariano Arista, Acuamanala de Miguel Hidalgo, Natívitas, Panotla, San Pablo del Monte, Santa Cruz Tlaxcala, Tenancingo, Teolocholco, Tepeyanco, Terrenate, Tetla de la Solidaridad, Tetlatlahuca, Tlaxcala, Tlaxco, Totolac, Tzompantepec, Xaloztoc, Xaltocan, Papalotla de Xicohténcatl, Xicohtzinco, Yauhquemehcan, Zacatelco, La Magdalena Tlaltelulco, San Damián Texóloc, San Francisco Tetlanohcan, San Jerónimo Zacualpan, San José Teacalco, San Juan Huactzinco, San Lorenzo Axocomanitla, San Lucas Tecopilco, Santa Ana Nopalucan, Santa Apolonia Teacalco, Santa Catarina Ayometla, Santa Cruz Quilehtla, Santa Isabel Xiloxotla.





## Contenido

Contenido .....	4
1. PRESENTACIÓN .....	7
1.1 Antecedentes y Justificación .....	7
1.2 Fundamentación jurídica .....	11
1.2.1 Marco Jurídico Internacional .....	13
1.2.2 Marco Jurídico Federal .....	15
1.2.3 Marco Jurídico del Estado de Tlaxcala .....	39
1.2.4 Marco Jurídico del Estado de Puebla .....	44
2. CONSTRUCCIÓN SOCIAL .....	47
2.1 Encuadre general .....	47
2.2 Sectores participantes .....	52
2.3 Resultados de los TPS .....	54
2.3.1 Tema: Sociocultural .....	54
2.3.2 Tema: Aspectos ambientales .....	62
2.3.3 Tema: Aspectos económicos-productivos .....	65
2.3.4 Tema: Asentamientos humanos .....	67
2.5 Agenda Ambiental .....	70
2.5.1. Ajuste a la ponderación .....	74
3. CARACTERIZACIÓN .....	81
3.1 Componente natural del área de estudio .....	81
3.1.1 Uso de Suelo y Vegetación .....	83
3.1.2 Unidades Edáficas .....	88
3.1.3 Características hidrológicas e hidrográficas .....	91
3.1.4 Climatología .....	102
3.1.5 Geología y geomorfología .....	107
3.1.6 Biodiversidad .....	118
3.1.7 Áreas Naturales Protegidas .....	125
3.1.6 Bienes y servicios ambientales .....	132
3.2 Componente sociodemográfico y cultural .....	133
3.2.1 Antecedentes históricos .....	133
3.2.3 Estructura poblacional .....	135





3.3 Componente sectorial y económico .....	158
3.3.1 Descripción de los sectores económicos presentes en el área de estudio y actividades asociadas .....	158
3.3.2 Interacciones sectoriales .....	223
4. DIAGNÓSTICO .....	226
4.1 Estado actual de atributos territoriales .....	226
4.1.1 Unidades Edáficas (susceptibilidad a procesos de degradación y contaminación) .....	227
4.1.2 Hidrología .....	232
4.1.3 Geología y Geomorfología (presión ambiental) .....	249
4.1.4 Problemática ambiental que se presenta en las ANP .....	252
4.2 Ecología del paisaje .....	257
4.3 Fenómeno de urbanización (Crecimiento de la mancha urbana) .....	261
4.4 Crecimiento de la industria en la zona .....	264
4.5 Contaminación del aire .....	266
4.6 Áreas a proteger, preservar o restaurar .....	270
4.6.1 Evaluación de Recursos Forestales .....	270
4.6.2 Fragmentación para las coberturas naturales .....	276
4.6.3 Áreas Naturales Protegidas Federales y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación .....	280
4.6.4 Instrumentos de Ordenamiento Ecológico vigentes .....	286
4.7 Evaluación de riesgos, peligros y vulnerabilidad .....	298
4.6.1 Hidrometeorológicos .....	299
4.6.2 Geológicos .....	304
4.6.3 Químicos-tecnológicos .....	311
4.6.4 Sanitario-ecológicos .....	324
4.8 Aptitud sectorial .....	328
4.8.1 Insumos para la determinación de la Aptitud sectorial .....	330
4.8.2 Método aplicado en la determinación de la Aptitud por sector .....	330
4.8.3 Aptitud para el sector Agrícola .....	332
4.8.4 Aptitud para el sector Pecuario .....	335
4.8.5 Aptitud para la Conservación .....	338
4.8.6 Aptitud para el sector Industrial .....	341
4.8.7 Aptitud para los Asentamientos Humano .....	344





4.8.8 Aptitud para el sector Forestal .....	347
4.8.9 Aptitud para el sector Minero (No metálico) .....	349
4.8.10 Aptitud para el sector Turístico .....	352
4.9 Actores y organizaciones sociales con presencia en la Subcuenca del Alto Atoyac.....	356
5. PRONÓSTICO .....	362
5.1 Escenarios .....	362
5.1.1 Modelo conceptual del sistema socioambiental .....	363
5.1.2 Escenario tendencial .....	370
5.1.3 Escenario contextual .....	389
5.1.4 Escenario estratégico .....	399
6. PROPUESTA DEL POERSAA .....	404
6.1 Modelo de Ordenamiento Ecológico.....	404
6.2 Delimitación de las UGA del POERSAA .....	405
6.3 Políticas del Ordenamiento Ecológico .....	410
6.4 Lineamiento Ecológico.....	413
6.5 Usos de Suelo.....	419
6.6 Estrategia Ecológica .....	424
6.7 Criterios de Regulación Ecológica .....	429
Bibliografía .....	466
Sección I. Fundamento Legal.....	466
Sección II. Publicaciones.....	468



## 1. PRESENTACIÓN

### 1.1 Antecedentes y Justificación

La subcuenca del Alto Atoyac está situada entre los estados de México, Puebla y Tlaxcala y cuenta con una superficie superior a las 400 mil hectáreas que integran porciones de serranías con elevaciones superiores a los 5,200 metros sobre el nivel del mar (msnm), así como llanuras con altitudes de hasta 2,016 msnm. Esta región de origen volcánico alberga distintos ecosistemas naturales y paisajes antrópicos que van desde bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de táscate en sus porciones más elevadas; cuenta además con vegetación de matorral (Crasicaule y desértico Micrófilo) en porciones medias. Al interior de la subcuenca se encuentra la cuarta metrópoli más poblada del país: la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala, con 2,776,893 habitantes en 2020 (CONAPO, 2020).

Cabe destacar que la integración de la actividad industrial en la subcuenca del Atoyac data de la década de los treinta, época en la que el Estado como ente administrador del desarrollo, comienza a generar un conjunto de condiciones para el despegue de la industrialización del país. La aplicación de medidas profundas, como la reforma agraria, la organización de los trabajadores, el impulso a las comunicaciones, la subsecuente disponibilidad de mano de obra para la industria, así como la generación de energía eléctrica, favorecieron una mayor conectividad entre distintas regiones del país, así como una considerable disponibilidad de energía para el desarrollo industrial (Venture Rodríguez, 2006).

Este proceso industrializador, se vio reflejado en la creación de empresas nacionales aunado a la llegada de empresas extranjeras en diferentes partes del país, como la región Puebla-Tlaxcala. En el periodo 1940-1945 el crecimiento económico de Puebla fue muy similar al nacional y fue hasta la década 1965-1975 que la industria manufacturera de la región registró una profunda transformación, y diversificación en la producción de bienes de consumo, como resultado de la política de estímulos al sector implementado por el gobierno estatal junto con la llegada de grandes empresas de capital foráneo (Ibidem). Tal fue el caso de la empresa Volkswagen de México, asentada en Puebla desde los años sesenta. Esta empresa automotriz tuvo un impacto significativo en la economía local, generando una gran cantidad de empleos directos e indirectos y atrayendo la instalación de empresas proveedoras y de servicios (Leal Juárez, 2016).

El gobierno de Tlaxcala aprovechó los encadenamientos de las empresas por la presencia de la transnacional, y a inicios de los setenta edificó el Parque Ciudad Industrial





Xicohténcatl al norte del municipio de Apizaco y modernizó la infraestructura carretera paralela a la ruta del Ferrocarril hacia Puebla. Así, la industrialización poblana generó un efecto positivo al norte del estado de Tlaxcala (Zapata de la Cruz, 2010), quien actualmente cuenta con industria automotriz, de autopartes, textil, agroindustrial, plásticos, manufactura, metalmecánica y químico-farmacéutico.

Otro acontecimiento de gran impacto para la región fue la instalación del Centro Petroquímico Independencia de Petróleos Mexicanos (PEMEX) en el municipio de San Martín Texmelucan, Puebla desde el 8 de julio de 1969 (PEMEX, 2021). Desde entonces, la paraestatal ha dado pauta a la creación de empleos directos e indirectos. Esta planta petroquímica produce una amplia gama de productos por lo que la región también resalta por la presencia de ductos que transportan derivados de los procesos de refinación del petróleo.

Para la década de los noventa, la región presentó una nueva fase de intensificación de la actividad industrial con el establecimiento de tres corredores industriales y la aparición de maquila intraurbana y con ello, la consecuente concentración de población, además de otras actividades económicas en conjunto con la actividad industrial (sector alimenticio, textil, químico, petroquímico, automotriz, papelerero, bebidas, hierro y acero, farmacéutico, curtido de pieles, metalmecánico y siderúrgico) (Inclán, Sánchez, Izurieta y Tomasini, 2015) han tenido un efecto diferenciador en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, así como en las condiciones de vida de los habitantes de la subcuenca.

Ejemplo de lo anterior, es la falta de regulación en el manejo de descargas de aguas residuales, así como disposición de residuos sólidos, lo que ha derivado en la contaminación de los cauces de los ríos Atoyac, Zahuapan, Xochiac y Alsaseca, cada uno con sus respectivos afluentes, mismos que desembocan en la Presa Manuel Ávila Camacho, mejor conocida como Presa Valsequillo. Este cuerpo de agua de vital importancia para los habitantes de la ciudad de Puebla y sus municipios metropolitanos fue declarado sitio RAMSAR (es decir, es un humedal protegido por su gran diversidad biológica) desde el 2 de febrero de 2012 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2012).

La situación del recurso hídrico en la subcuenca ha hecho que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la clasifique en la categoría sin disponibilidad de agua potable, esto al reportar una disponibilidad media anual negativa de  $-4.17 \text{ hm}^3$  al año, además de considerarla en situación de veda desde el 22 de marzo de 2011 (CONAGUA,



2024). Hay que agregar que esta fuente de recurso hídrico también es empleada en la actividad agrícola, muy característica en esta porción de los estados de Puebla y Tlaxcala.

Por otra parte, la subcuenca también muestra problemáticas emanadas del acelerado proceso de urbanización resultado de la concentración y demanda de suelo urbano para la metrópoli Puebla-Tlaxcala; favoreciendo la fragmentación de ecosistemas naturales, la erosión del suelo y la contaminación de cuerpos de agua. En los últimos 22 años, se ha identificado una tendencia de cambio de uso de suelo agrícola a urbano y de asentamientos humanos irregulares cerca de la mancha urbana, todo ello en detrimento del territorio con potencial para conservar o restaurar terrenos forestales.

Según lo anterior y considerando las condiciones de vulnerabilidad estructural de la población en su día a día, se ha configurado un panorama negativo y en perjuicio de proteger, conservar y aprovechar los recursos naturales presentes en la subcuenca. Ante estas condiciones y para hacer valer sus derechos, la población civil organizada solicitó a la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) una recomendación centrada en mitigar las problemáticas ambientales y sociales de la subcuenca del Atoyac. De este modo, el 21 de marzo de 2017 la CNDH publicó la recomendación N° 10/2017 sobre la violación a los derechos humanos a un medio ambiente sano, saneamiento y acceso a la información en relación con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes; en agravio de quienes habitan y transitan los municipios de San Martín Texmelucan y Huejotzingo, estado de Puebla, así como los municipios de Tepetitla de Lardizábal, Nativitas e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, en el estado de Tlaxcala.

Dicha recomendación se dirigió principalmente a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), además de incluir a los gobiernos de los estados de Puebla y Tlaxcala, por lo que, junto con la población civil organizada, se expresó la pertinencia de realizar un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que incluya a municipios más allá del límite fisiográfico de la subcuenca.

La generación de un Programa de Ordenamiento Ecológico centrado en la atención a las causas de degradación de los recursos naturales de la subcuenca del Alto Atoyac, en conjunto con el carácter participativo que se ha sumado en años recientes a los procesos y aplicación de los programas de gobierno, ponen a la población que vive y padece las problemáticas ambientales del territorio, en el centro de la toma de decisiones. De esta manera, el ordenamiento ecológico como política en materia ambiental, busca



frenar los cambios bruscos en los usos de suelo e identificar zonas con potencial para ser protegidas, preservadas, restauradas o aprovechadas de forma sustentable, acercando a la población al ejercicio de aplicación de políticas públicas, haciéndolos parte de la formulación, ejecución, evaluación y seguimiento de los procesos relacionados con la implementación de dicha política ambiental, porque “*los ordenamientos ecológicos no se consultan a las comunidades, se construyen con ellas*” (SEMARNAT, 2021).

## **ALCANCES**

Un instrumento de referencia y consulta obligada para los gobiernos de Puebla y Tlaxcala, y los gobiernos municipales que integran el área de Ordenamiento en lo correspondiente a 71 municipios.

Constituye el marco regulatorio ambiental de la Subcuenca del río Atoyac y propone un modelo de ordenación del territorio basado en el enfoque de cuenca, el estado crítico ambiental en el que se encuentra el río Atoyac y se coloca en el centro el derecho de las personas a un medio ambiente sano como punto de partida en la gestión del territorio a ordenar para revertir el estado del sistema socioecológico.

Sistema socioecológico se entiende como el conjunto de interacciones entre las personas y la naturaleza, donde las personas son una parte integral de los ecosistemas y contribuyen a su configuración.

El concepto de sistema socioecológico facilita la comprensión de la interconexión entre humanos, animales, plantas y el ambiente, destacando que cualquier acción humana tiene repercusiones, tanto positivas como negativas, en los componentes del sistema.

La realización del *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Participativo de la Subcuenca del Alto Atoyac*, en los estados de Puebla-Tlaxcala (POERSAA), involucró varias fases organizadas sistemáticamente dentro de un marco temporal dinámico que son: formulación, expedición, ejecución, evaluación y, en su caso, seguimiento y modificación del programa (SEMARNAT, 2022). De esta manera, la fase de formulación consta a su vez de cinco etapas:

1. Construcción social
2. Caracterización (geográfico-física, social y económica)
3. Diagnóstico
4. Pronóstico
5. Propuesta (Modelo de Ordenamiento Ecológico)





## 6. Validación social (Consulta pública del POERSAA).

Para efectos del contenido se presenta el Programa del POERSAA Puebla-Tlaxcala, que integra las fichas, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica, con base en lo establecido en los Términos de Referencia que guían la formulación del Programa.

### **1.2 Fundamentación jurídica**

El POERSAA, preponderantemente tiene su fundamento legal en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, Instrumentos Internacionales, leyes federales y locales, así como de resoluciones judiciales y recomendaciones, formulado bajo la premisa de que *“los ordenamientos ecológicos no se consultan a las comunidades, se construyen con ellas”*, y los órganos del Estado se deben apegar a la norma vigente a partir de la participación inclusiva y social, priorizando la participación de la mujer, grupos étnicos, comunidades indígenas, afrodescendientes del lugar y el saber de la comunidad regional como ejes rectores que aseguran la preservación y conservación del medio ambiente y los territorios, así como conducir la cooperación interinstitucional, el trabajo conjunto y coordinado en cuanto a la organización respetando los Derechos Humanos. Es importante recordar que este Ordenamiento Ecológico sigue las Recomendaciones No. 10/2017 y No. 57/2020 de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos.

#### **Fundamentación desde el ámbito jurídico Constitucional e internacional**

En nuestra Ley Suprema se destaca el artículo 1 en sus párrafos 2 y 3 que afirma que debe existir una observancia irrestricta, con aplicación de la ley respetando los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad en la que el Estado debe prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, así como promover el ejercicio institucional de la no discriminación, concatenado con el artículo 4 de la Carta Magna en el que se menciona que es deber del Estado observar de manera necesaria una perspectiva de género y derechos de las mujeres a la participación activa en la política de nuestro país, así como una vida libre de violencia, como dictan en materia internacional la Convención de Belem Do Pará y el Comité para la Eliminación de la Discriminación de la Mujer (CEDAW, por sus siglas en inglés); este mismo artículo, indica que todas las personas tienen derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar, aspiración, que el Estado debe de materializar y garantizar en beneficio de todas las personas.

Por su parte, el artículo 25 determina que el Estado debe de garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, y en el apartado A del artículo 26 nos



establece la competencia del Estado para organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política y social. Destaca el artículo 27, que regula en beneficio social el aprovechamiento de elementos naturales susceptibles de apropiación para lograr una distribución equitativa de la riqueza, el desarrollo equilibrado y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. Además, señala que para ello se establecerán las medidas para ordenar los asentamientos humanos, las adecuadas provisiones de usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

### **Fundamentación desde el ámbito jurídico federal**

Las leyes federales son parte de la fuente que rige y regula al POERSAA, tal es el caso de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que en su artículo 4 prevé la concurrencia de competencias entre la federación, los estados y los municipios en materia de equilibrio ecológico, protección al ambiente y ordenamiento ecológico del territorio; esta misma ley, en su artículo 15, fracción IX, señala que la coordinación entre las dependencias, entidades de la administración pública y los distintos niveles de gobierno, así como la concertación con la sociedad son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas; así mismo, el artículo 20 BIS 1 refiere que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá apoyar técnicamente la formulación y la ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio en su modalidad regional. También es importante mencionar que en el artículo 20 BIS 5, fracción V se establece que cuando un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional incluya un área natural protegida, competencia de la federación, o parte de ella, el programa será elaborado y aprobado en forma conjunta por la Secretaría y los gobiernos de los estados, de la Ciudad de México y de los municipios, según corresponda.

Otros preceptos legales indispensables, los encontramos en el *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*, en sus artículos 6, 7, 8, 9 y 58 que establecen las bases para la instrumentación de procesos de ordenamiento ecológico dinámicos, sistemáticos y transparentes que sean creados a partir de bases metodológicas rigurosas y que se



instrumenten mediante la coordinación entre distintas dependencias de la administración pública de los tres órdenes de gobierno que deseen participar en los procesos respectivos.

### **Fundamentación desde el ámbito jurídico local**

Por su parte, en el ámbito de las entidades federativas en la *Ley de Protección al Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible del Estado de Tlaxcala* establece en su artículo 50 que el gobierno del estado, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, podrá elaborar y expedir programas de ordenamiento ecológico regional, cuando éste abarque dos o más municipios, debiendo celebrar para tal efecto los acuerdos o convenios de coordinación procedentes con los ayuntamientos de los municipios involucrados, asimismo, en su artículo 45 párrafo segundo reconoce que los gobiernos municipales podrán participar en las consultas y emitir recomendaciones para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y del ordenamiento ecológico regional.

En tanto, la fracción IV y X del artículo 1 y 9 de la *Ley para la Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla*, determina el ordenamiento ecológico estatal en congruencia con el general formulado por la federación y definir los programas de ordenamiento ecológico.

### **1.2.1 Marco Jurídico Internacional**

#### *1.2.1.1. Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948)*

Adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 10 de diciembre de 1948, inicialmente como un documento no vinculante y formalizada treinta años después, logró consolidarse como Carta Internacional de Derechos Humanos a partir de los Pactos Internacionales en la materia, con lo cual fue establecida su obligatoriedad para los Estados Parte, cuyos preceptos han sido incorporados por numerosos países como parte de su marco jurídico nacional. Hoy, este documento sigue siendo la base para crear leyes y otras normas nacionales e internacionales para proteger los derechos humanos.

De esta declaración, se retoman los siguientes artículos:

- Artículo 3. Establece que todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad.
- Artículo 22. Ordena que toda persona, en tanto sea miembro de la sociedad, debe ver satisfechos sus derechos económicos, sociales y culturales.





- Artículo 25. Declara el derecho de las personas a la salud y a un nivel de vida adecuado que le asegure bienestar.
- Artículo 28. Proclama el derecho al establecimiento de un orden social e internacional en el que todos los derechos se hagan plenamente efectivos.

*1.2.1.2 Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia Contra la Mujer “Convención de Belem Do Pará”.*

De esta declaración, se retoman los siguientes artículos:

- Artículo 1. Que explica que se entiende por violencia contra la mujer a cualquier acción o conducta, basada en su género, que cause muerte, daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico a la mujer, tanto en el ámbito público como en el privado.
- Artículo 3. Indica que toda mujer tiene derecho a una vida libre de violencia, tanto en el ámbito público como en el privado.
- Artículo 4. Toda mujer tiene derecho al reconocimiento, goce, ejercicio y protección de todos los derechos humanos y a las libertades consagradas por los instrumentos regionales e internacionales sobre derechos humanos. Estos derechos comprenden, entre otros:
  - a. El derecho a que se respete su vida;
  - b. El derecho a que se respete su integridad física, psíquica y moral;
  - c. El derecho a la libertad y a la seguridad personales;
  - d. El derecho a no ser sometida a torturas;
  - e. El derecho a que se respete la dignidad inherente a su persona y que se proteja a su familia;
  - f. El derecho a igualdad de protección ante la ley y de la ley;
  - g. El derecho a un recurso sencillo y rápido ante los tribunales competentes, que la ampare contra actos que violen sus derechos;
  - h. El derecho a libertad de asociación;
  - i. El derecho a libertad de asociación;
  - j. El derecho a la libertad de profesar la religión y las creencias propias dentro de la ley, y
  - k. El derecho a tener igualdad de acceso a las funciones públicas de su país y a participar en los asuntos públicos, incluyendo la toma de decisiones.
- Artículo 5. Toda mujer podrá ejercer libre y plenamente sus derechos civiles, políticos, económicos, sociales y culturales y contará con la total protección de



esos derechos consagrados en los instrumentos regionales e internacionales sobre derechos humanos. Los Estados Parte reconocen que la violencia contra la mujer impide y anula el ejercicio de esos derechos.

- Artículo 6. El derecho de toda mujer a una vida libre de violencia incluye, entre otros:
  - a. El derecho de la mujer a ser libre de toda forma de discriminación, y
  - b. El derecho de la mujer a ser valorada y educada libre de patrones estereotipados de comportamiento y prácticas sociales y culturales basadas en conceptos de inferioridad o subordinación.

## **1.2.2 Marco Jurídico Federal**

### *1.2.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917, última reforma publicada DOF 22-03-2024)*

La ley suprema y vinculante a la que se subordina la legislación federal, estatal y municipal es la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (CPEUM). Para efectos de este proyecto, es el soporte en materia de planeación y ordenamiento ecológico, como se señala a continuación a través de los siguientes artículos:

- *Artículo 1.* Señala que en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los Tratados Internacionales de los que México sea parte. También refiere a la obligación de todas las autoridades para promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de acuerdo con los principios de universalidad, independencia, indivisibilidad y progresividad.
- *Artículo 2.* Declara que la Nación Mexicana es única e indivisible; no obstante, reconoce que “La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas, los cuales conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas”. En este Artículo también se refiere a que los pueblos indígenas forman una unidad social, económica y cultural, que reconocen autoridades propias con base en sus usos y costumbres.
  - Apartado A. Reconoce el derecho que tienen los pueblos y comunidades indígenas a la libre determinación y autonomía para decidir sobre su



organización social, económica, política y cultural, aplicar sus propios sistemas normativos y elegir a sus propias autoridades en función de sus sistemas establecidos, preservar y enriquecer sus lenguas, mejorar su hábitat y preservar la integridad de sus tierras, acceder a las formas y modalidades de propiedad y tenencia de la tierra establecidas en la Constitución y leyes respectivas, elegir a su representante en el Ayuntamiento correspondiente, acceder a la jurisdicción del Estado para lo cual tendrán el derecho en todo momento a ser asistidos por intérpretes y defensores que conozcan su lengua y su cultura.

- Apartado B. Prescribe para los tres órdenes de gobierno, establecer las instituciones, así como las políticas necesarias para garantizar los derechos de los pueblos indígenas y que éstas deberán ser diseñadas y operadas de forma conjunta.
- *Artículo 4, Párrafo quinto.* Refiere a que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Asimismo, señala que el Estado garantizará el respeto a este derecho y que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.
- *Artículos 25.* Señala que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Asimismo, el párrafo sexto indica que el Estado podrá participar por sí o con los sectores social y privado para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.
- *Artículo 26.* Refiere que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación, así como un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.
- *Artículo 27.* Establece que la propiedad de las tierras y aguas corresponde originalmente a la nación, la que tendrá el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo así la propiedad privada. Asimismo, define la correspondencia de la nación sobre el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, regular en beneficio social el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación en aras de lograr una distribución equitativa de la riqueza, el desarrollo equilibrado y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población tanto rural como urbana. Además, señala que para ello se establecerán las medidas para ordenar los





asentamientos humanos, las adecuadas provisiones de usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

- Artículo 73, Fracción XXIX-G. faculta al Congreso de la Unión en el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales, y para expedir leyes que establezcan la concurrencia de los gobiernos federal, estatal y municipal en el ámbito de sus competencias en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.
- Artículo 115. Consagra la autonomía municipal y asegura las facultades de los ayuntamientos para aprobar y administrar la zonificación y planes de ordenamiento territorial.

*1.2.2.2. Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (H. Congreso de la Unión, 2018. Última reforma publicada DOF-29-12-2023)*

La Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, abrogó la Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas la cual había sido creada en 2003 abrogando a su vez a la Ley de Creación del Instituto Nacional Indigenista de 1948. Sobre esa base, el actual Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) creado como un organismo descentralizado, no sectorizado, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía operativa para “garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicanos, así como su desarrollo integral y sostenible, además del fortalecimiento de sus culturas e identidades, de conformidad con lo dispuesto en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* y en los instrumentos jurídicos internacionales en los que el país es parte” (INPI, 2024).

Entre las atribuciones vinculadas de esta ley y el instituto citado con el ordenamiento ecológico del territorio, en su Artículo 4 se encuentra lo siguiente:

- Definir los lineamientos normativos de las políticas públicas relacionadas con los pueblos indígenas y afromexicano (Fracción I);
- Aprobar y participar juntamente con las instancias competentes en la formulación, ejecución y evaluación de los planes, programas y proyectos que se realicen en los que deberá garantizarse, además de la transversalidad institucional, la interculturalidad y la pertinencia, económica, social, cultural, lingüística y de género (Fracción II);



- Realizar acciones de colaboración y coordinación, de diálogo y de concertación en la implementación de las políticas, planes, programas y proyectos;
- Establecer las políticas, programas y acciones para el desarrollo integral y sostenible de los pueblos indígenas (Fracción XII);
- Apoyar los procesos de protección y conservación de las tierras, territorios, bienes y recursos naturales de los pueblos indígenas (Fracción XV).

Particularmente es importante lo señalado en la Fracción XVI que a letra dice: “Promover e instrumentar las medidas pertinentes, en coordinación con las instancias competentes, los pueblos indígenas y afromexicanos, para la conservación y protección de la integridad de la biodiversidad y el medio ambiente de dichos pueblos, a fin de generar y mantener modos de vida sostenibles y hacer frente a las consecuencias adversas del cambio climático”. Instrumentar, promover y ejecutar, en coordinación con las autoridades competentes las medidas necesarias para el fortalecimiento de su gobernanza, organización regional y capacidad económica productiva; fungir como órgano técnico en los procesos de consulta, en los casos relacionados con la creación de medidas legislativas o administrativas del orden federal y que puedan afectar a los pueblos indígenas (Fracción XXIII).

Las asesorías y apoyos se brindarán también a los estados, municipios y organizaciones de los sectores social y privado, que lo soliciten (Fracción XXIV); participar juntamente con los pueblos indígenas en la elaboración, seguimiento y evaluación de los Planes Integrales de Desarrollo Regional de los Pueblos Indígenas (Fracción XXVI). Uno de los principios fundamentales que regirá el ejercicio de sus atribuciones lo encontramos en la Fracción VII, Artículo 6 de la Ley por virtud; en la cual el Instituto deberá garantizar el derecho a la consulta y al consentimiento libre, previo e informado, cuando el ejecutivo federal promueva reformas legislativas o administrativas que puedan afectarles.

*1.2.2.3. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (H. Congreso de la Unión, 1976. Última reforma publicada DOF 01-04-2024)*

La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, establece las bases de la organización de la Administración Pública Federal, centralizada y paraestatal (Artículo 1). Por su parte, el Artículo 32 Bis señala que corresponderá a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) fomentar la protección, restauración, preservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales que garanticen un medio ambiente sano. Asimismo, en la Fracción X del mismo Artículo, se expone la facultad de la secretaria en cuestión para



promover el Ordenamiento Ecológico en el territorio nacional, en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, y con la participación de particulares, incluida la sociedad civil organizada.

*1.2.2.4. Ley de Planeación (H. Congreso de la Unión, 1983. Última reforma publicada DOF-08-05-2023)*

Conforme a su Artículo 1, Fracción I, esta Ley de Planeación, publicada en mayo del 2023, tiene por objeto establecer las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la Planeación Nacional del Desarrollo y encauzar, en función de ésta, las actividades de la administración Pública Federal que deberán sustentarse sobre la base del desarrollo equitativo, incluyente, integral, sustentable y sostenible del país, con perspectiva de interculturalidad y de género, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales, ambientales y económicos contenidos en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (artículos 1, 2, 3, 4, 13, 21 y 34).

Esta Ley en sus artículos 3 y 9, determina que la planeación nacional del desarrollo consiste en la ordenación racional y sistemática de acciones que, con base en el ejercicio de las atribuciones del ejecutivo federal en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, pretende transformar la realidad del país, según las normas, principios, objetivos de la Constitución Federal y las leyes; por lo que, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán planear y conducir sus actividades.

La Ley, en sus artículos 33 y 34, faculta al ejecutivo federal para que los gobiernos de las entidades federativas participen en la planeación nacional del desarrollo y coadyuven, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, a lograr sus objetivos; en tanto que en sus artículos 37 y 38 establece facultades para que el ejecutivo federal, concrete acciones con representantes de grupos sociales o particulares para realizar acciones que contribuyan al cumplimiento de las metas contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

*1.2.2.5. Ley General de Bienes Nacionales (H. Congreso de la Unión, 2004. Última reforma publicada DOF 03-05-2023)*

El ejecutivo federal, a través de la SEMARNAT, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la Zona Federal Marítimo Terrestre y los terrenos ganados al mar, estableciendo las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de





desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, además de evaluar el cumplimiento de los compromisos que se asuman en los convenios o acuerdos de coordinación (Artículos 120 y 121).

*1.2.2.6. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (H. Congreso de la Unión, 1988. Última reforma publicada DOF-01-04-2024)*

El Artículo 2º considera de utilidad pública el ordenamiento ecológico del territorio nacional. Asimismo, en el Artículo 3, Fracción XXIV, nos dice que el ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento.

El Artículo 15, Fracción IX, señala que la coordinación entre las dependencias y entidades de la Administración Pública y los distintos niveles de gobierno y la concertación con la sociedad son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas.

A su vez, el Artículo 17 prescribe que, en la planeación nacional del desarrollo se deberá incorporar la política ambiental y el ordenamiento ecológico; esta, será conforme a sus respectivas esferas de competencia, así como en el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieran al gobierno federal para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y en general inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, mismos, que observarán los lineamientos de política ambiental.

Para el caso del Artículo 19, señala los criterios para formular el ordenamiento ecológico, que son: la naturaleza y características de los ecosistemas, la vocación de cada zona, los desequilibrios en los ecosistemas por asentamientos humanos, vías de comunicación u otras, el equilibrio que debe existir entre asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, lo establecido en los decretos para las áreas naturales protegidas y sus programas de manejo; en tanto que el 19 Bis establece que el ordenamiento ecológico se realizará mediante programas específicos: generales de territorio, locales y marinos.

El Artículo 20 Bis, señala que la formulación, expedición, ejecución y evaluación se llevará a cabo de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Planeación y que la Secretaría



deberá promover la participación de grupos y organizaciones sociales, empresariales, instituciones académicas y de investigación y demás personas interesadas.

El Artículo 20 Bis 1 establece que los programas de Ordenamiento Ecológico Regional y Ordenamiento Ecológico Local contarán con Comités de Ordenamiento Ecológico Territorial como órganos de participación social, de concertación, colaboración, transparencia y rendición de cuentas. Estos Comités deberán ajustarse a lo que se determine en los convenios de coordinación y concertación respectivos, asimismo, participarán en la vinculación del Programa con otras políticas públicas, planes, programas y presupuestos de las autoridades ejecutivas en la materia.

Para el caso del presente Programa y en sintonía con el Artículo 20 Bis 2, cuando una región ecológica se ubique en el territorio de dos o más entidades federativas, el gobierno federal, el de las entidades federativas y municipios podrán formular un programa de ordenamiento ecológico regional. Asimismo, establece que para el caso de que se incluya un Área Natural Protegida o parte de ella, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional deberá ser elaborado y aprobado conjuntamente por la Secretaría y los gobiernos de las entidades federativas y municipios previa opinión del Comité de Ordenamiento Ecológico respectivo.

El Artículo 20 Bis 3 establece cuáles deberán ser los contenidos mínimos del Programas de Ordenamiento Ecológico Regional, a saber: I. La determinación del área o región a ordenar y describir sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos; el diagnóstico de sus condiciones ambientales y las tecnologías utilizadas por los habitantes del área; II. La determinación de los Criterios de Regulación Ecológica, así como para la realización de actividades productivas y la ubicación de asentamientos humanos; y. III. Los lineamientos para su ejecución, evaluación, seguimiento y modificación.

Por otra parte, el Artículo 20 Bis 8 establece que corresponde a la SEMARNAT promover el proceso de consulta previa, libre e informada, así como la participación de las comunidades indígenas y afromexicanas, las equiparables, las de los propietarios y poseedores de la tierra, en los procesos de elaboración, observancia, revisión y modificación de los ordenamientos ecológicos territoriales, regionales y locales.



1.2.2.7. *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (H. Congreso de la Unión, 2003. Última reforma publicada DOF 31-10-2014)*

El Artículo 1º del *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*, señala que su objeto es reglamentar las disposiciones de la Ley en materia de ordenamiento ecológico de competencia federal y establecer las bases que deberán regir su actuación en la formulación, aplicación, expedición, ejecución y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en coordinación con las dependencias y entidades federativas; la participación del gobierno federal en la formulación de los programas de ordenamiento ecológico de regiones que se ubiquen en el territorio de dos o más entidades federativas; en la elaboración y aprobación de los programas de ordenamiento ecológico local y, la definición de un proceso de ordenamiento ecológico para la formulación de los programas respectivos, entre otros. Su aplicación compete a la SEMARNAT (art.2º).

El Artículo 4 establece las competencias de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, entre las cuales se encuentran: I. Establecer políticas, criterios, mecanismos, lineamientos ecológicos, estrategias ecológicas e instrumentos de coordinación y concertación con personas, organizaciones e instituciones de los sectores público, privado y social para la realización de acciones, programas y proyectos sectoriales dentro del proceso de ordenamiento ecológico; V. Participar en la formulación de los programas de ordenamiento ecológico de regiones ubicadas en el territorio de dos o más entidades federativas; evaluar técnicamente los programas de ordenamientos ecológico regionales y locales expedidos por los gobiernos de los estados y sus municipios; XI. Celebrar convenios de coordinación con los gobiernos de los estados con la participación que corresponda a sus municipios; XII. Celebrar convenios de concertación con personas, organizaciones, grupos e instituciones de los sectores privado y social para realizar acciones conjuntas en materia de ordenamiento ecológico; XIV. Establecer los procedimientos e instrumentos que promuevan la participación social en el proceso de ordenamiento ecológico.

El ordenamiento ecológico según el Artículo 6o, deberá hacerse mediante un proceso de planeación y promover: I. Mecanismos de coordinación entre los tres niveles de gobierno; II. La participación social corresponsable; III. La transparencia del proceso; IV. Rigor metodológico de los procesos de obtención de información, análisis y generación





de resultados; V. Instrumentación de procesos sistemáticos que permitan la verificación de resultados en cada etapa del proceso de ordenamiento ecológico; VI. Generación de indicadores ambientales que permitan la evaluación continua; VII. Asignación de lineamientos y estrategias con base en la información disponible; VIII. Establecimiento de un sistema de monitoreo del programa; y, IX. La permanencia o modificación de lineamientos y estrategias a partir del monitoreo.

Conforme al Artículo 7º, el ordenamiento ecológico de competencia federal deberá tener como resultado: I. Convenios de coordinación con dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes para realizar acciones que incidan en el área de estudio o, con las entidades federativas y sus municipios del área de estudio; II. Programas de ordenamiento ecológico que contengan este modelo con la regionalización o zonas ecológicas y los lineamientos ecológicos aplicables a la zona de estudio, así como las estrategias ecológicas aplicables al modelo de ordenamientos ecológico y III. La bitácora ambiental.

La Secretaría promoverá la suscripción de los convenios de coordinación o la actualización de los ya existentes como fundamento de algún programa de ordenamiento ecológico vigente; para su adecuación al Reglamento deberán contener las bases para determinar el área de estudio; los lineamientos, criterios y estrategias para instrumentar el proceso de ordenamiento ecológico; la identificación y designación de las autoridades e instituciones que llevarán a cabo las acciones que resulten; la integración del órgano que dará seguimiento al proceso; las acciones iniciales que deba realizar cada parte; los productos a obtener como resultado del proceso ecológico; sus anexos; las sanciones y responsabilidades para las partes en caso de incumplimiento; y, las demás que se consideren necesarias por las partes (Artículo 8º).

El Artículo 9º señala las materias que abarcarán los anexos de los convenios y el 10º señala que deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación y, en su caso, en el órgano de difusión oficial de las entidades federativas involucradas. Los registros del avance del ordenamiento ecológico se llevarán a cabo en una bitácora ambiental cuyo objeto es proporcionar información actualizada del proceso; ser un instrumento para la evaluación del cumplimiento de los acuerdos asumidos en el proceso y del cumplimiento y efectividad de los lineamientos y estrategias ecológicas; fomentar el acceso a la información y, promover la participación social corresponsable (Artículo 13).

La cartografía, bases de datos y documentos que formen parte de la bitácora ambiental, deberán apegarse a los formatos y estándares que establezca la Secretaría



(Artículo 15). El Artículo 16 señala cuál será el objeto de los indicadores y el 17 establece que la Secretaría promoverá el acceso a la información y la participación social corresponsable en cada etapa del proceso de ordenamiento ecológico.

Conforme al Artículo 39 corresponderá a la SEMARNAT promover y gestionar, en el ámbito de su competencia, la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional que se determinen como parte de las estrategias ecológicas del programa de ordenamiento ecológico general del territorio.

El Artículo 40 se refiere a las acciones que la Secretaría promoverá en la formulación de los programas de ordenamiento ecológico regional: I. Identificar las actividades sectoriales y los posibles conflictos relacionados con la oferta y demanda de recursos naturales; mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, y la protección y conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad; II. Identificar las zonas con conflictos ambientales a resolverse con la aplicación de las estrategias definidas en el programa de ordenamiento ecológico y, generar un modelo de ordenamiento ecológico que maximice el consenso entre los sectores; minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo sustentable en la región. Los estudios técnicos para la realización de los programas de ordenamiento ecológico regional deberán realizarse a través de las etapas de caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta (Artículo 41).

El Artículo 42 establece que la etapa de caracterización tendrá por objeto describir el estado de los componentes natural, social y económico del área de estudio y qué acciones deberá considerar.

En tanto que el Artículo 43 establece que la etapa de diagnóstico tendrá por objeto identificar y analizar los conflictos ambientales en el área de estudio y que acciones considerar

El Artículo 44 establece que la etapa de pronóstico tendrá por objeto examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas.

Mientras que el Artículo 45 establece que la etapa de propuesta tendrá por objeto generar el modelo de ordenamiento ecológico del territorio, en el cual se incluirán los lineamientos y estrategias ecológicas.

El Artículo 48 prevé los casos en los que la Secretaría promoverá la modificación de los programas de ordenamientos ecológicos: I. Cuando los lineamientos o estrategias ecológicas ya no resulten necesarios o adecuados para la disminución de conflictos



ambientales; II. Las perturbaciones en los ecosistemas causadas por fenómenos físicos o meteorológicos que se traduzcan en contingencias ambientales significativas y pongan en riesgo el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes o servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad y; III. Los que incluyan UGA, criterios, lineamientos, directrices o cualquier otra previsión relacionada con la industria de hidrocarburos o las actividades a que se refiere el Artículo 3º, fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos.

De acuerdo con el Artículo 49, la modificación prevista en la fracción I del Artículo 48 podrá realizarse cuando conlleve la disminución de los impactos ambientales adversos ocasionados por las actividades productivas, los asentamientos humanos y el aprovechamiento de los recursos naturales o cuando ocurra la hipótesis contenida en la fracción III del Artículo antes referido.

Finalmente, el Artículo 50 prescribe que, para llevar a cabo las modificaciones a un programa de ordenamiento ecológico deberán seguirse las mismas reglas y formalidades que para su expedición.

La SEMARNAT proporcionará apoyo técnico a las entidades federativas y sus municipios, en términos de la legislación aplicable, para la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico de su competencia (Artículo 59); La SEMARNAT desarrollará manuales técnicos y programas de cómputo para la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico respectivos (Artículo 60); La SEMARNAT establecerá un sistema regionalizado a través de sus delegaciones federales o coordinaciones regionales para dar apoyo técnico a los gobiernos en la formulación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico respectivos (Artículo 61).

Dentro del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), se desarrollará un Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE) que estará a disposición de los interesados en los términos prescritos por la Ley, y tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información disponible sobre las materias que regula este Reglamento (Artículo 62); La Secretaría promoverá bitácoras ambientales y emitirá lineamientos (Artículos 65 y 66); Para la integración de los comités de ordenamiento ecológico a que se refiere el presente Reglamento, la SEMARNAT promoverá la participación de personas, organizaciones, grupos e instituciones de los sectores público, privado y social, con el fin de lograr la congruencia de planes, programas y acciones sectoriales en el área de estudio, así como





resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable (Artículos 68 a 71); La Procuraduría llevará a cabo la inspección y vigilancia del cumplimiento de los procesos de ordenamiento ecológico, podrá emitir recomendaciones y dictámenes técnicos y a qué podrán referirse éstos (Artículos 72 a 76).

*1.2.2.8. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (H. Congreso de la Unión, 2000b, última reforma publicada DOF 21-05-2014)*

El *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas*, es un ordenamiento que regula el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la federación. El Artículo 81 establece que en las áreas naturales protegidas sólo se podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habiten y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable, la declaratoria respectiva, su programa de manejo, los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.

*1.2.2.9. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (H. Congreso de la Unión, 2000c, última reforma publicada DOF 31-10-2014)*

El *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*, el Artículo 11 fracción II señala que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de un conjunto de obras incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o ecológico sometido a consideración de la SEMARNAT, según el Artículo 22 de este Reglamento.

Asimismo, el Artículo 23 señala que las autoridades competentes de los Estados, del Distrito Federal o de los municipios podrán presentar a la SEMARNAT en los planes o programas parciales de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en los que se prevea la realización de obras o actividades de las incluidas en el Artículo 5o. de este reglamento, para que ésta lleve a cabo la evaluación del impacto ambiental del conjunto de dichas obras o actividades y emita la resolución que corresponda, a través de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, elaborada respecto de la totalidad o de una parte de las obras o actividades contempladas en los planes y programas. Dicha manifestación la presentarán las autoridades locales o municipales.





El Artículo 29, Fracción II, señala que la realización de las obras y actividades referidas en el Artículo 5o del Reglamento, requieren un informe preventivo, cuando estas estén previstas por un plan o programa parcial de desarrollo urbano o ecológico que cuente con autorización de impacto ambiental respecto del conjunto de obras o actividades incluidas en él.

Además, el Artículo, 30 fracción II, inciso b, señala que el informe preventivo deberá contener referencias al plan parcial de desarrollo urbano o ecológico donde se incluye la obra o actividad.

El Artículo 34 prevé que, cuando dos o más obras o actividades se pretendan ubicar o realizar en un parque industrial, o estén previstas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o ecológico autorizado, los informes preventivos de cada una podrán presentarse conjuntamente.

*1.2.2.10. Ley de Aguas Nacionales (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 08-05-2023)*

La *Ley de Aguas Nacionales*, reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control de su calidad para lograr el desarrollo integral sustentable.

En su Artículo 7, fracción II, establece como de utilidad pública la protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional; y la fracción V, el restablecimiento del equilibrio de los ecosistemas vitales vinculados con el agua. Asimismo, el Artículo 7 Bis también declara como de interés público, fracción I, la Cuenca juntamente con los acuíferos como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos y, fracción III la descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos con la participación de los estados y municipios.

En su Artículo 38 establece que: "El Ejecutivo Federal, previos los estudios técnicos que al efecto se elaboren y publiquen, y considerando los programas, nacional hídrico y por cuenca hidrológica y las necesidades del ordenamiento territorial nacional, regional y local, así como lo dispuesto en los artículos 6 y 7 de la presente Ley, podrá decretar el establecimiento de zonas reglamentadas, zonas de veda o declarar la reserva de aguas.

Adicionalmente, el ejecutivo federal podrá declarar zonas de desastre, a aquellas cuencas o regiones hidrológicas que, por sus circunstancias naturales o causadas por el hombre, presenten o puedan presentar riesgos irreversibles a algún ecosistema."



1.2.2.11. *Ley General de Cambio Climático (H. Congreso de la Unión, 2012. Última reforma publicada DOF 01-04-2024)*

La *Ley General de Cambio Climático*, establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático definiendo éste en fracción IV del Artículo 3 como “la variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.”

Los Artículos 7, 8 y 9 establecen las atribuciones de la federación, las entidades federativas y de los municipios, respectivamente. Así, la fracción II, inciso b) del Artículo 9 prescribe que corresponde a los municipios formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el *Plan Nacional de Desarrollo*, la *Estrategia Nacional*, el *Programa Estatal en Materia de Cambio Climático* y con las leyes aplicables, en la materia de ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano.

Además, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) tendrá que coordinar, promover y desarrollar con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la investigación científica y tecnológica relacionada con la política nacional en materia de bioseguridad, desarrollo sustentable, protección del medio ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los ecosistemas y cambio climático; incluyendo el ordenamiento ecológico del territorio (Artículo 22).

La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la *Estrategia Nacional*, el *Programa Especial de Cambio Climático*, la *Política Nacional de Adaptación* y los programas en el ámbito de ordenamiento ecológico del territorio, desplazamiento interno de personas provocado por fenómenos relacionados con el cambio climático, asentamientos humanos y desarrollo urbano (Artículo 28). Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios deberán de implementar las acciones necesarias en adaptación con el *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio* (Artículo transitorio tercero).



1.2.2.12. *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (H. Congreso de la Unión, 2013. Última reforma publicada DOF 20-05-2021)*

La *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*, reglamentaria del Artículo 4º constitucional y tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el Artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

La Fracción II del Artículo 2 define como daño al ambiente "Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitats, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Y el Artículo 6º señala que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la SEMARNAT, o de que; II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

1.2.2.13. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma publicada el 01-04-2024)*

La *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*, tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación,



protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73, fracción XXIX-G de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el Artículo 2o. de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. El Artículo 5 establece que la propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas, personas físicas o morales, la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México que sean propietarios de los terrenos donde aquéllos se ubiquen.

A su vez, el Artículo 7, fracción LXXI, define como terreno forestal aquel que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales. Según la *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*, no considera terreno forestal los ubicados al interior de los centros de población, excepto las áreas naturales protegidas. El Artículo 20, fracción VI, le confiere a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) las atribuciones que sean necesarias para poder cumplir con su objeto. Entre estas, elaborar, integrar, organizar y mantener actualizada la zonificación de los terrenos forestales con base en el ordenamiento ecológico del territorio y en los criterios, metodología y procedimientos que establezca la SEMARNAT.

A su vez, el Artículo 47 señala que los datos comprendidos en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos serán la base para la integración de la zonificación forestal, la ordenación forestal y el ordenamiento ecológico del territorio. Además, la CONAFOR deberá llevar a cabo la zonificación para efectos de planeación, con base en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos y en los programas de ordenamiento ecológico según establece el Artículo 49.

Según el Artículo 93, la SEMARNAT autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal correspondiente y con base en los estudios técnicos justificativos establecidos en el Reglamento, que demuestran que la biodiversidad de los ecosistemas afectados se mantendrá, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua





o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Sin embargo, las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

*1.2.2.14. Ley General de Vida Silvestre (H. Congreso de la Unión, 2000. Última reforma publicada DOF 20-05-2021)*

La *Ley General de Vida Silvestre*, establece la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos estatales y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat, mientras que el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

La Fracción XLIX del Artículo 3 define como vida silvestre a aquellos organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales. Mientras que el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

*1.2.2.15. Ley de Desarrollo Rural Sustentable (H. Congreso de la Unión, 2001. Última reforma publicada DOF 07-06-2024)*

La *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, es reglamentaria de la fracción XX del Artículo 27 Constitucional. De acuerdo con su Artículo 2o, son sujetos de dicha Ley, los ejidos, comunidades y asociaciones nacionales, estatales, regionales, distritales, municipales o comunitarios de productores del medio rural y toda persona física o moral que realice actividades en el medio rural.



En el Artículo 4º señala que para lograr el desarrollo rural sustentable deberá impulsarse un proceso de transformación social y económica que reconozca la vulnerabilidad del sector.

El Artículo 5o establece que el Estado, mediante el gobierno federal y en coordinación con los gobiernos federativos y municipales, impulsará políticas, acciones y programas rurales prioritarios para el desarrollo del país. Igualmente establece los objetivos a los que estarán orientadas todas las anteriores.

El Artículo 7o estipula que, para impulsar el desarrollo rural sustentable, el Estado deberá promover la capitalización del sector mediante apoyos directos a los productores que les permitan invertir para aumentar la eficiencia de sus unidades de producción, mejorar sus ingresos y fortalecer su competitividad, además de obras de infraestructura básica y productiva.

Relevancia particular reviste el Programa Especial Concurrente que planteará la Comisión Intersecretarial al ejecutivo federal, en el que propondrá acciones en materias específicas, como actividades económicas rurales, educación para el desarrollo rural sustentable, salud y alimentación, vivienda, combate a la pobreza y la marginación rural, cuidado al medio rural, impulso a la cultura y desarrollo de las formas específicas de organización social y capacidad productiva de los pueblos indígenas, especialmente para integrarse al desarrollo rural sustentable de la Nación. Este Programa Especial deberá ser aprobado por el presidente de la República dentro de los seis meses posteriores a la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo (Artículos 15 y 16).

*1.2.2.16. Ley de Expropiación (H. Congreso de la Unión, 1936. Última reforma publicada DOF 27-01-2012)*

*La Ley de Expropiación, establece las causas de utilidad pública y regula los procedimientos, modalidades y ejecución de las expropiaciones. Establece como causa de utilidad pública la defensa, conservación, desarrollo o aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de explotación (Artículo 1, fracción VII).*

*1.2.2.17. Ley Agraria (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 01-04-2024)*

*La Ley Agraria, es reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia agraria, prevé en su Artículo 4, que corresponderá al ejecutivo federal, promover el desarrollo integral y equitativo del sector rural mediante el fomento de las actividades productivas y de las acciones sociales para elevar el bienestar de la población y su participación en la*



vida nacional; en el Artículo 5 señala que las dependencias y entidades de la Administración pública deberán fomentar el cuidado y conservación de los recursos naturales y promover el aprovechamiento racional y sostenido para preservar el equilibrio ecológico, propiciar el mejoramiento de las condiciones de producción.

El Artículo 9 otorga a los ejidos la personalidad jurídica y patrimonio propio y señala que poseen las tierras dotadas o las que hubieren adquirido por cualquier otro título.

El Artículo 93, fracción II, establece que los bienes ejidales y comunales podrán expropiarse por causas de utilidad pública, como ordenamiento urbano y ecológico, creación y ampliación de reservas territoriales y áreas para el desarrollo urbano, vivienda, industria y turismo; realizar acciones para promover y ordenar el desarrollo y conservación de los recursos agropecuarios, forestales y pesqueros (fracción III); y regularización de la tenencia de tierra urbana y rural (fracción V), entre otras.

*1.2.2.18. Ley General de Desarrollo Social (H. Congreso de la Unión, 2004. Última reforma publicada DOF 01-04-2024)*

De acuerdo a la *Ley General de Desarrollo Social*, la planeación del desarrollo social incluirá los programas municipales; planes y programas estatales; programas institucionales, regionales y especiales; el Programa Nacional de Desarrollo Social; y el Plan Nacional de Desarrollo (Artículo 13); A su vez el Artículo 38 establece que el Sistema Nacional de Desarrollo Social es un mecanismo permanente de concurrencia, colaboración, coordinación y concertación de los gobiernos federal, de las entidades federativas y de los municipios, así como los sectores social y privado, que tiene por objeto, entre otros, promover la concurrencia, vinculación y congruencia de los programas, acciones e inversiones de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, con los objetivos, estrategias y prioridades de la Política Nacional de Desarrollo Social (fracción III).

Asimismo, el segundo párrafo del Artículo 39 establece que la planeación deberá ser congruente, objetiva y participativa.

*1.2.2.19. Ley de Comercio Exterior (H. Congreso de la Unión, 1993. Última reforma publicada DOF 21-12-2006)*

El objetivo de la *Ley de Comercio Exterior* es regular y promover el comercio exterior, incrementar la competitividad de la economía nacional, propiciar el uso eficiente de los recursos productivos del país, integrar adecuadamente la economía mexicana con



la internacional, defender la planta productiva de prácticas desleales del comercio internacional y contribuir a la elevación del bienestar de la población (Artículo 1).

1.2.2.20. *Ley General de Turismo (H. Congreso de la Unión, 2009. Última reforma publicada DOF 01-04-2024)*

En el Artículo 1º de la *Ley General de Turismo* se señala que “La materia turística comprende los procesos que se derivan de las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias temporales en lugares distintos a los de su entorno habitual, con fines de ocio y otros motivos. Los procesos que se generan por la materia turística son una actividad prioritaria nacional que, bajo el enfoque social y económico, genera desarrollo regional.”

Por su parte, el Artículo 2º establece cuál es el objeto de la Ley, señalando en su fracción I establecer las bases generales de coordinación de las facultades concurrentes entre el ejecutivo federal, estados, municipios y la Ciudad de México, así como la participación del sector social y privado. Asimismo, la fracción II, establece las bases para la política, planeación y programación en todo el territorio nacional de la actividad turística, bajo criterios de beneficio social, sustentabilidad, competitividad y desarrollo equilibrado de los Estados, Municipios y la Ciudad de México, a corto, mediano y largo plazo y, la fracción III señala: “Determinar los mecanismos para la conservación, mejoramiento, protección, promoción y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos nacionales, preservando el patrimonio natural, cultural y el equilibrio ecológico con base en los criterios determinados por las leyes en la materia, así como contribuir a la creación o desarrollo de nuevos atractivos turísticos, en apego al marco jurídico vigente.”

El Artículo 4 establece entre las facultades del ejecutivo federal que se ejercen a través de la Secretaría de Turismo es de coadyuvar en la aplicación de instrumentos de política ambiental y cambio climático, en materia de turismo.

El Artículo 5 establece que el ejecutivo federal, por conducto de la Secretaría de Turismo, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los estados, los municipios, y la Ciudad de México, colaboren en la administración y supervisión de las zonas de desarrollo turístico sustentable, conforme a lo establecido por esta Ley y los programas de ordenamiento turístico del territorio (Fracción I).

El Artículo 7, establece las atribuciones de la Secretaría de Turismo, entre las que destaca la fracción V, que establece coordinar con la SEMARNAT, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, la instrumentación de los programas y medidas para la





preservación de los recursos naturales, prevención de la contaminación, para la ordenación y limpieza de las playas, para promover el turismo de naturaleza y el de bajo impacto, así como para el mejoramiento ambiental de las actividades e instalaciones turísticas.

El Artículo 9 a su vez, señala las atribuciones de los estados y la Ciudad de México y el 10 estipula que corresponde a los municipios. Según el Artículo 10, los municipios deben formular, conducir y evaluar la política turística municipal y aplicar los instrumentos que les atribuyan las leyes locales.

En cuanto al Programa Sectorial de Turismo, el Artículo 22 estipula que podrá contener, entre otros elementos metodológicos de la planificación, un diagnóstico y un pronóstico de la situación del turismo en el país, el ordenamiento turístico del territorio, y las políticas, objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo de esta actividad, observando los instrumentos jurídicos, administrativos y de política económica aplicables; el Artículo 23 prescribe los criterios que habrá que seguir en la formulación del ordenamiento turístico del territorio, entre los que hay ecológicos.

El Artículo 24 especifica que el *Programa de Ordenamiento Turístico General del Territorio* lo formulará la Secretaría de Turismo con la intervención de las dependencias federales y de las autoridades locales y municipales, en el ámbito de sus atribuciones. Establece, además, el objeto del programa. La integración, expedición, ejecución y evaluación del ordenamiento turístico general del territorio se llevará a cabo de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y su Reglamento, la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, la *Ley General de Asentamientos Humanos* y demás disposiciones legales aplicables (Artículo 25).

El Artículo 28 señala que corresponderá a las autoridades de los Estados y de la Ciudad de México, con la participación de los Municipios, expedir los programas de ordenamiento turístico local cuyo objeto, entre otros, será determinar el área a ordenar, describiendo sus recursos turísticos; incluyendo un análisis de riesgos de las mismas, así como proponer los criterios para la determinación de planes o programas de desarrollo urbano, así como el uso del suelo a fin de preservar los recursos naturales y aprovechar de la mejor forma los recursos turísticos.

Finalmente, el artículo 29 señala que los procedimientos bajo los cuales serán formulados, aprobados, expedidos, evaluados y modificados los programas de ordenamiento turístico local, serán determinados por las leyes de los estados y de la Ciudad de México en la materia. Las autoridades locales harán compatibles sus



ordenamientos turísticos del territorio, con los ordenamientos ecológicos del territorio, y sus planes o programas de desarrollo urbano y uso del suelo.

*1.2.2.21. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (H. Congreso de la Unión, 1972. Última reforma publicada DOF 16-02-2018)*

Según la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, es de utilidad pública, la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos (Artículo 2).

El Artículo 3 señala que la aplicación de esta Ley corresponde a: el Presidente de la Republica; el Secretario de Cultura; el Secretario de Patrimonio Nacional; el Instituto Nacional de Antropología e Historia; el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura; y Las demás autoridades y dependencias federales, en los casos de su competencia.

Por su parte el artículo 34 refiere la creación de la Comisión Nacional de Zonas y Monumentos Artísticos, misma, que tendrá por objeto dar su opinión a la autoridad competente sobre la expedición de declaratorias de monumentos artísticos y de zonas de monumentos artísticos y se conformará por El Director General del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (quien la presidirá); un representante de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; un representante de la Universidad Nacional Autónoma de México; y tres personas, vinculadas con el arte, designadas por el Director General del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura,<sup>1</sup>3.2.22. Ley General de Protección Civil (H. Congreso de la Unión, 2012. Última reforma publicada DOF 03-06-2014)

La Ley General de Protección Civil, pretende establecer las bases de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno en protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos que establece, entendiéndose como protección civil a la acción solidaria y participativa, que considerando los riesgos de origen natural o antrópico y los efectos adversos de los agentes perturbadores, prevé la coordinación y concertación de los sectores público, privado y social en el sistema nacional, para crear disposiciones, planes, programas, estrategias, mecanismos y recursos para que se responsablemente, y privilegiando la Gestión Integral de Riesgos y la planta.



1.2.2.3. *Ley de Vías Generales de Comunicación (H. Congreso de la Unión, 1940. Última reforma publicada DOF 03-05-2023)*

El Artículo 45 de la Ley de Vías Generales de Comunicación determina que para realizar corte de árboles, desmontes, rozas, quemas, en las fajas colindantes con los caminos, vías férreas, líneas telegráficas, telefónicas, aeródromos, ríos y canales navegables y flotables, en una extensión de un kilómetro a cada lado del límite del derecho de vía o de los márgenes de los ríos y canales, las empresas de vías generales de comunicación necesitarán, además de llenar los requisitos que establezcan las leyes y reglamentos forestales respectivos, la autorización expresa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Por otra parte, las empresas que exploten comunicaciones eléctricas tendrán derecho para desramar los árboles indispensables para evitar que se perjudiquen sus líneas sin necesidad de llenar requisito alguno.

1.2.2.4. *Ley de Minería (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 8-05-2023)*

El Artículo 2 de la *Ley de Minería* prevé las acciones que estarán sujetas a esta Ley, tales como la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas y el Artículo 7 establece entre las atribuciones de la Secretaría de Economía la de participar con las dependencias competentes en la elaboración de las normas oficiales mexicanas y las normas mexicanas relativas a la industria minero-metalúrgica en materia de higiene y seguridad en las minas, salud ocupacional y de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

1.2.2.5. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión, 2003. Última reforma publicada DOF 08-05-2023)*

El Artículo 1 de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, reglamenta las disposiciones de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, asimismo, establece las bases para





aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos (Fracción I); determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana (Fracción II) y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX-G de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (Fracción III).

El Artículo 2 establece que en la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los principios que la misma Ley consagra en las fracciones de la I a la XII. Por tanto, la selección de sitios para la disposición final de residuos se ajustará a las normas mexicanas y a los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano (Fracción IX).

Los Artículos 7, 8, 9 y 10 establecen las competencias de la Federación, las entidades federativas y los municipios en materia de manejo integral. El Artículo 65 establece que las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos deberán tener las características necesarias para prevenir y reducir la migración de los residuos fuera de las celdas, según lo que establezca el Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables. Además, determina la distancia mínima de las instalaciones para el confinamiento de residuos peligrosos, con respecto a los centros de población iguales o mayores a mil habitantes. Según el último censo de población, deberá ser no menor a cinco kilómetros y al establecer su ubicación se considerará el ordenamiento ecológico del territorio y los planes de desarrollo urbanos aplicables.

De acuerdo con el Artículo 79, la regulación del uso del suelo y los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, deberán ser considerados al determinar el grado de remediación de sitios contaminados con residuos peligrosos, con base en los riesgos que deberán evitarse. Los municipios deben regular los usos del suelo según los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los que se establecerán los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, según





las normas oficiales mexicanas que establecen los términos a los que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, diseño, construcción y operación de las instalaciones para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados (Artículo 97).

*1.2.2.26. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (H. Congreso de la Unión, 2004. Última reforma publicada DOF 31-10-2014)*

Según el Artículo 1o, del *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*, el objeto de este ordenamiento es reglamentar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* para registrar emisiones y transferencia de contaminantes. Su aplicación le corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con excepción de las actividades, obras e instalaciones del sector de hidrocarburos que la inspección, vigilancia y sanción le corresponderá a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos. Este Reglamento establece cómo se integra el registro de emisiones.

Este Reglamento establece cómo se integra el registro de emisiones y transferencias de contaminantes, así como su actualización. La fracción XI del Artículo 3º señala que el registro se integra con la información de los establecimientos sujetos a reporte sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos, así como aquellas que determinen las autoridades competentes y será operado y administrado por la SEMARNAT.

Asimismo, regula la operación y organización del Registro y la difusión de la información de la base de datos del Registro. La PROFEPA o la Agencia serán las encargadas de realizar las inspecciones correspondientes en los establecimientos sujetos a reporte federal, para verificar que la información sea veraz y se hay entregado en tiempo y forma.

### **1.2.3 Marco Jurídico del Estado de Tlaxcala**

*1.2.3.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, 1918. Última reforma publicada en 21-05-2024)*

De conformidad con el Artículo 70, fracción XXXVI de la *Constitución Política del Estado de Tlaxcala* corresponde al Gobernador la elaboración y revisión periódica de los planes y programas de desarrollo del estado, tanto los parciales como los especiales. El



Artículo 22, fracción XIII establece que para crear nuevos municipios es obligación presentar los proyectos de ordenamientos adecuados para la debida prevención y respeto al medio ambiente.

*1.2.3.2. Ley orgánica de la Administración Pública del Estado de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, Última reforma publicada en el 09-07-2024)*

El Artículo 57 de la *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tlaxcala*, establece que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente elaborar, ejecutar y evaluar la política en materia de medio ambiente y de cuidado y conservación de los recursos naturales y, el Artículo 58 lista las competencias específicas de esta Secretaría, entre las que se encuentran: Aplicar y vigilar que se cumplan las disposiciones constitucionales, la legislación en materia ambiental, las normas locales y federales y las demás que les sean aplicables en el ámbito de su competencia; (fracción I); la formulación, ejecución y evaluación de la política ambiental y el programa estatal de medio ambiente, calidad del aire y cambio climático (fracción II); la conformación de áreas naturales protegidas (fracción III); Establecer las políticas, programas y proyectos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico (fracción IV); Emitir y vigilar el cumplimiento de la normativa para la prevención y control de la contaminación ambiental (fracción X).

En materia de agua, establecer coordinadamente con las autoridades estatales y municipales, la normatividad para garantizar el derecho al agua, saneamiento y supervisar los programas correspondientes al tratamiento. Fijar las políticas y acciones para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección del ambiente (fracción XXVIII); participar en la integración y difusión de la cartografía relacionada con el ordenamiento territorial y el cuidado del medio ambiente, para incorporarla en una herramienta tecnológica que planificar, gestionar y divulgar los usos de suelo y el medio ambiente (fracción XXIX).

En materia de Planeación, corresponde a la Coordinación General de Planeación e Inversión la conducción y rectoría del proceso integral de planeación del desarrollo del Gobierno del Estado de Tlaxcala en coordinación con las demás dependencias, el gobierno federal, los gobiernos municipales y con la participación de los sectores económicos, sociales, académicos, culturales y étnicos (Artículo 67).

Le corresponde elaborar el Plan Estatal de Desarrollo, actualizar y modificar la transversalización de las prioridades estatales definidas por el titular del Ejecutivo en el sistema estatal de planeación; integrar y actualizar el sistema de información estadística



y geográfica del estado; incorporar criterios y orientaciones que permitan cumplir los derechos humanos en los instrumentos de planeación; formular dictámenes sobre los instrumentos de planeación correspondientes, proponer recomendaciones en caso de incongruencias y hacer la difusión correspondiente.

*1.2.3.3. Ley de Protección al Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible del Estado de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala. Última reforma publicada 12-12-2023)*

El objeto de la *Ley de Protección al Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible del estado de Tlaxcala*, (de acuerdo con su Artículo 2) es la preservación y protección al ambiente, la restauración del equilibrio ecológico y la distribución de competencias en aras de garantizar el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente sano. También establece las bases para instrumentar mecanismos de protección del ordenamiento ecológico del estado y sus municipios; crear, vigilar y administrar las áreas naturales protegidas del estado y las zonas de restauración ecológica; preservar, proteger y restaurar el ambiente en los centros de población, para los efectos derivados de las obras y servicios de alcantarillado, limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos, mercados, central de abasto, panteones, rellenos sanitarios, rastros y transporte local;

La fracción LX del Artículo 4 define al ordenamiento ecológico como “El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del ambiente, la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a partir de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Entre las facultades del titular del Poder Ejecutivo del Estado de Tlaxcala están: el ordenamiento ecológico (fracción III); la declaratoria, establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y las zonas de restauración ecológica (fracción IV); decidir con las autoridades responsables sobre la reubicación de instalaciones contaminantes del agua, aire y suelo y evitar futuros asentamientos con estas características (fracción VII); coordinar la creación de órganos colegiados de participación ciudadana en medio ambiente y equilibrio ecológico necesarios para realizar acciones permanentes.

Además de las facultades conferidas por la *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tlaxcala* a la Secretaría de Medio Ambiente, el Artículo 9 de esta Ley, le otorga entre otras, la de proponer, diseñar y ejecutar la política estatal en materia de medio ambiente, así como el ordenamiento ecológico; coordinar con los organismos





estatales y/o municipales las acciones en materia de construcción y operación de los sistemas de tratamiento de agua (fracción XXII); atender los asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el impacto ambiental de dos o más municipios (fracción XXXI); establecer los criterios y metodología que seguirán los municipios para el ordenamiento ecológico (fracción XXXVII); coadyuvar con la federación y vigilar en el ámbito de su competencia el cumplimiento de las normas oficiales con la participación que corresponda a los municipios (fracción XLIV).

En el tema de la planeación ambiental (Título Tercero), el Artículo 43 señala al Programa Estatal de Protección al Ambiente como el instrumento rector de la política ambiental del estado el cual debe considerar una serie de principios rectores señalados en el Artículo 44 de la Ley.

El Artículo 45 establece que el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal lo elaborará la Secretaría de Medio Ambiente y cuyo objetivo es regularizar el territorio, así como los lineamientos y estrategias ambientales para preservar, proteger, restaurar y aprovechar los recursos naturales y localizar actividades productivas y asentamientos humanos.

Establece que el ordenamiento ecológico estatal se llevará a cabo a través de los programas: General del Territorio, regionales y municipales (Artículo 46).

Tratándose de dos o más municipios, la Secretaría podrá elaborar y expedir programas de ordenamiento ecológico regionales para lo cual celebrará los convenios de coordinación con los municipios involucrados (Artículo 50).

Las bases para la elaboración, aprobación, expedición y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico se encuentran contenidas en el Artículo 51 a saber: Congruencia entre los programas de ordenamiento ecológico del territorio estatal y el regional o local; la ampliación de un centro de población o la realización de proyectos de desarrollo urbano se harán conforme a lo establecido en el programa de ordenamiento ecológico respectivo; los mecanismos de coordinación entre autoridades involucradas en la formulación y ejecución serán previstos en los programas de ordenamiento ecológico; cuando el programa incluya un área natural protegida o parte de ella de competencia federal, será elaborado y aprobado en forma conjunta por la Secretaría de Medio Ambiente, el Gobierno del Estado y los municipios involucrados; regularán el uso de suelo incluyendo ejidos, comunidades y pequeñas propiedades; las leyes de la materia deberán establecer los mecanismos para garantizar la participación de los particulares, grupos y organizaciones sociales, empresariales y demás interesados los que deberán incluir, por





lo menos, la difusión y la consulta pública de los programas; la ley también deberá establecer los mecanismos para que los particulares participen en la ejecución, vigilancia y evaluación de los programas.

En relación con la contaminación del agua, el Artículo 73 atribuye a la Secretaría de Medio Ambiente estatal, entre otras: prevenir y controlar la contaminación de las aguas de jurisdicción federal que el estado tenga asignadas para la prestación de servicios públicos, y las aguas no asignadas a la federación o a los municipios; validar y autorizar todas las obras de saneamiento y apoyar a las personas físicas y morales en acciones de prevención y control de la contaminación.

*1.2.3.4. Ley de Aguas para el Estado de Tlaxcala (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1917. Última reforma publicada 10-05-2021)*

De conformidad a la *Ley de Aguas para el Estado de Tlaxcala*, en lo establecido en el Artículo 1 de esta Ley, sus disposiciones son de orden e interés público y de carácter social y "...regulan la gestión integral de los recursos hídricos, con especial énfasis en la promoción del valor social, ambiental y económico de los recursos, la participación y corresponsabilidad de usuarios, instancias reguladoras y normativas de los gobiernos en sus diferentes órdenes, en el marco del desarrollo sustentable del Estado de Tlaxcala." Además, señala como fin el de respetar, proteger y garantizar el derecho humano de acceso al agua para uso personal y doméstico consagrado en tratados internacionales.

El Artículo 2 establece diversas disposiciones que constituyen el objeto de la Ley, entre las que se encuentran: establecer las bases de coordinación entre los órdenes de gobierno cuando existan facultades concurrentes en materia de gestión integral de los recursos hídricos; diseñar planes estratégicos generales relativos a los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales así como la promoción del uso de aguas tratadas; la prestación del servicio de agua potable, alcantarillado, saneamiento y reúso de sus aguas residuales y establecer las atribuciones del Estado, ayuntamientos y organismos operadores en la prestación de estos servicios así como de los usuarios que los reciban.

El Artículo 53 crea el Centro de Servicios Integrales para el Tratamiento de Aguas Residuales, cuyo objetivo es, según el Artículo 54: Prestar el servicio público de tratamiento de aguas residuales; otorgar permisos o concesiones para usar aguas residuales, vigilar el cumplimiento de las normas y su calidad para su tratamiento, supervisar los proyectos y obras de usuarios no domésticos para tratar aguas residuales.



En cuanto al tratamiento de aguas residuales el Artículo 105 señala que las aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial, de servicios y las pluviales que transporten materia orgánica o inorgánica, deberán ser tratadas. El tratamiento de aguas residuales y su reúso deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas, las normas ambientales del estado y, las condiciones particulares de su descarga (Artículo 106).

#### **1.2.4 Marco Jurídico del Estado de Puebla**

*1.2.4.1. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 1917. Última reforma 02-02-2024)*

El Artículo 7 de la Constitución establece que, en el estado, todas las personas gozarán de los derechos humanos previstos en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* y agrega que dichas normas deberán interpretarse conforme a lo señalado en dicha constitución, a las normas internacionales y a la propia constitución estatal.

Por su parte, el Artículo 13 reconoce que el estado tiene una composición pluricultural y multilingüística retomando lo señalado en el Artículo 2 de la Constitución Federal. Llama la atención que, entre las facultades del gobernador no se encuentre expresamente la relativa a la ordenación ecológica del territorio del estado, pero sí como dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y centros de población, subsanado esta deficiencia con el último párrafo al decir “Las demás que le confieren las leyes.”

El Artículo 102 establece que el Municipio Libre es la base de la división territorial y de la organización política del estado. El Artículo 104 señala las funciones y servicios de los municipios: agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales; limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos y, la fracción IV del Artículo 105 establece las facultades municipales, entre las que se encuentran: participar en la creación y administración de zonas de reserva ecológica y en la elaboración de programas ecológicos.

*1.2.4.2. Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 2019. Última reforma 11-04-2024)*

Según el Artículo 31 de la *Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla*, la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial es parte de la administración pública centralizada del estado de Puebla. A esta Secretaría le compete: formular y conducir las políticas ambientales y el ordenamiento



ecológico del territorio; elaborar, ejecutar, evaluar y vigilar los programas de ordenamiento ecológico y medio ambiente; formular, evaluar y ejecutar el Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico, con la participación de los ayuntamientos; evaluar el impacto ambiental de las obras que no sean de la competencia de la federación; elaborar y proponer al gobernador la declaratoria de las áreas naturales protegidas de competencia estatal; conforme a la ley de la materia, requerir a las industrias y empresas, la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales; coadyuvar en la regulación de las descargas de origen industrial, de servicios, agropecuarias y acuícolas y su mezcla con otras descargas; las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; el vertimiento de residuos sólidos en cuerpos y corrientes de agua, la disposición final de los lodos derivados de los sistemas de tratamiento de aguas y fomentar la participación de la sociedad en el ordenamiento ecológico.

*1.2.4.3. Ley para la Protección del Ambiente Natural y el desarrollo Sustentable del estado de Puebla (última reforma publicada 23-01-2024)*

La Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, consta de siete Títulos, como sigue: Disposiciones Generales; De la Gestión para el Desarrollo Sustentable y la Política Ambiental; De las Áreas Naturales Protegidas; Conservación y Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales; De la Protección al Ambiente; De la Participación Social e Información Ambiental; y, De las Medidas de Seguridad y Sanciones.

El Artículo 5 de la Ley establece entre las atribuciones de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Puebla las siguientes: la formulación, conducción y evaluación de la política ambiental del Estado; la formulación del Programa Estatal de Protección al Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable; la formulación, evaluación y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio.

Los artículos 12 al 15 regulan lo concerniente a la suscripción de convenios de coordinación entre el estado y la Federación, entre el Estado y los municipios, entre éstos y los sectores social y privado, todos ellos tendientes al cumplimiento de las atribuciones que les confieren las leyes de la materia.

El Artículo 17 señala que la política ambiental deberá estar considerada en la planeación del desarrollo estatal. Compete a la Secretaría elaborar el Programa Estatal de Protección al Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable.



A su vez el Artículo 19 establece que para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico deberán considerarse los siguientes criterios: atributos, bióticos, abióticos y socioeconómicos del área o región a ordenar; los componentes ambientales, el equilibrio entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales, los desequilibrios en los ecosistemas, la aptitud del suelo con base en la regionalización ecológica y el impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos y demás obras o actividades.

En los programas de ordenamiento ecológico, conforme al Artículo 20, se considerarán los siguientes criterios: el aprovechamiento de los recursos naturales; la localización de la actividad productiva (industrial, comercial o de servicios); y asentamientos humanos.

El Artículo 22 establece la clasificación de los programas de ordenamiento ecológico los que pueden ser: estatal, regional y municipal. Los dos primeros serán aprobados por el ejecutivo estatal y los últimos serán aprobados por los ayuntamientos (previa opinión de la Secretaría del Medio Ambiente del estado).

En la formulación y evaluación de los ordenamientos ecológicos, deberá consultarse según los mecanismos establecidos para garantizar la participación de los ejidos, comunidades, grupos, organizaciones sociales y empresariales, instituciones académicas e de investigación y en general de todas las personas interesadas.





## 2. CONSTRUCCIÓN SOCIAL

### 2.1 Encuadre general

Este apartado presenta los resultados de la primera ronda de Talleres de Participación Social (TPS) realizados en diciembre de 2022 y febrero de 2023<sup>1</sup>.

Cuadro 2.1. Evidencias de talleres en anexos

Tema	Contenido
Listado del Mapeo de Actores	Identificación, descripción, clasificación y análisis de actores, sectores y sus relaciones.
Calendario de Talleres de Participación Social	Programación de los ocho Talleres con sede, fecha, horario y un mínimo de actores y sectores a ser convocados por las autoridades.
Cartas descriptivas	Guías para el desarrollo de los Talleres con objetivos, dinámicas, tiempos, materiales y responsables.
Lista de asistencia de los talleres	Digitalización de las ocho listas de asistencia.
Listado de integrantes del Comité de Ordenamiento	Propuesta de 96 actores para integrar el Comité de Ordenamiento.
Evidencia fotográfica de los talleres	Fotografías de los ocho talleres: trabajos en mesas y plenarios.
Relatorías por mesa de trabajo	Sistematización de las relatorías generadas para cada taller y mesa. Incluye la identificación de problemáticas y las evidencias de los materiales procesados en cada taller.

Fuente: Elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

Inicialmente, se expone el encuadre general con el que se abrió cada sesión. Se explica el origen del proyecto y se responden interrogantes como: ¿Qué es un ordenamiento ecológico?, ¿Qué son los Talleres de Participación Social? y ¿Cuáles son los principios para llevarlos a cabo? Se expone, también, el calendario de los ocho talleres y las dinámicas realizadas. Con los participantes que se propusieron como relatores en los primeros seis talleres, se continuó el trabajo sobre las relatorías con la transcripción (por el equipo técnico), la revisión de la transcripción (relatores), el ajuste y el procesamiento (por el equipo técnico) de la relatoría de cada grupo.

En el segundo apartado se expone la sistematización de los sectores y actores presentes y ausentes. Incluye la caracterización por género, edad y ocupación. Como resultado parcial de los primeros seis talleres, el tercer apartado presenta los resultados de las cuatro temáticas (sociocultural, ambiental, económico-productiva, asentamientos humanos) con el listado de problemas detectados en cada taller. En especial, el tema sociocultural incluye dos productos extras generados en los seis talleres: una línea de

<sup>1</sup> Las evidencias y los insumos generados en los ocho talleres se pueden consultar los Anexos.



tiempo y el listado de anhelos. El cuarto apartado expone un ejercicio de ponderación de problemáticas que permite jerarquizar e identificar aquellos con prioridad para su atención. Esta ponderación fue revisada y ajustada en los Talleres extraordinarios de Tlaxcala y Cholula.

Cabe destacar que los talleres de participación social iniciaron con la mención de cuatro elementos que enmarcan estos ejercicios:

- i. Que el origen del proyecto liderado por la SEMARNAT es la Recomendación 10-2017 de la CNDH.<sup>2</sup>
- ii. Que un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional es un instrumento en materia de política ambiental, referido en la LGEEPA, en la cual se indica que es un “instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos”. Además, se aclaró que estos talleres son parte de la tercera fase del ordenamiento ecológico: la caracterización, que *“Consiste en describir el estado de los componentes natural, social y económico del área a ordenar, en información medible y en instrumentos cartográficos”* (Reglamento LGEEPA, 2014). Posterior a la caracterización seguirán las etapas de diagnóstico, pronóstico, modelo de ordenamiento territorial, y validación social (consulta pública). Se mencionó la relevancia que tiene el Comité de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Alto Atoyac.
- iii. Que los Talleres de Participación Social son:
  - a) Herramienta para la reflexión;
  - b) Espacio donde se propicia el análisis conjunto, el consenso, el diálogo y el intercambio de ideas y opiniones;
  - c) Se define por los propios actores la problemática socioambiental del territorio;
  - d) Suma a la generación de propuestas de solución, su atención según el nivel de prioridad y corresponsabilidad. La suma de los resultados de talleres con los conocimientos técnicos y científicos resulta en la base del modelo de ordenamiento ecológico y la agenda ambiental.
- iv. Los principios de los talleres fueron:

---

<sup>22</sup> La Recomendación 10/2017 se puede consultar en el sitio: <https://www.cndh.org.mx/documento/recomendacion-102017>



- a) Respeto mutuo;
- b) Favorecer un entorno de confianza;
- c) Disposición para escuchar opiniones e ideas diferentes;
- d) Compromiso con el trabajo colaborativo;
- e) Actitud crítica y propositiva.

Se expuso, además, el Calendario (fecha, hora, sede) de los talleres de participación social el cual fue resultado de un acuerdo entre autoridades y equipo técnico.

Cuadro 2.2. Programación de talleres

Municipio sede	Fecha	Actores*
San Martín Texmelucan, Puebla	Jueves 8 de diciembre de 2022 9h a 14h	Sector público: federal (SEMARNA, SAGARPA, SALUD, SEDATU, PROFEPA, CONAGUA, CONAFOR, CONANP, INPI, COFEPRIS, RAN); Estatal (SEMARNAT-Puebla, MADSOT-Puebla, SDU-Puebla, SE-Puebla, SOSAPA-Puebla, Salud-Puebla); local (gobiernos municipales de la región).
Huejotzingo, Puebla	Jueves 8 de diciembre de 2022 15h a 20h	
Puebla, Puebla	Viernes 9 de diciembre de 2022 9h a 14h	Sector comunitario: representantes de grupos originarios y de núcleos agrarios. Sector social: Dale La Cara al Atoyac A.C. y CNDH.  Sector económico: representantes de empresas con presencia económica e impacto ecológico relevante (ej.: Bayer, VW, Complejo Petroquímico Independencia, Big Cola).  Sector académico: investigadoras(es) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Ernesto Mangas Ramírez); de la Universidad Iberoamericana Puebla; de la Universidad Nacional Autónoma de México (Omar Arellano). UPAEP, Instituto Tecnológico de Huejotzingo.
Tlaxco, Tlaxcala	Martes 13 de diciembre de 2022 9h a 14h	Sector público: federal (SEMARNAT, SAGARPA, SEDATU, PROFEPA, CONAGUA, CONAFOR, CONANP, INPI, COFEPRIS, RAN), Estatal (Secretaría de Medio Ambiente - SMA-, Secretaría de Ordenamiento Territorial y Vivienda -SOTyV-, Secretaría de Salud - SESA-, Secretaría de Infraestructura- SI-, Comisión Estatal del Agua y Saneamiento -CEAS-, Comisión Estatal para la Protección contra los Riesgos Sanitarios - COEPRIS-, Coordinación General de Planeación en Inversión-CGPI-); local (49 gobiernos municipales de la región).
Tlaxcala, Tlaxcala	Martes 13 de diciembre de 2022 15h a 20h	
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros Tlaxcala	Miércoles 14 de diciembre de 2022 9h a 14h	
		Sector social: Centro Fray Julián Garcés, Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C., Pastoral Social de



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Municipio sede	Fecha	Actores*
		<p>Derechos Humanos de la diócesis de Tlaxcala, Coordinadora por Un Atoyac Con Vida, Red de Jóvenes por la defensa de los pueblos, Consejo ciudadano por la dignificación de Ixtlacuixtla; Consejo Ambiental Ciudadano, Zahuapan Vivo, Asociación de Egresados Politécnicos en el Estado de Tlaxcala A.C., CNDH, AMU-Tlaxcala;</p> <p>Sector comunitario: representantes de grupos originarios y de núcleos agrarios.</p> <p>Sector económico: representantes de empresas con presencia económica e impacto ecológico relevante (ej.: Driscolls). Las cámaras empresariales harán la designación de las 5 empresas por región: COPARMEX, Asociación de Empresas y Empresarios de Tlaxcala (AEET), y CANACINTRA.</p> <p>Sector académico: investigadoras(es) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (Alfredo Delgado Rodríguez) y del Colegio de Tlaxcala (María de Lourdes Hernández Rodríguez).</p> <p>NORTE (Tlaxco): Facultad de Agrobiología, Licenciatura en Ciencias Ambientales, UATx (Tlaxco); Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, Universidad Politécnica de Tlaxcala Región Poniente (UPTrep) (Hueyotlipan). CENTRO (Tlaxcala): Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro en Tlaxcala de Biología de la Conducta, UAT (Tlaxcala); Centro de Investigación Interdisciplinario sobre Desarrollo Regional (CIISDER-UATx) (Tlaxcala); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Santa Ana); Doctorado en Desarrollo Regional, Colegio de Tlaxcala (COLTLAX) (Apetatitlán). Sur (Ixtacuixtla): Doctorado en Ciencias Ambientales, Centro de Investigación en Genética y Ambiente UAT (Ixtacuixtla); Facultad de Agrobiología, Licenciatura en Biología, UATx (Ixtacuixtla); Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA-IPN), Unidad Tlaxcala (Tepetitla de Lardizábal); Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) (Ixtacuixtla de Mariano, Matamoros).</p>
Tlaxcala, Tlaxcala	Miércoles 15 de febrero de 2023 10h a 14h	Definidos por autoridades.
Cholula, Puebla	Jueves 16 de febrero de 2023 10h a 14h	Definidos por autoridades.

\*Nota: la convocatoria de actores para cada taller se realizó por las autoridades estatales y municipales.





A continuación, se presenta la dinámica realizada en los seis talleres de participación social:

- Primer paso: conformación de cuatro grupos mixtos entre los participantes (representantes de los sectores social, comunitario, público, económico, académico).
- Segundo paso: designación de relatora o relator en cada grupo con la función de resumir las discusiones y los aportes generados por los integrantes de cada grupo.
- Tercer paso: presentación de los temas y materiales de las cuatro mesas itinerantes: sociocultural, aspectos ambientales, aspectos económico-normativos, asentamientos humanos.
- Cuarto paso: cada *mesa temática e itinerante* (conducida por el equipo técnico) se acerca a uno de los grupos para presentar material e información.
- Quinto paso: los participantes de cada grupo cuentan con hasta 30 minutos para discutir y proponer la incorporación de información al tema.
- Sexto paso: cada 30 minutos, las mesas temáticas e itinerantes cambian de grupo para continuar con la recuperación de información. El propósito de esta dinámica fue reconocer que todas y todos los participantes tienen conocimiento sobre el territorio que abona en las cuatro temáticas.
- Séptimo paso: una vez que las cuatro mesas visitan a todos los grupos, se pasa a la presentación de las y los relatores en plenaria y con base en los materiales producidos por todas y todos.

Para la segunda ronda de talleres de participación social se siguió la siguiente dinámica:

- Primer paso: conformación de cuatro mesas temáticas (sociocultural, aspectos ambientales, aspectos económico-normativos, asentamientos humanos) con participantes de distintos sectores.
- Segundo paso: presentación de los temas y materiales resultantes de los primeros seis talleres: lista de problemáticas por tema, lista de anhelos generales, propuesta de ponderación de problemáticas por tema.
- Tercer paso: los participantes de cada mesa revisan, corrigen y ajustan la identificación y ponderación de problemáticas.
- Cuarto paso: los participantes de cada mesa construyen un esquema con las causas y soluciones a las problemáticas más relevantes -resultado de la ponderación.
- Quinto paso: algunos participantes de cada mesa presentan sus resultados en plenaria.



- Sexto paso: se presentan a las y los postulantes para ser parte del Comité de Ordenamiento Ecológico.

## 2.2 Sectores participantes

En los ocho Talleres de Participación Social se contó con la participación de 365 personas registradas en las listas de asistencia. El 64% en los talleres de Tlaxcala y el 36% en los de Puebla.

Cuadro 2.3. Participantes a los Talleres de Participación Social

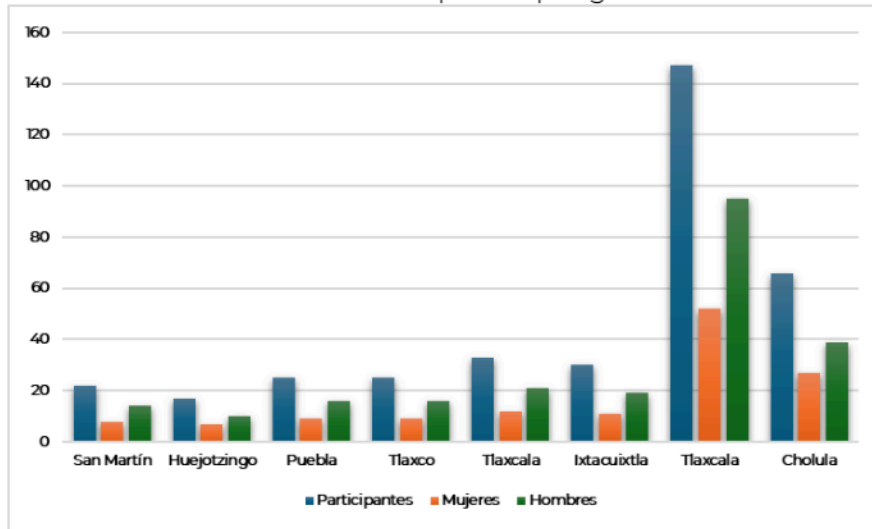
TPS	Participantes	Mujeres	Hombres	Edad			Ocupación por sector			
				18 a 39	40 a 60	61 y más	Funcionario	Comunidad	Social	Privado
San Martín	22	8	14	8	11	3	13	6	3	0
Huejotzingo	17	7	10	9	6	2	14	0	1	2
Puebla	25	9	16	15	10	0	21	0	4	0
Tlaxco	25	9	16	13	12	0	20	1	2	2
Tlaxcala	33	12	21	21	11	1	20	0	11	2
Ixtacuixtla	30	11	19	10	17	3	22	6	1	1
Tlaxcala	147	52	95	s/d	s/d		92	19	22	14
Cholula	66	27	39	31	24	11	38	7	16	5
	365	135	230	76	67	9	240	39	60	26

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos. El sector social incluye representantes de la academia y de organizaciones civiles. El sector privado se refiere a la industria y las empresas.

Como lo muestra la Gráfica 2.1, la mayoría de los participantes fueron hombres (63%) y solamente el 37% fueron mujeres. No obstante, los talleres en Huejotzingo, Tlaxcala (séptimo taller) tuvieron la mayor proporción de mujeres con el 41%.



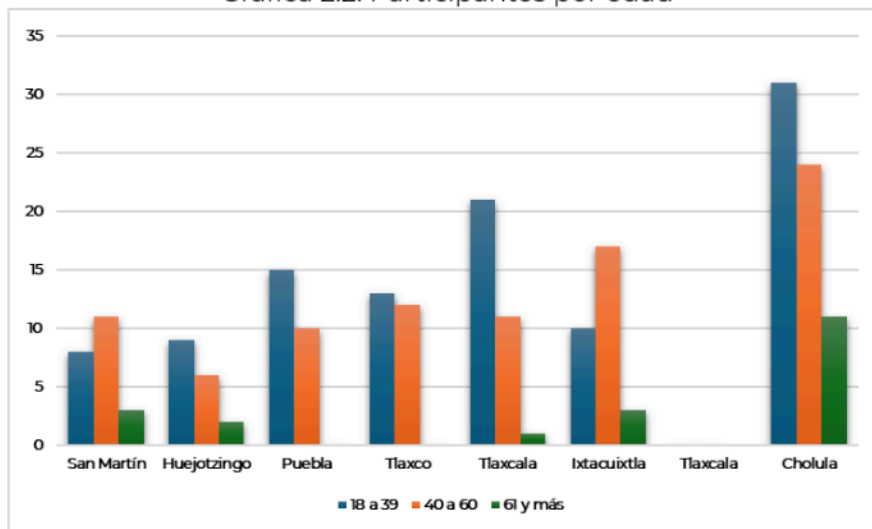
Gráfica 2.1. Participantes por género



Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

En cuanto a la edad (Gráfica 2.1), el 49% está en el rango de 18 a 39 años, mientras que 42% pertenece al rango de 40 a 60 años. Solamente el 9% es mayor de 60 años.

Gráfica 2.2. Participantes por edad

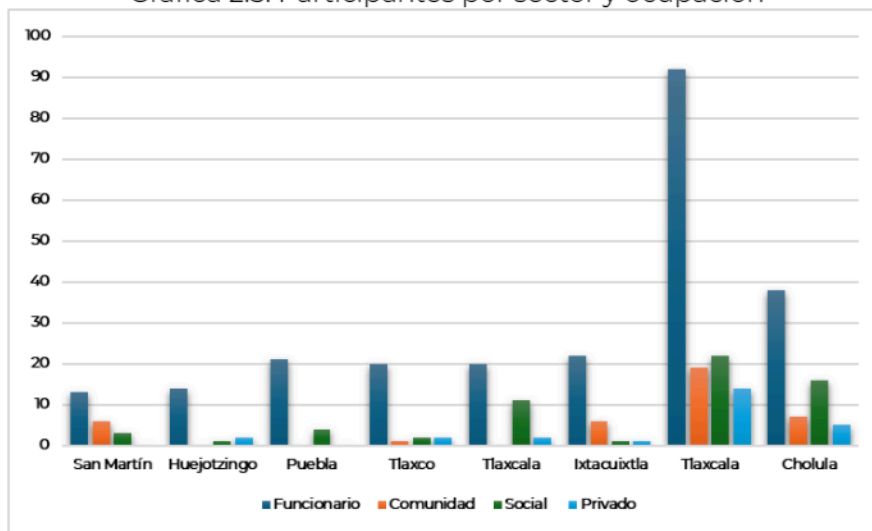


Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

La gráfica 2.2 muestra dos características importantes de los participantes a los ocho talleres: los funcionarios fueron el sector con mayor representación, esto con el 66%, después vienen el social -principalmente por la academia- con el 16%, el comunitario con el 11% y el privado con el 7%. En función de lo anterior, se identificó la falta de asistencia de los sectores comunitario o privado en cuatro talleres.



Gráfica 2.3. Participantes por sector y ocupación



Fuente: Elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

Los resultados evidencian la necesidad que las dependencias encargadas de la planificación del territorio tienen para revisar y modificar de manera importante la programación de todas las modalidades de construcción social de la planificación.

## 2.3 Resultados de los TPS

En este apartado se describen los resultados de los primeros seis talleres de participación social en los que se abordó la exploración compleja de la problemática en la zona de estudio. El aporte de los dos talleres extraordinarios se enfoca en la revisión de la ponderación social de la problemática.

### 2.3.1 Tema: Sociocultural

La dinámica poblacional, sobre todo en torno a la Zona Metropolitana de Puebla, conlleva una problemática de percepción de seguridad importante. En la región suroeste de la zona de estudio se hizo notoria la distinción entre residentes originarios y los nuevos habitantes que llegan en busca de empleo; la percepción hacia los nuevos residentes los ubica como parte del problema ambiental por el número de descargas de agua, y en algunos casos también se les relacionó con el origen de la inseguridad social debido a la coincidencia de los nuevos asentamientos con los espacios de residencia de grupos delincuenciales concentrados a la zona de ladera de la Malinche o Matlalcuéyatl y en los límites de los estados de Puebla y Tlaxcala. Se trata de colonias con actividad industrial.

Problemáticas graves como el huachicoleo y la trata de mujeres, no reciben la atención adecuada por la falta de aplicación de la normativa en la materia, así como por la omisión de servidores públicos ante la magnitud de la situación. Incluso en el área de





estudio también se tiene presencia de organizaciones ligadas a partidos políticos, tal es el caso de Antorcha Campesina.

Ante tal panorama, el trabajo colaborativo es un tanto más complejo. Entre las diversas instancias del gobierno federal se ha planteado la posibilidad de generar directorios clave para la organización de convocatorias, lo que no suele concretarse por trabas administrativas. Respecto a las universidades, se han realizado esfuerzos por conjuntar directorios, sin embargo, en esta instancia existe un gran recelo respecto a compartir información.

Por otro lado, la representación del sector industrial fue mínima y se limitó a la escucha, aunque fue posible señalar algunas de sus estrategias de manejo de emisiones y emergencias, que por normatividad resultan estar muy bien estructuradas. En el caso de ejidos, estos también tuvieron con poca representación; se observó la clara y predominante desarticulación de los núcleos agrarios, no obstante, se expresó la necesidad de extender la convocatoria a la mayor parte de estos.

La presencia de organizaciones de la sociedad civil fue notoria, esto con una participación vinculada al sector académico. Estas destacan por la posición de defensa del territorio y sus recursos naturales a través de un discurso preelaborado respecto a lo que debe y no hacerse en la cuenca. Dichas organizaciones tienen un abundante trabajo técnico-científico en el territorio a ordenar. Cabe destacar que, estas asociaciones no siempre son abiertamente aceptadas en todas las comunidades, además de que, entre los representantes de ejidos, ninguno indicó algún vínculo entre sus actividades y las organizaciones.

Sobre esa base, se destaca la relevancia de convocar y realizar más ejercicios para que los equipos técnicos provenientes de organizaciones y de otros actores importantes en la Subcuenca del Atoyac propicien un diálogo abierto traducido en acciones conjuntas. En este sentido, el papel de las universidades es clave como generador de conocimiento y capital humano. Se señalaron como los espacios idóneos para la recopilación de datos y estudios que aporten al proceso de saneamiento de la subcuenca.

#### *2.3.1.1 Línea de tiempo*

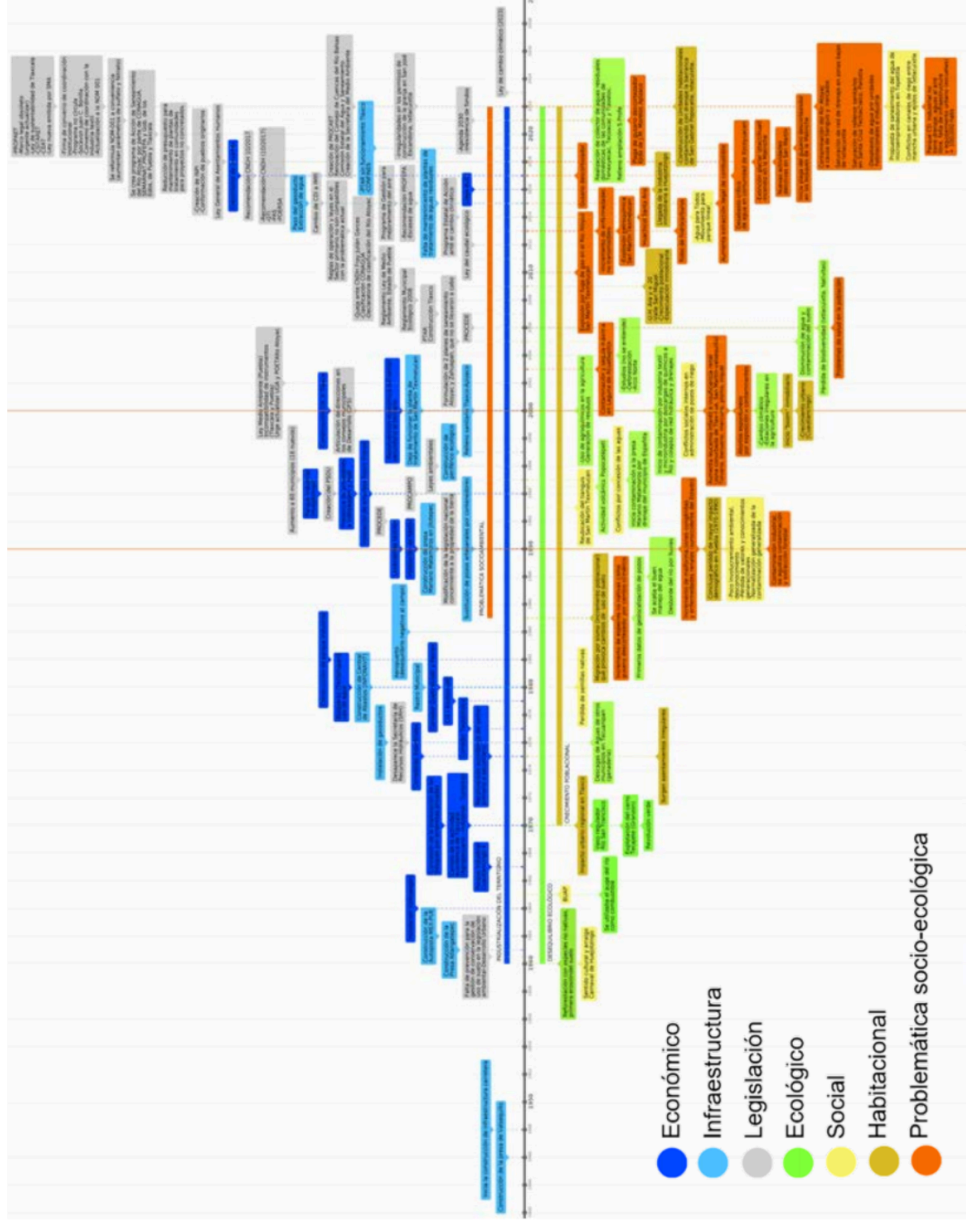
La Figura 1 corresponde a una línea de tiempo en la que se muestra que, durante el periodo de 1960-2000, la economía industrial y la infraestructura fueron de la mano con el bajo desarrollo de la legislación en la materia. Es de destacar que, en 1980, se identifica el inicio de la problemática socioecológica, misma que se agudiza para el 2000. A partir



de ese año fue más notorio el incremento en problemáticas ambientales como en materia legislativa, aunado a la disminución en la creación de infraestructura.



Figura 2.1. Línea de tiempo Subcuencia Alto-Atoyac



Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos con base en Talleres de Participación Social.



De la información recopilada en los Talleres de Participación Social, se identificaron siete ejes con problemáticas específicas:

- a) Problemática del gusano descortezador y su impacto en las cosechas, situación recurrente desde 1985;
- b) Ausencia de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, situación con afectación directa a la salud de quienes habitan en la proximidad de los principales afluentes en la subcuenca;
- c) Daños a la salud generados por el desastre ambiental en la subcuenca sin atención en materia legislativa;
- d) Para 2013 se destaca la mayor incidencia de problemas en materia de seguridad con impacto en el medio ambiente y la disponibilidad de recursos naturales, situación que tampoco está incluida en la normativa en la materia;
- e) Entre 2010 y 2018, se agudizaron los desastres ambientales (explosiones por la extracción ilícita de combustibles, desaparición del glaciar en las cumbres de los volcanes, desabasto de agua);
- f) Si bien se identificó poca o nula participación de la sociedad civil ante la búsqueda de soluciones a problemáticas ambientales desde que fue notable la afectación tanto al medio ambiente como a su salud, en años recientes ha surgido un interés creciente por la búsqueda de alternativas para poder contrarrestar tales efectos negativos. Se distingue la creación de organizaciones civiles, así como de propuestas para el saneamiento de la subcuenca;
- g) Actualmente la legislación en la materia está rebasada por el efecto en el medio ambiente y en la población, resultado de diferentes problemáticas ambientales en la subcuenca, aunado a la omisión de acciones por parte de instituciones relacionadas con la gestión de recursos naturales.

#### 2.3.1.2 Problemas

##### **TPS 1: San Martín Texmelucan**

- i. Incumplimiento de normativa.
- ii. Problemas de salud pública.
- iii. Falta de seguimiento a denuncias.
- iv. Falta participación de la gente en programas de mejora en el campo.
- v. Inseguridad

##### **TPS 2: Huejotzingo**

- i. Nuevas actividades delictivas.
- ii. Sociedad que tiende a encubrir las actividades ilícitas.
- iii. Crecimiento poblacional.

##### **TPS 3: Puebla**

- i. Entre 2010 y 2017, se incrementa la prevalencia de enfermedades no transmisibles.





- ii. Consumo de productos contaminados por el uso de aguas no tratadas para riego.
- iii. Incongruencia en los instrumentos de planeación y regulación del suelo.
- iv. Las pipas ilegales propician la venta de agua potable. No hay verificación de esta actividad ni sanciones.
- v. Se extrae más agua de la permitida
- vi. Puntos de monitoreo son insuficientes.

#### **TPS 4: Tlaxco**

- i. Entre los problemas a la salud identificados en la población se encuentra la insuficiencia renal, cáncer y otras enfermedades.
- ii. Un ejemplo de esta situación se presenta en San Pablo del Monte, tiene habitantes con afectación en los riñones (insuficiencia renal).
- iii. El agua no es apta para consumo humano.
- iv. Atlangatepec: hay caza deportiva. Se trata de una actividad peligrosa o riesgosa para pescadores, no hay regulación de esta actividad.
- v. Rezago en la actualización de instrumentos en materia de ordenamiento territorial y ordenamiento ecológico. Aunado a la Incompatibilidad de ambos instrumentos.
- vi. Mala administración pública.
- vii. Falta de involucramiento por varios actores. En las problemáticas del territorio
- viii. Desconocimiento en el manejo de los procesos de generación y evaluación de Manifestaciones de Impacto Ambiental, permisos de construcción, además de sanciones.
- ix. Falta de inventario y diagnóstico de actividades productivas realizadas en la subcuenca.
- x. Desconocimiento de la existencia de Áreas Naturales Protegidas.
- xi. Normativa ambiental que se contrapone con otras normativas.
- xii. Descontrol en el desarrollo de actividades de recreación en La Malinche o Matlalcuéyatl.
- xiii. Uso irracional de recursos naturales.

#### **TPS 5: Tlaxcala**

- i. Desarrollo de enfermedades letales por alta exposición de contaminantes.
- ii. Falta de conocimiento de competencias municipales en la materia.
- iii. Falta de recursos para la aplicación de la normatividad.
- iv. Extracción ilegal de combustibles.

#### **TPS 6: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros**

- i. Delincuencia regional e insuficiente cuerpo policial.
- ii. Irregularidades en los permisos de la construcción de la granja en San José Escandona, Ixtacuixtla.
- iii. Enfermedades en las comunidades cercanas a industria en el municipio de Tetetitla (insuficiencia renal).
- iv. Las partes altas son el mayor aporte a los escurrimientos de agua para la presa y para la subcuenca, pero tienen limitaciones para abastecerse del líquido recaudado por concesiones.



- v. Conflicto entre ejidatarios de Ixtacuixtla y los pobladores de Villa Alta por el canal de aguas negras. El agua proveniente de este canal se emplea para el riego de cultivos de alfalfa, cultivo destinado a ser forraje para el ganado.
- vi. Robo de ganado y maquinaria agrícola, asaltos y robo de vehículos a los agricultores (Cucaonacayo, Santa Rosa de Lima, Jilotepec, Ixtacuixtla y en la carretera Espíritu Santo – Alpotzanga).
- vii. Al compartir recursos hídricos con el Estado de Puebla se ocasionan problemas sociales aunados a los problemas de delincuencia.
- viii. Problemas de seguridad pública, narco menudeo, robos.
- ix. Falta de socialización del marco normativo del sector agropecuario.

### 2.3.1.1 Imagen-objetivo

#### **TPS 1: San Martín Texmelucan**

- i. Intercomunicación municipal.
- ii. Instrumentos de regularización del territorio regionales y locales.
- iii. Continuidad, operatividad y vigilancia ante un convenio de coordinación y comité.
- iv. Acordar límites municipales para resolución de conflictos.
- v. Actualizar o realizar los programas de desarrollo urbano en armonía con el ordenamiento ecológico/ reglamentos municipales.
- vi. Programa de conservación de zonas.
- vii. Capacitación para dejar de usar agroquímicos.
- viii. Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- ix. Regularización de infraestructura/ equipamiento en la subcuenca con ayuda del gobierno federal.
- x. Respeto a normatividad en materia ambiental.
- xi. Regularización en materia de gestión de residuos sólidos.
- xii. Regulación y reubicación de lavanderías industriales y caseras.
- xiii. Implementación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- xiv. Introducción de tecnologías y ecotecnias.
- xv. Tecnificación para prácticas de agricultura sostenible.

#### **TPS 2: Huejotzingo**

- i. Existencia de ordenamiento urbano en armonía con el ecológico.
- ii. Funcionamiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- iii. Concientizar a la población en temas ambientales.
- iv. Aplicación de la normativa a las industrias.
- v. Infraestructura, sobre todo para el manejo de aguas residuales en los municipios.
- vi. Plan de manejo forestal eficiente.
- vii. Reactivar la red de monitoreo.
- viii. Vigilancia y seguimiento de la autoridad en materia de seguridad.
- ix. Acceso a la justicia y respeto a los derechos humanos.
- x. Actualización del Programa de Manejo de La Malinche o Matlalcuéyatli.
- xi. Reutilización adecuada de aguas residuales en terrenos de cultivo.
- xii. Articulación de acciones de las instituciones de gobierno.
- xiii. Observatorio para seguridad hídrica, ecológica y regional.



- xiv. Creación de un reservorio de información y análisis relacionada con el medio ambiente.
- xv. Creación de directorio de actores.
- xvi. Creación de Consejo de Seguridad Ciudadana multidisciplinario.

### **TPS 3: Puebla**

- i. Grupos de trabajo para dar a conocer proyectos o estudios ya realizados.
- ii. Vigilancia y certificación a la normativa en materia ambiental.
- iii. Inclusión de la Secretaría de Salud en las cuestiones ambientales.
- iv. Revisión del Programa en la materia para hacer viable su ejecución.
- v. Regeneración de servicios ecosistémicos.
- vi. Programa de certificación ambiental.
- vii. Creación de Corredores biológicos en márgenes de barrancas y vías federales.
- viii. Cumplimiento de la ley (aplicación de sanciones).
- ix. Considerar todas las afluentes municipales y estatales.
- x. Aplicación de estrategias de aprovechamiento sustentable de agua pluvial.
- xi. Ejecución de normativa en materia de construcción.
- xii. Programa transexenal.
- xiii. Manejo de residuos, separación y compostaje.
- xiv. Reglamentación en el uso de flora y fauna.
- xv. Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y cumplimientos NOM-001 SEMARNAT 2021.
- xvi. Creación de seguridad forestal, aumento de vigilancia.
- xvii. Fortalecimiento comunitario.
- xviii. Respeto de la zona federal (cuerpos de agua).
- xix. Censo adecuada para la gestión de rellenos sanitarios.
- xx. Educación y difusión de la información del ordenamiento ecológico en todos los niveles educativos iniciando por la educación básica.
- xxi. Respeto a las áreas verdes independientemente si son o no zonas de conservación.
- xxii. Uso de ecotecnias.
- xxiii. Creación de sistemas operadores intermunicipales.

### **TPS 4: Tlaxco**

- i. Reconstrucción de suelos (acciones de reforestación y procesos de forestación).
- ii. Ganaderos unidos en conservar árboles endémicos (sabinos).
- iii. Hacer respetar el ordenamiento ecológico a partir de la normativa en la materia.
- iv. Propuestas productivas (forestal y agrícola).
- v. Normas actualizadas.
- vi. Cada municipio con sus programas de ordenamiento ecológico y territorial.
- vii. Todos los municipios alineados frente a las problemáticas identificadas en la subcuenca.
- viii. Saneamiento a lagunas y recuperación de biodiversidad.
- ix. Involucramiento de los diferentes actores con incidencia en el territorio.
- x. Cambio de uso de suelo regulado.



### **TPS 5: Tlaxcala**

- i. Rescate de espacios públicos con cuerpos de agua.
- ii. Proyectos de captación de agua pluvial.
- iii. Campañas de concientización.
- iv. Propuesta comunitaria para el saneamiento integral de la subcuenca Atoyac – Zahuapan y la reparación del daño a las comunidades.
- v. Planes de manejo para humedales – Atlongatepan.
- vi. Organización de la producción agrícola.
- vii. Regulación o cierre de basureros clandestinos.
- viii. Prospectiva ecoturística.
- ix. Proyectos comunitarios en materia ambiental.
- x. Comités permanentes.
- xi. Vinculación entre actores con incidencia en el territorio.
- xii. Creación de políticas públicas interinstitucionales para la correcta aplicación de instrumentos que ayuden a preservar el medio ambiente.
- xiii. Capacidad de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
- xiv. Capacitación de ayuntamientos en materia ambiental.

### **TPS 6: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros**

- i. Tratamiento de aguas residuales para riego.
- ii. Regular y aplicar los reglamentos e instrumentos para otorgar permisos para construcción de empresas, unidades habitacionales, etc.
- iii. Aplicación de campañas de reforestación e identificación de sitios de forestación.
- iv. Multa por deforestar.
- v. Campaña de concientización.
- vi. Rehabilitación de Plantas de Tratamiento en los municipios de Ixtacuixtla y Tepetitla.
- vii. Trabajo en equipo con sociedad-gobierno-industria.
- viii. Mejor organización entre sociedad y mayor humanidad para ayudar a los demás para evitar delincuencia.
- ix. Construcción de planta tratadora y colectores en las diferentes comunidades.
- x. Concientización de la problemática de la cuenca a futuras generaciones con información en materia de riesgos y efectos negativos de la contaminación sobre el medio ambiente.
- xi. Organización de productores, académicos y tomadores de decisiones.
- xii. Socialización del marco normativo del sector agropecuario.

### **2.3.2 Tema: Aspectos ambientales**

Respecto al manejo de recursos forestales, se señaló la inadecuada planeación y ejecución de acciones de reforestación, lo que se ha traducido en la pérdida de ejemplares de arbóreos. Se identificó también la falta de organización social relacionada con la implementación de este tipo de acciones, así como la carencia de insumos y espacios





para reforestar. No obstante, ante tales argumentos destacó la actividad desarrollada a nivel comunitario por parte de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), cuya experiencia ha concluido en la adecuada organización y ejecución de este tipo de actividades.

Por otro lado, en materia de gestión del agua, se identificó una problemática generalizada referente a la falta de control sobre concesiones para aprovechamiento del recurso hídrico. En principio, se deben considerar dos elementos diferenciadores de la complejidad de la problemática:

- a) No todos los municipios pueden dar un tratamiento final al agua,
- b) Mediante el sistema normativo de usos y costumbres solo comunidades indígenas se ven relacionadas con la gestión del agua. De esto último, también se suma la renuencia de algunos miembros de comunidades para realizar el pago por el servicio de distribución del agua, además del cobro de tarifas diferenciadas, con lo que se genera cierta merma en los ingresos destinados al funcionamiento de dicho servicio.

Otra problemática que afecta la distribución del recurso hídrico en la subcuenca es la existencia de pozos de extracción, así como puntos de descarga de aguas residuales, mismos que operan en la clandestinidad. Aunado a lo anterior, se identificó una regulación deficiente en torno a la aplicación de sanciones por la descarga de aguas residuales. Ejemplo de esto es el cierre definitivo de lavanderías (generalmente pequeñas empresas) a diferencia de la operación ininterrumpida de grandes complejos industriales, es decir, solo una recibe una sanción ejemplar ante la ejecución de malas prácticas en materia ambiental.

Otros establecimientos que se identifican como parte de la problemática de proliferación de puntos de descarga de aguas residuales clandestinos son negocios familiares destinados a la producción de queso, venta de carne, granjas y establos. El actuar de las instancias competentes en la gestión del agua y en la aplicación de las sanciones son muy limitados, por lo que se expresó que no tienen presencia en el territorio de la cuenta.

### *2.3.2.1 Problemas*

#### **TPS 1: San Martín Texmelucan**

- i. Cambio de uso del suelo.
- ii. Deforestación.



- iii. Erosión del suelo.
- iv. Calidad, contaminación y uso desmedido del agua.
- v. Presencia de contaminantes en Valsequillo.
- vi. Tala ilegal.

### **TPS 2: Huejotzingo**

- i. Pozos contaminados.
- ii. Deforestación.
- iii. Sobreexplotación de agua y drenaje deficiente.
- iv. Desborde de ríos por contaminación.
- v. Erosión.
- vi. Cambios de uso del suelo.
- vii. Acuífero con disponibilidad limitada.

### **TPS 3: Puebla**

- i. Fuerte presión sobre las Áreas Naturales Protegidas estatales y federales.
- ii. Cercanía de sitios de recarga de agua potable con el relleno sanitario de Calpan.
- iii. La Malinche o Matlalcuéyatl con la alta presión sobre los recursos naturales.
- iv. Escasez de agua.
- v. Contaminación del aire.
- vi. Alta presión para los recursos forestales maderables y no maderables, así como materiales pétreos.
- vii. Tala forestal en San Miguel Canoa y Tlahuapan.
- viii. Cambios de uso de suelo.
- ix. Reducción de cobertura vegetal.
- x. Tala ilegal (narco).

### **TPS 4: Tlaxco**

- i. Tala clandestina y forestal.
- ii. Plagas con el gusano descortezador en el Parque Nacional la Malinche o Matlalcuéyatl
- iii. Erosión de suelos.
- iv. Filtración de agroquímicos a mantos freáticos.
- v. Pérdida de biodiversidad acuática
- vi. Tala clandestina.
- vii. Agroquímicos a mantos freáticos.
- viii. Calidad del agua.
- ix. Pérdida y fragmentación de hábitat.
- x. Cubierta forestal.
- xi. Sustitución forestal con maguey.
- xii. Cambio uso del suelo.
- xiii. La Malinche o Matlalcuéyatl y Tlaxco: tala clandestina, asentamientos irregulares.
- xiv. Pérdida de suelo.
- xv. Reforestaciones mal ejecutadas.
- xvi. Bosque afectado por la plaga del gusano descortezador.



- xvii. Plaga del ocote.
- xviii. Erosión.
- xix. Fragmentación.

#### **TPS 5: Tlaxcala**

- i. Descenso en el nivel freático alrededor de la Malintzi.
- ii. Xalostoc se forma nube de polvo por minerales.
- iii. Zona forestal con muerte de árboles y presencia del gusano descortezador: Sabino, encinos y oyamel afectados.
- iv. Calidad del agua.
- v. Erosión de la cubierta vegetal.
- vi. Emisión de contaminantes a la atmosfera.
- vii. Emisión de compuestos volátiles del río.
- viii. Pérdida de biodiversidad.
- ix. Apertura de productos sin contemplar la perturbación que sufrirán las especies naturales.
- x. Laguna de Acuitlapilco: problemas de contaminación y de cambio de uso de suelo, más ocupación de tierra por parte de particulares.
- xi. Parque Nacional la Malintzi, derivado de la plaga del gusano descortezador gran parte del perímetro de los municipios colindantes tuvieron que ser saneados, lo cual dio paso a un proceso de cambios de uso de suelo no regulados (AHÍ).
- xii. Malintzi es zona de deforestación por plagas, erosión de suelo, tala ilegal, asentamientos irregulares.
- xiii. Erosión de suelo: malas prácticas agrícolas, asentamientos irregulares.
- xiv. Rellenos sanitarios: escurrimientos de lixiviados a los mantos acuíferos.
- xv. Deforestación.

#### **TPS 6: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros**

- i. Contaminación del río Atoyac por industria, tianguis y mercados.
- ii. Incendios provocados.
- iii. Plaga gusano descortezador en Bosque La Malinche o Matlalcuéyatl.
- iv. Tala clandestina (San Marcos Jilotepec).
- v. Contaminación de la cuenca del Alto Atoyac.
- vi. Erosión y deforestación por quemas agrícolas.
- vii. Contaminación agua.
- viii. Cambio uso de suelo.
- ix. Pérdida de biodiversidad.
- x. Deforestación (La Malinche o Matlalcuéyatl, Tlaxco, Nanacamilpa y Española).

### **2.3.3 Tema: Aspectos económicos-productivos**

#### *2.3.3.1. Problemas*

#### **TPS 1: San Martín Texmelucan**



- i. Alta demanda de agua.
- ii. Uso ilegal de recursos del bosque.
- iii. Uso excesivo de agroquímicos.
- iv. Huachicoleo.
- v. Intoxicación de ganado: afecta la salud de las personas.
- vi. Contaminación de industrias.
- vii. Descargas de la Petroquímica.
- viii. Aprovechamiento ilegal del monte.
- ix. Bonafont, el acuífero se está desecando.
- x. Descargas ilegales.

#### **TPS 2: Huejotzingo**

- i. Huachicol en Santa Ana.
- ii. Descargas de aguas residuales y de actividad avícola.
- iii. Textil: carencia de drenaje – aguas al aire libre.
- iv. Crecimiento de la industria automotriz.
- v. Ladrilleras.
- vi. Extracción de agua.
- vii. Corredores industriales.
- viii. Riego con agua contaminada
- ix. Santa Anna Xalmimilulco hace riego a sembradíos de maíz con aguas negras.

#### **TPS 3: Puebla**

- i. Alta contaminación con metales pesados en la porción final de las subcuencas del Atoyac, Presa Valsequillo y Alseseca.
- ii. Problemas de la calidad del aire debido a las ladrilleras, que utilizan residuos sólidos como llantas para la combustión de los hornos.
- iii. Ganadería intensiva en la zona de Chipilo.
- iv. Producción de lácteos y derivados sin manejo adecuado de residuos en las inmediaciones de San Gregorio Atzompa.
- v. Mataderos clandestinos.
- vi. San Andrés: los pozos noria no están regulados (Bonafont, San Antonio Cacalotepec y Lomas de Angelópolis).
- vii. Desarrollo clústeres está dejando sin agua a la comunidad Santa Clara Ocoyucan, San Andrés Cholula; están reglamentadas, pero no tienen límite de extracción.
- viii. Actividades incompatibles.
- ix. Rastro clandestino.
- x. Impacto de fertilizantes
- xi. Uso de agua residuales

#### **TPS 4: Tlaxco**

- i. Descargas de agua sin tratar por parte de lecherías en El Rosario, de talavera en San Pablo del Monte, industria química en Ixtacuixtla, en Apizaco, y Plan de Ayala.
- ii. Enfermedades en ganado.
- iii. Exceso de agroquímicos en producción de papa.





- iv. Huachicol.
- v. Descarga de lechería.
- vi. Laguna “el ojito” en San Luis Apizaquito es un lugar turístico que se ve afectado por el corredor industrial 1 y 3 ya que hay un “tiradero” intermedio que puede ser uno de los principales contaminantes.
- vii. Cambio en las formas de cultivo.
- viii. Químicos agrícolas.
- ix. Autoconstrucción (habitacional, mixto, ganadero de traspatio, rural agrícola).
- x. Uso de agua residual contaminada para riego agrícola.

#### **TPS 5: Tlaxcala**

- i. Descarga del corredor Quetzalcóatl.
- ii. Extracción de materiales pétreos para usarse en la industria de la construcción.
- iii. Contaminación por aguas residuales (laboratorios locales y textil no reconocidas).
- iv. Crecimiento desmedido de terrenos de labor, sobre todo en Área Natural Protegida.
- v. Riego de terrenos agrícolas con aguas residuales.
- vi. Zona agropecuaria es la zona que es parte del Distrito de Riego Atoyac-Zahuapan: se identifica severa contaminación en el agua que corre por los canales de riego.
- vii. Con el crecimiento de la población, las ladrilleras han quedado absorbidas y en medio de zonas habitacionales, estas utilizan llantas para cocer los ladrillos.

#### **TPS 6: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros**

- i. Granja generadora de contaminación en Escandona.
- ii. Daño de zona forestal para la construcción y descargas industriales a la barranca por parte de empresa avícola.
- iii. Mal manejo de desechos de cerdos (Granja San José Escandón).
- iv. Riesgo con aguas del canal contaminado (Ixtacuixtla, Santa Justina, El Porvenir, Tizostoc, San Diego Xocoyoacan).
- v. Contaminación de agua por industrial textil.
- vi. Riego agrícola con agua contaminada.
- vii. Riego de cultivos con aguas residuales que posteriormente se utilizan para alimentar ganado que produce leche.
- viii. Contaminación de los distritos de riego y producción agrícola.
- ix. En acuacultura problemas con la introducción de especies.

### **2.3.4 Tema:Asentamientos humanos**

Dos asuntos dominan las preocupaciones en el tema de infraestructura, servicios y equipamientos urbanos:



- 1) La falta de funcionamiento adecuado y constante de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, y
- 2) La expansión de la urbanización y sus zonas industriales.

De estas dos cuestiones deriva una diversidad de problemáticas sobre el aprovechamiento y ocupación en el territorio, mismo que se referencia en el siguiente apartado.

#### 2.3.4.1. Problemas

##### **TPS 1: San Martín Texmelucan**

- i. Plantas de tratamiento con afectaciones a zonas agrícolas.
- ii. Gran número de pozos artesanales.
- iii. Crecimiento urbano (habitacional).
- iv. Asentamientos irregulares.
- v. Plantas de tratamiento no funcionan.
- vi. Falta de infraestructura para agua pluvial (captación).
- vii. Incendios, basura.

##### **TPS 2: Huejotzingo**

- i. En Huejotzingo están creciendo las zonas industriales y habitacionales sin control.
- ii. Descargas de drenaje.
- iii. Plantas de tratamiento datan de la década de 1970.
- iv. Crecimiento descontrolado.
- v. Invasión de derechos de vía.
- vi. Ductos con tomas clandestinas.
- vii. Plantas tratadoras sin funcionar.
- viii. Aeropuerto – construcción-deforestación 1984.
- ix. Huejotzingo rebasado en escuelas, infraestructura, drenajes, agua.
- x. Huejotzingo: sin funcionamiento de plantas tratadoras.
- xi. Construcción – pavimentación.
- xii. Huejotzingo: consumo de agua contaminada.
- xiii. Descargas domésticas.

##### **TPS 3: Puebla**

- i. Construcción del periférico ecológico en 1997, incrementó el desarrollo urbano en el sur de la cuenca.
- ii. Crecimiento urbano al norte de la presa Valsequillo, que incrementa la presión por los recursos hídricos.
- iii. Invasión de ríos.
- iv. Residuos en barrancas.
- v. Descargas clandestinas de aguas residuales, municipales e industriales.
- vi. Equipamientos y desarrollo inmobiliario.
- vii. Crecimiento poblacional y deforestación.
- viii. Generación de contaminantes a través de residuos.



- ix. Santa Clara Ocoyucan deforestación para cambio de uso para construcción habitacional.
- x. Contaminación por tiraderos de electrodomésticos, pilas, materiales no reutilizados.
- xi. Municipios que más aportan contaminantes: Tlaxcala (Nativitas, Apizaco, Papalotla, Zacatelco, Xalostoc) y Puebla (Domingo Arenas, Ocoyucan, Puebla, San Andrés Cholula, Tecamachalco).
- xii. Especulación inmobiliaria.
- xiii. Presión inmobiliaria en zona San Andrés.
- xiv. No se encuentran medidores en los pozos.
- xv. Existen pozos no regulados y los espacios si regulados no se sabe con seguridad si están extrayendo el agua que declararon.
- xvi. Agua de Puebla a Puebla: no hay servicio de tratamiento de agua residual tratada en toda la zona y se vierte el agua sin tratamiento al río.
- xvii. Desarrollo habitacional al margen de los ríos.
- xviii. Cambio de uso de suelo en zona Angelópolis / San Andrés. No permite la permeabilidad.
- xix. Relleno sanitario con 30 años de vida. Se redujo a 15 años por ser sitio de depósito de residuos sólidos de varios municipios.
- xx. Abatimiento de pozos.
- xxi. Desarrollo urbano inmoderado en Calpan, Atlixco.

#### **TPS 4: Tlaxco**

- i. Descargas de aguas residuales municipales e industriales.
- ii. Crecimiento poblacional irregular que genera aumentos en las descargas de aguas.
- iii. municipales y desplazamiento de especies.
- iv. Expansión de la mancha urbana.
- v. Contaminación por filtración, descargas municipales.
- vi. Crecimiento irregular sobre zonas no aptas.
- vii. Urbanización.
- viii. Rellenos sanitarios.
- ix. Drenajes conectados al río.
- x. Rastros (descargas grave problema).
- xi. A lo largo de toda la cuenca hay descargas irregulares.
- xii. Atlangatepec: las aguas residuales desembocan en la presa y se pide que las plantas tratadoras funcionen correctamente.
- xiii. Imposibilidad económica de los municipios para contar con drenaje, esto ocasiona descargas de agua residual en barrancas.
- xiv. Crecimiento urbano desordenado.
- xv. Plantas Tratadoras de Aguas Residuales (sin funcionar, en malas condiciones, sin administración y con falta de presupuesto).
- xvi. Mal uso de drenaje y falta de drenaje adecuado.
- xvii. Casas construidas en zonas de riesgo (barrancas, lugares de extracción, pendientes fuertes).
- xviii. Terrenos agrícolas con cambio de suelo a habitacional, comercio o industria.

#### **TPS 5: Tlaxcala**



- i. Crecimiento urbano.
- ii. Asentamientos irregulares.
- iii. Cambio de uso de suelo por crecimiento irregular.
- iv. Casas habitación en Áreas Naturales Protegidas.
- v. Contaminación lumínica.
- vi. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Atlamaxoc: se ha reportado que la capacidad de carga es insuficiente para tratar las aguas residuales de los municipios cuenca arriba. También se descargan aguas de origen industrial de la zona de Xiloxoxextla, Teolocholco, Tlaltelolco, Acuamanalco y Ayometla.
- vii. Descarga de aguas residuales urbanas.

#### **TPS 6: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros**

- i. Presa Mariano Matamoros representa un riesgo para Juitepec por colapso de puente y contaminación. Es receptora de descargas de drenaje doméstico por el municipio de Españaíta.
- ii. Planta tratadora en Espíritu Santo en función de 10% de capacidad.
- iii. Pérdida de territorio por la mancha urbana y contaminación por la misma.
- iv. Construcción UH en San Gabriel Papantla con drenaje a barranca.
- v. Saturación de rellenos sanitarios en Santa Cruz Techachalco Panotla.
- vi. Relleno de barrancas con escombros de construcción.
- vii. Represas ilegales (Ixtlacuixtla).
- viii. Desabasto de agua por las unidades habitacionales (los arcos) y la industria.
- ix. Saturación de red sanitaria en partes bajas.
- x. Asentamientos irregulares.
- xi. Falta de presupuesto y mantenimiento a las diferentes modalidades de plantas de tratamiento.
- xii. San Miguel, presa con dos años en situación de contaminación, por lo que dejó de ser atractivo turístico.
- xiii. Crecimiento urbano.

## **2.5 Agenda Ambiental**

En este apartado se realiza una síntesis y análisis de las problemáticas socioambientales y productivas del territorio identificadas en los TPS, que se buscan corregir o reorientar a partir de la aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac, por orden de importancia.

Es necesario señalar que la Agenda Ambiental es una herramienta de gestión que marca el inicio de los trabajos para la formulación de los programas de ordenamiento ecológico y se elabora en coordinación entre el Comité de Ordenamiento Ecológico y el Equipo Técnico al inicio de la fase de caracterización. Para el caso del POERSAA, es importante señalar la disposición de los participantes para la integración del Comité.

En el apartado anterior se mostró la forma en que se realizó la identificación de la problemática y los conflictos ambientales que se presentan en el territorio. En la agenda ambiental se trabajó en ordenar y proponer las estrategias y las actividades que en





conjunto conformarán el quehacer de los actores para la conformación del Programa de Ordenamiento Ecológico.

Las relatorías de los primeros seis talleres de participación social son la fuente para la identificación, clasificación y priorización de las problemáticas expuestas. En cada temática (sociocultural, ambiental, económico-productiva y asentamientos humanos) hay de seis a nueve problemáticas con diferencia en el número de menciones acumuladas. De esta manera, de las 250 menciones sistematizadas y clasificadas, en 29 problemáticas, es decir, el 30.8% de los casos, pertenecen al tema de asentamientos humanos, el 29.2% al ambiental, el 22.8% al económico-productivo y el 17.2% al sociocultural.

Las siguientes cuatro tablas concentran la información de las problemáticas y el número de menciones de cada temática por taller.

**Cuadro 2.4. Ponderación de problemáticas socioculturales**

<b>Sociocultural</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total</b>
1. Incumplimiento de normativa; incongruencia y rezago de instrumentos, planeación y de monitoreo	1		3	6	1	1	12
2. Inseguridad (huachicoleo, falta de seguimiento a denuncias)	2	2		1	1	3	9
3. Problemas de salud pública (consumo de productos contaminados)	1	1	1	3	1	1	8
4. Desconocimiento de procesos administrativos, competencias municipales, actividades productivas				3	1	3	7
5. Uso irracional de recursos naturales (agua y bosque)			2	1		1	4
6. Falta de participación de distintos actores	1			1			2
7. Crecimiento poblacional		1					1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>43</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

**Cuadro 2.5. Ponderación de problemáticas ambientales**

<b>Aspectos ambientales</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total</b>
1. Calidad (contaminación) y uso desmedido del agua (disponibilidad limitada)	2	4	2	3	5	3	19
2. Deforestación (tala ilegal)	2	1	4	2	2	3	14



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Aspectos ambientales	San Martín	Huejotzingo	Puebla	Tlaxco	Tlaxcala	Ixtacuixtla	Total
3. Erosión del suelo	1	1		2	3	1	8
4. Bosque afectado por la plaga del gusano descortezador				3	4	1	8
5. Cambio de uso de suelo (pérdida de suelo + presión de la urbanización)	1	1	3	2		1	8
6. Pérdida, afectación y fragmentación de hábitat y biodiversidad				3	2	2	7
7. Asentamientos irregulares				1	3		4
8. Emisión de contaminantes a la atmosfera			1		2		3
9. Reforestaciones no adecuadas				2			2
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>73</b>

Fuente: Elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

**Cuadro 2.6. Ponderación de problemáticas económico-productivas**

Aspectos económicos-productivos	San Martín	Huejotzingo	Puebla	Tlaxco	Tlaxcala	Ixtacuixtla	Total
1. Crecimiento industrial y sus impactos (contaminación, extracción, ocupación) por malos manejos (textil, avícola, corredores, automotriz, ganadería, rastros, lechería)	5	5	9	3	2	4	28
2. Riego con agua contaminada		2	1	1	2	3	9
3. Malos manejos: uso excesivo de agroquímicos; desechos de cerdos	1		1	4		2	8
4. Actividad informal (tala, huachicoleo, ganado, matadero)	3	1		2			6
5. Intoxicación de ganado: afecta la salud de las personas	1			2			3
6. Problemas de la calidad del aire debido a las ladrilleras, que utilizan residuos sólidos como llastas para la combustión de los hornos		1	1		1		3
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>57</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

**Cuadro 2.7. Ponderación de problemáticas de asentamientos humanos**

Asentamientos humanos	San Martín	Huejotzingo	Puebla	Tlaxco	Tlaxcala	Ixtacuixtla	Total
1. Crecimiento de zonas industriales y habitacionales sin control: impactos e irregularidad	3	3	12	6	4	4	32
2. Descargas de drenaje (domésticas, clandestinas, municipales, industriales)		2	2	8	1	2	15
3. Infraestructura 1: plantas de tratamiento sin funcionamiento	2	3		1	1	1	8
4. Infraestructura 2: falta o déficit para agua, drenaje, agua pluvial-captación.	1	2	3			2	8
5. Mal manejo de residuos	1		4	1		2	8
6. Informalidad: gran número de pozos artesanales o ductos	1	1	1			1	4



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Asentamientos humanos</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total</b>
7. Debilidad gubernamental para dotar y mantener la infraestructura				1		1	2
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>77</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos

Los seis problemas con mayor mención son: 1) del tema asentamientos humanos, con el impacto por el crecimiento de zonas industriales y habitacionales con el 12.8%; 2) del tema económico-productivos, el crecimiento industrial y sus impactos por malos manejos; 3) del tema ambientales, la calidad y uso desmedido del agua con el 7.6 %; 4) del tema asentamientos humanos, las descargas de drenaje con el 6 % y la deforestación; 6) del tema sociocultural, el incumplimiento y la incongruencia de la normativa. Estas seis representan el 48 % del total de menciones a las 29 problemáticas identificadas en los talleres.



### **2.5.1. Ajuste a la ponderación**

El ejercicio de ponderación fue revisado y ajustado en los dos Talleres extraordinarios de Participación Social con los siguientes resultados por taller (Tlaxcala y Cholula):

#### Sociocultural

- 1) Incorporación de educación para incidir en el cambio efectivo de comportamientos, con enfoque en niños, tomadores de decisiones y adultos en general.
- 2) Seguimiento de la normativa; incongruencia y rezago de instrumentos de planeación y de monitoreo, falta de seguimiento a programas exitosos. Desconocimiento de procesos.
- 3) Administrativos, competencias municipales, actividades productivas.
- 4) Problemas de salud pública (consumo de productos contaminados, contaminación de aire y suelo).
- 5) Inseguridad (huachicoleo, falta seguimiento a denuncias).
- 6) Uso irracional de recursos naturales (agua y bosque).
- 7) Falta de participación de distintos actores.
- 8) Crecimiento poblacional y dispersión.
- 9) Desconocimiento de procesos administrativos, competencias municipales, actividades productivas.
- 10) Incumplimiento de normativa; incongruencia y rezago de instrumentos de planeación y de monitoreo.
- 11) Falta de participación de los distintos actores.
- 12) Problemas de salud pública (Consumo de productos contaminados)
- 13) Educación y concientización ambiental.
- 14) Crecimiento poblacional.

#### Medio ambiente

- 1) Contaminación de ríos y acuíferos.
- 2) Cambios en los usos del suelo y crecimiento urbano descontrolado.
- 3) Falta de regulación y de sanción a la actividad industrial.
- 4) Pérdida de suelo por erosión y de la masa forestal por incendios, plagas y tala ilegal.
- 5) Malas prácticas en el manejo de residuos sólidos y líquidos.
- 6) Malas prácticas agrícolas y pecuarias, principalmente de los grandes productores.
- 7) Inoperancia de la norma jurídica para la protección ambiental de la zona de estudio.
- 8) Falta de regulación y sanción a los infractores de la norma jurídica, en particular se mencionó a la industria, los desarrolladores inmobiliarios y los talamontes.
- 9) Falta de medidas de prevención y mitigación de los efectos del cambio climático.
- 10) Falta de regulación y sanción a las malas prácticas agropecuarias y forestales.

#### Económico-productivo

- 1) Crecimiento industria y sus impactos por malos manejos.





- 2) Municipios entregan permisos a empresas para descargas en drenaje.
- 3) Descargas de aguas no tratadas.
- 4) Riego con agua contaminada y malos manejos: agroquímicos, desechos de cerdos.
- 5) Problemas de calidad del aire por ladrilleras e industria, elaboración pan de fiesta / Cambio uso del suelo.
- 6) Crecimiento industrial y sus impactos (contaminación, extracción, ocupación, malos manejos: textil, avícola, agrícola, automotriz, ganadería, rastro, forestal, inmobiliaria).
- 7) Deficiente aplicación de regularización de empresas.
- 8) Ausencia del sector industrial en el proceso de ordenamiento territorial (ecológico).
- 9) Cambio de uso de suelo en forma masiva (desarrollo inmobiliario).
- 10) Desvalorización de las actividades agrícolas y forestales.
- 11) Asentamientos humanos.
- 12) Incumplimiento de la Ley y normatividad por los tres órdenes de gobierno.
- 13) Carencia o desactualización de programas de desarrollo urbano Municipales.
- 14) Déficit de infraestructura de agua y drenaje, descargas clandestinas domesticas e industriales, plantas de tratamiento sin funcionar.
- 15) Mal manejo de residuos.
- 16) Falta de recursos para impulsar el uso de nuevas técnicas y tecnologías para tratamiento de agua.
  - a. Crecimiento industrial y habitacionales sin control.
  - b. Descargas de drenaje (domesticas e industriales).
  - c. Plantas de tratamiento sin funcionamiento.
  - d. Déficit de agua y drenaje.
  - e. Mal manejo de residuos.

Para incorporar esta nueva jerarquización de problemas a la resultante de los primeros seis talleres, se asignaron puntajes a cada problemática según la posición dada por los participantes. En total, se alcanzaron 371 problemáticas, de las cuales, el 29.6% pertenecen al tema de asentamientos humanos, el 27.5% al ambiental, el 23.4% al económico-productivo y el 19.4% al sociocultural.

Cuadro 2.8. Ajuste a la ponderación de problemáticas socioculturales

<b>Sociocultural</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
1. Problemas de salud pública (consumo de productos contaminados)	1	1	1	3	1	1	8	3	4	15
2. Incumplimiento de normativa; incongruencia y rezago de instrumentos, planeación y de monitoreo	1		3	6	1	1	12	1	1	14
3. Inseguridad (huachicoleo, falta de seguimiento a denuncias)	2	2		1	1	3	9	2	1	12
4. Desconocimiento de procesos administrativos, competencias municipales, actividades productivas				3	1	3	7	1	1	9



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Sociocultural</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
5. Uso irracional de recursos naturales (agua y bosque)			2	1		1	4	1	2	7
6. Falta de participación de distintos actores	1			1			2	1	3	6
7. Incorporación de educación para incidir en el cambio efectivo de comportamientos, con enfoque en niños, tomadores de decisiones y adultos en general							0	5	1	6
8. Crecimiento poblacional		1					1	1	1	3
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>72</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

**Cuadro 2.9. Ajuste a la ponderación de problemáticas ambientales**

<b>Aspectos ambientales</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
1. Calidad (contaminación) y uso desmedido del agua (disponibilidad limitada)	2	4	2	3	5	3	19	5		24
2. Deforestación (tala ilegal)	2	1	4	2	2	3	14			14
3. Cambio de uso de suelo (pérdida de suelo + presión de la urbanización)	1	1	3	2		1	8	4		12
4. Erosión del suelo	1	1		2	3	1	8	2		10
5. Bosque afectado por la plaga del gusano descortezador				3	4	1	8	2		10
6. Falta de regulación y de sanción a la actividad industrial							0	3	5	8
7. Pérdida, afectación y fragmentación de hábitat y biodiversidad				3	2	2	7			7
8. Asentamientos irregulares				1	3		4			4
9. Falta de medidas de prevención y mitigación de los efectos del cambio climático							0		4	4
10. Emisión de contaminantes a la atmósfera			1		2		3			3
11. Malas prácticas agrícolas y pecuarias, principalmente de los grandes productores							0	1	2	3
12. Reforestaciones no adecuadas				2			2			2
13. Malas prácticas en el manejo de residuos sólidos y líquidos							0	1		1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>73</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>102</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

**Cuadro 2.10. Ajuste a la ponderación de problemáticas económico-productivas**



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Aspectos económicos-productivos</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
1. Crecimiento industrial y sus impactos (contaminación, extracción, ocupación) por malos manejos (textil, avícola, corredores, automotriz, ganadera, rastros, lechera)	5	5	9	3	2	4	28	5	5	38
2. Riego con agua contaminada		2	1	1	2	3	9	2		11
3. Malos manejos: uso excesivo de agroquímicos; desechos de cerdos	1		1	4		2	8			8
4. Municipios entregan permisos a empresas para descargas en drenaje. Deficiente aplicación de regularización de empresas							0	4	4	8
5. Actividad informal (tala, huachicoleo, ganado, matadero)	3	1		2			6			6
6. Problemas de la calidad del aire debido a las ladrilleras, que utilizan residuos sólidos como llantas para la combustión de los hornos		1	1		1		3	1		4
7. Intoxicación de ganado: afecta la salud de las personas	1			2			3			3
8. Ausencia del sector industrial en el proceso de ordenamiento territorial (ecológico)							0		3	3
9. Descargas de aguas no tratadas							0	3		3
10. Cambio de uso de suelo en forma masiva (desarrollo inmobiliario)							0		2	2
11. Desvalorización de las actividades agrícolas y forestales							0		1	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>57</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>87</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

Cuadro 2.11. Ajuste a la ponderación de problemáticas de asentamientos humanos

<b>Asentamientos humanos</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
1. Crecimiento de zonas industriales y habitacionales sin control: impactos, irregular	3	3	12	6	4	4	32		5	37
2. Descargas de drenaje (domésticas, clandestinas, municipales, industriales)		2	2	8	1	2	15		4	19
3. Infraestructura 1: plantas de tratamiento sin funcionamiento	2	3		1	1	1	8	3	3	14
4. Infraestructura 2: falta o déficit para agua, drenaje, agua pluvial-captación	1	2	3			2	8	3	2	13
5. Mal manejo de residuos	1		4	1		2	8	2	1	11



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Asentamientos humanos</b>	<b>San Martín</b>	<b>Huejotzingo</b>	<b>Puebla</b>	<b>Tlaxco</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Ixtacuixtla</b>	<b>Total 1</b>	<b>Tlaxcala</b>	<b>Cholula</b>	<b>Total 2</b>
6. Incumplimiento de la Ley y normatividad por los tres órdenes de gobierno							0	5		5
7. Informalidad: gran número de pozos artesanales; ductos	1	1	1			1	4			4
8. Carencia o desactualización de programas de desarrollo urbano Municipales							0	4		4
9. Debilidad gubernamental para dotar y mantener infraestructura				1		1	2			2
10. Falta de recursos para impulsar el uso de nuevas técnicas y tecnologías para tratamiento de agua							0	1		1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>77</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>110</b>

Fuente: elaboración del Programa de Investigación en Estudios Metropolitanos.

Al final, las problemáticas con mayor cantidad de menciones y valoraciones son:

- 1) Aspectos económico-productivos, el crecimiento industrial y sus impactos por malos manejos con el 10.24%;
- 2) Asentamientos humanos, el impacto por el crecimiento de zonas industriales y habitacionales con el 9.97%, y las descargas de drenaje con el 5.12%;
- 3) Aspectos ambientales, la calidad y uso desmedido del agua con el 6.47%;
- 4) Sociocultural, los problemas de salud pública con el 4.04%.

En conjunto, estas cuatro problemáticas representan el 35.85% del total de menciones a las 42 problemáticas identificadas en los talleres.

La agenda de trabajo del Proceso de Ordenamiento Ecológico del POERSAA, también conocida como agenda ambiental, tiene como objetivo identificar los problemas socioambientales de la región y categorizar las prioridades de atención de éstos, en función de su importancia y de los recursos técnicos, administrativos y financieros disponibles. La agenda se construye con base en la compilación de información derivada de los Talleres de Participación Social, documentación técnica y científica de la región.

Las principales categorías de conflictos socioambientales en la subcuenca del Alto Atoyac, que conforman esta agenda, guiaron los criterios de trabajo para la caracterización, diagnóstico, pronóstico y creación del modelo del POERSAA. El Comité de Ordenamiento Ecológico se encargará de dar seguimiento a esta agenda, desarrollando estrategias y estableciendo vínculos con actores clave para promover la resolución de conflictos socioambientales. Además, evaluará su cumplimiento dentro del plazo asignado. Esta herramienta dinámica deberá actualizarse según el contexto social, económico y ambiental al momento de modificar el instrumento de política pública ambiental.

A continuación, se presentan los principales ejes de atención prioritaria:





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>PROBLEMÁTICAS SOCIOAMBIENTALES</b>	<b>ACTORES CLAVE PARA SU ATENCIÓN</b>	<b>PLAZO DE ATENCIÓN</b>
<b>1. Hídrico:</b> Calidad, contaminación, disponibilidad, uso del agua, etc.	CONAGUA, SEMARNAT, IMTA, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, sector industrial, asentamientos humanos urbanos y rurales, agrícola, pecuario, minero, turístico; académicos, asociaciones civiles, etc.	Mediano: 5 – 10 años
<b>2. Suelo:</b> Cambio de uso del suelo, erosión, extracción, etc.	CONAFOR, SEMARNAT, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, sector agrícola, pecuario, asentamientos humanos urbanos y rurales, minero; académicos, asociaciones civiles, etc.	Mediano: 5 – 10 años
<b>3. Problemáticas forestales:</b> Sanidad (plagas y enfermedades), incendios, reforestación, deforestación, etc.	CONAFOR, SADER, SEMARNAT, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, académicos, asociaciones civiles, etc.	Corto: 3 – 5 años
<b>4. Falta de regulación y de sanción a la actividad industrial, inmobiliaria y talamontes.</b>	PROFEPA, SEMARNAT, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, sector industrial, asentamientos humanos urbanos y rurales, forestal, académicos, asociaciones civiles, etc.	Corto: 3 – 5 años
<b>5. Pérdida, afectación y fragmentación de hábitat y biodiversidad / Asentamientos irregulares.</b>	SEDATU, RAN, SEMARNAT, CONAFOR, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, sector de asentamientos humanos urbanos y rurales, industrial, agrícola, pecuario, turístico, minero, forestal. Así como académicos, asociaciones civiles, etc.	Largo: 10 – 15 años
<b>6. Cambio climático:</b> Medidas de prevención y mitigación de los efectos del cambio climático, emisión de contaminantes, etc.	SEMARNAT, INECC, Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, académicos, asociaciones civiles, sectores económicos y productivos, etc.	Largo: 10 – 15 años
<b>7. Prácticas agrícolas y pecuarias:</b> Principalmente de los grandes productores.	Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, sector pecuario y agrícola, asentamientos humanos rurales; académicos, asociaciones civiles, etc.	Mediano: 5 – 10 años
<b>8. Manejo de residuos:</b> Aplicación de la normativa, malas prácticas, medidas para la disposición de residuos (sólidos urbanos, especiales, líquidos, etc).	Gobiernos Estatales de Puebla y Tlaxcala, Gobiernos municipales, PROFEPA, académicos, asociaciones civiles, sectores económicos y productivos, etc.	Corto: 3 – 5 años





### 3. CARACTERIZACIÓN

#### 3.1 Componente natural del área de estudio

Hidrográficamente, la Subcuenca del Alto Atoyac es una región del país situada entre los estados de México, Puebla y Tlaxcala, esto al interior de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transmexicano. Se caracteriza por contar con elevaciones que van desde los 1,800 hasta los 5,400 msnm. Es un territorio con predominio de porciones de serranías y llanuras que alberga distintos ecosistemas naturales y paisajes antrópicos. Respecto a los primeros, se identifica desde bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de táscate, principalmente en sus porciones más elevadas, así como vegetación de matorral crasicaule y matorral desértico micrófilo en porciones medias.

Es relevante destacar que, para el desarrollo del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac, se decidió incluir más allá del límite hidrográfico de la cuenca (Mapa 3.1). De esta manera, se consideró integrar al polígono objeto de análisis del POERSAA al territorio de 22 municipios del estado de Puebla, así como 49 municipios del estado de Tlaxcala. De esta manera quedó integrado un polígono que incluye a 71 municipios que en suma representan una superficie de 504,103.70 ha<sup>3</sup>. En función de lo anterior, la Subcuenca del Atoyac incluye porciones de agricultura tanto de temporal como de riego, porciones de pastizal inducido y áreas desprovistas de vegetación.

Otros atributos destacados de la subcuenca son las unidades edáficas de fertilidad aceptable, la mayoría usadas en la actividad agrícola y pecuaria, además de zonas con asentamientos humanos, de entre las cuales sobresale la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala.

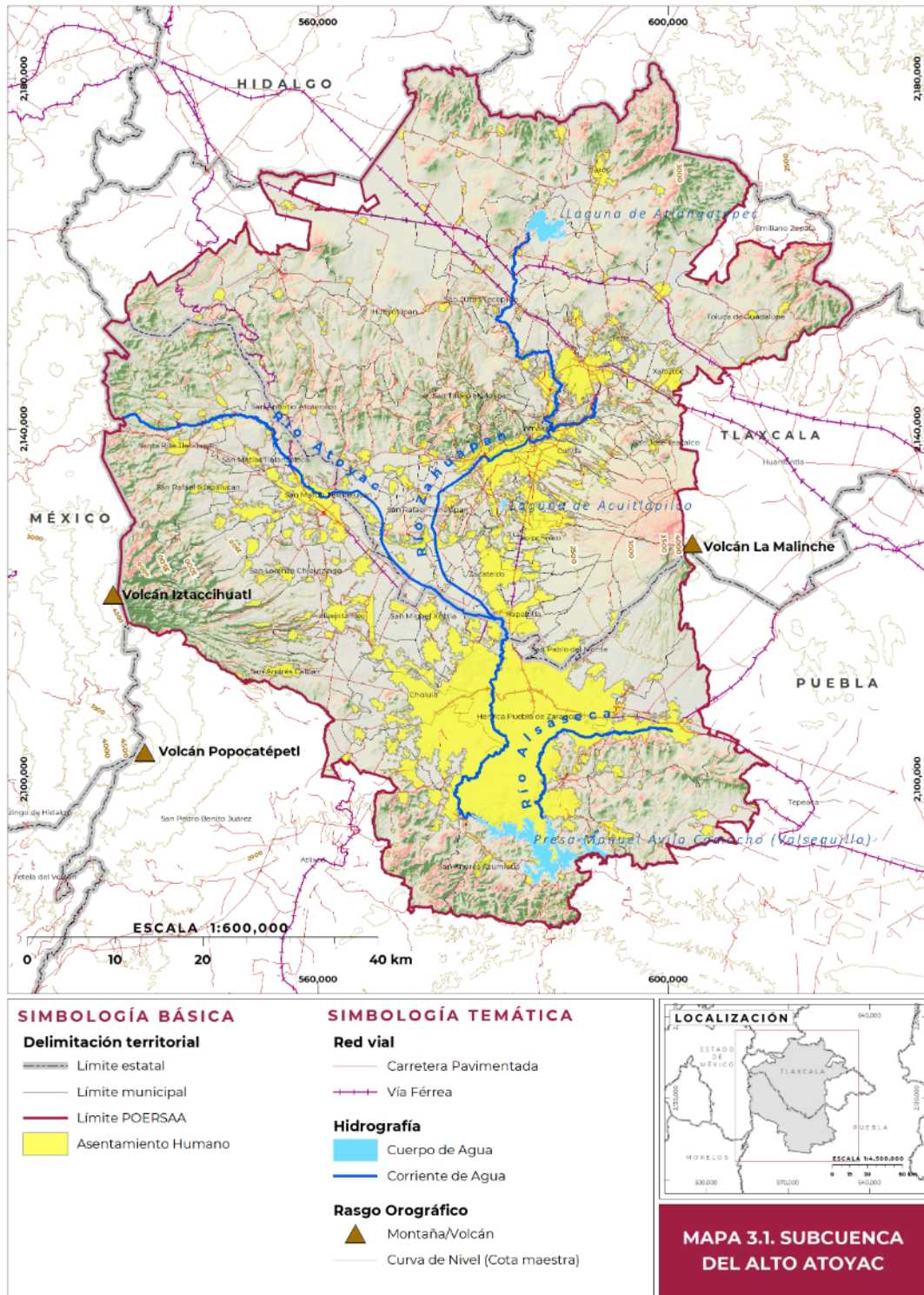
Por otra parte, en el contenido de esta fase del ordenamiento territorial se destacan los atributos de mayor significancia para la subcuenca, además de destacar los sectores económicos que tienen amplia presencia en esta porción del país. Asimismo, se hace referencia a la estructura poblacional de los municipios que son parte del territorio a ordenar para dar paso a la generación de información para la siguiente fase del ordenamiento, el diagnóstico.

---

<sup>3</sup> El área citada se calculó a través del software ArcGis 10.8 con base en el Sistema de Proyección de Coordenadas WGS 84 Zona UTM 14 Norte



Mapa 3.1. Subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.





### 3.1.1 Uso de Suelo y Vegetación

Uno de los atributos espaciales fundamentales para la generación de instrumentos relacionados con la Planeación Territorial es la información referente a las coberturas de suelo y cubiertas de vegetación. Sobre esa base, esta capa de información geográfica es considerada un elemento básico para facilitar la definición y delimitación de estructuras espaciales, las cuales a su vez son empleadas en el ámbito de la planeación para orientar el uso de recursos naturales, la aptitud natural del territorio, la localización más asertiva de actividades económicas, así como la disminución de desequilibrios en busca de una mayor funcionalidad en la utilización de la capacidad natural de los suelos (Ortiz, M., 2019).

De forma particular, el Uso de Suelo y Vegetación es un insumo determinante para la asignación de Políticas Ambientales enfocadas en la gestión del territorio en las cuatro modalidades de ordenamiento ecológico definidas por la LGEEPA y el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico. En función de lo anterior, los *Términos de Referencia para la Elaboración de Programas de Ordenamiento Ecológico Participativo* definidos para la creación del POERSAA, indican que la capa de uso de suelo y vegetación empleada en ordenamientos ecológicos en modalidad regional debe de contar con información actualizada y con el mayor detalle posible para facilitar la identificación de sitios con deterioro ambiental. Sobre esa base, el proceso para definir la capa temática respectiva se desarrolló en tres etapas<sup>4</sup>, mismas que concluyeron en la delimitación de una capa de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:150,000 con año de referencia en 2024.

Como resultado del ejercicio se obtuvo una capa de información con 26 categorías de Uso de Suelo y Vegetación (cuadro 3.1 y Mapa 3.2), entre los cuales la agricultura de temporal y el asentamiento humano son las categorías con mayor representatividad, esto

---

<sup>4</sup> Dicho proceso se describe a continuación:

1. La base de información geográfica inicial fue la capa de Uso de Suelo y Vegetación de la Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) escala 1:250,000 cuyo año de referencia corresponde a 2018. Al efectuar un ejercicio de revisión se determinó la necesidad de hacer una actualización para que la información representada corresponda a una fecha más cercana al contexto actual
2. Se aplicó una primera actualización de la información a partir de un ejercicio de Clasificación Supervisada con base en un mosaico de imágenes Landsat 7 con fecha del 22 de noviembre de 2022.
3. En función del resultado anterior, se determinó la pertinencia de complementar la capa de información con un segundo ajuste a partir de técnicas de fotointerpretación, principalmente en los polígonos identificados como cuerpo de agua, asentamientos humanos, zonas con vegetación primaria y secundaria. Para esta etapa se rectificó la información con base en lo mostrado en el BaseMap "Imagery" del software ArcGis en su versión 10.8, la cual corresponde a un mosaico de imágenes satelitales Maxar cuya fecha de obtención oscila entre los años 2022-2023, además de la consulta del mosaico de imágenes satelitales mostrado en Google Earth, mismo que corresponde a imágenes de la empresa Airbus con fecha de obtención entre el 3 y el 16 de junio de 2024.



al significar el 46.59% y el 17.86% de la superficie de la Subcuenca del Alto Atoyac respectivamente (cuadro 3.1). En contraparte, las categorías de Uso de Suelo y vegetación con menos representatividad en la subcuenca son el Bosque Cultivado y el Tular con la ocupación, en el orden expuesto, de 0.03% y 0.01% del territorio referido.

Cuadro 3.1. Usos de Suelo y Vegetación en la Subcuenca del Alto Atoyac (2024)

<b>Descripción</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje de participación</b>
Agricultura de Temporal	234,864.42	46.59%
Asentamiento Humano	90,013.68	17.86%
Agricultura de Riego	49,572.91	9.83%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	22,215.32	4.41%
Pastizal Inducido	16,326.36	3.24%
Bosque de Pino	15,569.98	3.09%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino	13,913.17	2.76%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Táscate	13,427.28	2.66%
Bosque de Pino-Encino	12,379.35	2.46%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	6,105.73	1.21%
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	5,682.41	1.13%
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	5,672.52	1.13%
Cuerpo de Agua	4,434.97	0.88%
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	4,065.19	0.81%
Bosque de Oyamel	2,295.39	0.46%
Bosque de Encino	1,309.29	0.26%
Sin Vegetación Aparente	1,275.17	0.25%
Bosque de Encino-Pino	1,270.82	0.25%
Pradera de Alta Montaña	1,120.79	0.22%
Bosque de Táscate	766.75	0.15%
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Táscate	563.65	0.11%
Matorral Desértico Rosetófilo	450.91	0.09%
Área Desprovista de Vegetación	414.71	0.08%
Matorral Crasicaule	167.02	0.03%
Bosque Cultivado	151.02	0.03%
Tular	74.90	0.01%
<b>Total</b>	<b>504,103.70</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia DOE con base en Serie VII INEGI 1:250,000, mosaico de imágenes Landsat 7 22 de noviembre de 2022, BaseMap "Imagery" del software ArcGis en su versión 10.8 e imágenes Airbus con fecha de obtención entre el 3 y el 16 de junio de 2024.

Es importante destacar que la Vegetación Primaria, que incluye variedades de Bosque de Coníferas (es decir de porciones de bosque de encino, encino-pino, pino, pino-



encino, táscate y oyamel), así como zonas de matorral (crasicaule y desértico rosetófilo), se concentran en las porciones de mayor elevación de la subcuenca, así como en porciones aledañas. La vegetación primaria es de 35,458.33 ha, o sea, el 7.02% de la superficie de la subcuenca. Cabe destacar que las partes de mayor elevación del territorio a ordenar corresponde a la Sierra Nevada, integrada por los complejos volcánicos del Popocatepetl y el Iztaccíhuatl al Oeste; Sierra de Tlaxco al Noreste, así como en el Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl al este.

Como parte de la Vegetación primaria también se identificó otros dos tipos de cobertura: Tular y Pradera de Alta Montaña. Para el primero se identificó un solo polígono situado de forma contigua a la Laguna de Atlangatepec, su extensión representó apenas el 0.01% de la superficie de la subcuenca. En cuanto a la Pradera de Alta Montaña, su ubicación corresponde a la zona de cumbres de los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y La Malinche o Matlalcuéyatl, casi los 4.000 msnm, y representaron el 0,22 % de la superficie de la subcuenca del Atoyac con 1,120.79 ha

En cuanto a la vegetación secundaria, esta tiene presencia en el año de referencia en 87,971.62 ha, en el 17.45% de la superficie del polígono de la subcuenca. En esta categoría se identificó vegetación secundaria de todas las variedades de bosque de coníferas, siendo la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino la de mayor extensión con 22,215.32 ha, seguida de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate, cada una con 13,913.17 ha y 13,427.28 ha respectivamente. Esta cobertura se distribuye en la proximidad de las sierras de la subcuenca y porciones de la planicie al Norte y al Sur.

En cuanto a coberturas de origen antrópico, se identificó polígonos de asentamiento humano, de agricultura y de pastizal inducido. Para el caso del asentamiento humano, se reconoció una concentración significativa de esta cobertura en la porción Centro-Sur de la subcuenca, mientras que, desde el Centro hasta el Norte su distribución se vuelve más dispersa. Cuantitativamente, el asentamiento humano abarcó 89,260.76 ha, es decir, el 17.71% de la superficie de la Subcuenca del Atoyac.

Para el caso de la cobertura agrícola, se diferenciaron dos tipos: agricultura de riego y agricultura de temporal. La primera se identifica sobre todo por la proximidad de asentamientos humanos, cerca de Puebla, la Sierra Nevada, y de la Sierra de Tlaxco; en conjunto, la agricultura de riego representa el 9.83 % de la superficie de la subcuenca. Para el caso de la agricultura de temporal y como se hizo referencia en la parte inicial del



apartado, es la cobertura con mayor representación (46.59%) y prácticamente es la que tiene mayor contacto con los polígonos de asentamientos humanos.

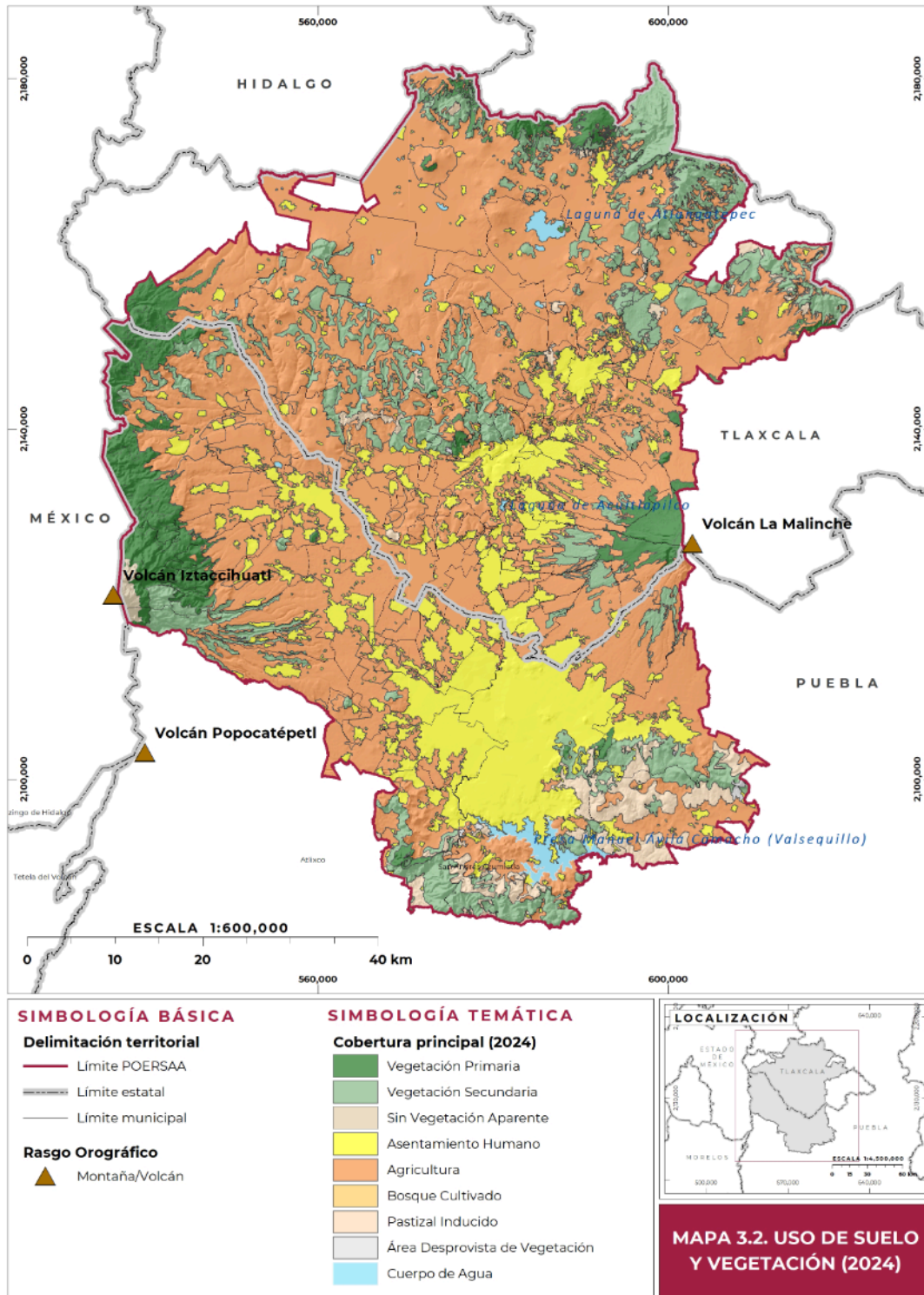
En cuanto al pastizal inducido, se identificó al Sur de la subcuenca, la zona cercana a la Presa Manuel Ávila Camacho. En conjunto, los polígonos de pastizal inducido suman 16,326.36 ha, lo que representa un 3.24% de la subcuenca. Cabe destacar que esta cobertura se encuentra contigua a zonas de vegetación Secundaria.

Finalmente se identificó dos categorías de uso de suelo que se caracterizan por no contar con algún tipo de vegetación, se trata del Área Desprovista de Vegetación, así como porciones Sin Vegetación Aparente. La primera corresponde a un uso de suelo que indica la eliminación de la vegetación natural o inducida por actividades humanas (INEGI, 2014), que correspondió a 414.71 ha (0.08%) y está al Sur de la Subcuenca del Atoyac. Las porciones Sin Vegetación Aparente son áreas en las que no es visible o detectable la presencia de comunidades vegetales y su origen responde a la acción de factores ecológicos que no posibilitan el desarrollo de la cubierta vegetal (*Ibidem*), para el caso de la subcuenca, esta representa 1,275.17 ha, es decir, 0.25% de la superficie de la subcuenca.





Mapa 3.2. Cubiertas de Suelo y Coberturas de Vegetación en la Subcuenca del Atoyac



Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.



### **3.1.2 Unidades Edáficas**

De acuerdo con el Conjunto de datos vectorial edafológico, Escala 1:250000 Serie II Continuo nacional (2004-2006), en la subcuenca del Alto Atoyac, existen 13 tipos de suelo o unidades edáficas, entre los cuales los Feozem, Leptosoles y Cambisoles son los más destacados. En conjunto, cubren el 52.37% de la superficie de la subcuenca, asimismo, estos suelos se han destinado principalmente a la agricultura de riego y de Temporal, lo que ha provocado un cambio significativo en la cobertura del terreno a través de la reducción de la superficie forestal en favor de la producción agrícola. Ejemplo de lo anterior es la creación del distrito de riego DR-056 "Atoyac-Zahuapan", que actualmente cuenta con cerca de 5,000 ha (UAM, 2023).

Cuadro 3.2. Unidades edáficas presentes en el polígono contemplado para el POERSAA

<b>Grupo de Suelo 1</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje de participación</b>
Feozem	139,100.31	27.59%
Leptosol	63,797.29	12.66%
Cambisol	61,085.60	12.12%
Durisol	49,826.50	9.88%
Arenosol	48,290.46	9.58%
Andosol	35,258.98	6.99%
Luvisol	29,083.91	5.77%
Regosol	24,193.62	4.80%
Zona Urbana	21,302.84	4.23%
Vertisol	15,207.39	3.02%
Umbrisol	8,279.36	1.64%
Cuerpo de agua	4,248.78	0.84%
Fluvisol	3,524.65	0.70
Gleysol	645.26	0.13
Calcisol	258.74	0.05
<b>Total</b>	<b>504,103.70</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia DOE con información de las Cartas del Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Ciudad de México 2007.

Los suelos con mayor presencia son el Feozem, Leptozol y Cambisol (cuadro 3.2), los cuales en conjunto cubren el 52.37% de la Subcuenca del Alto Atoyac, con una extensión de 263,983.20 ha. Mientras que los que tienen menor representación son el Fluvisol, Gleysol y Calcisol, mismo que se distribuyen en menos del 1% de la superficie de la subcuenca, es decir, en 4,428.65 ha.

A continuación, se describe la ubicación y cualidades más significativas de las unidades edáficas predominantes en el territorio a ordenar (Mapa 3.3):



- En las porciones montañosas (Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl y zonas cercanas), los suelos de mayor importancia son los Andosoles y Leptosoles, se trata de unidades edáficas asociadas con zonas de recarga hídrica. Le siguen en orden de importancia los suelos derivados de Regosoles y Fluvisoles, caracterizados por mostrar una fertilidad moderada.
- En la porción Sur de la cuenca se identifica un predominio de Rendzinas (Leptosoles y Feozem), así como Vertisoles, especialmente en las partes bajas de la ladera Sur del Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl. Aunque se consideran suelos "pesados" por su alto contenido de arcillas y con buena capacidad de absorción hídrica, estas unidades edáficas son adecuadas para la actividad agrícola. No obstante, el panorama actual de la subcuenca indica que la mayor parte de estos suelos, Rendzinas y Vertisoles, están sometidos al proceso de expansión urbana.
- Por otra parte, los Feozem, localizados principalmente al Noreste, Centro y Sur de la subcuenca, en terrenos planos y valles intermontanos, son suelos de origen volcánico (de rocas ígneas intermedias), utilizados para la agricultura de alto rendimiento, destinados a la producción de legumbres y hortalizas. También se caracterizan por contar con una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes.
- Los Cambisoles se ubican al Oeste y Centro de la cuenca, en una franja Norte-Sur entre las localidades de San Agustín Atzompa, San Gabriel Popocatepila, Santa María Ixcotla, Tlaxcala de Xicohténcatl y Chiautempan. Al interior de la subcuenca, son suelos con un amplio uso agrícola, caracterizados por ser suelos de zonas humedal, presentan un subsuelo muy distinto, en color y textura a la capa superficial, son pobres en nutrientes y se desarrollan sobre materiales de depósitos eólicos, aluviales o coluviales.
- En lo que respecta a los Luvisoles, estos se localizan en el Sur, Centro, Este y Oeste de la cuenca, en localidades como Santa María Mayotzingo, Huejotzingo, Cholula de Rivadavia y San Rafael Tepatlaxco. Son suelos fértiles pero susceptibles a la erosión eólica e hídrica, caracterizados por presentar una coloración rojiza, gris y parda.
- Finalmente, los Regosoles, unidades edáficas asociadas con zonas sometidas a procesos de erosión, son suelos de acumulaciones aluviales o coluviales de sílice con presencia de tepetate. Se utilizan para el aprovechamiento del pastizal natural e inducido y, ocasionalmente, para la agricultura de temporal.



Se distribuyen en el Norte, Noreste y Sur de la cuenca, en localidades como San Francisco Tlálloc, San Pedro Ecatepec, Apizaco y cerca de la zona urbana de Puebla de Zaragoza.

- En los Términos de Referencia para la Elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Participativo de la Subcuenca del Alto Atoyac, Puebla-Tlaxcala, de enero de 2023, elaborado por la Dirección de Ordenamiento Ecológico (DOE) de la SEMARNAT se plantea que, para Ordenamientos Ecológicos Regionales, la etapa de caracterización debe incluir el tema de Edafología a escala 1:250000. Recomendación que se refuerza con lo expresado en el Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico de la SEMARNAT de 2006.

Hay que agregar que, para la construcción de la capa temática referente a las Unidades Edáficas presentes en el territorio de la Subcuenca del Alto Atoyac, se consultaron cuatro cartas temáticas escala 1:250000: E14-2, E14-3, E14-5 Y E14-6 (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Cartas consultadas del Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250,000 Serie II

Clave	Título	Escala	Serie	Edición
E14-2	Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Ciudad de México	1:250 000	II	2007
E14-3	Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Veracruz	1:250 000	II	2007
E14-5	Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Cuernavaca	1:250 000	II	2007
E14-6	Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Orizaba	1:250 000	II	2007

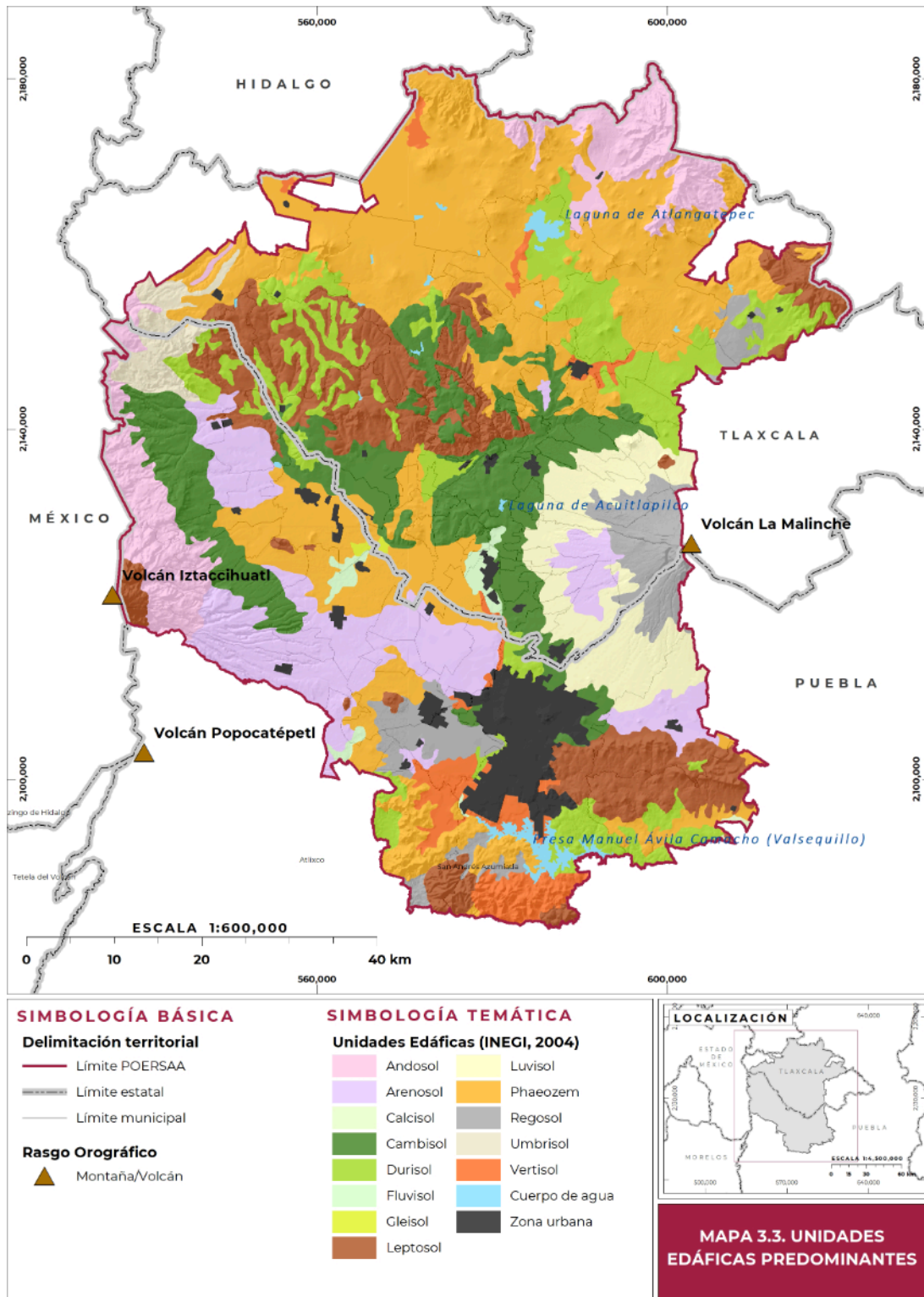
Fuente: INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250,000 Serie II.

Es imperativo mencionar que, de la tabla de atributos de la capa de información de INEGI, Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250,000 Serie II Continuo Nacional, se tomaron los datos del tipo de suelo de la columna llamada GRUPO1 para hacer la clasificación y la cartografía presentadas en el apartado.





Mapa 3.3. Unidades Edáficas predominantes



Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.



### **3.1.3 Características hidrológicas e hidrográficas**

Para el desarrollo del presente apartado, se contempló que la caracterización hidrológica incluya la descripción fisiográfica de las cuencas y subcuencas, zonas funcionales, caudales ecológicos, balance hídrico, disponibilidad de agua superficial y subterránea e identificación y ubicación de áreas de recarga de acuíferos.

Sobre esa base, el análisis del territorio a partir de la delimitación de cuencas hidrológicas facilita la toma de decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelo y vegetación. Los múltiples beneficios en utilizar la cuenca como unidad de estudio radican en la ubicación, diferenciación espacial e integración de procesos ambientales. Lo anterior sitúa a la cuenca hidrológica como referente para planear e implementar medidas y corregir los impactos al medio ambiente producto de actividades humanas (SEMARNAT & CONANP, 2013a).

#### *3.1.5.1. Descripción fisiográfica.*

El Río Balsas se extiende sobre gran parte de la superficie de la República Mexicana, forma la cuenca de su mismo nombre identificada con la clave RH18, cuenta con una extensión aproximada de 11,232,000 ha. Se identifica por ser una región con pocas superficies planas y tienen como principal característica una depresión con dirección Este-Oeste ubicada en el Suroeste de México. Comprende porciones de los estados de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala, así como la totalidad del estado de Morelos. Se ubica entre las coordenadas geográficas 17° y 20° de Latitud Norte y los meridianos 97°30' y 103°15' de Longitud Oeste. Limita al Norte con el Eje Neovolcánico, desde el Volcán La Malinche, hasta el límite de los estados de Jalisco y Michoacán; al Este con la Sierra Madre de Oaxaca y por el Sur y el Oeste con la Sierra Madre del Sur. La altitud media promedio es de 1,000 msnm.

Para la administración de los recursos hídricos, la Comisión del Río Balsas dividió la cuenca en tres regiones a partir de los rubros administrativo y técnico: Alto Balsas, Medio Balsas y Bajo Balsas. El primero comprende porciones de los estados de Guerrero, México, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y la totalidad de Morelos; el Medio Balsas comprende porciones de los estados de Guerrero, México y Michoacán y el Bajo Balsas abarca porciones de los estados de Guerrero y Jalisco (Nava & Jiménez, 1998).

De esta manera, la Subcuenca del Alto Atoyac forma parte de referida y pertenece a la porción del Alto Balsas. La subcuenca comprende parcialmente los estados de Tlaxcala y Puebla, y a su vez, el territorio a ordenar en el POERSAA se subdivide en 11



subcuencas hidrológicas (Cuadro 3.4 y Mapa 3.4). Al interior del Alto Atoyac, la subcuenca con mayor extensión es la de Atoyac – San Martín Texmelucan con 182,901.86 ha, mientras que la de menor extensión es la de Texcoco y Zumpango con 112 ha.

Cabe destacar que las subcuencas en las cuales se concentra una alta actividad económica, así como un número significativo de asentamientos humanos son cuatro: Alseseca, Zahuapan y las que con forman el río Atoyac (Atoyac – Balcón del Diablo y Atoyac San Martín Texmelucan). La subcuenca Alseseca se localiza en a porción Sureste del Alto Atoyac, en torno del río del mismo nombre, cuyos afluentes nacen en la zona del Parque Nacional de La Malinche con dirección Este-Oeste, confluyendo al Norte de la actual ciudad de Puebla, desde donde corre hacia el Sur hasta desembocar. Por su parte, la subcuenca Zahuapan, donde corre el río del mismo nombre, se extiende sobre municipios del estado de Tlaxcala.

En cuanto a la subcuenca llamada Atoyac, se extiende sobre el estado de Puebla, alrededor del Río Atoyac, cuyos afluentes provienen del área del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, producto del deshielo e infiltración de agua en esta zona.

Cuadro 3.4. Subcuencas Hidrológicas Presentes en el área del Ordenamiento Ecológico del Alto Atoyac, Puebla-Tlaxcala

<b>Nombre Subcuenca</b>	<b>Clave Subcuenca</b>	<b>Región Hidrológica</b>	<b>Tipo</b>	<b>Área (ha)</b>
R. Atoyac – Balcón del Diablo	RH18Ab	Balsas	Abierta	26,288.72
P. Miguel Ávila Camacho	RH18Ac	Balsas	Abierta	19,555.32
R. Atoyac – San Martín Texmelucan	RH18Ad	Balsas	Abierta	182,901.86
R. Nexapa	RH18Ae	Balsas	Abierta	16,821.30
L. Totolzingo	RH18Ah	Balsas	Cerrada	8,205.12
R. Zahuapan	RH18Ai	Balsas	Abierta	160,655.23
R. Alceseca	RH18Aj	Balsas	Abierta	21,782.01
L. Texcoco y Zumpango	RH26Dp	Pánuco	Cerrada	112.0
L. Tochac y Tecocomulco	RH26Du	Pánuco	Abierta	52,673.16
R. Laxaxalpan	RH27Bc	Tuxpan-Nautla	Abierta	2,903.37
R. Apulco	RH27Be	Tuxpan-Nautla	Abierta	12,205.60

Fuente: Elaboración propia DOE con base en la capa de Subcuencas Hidrológicas de México. Fuente INEGI (*Subcuencas Hidrológicas de México*, INEGI, 2014).





Mapa 3.4. Subcuencas del Alto Atoyac



Fuente: SIATL (SIATL v4 / *Simulador de Flujos de Agua de Cuenca Hidrográficas*, 2010), tomado como base las subcuencas con claves RH18Ai, RH18Ad, RH18Aj, RH18Ab, RH18Ac, RH18Ae, RH18Ah, RH26Dp, RH26Du, RH27Be y RH27Bc.



### *3.1.5.2. Disponibilidad de agua superficial y subterránea*

La Subcuenca del Alto Atoyac, al interior de la Cuenca del Balsas, cuenta con un número considerable de ríos tributarios. Dichos escurrimientos nacen en los parteaguas cercanos a la Sierra Nevada, la Sierra de Tlaxco, al Parque Nacional La Malinche y la Sierra de Tentzo. De esta forma, al Sur de la primera formación montañosa nace el Río Cuautla, corriente de agua que alimenta la subcuenca del Río Nexapa, misma que en su vertiente oriental registra escurrimientos que desembocan en el Río Atoyac (SEMARNAT & CONANP, 2013a).

La Sierra de Tlaxco se identifica como el lugar de nacimiento del Río Zahuapan, corriente de agua superficial que se nutre de tributarios de menor rango en la subcuenca del mismo nombre. Hay que agregar que, la unión de este río con el Río Atoyac se da en la subcuenca Río Atoyac - San Martín Texmelucan. En lo que respecta a la Sierra de Tentzo, es el lugar de nacimiento del Río Alseseca y sus tributarios, esto al Sur del territorio a ordenar.

Por otro lado, los cauces de los ríos Atoyac y Alseseca unen sus aguas en la subcuenca Presa Manuel Ávila Camacho, al Sur del Atoyac y es en la que se sitúa la presa del mismo nombre. Nueve de las 11 subcuencas con incidencia en el Alto Atoyac son de tipo abierto, forman parte de un sistema de cauces que desembocan en el Océano Pacífico. Mientras que, las dos subcuencas restantes (Lago Totolzingo y Lago de Texcoco - Zumpango) se catalogan como cerradas, es decir, de tipo endorreicas que no tienen salida hacia un caudal mayor y que por lo general dan origen a la formación de un cuerpo de agua (IMTA, 2024).

Con base en lo anterior, la mayoría de los escurrimientos en el Alto Atoyac tienen su origen en el deshielo de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, ya sean superficiales o subterráneos (Mapa 3.5). En su largo y sinuoso recorrido por los diferentes municipios, gran parte del recurso hídrico es desviado para ser utilizado como agua para uso potable y para actividades industriales y agrícolas, con una considerablemente reducción del gasto del escurrimiento (SEMARNAT & CONANP, 2013a).

En la zona de influencia del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl todos los escurrimientos superficiales forman las trayectorias fluviales que permiten el desarrollo de actividades socioeconómicas en un gran número de asentamientos humanos localizados, desde el México Central (la región más poblada del país) hasta las desembocaduras costeras, por lo que los criterios de protección y conservación de los ecosistemas del parque, y en general, de la Sierra Nevada resultan ser estratégicos para la



continuidad de sus ecosistemas. Razón por la cual, esta porción del territorio nacional debe considerarse área de seguridad nacional (SEMARNAT & CONANP, 2013a). Aunado a lo anterior, otra zona con un aporte considerable de agua a la Subcuenca del Alto Atoyac es el Parque Nacional La Malinche, en cuya proximidad se encuentra la Laguna de Acuitlapilco.

En lo referente a las aguas subterráneas, su importancia radica en su rol para el correcto funcionamiento de los ecosistemas y los asentamientos humanos. De esta manera, y al considerar el polígono de la Subcuenca del Alto Atoyac, para el estado de Puebla se identifican los siguientes cuatro acuíferos: Valles de Tecamachalco, Atlixco – Izúcar de Matamoros, Valle de Puebla e Ixcaquixtla. Para el caso de estado de Tlaxcala el polígono del Atoyac también tiene incidencia en cuatro acuíferos: Alto Atoyac, Soltepec, Huamantla y Emiliano Zapata (Mapa 3.6). En los cuadros 3.5 y 3.6, se presenta la información de la recarga, disponibilidad y volumen de extracción para cada acuífero.

Cuadro 3.5. Disponibilidad por acuífero del estado de Puebla (Millones de m<sup>3</sup> anuales)

Clave	Acuífero	DMA	Recarga	VCAS
2101	Valle de Tecamachalco	-60.66	157.10	206.20
2103	Atlixco-Izúcar de Matamoros	36.49	244.30	113.28
2104	Valle de Puebla	18.02	360.70	254.85
2106	Ixcaquixtla	34.07	110.30	40.47

Nota: DMA: disponibilidad media anual; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea.  
Fuente: CONAGUA (CONAGUA / Acuíferos Puebla, 2024).

De los acuíferos con incidencia en la Subcuenca del Atoyac y que están en el estado de Puebla, el de Valle de Tecamachalco es el único con disponibilidad media anual negativa para 2024 (año de referencia del cuadro 3.5), esto con -60,66 millones de m<sup>3</sup>. Por otra parte, el acuífero con el mayor volumen de recarga, así como con el mayor volumen concesionado es el Valle de Puebla con 360.7 y 254.85 millones de m<sup>3</sup> respectivamente.

En lo que respecta al estado de Tlaxcala, el acuífero con el mayor volumen de disponibilidad media para 2024 es Alto Atoyac con 26.56 millones de m<sup>3</sup>. Este mismo acuífero destaca también en los rubros recarga y volumen de agua concesionado, con una cifra de 212.40 y 144.84 millones de m<sup>3</sup> respectivamente; hay que agregar que, en el Volcán La Malinche, a partir de los 2,400 msnm es donde se origina un flujo de agua subterránea dirección Noroeste-Sureste, cuyas aguas recargan el acuífero Alto Atoyac, además de que, esta zona también aporta volúmenes considerables de agua subterránea a la Presa Manuel Ávila Camacho. Dicho comportamiento se debe a las fuertes pendientes en el terreno, lo que, aunado a la estructura del suelo y subsuelo, dan lugar a



un muy rápido drenaje que se traduce en una escasa presencia de manantiales (SEMARNAT& CONANP, 2013b).

Cuadro 3.6. Disponibilidad por acuíferos del estado de Tlaxcala (Millones de m<sup>3</sup> anuales)

Clave	Acuífero	DMA	Recarga	VEAS
2901	Alto Atoyac	26.56	212.40	144.84
2902	Soltepec	23.53	57.00	17.27
2903	Huamantla	12.38	96.00	65.78
2904	Emiliano Zapata	0.34	6.00	0.76

Nota: DMA: Disponibilidad media anual; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas.  
Fuente: CONAGUA (CONAGUA / Acuíferos Tlaxcala, 2024).

Sobre esa base, el acuífero de Puebla – Atoyac es uno de los 100 acuíferos sobreexplotados de México, lo que representa un desequilibrio en el sistema hídrico de la Subcuenca del Alto Atoyac. Entre los problemas ocasionados por el intenso aprovechamiento del acuífero destaca el descenso de los niveles del agua subterránea, el agrietamiento del terreno, la reducción de la productividad en los pozos, el uso intensivo y el deterioro de la calidad del agua del acuífero por migración de agua sulfurosa de origen natural (Morales et al., 2015; Garfias et al., 2009; Flores-Márquez et al., 2006). Asimismo, debido a la contaminación de los escurrimientos superficiales, el acuífero del Valle de Puebla conforma la principal fuente que suministra agua para la zona metropolitana de la ciudad<sup>5</sup>.

Los principales aportes a este acuífero provienen del agua procedente de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl en el lado Oeste y del volcán La Malinche en el lado Este. Es decir, este flujo de agua subterránea se une a Nativitas y Santa Isabel Tetlatlahuca. Por otra parte, en los municipios de Xoxtla y Ocotlán (junta auxiliar del municipio de Coronango), el agua subterránea toma una dirección Oeste, para después tomar dirección hacia el Sur a la presa Valsequillo al final de la Subcuenca (SEMARNAT & CONANP, 2013a).

En resumen, una de las zonas importantes para la recarga de acuíferos en la zona del Alto Atoyac es el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl, donde las precipitaciones sobrepasan los 1,000 mm anuales. El deshielo y las precipitaciones son las responsables de formar corrientes superficiales intermitentes y/o permanentes. Dichas corrientes también se pueden infiltrar en los suelos, alimentando las corrientes

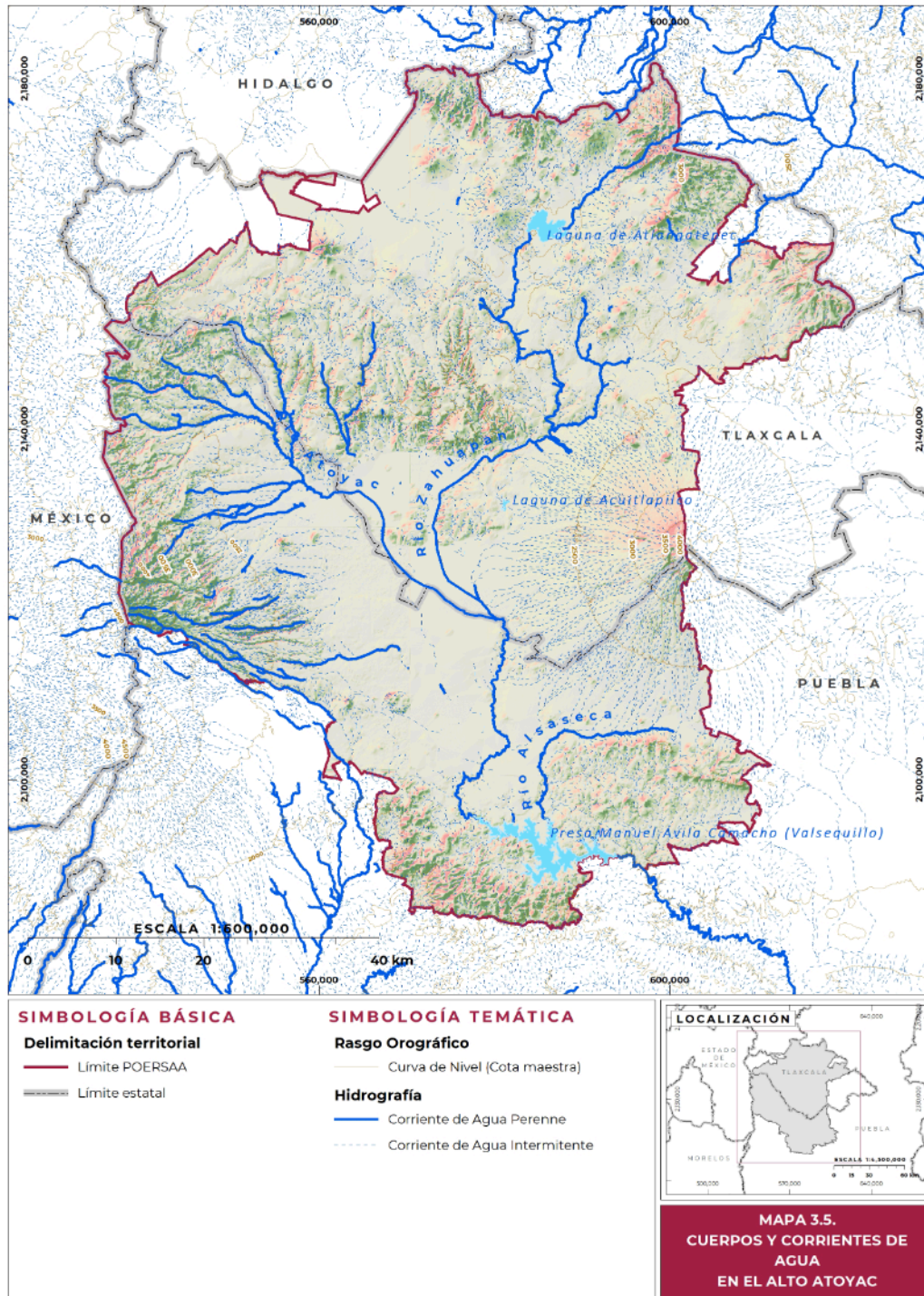
<sup>5</sup> En este contexto, es relevante mencionar que el Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento se integra por tres subsistemas: el de agua potable, el de alcantarillado sanitario y pluvial y el subsistema de saneamiento, con una planta potabilizadora, dos plantas ablandadoras y cuatro plantas de tratamiento de agua residual. Dicho sistema opera 190 pozos profundos de los cuales se extraen 3,672 l/s (litros por segundo), presta servicio a 1,842,000 habitantes de 968 colonias a través 169 tanques de almacenamiento, y la extensión de la red de agua potable es de 3,360 km (Morales et al., 2015).





subterráneas y recargando los mantos freáticos, que abastecen de agua potable a gran parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y del Valle de Puebla y Tlaxcala (Ibidem).

Mapa 3.5. Principales Corrientes y Cuerpos de Agua en el Alto Atoyac

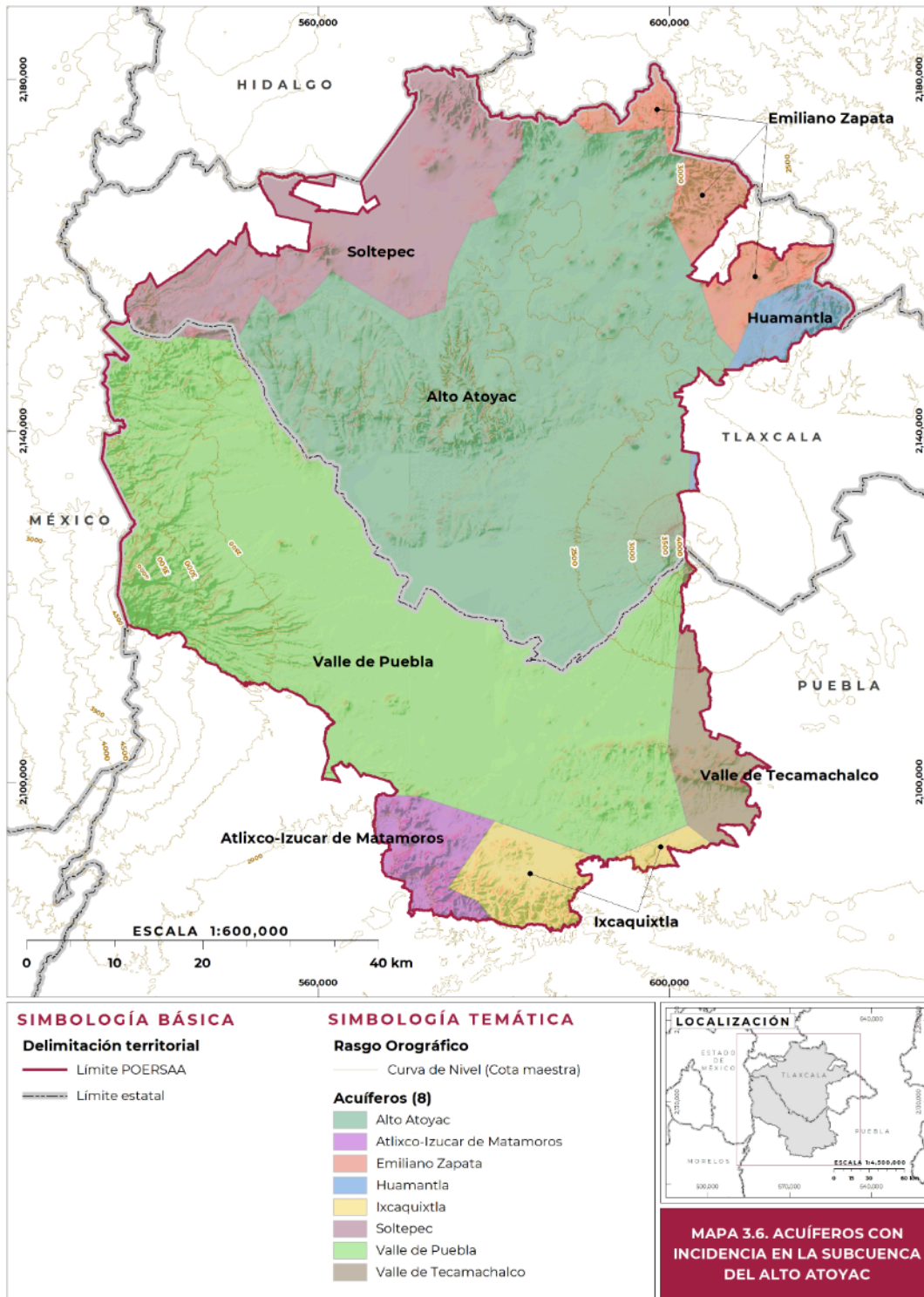


Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.





Mapa 3.6. Acuíferos con incidencia en la Subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: CONAGUA (CONAGUA / Acuíferos Puebla, 2024) y (CONAGUA / Acuíferos Tlaxcala, 2024).



### 3.1.5.3. Zonas funcionales

Las cuencas se consideran un elemento del ecosistema complejo debido a los múltiples componentes y procesos que le dan forma y que, a su vez suceden en su interior. Desde el enfoque funcional, la cuenca suele subdividirse en tres zonas funcionales, cada una sometida a una distinta dinámica a partir de su ubicación: a) La de captación, de cabecera o cuenca alta; b) La de almacenamiento, de transición o cuenca media; y c) La de descarga, de emisión o cuenca baja (Garrido et al., 2009).

La Subcuenca del Alto Atoyac, al posicionarse dentro de las provincias fisiográficas Eje Neovolcánico Transmexicano, y en específico en Lagos y Volcanes de Anáhuac y Sierra del Sur de Puebla, se caracteriza por tener presencia de estratovolcanes, localizados principalmente al Este y Oeste de su territorio<sup>6</sup> (INEGI, 2019). Las sierras y parte de las llanuras de la subcuenca constituyen la cuenca alta, la zona de captación de agua, que corresponde al 35.90% de la superficie del Atoyac.

Para el caso de la cuenca media, esta se delimita al interior de la subcuenca por llanuras (41.91%), mesetas (13.25%) y lomeríos (8.94%), y es donde suceden los procesos de almacenamiento y escurrimiento. Cabe destacar que la cuenca baja o zona de descarga no tiene coincidencia con el polígono de la subcuenca, es decir, funcionalmente, el territorio del Atoyac corresponde solo a la cuenca alta y a la cuenca media (zona de recarga, de almacenamiento y escurrimiento).

### 3.1.5.4. Caudales ecológicos

El caudal ecológico se define como la cantidad, calidad y variación de los niveles de agua o del gasto reservado para resguardar los servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia de ecosistemas acuáticos (lóticos y lénticos) y terrestres (riparios). Hay que agregar que ambos ecosistemas son dependientes de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales (Alonso-Eguía Lis et al., 2007). En la definición de caudal ecológico se menciona a la cantidad de agua o gasto en los ríos como principal variable para dimensionar su alcance.

Sin embargo, para el caso de la Subcuenca del Alto Atoyac, y en general en México, no se tiene referencia metodológica que guíe su estudio (*Ibidem*). No obstante, una variable que representa un acercamiento a este indicador es la condición de los flujos de agua, es decir, si estos son perennes o intermitentes. Sobre esa base, se reporta que los

---

<sup>6</sup> Destacan los volcanes Iztaccíhuatl, Popocatepetl y La Malinche.



flujos de tipo perenne en la Subcuenca del Alto Atoyac tienen una longitud de 448.54 km (cuadro 3.7), es decir, se trata de la extensión, al interior de la subcuenca, de ríos y arroyos permanentes o perennes, estos mantienen las funciones y procesos necesarios para la permanencia de los ecosistemas. Por otra parte, se reporta una mayor proporción en la extensión de flujos intermitentes, esto con 8,188.94 km.

Cuadro 3.7. Condiciones de los flujos de agua en la Subcuenca del Alto Atoyac

Condición	Longitud (km)
Intermitente	8,188.94
Flujo Virtual	224.25
<b>Perenne</b>	<b>448.54</b>
En Operación	283.30

Fuente: SIATL (SIATL v4 / *Simulador de Flujos de Agua de Cuenca Hidrográficas*, 2010), tomado como base las subcuencas con claves RH18Ai, RH18Ad, RH18Aj, RH18Ab, RH18Ac, RH18Ae, RH18Ah, RH26Dp, RH26Du, RH27Be y RH27Bc.

### 3.1.5.5. Balance hídrico

El cálculo del balance hídrico consiste en cuantificar y sumar los flujos (Q) de entrada ( $Q_{\text{luvia}}$ ) y salida ( $Q_{\text{ETR}}$ ,  $Q_{\text{escurre}}$  y  $Q_{\text{infiltra}}$ ) de los procesos hidrológicos en una cuenca, en específico, se trata de la cuantificación de la precipitación (lluvia) y la evapotranspiración. A partir de lo expuesto, las estimaciones de los componentes del balance hídrico para la Subcuenca del Alto Atoyac refieren a que en esta se precipita un volumen de agua de 103.04 m<sup>3</sup>/s, y de esta cifra se evapotranspira 82.48 m<sup>3</sup>/s, es decir, cerca del 80% (cuadro 3.8). De la cifra de precipitación, 5.24 m<sup>3</sup>/s del volumen de agua se percolan al acuífero subyacente ( $Q_{\text{infiltra}}$ ), mientras que 15.32 m<sup>3</sup>/s escurren superficialmente hacia la Presa Manuel Ávila Camacho.

Cuadro 3.8. Estimación de flujos promedios anuales en la Cuenca del Alto Atoyac (m<sup>3</sup>/s)

Cuenca	$Q_{\text{luvia}}$	$Q_{\text{ETR}}$	$Q_{\text{escurre}}$	$Q_{\text{infiltra}}$
Alto Atoyac	103.04	82.480	15.320	5.24

Fuente: elaboración propia DOE a partir de datos actualizados de la disponibilidad media anual de agua por acuífero. Fuente: SIATL (SIATL v4 / *Simulador de Flujos de Agua de Cuenca Hidrográficas*, 2010).

Hay que agregar que, el escurrimiento total de una cuenca se contabiliza a partir de la suma de los gastos de salida por su desagüe principal. En función de lo anterior, la subcuenca del Atoyac tiene un escurrimiento superficial de 9.19 m<sup>3</sup>/s, mientras que cauce aguas abajo se vierte un total de 6.13 m<sup>3</sup>/s. Por otra parte, la estimación de los volúmenes de infiltración que se generan en la subcuenca del Alto Atoyac ( $Q_{\text{infiltra}}$ ) se reportó en 5.24 m<sup>3</sup>/s.



### **3.1.4 Climatología**

#### *3.1.4.1 Unidades Climáticas*

A partir de la adaptación a la clasificación de unidades climáticas de Vladimir Köppen (1936) hecha para México por Enriqueta García, en 1964, los climas de mayor relevancia y en orden de importancia en la Subcuenca del Alto Atoyac son (Mapa 6):

- C(w1) Templado subhúmedo con humedad media.
- C(w2) Templado subhúmedo con mayor humedad.
- C(w0) Templado subhúmedo con menor humedad.
- C(E) Templado semifrío con mayor humedad.
- E Frío de altura con mayor humedad.

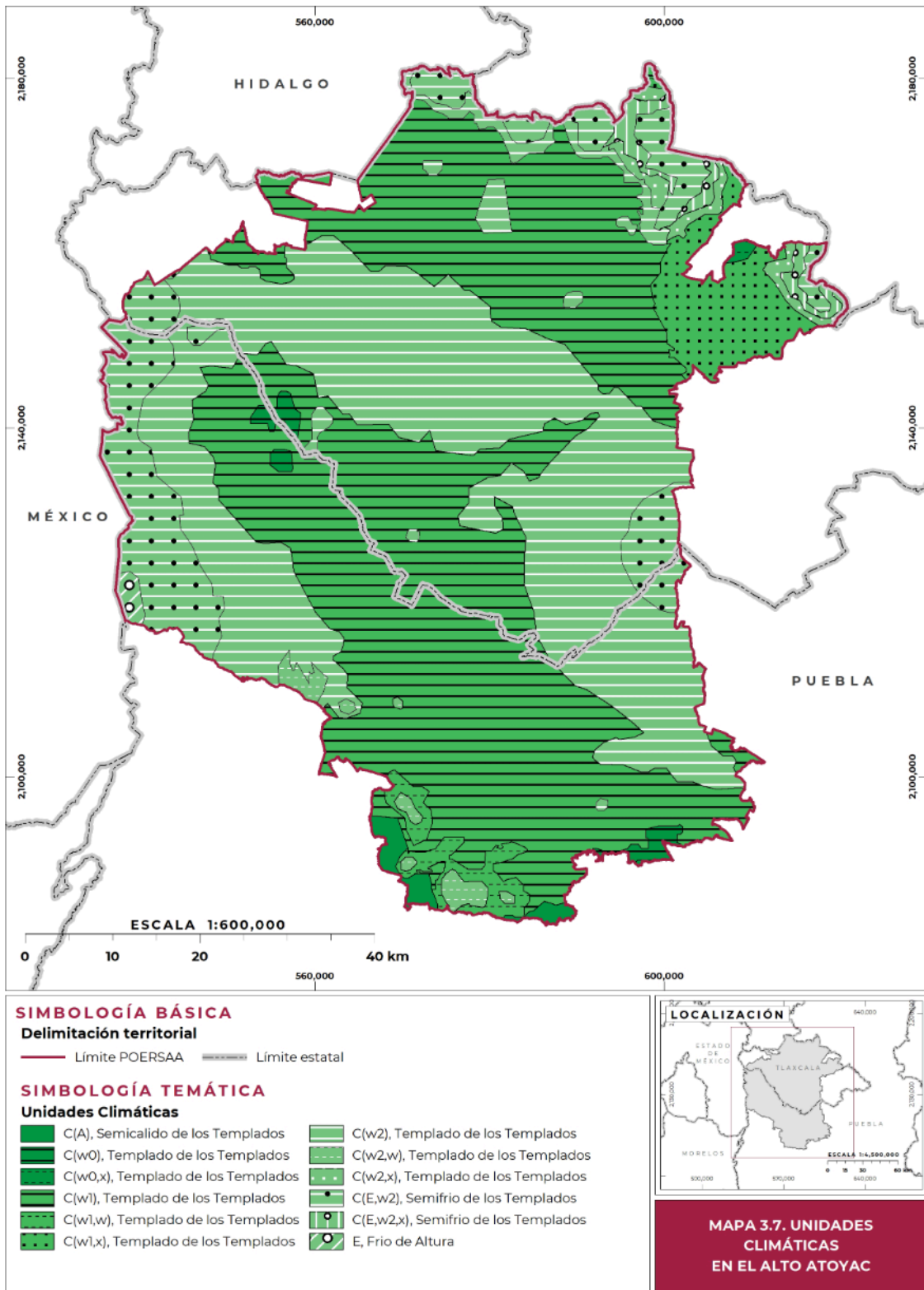
De estas cinco unidades climáticas se puede distinguir que el clima templado es el de mayor predominio en la zona y los de mayor influencia en la subcuenca del Alto Atoyac son los subgrupos w1 y w2 con lluvias en verano y escasas todo el año (Mapa 3.7). La distribución de estas unidades climáticas corresponde a las zonas de lomeríos y laderas de la Sierra Nevada, así como de la proximidad del Volcán La Malinche. Asimismo, el clima Templado es el que muestra mayor influencia en la porción central de la Subcuenca, superficie en la que se encuentra la Zona Metropolitana de Puebla Tlaxcala.

En lo que respecta a los climas Semifríos, estos se localizan en las porciones más elevadas de la subcuenca, lo que también corresponde a la Sierra Nevada y el Volcán La Malinche. Para el caso del clima Frío, este se concentra en la zona de cumbre del Volcán Iztaccíhuatl.





Mapa 3.7. Unidades Climáticas en el Alto Atoyac



Fuente: elaboración con base en INEGI (2011). Mapa Ráster de Climas. Resolución espacial 250 metros.



Es relevante destacar que, para el monitoreo del tiempo atmosférico, hay diferentes tipos de estaciones: la Estación Sinóptica Meteorológica Automática (ESMA) y la Estación Meteorológica Automática (EMA), siendo esta última la convencional utilizada por instituciones como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para la medición de elementos del clima como Temperatura y Precipitación. El funcionamiento de estas estaciones es descrito por la CONAGUA de la siguiente manera:

“Sistema autónomo y automático formado por un conjunto de sensores de medición, dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, montados sobre una estructura de soporte, en donde son distribuidos, orientados y conectados al sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD) de la estación, con el objetivo de realizar la medición y el registro de variables meteorológicas que imperan en el lugar, y transmitir los datos obtenidos a la oficina central, en donde serán utilizados y almacenados a una base de datos” (CONAGUA 2024).

A diferencia de la EMA, la ESMA cumple con un estándar internacional para recopilar y transmitir datos:

“La función principal de este tipo de estación es generar y transmitir un mensaje codificado, llamado mensaje sinóptico, el cual sigue los lineamientos de la OMM [Organización Meteorológica Mundial] para su integración y difusión a nivel nacional e internacional” (CONAGUA, 2024).

Las estaciones recopilan los siguientes datos:

- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Presión atmosférica
- Temperatura
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Precipitación

En la Subcuenca del Alto Atoyac hay 33 estaciones climatológicas, 7 están suspendidas y 26 en operación, con un periodo de lectura de 1985 a 2018, administradas por la CONAGUA (Mapa 3.8).

La captura de estos datos puede presentar valores nulos, ya que hay inconsistencias al momento de la toma de los mismos datos por la falla del equipo o



lecturas erróneas. El siguiente cuadro muestra la cantidad de datos obtenidos en la vida útil de cada estación meteorológica.

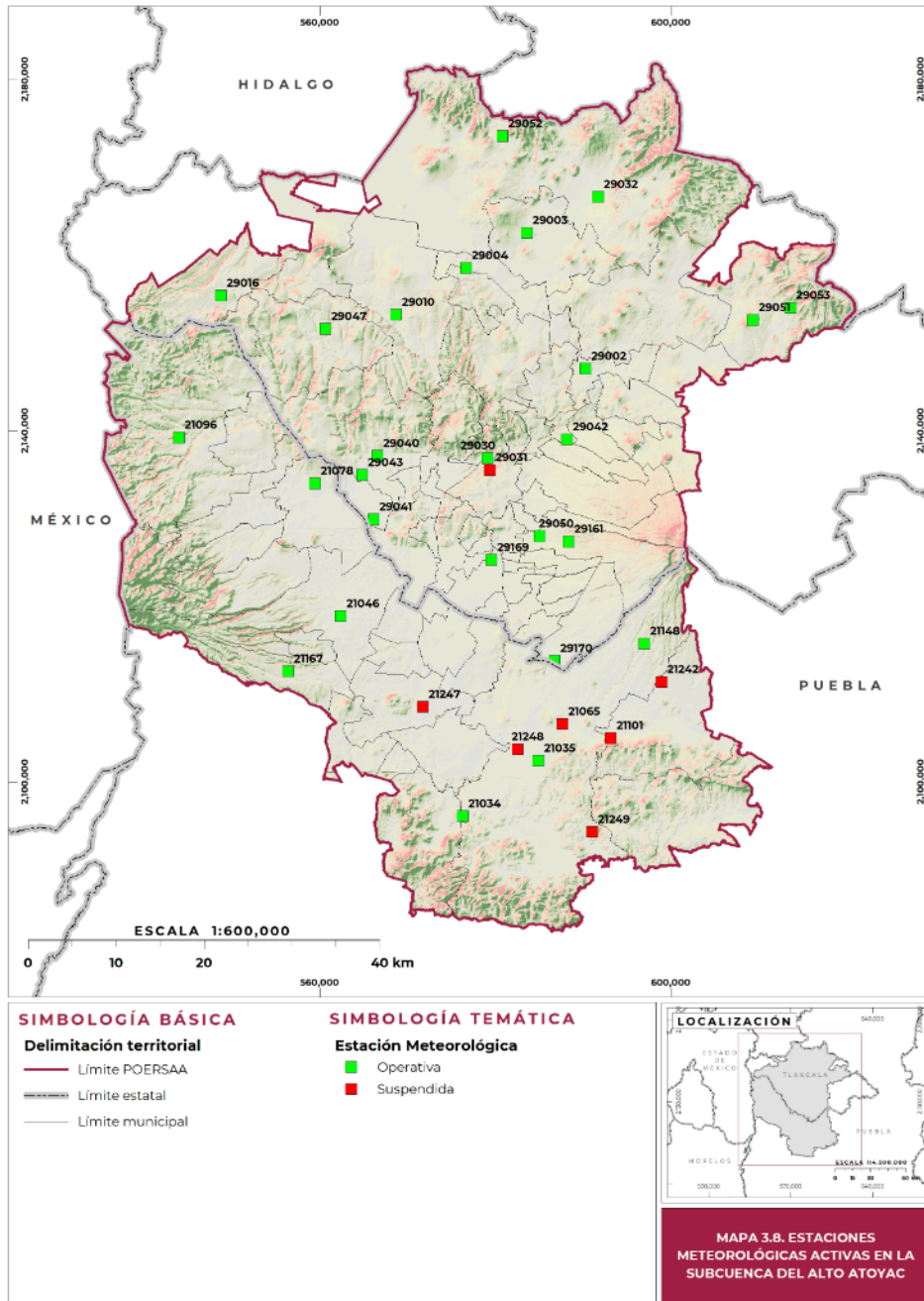
Cuadro 3.9. Temperatura y precipitación a partir de las estaciones meteorológicas

Clave	Estación	Temperatura en C°			Precipitación (mm)	Estado
		Máxima	Media	Mínima		
29042	Amaxac de Guerrero	25.2	15.2	5.3	754	Operativa
29003	Atlanga San José	20.3	12.5	4.7	702.6	Operativa
29032	Tlaxco	24.6	15.1	5.7	713.2	Operativa
29002	Apizaco	22.9	13.9	4.9	809.1	Operativa
29004	Cuamantzingo	23.7	14.1	4.5	626.8	Operativa
29047	Españita	21.8	13.9	6	1126.5	Operativa
29010	Hueyotlipan	23.3	14.4	5.5	685.2	Operativa
21078	San Martin Texmelucan Labastida	23.8	15.6	7.3	760.6	Operativa
29043	E.T.A. 161 Xocoyucan	25.3	15.7	6.2	701.4	Operativa
29040	Ixtacuixtla	24.6	15.3	5.8	681.6	Operativa
29169	Zacatelco	25.3	16.3	7.3	871.3	Operativa
29041	Tepetitla	23.7	14.5	5.2	705.7	Operativa
29016	Nanacamilpa (DGE)	21.2	11.2	1.1		Operativa
29170	San Pablo del Monte	23.8	15.7	7.5	800.1	Operativa
29050	Teolochochco	24.6	15.8	7.2	870	Operativa
29161	Acxotla del monte	22.3	14.3	6.3	857.3	Operativa
29051	Toluca de Guadalupe	19.7	14.8	7.5		Operativa
29053	Terrenate	22.6	14.1	5.5		Operativa
29030	Tlaxcala de Xicohténcatl	24.9	16.4	7.8	816.6	Operativa
29031	Tlaxcala de Xicohténcatl (obs)*					Suspendida
29052	El Rosario	20.7	13.2	5.1		Operativa
21101	Flor del Bosque*					Suspendida
21148	San Miguel Canoa	20.9	13.4	5.9	870.4	Operativa
21242	Capulac*					Suspendida
21167	San Andrés Calpan	22.1	14.6	7	833	Operativa
21249	Africam Zafari*					Suspendida
21046	Huejotzingo	26.3	16.8	7.3	759.6	Operativa
21034	Echeverría	23.9	15.4	6.9	873.5	Operativa
21248	Puebla (CONAGUA)*					Suspendida
21035	Puebla (DGE)	25.3	17.2	9.1	957.5	Operativa
21065	Puebla (obs)*					Suspendida
21247	Cholula*					Suspendida
21096	Santa Rita Tlahuapan	22.2	14.4	6.5	811.7	Operativa



Fuente: Elaboración propia DOE.

Mapa 3.8. Estaciones meteorológicas activas en la Subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.

### 3.1.4.2 Temperatura

La temperatura está estrechamente relacionada con la altitud: a medida que esta aumenta, la temperatura tiende a disminuir. Sobre esa base y para el caso de la zona de





estudio y a partir de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas en operación que se sitúan en la subcuenca del Alto Atoyac, se identifica una temperatura media de entre 12°C y 18°C, principalmente en el Centro y Norte de la cuenca. En áreas de mesetas y llanuras rodeadas por sierras, la temperatura media varía entre 6°C y 14°C. En lo que respecta a las zonas más altas, que incluyen los volcanes La Malinche o Matlalcuéyatl, Iztaccíhuatl y Popocatepetl, la temperatura media obtuvo registros entre 2 y 4 °C.

#### *3.1.4.3 Precipitación*

Al igual que la temperatura, la precipitación está estrechamente relacionada con la altitud, suele ser más intensa y frecuente en las zonas altas que en las medias o bajas. Para el caso del área de estudio, la precipitación total anual varía entre 500 y 1,500 mm. Las precipitaciones más abundantes se registraron en las estaciones climatológicas Españita (29047) con 1,126.5 mm, localizada a 2,624 msnm al Sureste de la localidad José Luis Tovar Olvera y San Juan Tetla con 1,077.7 mm a una altitud de 3,392 msnm al Noroeste de Cozala. Las lluvias más intensas, de 1,200 a 1,500 mm aproximadamente, se presentan en las partes altas de la cuenca sobre los volcanes La Malinche o Matlalcuéyatl e Iztaccíhuatl, con una altitud de 4,400 a 5,200 msnm. La estación San Baltazar Tetela se encuentra en la zona baja de la cuenca a 2,060 msnm, al Este de la localidad Santa María Guadalupe Tecola, y reporta una precipitación de entre 500 y 600 mm, siendo la menor precipitación dentro de la zona de estudio.

### **3.1.5 Geología y geomorfología**

#### *3.1.5.1 Geología*

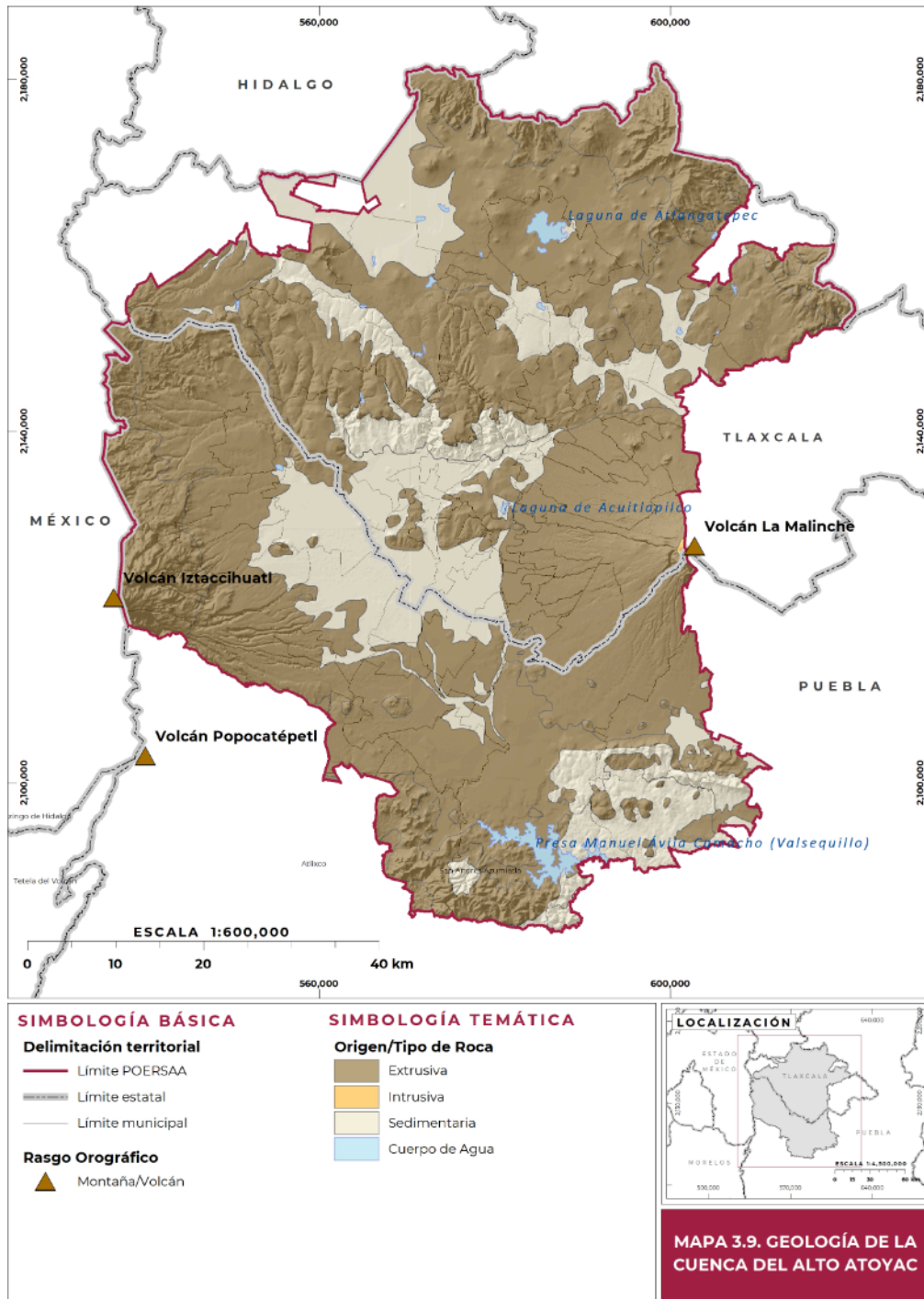
La complejidad geológica de la cuenca del Alto Atoyac se atribuye a su ubicación geográfica, ya que se encuentra delimitada por elementos cuya geomorfología y génesis es diversa y donde especialmente el vulcanismo se hace presente, estas son; Sierra de Tlaxco, el Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl, Sierra del Tentzo y Sierra Nevada (Mapa 8).

La Sierra de Tlaxco, de origen volcánico, se ubica al Norte de la ciudad del mismo nombre, esto en el estado de Tlaxcala. Aparece al Noreste de la Subcuenca dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y en específico, en la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, donde diversos episodios geológicos suscitados principalmente en el Cenozoico (Neógeno-Cuaternario) han moldeado su relieve. Tal es el caso de las andesitas y dacitas ubicadas al Noreste de Tlaxco (Tpl A-Da) las cuales son producto principalmente del volcán Atesquillo (Secretaría de Economía & Consejo de Recursos Minerales, 2000). Esta sierra alcanza altitudes de hasta 3,400 msnm y funge como frontera natural entre el



Noreste de Tlaxcala y el estado de Puebla (Regionalización - Tlaxcala, 2018). La presencia de afloramientos ricos en feldespatos en la zona permite su aprovechamiento, así como el de los yacimientos de arena, grava y canteras volcánicas, destaca como zona de extracción de Tezontle (Secretaría de Economía, 2019).

Mapa 3.9. Geología de la cuenca del Alto Atoyac



Nota: Se muestran los cuatro principales elementos geológicos que delimitan la cuenca (Sierra de Tlaxco, Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl, Sierra del Tentzo y Sierra Nevada).

Fuente: Cartas Geológico-Mineras, Servicio Geológico Mexicano, 2002 (Sistema de coordenadas: Universal Transversal de Mercator, Zona 14N, hemisferio norte).

Por otro lado, el Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl es un estratovolcán aislado del Cenozoico (Cuaternario) y se localiza en la parte Centro-Este del Eje Neovolcánico Transmexicano (FVT) y al Este de la Subcuenca del Alto Atoyac. Este volcán masivo cuyos productos están compuestos principalmente de andesitas silíceas y dacitas se encuentra a 25 km al Noreste de la ciudad de Puebla, donde se eleva a 4,438 msnm. Las laderas presentan composiciones y texturas de depósitos piroclásticos con una pobre cobertura de suelo. Estas características sugieren edades jóvenes (Holoceno) por lo que debe ser considerado como potencialmente activo (Castro-Govea & Siebe, 2007), situación que actualmente no se encuentra considerada por las dependencias correspondientes.

En este contexto, el monitoreo geofísico, la preparación de un mapa de peligros volcánicos y la reevaluación de los esquemas de uso de suelo actuales parecen obligatorios para reducir riesgos de este tipo, ya que se contabilizan cerca de 2 millones de personas que habitan las laderas inferiores de La Malinche o Matlalcuéyatl y que, por ende, son vulnerables a un hipotético episodio volcánico futuro. En lo que respecta a las actividades económicas en esta zona se tiene registrada actividad de extracción de materiales pétreos como grava y arena en el municipio de Mazatecocho (Secretaría de Economía, 2019).

La Sierra del Tentzo es una cordillera que emerge fisiográficamente en la porción Noreste de la Cuenca del Río Balsas en la vertiente Sur de la Faja Volcánica Transmexicana al Sur del área de estudio en el estado de Puebla y marca el límite entre dos provincias geológicas (Eje Neovolcánico Transmexicano y Mixteca), presenta edades que van desde el Mesozoico tardío al Cenozoico medio. La porción de esta sierra en la Subcuenca del Alto Atoyac se ubica en su porción Sur y está conformada por andesitas con brechas volcánicas intermedias cuyas edades, se estiman en el terciario superior.

La litología de la Sierra de Tentzo cambia conforme su distribución hacia el Sur, pasa de composición ígnea a sedimentaria, y es representada principalmente por rocas calizas y sus derivados (SGM, 1998). La actividad volcánica ha moldeado el paisaje, generando cuencas endorreicas con el consecuente desarrollo de lagos y planicies rodeadas de sierras. En esta topografía destaca el sistema de laderas tendidas, cuya máxima altitud es de 2,700 m y comprende la mayor parte de la sierra, abarcando los





municipios de Atlixco, Ocoyucan, Teopatlán, Huaquechula, San Diego La Mesa Tochimiltzingo, Molcaxac, Puebla, Tzicatlacoyan, Huehuetlán el Grande y Tepeojuma (Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial, 2011).

Respecto a la actividad minera y de aprovechamiento, se tiene registro de bancos de material pétreo donde se extrae principalmente arena y grava. La zona de Sierra del Tentzo-Atlixco funge como una de las principales en minería no metálica al servir como cantera de calizas explotadas como mármol (UNAM, 2024).

Finalmente, La Sierra Nevada, cuyo nombre refiere a los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Sierra de Río Frío y Telapón, es una cordillera con disposición predominante Norte-Sur, con edades geológicas que se vuelven progresivamente más jóvenes hacia el Sur (Pleistoceno-Holoceno), caracterizada por la presencia de prominentes estratovolcanes los cuales aparentemente tienen edades menores a 1 millón de años (Gómez-Tuena *et al.*, 2005b). El volcán Popocatepetl, así como el Complejo Volcánico Iztaccíhuatl se ubican al Sur de la Sierra Nevada, respectivamente con elevaciones de 5,452 msnm y de 5,230 msnm, dos de las montañas más altas en México. En lo que respecta a la porción Norte de la sierra se encuentra el Complejo Volcánico Tláloc-Telapón, con una orientación Noreste-Suroeste (García-Tovar & Martínez-Serrano, 2011).

En esta sierra también hay presencia de bancos de materiales pétreos, principalmente en la periferia de Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl, cuyo estatus varía entre abandonados y activos. De buena parte de estos bancos se extrae arena y grava, asimismo, hay otros localizados al Suroeste del Popocatepetl donde se extrae piedra pómez (SGM 2024).

En la porción central de la Subcuenca, el aporte de material de la Fosa de Acambay, Campo volcánico Nevado de Toluca, y Campo volcánico Sierra Las Cruces “contribuyeron a la formación de los sedimentos lacustres que conforman la Cuenca de Toluca-Ixtlahuaca, descritos como Formación Ixtapantongo (Qptla), consistente de secuencia de tobas y rocas clásticas semiconsolidadas que incluyen conglomerados, areniscas y limolitas” (Sánchez R. G., 1983). Aunado a lo anterior, en la Subcuenca también se presentan aportes de origen aluvial y lacustre (principalmente para la denominada Formación Calpulalpan), se trata de tobas, aglomerados, grava volcánica de origen fluvial, piedra pómez y diatomita con una antigüedad que varía entre 46,000 y 1,420 años (Pleistoceno tardío y Holoceno) (SGM, 1997).





### 3.1.5.2 Litología

Las unidades litológicas presentes en la Subcuenca (Mapa 3.10 y cuadro 3.10) muestran una amplia variedad genética debido a la influencia de diversos procesos geológicos que involucran eventos volcánicos, tectónicos y geohidrodinámicos de distintas edades. De estas, destaca la presencia de la unidad litológica de Lahar-Toba andesítica, la cual es la más extensa en la cuenca (abarca el 21% del territorio), ubicada en las laderas de la Sierra Nevada y en la zona baja Suroeste del volcán La Malinche o Matlalcuéyatl. Esta formación tiene génesis en la actividad volcánica intensa y procesos geohidrológicos asociados. Su importancia radica en su función principal de recarga hídrica en la zona, alimentando los acuíferos de la cuenca de manera significativa.

Cuadro 3.10. Unidades litológicas presentes en la Subcuenca del Alto Atoyac

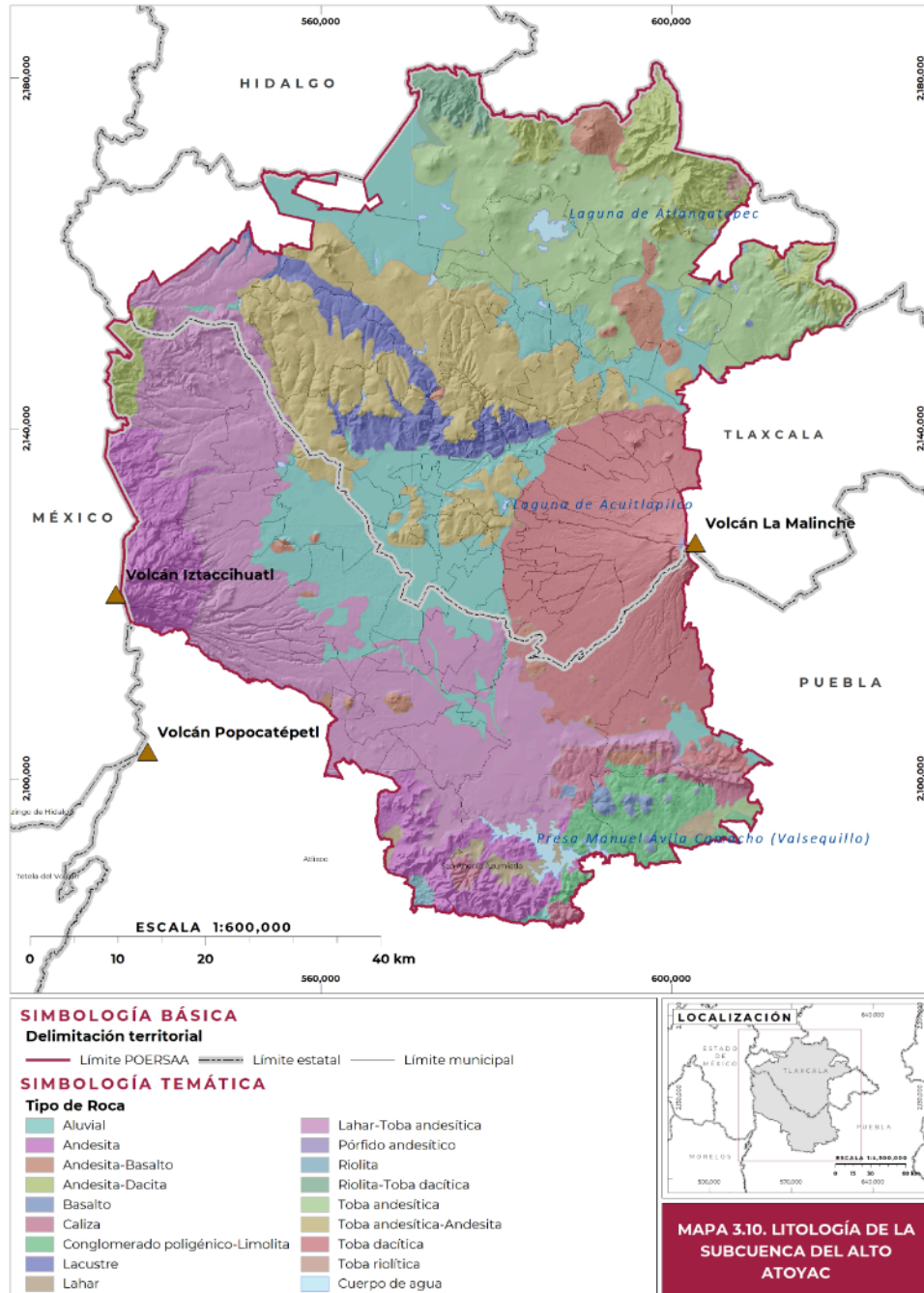
<b>Unidades litológicas</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>% del total</b>
Aluvial	79,708.81	15.81%
Andesita	33,601.09	6.67%
Andesita-Basalto	11,994.78	2.38%
Andesita-Dacita	24,348.12	4.83%
Basalto	2,097.90	0.42%
Caliza	8,954.87	1.78%
Conglomerado poligénico-Limolita	12,932.89	2.57%
Lacustre	16,662.04	3.31%
Lahar	3,346.70	0.66%
Lahar-Toba andesítica	106,301.43	21.09%
Pórfido andesítico	168.10	0.03%
Riolita	786.52	0.16%
Riolita-Toba dacítica	5,356.13	1.06%
Toba andesítica	60,030.00	11.91%
Toba andesítica-Andesita	63,444.08	12.59%
Toba dacítica	69,682.23	13.82%
Toba riolítica	446.15	0.09%
Cuerpo de agua	4,241.87	0.84%
<b>TOTAL</b>	<b>504,103.70</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Cartas Geológico-Mineras, Servicio Geológico Mexicano, 2002 (Recuperado de Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco et al., 2023).





Mapa 3.10. Litología de la Subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: Cartas Geológico-Mineras, Servicio Geológico Mexicano, 2002 (Sistema de coordenadas: Universal Transversal de Mercator, Zona 14N hemisferio norte).

Las unidades de origen aluvial exhiben características morfogenéticas que reflejan la influencia de procesos geohidrológicos intensos, los cuales han esculpido un paisaje compuesto por laderas montañosas, cañadas, colinas y llanuras. Estos elementos



constituyen la mayor extensión del territorio utilizado para fines agrícolas, urbanos e industriales en la región (15.81%). Las actividades económicas primarias, secundarias y terciarias se concentran en estas áreas debido a su accesibilidad y productividad.

Las formaciones Andesita-Basalto se ubican en la porción media-alta de la Sierra Nevada. El suelo predominante en esta región es el Andosol móllico, que juega un papel fundamental en la recarga hídrica del área.

Los elementos geológicos dispersos en la zona centro del Valle de Puebla-Tlaxcala tienen génesis pórfido andesítico, con afloramientos basálticos que favorecen la recarga hídrica en la zona. En las laderas del volcán se encuentran zonas de depósitos lacustres, rocas volcánicas y aluvión, así como depósitos volcánicos y otros materiales que son aprovechados económicamente como material pétreo.

Las áreas compuestas por tobas son poligenéticas y exhiben una composición diversa, incluyendo materiales como; tobas y andesitas que coexisten con unidades de rocas calizas, areniscas y lutitas, los cuales presentan una permeabilidad secundaria debido a procesos de fractura y disolución, especialmente en el caso de las rocas carbonatadas. Las fronteras y barreras del flujo subterráneo y la base geohidrológica las representan en su mayoría las formaciones rocosas volcánicas y sedimentarias.

La diversidad paisajística en la cuenca es producto de diversos procesos geológicos que provocan una gran gama de formaciones que van desde áreas de alta montaña, caracterizadas por materiales basálticos y andesitas que sustentan ecosistemas boscosos, que cumplen una función ecosistémica importante por los servicios ambientales que ofrecen, hasta áreas de baja pendiente, que gracias a la composición de las tobas con la formación de suelos profundos y fértiles, facilitan las actividades agrícolas en el Valle de Puebla-Tlaxcala.

### *3.1.5.3 Geomorfología*

La Subcuenca del Alto Atoyac se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transmexicano y parcialmente en las subprovincias Lagos y Volcanes de Anáhuac y Sierra del Sur de Puebla. Se caracteriza por una diversidad de sistemas topomórficos como llanuras, lomeríos, mesetas y sierras, las cuales conforman las asociaciones geomorfológicas que se muestran en el siguiente cuadro.





Cuadro 3.11. Formaciones Topomórficas presentes en la subcuenca del Alto Atoyac

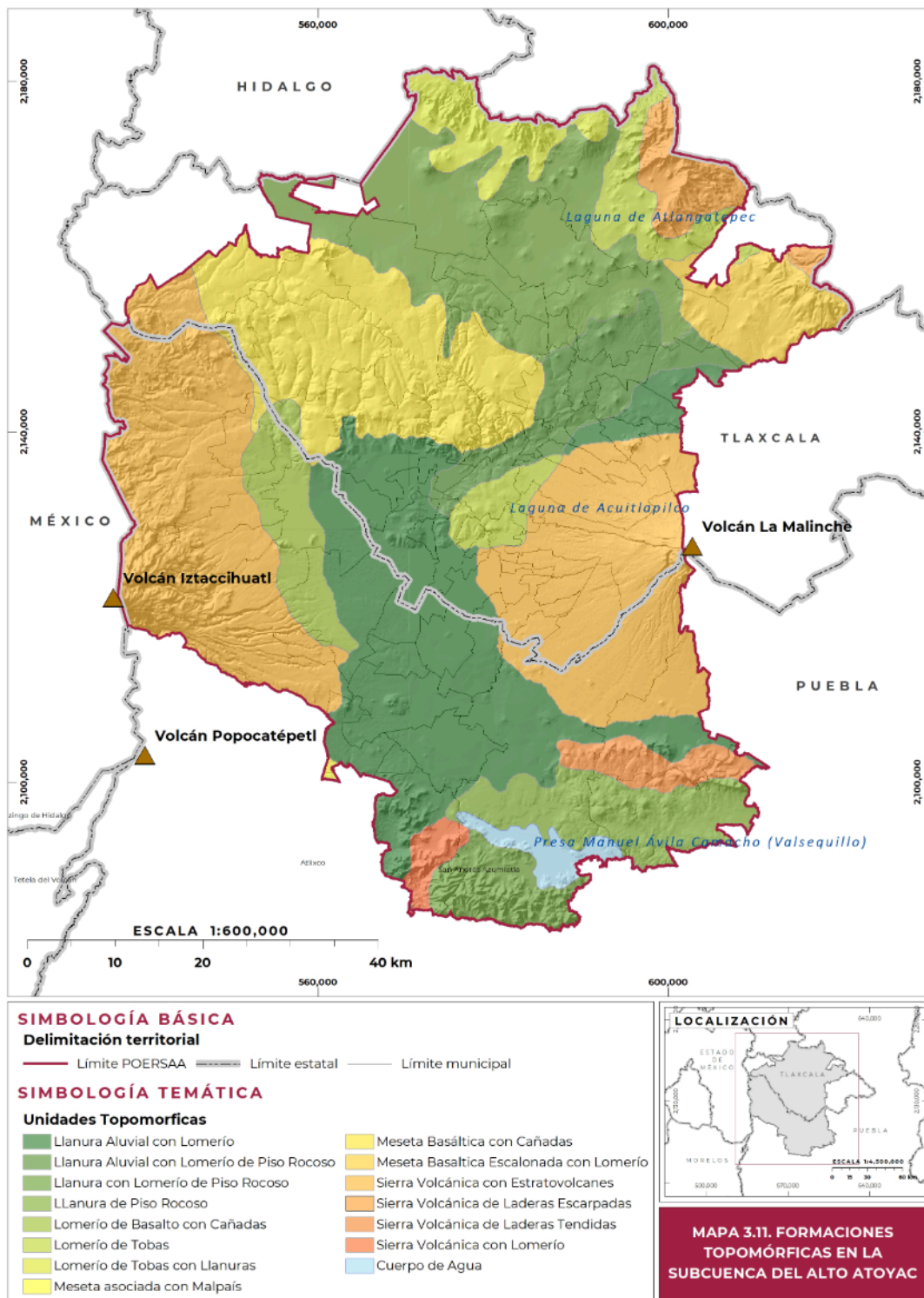
Formación Topomórfica	Superficie (ha)	% del total
Llanura aluvial con lomerío	92,476.59	18.3%
Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado	22,764.39	4.5%
Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado	74,657.15	14.8%
Llanura de piso rocoso o cementado	22,709.28	4.5%
Lomerío de basalto con cañadas	16,285.95	3.2%
Lomerío de tobas	19,036.26	3.8%
Lomerío de tobas con llanuras	13,971.45	2.8%
Meseta asociada con malpaís	458.77	0.1%
Meseta basáltica con cañadas	62,141.39	12.3%
Meseta basáltica escalonada con lomerío	16,260.53	3.2%
Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados	133,198.24	26.4%
Sierra volcánica de laderas escarpadas	11,722.61	2.3%
Sierra volcánica de laderas tendidas	8,572.98	1.7%
Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío	4,189.62	0.8%
Cuerpo de agua	5,658.50	1.1%
TOTAL	504,103.70	100.0%

Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI, 2001 (Recuperado de Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco *et al.*, 2023).

La relación entre la formación de los suelos, la topografía y la vegetación predominante fluctúa en función de la altitud. A altitudes de entre 2,900 y 3,000 msnm, en el bosque de oyamel, los suelos se encuentran bien desarrollados y con buena presencia de materia orgánica. En los bosques de pino, situados a altitudes de 3,400 a 3,800 metros, los suelos presentan un contenido de materia orgánica bajo (2 al 8%) y evidencias de intemperismo en el material parental. A elevaciones de 4,000 metros, en el páramo de altura, se observan afloramientos de rocas ígneas y cenizas volcánicas, con suelos negros y de textura arenosa, propensos a la erosión.



Mapa 3.11. Formaciones Topomórficas presentes en la subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. INEGI, 2001 (Sistema de coordenadas: Universal Transversal de Mercator, Zona 14N hemisferio norte).



Las llanuras, en el centro de la cuenca oscilan entre los 2,050 y 2,900 msnm, con predominio de asociaciones de lomeríos. Estas áreas, históricamente, han sido principalmente agrícolas, por la presencia de suelos aluviales, adecuados para la agricultura. Actualmente, las zonas agrícolas han experimentado un proceso de urbanización. Los suelos bien desarrollados son agrícolas, pero las áreas escarpadas poseen un alto potencial productivo, y en todos son cruciales implementar prácticas de manejo adecuadas para reducir la erosión.

El sistema de lomeríos se compone de roca ígnea extrusiva, común en regiones volcánicas y flujos de lava. La asociación predominante en esta región es la de cañadas, ubicada en la parte occidental de la cuenca, abarcando localidades como Tlálóc, Palmillas, San Martín Texmelucan de la Bastida y Huejotzingo. Estas áreas son propensas a la erosión del suelo, por la pérdida gradual de cobertura forestal y prácticas agrícolas inadecuadas.

Las mesetas exhiben asociaciones de cañadas y lomeríos, distribuidas en la parte Septentrional y Nororiental de la cuenca respectivamente, abarcando desde Santa María Ixcotla hasta Barranca la Concepción y al Este del Cerro El Tepetomayo. Esta formación geológica está compuesta por toba intermedia del período Neógeno, andesita, suelo aluvial y brecha volcánica básica. Los suelos asociados a esta configuración son principalmente Feozem, caracterizados por su profundidad, fertilidad y textura, lo que los convierte en óptimos para la actividad agrícola en la región de estudio. Esta formación, en asociación con la de malpaís, da lugar a ecosistemas singulares donde los agaves adquieren una importancia destacada como especies representativas de estas áreas.

Las sierras, parte del Eje Neovolcánico, incluyen asociaciones de estrato volcanes, como el Iztaccíhuatl y La Malinche o Matlalcuéyatl que albergan ecosistemas forestales de importancia para la biodiversidad. La litología aunada a las condiciones climáticas de esta región también le otorgan una elevada capacidad de recarga hídrica. Entre las formas topográficas resaltan la Mesa Calderón y el Cerro Tenayo ya que en estas áreas es donde se pueden observar barrancas y cañadas que han sido esculpidas por el sistema de drenaje que desciende de las montañas, dando origen a los afluentes del río Atoyac. Estos cauces albergan una considerable diversidad de hábitats y especies endémicas.



### **3.1.6 Biodiversidad**

La Cuenca del Alto Atoyac contiene una alta biodiversidad debido a su ubicación geográfica, no obstante, existen problemáticas ambientales como la pérdida y alteración de los ecosistemas por el cambio de uso de suelo y vegetación, la deforestación y contaminación de ríos cercanos a zonas urbanas e industriales, causando un impacto negativo en el territorio que ha provocado la desaparición y disminución de muchas especies nativas y de alto valor ecológico y ambiental (Aquino *et al.*, 2014; SIMEC-CONANP, 2023).

La zona de estudio reconoce diversos climas, además de que, por su gradiente altitudinal y el tipo de vegetación presente, permite establecer y desarrollar muchas comunidades de especies animales y vegetales, permitiendo una especiación endémica conservada en las zonas altas de la cuenca, por el contrario de zonas de humedales donde casi han desaparecido en su totalidad (SIMEC-CONANP, 2013).

La cuenca contiene una gran riqueza de especies de Odonata (libélulas y caballitos del diablo, de las cuales la gran mayoría corresponde a especies endémicas (CONABIO, 2021).

La subzona es el hábitat principal de 12 especies de aves: águila mexicana o real (*Aquila chrysaetos*) y el cernícalo americano (*Falco sparverius*); el gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), jilguero de los pinos (*Carduelis pinus*), zorzal cola canela (*Catharus guttatus*), zorzal pico pardo (*Catharus occidentalis*), trepadorcito café (*Certhia americana*), cuervo común (*Corvus corax*), picotuerto rojo (*Loxia curvirostra*), paloma de collar (*Patagioenas fasciata*), ocotero enmascarado (*Peucedramus taeniatus*), carpintero transvolcánico (*Picoides stricklandi*) (A) y reyezuelo corona amarilla (*Regulus satrapa*) (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En la parte occidental de La Sierra Nevada, que corresponde a la cuenca, se reporta una de las zonas de mayor importancia por la diversidad de especies de coníferas: *Pinus hartwegii*; *P. montezumae*; *P. ayacahuite*; *P. teocote* y *P. pseudostrobus*, especies relevantes de pinos. *Abies religiosa* entre las especies de abetos y especies asociadas de *Quercus*, *Arbutus*, *Alnus*, *Salix* y *Buddleia*. Las especies caducifolias y las de encino y tepozán se consideran ingenieros por la formación de materia orgánica para la fertilidad natural de los suelos del bosque, al perder las hojas en otoño y ser rápidamente descompuestas e integradas en capas edáficas (NOM-059-SEMARNAT-2010).





En el Área Natural Protegida “La Malinche o Matlalcuéyatl”, se encuentran ecosistemas relevantes y frágiles con grado de conservación, además del llamado “páramo de altura”, donde se ubican especies importantes de pradera de alta montaña como el pasto festuca (*Festuca tolucensis*), paja blanca (*Calamagrotis tolucensis*), zacate ladera (*Enneapogon sp.*) espiga negra (*Hilaria cenchroides*), llantén alpino (*Plantago tolucensis*), sauce rastrero (*Salix arenaria*), falsa siempre viva de zacatonal (*Draba nivicola*), cardo de los volcanes (*Cirsium nivale*) y garañosa de alta montaña (*Castilleja tolucensis*). A partir de los 3,900 msnm se distribuyen los cedros (*Juniperus sabinoideis monticola*), sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las zonas altas, se encuentran los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) y diferentes especies de pinos y encinos. También se localizan depredadores mamíferos como: coyotes (*Canis latrans*), zorros (*Urocyon cinereo argenteus*), pumas (*Felis concolor*), lince (*Lynx rufus*) y herbívoros mayores como los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Así como mamíferos pequeños como: el ratón mexicano de los volcanes (*Neotomodon alstoni*), conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazi*), rata cambalachera (*Neotoma mexicana*), ratón ciervo (*Peromyscus maniculatus*), ratón de ojeras negras (*Peromyscus melanotis*), ardilla gris mexicana (*Sciurus aureogaster*), tlacuache sureño (*Didelphis marsupialis*) y el tlacoyote o tejón (*Taxidea taxus*) (CONABIO, 2021).

Existen especies de reptiles que se encuentran bajo alguna de las tres categorías de protección establecidas en la NOM-059, como: a víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus tricoloratus*), la culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), el lagarto alicante cuello rugoso (*Barisia rudicollis*) y la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*), camaleón, camaleón de montaña, falso camaleón, lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), casquito de burro, tortuga de agua, tortuga de río, tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) entre otras especies relevantes.

Entre los anfibios con estatus de protección están: el ajolote de arroyo o salamandra (*Ambystoma leorae*), el ajolote del altiplano o salamandra tigre de meseta (*Ambystoma velasci*), el achoque de tierra o salamandra lengua de hongo pies anchos, o tlaconete de las piedras (*Bolitoglossa platydactyla*), calate, o tlaconete regordete (*Aquiloeurycea cephalica*), la rana de árbol de bromelia menor, (*Sarcohylla arborescandens*).



Los invertebrados son el grupo con mayor número de especies registradas de las que CONABIO solo registra 16 especies endémicas y una sola sujeta a protección especial por la NOM-059 la mariposa monarca (*Danaus plexippus plexippus*) escorpión; alacrán (*Centruroides baergi*), luciérnagas (*Ellychnia albilatera*), mariposa viajera, mariposa voladora, milpiés (*Anadenobolus angusticollis*).

En la zona de estudio se localiza la presa Manuel Ávila Camacho, que fue designada en 2012, como Humedal de Importancia Internacional (sitio Ramsar no. 2027) y Área Natural Protegida de Jurisdicción Estatal "Humedal de Valsequillo" y como "Área de Importancia para la Conservación de las Aves" (AICA), debido a que existen registros que dan cuenta de la gran abundancia y diversidad de aves bajo algún estatus de protección, tanto residentes como migratorias. La zona metropolitana de Puebla-Tlaxcala muestra una gran diversidad de aves adaptadas a los espacios urbanos, donde viven y prosperan bajo condiciones muy diferentes a las de su hábitat original. En la zona de estudio, se registran 43 especies con estatus de protección bajo la Norma Oficial Mexicana 059 de SEMARNAT.

La rápida transformación que ha experimentado la cuenca ha deteriorado los ecosistemas y el hábitat original de especies originales. La importancia del sistema fluvial Zahuapan-Atoyac para el mantenimiento de la biodiversidad es incuestionable y la degradación en la calidad de sus aguas genera una fuerte presión en la salud humana y en el sistema socioambiental.

Cuadro 3.12. Especies de flora protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
<i>Juniperus monticola</i>	Cedro, cedro blanco, cedro colorado, enebro, enebro azul	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Gentiana spathacea</i>	Cola de tlacuache, flor de hielo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Erythrina americana</i>	Colorín, colorín grande, cosquelite, pichojo, pitillo	Amenazada (A)
<i>Chamaedorea oblongata</i>	Coyolito, palma, palmilla, palmita, tepejilote, tepejilote jade	Amenazada (A)
<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	Cucharilla, flor de sotol, sierrita	Amenazada (A)
<i>Sedum frutescens</i>	Siempreviva	En peligro de extinción (P)

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021



Cuadro 3.13. Especies de mamíferos protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago, murciélago trompudo	Amenazada (A)
<i>Cratogeomys fumosus tylosinus</i>	Tuza, tuza de Querétaro, tuza nariz pelona	Amenazada (A)
<i>Cryptotis alticola</i>	Musaraña	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro, rata canguro de Phillip	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Dipodomys phillipsii perotensis</i>	Rata canguro de Phillip	Amenazada (A)
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago, murciélago hocicudo mayor	Amenazada (A)
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago, murciélago hocicudo menor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Oryzomys fulgens</i>	Rata arrocera de pantano, rata arrocera del Valle de México	Amenazada (A)
<i>Peromyscus mekisturus</i>	Ratón de campo, ratón de Puebla	Amenazada (A)
<i>Romerolagus diazi</i>	Conejo de los volcanes, conejo teporingo, teporingo zacatuche	Amenazada (A)
<i>Taxidea taxus</i>	Tejón, tlalcoyote	Amenazada (A)

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021

Cuadro 3.14. Especies de reptiles protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Phrynosoma orbiculare cortezii</i>		Amenazada (A)
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua mexicano	Amenazada (A)
<i>Pituophis deppei</i>	Alicante, cincuate mexicana	Amenazada (A)
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	Amenazada (A)
<i>Thamnophis melanogaster canescens</i>		Amenazada (A)
<i>Crotalus intermedius</i>		Amenazada (A)
<i>Sceloporus grammicus disparilis</i>		Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i>		Sujeta a protección especial (Pr)



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>NOM-059 SEMARNAT</b>
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquital	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra de agua, culebra lineada de bosque, culebra listonada cuello negro	Amenazada (A)
<i>Crotalus molossus</i>	Abaniquillo de Simmons, cascabel de cola negra, cascabel serrana, cushishin, víbora cascabel cola negra, víbora cascabel tropical, víbora de cascabel	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Kinosternon integrum</i>	Casquillo de burro, tortuga de agua, tortuga de río, tortuga pecho quebrado mexicana	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Celestus enneagrammus</i>	Celesto huasteco	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Crotalus scutulatus</i>	Chiauhcoatl, víbora de cascabel del Altiplano	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Chintete, lagartija escamosa escamas grandes	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Aspidoscelis mexicanus</i>	Cuija mexicana	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática, culebra listonada occidental	Amenazada (A)
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra chata de Baird	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Thamnophis chrysocephalus</i>	Culebra de agua nómada cabeza dorada	Amenazada (A)
<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra de agua nómada cola corta alpestre	Amenazada (A)
<i>Thamnophis sumichrasti</i>	Culebra de agua nómada de sumichrast	Amenazada (A)
<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra listonada de montaña cola corta	Amenazada (A)
<i>Abronia taeniata</i>	Escorpión arborícola de bandas	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Barisia imbricata</i>	Escorpión, lagarto alicante de Popocatépetl	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Plestiodon copei</i>	Eslizón chato, eslizón chato de las montañas	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Aspidoscelis costatus</i>	Huico alpino, huico del Oeste mexicano	Sujeta a protección especial (Pr)





Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana de roca, iguana espinosa mexicana	Amenazada (A)
<i>Crotalus ravus</i>	Palanca, serpiente de cascabel pigmea	Amenazada (A)

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021.

Cuadro 3.15. Especies de anfibios protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Bolitoglossa platydictyla</i>	Achoque de tierra, salamandra lengua de hongo pies anchos	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Ambystoa leorae</i>	Ajolote de arroyo, salamandra, sirenon de arroyo	Amenazada (A)
<i>Ambystoma velasci</i>	Ajolote del altiplano, salamandra tigre de meseta	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Aquiloerycea cephalica</i>	Babosa, tlaconete regordete	Amenazada (A)
<i>Sarcohylla arborescandens</i>	Rana de árbol de bromelia menor, ranita menor de bromelia	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Dryophytes plicatus</i>	Rana de árbol plegada, rana de árbol plegada o surcada	Amenazada (A)
<i>Sarcohylla charadricola</i>	Rana de árbol poblana	Amenazada (A)
<i>Sarcohylla robertorum</i>	Rana de árbol de Robert	Amenazada (A)
<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada, rana de rayas blancas	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates montezumae</i>	Rana de Moctezuma	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo del río Bravo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates forreri</i>	Rana de Forrer	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Thorius dubitus</i>	Salamandra pigmea de Acultzingo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Chiropterotriton chiropterus</i>	Salamandra de pie plano común	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Pseudoerycea leprosa</i>	Tlaconete dorado	Amenazada (A)
<i>Pseudoerycea gadovii</i>	Tlaconete de Gadov	Sujeta a protección especial (Pr)

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021.

Cuadro 3.16. Especies de invertebrados protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Pseudothelphusa americana</i>	Cangrejo de agua dulce	En peligro de extinción (P)



Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Danaus plexippus</i>	Cosechadora, mariposa monarca	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Centruroides baergi</i>	Escorpión; alacrán	
<i>Ellychnia albilatera</i>	Luciérnagas	
<i>Anadenobolus angusticollis</i>	Milpiés	

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021.

Cuadro 3.17. Especies de avifauna protegidas por la NOM-059 SEMARNAT

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 SEMARNAT
<i>Buteo platypterus</i>	Águila alas anchas	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo albonotatus</i>	Águila aura	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Águila cola blanca	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Águila negra menos	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo lineatus</i>	Águila pecho rojo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Águila rojinegra	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro menor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro norteño	Amenazada (A)
<i>Sternula antillarum</i>	Charrán mínimo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe corona café	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe de Tolmie, chipe lores negros	Amenazada (A)
<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	Amenazada (A)
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Myadestes unicolor</i>	Clarín unicolor	Amenazada (A)
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz de Moctezuma	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Dendrortyx macroura griseipectus</i>	Codorniz-coluda neovolcánica	Amenazada (A)
<i>Passerina ciris</i>	Colorín sistecolores	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico de gancho	Sujeta a protección especial (Pr)



<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>NOM-059 SEMARNAT</b>
<i>Antigone canadensis</i>	Grulla gis	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón selvático de collar	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro cachetes amarillos	Amenazada (A)
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo acuático norteamericano	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola cabeza castaña	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Calidris mauri</i>	Playero occidental	Amenazada (A)
<i>Rallus limicola</i>	Rascón cara gris	Amenazada (A)
<i>Panyptila cayennensis</i>	Vencejo tijereta menor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius	Amenazada (A)
<i>Oreophasis derbianus</i>	Pavón cornudo	En peligro de extinción (P)
<i>Dryobates stricklandi</i>	Carpintero transvolcánico	Amenazada (A)
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codorniz coluda transvolcánica	Amenazada (A)
<i>Rhynchopsitta terrisi</i>	Cotorra serrana oriental	En peligro de extinción (P)
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo azteca, mirlo pinto	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Rallus tenuirostris</i>	Rascón azteca	En peligro de extinción (P)
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	Sujeta a protección especial (Pr)

Fuente: SNIB Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, CONABIO, 2021.

### **3.1.7 Áreas Naturales Protegidas**

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se consideran áreas terrestres y acuáticas que debido a su riqueza de especies y endemismos o por los bienes y servicios ambientales que ofrecen, son prioritarios para su preservación y conservación como sitios de valor ecológico, pero se ven afectados por procesos de degradación, invasión y cambios de uso. Se incluyen áreas naturales protegidas (federales y estatales) y regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad como los sitios RAMSAR y de distribución potencial de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT.



La definición de las áreas naturales protegidas de México, así como de sus categorías, objetivos y zonificaciones se indican por la *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente* (LGEEPA), del artículo 44 al 56 (DOF, 2013), donde se establecen las atribuciones de la nación para declarar áreas protegidas y asegurar su conservación. Estas atribuciones se pueden aplicar a los terrenos bajo jurisdicción nacional, pero también se pueden incluir terrenos y recursos naturales cuyos dueños sean privados o comunales (art. 44) (DOF, 2013). Los motivos para decretar un ANP (art. 45) son preservar los ambientes representativos y ecosistemas frágiles, conservar la diversidad genética y especies con algún estatus de conservación según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010, apoyar el aprovechamiento sustentable, impulsar la investigación científica, rescatar o generar conocimientos, prácticas y tecnologías para la conservación tanto tradicionales como innovadoras, conservar procesos vinculados a los ciclos hidrológicos, y proteger el entorno natural relacionado con elementos sociales y culturales de importancia (Carabias *et al.*, 1994; citado por Íñiguez *et al.*, 2014).

La fragmentación de teselas de vegetación forestal, efecto de borde, grado de permeabilidad de la matriz de terrenos preferentemente forestales, corredores biológicos y especies sombrilla, son atributos que permiten identificar ANP (CONANP, 2024).

Las categorías de ANP en el ámbito mundial, en México actualmente se reconocen seis de nivel federal: reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, y santuarios. Además, se reconocen tres categorías que no están en el ámbito federal: áreas protegidas estatales, zonas municipales de conservación ecológica y áreas destinadas voluntariamente a la conservación por ciudadanos u organizaciones no gubernamentales (DOF, 2013).

### *3.1.7.1 Sitios para la conservación biológica de jurisdicción federal*

En el Alto Atoyac se localizan tres Áreas Naturales Protegidas federales con decreto de Parque Nacional: La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, con una superficie de 25 mil 734.9 ha (que representa 55.8% de la extensión total de la cuenca); el Parque Iztaccíhuatl-Popocatepetl, con una extensión de 5 mil 372.7 ha (13.5% de la extensión); y el Parque Nacional Xicoténcatl, con una extensión de 653.6 ha localizado en el Norte de la capital de Tlaxcala, las tres porciones de ANP federales suman casi 32 mil hectáreas (INEGI-SIATL, 2013).





Con el tiempo las ANP han sufrido cambios en su cobertura vegetal natural, donde casi el 44% de la superficie se destina a agricultura de temporal, el 36% a bosques de coníferas primario y secundario; el 6.6% a zonas urbanas y el resto presenta pastizales naturales, bosque de encino primario y secundario, otras tierras y pastizal inducido (Cuadro 3.18).

Cuadro 3.18. Distribución de los usos de suelo dentro de las ANP del Alto Atoyac

<b>Uso de suelo</b>	<b>Iztaccí huatl-Popoca tépetl</b>	<b>%</b>	<b>La Malinche o Matlalcu éyatl</b>	<b>%</b>	<b>Xicoténcti</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Agricultura de temporal	0.00	0.00	13,857.09	53.85	0.00	0.00	13,857.09	43.63
Bosque de coníferas primario	3,217.25	59.88	4,746.95	18.45	0.00	0.00	7,964.20	25.08
Bosque de coníferas secundario	6.62	0.12	3,493.98	13.58	0.00	0.00	3,500.60	11.02
Urbano	0.00	0.00	1,387.18	5.39	653.62	100.00	2,040.79	6.43
Otras tierras	1,230.16	22.90	34.91	0.14	0.00	0.00	1,265.07	3.98
Pastizal natural	918.70	17.10	246.62	0.96	0.00	0.00	1,165.32	3.67
Bosque de encino secundario	0.00	0.00	823.79	3.20	0.00	0.00	823.79	2.59
Bosque de encino primario	0.00	0.00	734.51	2.85	0.00	0.00	734.51	2.31
Pastizal inducido	0.00	0.00	409.87	1.59	0.00	0.00	409.87	1.29
<b>Total general</b>	<b>5,372.73</b>	<b>100.00</b>	<b>25,734.90</b>	<b>100.00</b>	<b>653.62</b>	<b>100.00</b>	<b>31,761.25</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Información de la capa de usos de suelo y vegetación de la serie VII actualizada a 2023 y de la información vectorial de las ANP federales.



### 3.1.7.2 Sitos para la conservación biológica de jurisdicción estatal

En el estado de Puebla se ubican tres ANP con categoría de parque estatal: el humedal de Valsequillo (13 mil 133.49 ha el 95% de este humedal se encuentra en el área de estudio); la Reserva Estatal Sierra del Tentzo (57,815.28 ha de las cuales solo 10,151.63 ha están dentro de la zona bajo ordenamiento); y el Cerro Zapotecas (536.45 ha). La distribución de su uso del suelo se distribuye como: pastizales y bosque de encino secundario 56%, agricultura de temporal 27%, cuerpo de agua de la presa Valsequillo 11% y el urbano 3.6%, el resto de la superficie la conforman comunidades de bosques encinos primarios, coníferas secundarios y agricultura de riego (CONAGUA, 2014).

Cuadro 3.19. Uso de suelo y vegetación al interior de las ANP estatales.

Uso de suelo	Humedal de Valsequillo	%	Sierra del Tentzo	%	Cerro Zapotecas	%	Total general	%
Pastizal inducido	4,936.77	37.59	1,812.65	17.86	0.00	0.00	6,749.42	28.33
Bosque de encino secundario	172.48	1.31	6,508.05	64.11	0.00	0.00	6,680.53	28.04
Agricultura de temporal	4,678.34	35.62	1,447.82	14.26	393.67	73.38	6,519.83	27.37
Agua	2,618.83	19.94	0.00	0.00	0.00	0.00	2,618.83	10.99
Urbano	726.73	5.53	105.80	1.04	22.26	4.15	854.78	3.59
Bosque de encino primario	0.35	0.00	273.70	2.70	0.00	0.00	274.05	1.15
Bosque de coníferas secundario	0.00	0.00	0.00	0.00	101.27	18.88	101.27	0.43
Agricultura de riego	0.00	0.00	3.61	0.04	19.25	3.59	22.85	0.10
Total general	13,133.49	100.00	10,151.63	100.00	536.45	100.00	23,821.57	100.00

Fuente: Información de la capa de usos de suelo y vegetación de la serie VII actualizada 2022 y de la información vectorial de las ANP estatales.

### 3.1.7.3 Sitios RAMSAR, AICAS y ADVC

En la zona existen dos sitios RAMSAR (humedales protegidos por ser considerados cunas de diversidad biológica). El primero se localiza al Sur de la zona de estudio y está



conformado por los humedales de Valsequillo, parte de la Sierra de Tentzo, el segundo se encuentra al Norte en el municipio de Atlangatepec en el estado de Tlaxcala en la presa del mismo nombre (CONANP, 2011).

El sitio RAMSAR de la presa de Valsequillo tiene una superficie de 21,887.04ha de las cuales el 74% presentan transformación de su estado natural. Sobresale el pastizal con casi la tercera parte del área RAMSAR, agricultura de temporal con poco más de 25% y la zona urbana con cerca de la quinta parte; los usos naturales que aún persisten son el propio cuerpo de agua con 12% y menos de 10% de otras tierras (cuadro 3.20).

Cuadro 3.20. Uso de suelo y vegetación de las áreas RAMSAR

Uso de suelo	Presa de Atlangatepec	%	Presa Valsequillo	%	Total general	%
Pastizal inducido	18.08	1.78	6,765.69	30.91	6,783.77	29.62
Agricultura de temporal	72.13	7.09	5,551.39	25.36	5,623.52	24.55
Urbano	2.70	0.27	3,825.81	17.48	3,828.52	16.72
Agua	906.09	89.06	2,623.99	11.99	3,530.08	15.41
Bosque de encino secundario	0.00	0.00	3,070.81	14.03	3,070.81	13.41
Agricultura de riego	1.08	0.11	39.32	0.18	40.40	0.18
Vegetación hidrófila	17.31	1.70	0.00	0.00	17.31	0.08
Otras tierras	0.00	0.00	9.83	0.04	9.83	0.04
Bosque de encino primario	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00
Total general	1,017.40	100.00	21,887.04	100.00	22,904.44	100.00

Fuente: Información de la capa de uso de suelo y vegetación de la serie VII actualizada a 2022 y de la información vectorial de los sitios RAMSAR.

En el sitio de estudio se encuentra un Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) ubicado en la zona de los “*Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl*” con una extensión de 18 mil 862.64 ha y llega a los 3500 msnm.

Asimismo, se encuentran 26 áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC): 1. Flor del Bosque (687.41 ha); 2. ANP Bosque Mágico de Piedra Canteada (Santuario de la Luciérnaga) I y II (607.48 ha y 192.56 ha respectivamente); 3. ANP Ejido El Rosario I y II (3.89 ha y 439.11 ha respectivamente); 4. ANP “Tenexac” I y II (354.003 ha y 189.95 ha respectivamente); 5. ANP Ejido Miguel Lira y Ortega (Santuario de la Luciérnaga) (284.45 ha); 6. ANP del Bicentenario Santa Clara El Corte I y II (16.35 ha y 27.34 ha respectivamente); 7. ANP El Nacimiento (232.19 ha); 8. ANP del Bicentenario El Pilón (237.46 ha); 9. ANP del Bicentenario Fracción Dos San Isidro Rancho Nuevo (172.09 ha); 10. ANP Fracción I, II, IV y V de San José El Manantial (37.84 ha, 40.86 ha, 41.48 ha y 38.97 ha

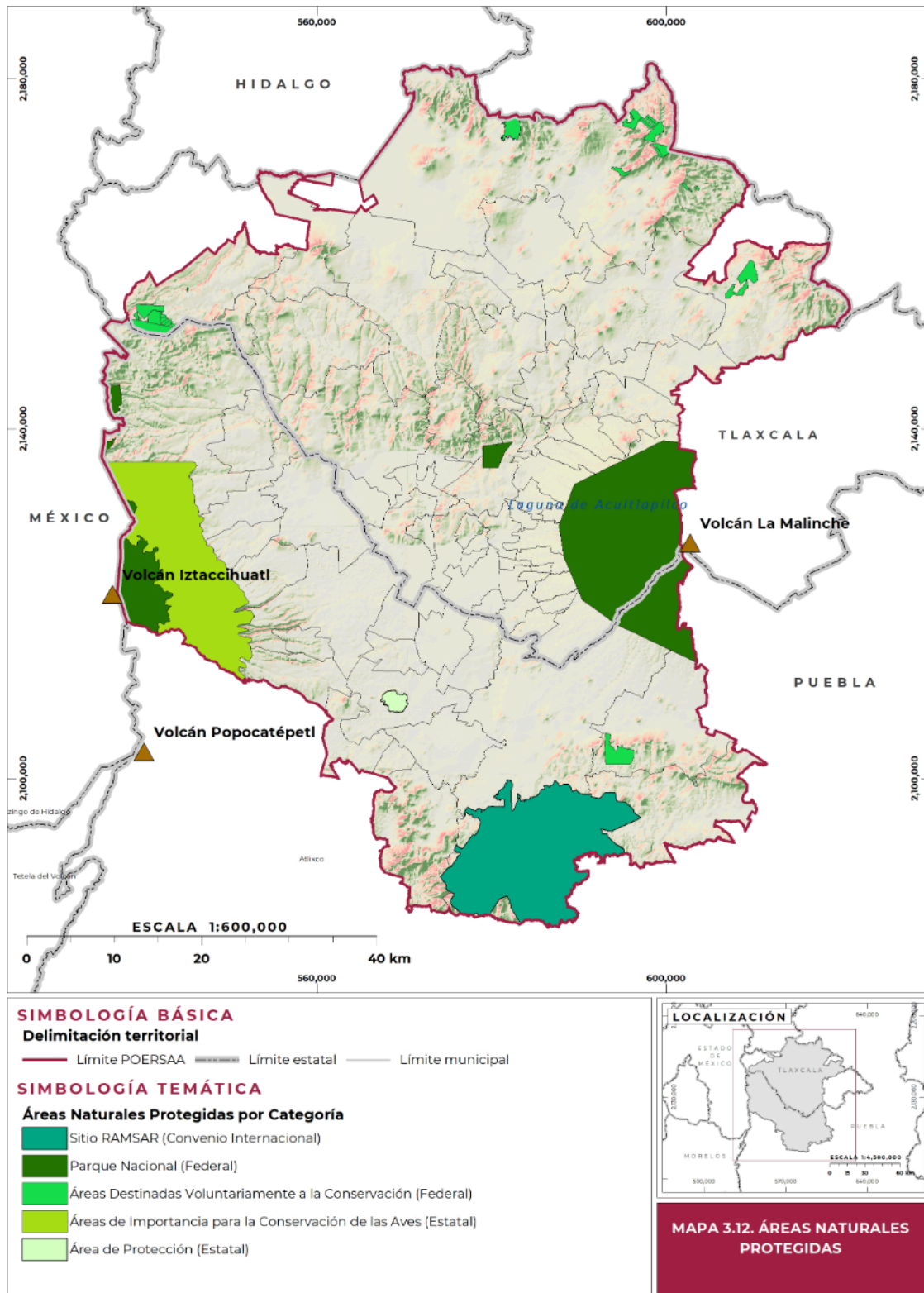


respectivamente); 11. ANP La Cruz (13.33ha); 12. Fracción Tercera del Ex-Rancho Buenavista (7.01 ha); 13. ANP al Final de la Senda (12.87 ha); 14. ANP Santa Clara El Corte I, II, III y IV (31.14 ha, 32.52 ha, 32.63 ha y 35.16 ha respectivamente); 15; ANP Primera Fracción, de la Fracción Dos de Predio Sin Construcción Denominado Ojo de Agua (13.81 ha); 16. ANP del Bicentenario Fracción Exhacienda Tlacotla, Lote Seis (39.54 ha); 17. ANP del Bicentenario Fracción Uno de la Hacienda de Tlacotla, Rancho El Pardo (92.08 ha) y 18. ANP Loma de Enmedio y Tetzitzilica (28.36 ha).





Mapa 3.12. Áreas Naturales Protegidas en la Subcuenca



Fuente: Elaboración propia DOE con base en CONANP, Sitios RAMSAR y Gobierno del Estado de Puebla.



### **3.1.6 Bienes y servicios ambientales**

Los bienes y servicios ambientales son beneficios para la población de los ecosistemas de manera natural o por manejo sustentable, generando bienestar y sustento (SEMARNAT, 2012).

De acuerdo al artículo 32 Bis de la *Ley Orgánica de la Administración Pública Federal*, en la fracción I señala que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales fomente la protección, restauración, conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales que garanticen un medio ambiente sano y la fracción XV indica el desarrollo y promoción de metodologías para la valuación económica del capital natural y de los bienes y servicios ambientales que éste presta, cooperar con dependencias y entidades para desarrollar un sistema integrado de contabilidad ambiental y económica.

*La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico* indica en su artículo 3 que los bienes y servicios ambientales son estructuras y procesos naturales necesarios para mantener la calidad ambiental y realizar actividades humanas. Así como los artículos 22, 23, 25, 40, 43, 44, 48 y 59 donde se mencionan los procesos para el programa de ordenamiento ecológico en materia de bienes y servicios ambientales, fomentando su mantenimiento, identificando regiones preservadas, conservadas, protegidas, restaurados; formulando mapas de aptitud sectorial para promover el aprovechamiento sustentable de los bienes y servicios ambientales en el territorio nacional.

En el diagnóstico se delimitarán las áreas que se deben preservar, conservar, proteger o restaurar, y las que requieren medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos, considerando la conservación de los ecosistemas, biodiversidad y bienes y servicios ambientales.

En la etapa de pronóstico se examinará la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas, donde se considerará el deterioro de los bienes y servicios ambientales. Así la Secretaría ofrecerá apoyo técnico a las entidades federativas, sus municipios, delegaciones, etc., en aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.



La cuenca como unidad de estudio es importante ya que combina los sistemas hídrico, ecológico, social, político y económico, en ella se producen bienes y servicios ambientales que son demandados por los habitantes (Ordoñez, 2011; citado por Altieri, 2019).

Entre los bienes y servicios ambientales que brinda una cuenca, está el suministro de agua, regulación de caudales, mantenimiento de los regímenes hidrológicos naturales, control de erosión y respuesta a eventos naturales extremos (Balvanera y Cotler, 2009).

### **3.2 Componente sociodemográfico y cultural**

La descripción de las características, sociales, demográficas y culturales de este apartado se integra principalmente a escala municipal, lo que se definió considerando la escala y los actores que se involucrarán en la construcción participativa del ordenamiento, pero se considera la diversidad de elementos sociales que rebasan los límites administrativos que se integran a las bases de datos y al sistema de información que se incorporan al desarrollo del componente sectorial y económico que fundamentará el análisis de las siguientes etapas del ordenamiento.

#### **3.2.1 Antecedentes históricos**

La ocupación territorial de la cuenca tiene importantes antecedentes prehispánicos, en las cronologías estatales, se menciona la presencia de grupos humanos alrededor de los años 10000 a 8000 a.n.e. Después de conformarse algunas aldeas y centros ceremoniales, sobre todo en el territorio de Tlaxcala, se dio un periodo de apogeo cultural alrededor de 800 y 400 a.n.e. sin embargo, la consolidación de la urbe prehispánica más importante de la región, Cacaxtla, se da entre los años 600 a 900 (ILCE, s.f.), la densa ocupación de la región fue en parte posible gracias al sistema lacustre regional, que permitió el establecimiento de un sistema de aprovechamiento agrícola intensivo y complejo que aseguraba la suficiencia alimentaria de los habitantes de la región (Hernández, 2019).

Ya en la época colonial se funda la ciudad de Tlaxcala en 1525 y la ciudad de Puebla en 1531. La configuración de los límites estatales y municipales data del siglo XVI, cuando los españoles fragmentaron los territorios tomando como base la división prehispánica, en 1786 ambas entidades se integraban en una sola intendencia que fue desagregada en 1793 (INEGI, 1997a).

El 24 de noviembre de 1824, se decreta a Tlaxcala territorio de la federación y posteriormente el municipio se crea el 14 de febrero de 1832 (INEGI, 1997b). En este





periodo el río Atoyac prevalecía como vasta fuente de agua limpia que favorecía las actividades agrícolas, por lo que se instalaron latifundios que se mantuvieron hasta inicios del siglo XX y contribuyeron significativamente a la desecación de cuerpos de agua y expansión de la frontera agrícola (Hernández, 2019).

El último periodo de cambio relevante en la configuración de los límites territoriales se presentó en 1994, cuando se decretó la creación de 16 municipios nuevos en el estado de Tlaxcala (INEGI, 1997b). La historia de contaminación de la cuenca surge desde la fundación de la ciudad de Puebla, se incrementó con el surgimiento de instalaciones dedicadas a la industria textil desde 1835, pero nada tan devastador como el modelo económico agroindustrial adoptado en la región (Zambrano, 2015).

En la memoria colectiva de algunos pueblos del Suroeste de Tlaxcala, se tienen recuerdos de ríos, cuerpos de agua y canales limpios, con gran biodiversidad, los relatos de tradición oral dan cuenta de que, hasta la década de 1960, había un amplio aprovechamiento de flora y fauna del entorno lacustre para la alimentación y usos medicinales. El agua de los ríos se aprovechaba para la agricultura y consumo humano directo y también se vinculaba a la mitología regional de ritos y tradiciones para purificar (Hernández, 2019).

En los Talleres de Participación Social (TPS) de diciembre de 2022 y febrero de 2023, los habitantes señalaron el desarrollo industrial iniciado en 1960, como el principal causante del desequilibrio ecológico en la cuenca. Algunos habitantes reconocen el año de 1962 como el año en que inicio el proceso de transformación socioambiental, cuando se anunció el impulso a dicha actividad, destacando la inauguración de la autopista de Puebla a Ciudad de México y, posteriormente, la instalación de la planta de Volkswagen en 1965 (Hernández, 2019).

En la línea de tiempo (Ver apartado de resultados de TPS), destaca en un momento previo la construcción de la presa Valsequillo en 1946, tras la creciente presencia de la industria en el territorio y la generación de infraestructura y equipamientos asociados a esa actividad, convirtió a la región en un importante captador de empleo, se distingue el periodo de 1970 a 1990 como el de mayor impacto demográfico en Puebla. La migración provocada por el sismo de 1985, que obligó a muchas familias asentadas en la ciudad de México a cambiar su lugar de residencia a otras entidades de la región centro del país, dio lugar a la agudización de una problemática socioambiental más severa, en la que destacaron los cambios de usos de suelo, la presión sobre las áreas productivas y aproximadamente una década después, el surgimiento del boom inmobiliario; con lo que





se hizo más evidente la irregularidad de los ciclos agrícolas, así como la incidencia en problemas de salud pública asociados a la contaminación del agua.

Según el estudio de Montiel (2019) a mediados de los setenta, la extensión de Puebla era de unas 6.000 ha en 1990 se incrementó a 12,800 ha y en el año 2000 llegó a 27,000 ha como consecuencia de una política pública que opera en una economía de mercado, con apertura y financiamiento para el mercado de suelo y vivienda, además del proceso de industrialización, lo que finalmente, según la autora, dejó una ciudad sobrepoblada, desorganizada y articulada a la dinámica mundial (Cabrera, 2019).

En los TPS se señalaron el mayor índice de referencias a movimientos sociales desde 2000, como el mayor número de situaciones de desastre ecológico y social, como la explosión de una toma clandestina en San Martín Texmelucan en 2010, el descontrol de la plaga del gusano descortezador, la desecación de lagunas, el desabasto crítico del agua, el socavón, la saturación de redes de drenaje, las fallas en las plantas de tratamiento y la presión poblacional que demanda suelo para urbanizarse en los municipios periféricos de las grandes urbes locales.

La progresiva confluencia de satisfactores sociales, el crecimiento de los núcleos urbanos y la competencia de las diferentes actividades económicas que encontraron grandes ventajas por la configuración de la cuenca, llevaron a la crisis ambiental que propició la recomendación de la CNDH en marzo de 2017, a partir de la cual se creó el *Programa de Acción de Saneamiento del Río Atoyac* y se adecuaron en el aspecto legal, pero las medidas implementadas han sido insuficientes o al menos esa es la percepción de los participantes en los talleres al coincidir en señalar la obsolescencia del marco legal vigente. Destacaron también la falta de recursos para el mantenimiento del sistema de monitoreo, las plantas de tratamiento y otros programas que coadyuvaban a la conservación y restauración de los recursos naturales.

### **3.2.3 Estructura poblacional**

Según los datos del Censo de Población del 2020 del INEGI, en esa fecha los 71 municipios de este ordenamiento contaban con una población de 3,914,118 de personas. El municipio más poblado correspondía a Puebla con 1,692,181 habitantes, con un 43.3% del total regional, mientras que el de menor número de habitantes era San Lucas Tecopilco, Tlaxcala con 3,077 personas.

Respecto a la proporción hombre – mujer, el valor regional es de 93 hombres por cada 100 mujeres, 51.8% del total de la población son mujeres y 48.2% son hombres. Sólo



en Mazatecochco de José María Morelos y San Lucas Tecopilco del estado de Tlaxcala la proporción de hombres es igual o mayor, de 101 y 100 respectivamente; los municipios con menor proporción son San Jerónimo Zacualpan, Panotla, Tlaxcala y Xaltocan del estado de Tlaxcala y San Jerónimo Tecuanipan de Puebla, todos ellos con un valor de 90 hombres por cada 100 mujeres.

Cuadro 3.21 Población Región Alto Atoyac, 2020

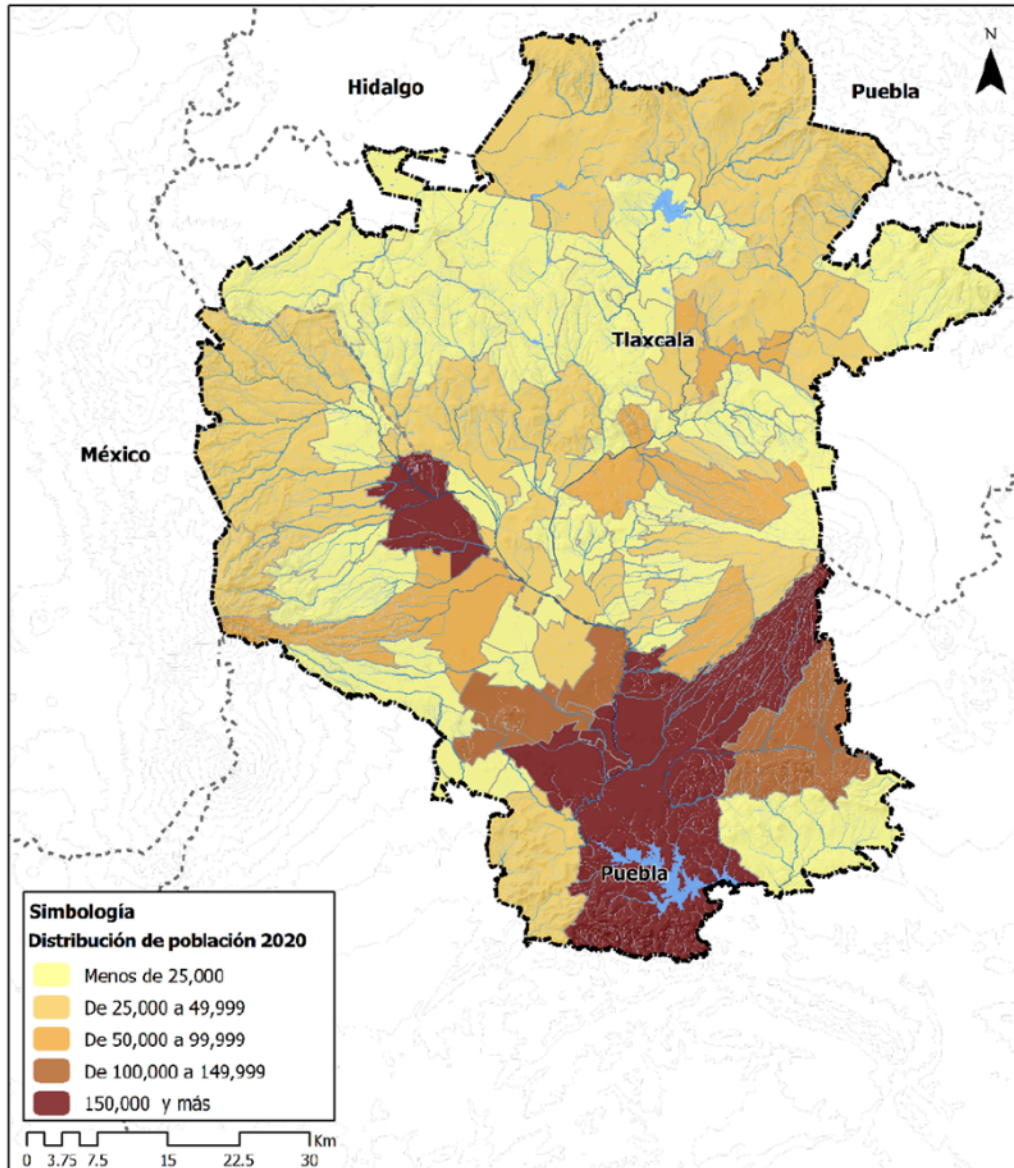
<b>Habitantes de la Región</b>	<b>Total</b>	<b>Población femenina</b>	<b>Población masculina</b>
Población en hogares censales indígenas	218,976	-	-
Población mayor a 3 años hablantes de lengua indígena	92,718	47,574	45,144
Población que se considera afroamericana o afrodescendiente	79,369	40,425	38,944
Población total	3,914,118	2,029,435	1,884,683

Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio. Recuperado en noviembre de 2022.

Respecto del total de habitantes de la Región el 5.6% del total corresponde a la población en hogares censales indígenas, mientras que 2.4% son hablantes de lengua indígena, y el 2% se considera afroamericana o afrodescendiente. El municipio con mayor porcentaje de población hablante de lengua indígena es Calpan, Puebla con el 13.5%; mientras que el que tiene el mayor porcentaje de población en hogares censales indígenas es San Francisco Tetlanohcan, Tlaxcala; San Lorenzo Axocomanitla, Tlaxcala tiene el mayor porcentaje (14.3%) de población afroamericana o afrodescendiente.



Mapa 3.13. Distribución de la población en la Región Atoyac, 2020

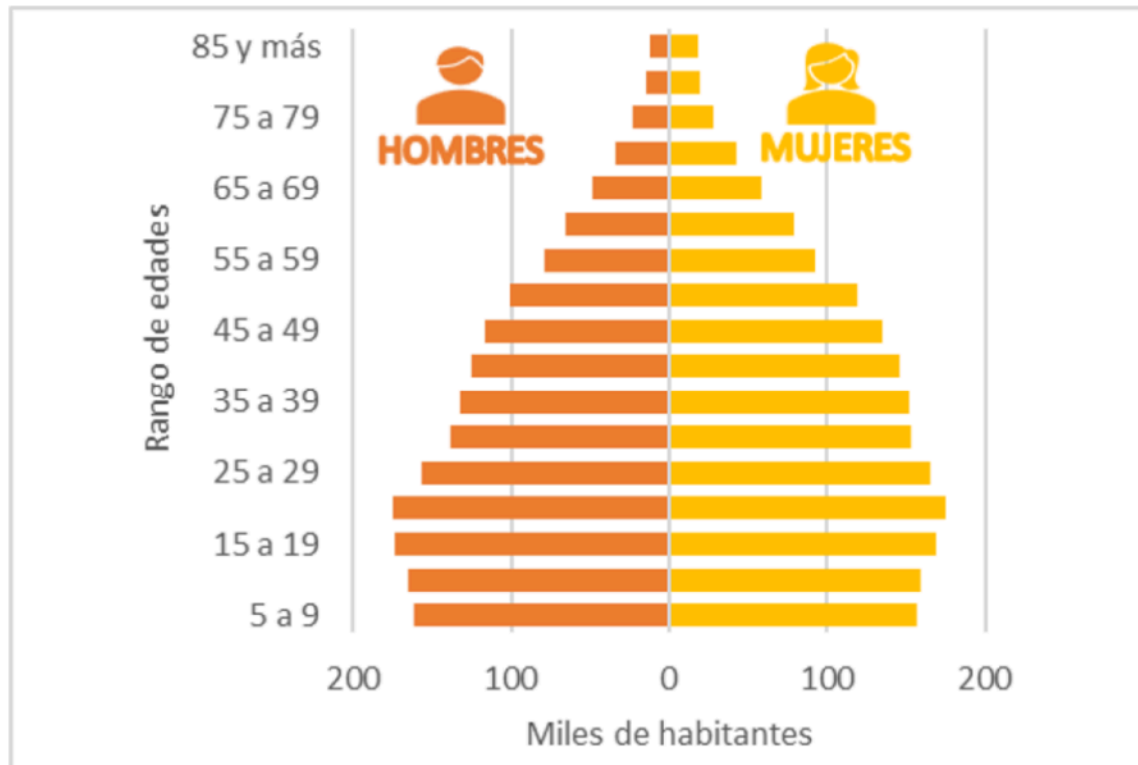


Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020.

Respecto a los datos de fecundidad, el promedio en la región es de 2.1 hijos nacidos vivos, el municipio con menor promedio es San Andrés Cholula, Puebla con 1.6 hijos nacidos vivos.



Gráfica 3.1. Pirámide de edades Región Alto Atoyac, 2020



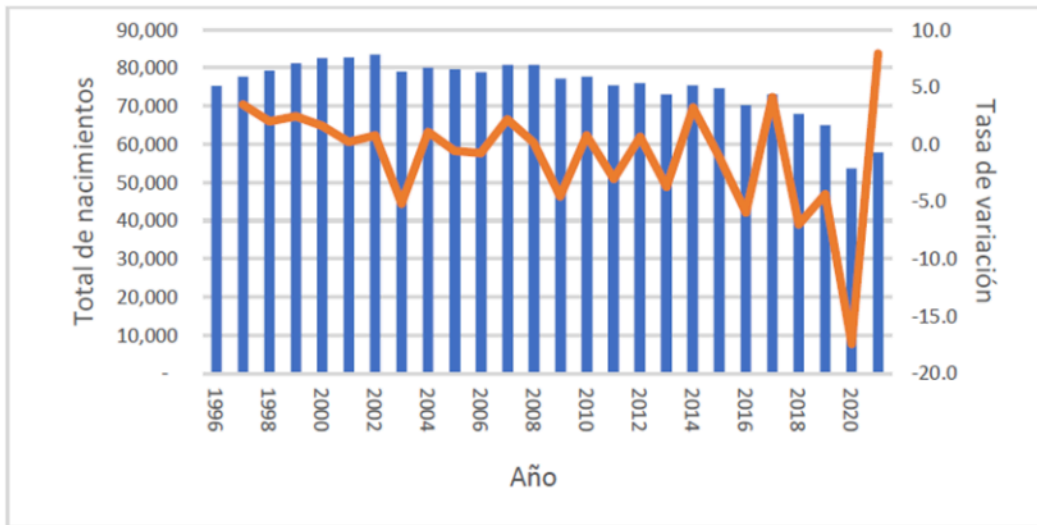
Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio.

Como se ve en la pirámide de edades regional, los mayores rangos de población están entre los quince y veinticuatro años, se tiene una base reducida que denota una disminución de nacimientos hasta ese año, pero, siguiendo la tendencia del resto del país, para el 2021, según el INEGI, el número de nacimientos de mujeres que radicaban en algún municipio dentro de la región fue de 57,989, lo que revirtió la tendencia general de decremento que se daba desde el 2017.





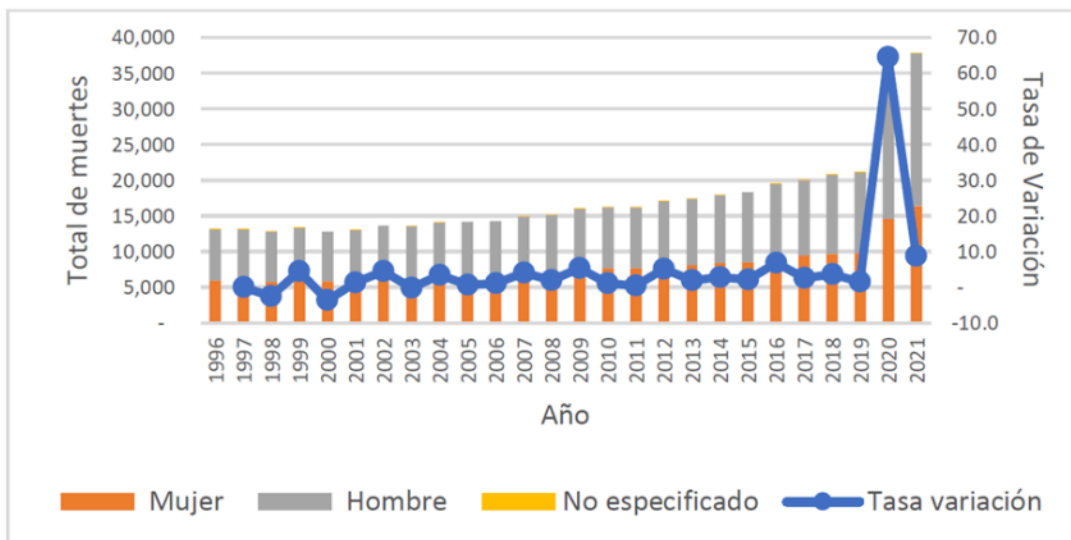
Gráfica 3.2. Total de Nacimientos Por Año en la Subcuenca del Alto Atoyac 1996-2021



Fuente: INEGI (2022). Sistema de consulta Estadísticas Vitales. Recuperado en noviembre de 2022, de Registros Administrativos: <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>

Respecto a las cifras de mortandad, debido a los efectos de la pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) entre los años 2019 y 2020 se elevó la mortalidad hasta en un 64.4% y se elevó otro 8.9% de 2020 a 2021. En el último año, los fallecimientos fueron de 37,729, 46,3 % de mujeres y 56,4 % de hombres.

Gráfica 3.3. Total de Muertes Por Año en la Subcuenca del Alto Atoyac 1996-2021



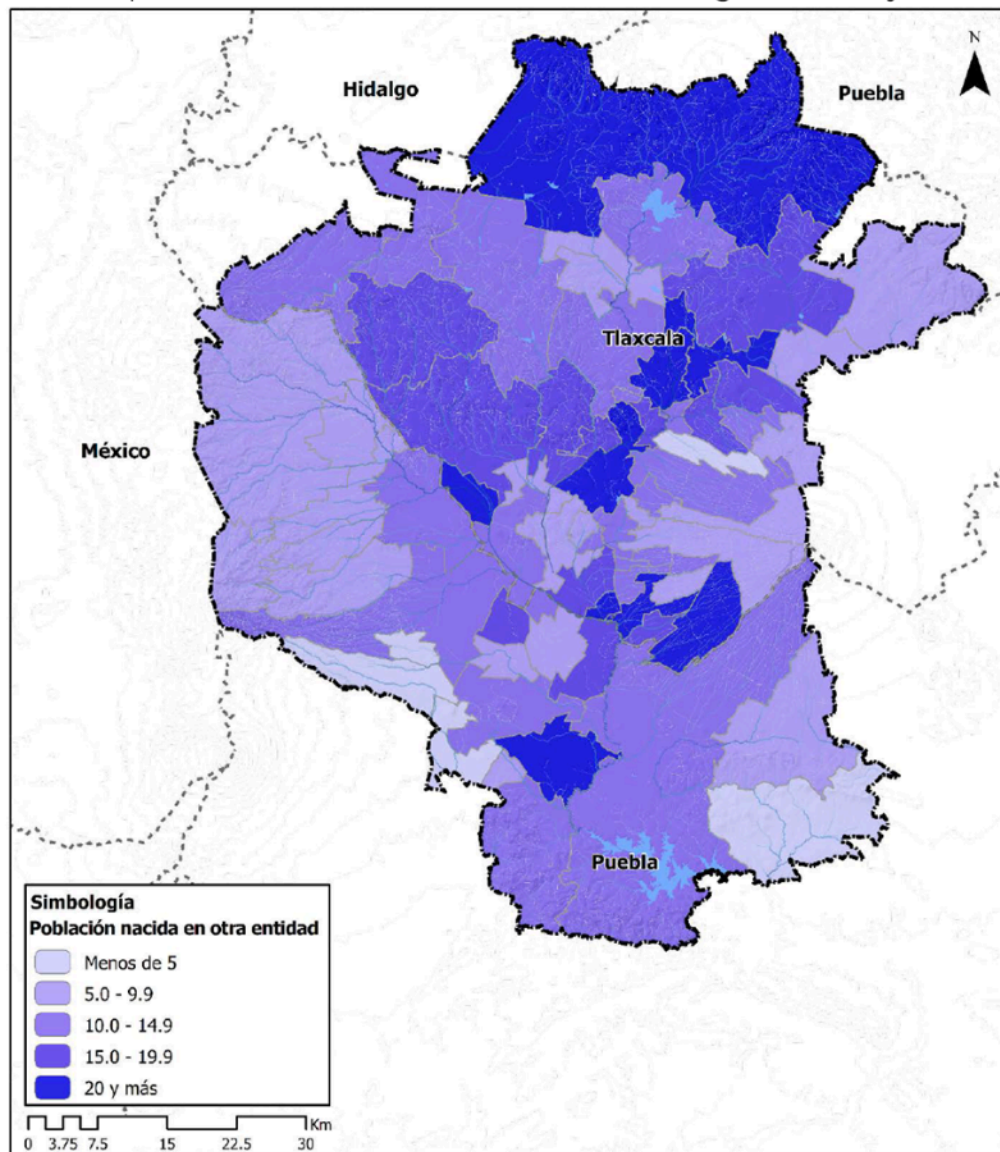
Fuente: INEGI (2022). Sistema de consulta Estadísticas Vitales. Recuperado en noviembre de 2022, de Registros Administrativos: <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>



De acuerdo con los datos de la Secretaría de Salud, en el 2021, los principales padecimientos tanto para Puebla, como Tlaxcala fueron infecciones respiratorias agudas, Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas, Infección de vías urinarias y COVID-19, el grupo de edad con mayor incidencia fue el de 25 a 44 años (DGIS, 2022).

Según datos de migración, el municipio que concentra la mayor cantidad de población nacida en otra entidad, en términos absolutos es Puebla, pero los que concentran el mayor porcentaje respecto a su población total son Tepetitla de Lardizábal y Tlaxcala con 32.1 y 24.4% respectivamente.

Mapa 3.14. Población nacida en otra entidad Región Alto Atoyac



Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio

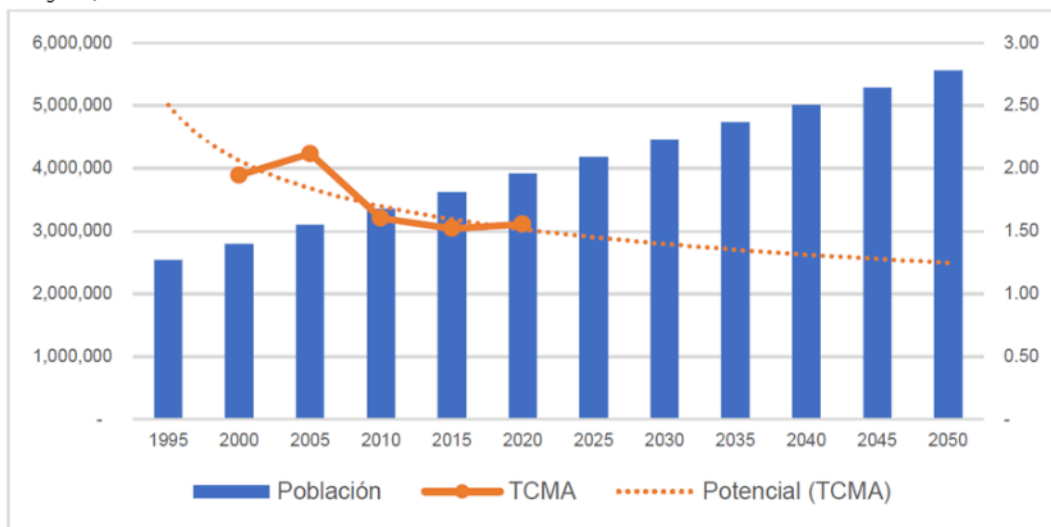


Es importante destacar que existen zonas muy definidas de mayor concentración de población no nacida en la entidad, como lo es la zona Norte y Centro del polígono de estudio, en municipios que corresponden a la periferia de las principales áreas urbanas.

### 3.2.3.1 Crecimiento demográfico

Las condiciones postpandemia, con los efectos radicales respecto al número de defunciones y nacimientos, posterior al censo del 2020, requieren de un análisis particularmente especializado, que demanda aún mayor tiempo para identificar la posible tendencia en función de los recientes datos de natalidad. En tanto se dan las condiciones para un análisis adecuado, se estima el crecimiento de la región según la tendencia que se generó de 1995 al 2000, con la que se podía estimar una tasa de crecimiento promedio de 1.7 y una población de unos cinco millones y medio.

Gráfica 3.4. Crecimiento de la población y tendencia de crecimiento en la Región Alto Atoyac, 1995-2050

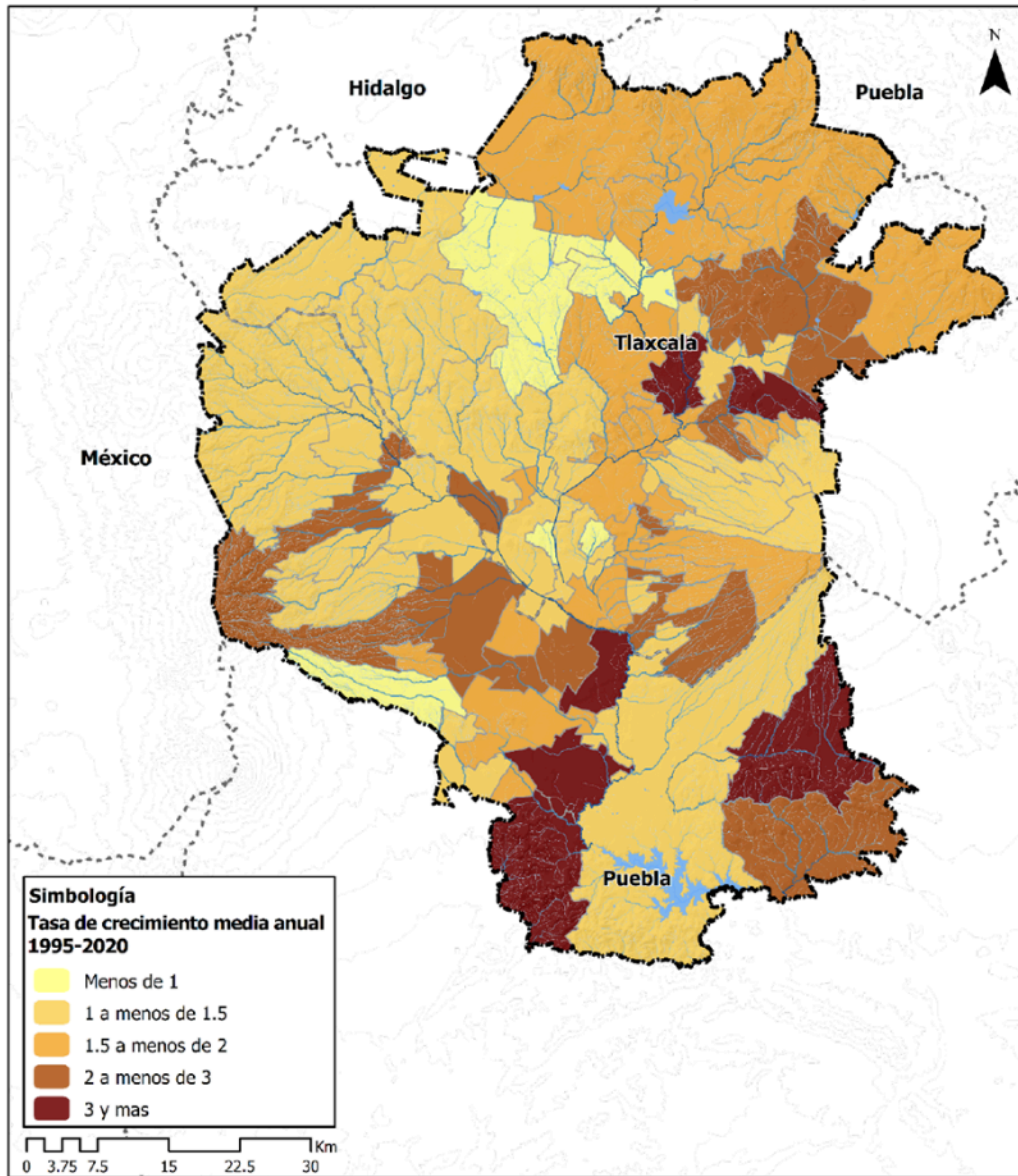


Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio.





Mapa 3.15. Tasa de Crecimiento Media Anual en la Región Alto Atoyac. 1995-2020



Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio

Bajo estas circunstancias, la población en ciertos municipios del Alto Atoyac va en detrimento o en proceso de aumentar lentamente, ya que solo tres municipios son considerados por parte de INEGI con una tasa de crecimiento de “Menos de 1”.

Aunque la Tasa de Crecimiento Poblacional geográficamente va en aumento en toda el área de estudio, se tiene que respaldar o integrar un cambio de estructura de edad, calidad de vida y prioridades en los servicios públicos en la residencia; donde dicha evidencia y resultado final, es la tendencia de envejecimiento y para las nuevas generaciones que destinen su residencia de origen en esta zona de estudio.





### 3.2.3.2 Densidad y sistema de localidades

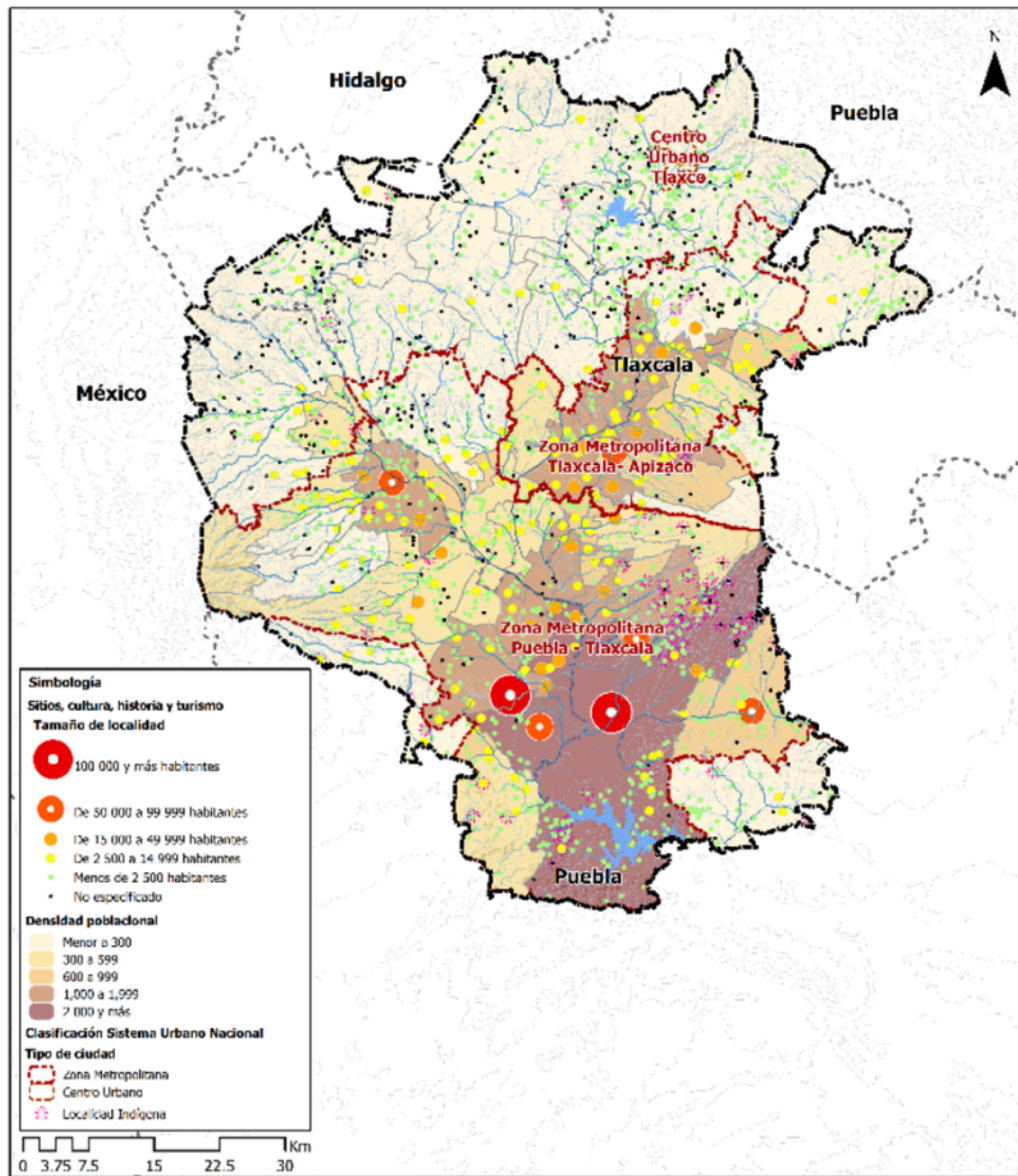
Los 71 municipios de este ordenamiento se articulan en un sistema extenso y diverso, que incluye la mayor parte de dos importantes zonas metropolitanas, Puebla – Tlaxcala y Tlaxcala – Apizaco, que junto con el Centro Urbano de Tlaxco forman parte del Sistema Urbano Nacional (SEDATU, CONAPO, INEGI, 2015).

En un esquema macrorregional se articula en el Sistema Urbano Rural Centro III Puebla-Tlaxcala, definido por SEDATU en la *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial*. Los núcleos urbanos que lo conforman constituyen espacios de influencia estrechamente vinculados al exterior por relaciones funcionales. El sistema a esa escala tiene como centro a la ciudad de Puebla, que se vincula triangularmente con Tlaxcala y Huamantla y a su vez, establece una estructuración de tipo radial con Atlixco, Acatzingo de Hidalgo y Tehuacán (SEDATU, 2021).

Al interior de la Región Atoyac, la densidad poblacional promedio de los municipios que la integran es de 849.48 h/Km<sup>2</sup> siendo Atlangatepec, Tlaxcala, el municipio de menor densidad con 65.93 habs./Km<sup>2</sup> y el de mayor densidad Cuautlancingo, Puebla con 3,621.48 habs./Km<sup>2</sup>. Cabe señalar que la mayoría de las localidades urbanas se concentran en los polígonos metropolitanos.



Mapa 3.16. Sistema de localidades y densidad en la Región Alto Atoyac



Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio y SEDATU, CONAPO, INEGI (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas de México. México: Secretaría de Gobernación.

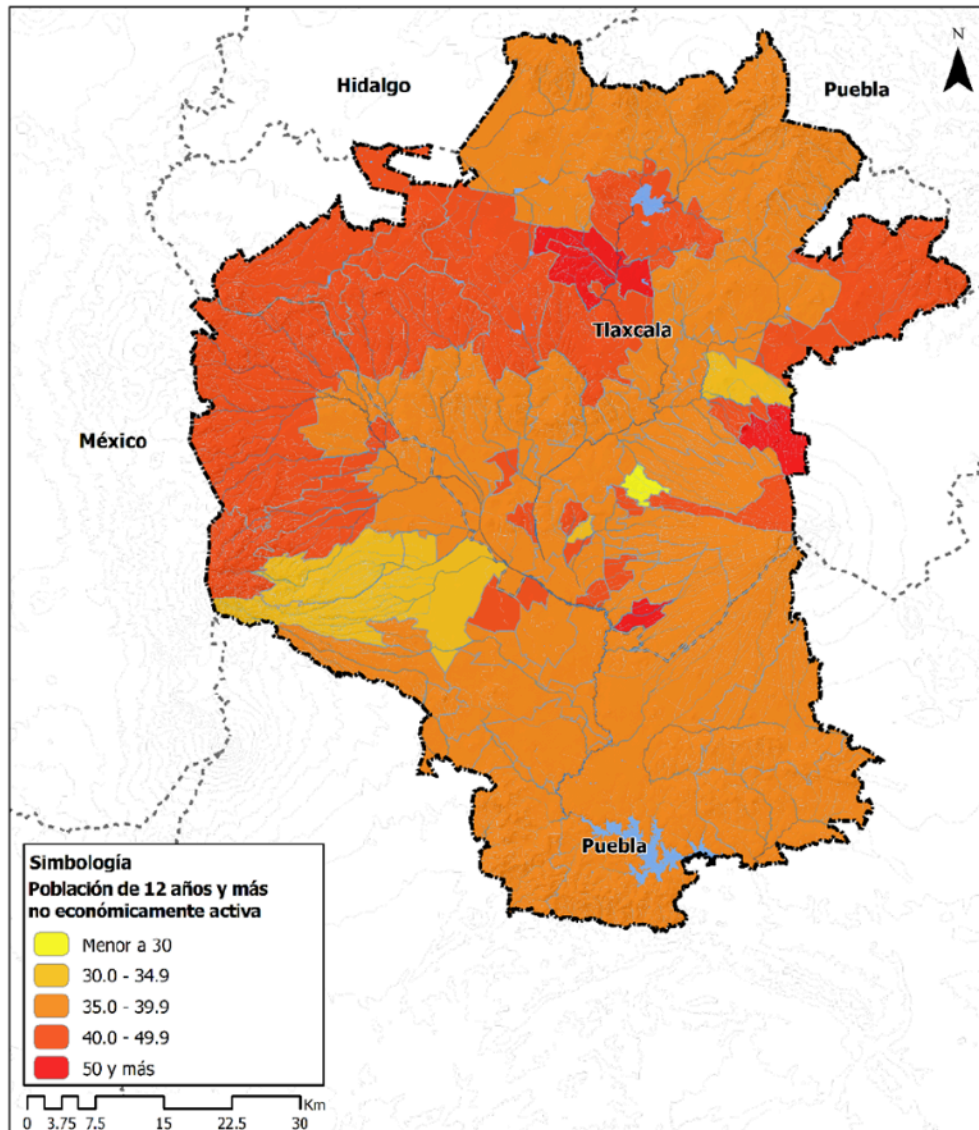
### 3.2.3.3 Empleo y ocupación

Los municipios de la región que concentran la mayor cantidad de población económicamente activa de 12 años y más son Puebla, San Andrés Cholula - San Pedro Cholula y San Martín Texmelucan. Tlaxcala se encuentra en el séptimo lugar, pero relativamente quien tiene el mayor número es San Juan Huactzinco, Tlaxcala con 68.7%



Como puede verse en el siguiente mapa los municipios con mayor proporción de población no económicamente activa se concentran en la entidad de Tlaxcala, destacan los municipios de San Lucas Tecopilco, Muñoz de Domingo Arenas, Tenancingo y San José Teacalco, en los que la proporción respecto al total de población mayor de doce años es superior al 50%.

Mapa 3.17. Población NO Económicamente Activa en la Región Alto Atoyac



Fuente: INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio.

El porcentaje de ocupación en todos los municipios es superior al 90%, la proporción más alta le corresponde a San Jerónimo Tecuanipan, Puebla La proporción respecto a la población que no está económicamente activa tiene valores que van del



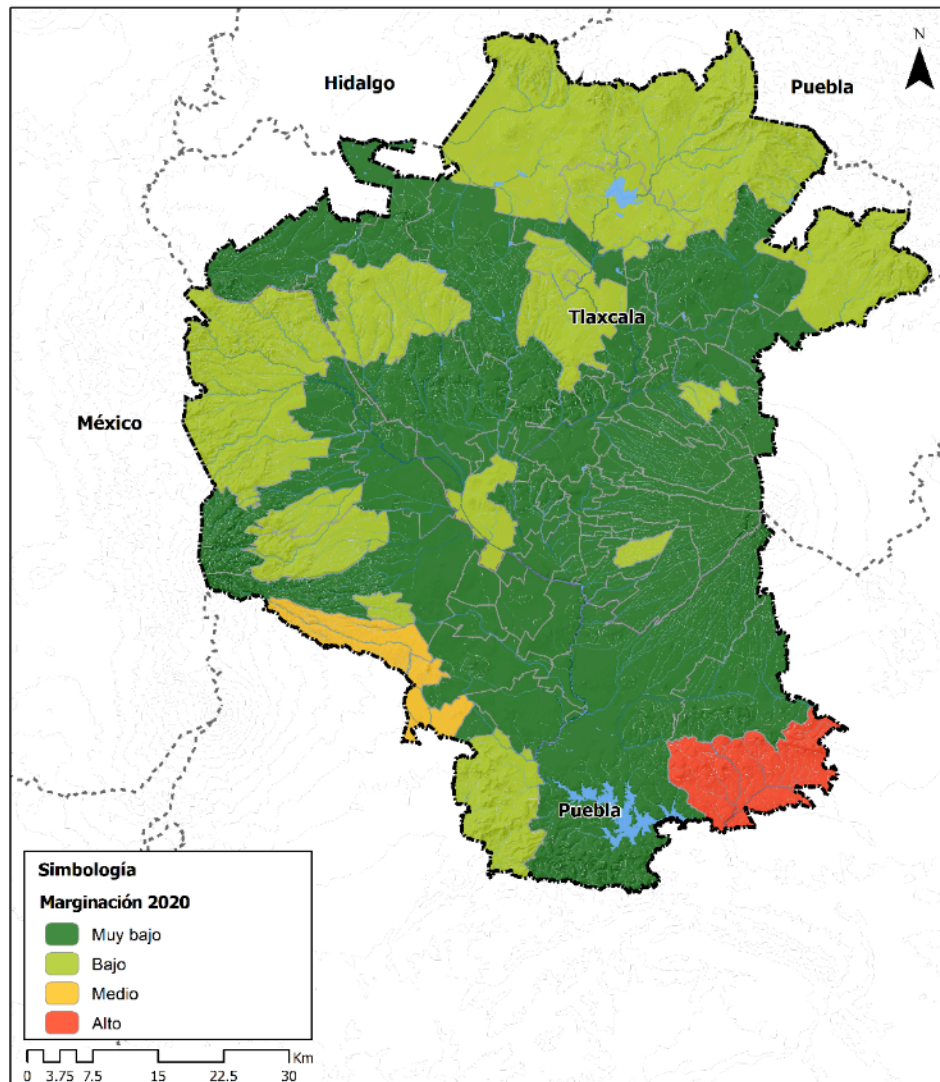


27.4% al 56%, estos extremos corresponden a dos municipios de Tlaxcala, La Magdalena Tlaltelulco y San Lucas Tecopilco, respectivamente.

#### 3.2.3.4 Bienestar social

Destaca que 54 de los 71 municipios, tienen un grado de marginación muy bajo, y están contenidos en las zonas metropolitanas y su entorno. No hay municipios con muy alto grado de marginación, no obstante, al Sureste del área de estudio, Cuautinchán del estado de Puebla, y al Suroeste San Jerónimo Tecuanipan y Calpan tienen un grado de marginación medio. Los 14 municipios restantes tienen un grado de marginación bajo y se distribuyen en la zona Norte de Tlaxcala y al Poniente del área de estudio.

Mapa 3.18. Grado de Marginación 2020 en la Región Alto Atoyac.



Fuente: CONAPO (noviembre de 2021). Índices de marginación 2020. Obtenido de Consejo Nacional de población: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>





Considerando los valores más altos en indicadores con los que se construye el índice de marginación, destacan los municipios de Calpan con más de 10% de población analfabeta, Cuantinchán, Terrenate y Ocoyucan con más de 7%. Respecto al indicador de porcentaje de población sin educación básica Domingo Arenas y San Jerónimo Tecuanipan registran valores superiores al 50%.

Los mayores porcentajes de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni excusado, sin energía eléctrica o con piso de tierra, corresponden a Cuantinchán, de ahí que sea el municipio de mayor índice de marginación, con un valor de 52.125. Respecto a las viviendas particulares con hacinamiento, el municipio de San Jerónimo Tecuanipan tiene el valor más alto correspondiente a 39.97. Son quince los municipios en la región de la Cuenca del Alto Atoyac, dos de Puebla y trece de Tlaxcala en los que el 100% de su población habita en localidades de menos de cinco mil habitantes.

El indicador de marginación que destaca es el porcentaje de población ocupada con ingresos menores a dos salarios mínimos, en todos los municipios ese porcentaje es superior al 58%, mientras que el promedio regional es de 80.24%. En San Jerónimo Tecuanipan, Calpan y Mazatecochco de José María Morelos el porcentaje es superior a 90%.

### *3.2.3.5 Lenguas maternas*

La regionalización nacional de pueblos indígenas definida por el INPI en el 2022 se basa en tres aspectos fundamentales: la distribución de población indígena por agrupación lingüística, el porcentaje de indígenas dentro del municipio y la presencia de asentamientos históricos de los pueblos indígenas. De esa regionalización se distinguen tres regiones indígenas en el área de este ordenamiento: Contla Náhuatl y San Isidro Buen Suceso Náhuatl, y una fracción de la Región Puebla Náhuatl en la porción Suroeste del área de estudio.

Existen 171 asentamientos históricos que corresponden a la agrupación náhuatl, de la familia Yutonahua, en las variantes de mexicano del Oriente Central (46 localidades) y náhuatl del centro de Puebla (125 localidades).

Por otro lado, en el conjunto de la región, el porcentaje de monolingüismo hablante de lengua indígena, en mayores de 3 años es de 1.48%, 1.95% en el caso de mujeres y 0.98% en el de los hombres. El porcentaje de bilingüismo entre los que son hablantes es de 97.64%, 97.4% para mujeres y 97.9% para los hombres. Pese a que el grupo



etnolingüístico náhuatl sigue siendo el predominante en el país por el número de hablantes, ya desde 2005, la entonces Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas calculó un índice de reemplazo etnolingüístico de 0.8124, lo que hace referencia a un proceso de extinción lenta (CDI, 2010).

### *3.2.3.6 Educación*

El porcentaje de población alfabeta mayor a los 15 años en la región es de 97.11%, contra el 2.73%, la proporción entre hombres y mujeres en el caso del analfabetismo es superior para las mujeres, pues es de 3.4% contra el 1.99% de los hombres, lo que en números absolutos son 52,716 mujeres y 27,741 hombres (INEGI, 2020).

El grado promedio de escolaridad entre los municipios de la región va de entre 7.4 y 12.2 años de instrucción escolar, mientras que el promedio de la región es de 9.6, 9.5 para mujeres y 9.7 para hombres. El valor general más alto, corresponde al municipio de Tlaxcala, seguido de San Andrés Cholula y Totolac. Los valores más bajos corresponden a los municipios de Domingo Arenas, Tlaxcala y Calpan y Cuautinchán, en Puebla.

### *3.2.3.7 Rasgos culturales*

Los rasgos culturales se definen por la vestimenta y los aspectos intangibles como las costumbres y tradiciones, las formas de organización social (mayordomías, cofradías, asociaciones, sociedades, etc., fiestas o festividades), expresiones artísticas, conocimientos, autogobierno -si es que lo hubiera-, gastronomía, arquitectura (procedimientos constructivos, tipologías, materiales), organización social comunitaria para el trabajo (faenas) y por supuesto la lengua y la religión entre otros.

La vestimenta en el caso de Tlaxcala se caracteriza por prendas de algodón para el hombre y la mujer. Las blusas femeninas se confeccionan con un “bordado en pepenado”, se usa falda negra que se ciñe con una cinta bordada, a lo que se le anexan rebozos con colores o figuras. En los hombres se utiliza un bordado más discreto, pantalón y calzón de manta, sombrero y para ambos casos huaraches abiertos (Turismo Tlaxcala, 2013).

En la región el 82.2% de sus habitantes son católicos, 7.8% son de religión protestante/cristiano evangélico, 0.2% practica alguna otra religión y el 8.4% no tiene adscripción religiosa (INEGI, 2020).



**Cuadro 3.22. Festividades en los municipios de la Región Alto Atoyac**

<b>Entidad</b>	<b>Festividad</b>	<b>Ubicación o fecha</b>
Tlaxcala	Aniversario de Cacaxtla	Nativitas
Puebla	Carnaval	San Miguel Xoxtla
Puebla	Carnaval de Cuautlancingo	San Juan Cuautlancingo
Tlaxcala	Carnaval de Tlaxcala	Diversos Municipios
Puebla	Carnaval en Domingo Arenas	Domingo Arenas
Puebla	Conmemoración de la Batalla de Puebla	Heroica Puebla de Zaragoza
Tlaxcala	Corridos de Toros	Tlaxcala
Puebla	El Carnaval de Huejotzingo	Huejotzingo
Tlaxcala	Feria de Apizaco	Apizaco, Tlaxcala
Puebla	Feria de Corpus Christi	Puebla
Puebla	Feria de la Memela y la Gordita	Puebla
Tlaxcala	Feria de San Agustín Tlaxco	28 de agosto
Puebla	Feria del Capulín	Domingo Arenas
Puebla	Feria del Chile en Nogada	San Andrés Calpan
Puebla	Feria del Mole	San Lucas Atzala
Tlaxcala	Feria Nacional del Sarape	Santa Ana Chiautempan
Puebla	Festival del Mole Poblano	Puebla
Tlaxcala	Festival Nacional de Títeres "Rosete Aranda"	Diferentes Municipios y teatros de la ciudad de Tlaxcala.
Puebla	Fiesta a la Virgen de los Remedios	Cholula de Rivadavia
Puebla	Fiesta de la Virgen de Guadalupe	Heroica Puebla de Zaragoza
Puebla	Fiesta de la Virgen de los Remedios	San Andrés Cholula
Tlaxcala	Fiesta de la Virgen de Ocotlán	Ocotlán, Tlaxcala
Puebla	Fiesta de la Virgen del Carmen	Heroica Puebla de Zaragoza
Puebla	Fiesta de Pobres y Labradores	Cholula de Rivadavia



<b>Entidad</b>	<b>Festividad</b>	<b>Ubicación o fecha</b>
Puebla	Fiesta de San Agustín	Heroica Puebla de Zaragoza
Puebla	Fiesta de San Alfonso	Heroica Puebla de Zaragoza
Tlaxcala	Fiesta de San Andrés Buenavista	2 de octubre
Puebla	Fiesta de San Bernardino de Sena	San Bernardino Tlaxcalancingo
Puebla	Fiesta de San José	Puebla
Tlaxcala	Fiesta de San Miguel del Milagro	Nativitas Tlaxcala
Tlaxcala	Fiesta del Pulque	Nanacamilpa
Tlaxcala	La Gran Feria de Tlaxcala	Centro Expositor, Ciudad de Tlaxcala
Tlaxcala	Partida de las 400 familias Tlaxcaltecas	Ex Convento de Nuestra Señora de las Nieves, Totolac, Tlax.
Puebla	Semana Santa	Heroica Puebla de Zaragoza
Tlaxcala	Temporada de Luciérnagas	Nanacamilpa
Puebla	Tlahuanca	Cholula de Rivadavia
Puebla	Trueque	Cholula de Rivadavia

Fuente: Secretaría de Cultura (15 de 01 de 2022). Sistema de Información Cultural. SIC MÉXICO: <https://sic.cultura.gob.mx/datos.php> y Turismo Tlaxcala (2013). Fiestas y festividades 2013.

### 3.2.3.8 Asentamientos irregulares

Las estadísticas de asentamientos irregulares recopilados del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021, señalan que en la región hay 161 asentamientos irregulares identificados en seis de los municipios, la mayor cantidad (150) se encuentran el municipio de Puebla, distribuidos en 190 polígonos.

Sin considerar los datos del municipio de Puebla, donde no cuentan con los elementos suficientes, la superficie es de 17,826.45ha en 40 polígonos, el 99.7% de los cuales se concentran en Cuautlancingo, Puebla, con 632 lotes y/o construcciones identificadas; en tanto que la población identificada sólo para cuatro de los municipios es de 4,000 habitantes.





Cuadro 3.23. Asentamientos irregulares registrados por los municipios de la Región Atoyac.

	<b>Cuatlancingo</b>	<b>Chiautempan</b>	<b>Papalotla de Xicohténcatl</b>	<b>Amozoc</b>	<b>Xicohtzinco</b>	<b>Puebla</b>
Cantidad total de asentamientos humanos irregulares	1	1	1	3	5	150
Cantidad total de polígonos de asentamientos humanos irregulares	30	1	1	3	5	150
Cantidad total de superficie en ha de asentamientos humanos irregulares	17,779.20	2.00	14.00	30.00	1.25	NS
Cantidad total de lotes o terrenos de asentamientos humanos irregulares	192	60	25	350	5	NS
Cantidad total de población de asentamientos humanos irregulares	NS	300	185	3,500	15	NS

Nota: NS. No cuenta con elementos para responder

Fuente: INEGI (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021. Recuperado en noviembre de 2022, de <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2021/>

### 3.2.3.9 Características de hogares y viviendas

En referencia a los hogares y las viviendas, se han resumido las principales características considerando los datos de los municipios que conforman la región.

Cuadro 3.24. Características de hogares y viviendas en la Subcuenca del Atoyac, 2020

<b>Total de hogares censales</b>	1,051,365
<b>Población en hogares censales</b>	3,903,844
<b>Población en hogares censales con persona de referencia mujer</b>	1,160,663
<b>Hogares censales nucleares conformados por la persona de referencia mujer con hijos menores de 18 años</b>	88,292
<b>Total de viviendas</b>	1,294,209
<b>Total de viviendas habitadas</b>	1,051,665
<b>Viviendas colectivas</b>	300
<b>Viviendas particulares de uso temporal</b>	61,304
<b>Viviendas particulares deshabitadas</b>	181,240
<b>Viviendas particulares habitadas</b>	996,193



<b>Ocupantes en viviendas particulares habitadas</b>	3,903,844
<b>Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas</b>	3.7
<b>Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas</b>	2

Fuente INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020.

### 3.2.3.10 Acceso a servicios

En el municipio de Tlaxcala observamos un alto índice de derechohabencia en la población, parte importante de ella se encuentra afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar. La población ocupada registrada ante el Instituto Mexicano del Seguro Social le sigue en importancia con relación a las personas afiliadas.

Cuadro 3.25. Acceso a los servicios de salud.

	<b>Tlaxcala</b>	<b>Puebla</b>	<b>Alto Atoyac</b>
Población sin Afiliación a Servicios de Salud	296,462	878,929	1,175,391
Población Afiliada a Servicios de Salud	785,744	1,924,232	2,709,976
Población Afiliada a Servicios de Salud en el IMSS	284,253	1,030,437	1,314,690
Población Afiliada a Servicios de Salud en el ISSSTE	72,397	108,466	180,863
Población Afiliada a Servicios de Salud en el ISSSTE Estatal	4,906	59,684	64,590
Población Afiliada a Servicios de Salud en PEMEX, Defensa o Marina	5,945	21,837	27,782
Población Afiliada a Servicios de Salud en el Instituto de Salud para el Bienestar	401,078	619,079	1,020,157
Población Afiliada a Servicios de Salud en el IMSS BIENESTAR	4,008	12,964	16,972
Población Afiliada a Servicios de Salud en una Institución Privada	13,923	72,020	85,943
Población Afiliada a Servicios de Salud en otra Institución	7,437	27,072	34,509

Fuente INEGI (2020). Sistema para la consulta de Información Censal. SCINCE 2020. Versión de escritorio.

Por parte del estado de Puebla, la mayor parte de la población se encuentra afiliada a los Servicios de Salud en el IMSS BIENESTAR, mientras que la población sin servicios de salud es baja. Se puede observar que la población de ambas entidades es proporcional al número de población derechohabiente a los servicios de salud mientras que el índice de población sin afiliación a algún servicio de salud es menor para ambos estados.



En el tema de acceso a la educación se puede observar un mayor índice por parte de la población de 18 años y más con educación post - básica, siendo Puebla el estado con los valores más altos respecto a este indicador; mientras que por parte del grado promedio de escolaridad se puede apreciar en Tlaxcala más alto.

En cuanto a la dotación de agua potable, Puebla tiene un mayor índice de población sin agua entubada en la vivienda, aunque también tiene el índice más alto en la proporción del servicio de agua entubada en la vivienda. Ambos estados tienen un bajo índice de viviendas particulares habitadas sin drenaje. En Puebla es bajo el número de viviendas con drenaje.

### *3.2.3.11 Gobernanza*

El tipo de gobierno en las entidades federativas del país es definido en sus respectivas constituciones estatales, para el caso de Puebla, señala tener un gobierno republicano, representativo, laico, democrático y popular (Congreso del Estado de Puebla, 2009), mientras que Tlaxcala, señala que su forma de gobierno es democrática, republicana, representativa, popular y participativa (Congreso del Estado de Tlaxcala, 2021).

Ambas entidades tienen como base de organización política el municipio libre y dividen el poder público en Legislativo, Ejecutivo y Judicial, además de reconocer la libertad de los pueblos y comunidades indígenas a decidir respecto a su forma de gobierno. En ambos estados, se reconoce para sus municipios la autonomía y libre decisión de elegir a los presidentes municipales y regidores que conforman el ayuntamiento que los administra. En Tlaxcala se especifica respecto a la figura de presidentes de comunidad, que serán elegidos por votación cada tres años en procesos ordinarios de elección o por la modalidad de usos y costumbres.

Según lo expresado en los TPS, estos presidentes de comunidad son llamados presidentes auxiliares, según la legislación anterior, y en algunas comunidades se refieren a ellos como jefes según los usos y costumbres. Si bien se cuenta con la figura en la mayoría de los municipios, de acuerdo con el origen de la población, su autoridad no es siempre reconocida. Se señaló por ejemplo que, en el caso del cobro de los servicios de agua, que el presidente de comunidad se rige por lo decidido en asambleas comunitarias respecto a las tarifas y si aplica el cobro universal, lo que en ocasiones se contrapone con las políticas federales de condonación a grupos vulnerables, generando así problemas de recaudación para las autoridades locales.



En Tlaxcala el legislativo se integra por veinticinco diputados electos por votación, quince de estas curules, se renuevan cada tres años, comenzando funciones el 30 de agosto del año inmediato de la elección pudiendo reelegirse hasta en cuatro periodos consecutivos. La elección de gobernador es también mediante voto y comienza a ejercer su cargo el 31 de agosto inmediato posterior a la elección con duración de seis años. Los magistrados del poder judicial son nombrados por votación en el congreso y duran en su cargo seis años desde el primero de febrero inmediato posterior a la fecha de toma de posesión del gobernador.

En el caso de Puebla los poderes legislativo y ejecutivo (estatal y municipal), se eligen al mismo tiempo que el presidente de la República, el gobernador dura seis años en el cargo y toma posesión el 14 de diciembre del año de elección (Congreso del Estado de Puebla, 2009). Los diputados en Puebla son 26 electos por mayoría relativa y 15 por representación proporcional. El Primer Regidor tiene el carácter de presidente municipal.

Si los habitantes forman parte de un ejido o comunidad, rigen sus decisiones mediante asambleas. En los TPS los participantes señalaron que la mayor parte de los ejidos funciona de manera independiente, sin embargo, llegan a organizarse de forma efectiva para la atención de emergencias como los incendios.

Respecto a las organizaciones de la sociedad civil (OSC), el registro federal contiene 1,511 organizaciones en los municipios que conforman la región, de estas, 1,022 se encuentran inactivas; 104 están activas condicionalmente y 385 se encuentran activas. De estas últimas 366 están conformadas jurídicamente como Asociaciones civiles, 4 son sociedades civiles, 10 son Instituciones de Beneficencia Privada, 1 Asociación de Beneficencia Privada, 3 Instituciones de asistencia privada y una más bajo una categoría no identificada.

Entre las organizaciones registradas como activas o activas condicionadas 111 tienen como parte de sus actividades registradas el “apoyo para el aprovechamiento de los recursos naturales, la protección al ambiente, la flora y la fauna, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la promoción del desarrollo sustentable a nivel regional y comunitario, de las zonas urbanas y rurales” (Registro Federal de las OSC, 2022) Cincuenta y siete se ubican en el municipio de Puebla, 9 en San Pedro Cholula, 8 en San Andrés Cholula.

En el tema de gobernanza, durante los TPS, resaltaron tres aspectos relevantes: la contraposición entre los sistemas tradicionales y no tradicionales de gobierno y





organización social; el papel de las universidades y organizaciones de la sociedad civil como actores clave para el monitoreo, generación de conocimiento y la mediación entre actores; y los retos inter e intra sectoriales para una coordinación efectiva de esfuerzos que permitan generar propuestas pertinentes para la mejora de las condiciones ambientales y un uso sustentable de los recursos.

Desde la perspectiva de los funcionarios públicos que representaban a instancias federales, estatales y municipales, los usos y costumbres que involucran el aprovechamiento del agua y de los recursos forestales contribuyen a la falta de control en el manejo de estos. Actividades regionales como la venta de carne y quesos en negocios familiares también se convierten en foco de atención de los programas y políticas de gobierno, por la contaminación que se genera con las descargas de agua que involucran estas actividades.

El punto de vista de los pequeños productores y de las comunidades indica que por usos y costumbres cuentan con pozos familiares o dependen de la recolección de leña y el aprovechamiento de otros recursos forestales, por ende, las acciones de gobierno deben dejar de limitar sus actividades y enfocarse en las grandes empresas industriales, los desarrollos habitacionales y el uso de agroquímicos en el campo. Existe inconformidad social por la falta de consulta en la definición de los programas de manejo en las diversas Áreas Naturales Protegidas.

Desde el sector académico se percibe una falta de coherencia en los instrumentos de planeación, el marco normativo y limitaciones de acceso a la información pública respecto al monitoreo en tiempo real de los contaminantes y el verdadero estado de funcionamiento del conjunto de infraestructura hidráulica. Las OSC coinciden con esta perspectiva y resaltan el poco acercamiento institucional con las comunidades más desfavorecidas de la región. Aunque la academia y las organizaciones generaron amplias redes de trabajo con diversas comunidades, son esfuerzos independientes que están desarticulados. Destaca que, entre los representantes de ejidos, ninguno señaló un acercamiento con alguno de los dos sectores.

#### *3.2.3.12 Tenencia de la tierra*

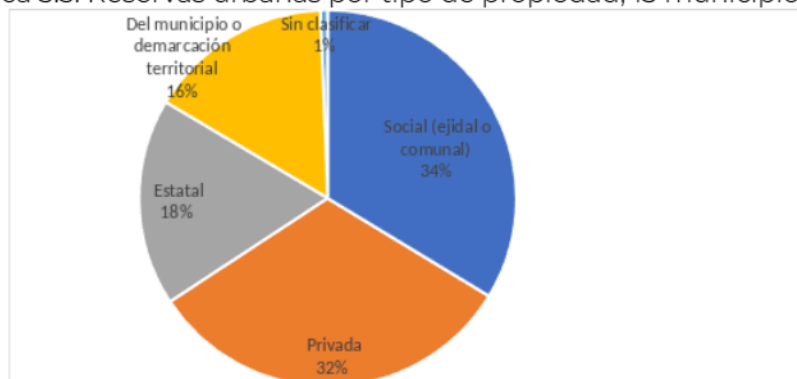
En cuanto a la propiedad comunal, en los estados de Puebla y Tlaxcala existen 131 comunidades agrarias y 1,326 ejidos; de ellos se pueden ubicar al menos 339 ejidos y comunidades dentro del área de estudio. De acuerdo con cartografía de PROCEDE o



FANAR, 179 de Tlaxcala y 160 de Puebla coinciden total o parcialmente con el polígono de este ordenamiento. La superficie aproximada que ocupan es de 2,098.50 km.

De acuerdo con el *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021*, trece de los municipios de la región reportaron en el 2020 las superficies previstas como reservas territoriales o de crecimiento urbano, resalta por supuesto la mayor proporción de la propiedad social.

Gráfica 3.5. Reservas urbanas por tipo de propiedad, 13 municipios 2021.



Fuente: INEGI (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021.

### 3.2.3.13 Sitios con valor cultural y/o turístico

En cuanto a marginación (CONAPO, 2020), el indicador que destaca es el porcentaje de población ocupada con ingresos menores a dos salarios mínimos, en todos los municipios ese porcentaje es superior al 58%, mientras que el promedio regional es de 80.24%. En San Jerónimo Tecuanipan, Calpan y Mazatecochco de José María Morelos el porcentaje es superior a 90%.

Dentro de la región existen tres sitios que se encuentran inscritos en la lista de Patrimonio Mundial: El Centro Histórico de Puebla, inscrito desde 1987 con la categoría de Ciudad Histórica y dos conventos que forman parte del conjunto de monumentos registrados como Primeros monasterios del siglo XVI en las laderas del Popocatepetl, lo cuales fueron declarados en 1994 y corresponden al Convento de San Francisco de Asís, en San Andrés Calpan y el Convento de San Miguel Arcángel, en Huejotzingo, Puebla (INAH, 2022) (UNESCO, 2022).

Desde 2019 se encuentran registrados como patrimonio inmaterial los procesos artesanales para la elaboración de cerámica de talavera, corresponde a un registro



binacional que incluye los practicados en Puebla y Tlaxcala además de la cerámica de Talavera de la Reina y El Puente del Arzobispo (España) (INAH, 2022).

En turismo, destacan Cholula y Tlaxco incorporadas a la estrategia de Pueblos Mágicos, la primera en el 2012 y la segunda en el 2015 (SECTUR, 2022) El Sistema de Información Cultural tiene registrados 41 museos en los municipios de la región correspondientes a Puebla y 19 a Tlaxcala. También dentro de la región se encuentran 5 Zonas arqueológicas: Los Cerritos de San Cristóbal Tepatlaxco, Cholula, Cacaxtla-Xochitécatl, Tizatlán y Ocotelulco. Es también de particular relevancia la catedral de Nuestra Señora de la Asunción en Tlaxcala. Hay trece casas de artesanías en el directorio del sistema y 45 centros culturales (Secretaría de Cultura, 2022).

Durante los TPS, los participantes resaltaron la importancia de los templos, como elementos patrimoniales importantes, pues además del valor histórico y turístico, son símbolos de identidad que sirven como centros de socialización y base de la mayor parte de las tradiciones comunitarias. Señalaron también el potencial turístico que tienen las haciendas y ex – haciendas ganaderas, algunas de las cuales son ocupadas ya por centros educativos, su propuesta gira en torno a la ocupación con equipamientos similares que permitan el rescate arquitectónico y el aprovechamiento del atractivo paisajístico del entorno.

Respecto a los atractivos naturales, señalaron la urgencia de proteger los diversos cuerpos de agua, establecer programas de turismo sostenible en las áreas boscosas donde se tienen atractivos de temporada como el avistamiento de luciérnagas y la temporada navideña con la compra de árboles y la creación de parques temáticos. En todos los talleres se resaltó la importancia cultural de los recursos forestales en las Áreas Naturales Protegidas, en donde prevalece la organización social tradicional cuya cotidianeidad está ligada al aprovechamiento directo de dichos recursos.

Otro aspecto destacado durante los talleres refiere la importancia de considerar los atractivos turísticos que no están dentro del área de estudio, pero son referente importante de la cultura en la región, como los Pueblos Mágicos de Huamantla, Chignahuapan y Zacatlán o las rutas de peregrinos hacia la Villa de Guadalupe en la Ciudad de México.



### 3.3 Componente sectorial y económico

#### 3.3.1 Descripción de los sectores económicos presentes en el área de estudio y actividades asociadas

En este apartado se presenta la descripción de los sectores económicos presentes en la Región Alto Atoyac, haciendo referencia a sus actividades y su ubicación. El emplazamiento de las unidades económicas y sus formas de producción serán considerados y relacionados con los servicios ambientales requeridos. Se hace énfasis en su participación, con respecto a valor económico generado en la región. Se identifican tendencias generales para cada sector y se representan a través de mapas de concentraciones espaciales. Cada sector se identifica con base en la clasificación del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN); además, para su desarrollo se tomará como información complementaria aquella obtenida de los Talleres de Participación Social (TPS) y elementos de la caracterización de los componentes natural, el sociodemográfico y cultural.

##### 3.3.1.1 Componente sectorial

Como parte de la caracterización del componente sectorial, se presenta de manera inicial el índice de especialización económica<sup>7</sup>, para medir las características de especialización y diversificación de la Región Alto Atoyac. Estas métricas permiten también, identificar condiciones de localización y dispersión de la actividad económica a nivel general o por sector económico (Palacio Prieto, 2004). Por eso, se realiza el índice de especialización para identificar los sectores de la economía regional con mayor participación, según la presencia de Unidades Económicas (UE), con el Personal Ocupado (PO) y su aportación en la producción; mediante el Valor Agregado Censal Bruto (VACB), variables calculadas con relación a las entidades de Puebla y Tlaxcala.

El Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC) para el año 2018, es la principal fuente de información, que se encuentra ordenada de acuerdo con el SCIAN. Según esta clasificación, se identificaron 19 sectores económicos que se presentan en el Cuadro 3.26, acompañados de sus valores correspondientes.

---

<sup>7</sup> El cociente de localización (CL) es una estadística que mide la especialización de un sector económico de una región, con relación a una unidad geográfica más grande. El cociente se calcula considerando la proporción de un sector en un total regional, dividida por la proporción del mismo sector en el total de la unidad geográfica de mayor tamaño y que regularmente la primera está contenida en la segunda. Se interpreta como: Un CL de 1.0 significa que la región y la nación están igualmente especializadas en el mismo sector o variable económica; mientras que un CL de 1.8 significa que la región tiene una mayor concentración sectorial o económica que el país (bea, s.f.).





Cuadro 3.26. Índice de Especialización Económica (IEE) por Sector de la Región Alto Atoyac, 2019.

Sectores	Unidades Económicas (UE)	Personal Ocupado (PO)	Valor Agregado Censal Bruto, VACB (millones de pesos)	Especialización Económica		
				UE	PO	VACB
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	192	482	14	0.75	0.27	0.07
21 Minería (INEGI, Censos Económicos, 2014) (Puebla, 2023)	127	408	61	0.33	0.25	0.13
22 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	95	198	25	0.51	0.06	0.01
23 Construcción	769	19,726	4,206	1.51	1.29	1.3
31-33 Industrias manufactureras	25,089	239,015	121,068	0.78	0.99	0.96
43 Comercio al por mayor	6,079	47,275	23,009	1.11	1.07	1.09
46 Comercio al por menor	87,274	217,341	40,158	1	0.91	1
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	608	24,891	5,959	1.01	1.14	1
51 Información en medios masivos	279	3,794	1,270	1.02	0.92	1.09
52 Servicios financieros y de seguros	694	6,523	1,558	1.02	0.98	0.89
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2,727	9,889	1,866	1.14	1.07	1.29
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	3,621	24,319	4,972	1.21	1.25	1.3
55 Corporativos	2	s/d	s/d	0.96	s/d	s/d
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	3,095	62,272	11,628	1.05	1.2	1.19
61 Servicios educativos	2,784	40,228	7,227	1.41	1.27	1.33
62 Servicios de salud y de asistencia social	7,163	22,466	1,976	1.17	1.02	1.11
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	2,074	8,333	894	1.09	0.95	1.22
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	22,584	78,236	7,448	1.05	0.99	1.09
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	25,985	53,469	3,958	1.1	0.94	1.03
Total	191,241	858,865	237,296			

Fuente: Censo Económico 2019 resultados definitivos, SAIC-INEGI, consulta en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>. Cálculo con base en el cociente de la proporción del sector regional y la proporción sectorial de los estados de Puebla y Tlaxcala.

De acuerdo con el IEE, la Región presenta una mayor especialización en el sector de la construcción, tanto en el caso de la población ocupada como en las unidades económicas. Siendo el municipio de Puebla el que cuenta con la mayor densidad de estas unidades, principalmente en las zonas aledañas a los municipios de San Andrés Cholula, Cuautlancingo, San Pedro Cholula y en Apizaco en Tlaxcala, que también cuentan con unidades económicas de este sector, pero en menor medida de acuerdo con el orden mencionado.



La región igualmente posee una importante especialización de población ocupada en el caso de transportes, correos y almacenamiento. Así como de unidades económicas en sectores como de servicios profesionales, científicos y técnicos; servicios de educación; y comercio al por mayor. Este último sector se presenta en torno a los municipios de Puebla ya mencionados anteriormente, así como notorios conglomerados en Chiautempan, Tlaxcala, Apizaco, Zacatelco, San Martín Texmelucan, y otros en menor medida, pero todos en zonas cercanas a los ríos Atoyac y Zahuapan.

El sector industrial, específicamente el de la manufactura reportó una aportación de 121,068 millones de pesos; es decir, casi la mitad del Valor Agregado Censal Bruto de toda la región, conformándose como clave del crecimiento económico presente en el territorio. Su representatividad se refleja en su especialización en términos de la población ocupada y en el número de unidades económicas concentradas en los principales parques industriales; pero también en agrupaciones de industrias de menor tamaño (identificadas así por tener menor proporción de personas ocupadas).

Con base en el Mapa 29, se identifica que las principales concentraciones de acuerdo con su tamaño se localizan en el municipio de Puebla, Cuautlancingo, Huejotzingo, San Martín Texmelucan y Amozoc; mientras que en Tlaxcala los municipios representativos son: Apizaco, Tlaxcala, Chiautempan, Tetela de La Solidaridad, Santa Isabel Xiloxotla, Xalostoc y en menor medida Tlaxco.

Los sectores 48 y 49 relacionados con el transporte, correos y almacenamiento; y el 56 de servicios de apoyo a los negocios, manejo de residuos y servicios de remediación, están relacionados con el sector industrial según el encadenamiento del proceso productivo. Estos sectores resultan con valores superiores a uno, de acuerdo con el índice de especialización, tanto en el número de unidades económicas, el personal ocupado y el valor agregado. En términos de su localización y de su tamaño, las grandes concentraciones territoriales corresponden en su mayoría con las principales localizaciones de las industrias. Los municipios en los que convergen territorialmente son: Puebla, Cuautlancingo, Huejotzingo y Apizaco; en menor medida San Martín Texmelucan, San Andrés Cholula, Tlaxcala y Chiautempan.

Por otra parte, la actividad turística en la región fue abordada en los seis talleres de planeación participativa y en términos de su representatividad se consideran que los sectores que pueden dar cuenta de su localización e importancia son los sectores 72 y 81, servicios de alojamiento temporal, preparación de alimentos, bebidas y otros servicios excepto actividades gubernamentales, respectivamente. Ambos sectores no se



especializan en el personal ocupado; no obstante, en el número de unidades económicas y el valor agregado sí. Estos sectores en términos de los establecimientos dedicados a estas actividades representan el 25.4% de las 191,241 unidades económicas presentes en la región; aunque el valor agregado represente apenas el 4.81% de total regional, (ver Cuadro 3.27).

La producción bruta total de acuerdo con el INEGI (2014), es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por los establecimientos en un periodo determinado. Se integra por la suma de la producción de todas las actividades económicas del país o de algún sector económico (INEGI, Censos Económicos, 2014).

Cuadro 3.27. Producción Bruta Total por Sector de la Región Alto Atoyac, 2019

Sectores	Producción (millones de pesos)		Porcentaje *
	Puebla y Tlaxcala	Alto Atoyac	
11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	541	32	0.005
21 Minería	1,345	251	0.04
22 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	4,659	44	0.01
23 Construcción	13,737	12,257	1.88
31-33 Industrias manufactureras	643,609	460,221	70.58
43 Comercio al por mayor	40,644	30,695	4.71
46 Comercio al por menor	80,479	57,362	8.8
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	17,267	12,222	1.87
51 Información en medios masivos	3,772	2,666	0.41
52 Servicios financieros y de seguros	6,004	3,807	0.58
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	3,792	3,443	0.53
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	9,311	8,456	1.3
55 Corporativos	1,489	s/d	s/d
56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	20,515	17,317	2.66
61 Servicios educativos	11,875	10,951	1.68
62 Servicios de salud y de asistencia social	6,235	5,082	0.78



Sectores	Producción (millones de pesos)		Porcentaje *
	Puebla y Tlaxcala	Alto Atoyac	
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	2,211	1,901	0.29
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	23,242	17,371	2.66
81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	11,166	8,012	1.23
Total	901,892	652,089	

Fuente: INEGI, Censo Económico resultados definitivos, 2019, SAIC-INEGI, consulta en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>. \* Porcentaje del sector con respecto al total de la región.

De acuerdo con los resultados reportados en este rubro, el sector industrial es el que reporta el mayor porcentaje de la producción bruta total de la región, ya que su representatividad supera el 70 por ciento y este a su vez representa el 51.03% con respecto a la producción de ambos estados. En segundo lugar, se encuentra el sector comercio, considerando tanto el comercio al por mayor, como al por menor. En segundo lugar, de importancia, se encuentra el sector comercio, considerando tanto el comercio al por mayor, como al por menor. Ambos sectores aportan el 13.50% al total de la producción regional. Los sectores de transportes, correos y almacenamiento; y el de servicios de apoyo a los negocios, manejo de residuos y de remediación aportan a la región el 4.53%. En cuarto lugar, se ubican los sectores (agrupados para este análisis), de servicios de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas; y otros servicios excepto actividades de gobierno, debido a que su aportación a la región es del orden del 3.89%.

La Región Alto Atoyac aporta el 72.30 % de la producción bruta total de los estados de Puebla y Tlaxcala; lo que demuestra el gran potencial económico de la región y sus posibles implicaciones socio territoriales y ambientales.

### 3.3.1.2 Descripción de los sectores económicos

La identificación de sectores se basa en dos principales criterios: 1. Sectores que reflejaron índices de especialización son considerados como relevantes y 2. Por su presencia territorial en la región. Los sectores que responden a la aplicación del primero criterio son: a) la industria, b) las actividades relacionadas con el turismo y c) el sector de la construcción, asociado con el ámbito urbano. Para el segundo criterio se identificaron: los sectores relacionados con actividades agrícolas, pecuarias y forestales; además el de conservación, por su actuación en áreas de valor ambiental. Los sectores identificados anteriormente, fueron discutidos con los asistentes a los talleres participativos para validarlos. De esa manera, los sectores representativos en la Región Alto Atoyac son:





Industrial, Pecuario, Forestal, Agrícola, Conservación, Turismo, Minero y Asentamientos humanos.

A continuación, se describe cada sector económico, considerando sus principales características económicas y sus aportaciones a la Región Alto Atoyac.

### Agrícola

El sector agrícola se refiere a las actividades asociadas a “el cultivo de diferentes plantas, semillas y frutos, para proveer de alimentos al ser humano o al ganado y de materias primas a la industria” (INEGI, Cuéntame, s.f.). La actividad agrícola se divide en agricultura de riego, la cual se refiere al suministro artificial de agua a los cultivos a través de sistemas de riego, en donde dependiendo de la forma de regar que se use se podrá generar mejores cosechas y mayores ingresos; y la agricultura de temporal, en donde los cultivos dependen de las lluvias y la captación del agua en el suelo.

En cuanto a la superficie destinada a esta actividad y según los usos del suelo y vegetación de la serie VII (CONAFOR, 2022), en la región hay 318,211 ha identificadas como tierras agrícolas, que representan el 63,43% de la superficie regional. 86.54% corresponden a agricultura de temporal; mientras que en el porcentaje restante se desarrolla la agricultura de riego (13.46%).

Los municipios que cuentan con mayores superficies agrícolas, considerando tanto de riego como de temporal son: Tlaxco con el 11.81%, Tlahuapan que aporta el 5.25%, Puebla y Hueyotlipan con 4.52 y 4.40% respectivamente (Puebla, Programa Sectorial de desarrollo Rural, 2019-2024). De las 42,875 ha de agricultura de riego, los municipios de mayor representatividad son: San Martín Texmelucan con 10.61%, el 7.61% en Huejotzingo, Nativitas con el 7.49%, el 6.38% en Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, San Salvador el Verde con el 5.41 y el 5.26 en Zacatelco. Tlaxco nuevamente aporta el mayor porcentaje de superficie agrícola de temporal al registrar el 13.64%, seguido por Tlahuapan, Puebla, y Hueyotlipan, con porcentajes del orden de 5.65, 5.14 y 5.09% respectivamente.

Cuadro 3.28. Distribución porcentual de la actividad agrícola en el Alto Atoyac, por modalidad, 2021.

<b>Modalidad</b>	<b>Sembrada (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Valor de la producción (pesos)</b>	<b>%</b>	<b>Volumen de la producción (Tonelada)</b>	<b>%</b>
Alto Atoyac	206,748		3,419,288,034		2,332,367	
Riego	29,132	14.09	1,181,118,579	34.54	1,472,596	63.14
Temporal	177,616	85.91	2,238,169,455	65.46	859,771	36.86

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC (INEGI, SAIC, 2021)



De la superficie agrícola, el 64.97% corresponde a la superficie sembrada, según los datos obtenidos por municipio tomados del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIAC).

Con base en la fuente antes mencionada, se observa en el cuadro 3.28 que el valor de la producción obtenida por la modalidad de temporal es casi el doble de la que se produce por sistemas de riego; proporción invertida para el caso del volumen de la producción. Esta situación refleja que, en los sistemas de riego, evidentemente se obtienen mayores rendimientos; no obstante, en los sistemas de temporal, regionalmente generan el mayor valor en términos de su producción a nivel regional.

La producción agrícola total conforma en promedio 11.28 Ton/ha, donde le corresponden 16,538 pesos a cada ha. De manera particular, en los sistemas de riego su rendimiento es de 50.55 Ton/ha, y un valor promedio de su producción de \$40,543.68 por ha, en menor medida la agricultura de temporal refleja solo 4.84 Ton/ha, y \$12,601.17 por ha. Cabe mencionar que de acuerdo con los comentarios vertidos en los talleres participativos, la agricultura de acuerdo con su localización y su demanda de producción, presentan impactos negativos como la erosión del suelo (en terrenos localizados en cuenca alta y la falta de aplicación de técnicas de terrazas); la sobreexplotación y desviación de los cauces naturales de los ríos; el uso de agroquímicos que son dañinos para la salud, tanto de los agricultores, como para los consumidores; y el uso de aguas residuales para riego, que es tomada clandestinamente de la red hidrosanitaria. Estas prácticas provocan daños y afectaciones al medio ambiente y, en consecuencia, a la salud de los habitantes.

Respecto a los tipos de cultivo de la región, se identifica al maíz con el 57.89 %, seguido de la cebada con el 15.91 % y el trigo con el 8.77 %, porcentajes en relación con la superficie agrícola sembrada. Los productos antes mencionados, también se encuentran dentro de los cuatro primeros cultivos con mayor valor de la producción; excepto que la gruesa de rosa desplaza al trigo al cuarto lugar en esta lista de prelación. La rosa (gruesa<sup>8</sup>) destaca por ocupar el primer lugar en cuanto al volumen producido en la región. Además, la alfalfa verde, la gladiola (gruesa) de acuerdo con los porcentajes reportados, superan ligeramente a la producción de maíz en grano.

---

<sup>8</sup> Unidad de medida que está formada por 12 ramilletes de 12 flores cada uno; dando la cantidad de 144 flores.



Cuadro 3.29. Distribución porcentual de la actividad agrícola en la Región Alto Atoyac, 2021

Cultivo	Sembrada (Hectárea)	%	Valor de la producción (pesos)	%	Volumen de la producción (Tonelada)	%
Agave	31	0.01	5,103,819	0.15	1,781	0.08
Aguacate	51	0.02	4,198,088	0.12	311	0.01
Ajo	67	0.03	6,997,905	0.2	353	0.02
Alfalfa verde	4,605	2.23	220,144,924	6.44	347,751	14.91
Amaranto	727	0.35	19,586,877	0.57	1,433	0.06
Árbol de navidad (planta)	57	0.03	27,235,867	0.8	65,563	2.81
Avena forrajera en verde	9,213	4.46	96,121,031	2.81	158,968	6.82
Avena grano	1,538	0.74	13,066,556	0.38	4,047	0.17
Brócoli	165	0.08	15,221,748	0.45	2,546	0.11
Calabacita	528	0.26	63,783,020	1.87	11,129	0.48
Cebada grano	32,885	15.91	345,631,405	10.11	81,964	3.51
Cebolla	426	0.21	54,267,760	1.59	7,261	0.31
Chile verde	222	0.11	27,724,257	0.81	2,171	0.09
Coliflor	393	0.19	42,731,266	1.25	9,694	0.42
Crisantemo (gruesa)	18	0.01	13,968,421	0.41	62,755	2.69
Durazno	714	0.35	38,335,190	1.12	4,614	0.2
Elote	46	0.02	2,085,771	0.06	767	0.03
Espárrago	42	0.02	6,565,546	0.19	151	0.01
Frambuesa	83	0.04	32,622,335	0.95	1,143	0.05
Frijol	5,586	2.7	85,146,226	2.49	6,841	0.29
Gladiola (gruesa)	267	0.13	87,064,197	2.55	346,457	14.85
Huauzontle	140	0.07	4,542,964	0.13	1,369	0.06
Lechuga	217	0.11	20,150,524	0.59	3,365	0.14
Maguey pulquero (miles de lts.)	462	0.22	75,807,388	2.22	26,542	1.14
Maíz forrajero en verde	6,084	2.94	110,978,071	3.25	188,301	8.07
Maíz grano	119,678	57.89	1,413,131,471	41.33	325,868	13.97
Manzana	275	0.13	9,214,975	0.27	1,797	0.08
Nopalitos	5	0.002	110,768	0.003	28	0.001
Nuez	101	0.05	10,035,821	0.29	399	0.02
Papa	471	0.23	40,970,741	1.2	8,683	0.37
Pepino	1	0.0005	733,330	0.02	82	0.004
Pera	941	0.46	19,446,115	0.57	7,662	0.33
Rosa (gruesa)	301	0.15	179,715,315	5.26	574,942	24.65
Tejocote	682	0.33	17,433,484	0.51	4,339	0.19
Tomate rojo (jitomate)	56	0.03	27,627,247	0.81	3,764	0.16



<b>Cultivo</b>	<b>Sembrada (Hectárea)</b>	<b>%</b>	<b>Valor de la producción (pesos)</b>	<b>%</b>	<b>Volumen de la producción (Tonelada)</b>	<b>%</b>
Tomate verde	762	0.37	59,944,336	1.75	10,823	0.46
Trigo grano	18,140	8.77	178,393,807	5.22	50,143	2.15
Tuna	8	0.004	188,384	0.01	46	0.002
Uva	46	0.02	4,342,202	0.13	228	0.01
Zanahoria	143	0.07	6,243,532	0.18	1,801	0.08
Zarzamora	41	0.02	12,168,306	0.36	497	0.02
Zempoalxochitl	534	0.26	20,507,049	0.6	3,986	0.17
<b>Total</b>	<b>206,748</b>	<b>100</b>	<b>3,419,288,034</b>	<b>100</b>	<b>2,332,367</b>	<b>100</b>

Fuente: Cierre agrícola municipal 2021. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (INEGI, SAIC, 2021). Porcentaje del cultivo con respecto al total regional.

Con base en los datos del cuadro 3.29 se identifica que los cultivos que en promedio registraron valores superiores a los 300 mil pesos por ha son: crisantemo (gruesa), pepino, rosa (gruesa), tomate rojo, árbol de navidad (planta), frambuesa y la gladiola (gruesa); ordenados de mayor a menor. Paralelamente, los cultivos de mayor volumen de producción son: crisantemo (gruesa), rosa (gruesa), gladiola (gruesa) y árbol de navidad (planta); cultivos que superaron las mil toneladas por ha en promedio.

La superficie municipal destinada a los principales tipos de cultivo antes identificados, se distribuye de la siguiente manera: Tlahuapan aporta el 6.91% de la superficie utilizada para el cultivo de maíz de grano, el municipio de Puebla utiliza el 6.67%, seguido de Tlaxco con el 5.44 y el 3.45% se registra en Huejotzingo. Proporciones con respecto a las 119,678 ha en las que regionalmente se produce maíz. Para el caso de la producción de cebada en grano, el 45.19 y 13.53% de la superficie regional destinada para producir este cultivo (32,885 ha), se concentran en los municipios de Tlaxco y Nanacamilpa de Mariano Arista, respectivamente. Finalmente, Tlaxco es el municipio que destina el mayor porcentaje de su superficie agrícola para la producción de trigo; ya que registra el 45.19% de las 18,140 ha regionales.

Tlaxco en términos del valor de la producción destaca por ser el municipio que reporta el 8.71% del total regional (3,400 millones de pesos); siendo la cebada y el trigo los cultivos más redituables, los cuales representan el 43.39 y 19.12% de la superficie destinada para cada uno (cebada 345.6 y trigo 178.4 millones de pesos).

Por otra parte, el volumen mayoritario de la producción regional (2.3 millones de Ton.) se concentra en los municipios de San Salvador El Verde y Chiantzingo, aportando cada uno 15.72 y 15.15% respectivamente; siendo la rosa y la gladiola los principales cultivos





ornamentales. Los municipios con mayor producción de alfalfa verde son: Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, San Martín Texmelucan y Huejotzingo; que en conjunto producen el 35.27% de las 348 mil Ton.

La producción de maíz se encuentra distribuida en los 71 municipios regionales y con menos diferencias en los porcentajes; no obstante, se identifican a Tlahuapan, Tlaxco y Puebla como los municipios que aportan volúmenes de producción superiores al 4% de las casi 326 mil toneladas producidas en la región.

En términos de los rendimientos para cuatro de los cultivos de mayor importancia para la región, se muestran en el cuadro 3.30. Se presentan los municipios que en su mayoría registran rendimientos superiores los promedios regionales, para cada tipo de cultivo.

Cuadro 3.30. Municipios con los más altos rendimientos promedios por tipo de cultivo, 2021

Municipio	Magüey pulquero (miles de Its.)	Municipio	Maíz forrajero en verde (ton/ha)	Municipio	Maíz grano (ton/ha)	Municipio	Trigo grano (ton/ha)
Tetla de La Solidaridad	72.1	Terrenate	37.8	Xaloztoc	5	San Matías Tlalancaleca	4.1
Sanctórum de Lázaro Cárdenas	71.8	Muñoz de Domingo Arenas	37.8	Tzompantepec	4.9	San Lucas Tecopilco	3.7
Apizaco	71.8	Xaloztoc	37	Terrenate	4.5	Xaltocan	3.5
Muñoz de Domingo Arenas	70.3	Tetla de La Solidaridad	37	San Martín Texmelucan	3.7	Yauhquemehcan	3.4
Españita	70	Tzompantepec	36.6	Ocoyucan	3.6	San José Teacalco	3.3
Hueyotlipan	69.8	Atlangatepec	36.3	San Matías Tlalancaleca	3.6	Tzompantepec	3.2
Atlangatepec	69.7	Apizaco	35.4	Tlaltenango	3.5	Terrenate	3.1
Nanacamilpa de Mariano Arista	69.2	Tlaxco	34.7			Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	3.1
Tlaxco	67.7	Españita	33			Xaloztoc	3.1
		Sanctórum de Lázaro Cárdenas	32.8				
		Hueyotlipan	32.8				
		Nanacamilpa de Mariano Arista	32.5				
		Tepeyanco	31.5				
<b>Promedio regional</b>	<b>63.2</b>		<b>29.2</b>		<b>3.2</b>		<b>2.7</b>



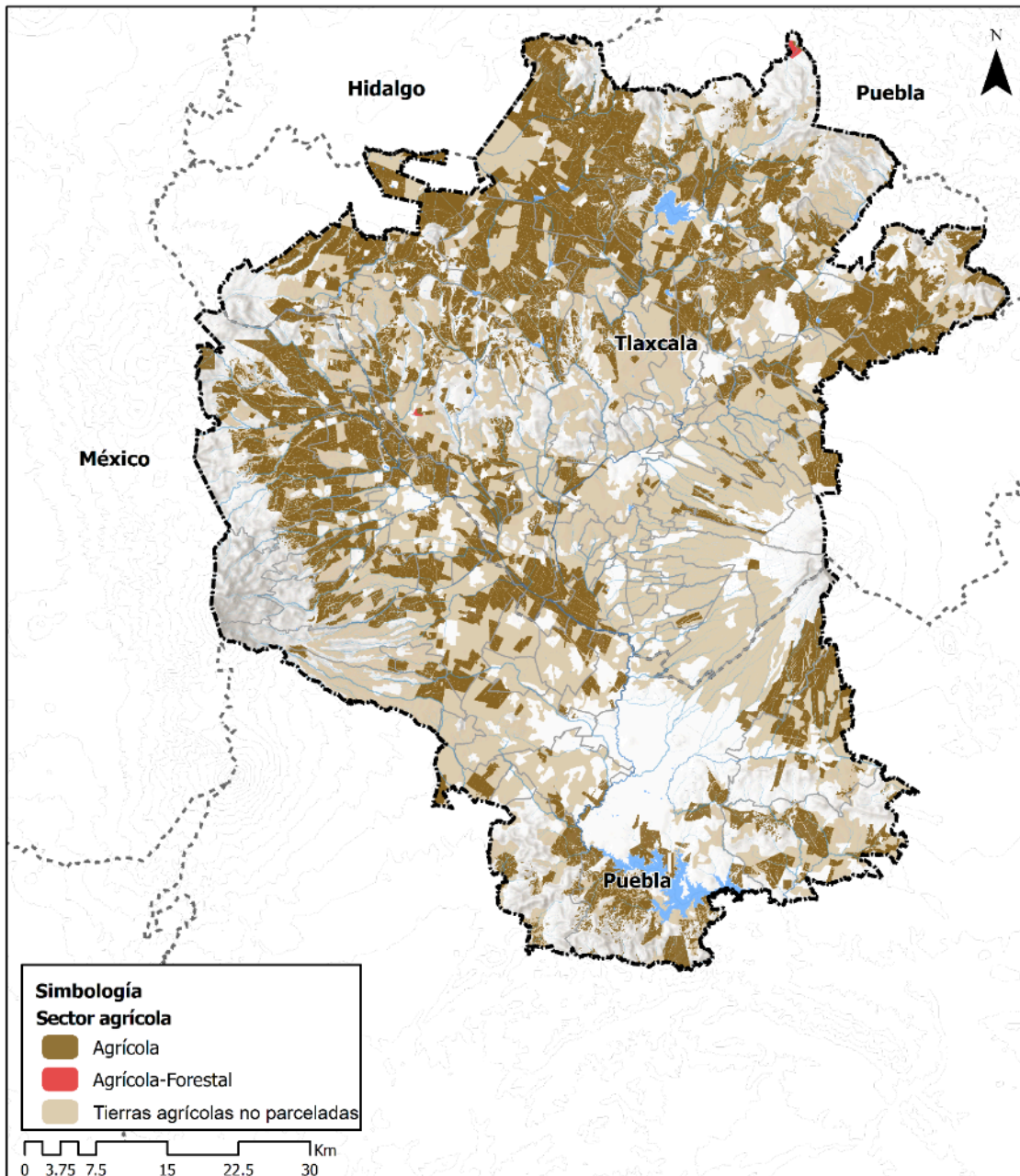
**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Fuente: Cierre agrícola municipal 2021. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (INEGI, SAIC, 2021). Rendimiento promedio por municipio del volumen de producción (Ton) / superficie cosechada (ha).

Los rendimientos de los principales cultivos para algunos municipios se pueden relacionar con la superficie de riego o de temporal. En este sentido, los municipios como San Martín Texmelucan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Huejotzingo, Nativitas, Tepetlitla de Lardizábal y San Salvador el verde; aportan porcentajes superiores al cinco por ciento a la superficie de riego regional. En esta participación destaca San Martín Texmelucan debido a que su aportación a la región supera el 10%; siendo el cultivo de maíz grano el que presenta los mayores rendimientos. Para el caso de la distribución de la superficie de temporal, Tlaxco sobresale por su aportación del 12.74%, seguido de Hueyotlipan y Tlahuapan, ambos municipios con porcentajes superiores al 6%; 6.57 y 6.29% respectivamente. Superficies donde se registran los mayores rendimientos para cultivos de maíz forrajero en verde y maguey pulquero en el caso de Tlaxco y Hueyotlipan.



Mapa 3.19. Principales zonas agrícolas en la Región Alto Atoyac



Fuente: Registro Agrario Nacional, RAN 2019 (Registro Agrario Nacional, 2019). Disponible en datos abiertos: Datos geográficos de las tierras de uso común, por estado y Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON Y CIERRE AGRÍCOLA) | 18 de marzo de 2021 (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

Las tierras de uso común suman alrededor de 50,469.47ha de las cuales las áreas agrícolas tanto de temporal, como de riego aportan el 23.86%. De acuerdo con el cuadro 3.31 los primeros nueve municipios concentran el 75%; siendo Tlaxco y Tlahuapan los más relevantes, aportando 19.30 y 15.07% respectivamente.



Cuadro 3.31. Distribución de la superficie de las tierras de uso común, por tipo de agricultura, 2019.

Municipio	Superficie agrícola (ha)		
	Riego	Temporal	Total municipal
Tlaxco		2,324.79	2,324.79
Tlahuapan	1.17	1,813.61	1,814.78
Españita	9.67	957.17	966.84
Puebla		850.33	850.33
Tetla de La Solidaridad	0.36	676.09	676.45
Ocoyucan	34.5	604.11	638.6
Terrenate	6.45	590.8	597.25
Hueyotlipan		586.61	586.61
Nanacamilpa de Mariano Arista		575.03	575.03
Amozoc		445.48	445.48
Sanctórum de Lázaro Cárdenas		375.35	375.35
Atlangatepec		356.45	356.45
Xaltocan		306.21	306.21
Cuautinchán		294.41	294.41
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	29.18	145.35	174.53
Chiautzingo	10.3	144.56	154.86
San Salvador El Verde		137.47	137.47
San Felipe Teotlalcingo		134.09	134.09
Chiautempan	0.07	80.26	80.34
San Martín Texmelucan	5.55	71.78	77.33
Santa Apolonia Teacalco		68.8	68.8
Huejotzingo		64.28	64.28
Muñoz de Domingo Arenas		62.39	62.39
San Matías Tlalancaleca	4.01	50.85	54.86
San José Teacalco		45.8	45.8
Calpan		42	42
Yauhquemehcan		40.99	40.99
Tzompantepec		26.4	26.4
Panotla		14.92	14.92
Apizaco		13.03	13.03
San Jerónimo Tecuanipan	8.82	2.94	11.77
Nativitas	3.02	8.49	11.51
Santa Ana Nopalucan	6.47		6.47
Apetatitlán de Antonio Carvajal		4.15	4.15





Municipio	Superficie agrícola (ha)		
	Riego	Temporal	Total municipal
San Andrés Cholula		2.21	2.21
Xaloztoc		1.64	1.64
Tepetitla de Lardizábal	1.44		1.44
San Lucas Tecopilco		1.43	1.43
Domingo Arenas		0.8	0.8
Amaxac de Guerrero		0.25	0.25
Zacatelco	0.14		0.14
Teolocholco		0.11	0.11
Tetlatlahuca	0.04		0.04
Total	121.2	11,921.45	12,042.66

Fuente: Registro Agrario Nacional, RAN 2019. Disponible en datos abiertos: Datos geográficos de las tierras de uso común, por estado. [https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-de-las-tierras-de-uso-comun-por-estado--formato-shape/resource/f2b32872-3e42-40f3-ae3b-6f415a149585?inner\\_span=True](https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-de-las-tierras-de-uso-comun-por-estado--formato-shape/resource/f2b32872-3e42-40f3-ae3b-6f415a149585?inner_span=True) y Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil, INEGI 2021.

En el caso de la superficie de riego en este tipo de tierras comunales, destacan Ocoyucan e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros por ser los dos municipios que concentran en conjunto poco más de la mitad de esta superficie. Los porcentajes de cada uno son 28.46 y 24.08% respectivamente. Mientras que los usos agrícolas y agropecuarios mezclados con zonas forestales se concentran en Tlaxco con el 38.91% e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, porcentaje equivalente al 19.61% con respecto a la superficie agrícola total de uso común.

#### Pecuario

El sector pecuario, integra aquellas actividades económicas relacionadas con la ganadería, la crianza de animales vivos para la alimentación o sus derivados para la producción industrial textil, alimentaria y otras. Este tipo de actividades se relaciona territorialmente con aquellas superficies destinadas al pastoreo; zonas que se localizan cerca de las localidades rurales. Además, el sector pecuario, en algunas ocasiones, converge en el territorio con actividades agrícolas, forestales e incluso urbanas.

Dentro de estas actividades también están consideradas aquellas que se desarrollan en el ámbito urbano, al considerar como lo señala el INEGI (INEGI, Tlaxcala: panorama agropecuario, 1991) que en el ámbito de las localidades (rurales o urbanas) este tipo de actividades se realizan en los patios y traspacios de las viviendas, siendo la crías y explotación avícola la principal actividad.



Con base en lo anterior, en el conjunto de municipios de la región la producción de ganado en pie es la que destaca sobre la producción de carne. La crianza de ganado bovino es la de mayor productividad al reportar el 41.72%, porcentaje mayor al registrado por la crianza porcina, la cual registra el 35.22%; ambos porcentajes con respecto a la producción total de ganado en pie (ver cuadro 3.32). No obstante, los porcentajes se invierten al analizar la producción de carne; es decir, en la región se produce el 42.06% de carne porcina y el 35.08% de carne de ovino, con respecto a las 26 mil toneladas totales producidas regionalmente (Puebla, Programa Sectorial de desarrollo Rural, 2019-2024)<sup>9</sup>.

Cuadro 3.32. Distribución del volumen de producción ganadera en la Región Alto Atoyac, 2021.

Especie	Producto (toneladas)							Total por especie	Participación en la región (%)
	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche *	Miel		
Abeja	0	13	0	0	0	0	598	611	0.27
Ave	2,463	0	3,215	6,713	0	0	0	12,391	5.54
Bovino	9,126	0	17,120	0	0	147,655	0	173,901	77.81
Caprino	344	0	682	0	0	1,216	0	2,242	1
Guajolote	848	0	1,164	0	0	0	0	2,012	0.9
Ovino	2,292	0	4,404	0	230	0	0	6,926	3.1
Porcino	10,943	0	14,454	0	0	0	0	25,397	11.36
Alto Atoyac	26,015	13	41,040	6,713	230	148,872	598	223,481	100

Fuente: Cierre municipal 2021 ganadería. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC (INEGI, SAIC, 2021). Volumen de producción por las unidades de producción ubicadas en la demarcación territorial de referencia. \* La unidad de medida para la producción de leche, se expresa en miles de litros.

Existe una gran producción y número de cabezas, principalmente de ganado bovino, seguido del porcino. Los principales municipios que aportan a la región mayores cantidades de valor de la producción son: Tlaxco, Apizaco, Atlangatepec, Tezcuila de la Solidaridad y Nanacamilpa de Mariano Arista; municipios que reportaron individualmente valores superiores a los 20 millones de pesos en carne y de ganado en pie. Tlaxco se posiciona como el municipio de mayor valor al aportar 243,32 millones de dólares al total regional, de los cuales el 52 % corresponde a producción de carne y el restante a ganado en pie (48 %).

La crianza porcina y aprovechamiento de carne en la región se concentra en los municipios de: Huejotzingo, Puebla, San Martín Texmelucan, Terrenate y Tlaxco,

<sup>9</sup> De acuerdo con los datos sobre la actividad pecuaria del gobierno federal para el estado de Tlaxcala y del Programa Sectorial de desarrollo Rural 2019-2024 del estado de Puebla, la producción bovina encabeza el orden de importancia de los productos, seguido de la producción porcina, el huevo para plato, el ganado ovino y la producción de leche (Puebla G. d., Programa Sectorial de desarrollo Rural, 2019-2024).



demarcaciones que en conjunto reportan un valor de la producción superior a los 45.36 millones de pesos, cifra que representa el 28.7% de valor regional (\$904.48 millones).

Zacatelco y San José Teacalco, son los principales productores de leche vacuna. Sus valores de la producción superan los 4.03 millones de pesos cada uno; mientras que la leche caprina en Tlaxco y Españita se genera un valor 1.65 y 1.35 millones de pesos respectivamente.

Según el Programa Agropecuario en Tlaxcala (2007), cerca de la mitad del ganado bovino en Tlaxcala se desarrolla y alimenta bajo control, perteneciendo en establos o corrales. En Puebla, el Censo Agropecuario del 2007 menciona que el sistema de producción del ganado en el estado presenta un 58.3% en estado libre, alimentándose de pastos naturales y otras hierbas, mientras que los que se crían bajo control en establos o corrales no superaban el 30%.

Un elemento central producto de la preocupación que manifestaron los actores participantes en los talleres de participación social, es sin duda el sacrificio de ganado porcino (según opiniones, matanzas en su mayoría en instalaciones no autorizadas y descargando directamente al río Atoyac de desechos sin tratamiento). Según datos de SIAC 2021, se identificaron los cinco primeros municipios en los que en 2021 se sacrificó el mayor número de cabezas de este ganado. Los municipios en orden de relevancia son: Huejotzingo con más de 10 mil sacrificios, Puebla con 9,082; seguido de San Martín Texmelucan (8,303); Terrenate con 7,095 y Tlaxco con 6,791 sacrificios porcinos.

Cuadro 3.33. Distribución del valor de la producción ganadera en la Región Alto Atoyac, 2021

Especie	Producto (miles de pesos)							Total por especie	Participación en la región (%)
	Carne	Cera	Ganado en pie	Huevo plato	Lana	Leche	Miel		
Abeja	0	1,038	0	0	0	0	30,982	32,020	0.8
Ave	79,399	0	72,315	156,839	0	0	0	308,553	7.71
Bovino	648,204	0	596,928	0	0	996,212	0	2,241,344	56.03
Caprino	24,305	0	22,897	0	0	8,334	0	55,536	1.39
Guajolote	52,864	0	46,523	0	0	0	0	99,387	2.48
Ovino	182,819	0	175,542	0	534	0	0	358,895	8.97
Porcino	513,100	0	391,382	0	0	0	0	904,482	22.61
<b>Total</b>	<b>1,500,690</b>	<b>1,038</b>	<b>1,305,588</b>	<b>156,839</b>	<b>534</b>	<b>1,004,546</b>	<b>30,982</b>	<b>4,000,218</b>	<b>100</b>



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

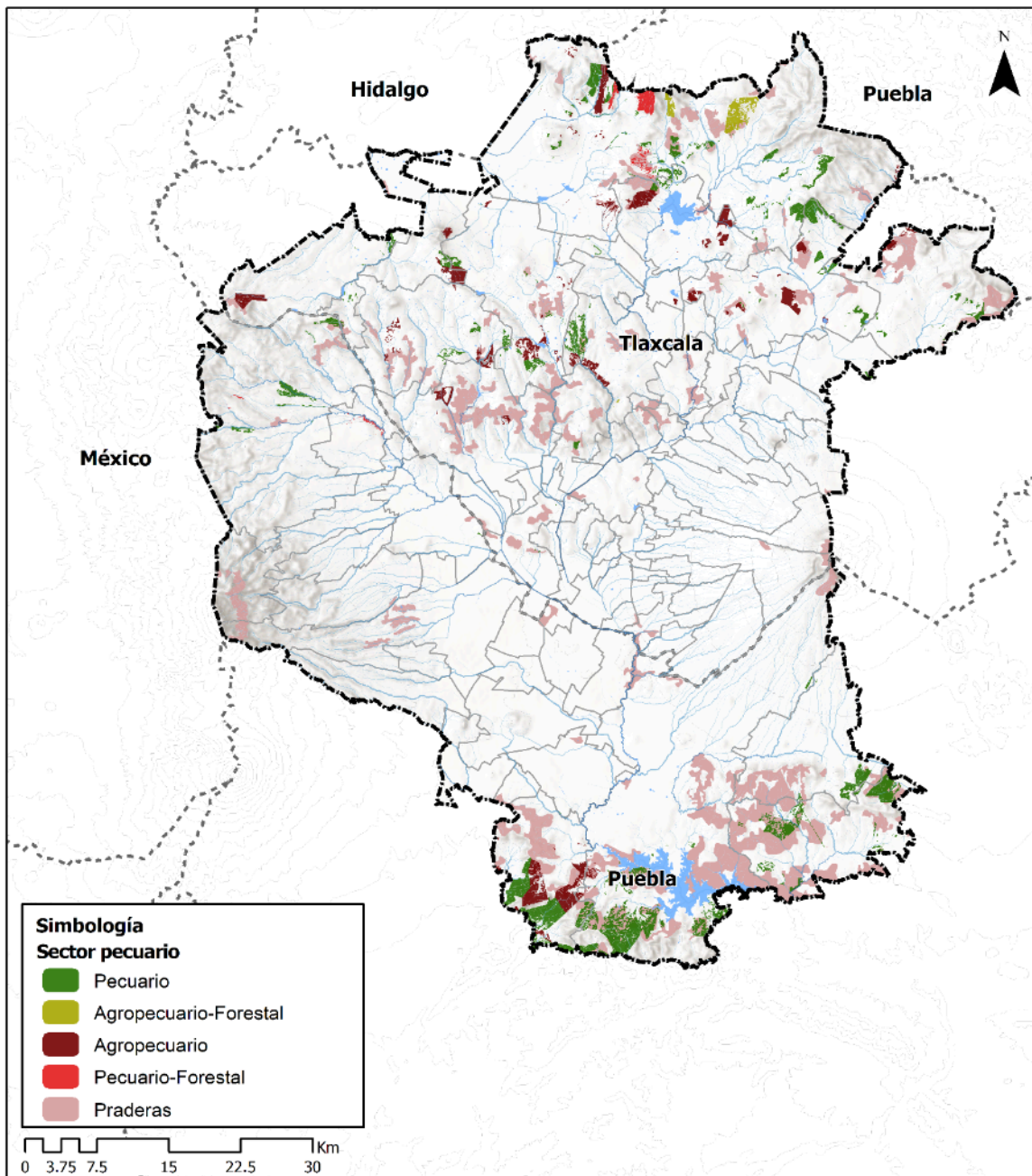
Fuente: Cierre municipal 2021 ganadería. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC (INEGI, SAIC, 2021). Es el valor monetario a precios corrientes de los productos pecuarios durante el periodo de referencia.

Juan C. Bonilla y Puebla destacan por generar los primeros lugares en valor de la producción de huevo en plato; Tlaxco, Nanacamilpa de Mariano Arista y Sanctórum de Lázaro Cárdenas, destacan por los valores más altos de la región en la producción de ovinos; y finalmente, Puebla, San Gregorio Atzompa y Xaloztoc son los principales generadores de valor en la producción de miel y cera de abeja.





Mapa 3.20. De las tierras de uso común y zonas de praderas para la actividad del sector pecuario



Fuente: Registro Agrario Nacional, RAN 2019 (Registro Agrario Nacional, 2019). Disponible en datos abiertos: Datos geográficos de las tierras de uso común, por estado y Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil.

Para efectos comparativos, entre la distribución mayoritaria de superficie destinada para el sector agropecuario, su volumen y el valor de la producción, se presentan los cuadros 3.34 y 3.35. La superficie total de superficie con usos pecuario, pecuario-forestal, agropecuario y agropecuario-forestal, obtenidas de la capa geográfica



de tierras de uso común (CONAFOR) asciende a 17,937.86 ha; además de las praderas y otras tierras, obtenidas de los usos del suelo y vegetación serie VII, aportan 39,745.37 ha y ambas superficies suman 57,683.23 ha Superficie que representa el 11.49% de la superficie regional.

Cuadro 3.34. Principales municipios con actividad pecuaria en la Región Alto Atoyac, 2021

<b>Importancia (Superficie de ganadera total en ha.)</b>	<b>Superficie ganadera en ha.</b>	<b>Importancia (Volumen de la producción total)</b>	<b>Volumen en toneladas</b>	<b>Importancia (Valor de la producción total)</b>	<b>Valor de la producción en miles de pesos</b>
Puebla	8,520	Huejotzingo	20,124	Tlaxco	415,110
Cuautinchán	6,547	Tlahuapan	14,850	Huejotzingo	223,828
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	3,121	Tlaxco	14,396	Puebla	217,024
Tlaxco	2,936	Ocoyucan	13,368	Apizaco	202,587
Ocoyucan	2,596	San Gregorio Atzompa	12,239	Atlangatepec	167,939

Fuente: Cierre municipal 2021 ganadería. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIAC (INEGI, SAIC, 2021). Es el valor monetario a precios corrientes de los productos pecuarios durante el periodo de referencia. La superficie se obtiene de la capa geográfica del Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil. Superficie calculada en ArcGis 10.4.

Tlaxco se posiciona como el municipio que mayor valor de la producción general, no así, en el volumen de la producción, pues en este último rubro se ubica por debajo de Huejotzingo y Tlahuapan. En cuanto a la superficie municipal destinada a esta actividad, Tlaxco cuenta con aproximadamente una tercera parte, en comparación con la superficie asignada a esta actividad en el municipio de Puebla y comparado con Cuautinchán la proporción se aproxima a menos de la mitad. Según estos datos, Tlaxco se posiciona como el municipio de mayor productividad en cuanto al valor de su producción.

Cuadro 3.35. Municipios con actividad Pecuaria y Agropecuaria

<b>Municipio</b>	<b>Superficie por uso (ha)</b>		<b>Porcentaje</b>
	<b>Pecuario-agropecuario</b>	<b>Pastizal Inducido</b>	
Nativitas	27.1	27.1	100
Amozoc	433.61	421.52	97.21
Terrenate	441.01	423.91	96.12
Cuautinchán	1,352.36	1,190.91	88.06
Puebla	2,751.18	1,792.89	65.17
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	293.4	156.59	53.37
Españita	443.7	222.24	50.09



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Municipio	Superficie por uso (ha)		Porcentaje
	Pecuario-agropecuario	Pastizal Inducido	
Atlangatepec	884.6	332.56	37.59
Nanacamilpa de Mariano Arista	395.96	137.6	34.75
Panotla	39.93	11.01	27.57
Tlaxco	2,433.91	622.94	25.59
Ocoyucan	3,100.81	624.44	20.14
Tetla de La Solidaridad	1,214.67	235.31	19.37
Tlahuapan	517.89	84.23	16.26
Hueyotlipan	763.96	113.39	14.84
Xaltocan	733.87	73.9	10.07
Sanctórum de Lázaro Cárdenas	513.43	17.27	3.36
Chiautzingo		11.22	
Huejotzingo		25.45	
Teolocholco		0.45	
Total	16,341.39	6,524.93	39.93

Fuente: Registro Agrario Nacional, RAN 2019 (Registro Agrario Nacional, 2019). Disponible en datos abiertos: Datos geográficos de las tierras de uso común, por estado. [https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-de-las-tierras-de-uso-comun-por-estado-formato-shape/resource/f2b32872-3e42-40f3-ae3b-6f415a149585?inner\\_span=True](https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-geograficos-de-las-tierras-de-uso-comun-por-estado-formato-shape/resource/f2b32872-3e42-40f3-ae3b-6f415a149585?inner_span=True) y Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil.

En 20 municipios de la Región se distribuyen mayoritariamente las áreas con uso pecuario y agropecuario. Estas suman poco más de 16 mil ha que representan el 32.38% de la superficie total considerada como tierras de uso común. Proporción parecida a la anterior es la que se obtiene entre las zonas de pastizales con respecto al uso pecuario y agropecuario (39.93%). Esta relación muestra la correspondencia entre las actividades pecuarias y agropecuarias desarrollada en pastizales.

### Forestal

De acuerdo con la clasificación del SCIAN 2018, el sector forestal se considera parte del sector primario. Las actividades económicas están relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales maderables y no maderables, de la superficie clasificada como forestal, corresponde a zonas en las que incluyen bosques, selvas y matorrales.

A nivel regional se estima que existen 90,955 ha de uso forestal, de las cuales el 74.79% corresponde a suelo forestal sin mezcla; el forestal-agrícola 13.96%; forestal-agropecuario es de 4.09% y el forestal-pecuario con el 7.15% (ver Mapa 28).

De los municipios del Alto Atoyac, destacan cinco municipios que en conjunto aportan casi la mitad (49.16%) de la superficie forestal regional, la cual asciende a 90,955 ha. Estos municipios se ordenan descendientemente: Tlaxco, Tlahuapan, Puebla, San Salvador el Verde y Ocoyucan, con relación al territorio forestal de la región (ver cuadro





3.36). De estos municipios, cuatro reportan que las áreas forestales representan más de la tercera parte de su superficie municipal; excepto Puebla, que solamente cuenta con el 13.37% de suelo forestal.

Cuadro 3.36. Participación de los principales municipios con superficie forestal en la Subcuenca del Alto Atoyac, 2021

Municipio	Superficie forestal (ha)	Superficie municipal (ha)	% respecto al municipio	% respecto a la Región
Tlaxco	15,970	57,434	27.8	17.56
Tlahuapan	13,306	31,362	42.43	14.63
Puebla	7,153	53,497	13.37	7.86
San Salvador el Verde	4,311	11,085	38.89	4.74
Ocoyucan	3,975	11,971	33.2	4.37
Total	90,955	504,104	18.04	

Fuente: La superficie calculada en ha, con base en la capa geográfica del Uso del Suelo y Vegetación, serie VII escala 1 a 50 mil (Registro Agrario Nacional, 2019). Superficie calculada en ArcGis 10.4.

A nivel estatal en el manejo maderable existe un predominio de las autorizaciones en terrenos de propiedad privada, con una proporción superior al 90 por ciento; es decir, poco más de 9 autorizaciones de cada 10 se expiden sobre terrenos particulares. El porcentaje restante se otorga en suelo de propiedad social; no obstante, los porcentajes de aprovechamiento se invierten en comparación con las proporciones antes referidas. La propiedad social, principalmente el ejido, cuenta con porcentajes superiores al 58% del total de superficies bajo manejo y de los volúmenes autorizados. Situación que hace suponer que en las formas de propiedad social son menos las autorizaciones; pero las superficies forestales más extensas, por lo tanto, son mayores los volúmenes de aprovechamiento.

Cuadro 3.37. Distribución de la superficie incorporada al manejo forestal maderable, vigente al 2021. Estados de Puebla y Tlaxcala

Tipo de propiedad	Número de autorizaciones	Superficie bajo manejo (ha)	Volumen autorizado (m3)	Número de autorizaciones (%)	Superficie bajo manejo (%)	Volumen autorizado (%)
Comunal *	11	4,312	180,920	0.53	6.09	3.83
Ejidal	162	41,724	2,768,876	7.74	58.93	58.62
Particular	1,921	24,762	1,773,875	91.74	34.98	37.55
Total	2,094	70,798	4,723,671	100	100	100

Fuente: SEMARNAT-CONAFOR, datos abiertos superficie de manejo forestal vigente al 2021 (SEMARNAT-CONAFOR, 2021). <https://snif.cnf.gob.mx/datos-abiertos/>. \*La propiedad comunal corresponde al estado de Puebla debido a que en Tlaxcala no se reportan datos.





La propiedad social en la región representa unas 46,036 ha; superficie obtenida de la capa de zona parcelada del Registro Agrario Nacional (RAN), de la cual el 91.19% cuenta con manejo forestal maderable. No obstante, según opiniones de los asistentes a los talleres participativos, identifican presencia de aserraderos; además señalaron con insistencia que la región alberga especies maderables como los oyameles, encino y pino; especies amenazadas por la tala clandestina en municipios como Tlahuapan, que delimita con el Parque Nacional Izta-Popo, poniendo en riesgo las zonas boscosas, ecosistemas fundamentales para la captación de agua y producción de oxígeno; en las faldas de La Malinche y en las partes altas de los municipios de Tlaxco, en Ocoyucan y al Sur del municipio de Puebla (Sierra del Tentzo).

Respecto a los aprovechamientos no maderables, la CONAFOR reporta al año 2021, que los municipios que cuentan con estos beneficios son: Tlahuapan en Puebla (localizado al Poniente y coincide con las laderas del volcán Iztaccíhuatl; mientras que, en Tlaxcala, el municipio de Tlaxco registró avisos de aprovechamiento.

Cuadro 3.38. Distribución del aprovechamiento no forestal en municipios de la Región Alto Atoyac, 2021

Municipio	Especie (nombre común)				Total (ha)
	Heno	Musgo	Musgo o tapete	No definido	
Tlahuapan, Puebla	136.91	738.92	615.38	169.21	1,660.42
Tlaxco, Tlaxcala		346.09			346.09
Total	136.91	1,085.01	615.38	169.21	2,006.51

Fuente: SEMARNAT-CONAFOR, datos abiertos superficie de aprovechamiento no forestal vigente al 2021. <https://snif.cnf.gob.mx/datos-abiertos/> (SEMARNAT-CONAFOR, 2021).

El aprovechamiento no forestal solamente se realiza en dos municipios de manera formal, según datos de CONAFOR de los aprovechamientos vigentes al año 2021. En Tlahuapan la superficie destinada para la explotación de musgo y del tepetate es de 1,660.42 ha, que representan el 5.29% de la superficie municipal. Tlaxco destina una superficie menor a la de Tlahuapan, al registrar solamente el 0.6% de su territorio. Vale la pena señalar que, de acuerdo con los resultados de los talleres participativos, los actores manifestaron que la erosión de suelos en alta montaña (sobre todo en Tlahuapan) es ocasionada por la explotación (en su mayoría no regulada) de tierra de hoja o de monte y otros recursos no maderables, cuyo destino principal son invernaderos en Chiautzingo, San Salvador el Verde y tierras de labor en Atlixco.



## Industrial

En el sector industrial la principal actividad se puede resumir como la transformación de materias primas en productos para el consumo intermedio o final. Son unidades económicas que se insertan en procesos de transformación que requieren de capital y trabajo; aunque sigue una tendencia hacia la automatización de sus procesos productivos, sigue considerándose como uno de los factores que genera mayores impactos negativos al ambiente.

Según el SCIAN 2018, este sector tiene unidades económicas dedicadas a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias para obtener productos nuevos; al ensamble en partes y componentes fabricados; a la reconstrucción en serie de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros, y al acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares. Asimismo, se incluye aquí la mezcla de productos para obtener otros diferentes, como aceites, lubricantes, resinas plásticas y fertilizantes. El trabajo de transformación se puede realizar en sitios como plantas, fábricas, talleres, maquiladoras, e incluso en los hogares. Estas unidades económicas usan máquinas accionadas por energía y equipo manual; también hay unidades económicas sin factores productivos, que no tienen personal ocupado ni maquinaria y equipo para transformar bienes, pero que los producen mediante la subcontratación de otras unidades económicas (maquila).

En este sentido, la participación de la región con respecto al valor total de la producción de los estados de Puebla y de Tlaxcala (901,892 millones de pesos), según datos del censo económico de 2019 es de 72.30%; porcentaje que en términos absolutos asciende a 652,088.6 millones de pesos. A su vez, el sector industrial regional aporta el 51.03% al valor total producido en ambos estados. La industria produce para la región 57,361.64 millones de pesos, lo que representa el 70.58 y 71.51 % respecto al total de todos los sectores económicos regionales y en comparación con el industrial de los estados de Puebla y Tlaxcala, respectivamente.

Cuadro 3.39. Distribución de grandes industrias y tamaño promedio, Alto Atoyac 2022

Entidad/Municipio	Unidad Económica (UE)	%	Personal Ocupado (PO)	%	Tamaño promedio (PO/UE)
<b>Puebla</b>	581	77.67	72,166	76.44	124
Amozoc	34	4.55	4,384	4.64	129
Coronango	10	1.34	1,170	1.24	117
Cuautlancingo	95	12.7	12,895	13.66	136



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Entidad/Municipio</b>	<b>Unidad Económica (UE)</b>	<b>%</b>	<b>Personal Ocupado (PO)</b>	<b>%</b>	<b>Tamaño promedio (PO/UE)</b>
Huejotzingo	43	5.75	7,083	7.5	165
Juan C. Bonilla	3	0.4	328	0.35	109
Ocoyucan	4	0.53	199	0.21	50
Puebla	300	40.11	35,365	37.46	118
San Andrés Cholula	27	3.61	3,122	3.31	116
San Gregorio Atzompa	8	1.07	1,373	1.45	172
San Martín Texmelucan	13	1.74	1,748	1.85	134
San Miguel Xoxtla	4	0.53	754	0.8	189
San Pedro Cholula	34	4.55	3,044	3.22	90
San Salvador el Verde	4	0.53	409	0.43	102
Tlahuapan	2	0.27	292	0.31	146
<b>Tlaxcala</b>	<b>167</b>	<b>22.33</b>	<b>22,242</b>	<b>23.56</b>	<b>133</b>
Apetatitlán de Antonio Carvajal	4	0.53	434	0.46	109
Atlangatepec	1	0.13	176	0.19	176
Apizaco	10	1.34	1,280	1.36	128
Chiautempan	13	1.74	1,218	1.29	94
Españita	1	0.13	41	0.04	41
Hueyotlipan	2	0.27	352	0.37	176
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	3	0.4	543	0.58	181
Contla de Juan Cuamatzi	6	0.8	701	0.74	117
Tepetitla de Lardizábal	3	0.4	543	0.58	181
Nanacamilpa de Mariano Arista	3	0.4	468	0.5	156
Nativitas	1	0.13	176	0.19	176
San Pablo del Monte	6	0.8	281	0.3	47
Santa Cruz Tlaxcala	1	0.13	41	0.04	41
Teolocholco	6	0.8	1,281	1.36	214
Tepeyanco	1	0.13	41	0.04	41
Tetla de la Solidaridad	29	3.88	4,029	4.27	139
Tetlatlahuca	1	0.13	176	0.19	176
Tlaxcala	7	0.94	837	0.89	120
Tlaxco	12	1.6	1,247	1.32	104
Tzompantepec	4	0.53	369	0.39	92
Xaloztoc	6	0.8	736	0.78	123
Papalotla de Xicohténcatl	20	2.67	3,250	3.44	163
Xicohtzinco	6	0.8	696	0.74	116
Yauhquemehcan	3	0.4	333	0.35	111
Zacatelco	4	0.53	299	0.32	75
La Magdalena Tlaltelulco	3	0.4	543	0.58	181



<b>Entidad/Municipio</b>	<b>Unidad Económica (UE)</b>	<b>%</b>	<b>Personal Ocupado (PO)</b>	<b>%</b>	<b>Tamaño promedio (PO/UE)</b>
Santa Cruz Quilehtla	2	0.27	502	0.53	251
Santa Isabel Xiloxotla	9	1.2	1,649	1.75	183
Total	748	100	94,408	100	126

Fuente: Directorio Nacional de Unidades Económicas, DENU E INEGI 2022. Nota: El Personal Ocupado se obtiene del valor medio del rango ordinal. El total de Unidades Económicas consideradas como grandes industrias corresponden a aquellas con más de 30 personas ocupadas.

El sector industrial tiene sus principales concentraciones de unidades económicas dentro de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala (ZMPT), que al ubicarse en el centro del país constituye un punto estratégico para la conexión entre las regiones del centro del país, conformando zonas de actividad de servicio y creando nodos industriales. Por ello, la industria es clave para el crecimiento económico de la región.

Este sector contaba en el 2022 (según cifras del DENU E 2022) con un total de 27,210 unidades económicas, de las cuales 748 conforman las grandes industrias (UE mayores a 30 personas ocupadas). Este tipo de industria mayoritariamente se encuentra concentrada en parques industriales, que de acuerdo con información de la Asociación Mexicana de Parques Industriales (Industriales, 2023), en Puebla se pueden mencionar: el Parque Industrial Puebla 2000 (ubicado en el municipio de Puebla y que agrupa 59 empresas), el Parque Industrial FINSA (ubicado en el municipio de Cuautlancingo, con 35 empresas,) y Ciudad Textil (que aloja a 28 empresas, y está ubicado en el municipio de Huejotzingo); y en Tlaxcala se pueden mencionar, el Parque Industrial Ciudad Xicoténcatl I (con 57 empresas, ubicado en el municipio de Tetla de la Solidaridad), e Ciudad Industrial Xicoténcatl III (con 21 empresas, ubicado en el municipio de Tlaxco).

Cuadro 3.40. Parques industriales en la Región Alto Atoyac

<b>Municipio</b>	<b>Parque</b>	<b>Empresas</b>
Puebla	Puebla 2000	59
Cuautlancingo	Parque Industrial FINSA Puebla	35
Huejotzingo	Textile City	28
Huejotzingo	San Miguel	13
San Martín Texmelucan	Área 1	7
Huejotzingo	Vesta Park Puebla I	6
Huejotzingo	Anexo 4 Industrial Park	6
Huejotzingo	El Carmen Industrial Park	5
Cuautlancingo	Bralemex Industrial Park	1
Puebla	Chachapa Industrial Park	
Cuautlancingo	Grupo Alas	





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Municipio</b>	<b>Parque</b>	<b>Empresas</b>
Coronango	Parque Industrial Ocotlán	
Tetela de la Solidaridad	Industrial City Xicoténcatl I	57
Tlaxco	Industrial City Xicoténcatl III	21
Total		238

Fuente: Elaboración propia DOE, con información de la Asociación Mexicana de Parques Industriales. Datos obtenidos de DataMÉXICO. Consulta: 19/01/2023.

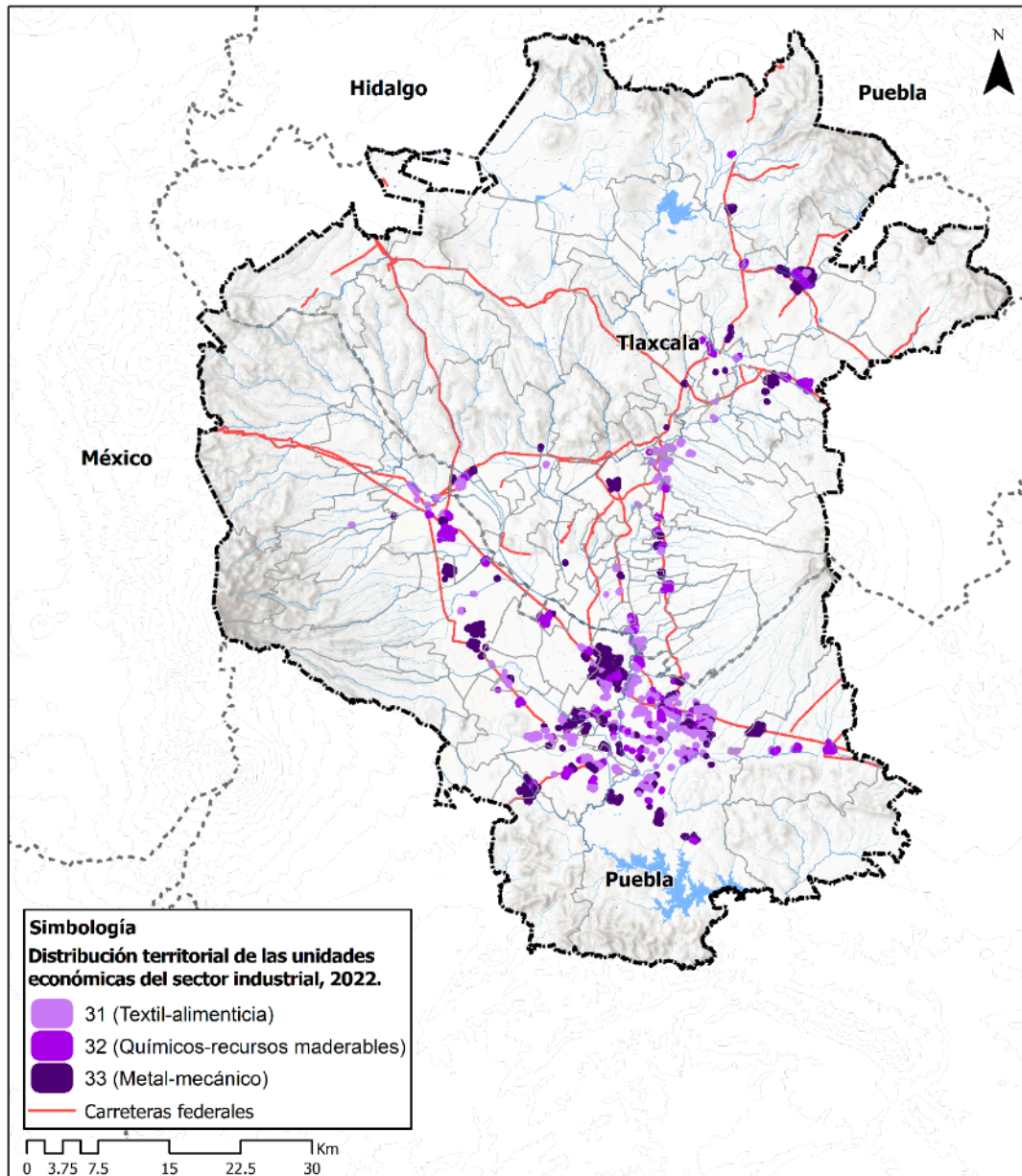
En el municipio de Puebla se localiza el mayor número de parques y zonas industriales de la región. Concentra el 52% de las industrias, porcentaje representado por 300 unidades económicas. En orden de importancia, Cuautlancingo y Huejotzingo, se ubican en segundo y tercer lugar, ya que registran 95 y 43 UE, respectivamente.

Como se ve en el cuadro 3.40, el número de empresas (reportadas por fuentes oficiales) es menor que las 748 clasificadas como grandes industrias, según el personal ocupado registrado en el DENUÉ 2022. En los parques industriales solo se concentra el 32 % del total de las UE industriales registradas por el INEGI. El resto se distribuyen en municipios colindantes o bien se localizan en zonas con acceso a la extensa red de comunicaciones (10,242 km de carretera). Situación que ha permitido a este sector, desarrollar una dinámica importante en la actividad económica y una amplia generación de flujos de personas y mercancías.

El municipio de Puebla reafirma su primacía al contar con la ciudad más poblada del estado, así como de la zona metropolitana, por ende, es un concentrador de actividad económica –se encuentran más de la mitad unidades económicas del estado–; además de ser el municipio que alberga la mayor cantidad de unidades de toda la región. Éstas se concentran principalmente cerca de los municipios con quienes comparte delimitación como San Andrés Cholula, San Pedro Cholula, Cuautlancingo y partes de Tenancingo, así como de Amozoc.



Mapa 3.21. Distribución territorial de las unidades económicas del sector industrial, 2022



Fuente: INEGI (2022). Directorio Nacional de Unidades Económicas.

La superficie agregada para usos industriales de los municipios de Puebla y Cuautlancingo, asciende a 611.2 ha cifra que representa el 53.31% de las 1,144.4 ha ocupadas por usos industriales; es decir, poco más de la mitad de suelo ocupado por usos industriales se concentra en dos municipios (cuadro 3.41). Pero, al sumar las aportaciones de los municipios de Tetla de la Solidaridad (8.11 %), Huejotzingo (7.28 %) y Papalotla de Xicohténcatl (3.98 %); el porcentaje de Puebla y Cuautlancingo representa el 72.68 % de la superficie industrial en la región calculada al año 2016.



Cuadro 3.41. Distribución porcentual de la superficie ocupada por grandes industrias, Alto Atoyac 2022

Municipio	Superficie (ha)			Porcentaje municipal*			Porcentaje regional**	
	31	32	33	31-33	31	32	33	31-33
Acajete	2			2	100	0	0	0.18
Amozoc	2.4	12.8		15.2	15.9	84.1	0	1.33
Apetatitlán de Antonio Carvajal	3.6	0.4	0.2	4.2	87.25	8.78	3.96	0.36
Apizaco	5.2	4.7	0.3	10.2	51.18	45.89	2.93	0.89
Atlangatepec		4.2		4.2	0	100	0	0.36
Chiautempan	9.9			9.9	100	0	0	0.86
Contla de Juan Cuamatzi	12.1			12.1	100	0	0	1.05
Coronango	13.3	1.1	25	39.4	33.85	2.67	63.48	3.43
Cuatlancingo	18.8	43	235.7	297.5	6.31	14.46	79.23	25.95
Huejotzingo	0.9	10.6	71.9	83.5	1.12	12.7	86.18	7.28
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros			5.7	5.7	0	0	100	0.49
Juan C. Bonilla	3.6	0.5	3.3	7.4	48.38	6.57	45.05	0.64
La Magdalena Tlaltelulco	1.6	11.1		12.6	12.38	87.62	0	1.1
Ocoyucan			1.9	1.9	0	0	100	0.16
Panotla	0.3			0.3	100	0	0	0.03
Papalotla de Xicohténcatl	23.7	21.9		45.6	51.96	48.04	0	3.98
Puebla	178.7	52.1	82.9	313.7	56.98	16.61	26.41	27.36
San Andrés Cholula	10.3	4.3	4.6	19.1	53.71	22.38	23.91	1.67
San Gregorio Atzompa		0.9	17	17.9	0	5.08	94.92	1.56
San Martín Texmelucan	12.7	24.9	3	40.6	31.25	61.46	7.28	3.54
San Miguel Xoxtla		1.3	0	1.4	0	96.36	3.64	0.12
San Pablo del Monte	0.6			0.6	100	0	0	0.06
San Pedro Cholula	9.1	3.8	6	18.9	48.17	20.19	31.64	1.65
San Salvador el Verde	0.3		0.6	0.9	36.47	0	63.53	0.08
Santa Cruz Quilehtla			5.5	5.5	0	0	100	0.48
Santa Cruz Tlaxcala	0.3			0.3	100	0	0	0.02
Santa Isabel Xiloxotla	2.5	3	3.6	9.1	27.3	32.73	39.97	0.79
Teolocholco	2.6	3.9	0.6	7.1	37.27	54.57	8.15	0.62
Tepetitla de Lardizábal	11.8	10.1	2.3	24.2	48.93	41.64	9.42	2.11
Tetla de la Solidaridad	7.3	25.7	60	92.9	7.83	27.67	64.51	8.11
Tetlatlahuca			0.3	0.3	0	0	100	0.03



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Municipio	Superficie (ha)			Porcentaje municipal*			Porcentaje regional**	
	31	32	33	31-33	31	32	33	31-33
Tlaxcala	2.5		4.8	7.2	34.25	0	65.75	0.63
Tlaxco	1.4	3.3	4.5	9.2	15.05	35.54	49.41	0.8
Tzompantepec			7.5	7.5	0	0	100	0.65
Xaloztoc		7.8		7.8	0	100	0	0.68
Xicohtzinco	0.7	6.7		7.4	9.61	90.39	0	0.64
Yauhquemehcan		0.3	1.9	2.3	0	15.44	84.56	0.2
Zacatelco	0.9		0.3	1.2	78.2	0	21.8	0.11
Total (municipios con industria)	337.1	258.2	549.1	1,144.4 0	29.46	22.56	47.98	100

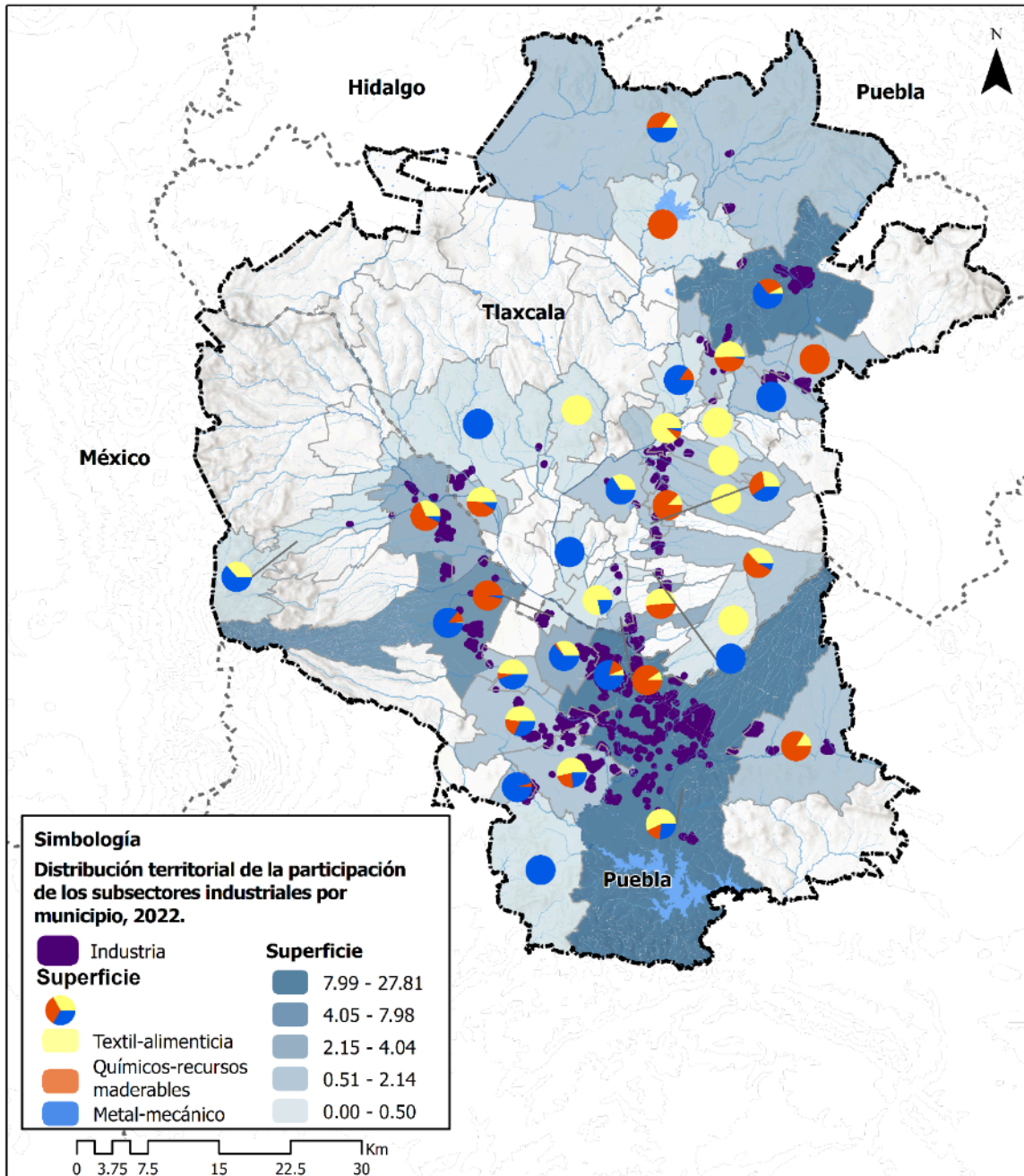
Fuente: Elaboración según mediciones de la "Detección de suelo industrial del sector 31, 32 y 33 con ocupación de más de 30 personas de las 100 Ciudades más grandes del Sistema Urbano Nacional (SUN 2015) por población". IDEGEO-CentroGeo. Disponible: <https://idegeo.centrogeo.org.mx/interactive/layers#>. Nota: \*distribución porcentual de la superficie industrial por sector al interior del municipio; \*\*distribución porcentual con respecto a la superficie total de municipios con presencia de industria de los sectores 31, 32 y 33. Sectores considerados: 31 Elaboración de alimentos, confección de productos textiles y derivados del cuero. 32 fabricación de productos derivados de la madera, del petróleo, productos químicos y concretos. 33 fabricación de productos metalmecánicos. 31-33 Industria Manufacturera.

La industria del sector 33 (Fabricación de productos metalmecánicos), es el que ocupa la mayor superficie, ya que representa el 47.98%; seguido del sector 31 (Elaboración de alimentos, confección de productos textiles y derivados del cuero), que aporta el 29.46% y por último, el sector 32 (Fabricación de productos derivados de la madera, del petróleo, productos químicos y concretos), ocupando el 22.56% de las ha industriales.





Mapa 3.22. Distribución territorial de la participación de los subsectores industriales por municipio, 2022



Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022

De las actividades industriales que los asistentes a los talleres participativos señalaron como generadoras de efectos perjudiciales al ambiente, se encuentran las ladrilleras, la producción alfarera y aquellas que afectan directamente a la calidad del agua principalmente del río Atoyac, vinculadas a la producción textil, reconocidas como “lavadoras de mezclilla”.



Las primeras se definen con base en el SCIAN2018 de la siguiente manera: unidades económicas dedicadas principalmente (u.e.d.p.) a la fabricación de artículos de alfarería, porcelana, loza, muebles y accesorios de baño, y de productos para la construcción a base de arcillas refractarias o no refractarias y de productos refractarios arcillosos y no arcillosos. Incluye también: u.e.d.p. a la obtención de arcilla integrada con la fabricación de productos terminados, y a la fabricación de cemento y mortero refractarios.

Las ladrilleras se concentran en un 96.21% en San Pedro Cholula, Coronango y Juan C. Bonilla; sumando en total 1,752 unidades económicas; municipios que también concentran el 66.79% del personal ocupado de este sector. En Ixtacuixtla de Mariano Matamoros y Amozoc, con predominio de fábricas de alfarería, porcelana y loza.

Cuadro 3.42. Distribución de la industria textil, relacionada el tratamiento y acabado de telas y prendas de vestir, 2022

Municipio	Unidades Económicas		UE	Personal Ocupado		PO
	Fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza	Fabricación de ladrillos, muebles de baño, azulejos y losetas		Fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza	Fabricación de ladrillos, muebles de baño, azulejos y losetas	
San Pedro Cholula	17	1,059	1,076	74	3,758	3,832
Coronango		534	534		1,700	1,700
Juan C. Bonilla	2	159	161	6	537	543
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	114		114	362		362
Amozoc	76	4	80	256	106	362
Tzompantepec	53	1	54	177	3	180
San Pablo del Monte	51	2	53	316	6	322
Puebla	41	8	49	197	80	277
Españita	21		21	91		91
San Martín Texmelucan	8	9	17	29	27	56
Tlaxcala	1	10	11	3	48	51
Tlaxco	2	7	9	6	26	32
San Andrés Cholula	5	4	9	43	12	55
Papalotla de Xicohtécatl	2	3	5	6	578	584
Cuatlancingo		3	3		14	14
Huejotzingo		3	3		257	257
La Magdalena Tlaltelulco		3	3		505	505
Tlahuapan	1	2	3	3	6	9
Tlaltenango		2	2		6	6



Municipio	Unidades Económicas		UE	Personal Ocupado		PO
	Fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza	Fabricación de ladrillos, muebles de baño, azulejos y losetas		Fabricación de artículos de alfarería, porcelana y loza	Fabricación de ladrillos, muebles de baño, azulejos y losetas	
Apizaco		2	2		6	6
Tepetitla de Lardizábal		2	2		254	254
San Damián Texóloc	2		2	6		6
Chiautempan		1	1		21	21
Teolocholco		1	1		176	176
Tetla de la Solidaridad		1	1		251	251
Yauhquemehcan		1	1		3	3
San Matías Tlalancaleca	1		1	3		3
San Salvador el Verde	1		1	3		3
Tenancingo	1		1	3		3
Totolac	1		1	3		3
Zacatelco	1		1	3		3
Total	401	1,821	2,222	1,590	8,380	9,970

Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022.

Las lavadoras de mezclilla son descritas como unidades económicas dedicadas principalmente al acabado de fibras, hilados, hilos, telas y prendas de vestir (textiles que son propiedad de terceros), mediante procesos como blanqueado, endurecimiento, mercerizado, calandrado, plisado, perchado, sanforizado, estampado y teñido. Incluye también: u.e.d.p. el acabado de fibras, hilados, hilos, telas y prendas de vestir mediante procesos como blanqueado, endurecimiento, mercerizado, calandrado, plisado, perchado, sanforizado, estampado y teñido, a partir de productos comprados.

De acuerdo con el DENUE 2018, el número de establecimientos es de 57 con un personal ocupado de 1,875 empleados. Los cinco municipios en los que tienen mayor presencia son: Puebla, Huejotzingo, Tepetitla de Lardizábal, Papalotla de Xicohténcatl, y San Pedro Cholula (ver cuadro 3.43). Vale la pena mencionar que las opiniones obtenidas en los talleres participativos manifestaron la existencia de múltiples “mezclilleras” familiares (que no son registradas por el DENUE) ubicadas en localidades rurales de los municipios de Huejotzingo, San Salvador el Verde, Tepetitla de Lardizábal, Tlaxco y maquila de calcetas en Tlahuapan.



Cuadro 3.43. Distribución de la industria textil, relacionada el tratamiento y acabado de telas y prendas de vestir, 2022

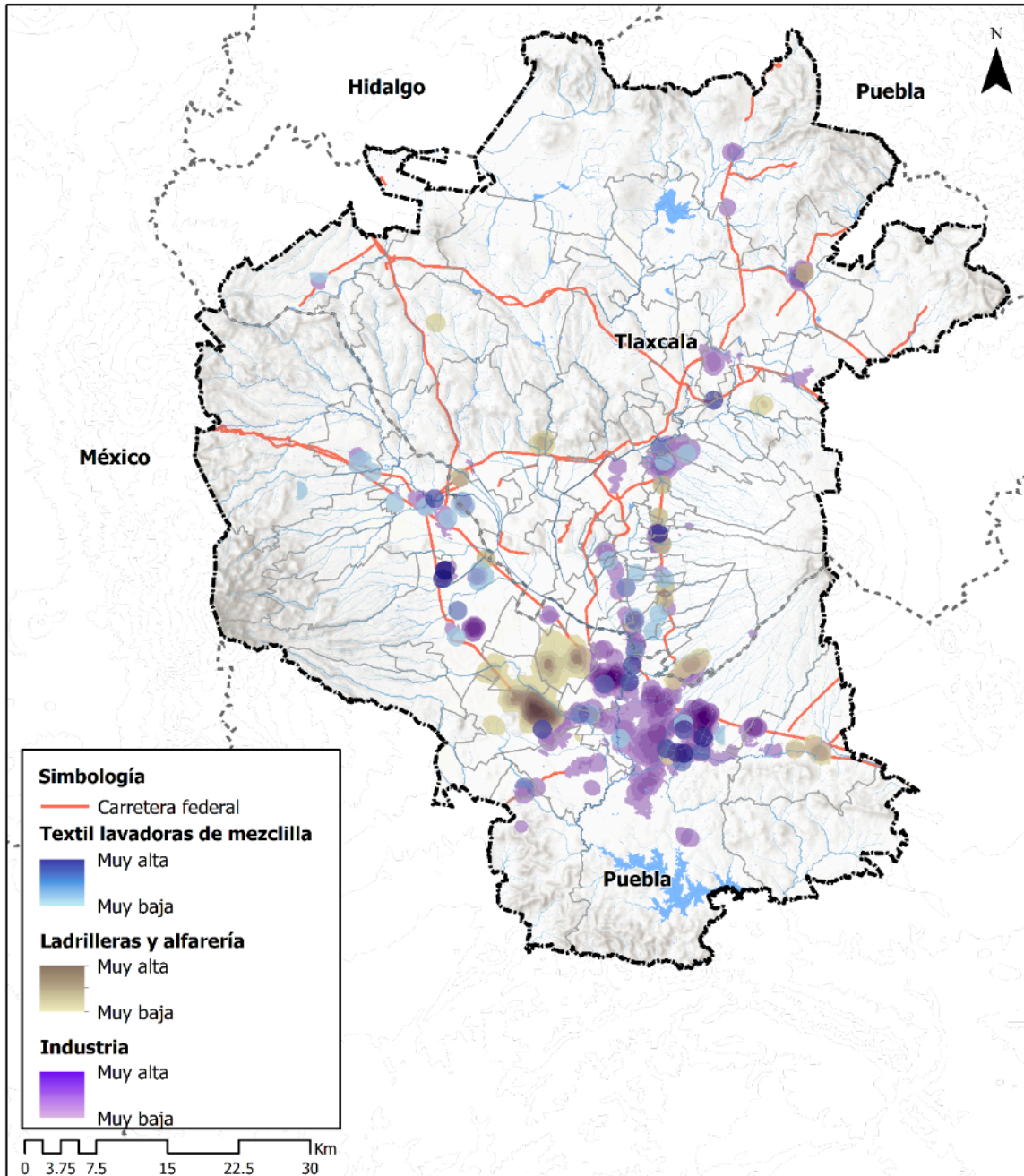
Municipio	Unidad Económica	Personal Ocupado
Puebla	12	768
Huejotzingo	9	471
Tepetitla de Lardizábal	6	23
Papalotla de Xicohténcatl	5	56
San Pedro Cholula	4	113
San Martín Texmelucan	2	44
Santa Cruz Quilehtla	2	6
San Martín Texmelucan	2	11
San Matías Tlalancaleca	2	6
Apetatitlán de Antonio Carvajal	1	21
Apizaco	1	76
Chiautempan	1	3
Contla de Juan Cuamatzi	1	3
Cuatlancingo	1	41
Nanacamilpa de Mariano Arista	1	3
Papalotla de Xicohténcatl	1	3
San Gregorio Atzompa	1	21
San Lorenzo Axocomanitla	1	3
San Salvador el Verde	1	3
Santa Isabel Xiloxotla	1	176
Tlahuapan	1	3
Zacatelco	1	21
Total	57	1875

Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022.





Mapa 3.23. Concentración territorial de las actividades industriales, textiles y ladrilleras



Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022.

Sobre el manejo de los residuos derivados de la actividad industrial, se cuenta con la información expresada en la síntesis de la recomendación de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) 10/2017; documento que señala la problemática del manejo de residuos líquidos provenientes de la industria manufacturera. Para el tratamiento de dichas descargas en el mismo documento se señala que en el año 2005 y



2011 se difundieron dos planes para el saneamiento de los ríos Atoyac y Zahuapan. Derivado de estos, se realizaron inversiones millonarias para la construcción de plantas de tratamientos de aguas residuales, las cuales no funcionaron o solamente operaron parcial y temporalmente, para después ser abandonadas (CNDH, 2017).

En el mismo documento, se relatan las acciones de inspección que realizó la CONAGUA (CONAGUA, 2016) (CONAGUA, 2016)<sup>10</sup> entre el año 2005 al 2015. En Puebla se realizaron 43 visitas de inspección, de las que 27 derivaron en procedimientos administrativos por descarga de aguas residuales (7 municipales y 20 industriales). Paralelamente en Tlaxcala se realizaron 12 visitas de verificación, de las que 10 derivaron en procedimientos por descarga de aguas residuales (7 municipales y 3 industriales) (CNDH, 2017 pp. 14).

A partir de estos datos y de otros más, la CNDH concluye que las causas principales de la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes son:

- La descarga de aguas residuales municipales e industriales sin previo tratamiento.
- La mala disposición y recolección de los residuos sólidos.
- La creciente expansión demográfica e industrialización desordenada de la región.
- Los cuerpos de agua reportan contaminantes químicos y biológicos provenientes de aguas residuales industriales.
- La contaminación rebasa los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la normatividad ambiental (CNDH, 2017 pp. 19).

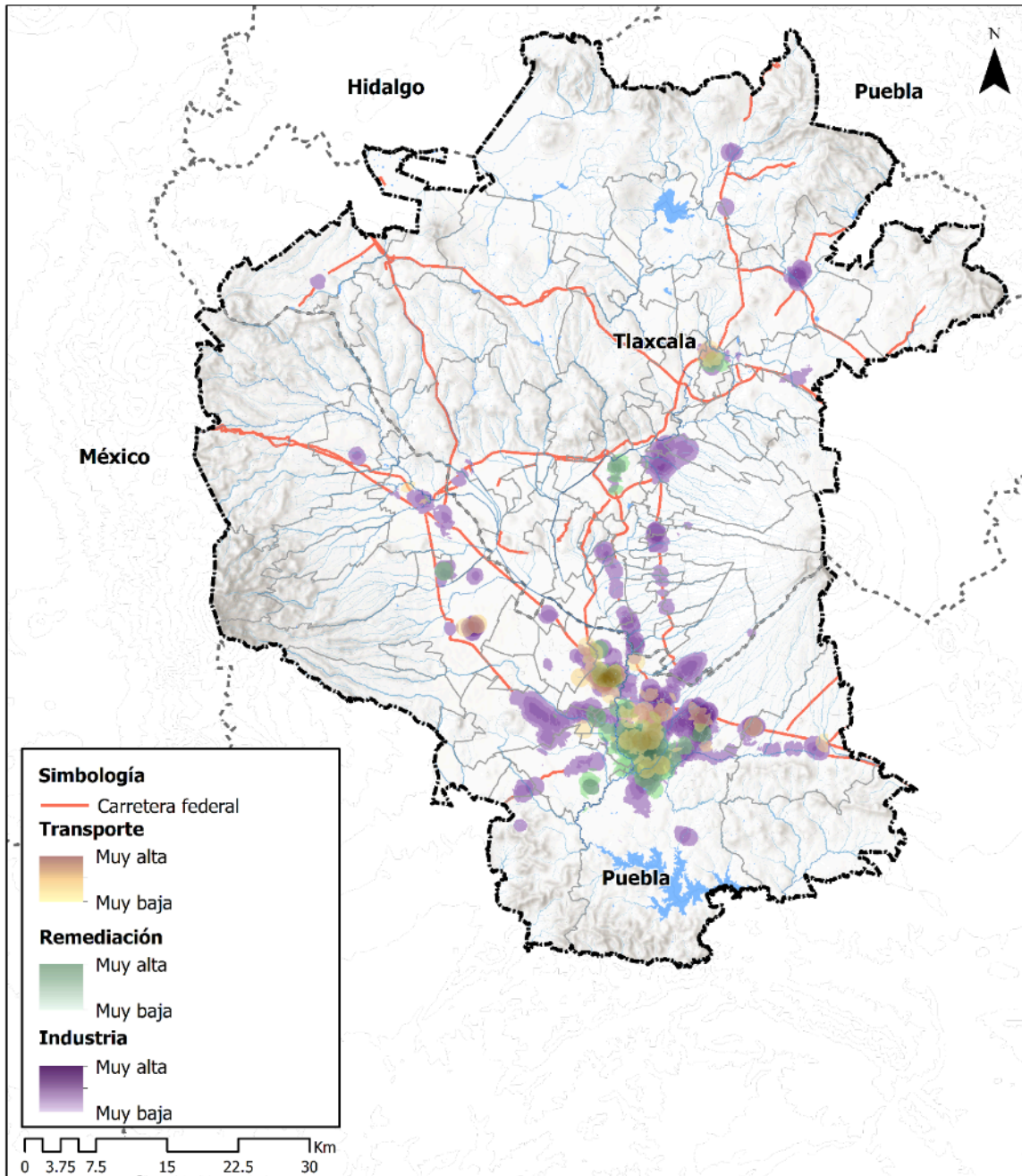
Por último, la situación se agrava porque la SEMARNAT presenta el mapa que muestra la capacidad instalada autorizada para manejar residuos peligrosos por entidad federativa, 2016; mapa que ubica a Puebla y Tlaxcala como entidades que no tienen capacidad para manejar residuos peligrosos; es decir, no cuentan con las instalaciones autorizadas para almacenarlos temporalmente.

---

<sup>10</sup> Comisión Nacional del Agua, Gobierno de México.



Mapa 3.24. Concentración territorial de las actividades relacionadas con la industria: Transporte de carga y servicios de remediación y apoyo a los negocios.



Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022.

La actividad de este sector, además de lo que ya se ha mencionado, ha generado altos consumos de energía eléctrica y variaciones que se pueden atribuir a tres factores en el contexto de los asentamientos humanos: 1) las relacionadas con el aumento de las actividades económicas entre ellas las manufacturas e incremento de equipos de uso personal que requieren energía (usuarios y sus actividades); 2) las relacionadas con el





aumento de población y de superficie construida; y 3) aquellas relacionadas con la adaptabilidad del edificio a las condiciones climáticas del sitio (diseño y construcción) (Huelsz, 2010).

Al respecto, según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para el año 2050, la población mundial crecerá en un 35% respecto a la población del 2010. Esto provocará incrementos en la vivienda en un 68%, y en el volumen edificado para la fabricación de productos y servicios en un 70%. Así, la superficie construida se estima que aumentará en un 76% y, por lo tanto, el consumo de energía también lo hará en un 49% (Cuchí, 2014). Si continúa la generación de energía basada en los combustibles fósiles, ocasionará el aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, particularmente en los países en vías de desarrollo.

En la región, de acuerdo con los datos del DENU 2021 se localizan 11 subestaciones generadoras de energía eléctrica, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Este tipo de infraestructura utiliza combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica y se ubican en ocho municipios del estado de Puebla y dos en Tlaxcala. En el municipio de Puebla se localizan 4 y en los siguientes municipios albergan por lo menos una: Amozoc, Cuautlancingo Huejotzingo, San Martín Texmelucan, San Pedro Cholula; y en el estado de Tlaxcala en Chiautempan y Yauhquemehcan. En algunos casos se localizan en zonas cercanas a las concentraciones industriales; sin que ello represente un criterio determinante.

En este contexto, las instalaciones industriales representan un potencial para la implementación de alternativas energéticas, que contribuyan en la disminución de los consumos de combustibles fósiles y en la producción de CO<sub>2</sub>. Algunos planteamientos consideran que es posible mediante una serie de acciones que permitan abatir parte de los impactos, a través de: 1) cambio en las fuentes energía a base de combustibles fósiles, por energías renovables, 2) implementar estrategias de eficiencia energética en las edificaciones (Cuchí, 2014). Además, de incrementar las áreas verdes al interior de los asentamientos humanos, como medidas de mitigación de CO<sub>2</sub>. En este apartado (caracterización) se considera que la implementación de estrategias de eficiencia energética es posible plantearlas en las cubiertas de las edificaciones industriales. Esta superficie asciende a 1,146.36 ha de cubierta, lo que representa un potencial que debe ser aprovechado.

Sin duda cada vez surgen más alternativas encaminadas a disminuir y mitigar los impactos ambientales y, en este instrumento, no es la excepción. Como parte del





apartado de caracterización, se señala como una alternativa (que deberá ser desarrollada a detalle en el apartado de diagnóstico, el tipo de instalación, degradación y pérdida de eficiencia), la superficie disponible de azoteas de las edificaciones industriales, para la instalación de paneles fotovoltaicos. Considerando un panel estándar (capa delgada de 1.7m<sup>2</sup>) podría generar el 72.5% la energía que necesita un edificio, siempre y cuando se utilizara el cien por ciento de su cubierta.

Si se utilizara el 100 % de las cubiertas industriales para instalar paneles, se tendría una generación de energía renovable cercana a 11.7 millones de kWh; que se podría distribuir entre las 748 grandes industrias con un promedio de 15.635 kWh/m<sup>2</sup>-año. Cifra aproximada, calculada con base en Calixto-Aguirre y Huelz, consumo energético promedio de un edificio en México es de hasta 300 kWh/m<sup>2</sup>-año (Calixto-Aguirre, 2018).

Por lo antes mencionado, este subsector en un futuro se puede convertir en importante, no solo por la derrama de su actividad; sino por los beneficios y mitigaciones de los impactos ambientales presentes en la región. El tema no se agota y se considera que debe ser analizado en el apartado de diagnóstico de este instrumento.

#### Social (urbano-rural)

El sector social incluye aquellas zonas netamente urbanas y aquellas localidades rurales con menos de 2,500 habitantes. Respecto al Sistema Urbano Nacional 2018 (SUN), en la región se localiza la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, considerando 37 municipios exceptuando a los municipios de Tepatlaxco de Hidalgo y Acajete; la Zona Metropolitana de Tlaxcala-Apizaco conformada por 19 municipios, de los cuales queda fuera de la región Tocatlán; y el municipio de Tlaxco considerado como Centro de Población. El SUN refleja en gran medida la complejidad socioterritorial de la región, en términos de análisis territorial urbano-rural.

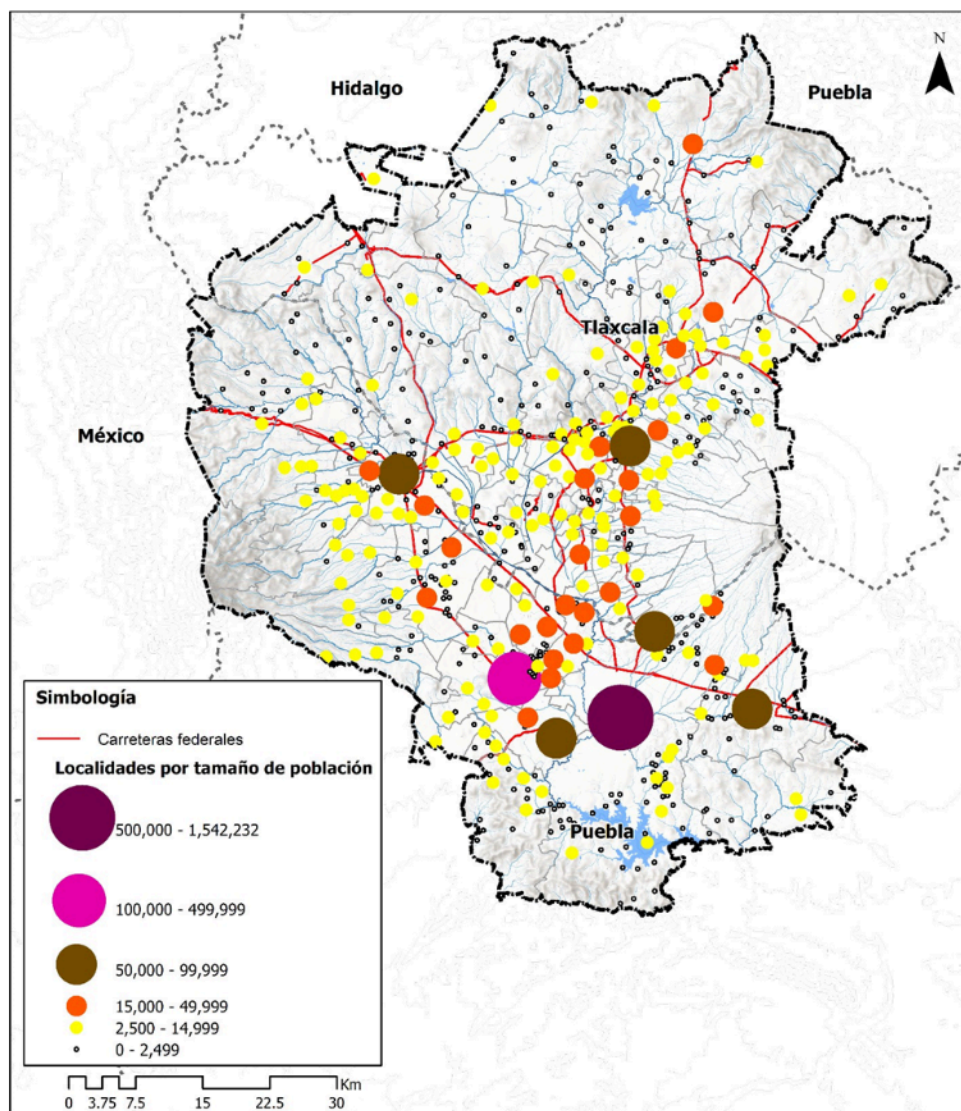
Para identificar el sistema urbano dentro de la región, se esquematiza la jerarquía de localidades urbanas y rurales, (ver Mapa 34) tomando como criterio el volumen de población censal del año 2020. La región cuenta con 580 localidades, de las cuales 381 corresponden a localidades rurales con menos de 2,500 habitantes y 199 consideradas como urbanas. De las urbanas el 84.4% corresponden a localidades mayores a 2,500 y menores a 15,000 habitantes; 24 ubicadas en el rango de 15,000 a 50 mil; 5 localidades con población mayores a los 50 mil y menores de 100 mil; 1 entre los 100 mil y los 500 mil habitantes; y una localidad que supera los 500 mil habitantes. La ciudad de Puebla es la que se ubica como la principal concentración urbana de la región, seguida de Cholula de Rivadavia en el municipio de San Pedro Cholula y en tercer lugar las ciudades de San



Bernardino Tlaxcalancingo en San Andrés Cholula; Amozoc de Mota en Amozoc; San Martín Texmelucan de Labastida en San Martín Texmelucan; Ciudad de San Pablo del Monte en San Pablo del Monte y Santa Ana Chiautempan en el municipio de Chiautempan.

El sistema vial en la Región es un elemento importante debido a que permite la interacción entre los núcleos urbanos de mayor población. La vialidad regional ha contribuido al desarrollo urbano de las principales centralidades; a la vez que permite el traslado de mercancías y la movilidad de personas intra e interestatal.

Mapa 3.25. Jerarquía de localidades por tamaño de población



Fuente: INEGI, ITER, 2020.



La distribución de los usos actuales del suelo estimados en las localidades urbanas, siguen la siguiente proporción: habitacional el 74.40%, el habitacional mixto 5.14%, comercial y de servicios 0.49%, industria 1.14%; equipamiento el 4.19%; la vialidad y espacios abiertos 14.37% y las áreas verdes 0.28%.

Cuadro 3.44. Participación porcentual de los usos del suelo en localidades urbanas y rurales, 2020

<b>Localidad</b>	<b>Uso del Suelo Estimado</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Urbana	Habitacional	80,718.76	74.4
	Habitacional Mixto	5,575.93	5.14
	Equipamiento	4,543.33	4.19
	Comercio y Servicios	530.85	0.49
	Industria	1,236.58	1.14
	Área Verde	303.83	0.28
	Vialidad y Espacio Abierto	15,587.74	14.37
	Superficie urbana	108,497.01	100
Rural	Habitacional	2,071.01	14.27
	Equipamiento	10.46	0.07
	Industria	201.46	1.39
	Agrícola	12,241.07	84.33
	Superficie rural*	14,514.97	100

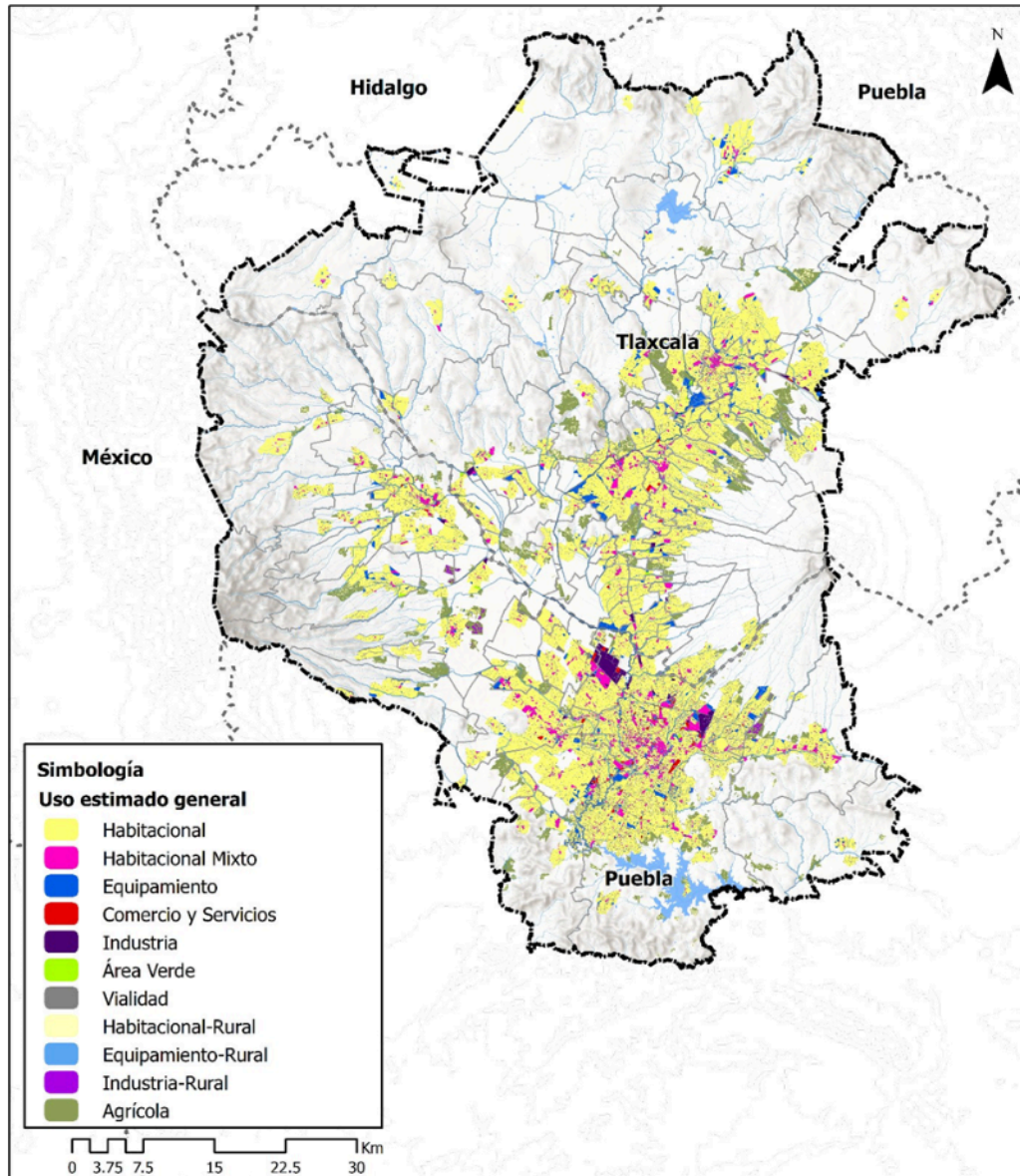
Fuentes: Elaboración con base en datos obtenidos de INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022, Marco Geoestadístico Nacional, 2020 e ITER, 2020. Notas: \*Superficie en localidades clasificadas por el INEGI como rurales (<2,499 habitantes).

En las localidades rurales, se observa que la superficie de uso agrícola tiene la mayor representatividad, con más de 80 por ciento; el habitacional es un poco más del 14%; la industria el 1.4% y tan solo el 0.07% corresponde a equipamiento. La anterior distribución refleja en parte las bajas densidades habitacionales, el predominio de las actividades primarias; presencia de equipamiento mínimo básico y presencia del sector industrial como influencia de la dinámica económica regional.





Mapa 3.27. Uso estimado del suelo urbano



Fuente: IDEGEO-CentroGeo, 2016.

De acuerdo con los datos obtenidos del portal agua para todos (aguaparatos, 2020) de las concesiones vigentes al año 2019, existen en total 2,550 aprovechamientos, de los cuales 2,339 corresponden a fuentes subterráneas y 211 a aguas superficiales. De manera similar, el mayor volumen disponible también es de fuentes subterráneas, en comparación con las superficiales (cuadro 3.45).

La distribución de los caudales de aguas superficiales, mayormente son utilizadas para actividades relacionadas con la generación de energía eléctrica, seguida de la agricultura y el uso público urbano (equipamientos, áreas verdes e instalaciones del





sector público). Este uso, también se posiciona en el primer lugar en la distribución de agua subterránea, ocupando más de la mitad de la disponibilidad total. El uso agrícola dispone de casi la tercera parte del caudal total y el uso industrial poco más del 11%. Estos tres usos utilizan el 96% del caudal subterráneo en la región; haciendo que el uso doméstico sea el de menor disponibilidad.

Al observar la distribución de los caudales disponibles al interior de cada uso o actividad, observamos que las fuentes subterráneas aportan los mayores caudales, excepto, para las actividades de acuicultura, que usan agua de fuentes superficiales.

Cuadro 3.45. Distribución porcentual del volumen disponible por uso. Concesiones vigentes al 2019

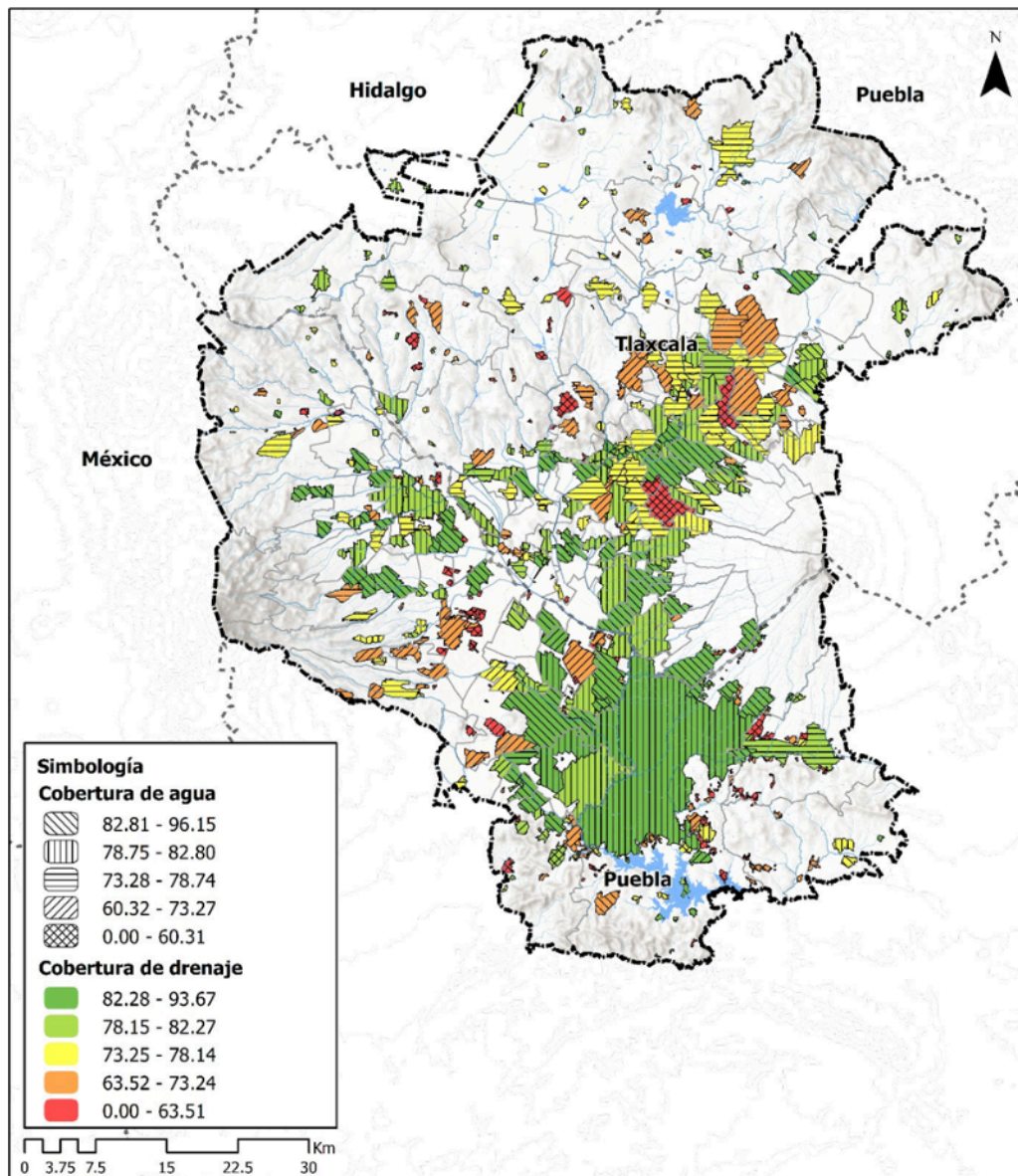
Uso o actividad	Superficial		Subterránea		Total		% Superficial	% Subterránea
	m <sup>3</sup> /Año	%	m <sup>3</sup> /Año	%	m <sup>3</sup> /Año	%		
Agrícola	31,529,874	12.66	115,243,778	29.12	146,773,652	22.76	21.48	78.52
Pecuario	2,270	0	292,115	0.07	294,385	0.05	0.77	99.23
Acuicultura	10,148,285	4.08	68,379	0.02	10,216,664	1.58	99.33	0.67
Industrial	530,152	0.21	45,446,786	11.48	45,976,938	7.13	1.15	98.85
Doméstico			10,917	0.003	10,917	0.002	0	100
Público urbano	29,454,462	11.83	219,655,053	55.5	249,109,516	38.63	11.82	88.18
Servicios	2,589,000	1.04	9,269,342	2.34	11,858,342	1.84	21.83	78.17
Diferentes usos	1,445,203	0.58	5,808,600	1.47	7,253,802	1.12	19.92	80.08
Generación de energía eléctrica	173,292,240	69.6			173,292,240	26.88	100	0
<b>Total</b>	<b>248,991,485</b>	<b>100</b>	<b>395,794,969</b>	<b>100</b>	<b>644,786,455</b>	<b>100</b>	<b>38.62</b>	<b>61.38</b>

Fuente: Según datos obtenidos de agua para todos (2019). Disponible en: <http://datos.aguaparatodos.org.mx/concesiones/>

En cuanto a la cobertura de los servicios básicos, los sistemas de agua potable y drenaje representan el 78.98 y 79.82% respectivamente del total de las viviendas regionales. De las 580 localidades (urbanas y rurales) el 20% corresponden a localidades con una cobertura de infraestructura de agua por debajo del 60%. 88 localidades están por debajo de este parámetro en cuanto a cobertura de drenaje. Para ambos casos el mayor déficit se localiza territorialmente en localidades pequeñas, fuera y alejadas de las áreas urbanas de mayor tamaño y consolidación (Mapa 3.27).



Mapa 3.27. Cobertura de infraestructura en la vivienda de agua potable y drenaje



Fuente: ITER, INEGI 2020.

Una de las principales previsiones que ha señalado ONU-Habitat (ONU-Habitat, 2022) con relación a la población metropolitana, es que esta crecerá rápidamente. Las proyecciones del Reporte sobre el Estado Global de las Metrópolis de ONU-Habitat, muestran que el número de personas que vivirán en metrópolis en 2035 aumentará a 3.470 millones, representando el 39% de la población global para entonces. Casi mil millones de personas más habitarán las metrópolis durante la próxima década, impactando la economía, sociedades, medio ambiente, gobernanza, infraestructura y servicios en todo tipo de ciudades y regiones del mundo.



Para este organismo, las metrópolis no se definen solamente por su población, extensión o el número de jurisdicciones; sino por su geografía funcional. Así se propone el concepto de áreas urbanas funcionales (FUA); concepto relacionado con el de “ciudades naturales” (Miao, 2014)<sup>11</sup>. De las 125,861.84ha correspondientes a la superficie ocupada en la región por asentamientos humanos (localidades urbanas y rurales); 55,918.18ha. conforman la ciudad funcional o la FUA de la región. La cifra anterior que representa el 44.42% del territorio urbano y rural que cuenta con mayor inversión histórica realizada por los estados y municipios regionales en: equipamiento, infraestructura y servicios públicos (Mapa 3.28).

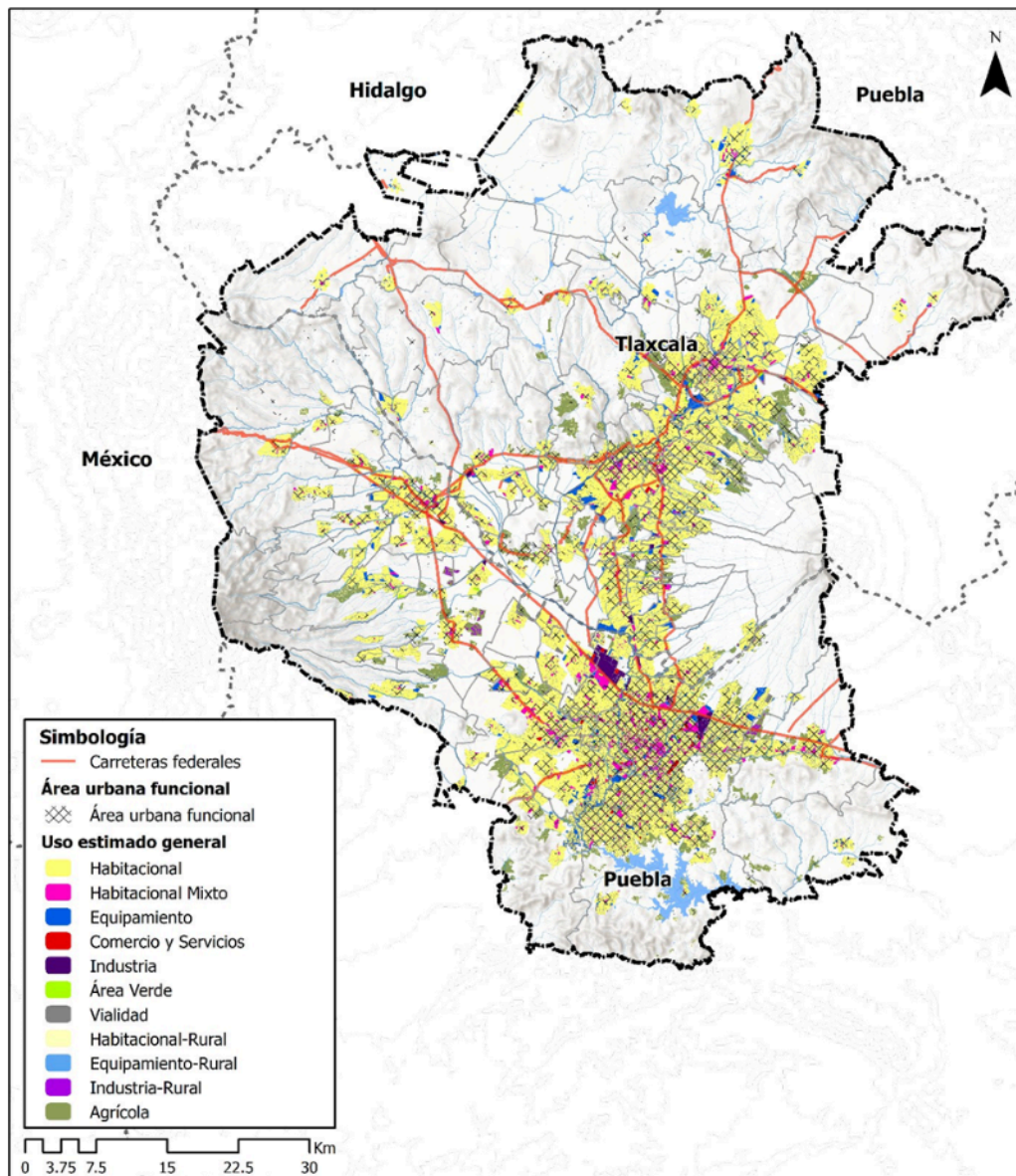
---

<sup>11</sup> Concepto que se refiere a eventos geográficos agrupados espacialmente, considerando las ubicaciones de los equipamientos, infraestructuras y servicios públicos. Se genera una red irregular triangulada, compuesta por los elementos antes mencionados y posteriormente se categorizan con base en el valor medio del logaritmo de las superficies. Ver (Miao, 2014).





Mapa 3.28. Área Urbana Funcional



Fuente: INEGI, Marco Geoestadístico Nacional, 2020. Capa del Sistema de Información Pública SIP. No incluye la categoría de tiempos.

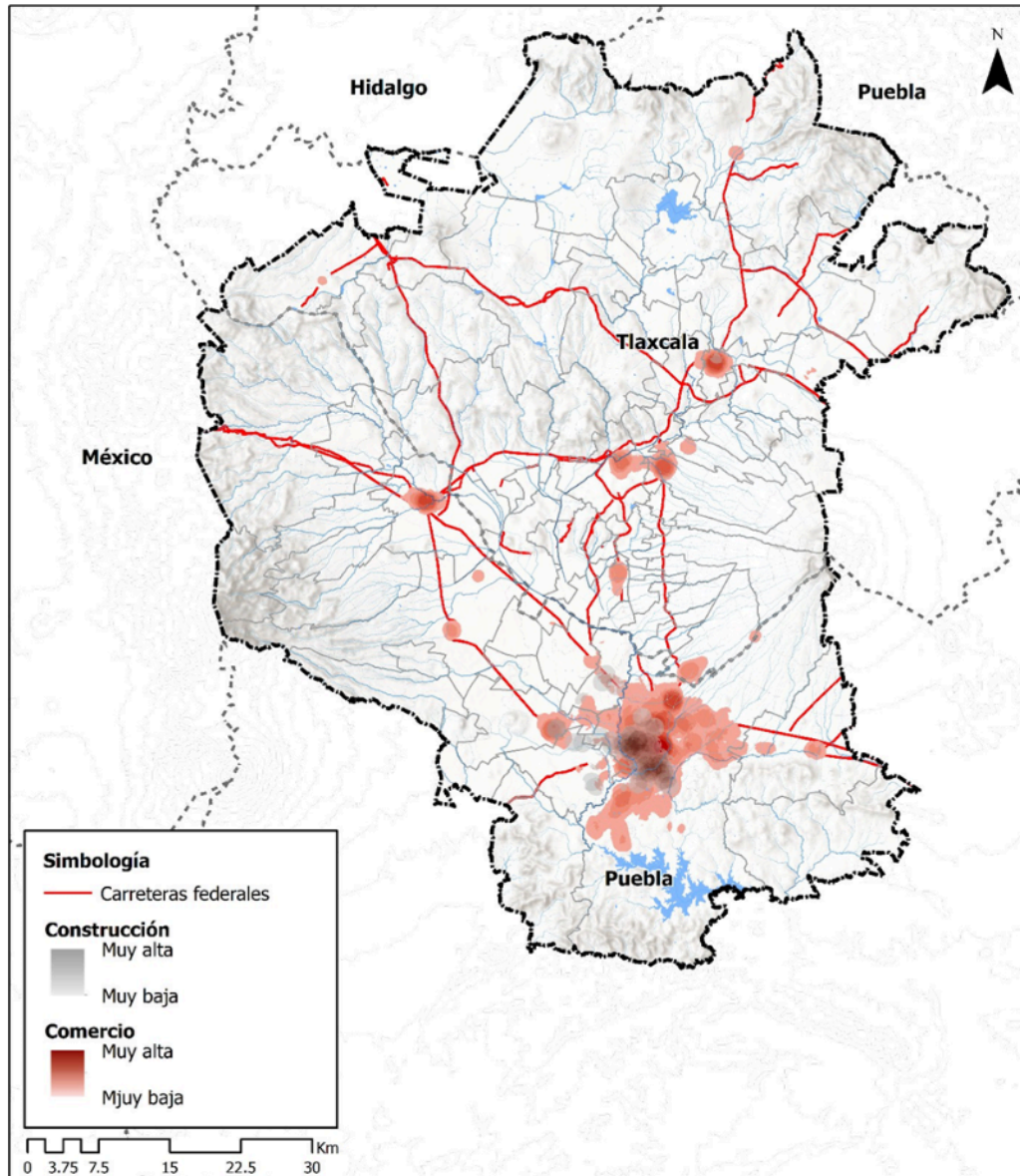
Con base en las aportaciones de los concurrentes a los talleres participativos, los sectores de comercio y de la construcción, resultan relevantes en la dinámica económica de las áreas urbanas de la región. Para el primero, se identifican a nivel regional que los centros de mayor peso se localizan en los municipios de: Puebla, Apizaco, Tlaxcala, Chiautempan, San Martín Texmelucan; en menor medida, en Zacatelco, San Pedro Cholula, Huejotzingo, Amozoc y Tlaxco.

Su localización corresponde en gran medida a las ubicaciones de sus principales ciudades, las cuales se hayan conectadas por las principales vías regionales.





Mapa 3.29. Concentración territorial de los sectores de la construcción y el comercio



Fuente: INEGI, Directorio Nacional de Unidades Económicas, 2022.

Paralelamente, las oficinas del sector de la construcción se localizan principalmente en los municipios de Puebla, San Andrés, San Pablo Cholula, Cautlancingo y Apizaco; mientras que sus áreas de actuación; pueden incluir predios baldíos intraurbanos, zonas con potencialidades e intensidades mayores a las actuales; o bien, en las áreas de reserva para el crecimiento urbano, definidas por los instrumentos de planeación urbana y/o territorial vigentes.



## Turismo

Se considera al turismo como una actividad que en los últimos años ha ocupado un lugar cada vez más estratégico en el desarrollo económico de muchos países, especialmente aquellos con economías emergentes. Algunos han desarrollado este sector de manera acertada, por lo que se avizora un fenómeno que comienza a cobrar una importancia fundamental en el futuro de la economía global, nacional y local. Este sector considera actividades relacionadas con la acuicultura, desarrolladas en zonas altas de la cuenca, aprovechando afluentes naturales de agua (crianza en estaqués y cuerpos de agua) y relacionadas regularmente con actividades ecoturísticas.

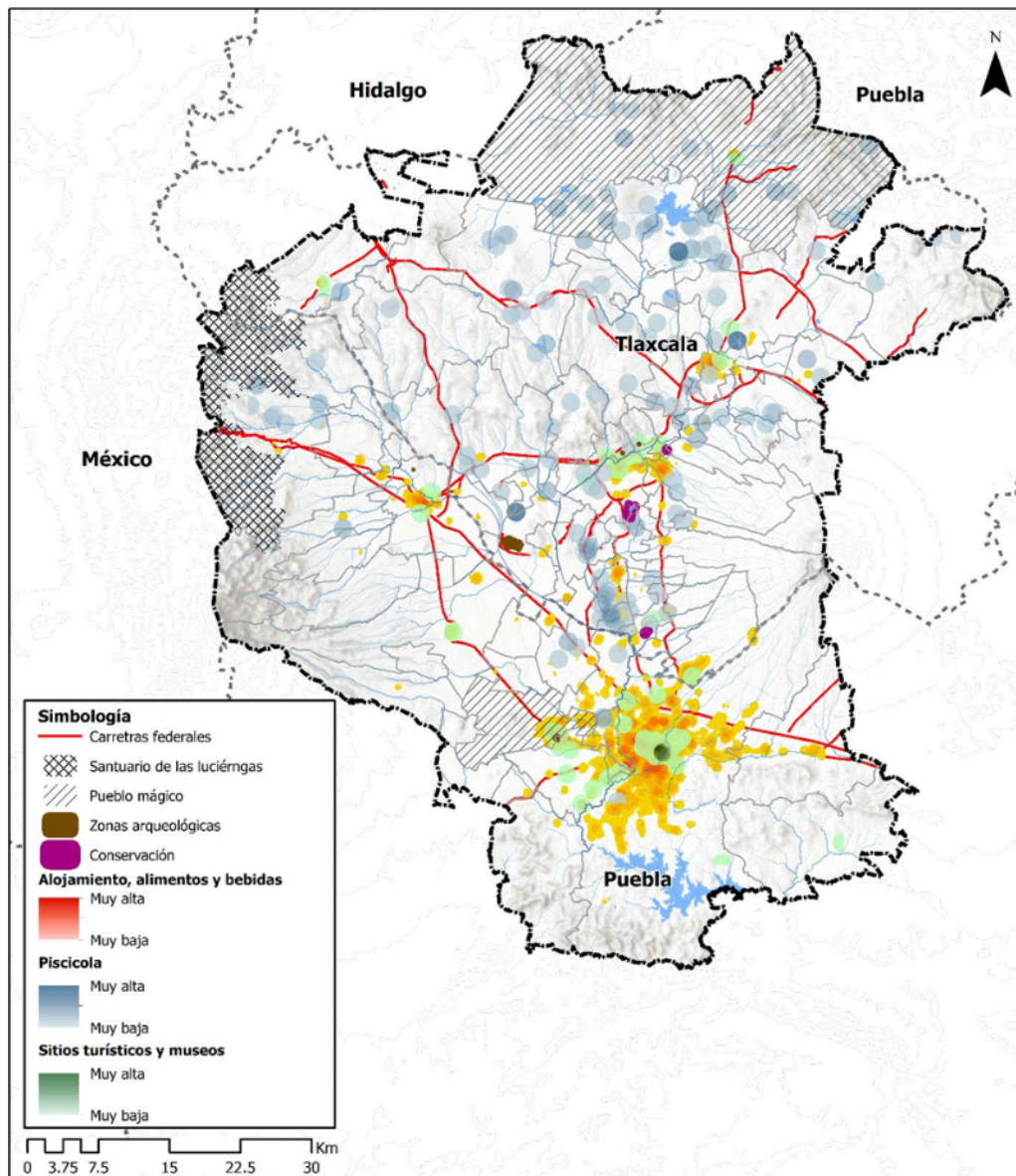
Durante el primer semestre del año, la actividad turística en Puebla ha mostrado una recuperación constante, de enero a junio del 2022 recibió 5 millones 464 mil visitantes, en contraste con los 2 millones 154 mil registrados en el mismo periodo en el año anterior, lo que significa un incremento de 153.7 por ciento, informa la Secretaría de Turismo con base en el más reciente reporte del Sistema Nacional de Información Estadística del Sector Turismo de México (DataTur) (Puebla S., 2022). Tlaxcala de Xicohtécatl capital del estado, recibe el mayor impacto de turistas y visitantes, además de ser enlace de las zonas urbanas de Apizaco, Huamantla, Tlaxco, Nativitas, Calpulalpan y Zacatelco; prácticamente influye en todo el ámbito estatal (SECTUR, 2014).

En cuanto a los servicios turísticos, el sector de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas se concentra en Puebla, Apizaco, Tlaxcala y San Martín Texmelucan; en menor proporción, en Chiautempan, San Pablo del Monte y en dos municipios considerados pueblos mágicos: San Pedro Cholula y Tlaxco. En Amozoc y en Huejotzingo, este último gracias a la localización del Aeropuerto Internacional Hermanos Serdán. En el caso de los municipios de Tlahuapan, Nanacamilpa de Mariano Arista, San Matías Tlalancaleca y San Salvador el Verde. Este equipamiento se relaciona con la actividad acuícola, principalmente de la preparación de alimentos a base de piscícolas como la trucha y relacionado con actividades ecoturísticas; además, estos municipios se ven influenciados por el santuario de las Luciérnagas. Por lo menos con dos elementos: cercanía a los cuerpos de agua (presas, lagunas y humedales, jagüeyes y escurrimientos naturales) y con la cercanía a vías de comunicación de nivel regional.





Mapa 3.30. Concentración territorial de las actividades relacionadas con el sector turismo



Fuente: INEGI (2022). Directorio Nacional de Unidades Económicas.

Otros elementos detonantes de la actividad turística son los museos, los templos, la arquitectura de los centros históricos, los sitios arqueológicos y pirámides entre otros. Su localización principal se encuentra en los municipios de Puebla, Tlaxcala, Apizaco, San Pedro y San Andrés Cholula, San Martín Texmelucan, Tlaxco y Nanacamilpa de Mariano Arista. Destacan las zonas arqueológicas de San Pedro Cholula, Los Cerritos de San Cristóbal Tepatlaxco, Cacaxtla-Xicoténcatl, Tizatlán y Ocotelulco. Algunos otros elementos relacionados con sitios de conservación son: La Laguna de Acuitlapilco en Tlaxcala, la Reserva Ecológica las Cuevas en Apetatitlán de Antonio Carvajal; y el Mirador del Cerro de la Luna en Papalotla de Xicoténcatl.



*3.3.1.3 Descripción de la oferta, demanda y apropiación de bienes y servicios ambientales, por sector.*

Los ecosistemas han dotado a través de la historia de la humanidad los servicios ambientales de los que hoy depende. La captura del volumen de carbono, el tipo de vegetación y ligada a esta, la concentración de agua subterránea por medio a la recarga de acuíferos.

En la Región Alto Atoyac, continúa una tendencia a la sobre explotación, contaminación y desaparición de los ecosistemas naturales. El área en la que se desarrolla la actividad rural se ha mantenido como la superficie de mayor extensión. Las actividades en suelo agrícola se han caracterizado por la producción de monocultivos rentables; pero que requieren de grandes volúmenes de riego para prosperar, o en su defecto el uso de agroquímicos y pesticidas generando mejoras a los rendimientos productivos; pero con grandes efectos ambientales sobre el suelo, el agua y más preocupante aún, sobre la salud. La demanda de agua ha propiciado que los agricultores recurran a prácticas de “huachicoleo”, con el fin de obtener agua residual para el riego de sus parcelas (de acuerdo con opiniones vertidas en los talleres participativos).

Actualmente, la disputa por el agua se presenta en aquellas zonas donde los usos del suelo rural han dado paso a los usos urbanos, al establecimiento de la planta productiva relacionada con el sector industrial y a los nuevos desarrollos habitacionales. La escasez de agua (superficial y subterránea) genera conflictos cada vez más graves, debido a los altos índices de contaminación, producto de las actividades económicas industriales, la manufactura artesanal, la ocupación irregular del suelo por asentamientos humanos y la disposición de desechos orgánicos, derivados de la actividad pecuaria, entre otros.

Los intereses sectoriales están estrechamente relacionados con la oferta, demanda y la apropiación de los servicios ambientales. Es por ello que se presenta en el cuadro 3.46 los rasgos característicos de cada sector.





**Cuadro 3.46. Oferta, demanda y apropiación de bienes y servicios ambientales, por sector**

<b>Sector</b>	<b>Oferta</b>	<b>Demanda</b>	<b>Apropiación</b>
Industria (manufactura, transporte y remediación)	Agua subterránea Suelo periurbano de origen agropecuario	Concesiones de agua subterránea	Explotación de concesiones de agua subterránea
		Altos consumos de agua para el lavado textil	Agua potable y subterránea para procesos industriales
		Suelo no urbano para incremento de unidades económicas y parques industriales e instalaciones de infraestructura (vial, energética y de servicios a la producción) Suelo periurbano para infraestructura, disposición y tratamiento de residuos peligrosos derivados de la actividad industrial	Suelo disponible a bajo costo, regularmente de origen agrícola o pecuario
			Afluentes hídricos para el desalojo de residuos químicos con tratamiento básico o sin tratamiento
		Recursos de bancos de materiales pétreos	Materiales pétreos para la producción de talavera, mármol y ladrillo rojo
Agrícola	Tierras de labor (parceladas y no parceladas)	Agua superficial Agua subterránea	Creación de infraestructura para riego no adecuada
	Agua de lluvia Agua superficial	Suelos cercanos a fuentes hídricas superficiales para el riego	Aprovechamiento de aguas residuales de manera clandestina
			Áreas forestales degradadas
Pecuario	Suelos de agostaderos		Tierra y sustrato de monte para la producción intensiva en invernaderos
	Pastos, praderas y agostaderos Cuerpos de agua (naturales y artificiales)	Pastizales, praderas y agostaderos de origen forestal y agrícola, para pastoreo	Pastos y praderas para el pastoreo de ganado vacuno
		Agua superficial y/o subterránea para el sustento del ganado	Fuentes hídricas para la hidratación de ganado estabulado y de pastoreo Suelo no urbano cercano a fuentes hídricas para crianza de ganado porcino, vacuno y avícola estabulado Área libre de uso habitacional para crianza de ganado y aves de corral Cuerpos de agua Lago Atlangatepec y jagüeyes en laderas del Izta-Popo.
		Suelo no urbano para la crianza estabulada y matanza de ganado y aves	



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sector	Oferta	Demanda	Apropiación
		Suelo para depósito y tratamiento de desechos orgánicos derivados de la crianza y matanza estabulada y de traspatio	
		Agua para el desarrollo de la actividad acuícola	
Forestal	Suelo con uso forestal con política de aprovechamiento	Suelo forestal de uso común para el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables (suelo)	Suelo de uso forestal y agrícola
			Áreas de bosque para la extracción doméstica de recursos maderables y se suelo (tierra de hoja)
			Recursos maderables para la transformación a carbón (zona
			Surponiente de La Malinche o Matlalcuéyatl)
Social (Urbano, rural y construcción)	Uso urbano	Suelo agrícola periurbano con productividad baja	Suelo urbano, periurbano y rural para ocupación habitacional de baja densidad (vivienda popular)
	Áreas de crecimiento	Suelo desnudo, praderas y pastizales	Baldíos intraurbanos para proyectos habitacionales de alta y media densidad (desarrollos habitacionales) Baldíos intraurbanos grandes para proyectos inmobiliarios para el sector turismo y oficinas
		Baldíos intraurbanos	
		Suelo en área de crecimiento urbano	
Turismo (alimentos y alojamiento)	Zonas con recursos de valor ambiental y natural	Zonas altas de montaña Zonas de valor patrimonial Suelo baldío urbanizado con servicios y conectividad vial	Zonas de bosque y elementos de valor ambiental de tipo paisajística (ríos) para actividades de ecoturismo y producción acuícola
	Zonas con patrimonio histórico		Baldíos de tamaño considerable con acceso vial, cercanas a zonas y sitios patrimoniales
	Pueblos mágicos y de conservación patrimonial		
Conservación	Zonas de valor natural y ambiental: bosque y selvas medias	Zonas naturales y de servicios ambientales para conservar y restaurar	Zonas de alta montaña para la aplicación de políticas protección, conservación y restauración Elaboración de programas de manejo para las áreas naturales protegidas (federales, estatales, municipales y sitios RAMSAR)
	Cuerpos y corrientes de agua	Cuerpos de agua, barrancas y escurrimientos	

Fuente: Elaboración propia DOE, con base en las memorias y relatorías de las mesas de trabajo de los talleres de planeación participativa.



*3.3.1.4 Identificación y descripción de los impactos ambientales actuales y potenciales, que genera cada uno de los sectores, e internalización de los costos.*

Para profundizar en las actividades de cada sector, presentamos el cuadro 3.47 que describe los impactos ambientales actuales y potenciales, así como la internalización de los costos.

Cuadro 3.47. Impactos ambientales de los sectores e internalización de los costos

<b>Sectores</b>	<b>Actual</b>	<b>Potencial</b>	<b>Internalización</b>
<b>Industria (manufactura y remediación)</b>	Descargas de desechos líquidos derivados de la actividad industrial (grandes y pequeñas unidades económicas) Depósito de residuos peligrosos sin tratamiento en rellenos sanitarios	Aumento de los niveles de contaminación en el Río Zahuapan y en suelos no urbanos	Construcción de infraestructura para el desalojo y tratamiento de residuos líquidos.
	Emisión de gases derivados de la combustión de ladrilleras	Aumento de los niveles de contaminación ambiental por la emisión de gases derivados de la actividad ladrillera	Medidas de remediación y saneamiento del Río Zahuapan de las grandes industrias.
		Incremento y pérdida de recursos pétreos (arena, grava y tepetate) Incremento en la demanda y ocupación de suelo agrícola con cercanía a vías regionales de comunicación para la consolidación de corredores industriales.	Control de descargas de residuos líquidos derivados de la maquila de mezclilla (lavadoras).
		Incremento en las externalidades provocadas por la localización de grandes industrias (atracción de población y mayor ocupación del suelo e incremento de vivienda)	Aportaciones monetarias y en especie (infraestructura y funcionamiento de plantas de tratamiento) por parte de las grandes industrias.
<b>Agrícola</b>	Uso de agroquímicos para el control de plagas y fertilizantes para el aumento del rendimiento de cultivos	Incremento en los niveles de contaminación de suelos por uso de agroquímicos	Cambio y modernización de técnicas de ladrilleras Inversión para el fomento de economía circular.
	Uso intensivo a través de invernaderos con alta demanda de recursos hídricos		Cambio de agroquímicos y pesticidas por técnicas y productos amigables con el medio ambiente.



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Sectores</b>	<b>Actual</b>	<b>Potencial</b>	<b>Internalización</b>
	Deforestación de zonas forestales para el desarrollo de actividades agrícolas		
	Erosión del suelo por extracción de sustrato en zonas boscosas	Incremento de los niveles de erosión por extracción y pérdida de suelo forestal	
	Uso de semillas transgénica	Incremento de la frontera agrícola	Inversión para infraestructura para la captación y almacenaje de agua de lluvia y superficial para sistemas de riego.
		Pérdida de semilla criolla	
<b>Pecuario</b>	Contaminación ambiental por gases derivados de la disposición de residuos orgánicos de animales de traspatio	Incremento de los niveles de contaminación de agua y suelo	Adopción e instrumentación de modelos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, basados en la economía circular.
	Contaminación ambiental de suelos y corrientes de agua por residuos orgánicos derivados del sacrificio y curtido de piel de ganado de traspatio	Impacto en la salud de la población	Inversión en infraestructura para el saneamiento primario de residuos orgánicos antes de su descarga a la red de drenaje.
	Erosión de suelos por sobrepastoreo no estabulado y contaminación ambiental por desechos orgánicos	Pérdida de suelo y áreas agrícolas y forestales	
	Contaminación de corrientes de agua y drenaje por el desecho líquidos derivados de la leche		
<b>Forestal</b>	Explotación ilícita (talamontes) forestal de recursos maderables	Incremento de la pérdida de superficie y masa forestal y disminución de niveles de infiltración de agua de lluvia	Cuidado y tratamiento de la masa vegetal enferma
	Contaminación ambiental por la transformación de recursos maderables a carbón (Sierra La Malinche o Matlalcuéyatl)	Pérdida de suelo y calidad por extracción de sustratos para la producción agrícola	Programas comunitarios de reforestación con apoyo gubernamental
			Organización comunitaria para la inscripción de terrenos forestales al sistema de pago por servicios ambientales
	Manejo inadecuado de plagas forestales (tala justificada por enfermedad)	Aumento de zonas erosionadas por fenómenos hidrometeorológicos e incremento en los niveles de riesgo y peligro (remoción de masa	Inversión para la construcción de infraestructura para la captación y aprovechamiento de agua de lluvia





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sectores	Actual	Potencial	Internalización
		e inundaciones en la cuenca baja)	
<b>Urbano (social y construcción)</b>	Crecimiento extensivo del área urbana sobre suelo agrícola (cambio del uso del suelo)	Deterioro del paisaje natural y pérdida de biodiversidad	Revisión y actualización de los instrumentos de desarrollo urbano, territoriales y ecológicos
			Creación de organismos encargados del monitoreo y control de los impactos ambientales por la actividad de los sectores económicos presentes en el territorio de la región
	Alta demanda d servicios urbanos y generación de residuos	Pérdida de suelo agrícola por el crecimiento urbano expansivo	Control del crecimiento extensivo del suelo urbano en áreas no aptas para el desarrollo urbano (requiere de reservas territoriales preferentemente intraurbanas)
	Generación de gases de efecto invernadero producto de la actividad urbana y la motomovilidad	Incremento en los volúmenes de desechos líquidos y sólidos; por lo tanto, mayor ocupación de áreas para depósito de residuos	Inversión en infraestructura de saneamiento, tratamiento y desalojo de aguas grises
	Ocupación irregular de suelo no apto para desarrollo urbano en zonas protegidas y de alto riesgo y peligro ante fenómenos naturales	Incremento en los niveles de riesgo y peligro por la ocupación de asentamientos humanos en zonas no aptas Incremento de la demanda de movilidad motorizada y en los niveles de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero	
<b>Turismo (alimentos y alojamiento)</b>	Alta demanda de cobertura y suministro de agua potable	Saturación de la infraestructura hidrosanitaria	Inversión en sistemas de captación y almacenaje de agua de lluvia
	Generación y descarga de desechos líquidos a la red de drenaje	Incremento en la demanda de servicios básicos y aumento en la saturación vial	Inversión en la instalación de sistemas ahorradores de agua



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sectores	Actual	Potencial	Internalización
	Generación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) derivados de la actividad turística	Afectaciones al medio ambiente por el incremento de viajes motorizados y emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero	Infraestructura para el tratamiento y reutilización de aguas negras
	Cambios en el uso de suelo forestal a ecoturismo (hospedaje y alimentación basada en la actividad acuícola)		Infraestructura y mecanismos vinculatorios (economía circular) para el aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)
<b>Conservación</b>	Actividades permitidas en UGA con impactos negativos al ambiente	Deterioro ambiental Pérdida de suelos y masas forestales	Revisión y actualización de los instrumentos de desarrollo urbano, territoriales y ecológicos
	Aprovechamiento de recursos naturales contaminados	Disminución de la biodiversidad Incremento de enfermedades relacionadas con la contaminación de agua, suelo y aire	Creación de organismos encargados del monitoreo y control de los impactos ambientales por la actividad de los sectores económicos presentes en el territorio de la región
	Laxitud en el control de sustancias peligrosas y contaminantes en zonas agropecuarias, acuícolas y forestales	Incremento en el cambio de uso del suelo en zonas forestales, agrícola y cuerpos de agua	

Fuente: Elaboración propia DOE, con base en las memorias y relatorías de las mesas de trabajo de los talleres de planeación participativa.

### 3.3.1.5 Porcentaje de la población ocupada en el sector

Población Económicamente Activa (PEA), por definición del INEGI, comprende a todas las personas de 12 años y más que realizar un tipo de actividad económica (Población Económicamente Activa Ocupada PEAO), o que buscaron activamente hacerlo (población desocupada abierta), en el periodo de referencia.

En la región la PEAO, se distribuye en cada sector de actividad de la siguiente manera: la industria aporta poco más del 27%; el comercio al por menor (en más unidades económicas comparadas con las de la industria) emplea casi el 25%; en menor magnitud el sector relacionado con el turismo y los negocios (servicios de alojamiento, preparación de comida y bebidas), cercano al 9% y; el 7.15% lo aporta el sector 56 (cuadro 3.48); sectores que en conjunto aportan el 68.57% del total de la PEA regional.



**Cuadro 3.48. Distribución Porcentual de la Población Económicamente Activa Ocupada por Sector de Actividad, 2019**

<b>Sector</b>	<b>Población Económicamente Activa Ocupada</b>	<b>Porcentaje</b>
Sector 11 Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	482	0.06
Sector 21 Minería	408	0.05
Sector 22 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	198	0.02
Sector 23 Construcción	19,726	2.27
Sector 31-33 Industrias manufactureras	239,015	27.46
Sector 43 Comercio al por mayor	47,275	5.43
Sector 46 Comercio al por menor	217,341	24.97
Sector 48-49 Transportes, correos y almacenamiento	24,891	2.86
Sector 51 Información en medios masivos	3,794	0.44
Sector 52 Servicios financieros y de seguros	6,523	0.75
Sector 53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	9,889	1.14
Sector 54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	24,319	2.79
Sector 55 Corporativos	0	0
Sector 56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	62,272	7.15
Sector 61 Servicios educativos	40,228	4.62
Sector 62 Servicios de salud y de asistencia social	22,466	2.58
Sector 71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	8,333	0.96
Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	78,236	8.99
Sector 81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	53,469	6.14
<b>Total</b>	<b>870,503</b>	<b>100</b>

Fuente: Censo Económico 2019 resultados definitivos, SAIC-INEGI, consulta en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>. Nota: \* Porcentaje del sector con respecto al total de la región (INEGI, Censo Económico, resultados definitivos, 2019).

Mediante el cálculo porcentual de la ocupación de la PEA en cada municipio, se puede observar que en los municipios con mayor proporción de PEA, se localizan las



principales concentraciones de unidades industriales; como ejemplo Cuautlancingo, municipio con casi el 90% de PEAO; pero con graves problemas de contaminación, con carencia de áreas verdes y crecimiento urbano extensivo descontrolado. Este ejemplo, muestra el fomento de las actividades productivas a costa de los efectos ambientales sobre los ríos Atoyac y Zahuapan.

Cuadro 3.49. Distribución Porcentual de la Población Económicamente Activa Ocupada por Municipio, 2019

<b>Municipio</b>	<b>Población Económicamente Activa Ocupada</b>	<b>Población Económicamente Activa</b>	<b>Porcentaje</b>
015 Amozoc	21,153	60,200	35.14
026 Calpan	1,409	7,530	18.71
034 Coronango	10,257	22,820	44.95
040 Cuautinchán	203	5,902	3.44
041 Cuautlancingo	62,894	71,338	88.16
048 Chiautzingo	1,437	11,328	12.69
060 Domingo Arenas	379	3,727	10.17
074 Huejotzingo	27,699	47,298	58.56
090 Juan C. Bonilla	2,536	11,615	21.83
106 Ocoyucan	2,907	19,781	14.7
114 Puebla	423,799	869,431	48.74
119 San Andrés Cholula	41,625	79,467	52.38
122 San Felipe Teotlalcingo	676	4,664	14.49
125 San Gregorio Atzompa	3,572	4,874	73.29
126 San Jerónimo Tecuanipan	145	3,148	4.61
132 San Martín Texmelucan	30,691	77,968	39.36
134 San Matías Tlalancaleca	2,556	10,001	25.56
136 San Miguel Xoxtla	3,282	5,402	60.76
140 San Pedro Cholula	34,168	71,569	47.74
143 San Salvador el Verde	4,201	15,703	26.75
180 Tlahuapan	4,039	18,521	21.81
181 Tlaltenango	581	2,838	20.47
001 Amaxac de Guerrero	1,051	5,521	19.04
002 Apetatitlán de Antonio Carvajal	3,303	7,867	41.99
003 Atlangatepec	447	3,156	14.16
005 Apizaco	24,682	40,129	61.51
009 Cuaxomulco	279	2,726	10.23
010 Chiautempan	16,059	36,973	43.43
011 Muñoz de Domingo Arenas	263	1,667	15.78
012 Españita	351	3,777	9.29
014 Hueyotlipan	1,713	6,606	25.93
015 Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	4,445	19,616	22.66





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Municipio</b>	<b>Población Económicamente Activa Ocupada</b>	<b>Población Económicamente Activa</b>	<b>Porcentaje</b>
017 Mazatecochco de José María Morelos	1,459	5,561	26.24
018 Contla de Juan Cuamatzi	6,532	19,996	32.67
019 Tepetitla de Lardizábal	3,159	10,715	29.48
020 Sanctórum de Lázaro Cárdenas	723	3,737	19.35
021 Nanacamilpa de Mariano Arista	2,412	8,473	28.47
022 Acuamanala de Miguel Hidalgo	256	3,083	8.3
023 Nativitas	2,020	13,306	15.18
024 Panotla	1,830	14,180	12.91
025 San Pablo del Monte	9,435	41,028	23
026 Santa Cruz Tlaxcala	1,775	11,739	15.12
027 Tenancingo	1,304	4,802	27.16
028 Teolochocho	4,983	11,784	42.29
029 Tepeyanco	309	6,638	4.66
030 Terrenate	699	6,499	10.76
031 Tetla de la Solidaridad	11,677	16,748	69.72
032 Tetlatlahuca	1,199	6,655	18.02
033 Tlaxcala	26,260	52,928	49.61
034 Tlaxco	5,045	21,025	24
036 Totolac	1,740	11,425	15.23
038 Tzompantepec	2,743	9,330	29.4
039 Xaloztoc	4,104	11,558	35.51
040 Xaltocan	357	4,602	7.76
041 Papalotla de Xicohténcatl	10,724	16,017	66.95
042 Xicohtzinco	2,856	6,464	44.18
043 Yauhquemehcan	5,339	21,070	25.34
044 Zacatelco	7,169	22,818	31.42
048 La Magdalena Tlaltelulco	4,045	12,792	31.62
049 San Damián Texóloc	576	2,881	19.99
050 San Francisco Tetlanohcan	1,260	5,437	23.17
051 San Jerónimo Zacualpan	359	1,823	19.69
052 San José Teacalco	598	2,476	24.15
053 San Juan Huactzinco	1,878	4,137	45.4
054 San Lorenzo Axocomanitla	661	2,423	27.28
055 San Lucas Tecopilco	220	1,069	20.58
056 Santa Ana Nopalucan	750	3,574	20.98
057 Santa Apolonia Teacalco	472	1,856	25.43
058 Santa Catarina Ayometla	732	3,810	19.21
059 Santa Cruz Quilehtla	6,584	3,574	184.22
060 Santa Isabel Xiloxotla	3,457	2,328	148.5
<b>Total</b>	<b>870,503</b>	<b>1,963,524</b>	<b>44.33</b>



## Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla

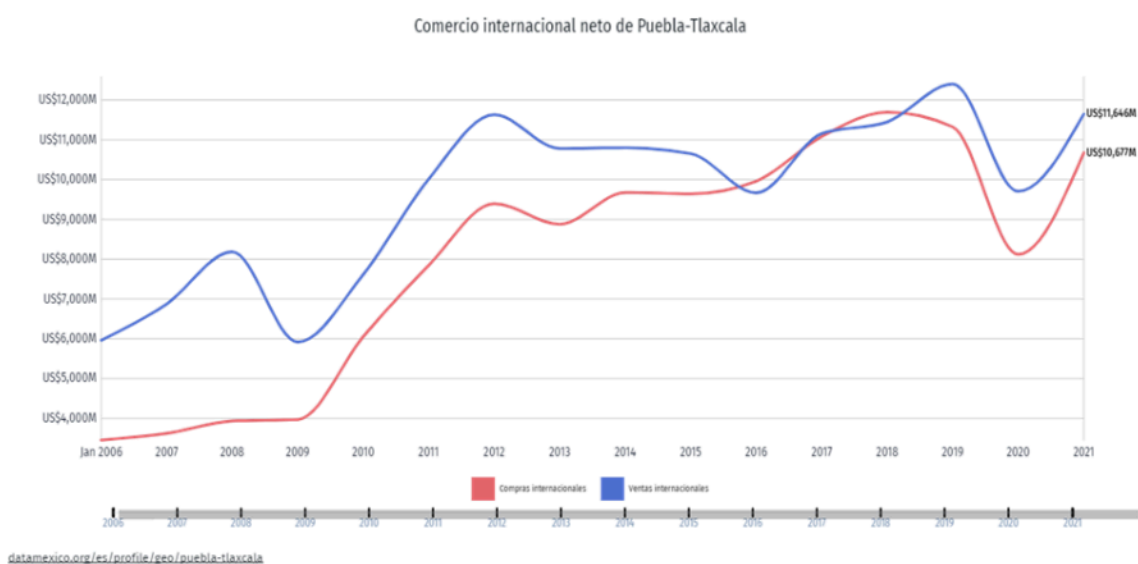
Fuente: INEGI, Censo Económico 2019 resultados definitivos, 2019, consulta en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/>. Notas: \* Porcentaje del sector con respecto al total de la región.

### 3.3.1.6 Descripción del tipo de comercio (local, nacional o exterior) y canales de distribución.

Con base en los datos de DataMÉXICO, presentamos datos globales del comercio de manera gráfica por zonas metropolitanas y el agregado en cifras, considerando solamente a los municipios que conforman ambas metrópolis.

En agosto de 2022, las ventas internacionales de Puebla-Tlaxcala fueron del orden de 1,272 millones de dólares y un total de 1,044 millones de dólares en compras internacionales. Para este mes el balance comercial neto de Puebla-Tlaxcala fue de 228 millones de dólares.

Gráfica 3.6. Comercio Internacional Neto de Puebla-Tlaxcala

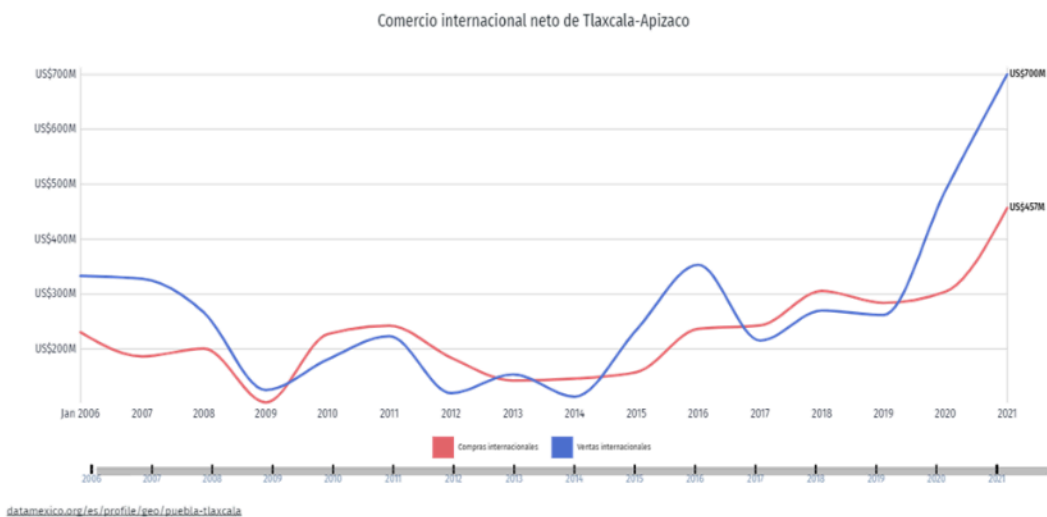


Fuente: DataMÉXICO (2022).

En agosto de 2022, las ventas internacionales de Tlaxcala-Apizaco fueron del orden de 26.9 millones de dólares y un total de 36.6 millones de dólares en compras internacionales. Para este mes el balance comercial neto de Tlaxcala-Apizaco fue de 9.69 millones de dólares en términos deficitarios.



Gráfica 3.7. Comercio Internacional Neto de Tlaxcala-Apizaco



Fuente: DataMÉXICO (2022).

Las principales ventas internacionales de Puebla-Tlaxcala en 2021 fueron partes y accesorios de vehículos automotores (1,683 millones de dólares), pan, pasteles, galletas y otros productos de panadería; cachés vacíos adecuados para uso farmacéutico, papel de arroz y productos similares (968 millones de dólares) y aparatos para filtrar o purificar líquidos o gases (701 millones de dólares).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2021 fueron Estados Unidos (4,386 millones de dólares), Japón (59.6 millones de dólares) y Canadá (56.3 millones de dólares).

Las principales ventas internacionales de Tlaxcala-Apizaco en 2021 fueron fibra de vidrio, lana de vidrio, y manufacturas de esta materia (181 millones de dólares), asientos convertibles o no en camas y partes (117 millones de dólares) y partes y accesorios de vehículos automotores (55.2 millones de dólares).

Los principales destinos de ventas internacionales en 2021 fueron Estados Unidos (384 millones de dólares), Brasil (7.13 millones de dólares) y Bélgica (6.22 millones de dólares).

Entre ambas zonas metropolitanas las compras internacionales fueron alrededor de los 11 mil millones de dólares; mientras que las ventas del orden de 12.3 millones de dólares, en el año 2021, según datos de DataMÉXICO.



La industria automotriz está vinculada con el aeropuerto internacional de Puebla (WORLD). La visión prospectiva plantea que el aeropuerto de Puebla puede considerarse como una zona de influencia con los parques industriales de Querétaro y puede ser una excelente alternativa para la atención de cadenas de suministro de la industria de electrodomésticos.

En la región se identificaron 17 estaciones de ferrocarril, 8 en Tlaxcala y 9 en Puebla, localizados en los municipios de Amozoc, Coronango, Cautlancingo (2), Puebla, San Martín Texmelucan, san pedro Cholula (2), según datos del portal del INEGI, de la capa de estaciones de ferrocarril de 2012. Los municipios en los que se localizan son: Amozoc, Coronango, Cautlancingo (2), Puebla, San Martín Texmelucan, San Pedro Cholula (2), Apizaco, Chiautempan, Muñoz de Domingo Arenas, Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala, Tetela de la Solidaridad (2) y Tlaxco (2). Estaciones que se conectan a través de dos principales corredores: 13: Pantaco – Veracruz – Jalapa y 14: Pantaco – Veracruz – Esperanza. Según datos del 2012, existen tramos en proceso: Apizaco – Calderón, San Marcos – Amozoc, Tehuacán – Amozoc, Puebla – Apizaco, Los Arcos – San Lorenzo, San Marcos – san Lorenzo, Los Arcos – Izúcar de Matamoros, Puebla – Los Arcos y Amozoc – Puebla.

La infraestructura vial junto con la ferroviaria y aérea, cumple una función primordial en el sector comercial de la Región. Tlaxcala cuenta con 262.3 kilómetros de carreteras federales troncales (primaria o principal), 301.8 kilómetros de carreteras federales secundarias, 755.2 carreteras estatales secundarias y 1,040.6 kilómetros de caminos rurales o revestidos. Mientras que, en Puebla, la red carretera federal tiene una extensión aproximada total de 1,118 km.

### *3.3.1.7 Descripción de empresas y establecimientos por sector (tipo de giro, servicio público o privado, materia prima, etc.).*

Con base en los datos obtenidos del DENUe y de las relatorías de los talleres participativos, se presentan en el cuadro 3.50 las unidades económicas con mayor representatividad de cada sector.





Cuadro 3.50. Unidades económicas representativas de cada sector

Sector	Número de empresas grandes >250	Empresas representativas	Servicios	Materia prima
	PO			
Industria (manufactura, transporte y remediación)	29	Textil (subsector 313, 314, 315): YALE DE MÉXICO, GRUPO TEXTIL PROVIDENCIA, SKYTEX, POLITEL, COSTURAS Y MANUFACTURAS DE TLAXCALA, COBITEL, GLOBAL DENIM, HILADOS COLE, INDUSTRIAS UNIDAS MARITEX, COATS, INDUSTRIAL TEXTIL DE PUEBLA, MORPHOPLAST, ERMO INDUSTRIAL.	Confección de cortinas, blancos y similares Confección en serie de ropa exterior de materiales textiles Fabricación de telas anchas de tejido de trama Fabricación de ropa interior de tejido de punto Fabricación de hilos para coser y bordar	Materiales naturales: algodón, seda, lino, lana y cuero Materiales sintéticos: poliéster, lycra, nylon, viscosa y elastán.
	19	Preparación de alimentos, bebidas y embotelladoras (subsector 311 y 312): SABROMEX, AJEMEX (BIGCOLA), LA ITALIANA, MALTA TEXO DE MÉXICO, PROPIMEX, BEPUSA, BIMBO, MANANTIALES LA ASUNCIÓN.	Conservación de alimentos Empacado de carne Elaboración de refrescos y bebidas no alcohólicas Elaboración de dulces y botanas Alimento para animales Purificación y embotellado de agua	Agua potable, harinas y carne.
	9	Maquiladoras (subsector 316): SAN FELIPE, DIDESI, BOLSAS TÍPICAS, CANDIS SHOES, ADAS, LALITO, TALLER FAMILIAR DE BOLSAS Y EMPAQUES.	Productos de piel y similares	Pieles de origen animal: vacuno, bovino y otros
	5	Productos derivados de la madera (subsector 321, 322, 323): LITOGRAFÍA MAGNO GRAF, KIMBERLY CLARK, MABE, CELULOSA DE FIBRAS MEXICANAS.	Aserraderos, laminados de madera, productos derivados de la madera, papel y cartón	Recursos forestales
	25	Derivados del petróleo (subsector 324, 325, 326): AKSYS, CORMAPLAST, FAURECIA, KAYSER, JENSSEN CILAG, ENVASES TP CO, ALEN, HELSA, PLASTIC OMNIUM, QUIMICA SONS, PEMEX INDEPENDENCIA, EUWE, POLAQUIMIA, RESIRENE.	Refinación de petróleo, fabricación de aceites, lubricantes Fabricación de pigmentos y colorantes sintéticos Hules, resinas, fertilizantes Fabricación de otros productos químicos.	Petróleo



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sector	Número de empresas grandes >250	Empresas representativas	Servicios	Materia prima
	PO			
	11	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos (subsector 327): CONCRETOS TÉCNICOS DE MÉXICO, SANTA JULIA DE PUEBLA, AS MAQUILA, PLANTA GRES, IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, PLANTA PORCEL, ALPHA CERÉMICA, PORCELANITE LAMOSA, SAINT GOBAIN AMERICA, OCV, NOVACERAMIC.	Fabricación de artículos de recubrimiento, para construcción concreto, cal, yeso y vidrio.	Bancos de materiales pétreos, arena, grava y otros.
	74	Industria de manufactura metalmecánica (subsector 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 339): PWO DE MÉXICO, VOLKSWAGEN, DRAEXLMAIER, ARCOMEX, EISSMANN, LUK PUEBLA, MONTAPLAST, STEZAN MUEBLES, RASSINI FRENOS, THYSENKRUPP METALURGIA, US COTTON, SCHNEIDER INDUSTRIAL, FLOWSERVE, ENSAMBLES BANCOR, KATHREIN MOBILCOM, ARCOMEX TLAXCALA, BICILEYCA.	Fabricación de maquinaria y equipo industrial, productos metálicos, maquinaria, automóviles y otros.	Hierro y otros minerales metálicos.
Agrícola		Productos y servicios agrícolas Grupo Asesores Loretto S.A. de C.V.	Administración de granjas agrícolas Administración de unidades económicas agrícolas. Colocación de personal agrícola y servicios Cosecha, curado, desgrane y servicios Equipo, fertilización y maquinaria de uso agrícola Poda, preparación de suelos, siembra y trasplante de productos agrícolas	Semillas Fertilizantes y compuestos químicos Maquinaria Recursos humanos



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sector	Número de empresas grandes >250	Empresas representativas	Servicios	Materia prima
	PO			
Pecuario	No se logró identificar unidades pecuarias relevantes.	La Finca del Abuelo; Truchas San José Ojo de Agua; Pescadores de la Trasquila; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de San Luis Apizaquito; Sociedad Cooperativa de Producción pesquera de Nanacamilpa; Grupo Mercantil Tecocoatzí; Centro Acuícola Aylangatepec; Asociación Comunitaria Lago de Chatlal y; Asociación de Pescadores de San Isidro Chipila	Piscicultura y acuicultura.	Explotación de animales de estanques, presas, humedales y lagos.
Forestal	No se identifican unidades económicas explícitas de este sector.			
Social (Urbano, rural y construcción)	23	Construcción, supervisión y cimentación (subsector 239, 237, 238): FALCON COSNTRUCCION ES, MONTAJES IZA, CITELUM MÉXICO, COLORES DE MÉXICO, CINMSA VIVIENDA, ESPHABIT, DESARROLLO IBEROAMERICA NO, PUENTES Y MANIOBRAS, CONSTRUCCION ES ROCHA, RESIDENCIAS ECOLÓGICAS, KEPLER SOLUTIONS	Edificación de vivienda Construcción de instalaciones de otros sectores Obras de urbanización Instalación y equipamiento en construcciones	Metal, concreto, agua, materiales pétreos, suelo para proyectos urbanos, suelo para disposición de materiales
Turismo (alimentos y alojamiento)	72	Hoteles y restaurantes (721, 722): ITALIANNIS PUEBLA, PROCOMIN, CHILIS, CAMPUS FREE AND GREEN, CITY EXPRESS FINSA, HOTEL SEÑORIAL, GILFER HOTEL, HOLIDAY INN, HOTEL LA PURIFICADORA, HOTEL MARRIOT, TAQUERÍA DON PASTOR, SERVICIOS HOTELEROS PRESIDENTE, SERGAMEX, TURISMO GOURMET SAPI, CENTRO VACACIONAL IMSS LA TRINIAD	Servicios de alojamiento temporal Servicios de preparación de alimentos y bebidas	Demanda de suelo para instalaciones de hospedaje Demanda de agua potable



Sector	Número de empresas grandes >250	Empresas representativas	Servicios	Materia prima
	PO			
Conservación		Considera dependencias relacionadas con el sector conservación y medio ambiente de los niveles federal, estatal y municipal; también organizaciones civiles asociadas a la conservación.		

Fuente: Elaboración propia DOE, con base en las memorias y relatorías de las mesas de trabajo de los talleres de planeación participativa.

### 3.3.1.8 Economía informal

De acuerdo con la nota periodística titulada “Disminuyen tasas de desempleo e informalidad, pero crecen las condiciones críticas de trabajo” publicada por adminurbano (adminurbano, 2021) en febrero de 2022, la región Puebla-Tlaxcala cerró el 2021 con 144 mil 614 personas desempleadas, cifra menor a las 211 mil 82 personas sin trabajar que se registraron en el último tramo de 2020 como consecuencia de la pandemia, el paro laboral y el confinamiento social.

En la misma nota, se señala que de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Nueva Edición (ENOE) publicada por el INEGI, refieren que la tasa de desempleo en Tlaxcala fue de 4.4 por ciento de la Población Económicamente Activa (PEA), lo que significa que 27 mil 532 tlaxcaltecas no tuvieron oportunidades de empleo durante el cuarto trimestre de 2021. En Puebla, 117 mil 82 poblanos no lograron conseguir trabajo, por lo que la tasa de desocupación cerró en 3.8 por ciento, ambas, fueron menores a las registradas el primer año de la pandemia disparándose a 6.1 en Puebla y 5.6 por ciento en Tlaxcala.

Con las tasas de desocupación laboral reportadas en el cuarto cuatrimestre, Tlaxcala se ubicó en la posición 8 de la clasificación nacional de desempleo y Puebla en la posición 9, solo después de Ciudad de México, Querétaro, Tabasco, Coahuila, Estado de México, Aguascalientes y Quintana Roo.

Por otro lado, la tasa de informalidad laboral y las condiciones críticas de los trabajadores aumentaron el año pasado. Tlaxcala tuvo la cuarta tasa más alta de informalidad laboral con el 73.2 por ciento de los trabajadores sin seguridad social, sin prestaciones ni derechos laborales. Por su parte, Puebla reportó una tasa de informalidad





laboral de 70.8 por ciento; las dos entidades se ubicaron por arriba de la media nacional que fue de 55.8 por ciento, lo mismo sucedió respecto a la tasa de desempleo que a nivel nacional fue de 3.7 por ciento.

La nota cierra, mencionando que de acuerdo con las cifras del INEGI la informalidad laboral disminuyó en Puebla entre 2020 y 2021; al pasar de 73.7 a 70.8 por ciento; mientras que en Tlaxcala aumentó, al pasar de 72 a 73.2 por ciento. En esta entidad también creció el porcentaje de tlaxcaltecas en condiciones críticas de empleo al pasar de 33 por ciento en el último tramo de 2020 a 37.2 por ciento en 2021.

### 3.3.2 Interacciones sectoriales

Las interacciones se identifican como positivas si los sectores identificados se juzgan como compatibles o que puede coexistir sin conflicto en un mismo lugar; por el contrario, aquellas interacciones que no pueden coexistir en un mismo sitio o que generan conflicto ambiental se pueden considerar como incompatibles. De esta manera, las actividades incompatibles son aquellas que se presentan cuando un sector disminuye la capacidad de otro para aprovechar los recursos naturales, para mantener los bienes y los servicios ambientales, proteger los ecosistemas y la biodiversidad de un área determinada.

En este sentido, las principales interacciones entre sectores son múltiples y en todas direcciones, sin embargo, se identifican las de mayor relevancia en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.51. Matriz de interacciones entre sectores

Sector	Agrícola	Pecuario	Forestal	Industrial	Conservación	Social	Turismo
<b>Agrícola</b>		+	+	-	-	-	+
<b>Pecuario</b>	+		+	-	-	-	-
<b>Forestal</b>	+	+		-	+	-	+
<b>Industrial</b>	-	-	-		-	+	-
<b>Conservación</b>	-	-	+	-		-	+
<b>Social</b>	-	-	-	+	-		+
<b>Turismo</b>	+	-	+	-	+	+	

Fuente: elaboración propia DOE.

Para el llenado de la anterior matriz, se consideró que los sectores ubicados en las filas son aquellos que pueden afectar o beneficiar, positiva o negativamente a los sectores colocados en las columnas. Las diversas interacciones que surgen por la convergencia de los sectores en territorios similares son el punto de análisis para la construcción de la matriz.



**Cuadro 3.52. Descripción de las principales interacciones entre sectores**

<b>Sector</b>	<b>Agrícola</b>	<b>Pecuario</b>	<b>Forestal</b>	<b>Industrial</b>	<b>Conservación</b>	<b>Social</b>	<b>Turismo</b>
<b>Agrícola</b>	Uso						
<b>Pecuario</b>	Traslape entre actividades con usos intensivos sobre los recursos suelo y agua.						
<b>Forestal</b>	Disminución de superficie forestal por desmonte, tala clandestina y deforestación.	Disminución de masa forestal e incremento de superficie descubierta propicia para pastoreo extensivo.					
<b>Industria</b>	Contaminación de las fuentes de abastecimiento hídricas, impactos ambientales.	Contaminación de fuentes hídricas para el pastoreo no estabulado, pérdidas de cabezas por enfermedades.	Contaminación crítica de agua, suelo y aire.				
<b>Conservación</b>	Falta de apoyos técnicos y práctica de labranza de conservación.	Carencia de mecanismos para la transferencia de tecnología para el restablecimiento de praderas y atención a problemas zoonosológicos.	Carencia de instrumentos para el monitoreo y control de la explotación de los recursos forestales.	Carencia de instrumentos y falta de mantenimiento para el monitoreo y control de la calidad de los desechos.			
<b>Social</b>	Ocupación del suelo agrícola de manera formal e informal. Cambios de uso del suelo y presión inmobiliaria.	Manejo inadecuado de deyecciones y desechos orgánicos pecuarios.	Deforestación y desmonte para actividades agrícolas, pecuarias y de ecoturismo. Tala clandestina.	Incompatibilidad de usos de suelo y disputa por vías de comunicación y recursos de suelo y agua.	Contaminación de suelo, agua y aire por ausencia de planes de manejo y carencia de infraestructura para la recolección, tratamiento y disposición final de residuos.		



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Sector	Agrícola	Pecuario	Forestal	Industrial	Conservación	Social	Turismo
<b>Turismo</b>	Cambio de uso del suelo agrícola a usos relacionados con el ecoturismo.	Diversificación de actividades pecuarias e incremento de actividad acuícola sin considerar productos contaminados para el consumo humano.	Deforestación y desmonte para actividades productivas de tipo ecoturísticas, alojamiento y preparación de alimentos.	Incompatibilidad de usos de suelo y disputa por vías de comunicación y recursos de suelo y agua.	Contaminación de suelo, agua y aire por ausencia de planes de manejo adecuados a actividades de ecoturismo y carencia de infraestructura.	Diversificación de las actividades y disputa por los espacios y servicios públicos.	

Fuente: Elaboración propia DOE.



## 4. DIAGNÓSTICO

### 4.1 Estado actual de atributos territoriales

En esta fase del Ordenamiento Ecológico se presenta una serie de hallazgos y conjeturas sobre la situación en la que se encuentra la Subcuenca del Alto Atoyac respecto a las distintas interacciones que se realizan en su interior y la presión que estas ejercen sobre sitios de valor por su riqueza natural. Se buscó en principio, que el contenido de este apartado resaltara las interacciones negativas entre los sectores económicos presentes en este territorio, además de mostrar una serie de indicadores para dimensionar la gravedad de la situación.

Aunque se reconoce que cada uno de los 71 municipios considerados para el presente análisis muestran distintas particularidades y problemáticas, buena parte de estas se desprenden de la degradación de los recursos naturales (principalmente agua, suelo y vegetación) resultado de la expansión de zonas agrícolas, asentamientos humanos y de la actividad industrial, en detrimento de zonas con vegetación primaria y secundaria.

Tanto en el estado de Puebla como en Tlaxcala se hace notoria la ocurrencia de procesos de índole antrópica en detrimento de recursos como el suelo, el agua y la vegetación. Un ejemplo palpable es la disminución de 2,509 ha de vegetación de Bosque de Conífera entre 1985 y 2018, resultado del abandono de superficies agrícolas para dar paso a la expansión de la mancha urbana. Aunado a lo anterior, se identifican sitios con contaminación de suelos por emisiones industriales, emisiones de origen volcánico, por basureros a cielo abierto y por una inadecuada disposición de residuos relacionados con el uso de fertilizantes.

De esta forma, el contenido de este apartado representa una propuesta para dimensionar las problemáticas que requieren mayor atención ante la petición de la sociedad civil para hacer frente a la crisis ambiental de este territorio. Cabe destacar que, a pesar de que la Subcuenca del Alto Atoyac es un territorio sumamente estudiado, esto no ha significado la toma de acciones para aminorar el daño ambiental de esta subcuenca, misma que enfrenta una serie de problemáticas que se han ido agravando a lo largo del tiempo y cuyo origen se relaciona con el establecimiento y desarrollo de la actividad industrial en esta porción del país.





#### 4.1.1 Unidades Edáficas (susceptibilidad a procesos de degradación y contaminación)

La salud de los suelos es fundamental para el equilibrio ecológico, y en específico para la sostenibilidad de las actividades agrícolas y forestales. A partir de la información recabada en la etapa de Caracterización, de la literatura disponible y de datos compilados en los Talleres de Participación Social y reuniones con el Comité de Ordenamiento Ecológico definido para el desarrollo, seguimiento y operación del POERSAA, se identificó que en los estados de Puebla y Tlaxcala, los suelos enfrentan diversos desafíos, incluyendo la erosión, la contaminación por metales pesados y la degradación por inadecuadas prácticas agrícolas, así como por la intensidad del proceso de urbanización. Razón por la cual, en este apartado se examina los procesos de degradación y las fuentes de contaminación de las unidades edáficas presentes en la Subcuenca del Alto Atoyac.

##### 4.1.1.1 Unidades Edáficas y uso de suelo agrícola

En la Subcuenca del Alto Atoyac se identifican 13 tipos de suelos, entre los cuales los Phaeozem, Cambisoles y Luvisoles son los más destacados, cubriendo en conjunto el 46.41% del área total de esta unidad territorial. El uso de estas unidades edáficas se relaciona principalmente con la Agricultura de Riego y de Temporal, además de un significativo proceso de cambio en el uso del suelo, donde las áreas forestales han disminuido para dar paso a la producción agropecuaria. Parte de lo anterior es resultado de la creación del distrito de riego DR-056 "Atoyac-Zahuapan", que actualmente riega cerca de 5,000 ha (UAM, 2023).

A partir de la capa de uso de suelo definida para el apartado 3.1.1, la actividad Agrícola de Temporal (234,864.42 ha), se desarrolla principalmente en 12 de las 13 unidades edáficas (cuadro 4.1). Sobre esa base destacan: Phaeozem (34.76%), Durisoles (14.38%), además de Cambisoles (12.10%), y en menor proporción los Fluvisoles (0.06%). Para el caso de la Agricultura de Riego (49,572.91 ha), esta se desarrolla en 10 de las 12 unidades edáficas presentes en la subcuenca, entre las que destacan los Phaeozem (42.27%), Cambisoles (22.90%) y Arenosoles (17.75%), en contraparte, los Vertisoles son los suelos en los que se registra en menor proporción este tipo de agricultura (0.68%).

Cuadro 4.1 Unidades edáficas en las que se desarrolla la Agricultura de Temporal

Unidad Edáfica	Superficie (ha)	Valor porcentual
Phaeozem	81,640.54	34.76%



Unidad Edáfica	Superficie (ha)	Valor porcentual
Durisol	33,766.73	14.38%
Cambisol	28,425.32	12.10%
Arenosol	23,460.08	9.99%
Leptosol	23,399.60	9.96%
Luvisol	22,707.86	9.67%
Regosol	9,245.13	3.94%
Vertisol	5,322.54	2.27%
Andosol	4,257.52	1.81%
Umbrisol	2,084.63	0.89%
Calsisol	229.97	0.10%
Fluvisol	130.79	0.06%
Superficie con Agricultura de Temporal en la Subcuenca	234,864.42	

Fuente: Elaboración propia DOE.

Cuadro 4.2 Unidades edáficas en las que se desarrolla la Agricultura de Riego

Unidad Edáfica	Superficie (ha)	Valor porcentual
Phaeozem	20,955.47	42.27%
Cambisol	11,349.79	22.90%
Arenosol	8,800.38	17.75%
Fluvisol	2,040.15	4.12%
Durisol	1,941.53	3.92%
Regosol	1,710.55	3.45%
Leptosol	980.26	1.98%
Andosol	856.25	1.73%
Gleysol	623.66	1.26%
Vertisol	305.44	0.62%
Superficie con Agricultura de Temporal en la Subcuenca	49,572.91	

Fuente: Elaboración propia DOE.

Algunas de las características más importantes de los principales tipos de suelos del área de estudio, son las siguientes: los Phaeozem destacan por ser suelos oscuros, ricos en materia orgánica, ideales para la agricultura, ubicados en terrenos planos y valles intermontanos; en el primer caso con alto rendimiento para legumbres y hortalizas. En lo referente a los Cambisoles, estos son suelos jóvenes presentes en áreas de pie de monte y lomeríos, mientras que los Luvisoles son suelos fértiles de una coloración rojiza, gris y parda; las tres unidades edáficas se ubican al Sur, Centro, Este y Oeste de la subcuenca,



entre las localidades Santa María Mayotzingo, Huejotzingo, Cholula de Rivadabia y San Rafael Tepatlaxco. En lo referente a los Leptosoles se caracterizan por ser poco profundos, frecuentemente dispuestos en terrenos montañosos, típicos de áreas con pendiente pronunciada como la zona del Volcán La Malinche en Tlaxcala.

En general, se identifica que la agricultura presente en la subcuenca se desarrolla en suelos fértiles en zonas de planicies. No obstante, fue posible identificar la pérdida de la fertilidad por el uso intensivo que ejerce estas actividades, así como por el abandono de la superficie agrícola para dar paso a la urbanización, resultado de la expansión de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala. Ejemplo de lo anterior es el incremento de 21 a 416 ha de superficie urbana en el Parque Nacional La Malinche entre 1985 y 2018 (UAM, 2023). Hay que agregar que, en la ladera Sur de este volcán, predominan Vertisoles, pese a considerarse "pesados" por su alto contenido de arcillas, son medianamente aptos para la agricultura.

#### *4.1.1.2 Procesos de Degradación de Suelos*

La degradación de los suelos en los estados de Puebla y Tlaxcala se debe a varios factores, entre los que se incluye la deforestación, la erosión hídrica y eólica, y las prácticas agrícolas inadecuadas. A continuación, se amplía la información sobre los principales procesos de degradación.

##### **Erosión**

En específico, para Puebla la erosión del suelo se cataloga de moderada a muy fuerte debido a cambios en el uso y a prácticas agrícolas sin medidas de conservación. Cerca del 45% de las tierras agrícolas y forestales en la entidad experimentan este proceso. Ejemplo de lo anterior, se muestra en la zona Norte del estado, en donde el cambio en el uso del suelo genera este proceso principalmente por la deforestación de zonas con vegetación primaria para fines agrícolas (BUAP,2019).

Para el caso de Tlaxcala, este problema es más significativo, afecta al 93.7% de su territorio. En particular, la erosión hídrica laminar y en cárcavas es común en terrenos agrícolas y forestales mal manejados en pendientes pronunciadas (Alvarado Cardona et al, 2007). Sobre esa base, la erosión de los suelos en Tlaxcala puede clasificarse en cuatro clases:

a. Ligera: Se localiza en los municipios de Altzayanca, Calpulalpan, Huamantla y Chiautempan, Benito Juárez, Apizaco, Terrenate, Tequixquitla, Altzayanca, Tetla, Tlaxcala, Tepetitla y Zacatelco, esta clase es producto de un relieve plano, precipitación moderada,



suelos arcillosos dedicados a la agricultura de riego y temporal. Representa el 20.80% del total.

b. Moderada. Ocupa el segundo lugar en superficie, y se ubica en los municipios de Benito Juárez, Hueyotlipan, Atlangatepec, Lázaro Cárdenas, Calpulalpan, Nanacamilpa, Tetla y Tequixquitla, en los lomeríos con pendiente moderada, precipitación moderada, suelos arenosos dedicados a la agricultura de temporal sin ninguna técnica de conservación. Representa el 7% del total.

c. Alta. Se ubica en cerros con pendientes fuertes localizados en los municipios de Terrenate, Tequixquitla, Calpulalpan, Tepetitla, Atlangatepec, Tlaxco, Zitlaltepec y Tepeyanco, con vegetación de pastizal, suelos arenosos y precipitaciones altas. Representa el 31.90% del total.

d. Muy alta. Ocupa la mayor superficie del área del estado, se ubica en los municipios de Tepetitla, Hueyotlipan, Tlaxcala, Tlaxco, Atlangatepec, Alzayanca, Zitlaltepec, Nanacamilpa y Tenancingo, es producto de un relieve muy pronunciado, alta precipitación pluvial y suelos arcillosos que están dedicados a la agricultura de temporal con un manejo inadecuado. Representa el 24% del total.

Para la porción de esta entidad y que es parte de la subcuenca del Atoyac, la erosión se acelera debido a la alta precipitación, suelos arcillosos en pendientes pronunciadas sin vegetación y dedicados a la agricultura, lo que provoca la pérdida de la capa fértil y el azolvamiento de cuerpos de agua. Cabe destacar que la porción Norte y Oeste de Tlaxcala son las más críticas al contar con suelos muy delgados, de ahí que la introducción de la agricultura y la ganadería genero tepetates aflorados en las zonas de Tlaxco, Atlangatepec, Nanacamilpa y Calpulalpan (El Sol de Tlaxcala, 7 de abril de 2022), aunado a la deforestación en la proximidad del Volcán La Malinche, misma que generó una disminución en la productividad del suelo por la eliminación de la capa fértil.

Estos datos contrastan con los del Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tlaxcala, donde se reporta que hasta el año 2010, el 12% del territorio tenía suelos de alta calidad, el 25% de calidad media y el 11% de calidad muy baja.

#### Deforestación

La tala de bosques de Coníferas para la expansión agrícola y urbana redujo significativamente la cobertura forestal. En Puebla, los municipios cercanos al Volcán La Malinche y al nacimiento del río Alseseca han presenciado una pérdida considerable de vegetación original. La cobertura boscosa del Parque Nacional La Malinche o





Matlalcuéyatl, ha disminuido de 20,252 ha en 1985 a 17,743 ha en 2018, con una reducción desigual entre municipios. Algunos como Puebla y Amozoc han perdido bosque, mientras que otros como Tepatlaxco y Teolocholco han recuperado área boscosa (Ramón González et al, 2021).

En Tepatlaxco, Puebla, 220 ha agrícolas se han convertido en bancos de arena sin regulación, mientras que, en Acajete, empresas como Grupo Calidra explotan recursos pétreos legalmente. Esta urbanización afecta las laderas del Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl, sitio en el que se da el cambio o abandono de tierras agrícolas para la apertura de minas, tiraderos, parques industriales y asentamientos humanos. En este sentido, se destaca que en Tlaxcala, el 37% del territorio sufre de desertificación severa con una afectación en 146,620 ha (La Jornada de Oriente, junio 19, 2014).

#### *4.1.1.3 Contaminación de Suelos*

La contaminación de suelos en Puebla y Tlaxcala es un problema grave influenciado por actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas. Para el desarrollo del tema se diferenciaron cinco fuentes principales de contaminación de los suelos para la Subcuenca del Alto Atoyac.

##### Metales Pesados

Para el caso de Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, se encontró que las plantas de alfalfa aportan niveles peligrosos de Cadmio, Plomo y Arsénico al suelo, con mediciones superiores a los límites internacionales permitidos, situación que representa un peligro potencial para la salud humana y animal (Castro-González et al., 2018 en El Colegio de Tlaxcala, 2021).

##### Emisiones Industriales:

Según datos del Registro de Emisiones y Transparencia de Contaminantes (RETC) del año 2004 al 2019, las industrias en Tetla de la Solidaridad y Tepeyanco, Tlaxcala, son las principales fuentes de contaminación por emisión de metales pesados al suelo, esto con el subsecuente peligro por contaminación de acuíferos (IBERO Puebla, 2023). Por otra parte, el Inventario Nacional de Sitios Contaminados reporta que en Puebla y Tlaxcala se identifican sitios con afectación por mal manejo de hidrocarburos y otros contaminantes industriales. Es importante destacar que algunas de las empresas con responsabilidad por este tipo de contaminación son Pemex refinación, así como las empresas Volkswagen, Rohm and Hass (proveedora automotriz) y Especialiquidos (transportista de residuos y materiales peligrosos) (CONAHCYT, 2023).



### Emisiones volcánicas

En este tipo de eventos volcánicos se identifican concentraciones de Cobre, Cromo, Cadmio y Mercurio en los suelos (P. F. Rodríguez-Espinosa, 2015). De 2012 a 2013, la acumulación de estos elementos tiende a disminuir a medida que son lixiviados hacia los arroyos y otras áreas, sin embargo, se sugiere que estos elementos pueden entrar en el ciclo biológico humano a través de la vida acuática, representando una amenaza a largo plazo que debe ser monitoreada de cerca (Mac Donald et al. 2000).

### Basureros a Cielo Abierto

En Tlaxcala, basureros como los de Tetla, Panotla y Huamantla reciben grandes cantidades de residuos de múltiples municipios y empresas, sin regulación adecuada, lo que contribuye a la contaminación del suelo y el agua (CONAHCYT, 2023). Comunidades cercanas han registrado que los lixiviados de los basureros contaminan las áreas de cultivo y la presa de Atlangatepec (comunicación personal, Rodríguez-Herrero, P.H., 12 de agosto de 2023).

### Fertilizantes

En febrero de 2021, el equipo técnico del Hub Valles Altos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) realizó una demostración sobre fertilidad y pH del suelo en La Caridad Cuaxonacayo, Ixtacuixtla, Tlaxcala, para abordar el uso inadecuado de fertilizantes químicos. Entre los principales hallazgos reportados está la pérdida de materia orgánica y la subsecuente la infertilidad del suelo (CIMMYT, 12 de abril de 2021).

En suma, la contaminación de los suelos tiene impactos directos e indirectos sobre la salud humana, la biodiversidad y la sostenibilidad económica. Para la primera, se expresa que la acumulación de metales pesados en las plantas y la leche de vaca puede causar enfermedades neurológicas y distintos tipos de cáncer, asimismo, para la Biodiversidad representa pérdida de hábitats forestales, lo que reduce la abundancia y diversidad de especies vegetales y animales. En lo que respecta a la Sostenibilidad Económica, la infertilidad del suelo y la contaminación tienen afectación en la productividad agrícola, pone en riesgo la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores locales.

## **4.1.2 Hidrología**

Para evaluar la disponibilidad hídrica se realizó un ejercicio a partir de los niveles de precipitación media anual y los usos consuntivos registrados en la subcuenca para obtener una estimación y diferenciación más cercana de la disponibilidad hídrica a nivel municipal (Mapa 4.1). En específico, la disponibilidad anual real se calculó a partir de la



localización de las estaciones climatológicas, la precipitación promedio (mm/día), las temperaturas máximas y mínimas para cada estación, con lo que se obtuvo inicialmente la precipitación media anual (mm/año) y la evapotranspiración (mm/año), para posteriormente vectorizar las estaciones climatológicas junto con su base de datos.

A partir de la interpolación de información vectorial tipo punto sobre variables meteorológicas por estación climatológica<sup>12</sup> y a través de la técnica de polígonos de Thiessen, se identificó las áreas dentro de la subcuenca con características meteorológicas diferentes, información con la que se estimó la disponibilidad hídrica media natural anual para cada polígono ( $\text{hm}^3/\text{año}/\text{polígono}$ ), considerando que de la precipitación total, la evapotranspiración representa en promedio 74% de la pérdida hídrica para cada unidad espacial o subzona municipal.

En función del cálculo de este indicador se obtuvo que los polígonos catalogados con un déficit o disponibilidad hídrica negativa (de hasta  $-17 \text{ hm}^3$  al año) coinciden con la distribución de los principales afluentes en la subcuenca (río Atoyac, río Alsaseca y río Zahuapan, concentrados en la porción Centro-Sur). Específicamente los polígonos con déficit hídrico se muestran en 15 municipios: Apizaco, Tlaxcala, Totolac, Santa Ana Napolucan, Nativitas, Santa Apolonia Teacalco, Tetlatlahuca, San Juan Huatzingo, Zacatelco, San Miguel Xoxtla, Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula, San Pedro Cholula, San Martín Texmelucan y San Matías Tlalancalecas. Mientras que los sitios con mayor disponibilidad hídrica se identifican en la porción Norte y Oeste de la subcuenca, coincidente en su mayoría, con las porciones con vegetación primaria de Bosque de Coníferas y en donde se asientan en menor proporción la población de la subcuenca.

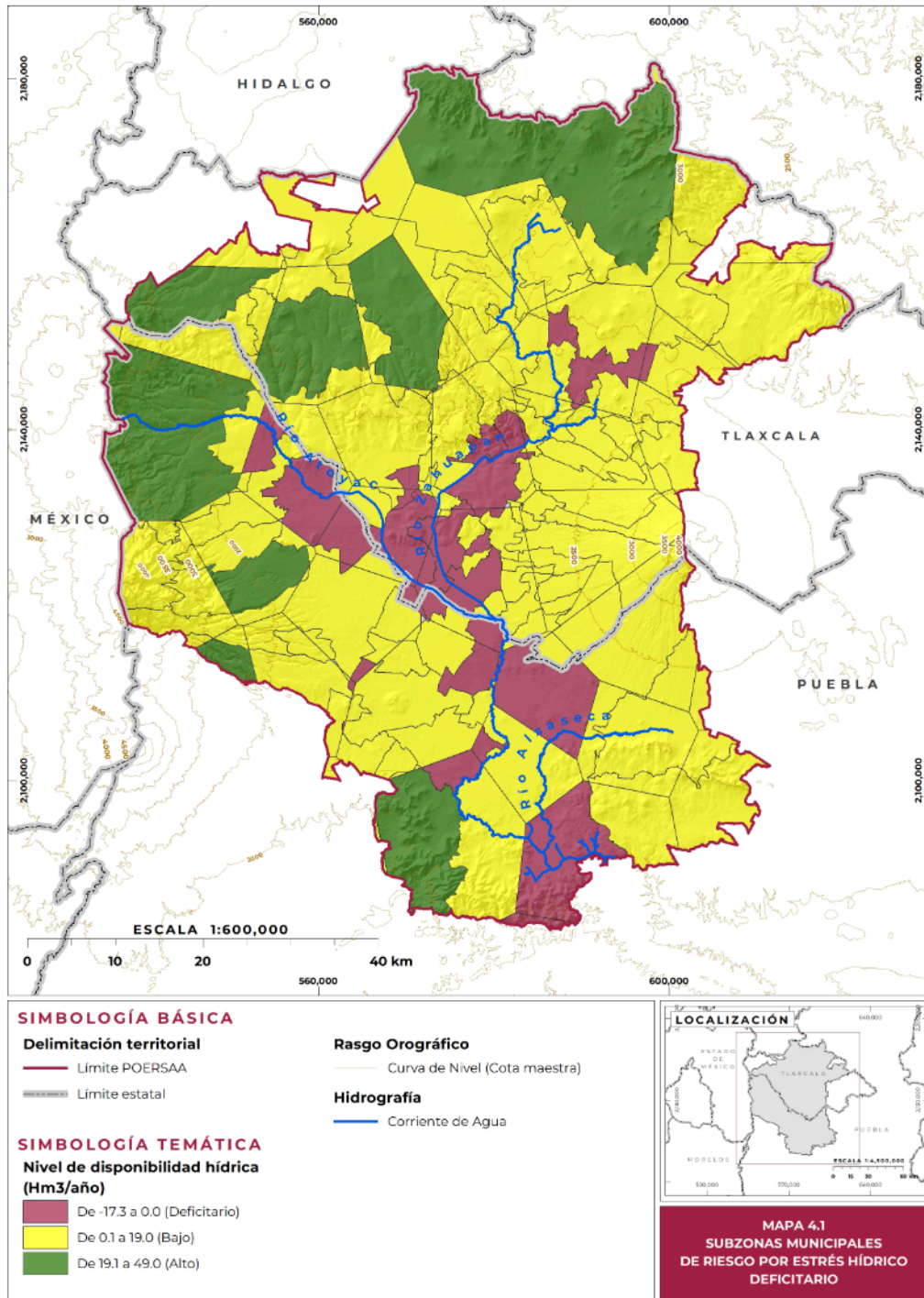
---

<sup>12</sup> A partir de la disponibilidad hídrica media natural anual y de la capa vectorial de usos consuntivos por municipio, se calculó la disponibilidad hídrica media real anual para cada polígono (subzona). Para ello, en primer lugar, se realizó una combinación de bases de datos vectoriales espacialmente, generando nuevas unidades espaciales (subzonas municipales) y a partir de las áreas originales de cada entidad vectorial (disponibilidad real/uso consuntivo) se estimaron las proporciones para cada nueva subzona, permitiendo de esta manera sustraer los volúmenes de agua concesionada a los de disponibilidad media natural para cada unidad espacial o subzona municipal.





Mapa 4.1. Subzonas municipales de riesgo por estrés hídrico deficitario, según disponibilidad anual real ( $\text{hm}^3/\text{año}/\text{subzona}$ )



Fuente: elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (2021) (CONAGUA) y Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021) (Información Estadística Climatológica, 2024).





#### 4.1.2.1 Usos consuntivos

Los mapas 4.2, 4.3 y 4.4 muestran el comportamiento hidrosocial (Vilchis et al., 2018) del área de estudio, es decir, la interacción entre el recurso hídrico y la población para cada subzona municipal ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ), se trata de pérdidas hídricas antropogénicas (usos consuntivos). Para la representación de esta información se utilizó el cálculo del volumen de uso consuntivo para tres sectores económicos<sup>13</sup>: Agrícola, abastecimiento público e industrial, sectores reportados en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) de CONAGUA para 2021.

A partir de los resultados, se identificó que, para el uso consuntivo agrícola, la zona de la subcuenca próxima a los cauces de los ríos Atoyac y Zahuapan, es la que registró los polígonos con los volúmenes más altos, superiores a los 8.9 y hasta 16.9  $\text{hm}^3$  al año. Dicha zona en particular corresponde a sitios con actividad agrícola de riego, principalmente en los municipios de Nativitas, Tlahuapan, San Martín Texmelucan y Zacatelco. Cabe destacar que la agricultura es la actividad que emplea el mayor volumen de recurso hídrico, es decir, el sector con mayor número de concesiones para uso consuntivo a lo largo del área de estudio. Sobre esa base, destacan las zonas Norte y Oeste, áreas más alejadas de las zonas metropolitanas con asentamientos humanos rurales.

En lo referente al abastecimiento público, los polígonos con mayores volúmenes concesionados se localizan en la porción Sur de la subcuenca, corresponde a la zona metropolitana Puebla-Tlaxcala, principalmente entorno al cauce del río Alsaseca, concentrados en dos municipios del estado de Puebla: Puebla y San Pedro Cholula, esto con cifras entre 11.8 y 21.7  $\text{hm}^3/\text{año}$ . Otros de los municipios que destacan en el volumen concesionado para este sector son Cuautlancingo, San Andrés Cholula y San Martín Texmelucan, así como Apizaco, Tlaxcala y Totolac en el estado de Tlaxcala, con volúmenes concesionados entre 2.6 y 11.8  $\text{hm}^3/\text{año}$ .

Para el sector industrial, los volúmenes concesionados más altos se registraron en los municipios de Huejotzingo, San Martín Texmelucan, San Miguel Xoxtla y Puebla en el estado de Puebla, mientras que, para Tlaxcala, solo el municipio de Apizaco resalta en este sentido. Para estos municipios el volumen concesionado osciló entre 2 y 2.9  $\text{hm}^3/\text{año}$ . Con lo anterior, es posible identificar por lo menos cuatro municipios que destacan en este

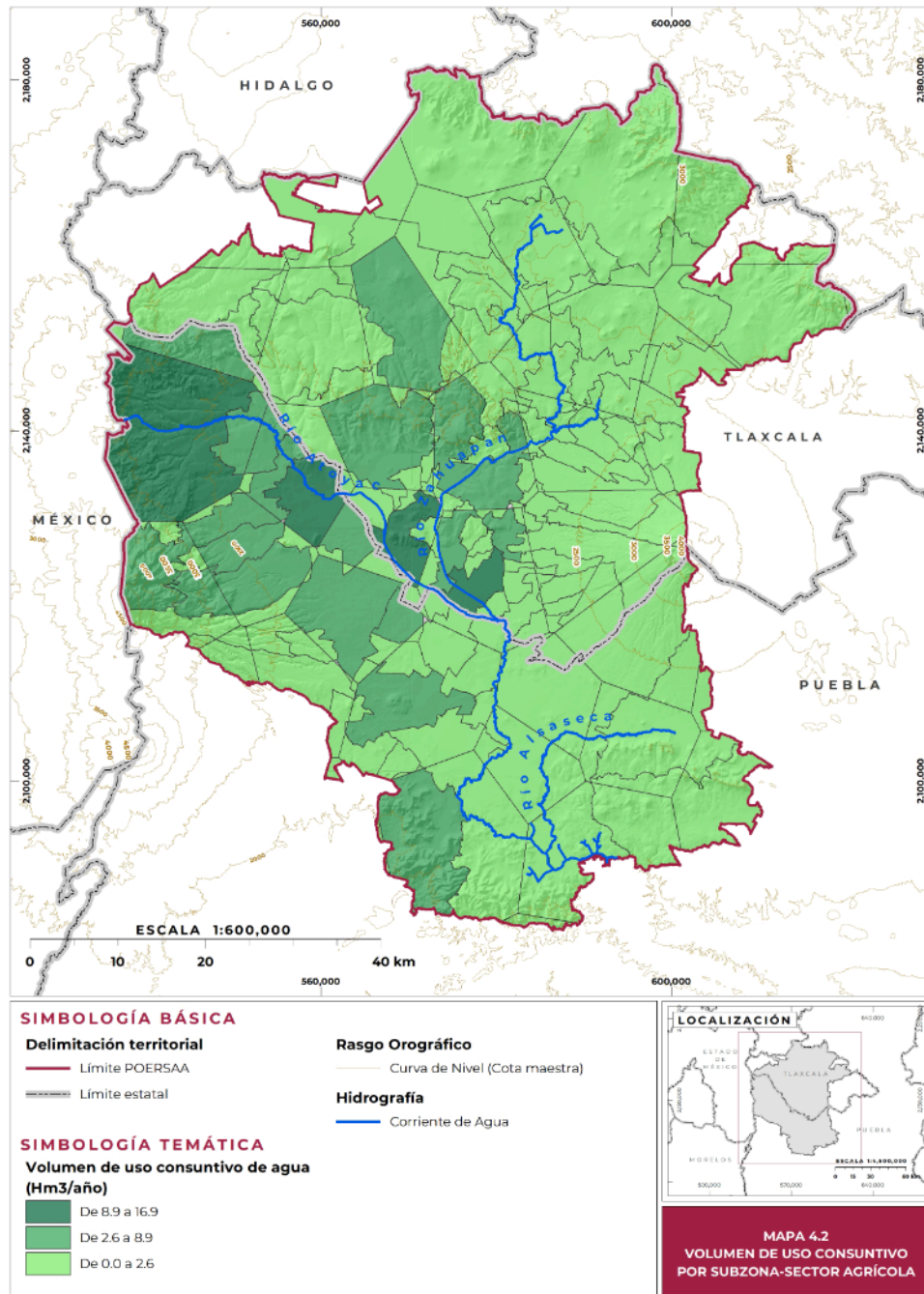
---

<sup>13</sup> Hay que agregar que la agrupación de datos se hizo a partir de rupturas naturales (natural breaks), mismas que maximizan las diferencias entre clases al utilizar los cambios abruptos en el comportamiento de los datos. De esta manera se generan grupos desiguales que amplían la claridad para la interpretación cartográfica de los datos (Jenks & Caspall, 1971).



indicador y corresponde a los municipios que concentran el mayor número de población y de actividad industrial.

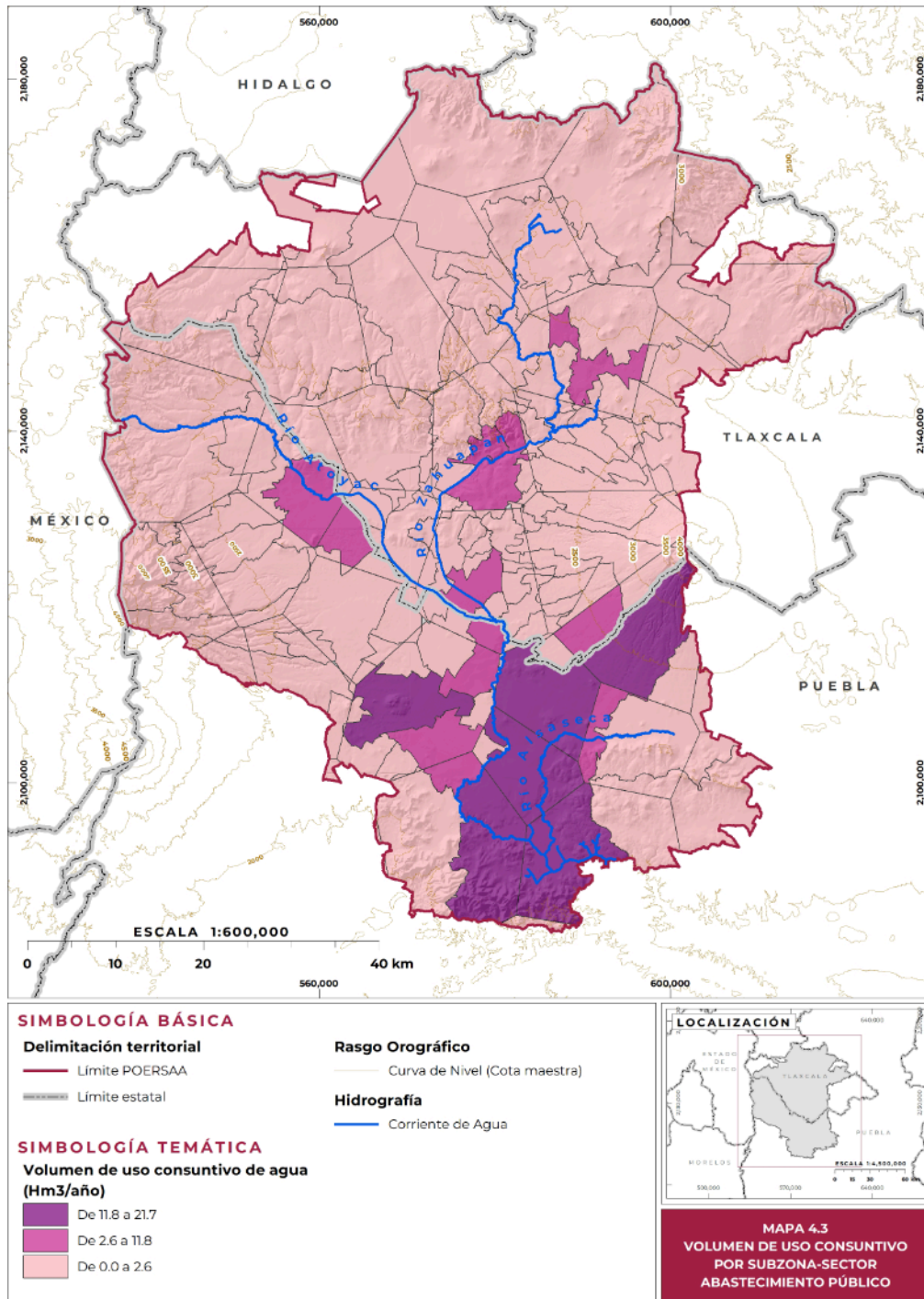
Mapa 4.2. Volumen de uso consuntivo de agua para cada subzona municipal para el sector agrícola ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ).



Fuente elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Fuente de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (Comisión Nacional del Agua: CONAGUA, 2021) y Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021) (Información Estadística Climatológica, 2024).



Mapa 4.3. Volumen de uso consuntivo de agua para cada subzona municipal para el abastecimiento público (hm<sup>3</sup>/año).

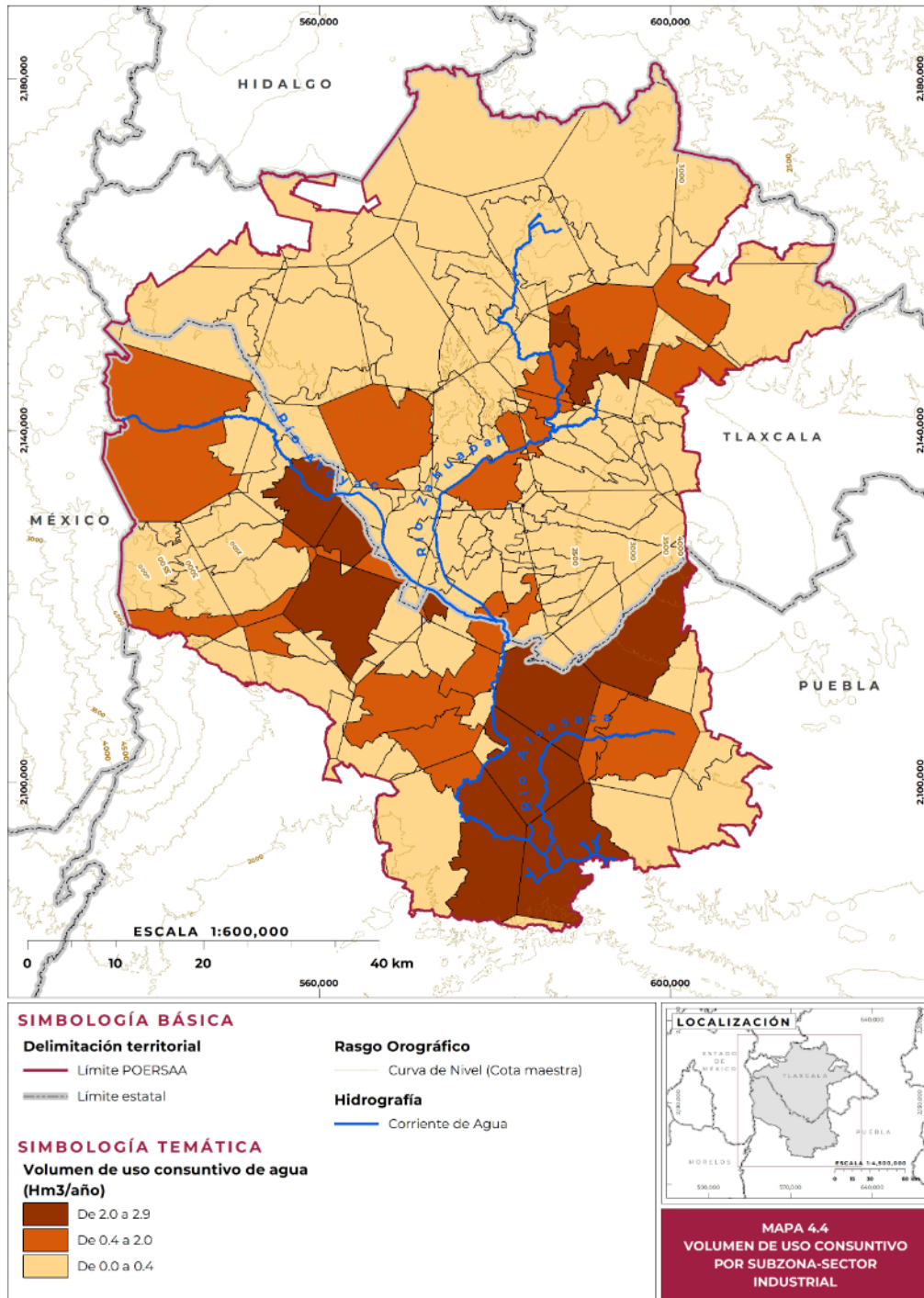


Fuente elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Fuente de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (Comisión Nacional del Agua: CONAGUA, 2021) y Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021) (Información Estadística Climatológica, 2024).





Mapa 4.4. Volumen de uso consuntivo de agua para cada subzona municipal para el sector industrial ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ).



Fuente elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Fuente de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (Comisión Nacional del Agua: CONAGUA, 2021) y Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021) (Información Estadística Climatológica, 2024).





En el Mapa 4.5 se representa los volúmenes de agua por tipo de fuentes, es decir, los volúmenes de abastecimiento de agua para usos consuntivos en función de su origen, ya sea de fuentes superficiales o de agua subterránea. Destaca el municipio de Puebla como la unidad territorial que registra el mayor volumen de agua concesionada con una cifra de 124.72 hm<sup>3</sup>/año, le sigue en importancia el municipio de San Martín Texmelucan con un volumen concesionado de 41.02 hm<sup>3</sup>/año. Para ambos municipios la principal fuente de abastecimiento del recurso hídrico es el agua subterránea. De los 71 municipios analizados, solo en Ixtlacuixtla de Mariano Matamoros y Zacatelco en Tlaxcala, así como Tlahualpan en Puebla, la principal fuente de abastecimiento proviene de fuentes superficiales.

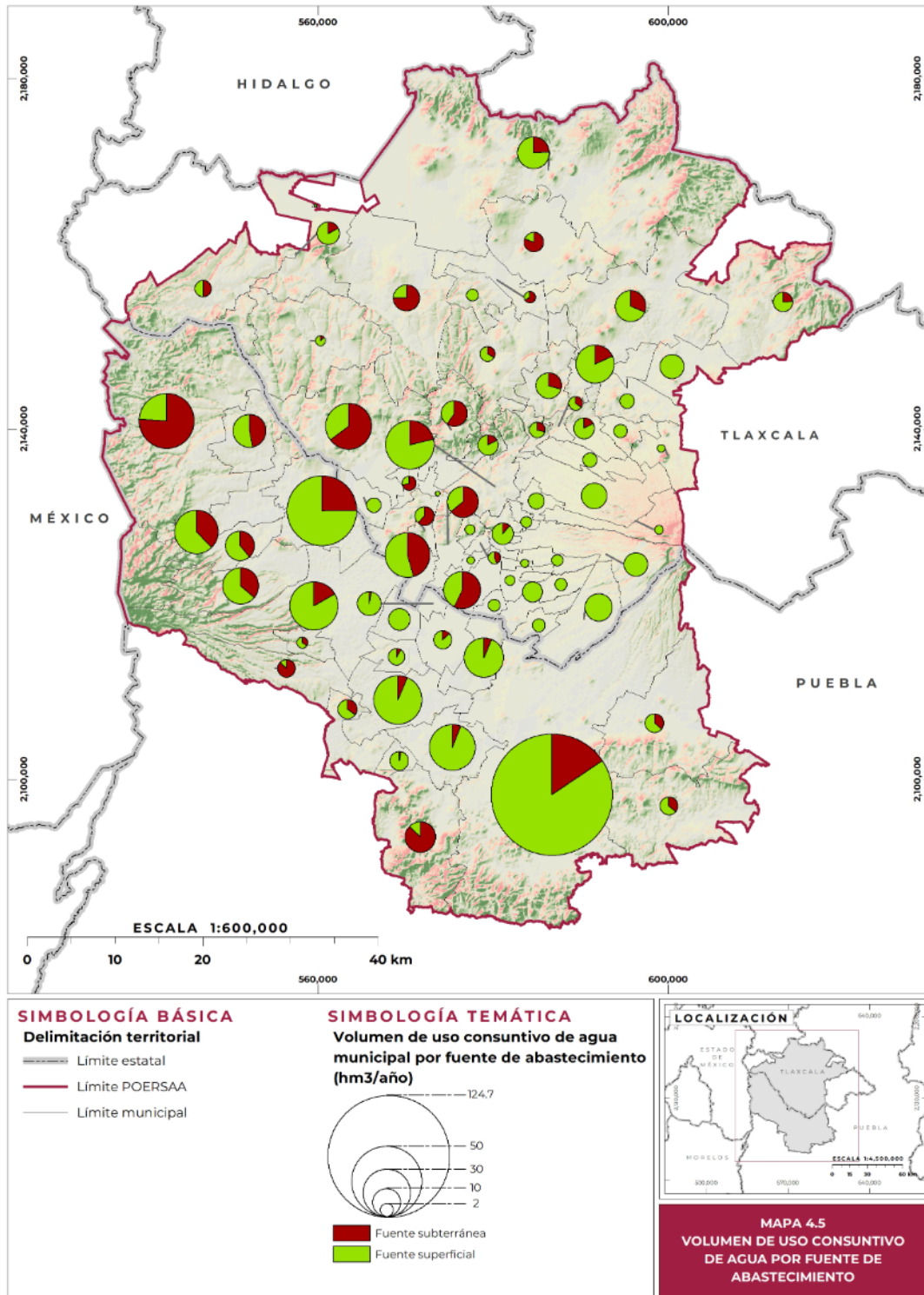
En general, el mapa refleja la fuerte dependencia de los acuíferos como fuente de abastecimiento de agua potable para la población y para el desarrollo sus actividades subcuenca. Incluso se identifican 22 municipios del estado de Tlaxcala en los que la principal fuente de abastecimiento de agua potable son los acuíferos, es decir, el volumen concesionado proviene en un 100% de esta fuente.

Por otra parte, los reportes del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la CONAGUA permiten conocer el volumen total del recurso hídrico diferenciada por uso consuntivo a nivel municipal. El REPGA muestra esta información para 12 sectores económicos, sin embargo, para el caso de la Subcuenca del Alto Atoyac, sobresale el sector agrícola, el sector industrial y el abastecimiento público. A partir de las concesiones otorgadas y agregadas a nivel municipal para 2021, se observa que, en la porción Oeste de la subcuenca se hace notoria la tendencia a emplear mayores volúmenes de agua para el sector agrícola. Municipios como Tlahuapan, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan registran dicha tendencia.

Por otra parte, al Sur de la subcuenca, en municipios como Puebla, San Pedro Cholula y San Andrés Cholula, entre otros, el abastecimiento Público es el sector que concentra el mayor volumen del recurso hídrico concesionado. En lo que respecta al sector industrial, San Miguel Xoxtla en Puebla es el municipio que destina proporcionalmente un mayor volumen concesionado de agua para este sector. No obstante, también es posible identificar otros municipios en los que el volumen concesionado para la industria es relevante en comparación del resto de los municipios, tal es el caso de Apizaco en Tlaxcala, Huejotzingo, San Martín Texmelucan y Puebla en el estado de Puebla (Mapa 4.6).



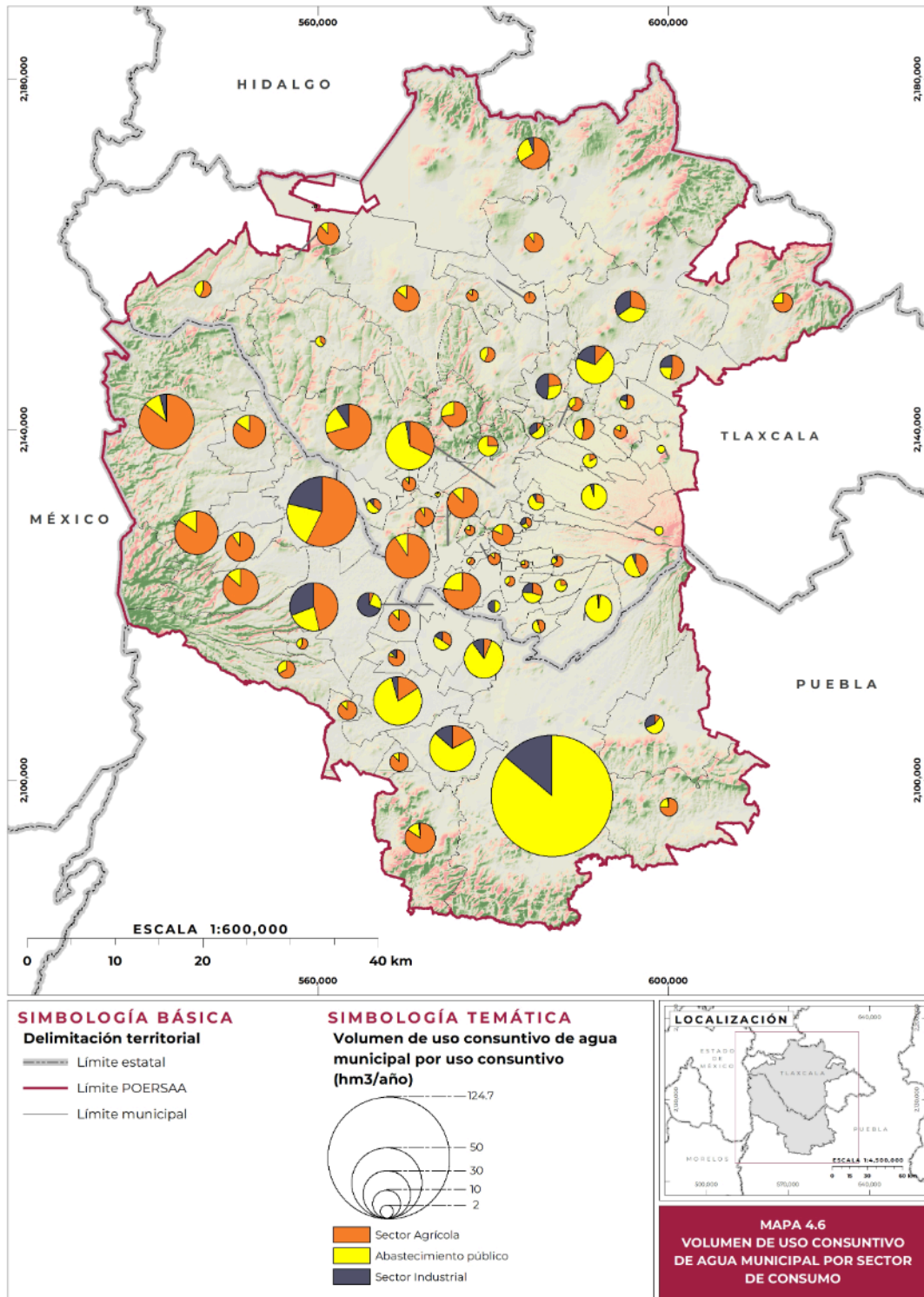
Mapa 4.5. Volumen de uso consuntivo de agua por fuente de abastecimiento ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )



Fuente: elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (Comisión Nacional del Agua: Conagua: 2021).



Mapa 4.6. Volumen de uso consuntivo de agua municipal por sector de consumo (hm<sup>3</sup>/año)



Fuente: elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de intensidad de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (Comisión Nacional del Agua: Conagua, 2021).





#### 4.1.2.2 Proyección a 2030 y Agua subterránea

Con base en lo presentado en el apartado anterior, el mapa 4.7 y 4.8 muestran los niveles de disponibilidad hídrica de Falkenmark per cápita para dos escenarios, el contexto actual y para el año 2030 ( $m^3$ /habitante/año). La estratificación representada en la cartografía busca establecer los distintos grados de vulnerabilidad hídrica para la población en un espacio geográfico determinado. De esta forma, las categorías de estrés hídrico quedaron definidas como se muestran en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Categorías de estrés hídrico de Falkenmark, en  $m^3$  per cápita por año

<b><math>m^3</math> per cápita</b>	<b>Categoría</b>
>1,700	Sin estrés
1,000-1,700	Estrés
500-1,000	Escasez
0-500	Escasez absoluta
<0	Déficit hídrico

Fuente: Blanco (2017, pp40).

En el mapa 4.7 es posible visualizar que los polígonos con déficit hídrico, es decir, con una disponibilidad negativa ( $<0 m^3$  per cápita al año) se distribuyen en la proximidad de los principales afluentes de la subcuenca del Atoyac, esto es en los municipios de Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula, San Miguel Xoxtla y San Matías Tlalancaleca en el estado de Puebla, mientras que en el estado de Tlaxcala estos polígonos se concentran en los municipios de Apizaco, Nativitas, Santa Ana Nopalucan, Santa Apolonia Teacalco, Santa Isabel Xiloxotla, San Juan Huactzingo, , Tetlatlahuaca, Totolac y Tlaxcala.

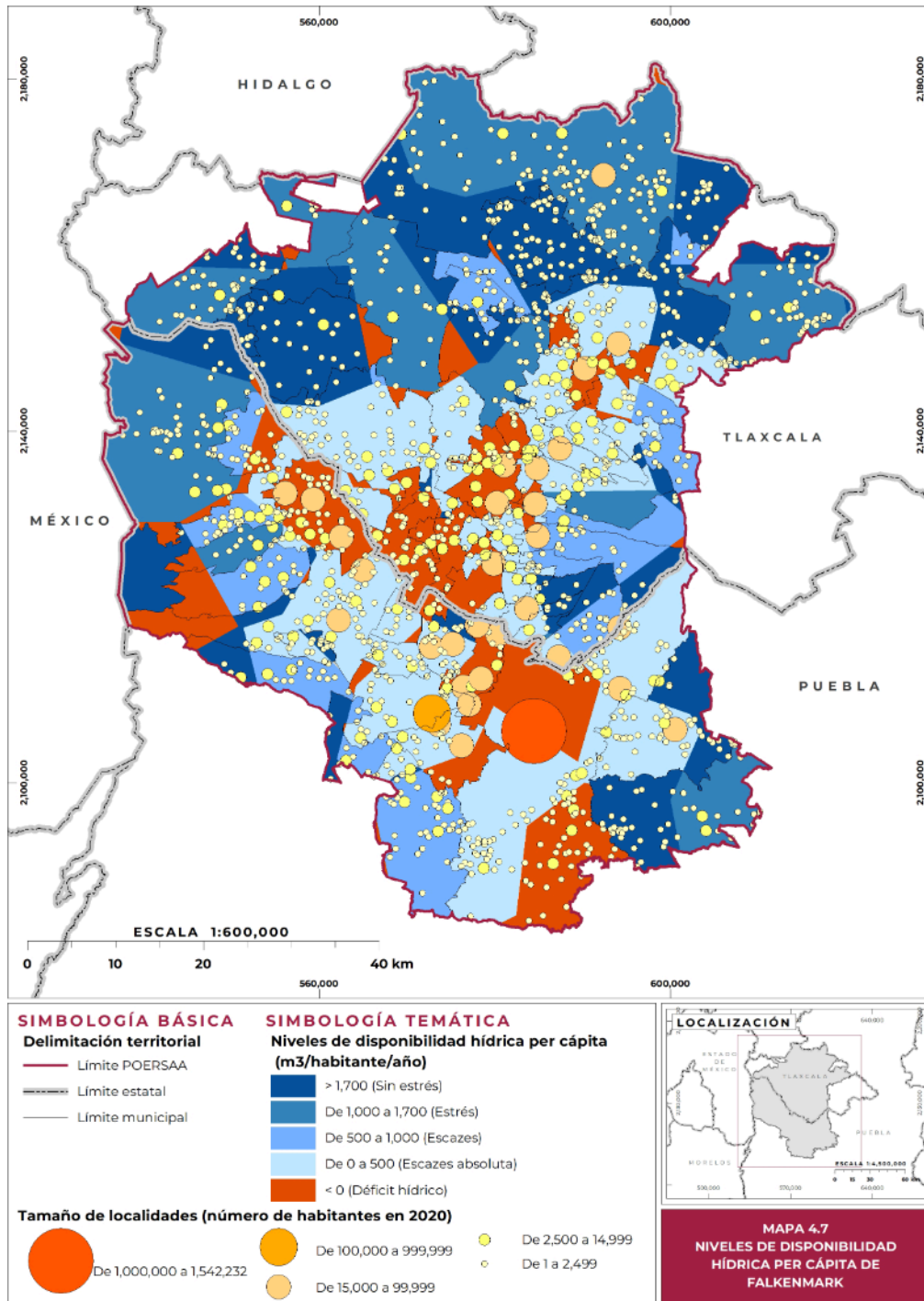
Cabe destacar que, los municipios listados concentran localidades con más de 15,000 habitantes, entre las que sobresale la ciudad de Puebla al contar con más de millón y medio de habitantes con base en los datos del último Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020).

En contraparte, los polígonos con mayor disponibilidad hídrica o sin estrés hídrico se ubican en la porción Norte, Este y Sureste de la subcuenca, en municipios con localidades dispersas y con menos de 2,500 habitantes. Para el caso del estado de Puebla destacan los municipios de Calpan, Cuautinchán, San Felipe Teotlancingo y Tlahuapan. En lo que respecta al estado de Tlaxcala, los municipios con polígonos sin estrés hídrico se ubican en Sanctórum de Atlangatepec, Españita, Hueyotlipan, Lázaro Cárdenas, Tlaxco, Tetla de Solidaridad, Terrenate y Xaltocan.





Mapa 4.7. Niveles de disponibilidad hídrica per cápita de Falkenmark ( $m^3/habitante/año$ )



\*Categorización de estrés hídrico de Falkenmark (Blanco, 2017, p. 40).

Fuente: Elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Fuente de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (2021), la Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021), los Principales resultados por localidad (ITER) 2020 del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) y los Principales resultados por localidad (ITER) 2010 del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

De continuar con esta tendencia, para 2030 el déficit hídrico incrementará hasta menos de 152,100  $m^3$  del recurso hídrico por habitante en los municipios señalados, es



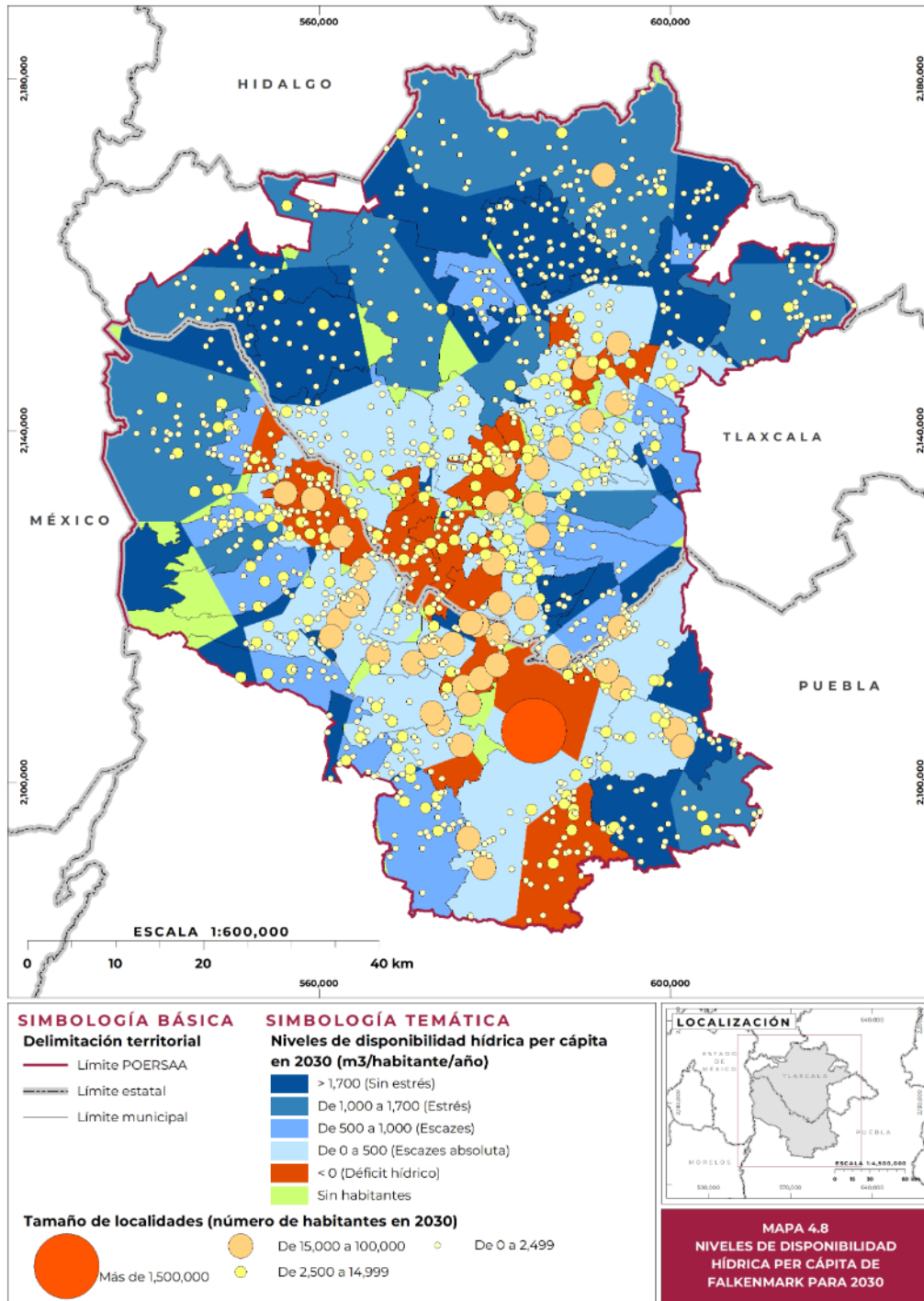
decir, se incrementará el estrés hídrico para la mayoría de la población en los polígonos identificados en el mapa 4.7. Dicha situación se agrava al incrementar la concentración de la población en localidades cercanas a los principales afluentes de la subcuenca (Mapa 8). Para el año de referencia, se proyecta que la población de la Ciudad de Puebla incremente en más de 100,000 habitantes, lo que representa contar con 1,654,704 habitantes, además de un número mayor de localidades con más de 15,000 habitantes.

Finalmente, en lo referente a la disponibilidad de agua subterránea por municipio (Mapa 4.9), se realizó una operación con cada fracción de acuífero y su proporción hídrica correspondiente. De esta forma se obtuvo que, de los 71 municipios, Tlaxco destaca como la unidad territorial con la mayor disponibilidad hídrica al registrar una cifra superior a los 8,000,000 millones de m<sup>3</sup> de agua al año. En contraparte, los municipios de Amozoc y Cuautinchán en Puebla son los municipios con déficit hídrico para los acuíferos. Mientras que la mayor parte de los municipios que conforman la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala registraron una disponibilidad media anual entre los 2 y 4 millones de m<sup>3</sup>/año.

Hay que agregar que, los recursos hídricos subterráneos son un componente esencial para considerar en la gestión del territorio. Sin embargo, la naturaleza de su distribución espacial en el subsuelo no se corresponde con delimitaciones político-administrativas, lo que representa en la evaluación del recurso un obstáculo a considerar. En particular, el área de estudio del Alto Atoyac coincide territorialmente con 12 acuíferos, de los cuales cuatro abarcan una fracción muy pequeña respecto a la superficie del acuífero al que pertenecen, no obstante, para un correcto análisis se considera en conjunto las 12 fracciones de acuíferos que constituyen la totalidad espacial del Alto Atoyac y de sus recursos hídricos.



Mapa 4.8. Niveles de disponibilidad hídrica per cápita de Falkenmark para 2030 (m<sup>3</sup>/habitante/año)

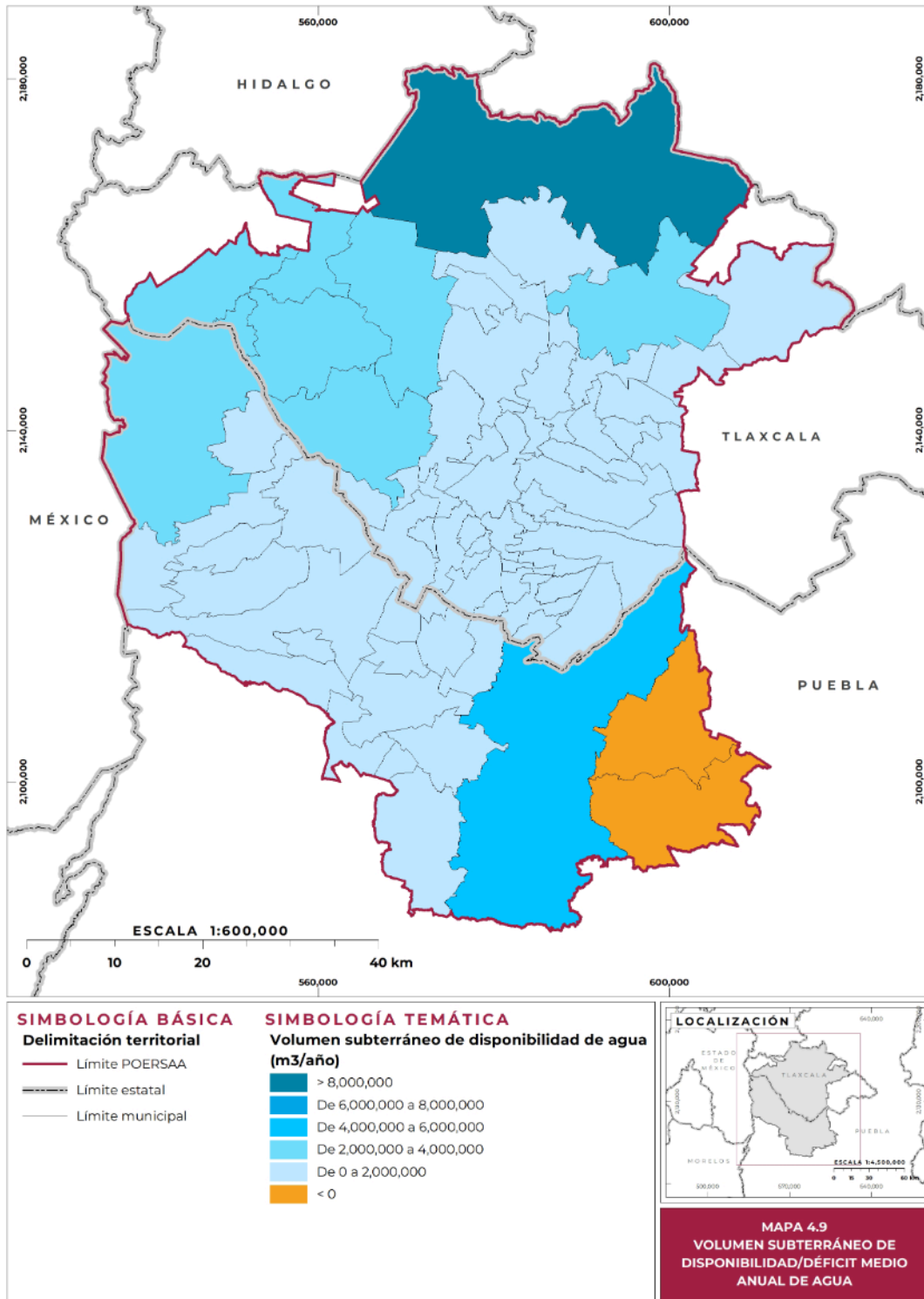


\*Categorización de estrés hídrico de Falkenmark (Blanco, 2017, p. 40).

Fuente: elaboración propia DOE a partir de los datos vectoriales de Fuente de Usos Consuntivos Municipales 2021 REPDA (2021), la Red de Estaciones Climatológicas Nacional (SMN, 2010-2021), los Principales resultados por localidad (ITER) 2020 del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) y los Principales resultados por localidad (ITER) 2010 del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).



Mapa 4.9. Volumen subterráneo de disponibilidad/déficit medio anual de agua por municipio ( $m^3/año$ ).



Fuente: elaboración propia DOE.





#### 4.1.2.3 Calidad de agua (contaminación)

El río Atoyac es considerado uno de los afluentes más contaminados del país. El contexto histórico sobre esta situación se remonta al año 1969, con la instalación del Complejo Petroquímico Independencia de PEMEX, y la posterior apertura de tres corredores industriales: Quetzalcóatl, Ixtacuixtla y San Miguel. Desde ese entonces, las descargas de aguas residuales vertidas al Atoyac tienen su origen en diversos sectores industriales: alimentario, textil, químico, petroquímico, automotriz, papelerero, de hierro y acero, farmacéutico, metalmecánico y siderúrgico, entre otros.

Algunas de las empresas identificadas como agentes causantes del nivel de contaminación del río Atoyac y sus principales afluentes son: Textiles KN de Oriente, Comercial Slect Aresluz, Oxiquímica, Internacional Leg Wear Group de México, Brembo México, San Luis Rassini, One Digit, Revestimientos Porcelanite Lamosa, Planta Kerámica, Agraquets, Lamosa Revestimientos, Industrias Mac, Arcomex, Granja Virginia, Ajemex, Industrial Lactel, INADE e Indertec, etc. Cabe destacar que las descargas industriales consisten en aguas residuales sin tratamiento, en cuyo contenido destacan químicos como el cloroformo, cloruro de metileno y tolueno, metales pesados, sólidos suspendidos, grasas, aceites y alcoholes, entre otras tantas sustancias químicas (García, 2019; Centro de Información sobre Empresas y Derechos Humanos-CIEDH, 2016).

Asimismo, en 2001 la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) realizó un estudio para evaluar la calidad del agua de manantiales y escurrimientos<sup>14</sup> en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (zona de captación de agua). Los resultados expresaron que todos los parámetros medidos estaban por debajo de los mínimos establecidos en las Normas Oficiales (SEMARNAT, CUPREDER, BUAP, 2005). No obstante, desde el nacimiento de los escurrimientos hasta las partes bajas en la zona oriental del parque, mismos que desembocan en la subcuenca del río Atoyac, es posible observar que algunas poblaciones arrojan sus drenajes a los escurrimientos, al igual que residuos sólidos.

---

<sup>14</sup> Al considerar la calidad del agua, misma que se determina mediante la medición de ciertas sustancias disueltas y suspendidas en ella, esto al medir parámetros que agrupan atributos físicos, químicos, bacteriológicos y tóxicos en los siguientes indicadores: 1) Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO5], 2) Demanda Química de Oxígeno [DQO], 3) Sólidos Suspendidos Totales [SST], 4) Coliformes Fecales [CF] y 5) Tóxicos [TOX] (ASF, 2020). El primero se utiliza para medir la materia orgánica biodegradable, el segundo mide la materia orgánica ocasionada por descargas de aguas residuales industriales, mientras que el tercero y cuarto tiene su origen en la erosión del suelo y las aguas residuales domésticas; el quinto mide la descarga de elementos pesados.



Ante tal panorama, estudios recientes señalan una relación directa entre urbanización y contaminación de las aguas superficiales y los acuíferos, aunado a que gran parte de los cauces han sido entubados, alterando los procesos naturales de infiltración y evaporación, y que, a su vez, propician la distribución desigual de los recursos hídricos. Tal es el caso de los escurrimientos de los ríos Yecapixtla y Cuautla, aunque no se encuentran en el polígono definido para el presente ordenamiento, son parte de los escurrimientos que se originan en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. En estos es posible apreciar grandes cantidades de aguas residuales urbanas y de actividades económicas como origen de desechos sólidos.

De los puntos monitoreados en ambos ríos se registró valores de nitrógeno y fósforo por arriba de los valores reportados para corrientes de agua no contaminadas. El principal causante de esto son las actividades agrícolas. Por efecto de lavado de suelos en la época de lluvia, dichos elementos son incorporados a los escurrimientos, lo que tiende a incrementar su concentración en ríos y cuerpos de agua (SEMARNAT; CONANP, 2013).

Por otra parte, la subcuenca del río Atoyac-Zahuapan es un caso de deterioro hídrico. Este cauce, que atraviesa los estados de Tlaxcala y Puebla, registra afectaciones a sus habitantes por el nivel de contaminación, lo que se intensifica ante la baja disponibilidad de agua superficial (menor a mil m<sup>3</sup>/ hab./año). A pesar de que la población afectada ha expresado su descontento y ha generado peticiones directas al Estado en sus distintos niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) y al conjunto de empresas públicas y privadas para que asuman su responsabilidad en esta crisis ambiental, las subcuencas del Zahuapan y el Alto Atoyac continúan en condición de veda, situación que no impide el otorgar nuevas concesiones para explotación del recurso hídrico (Landa, 2012).

Entre 2014 y 2019, en los municipios de San Martín Texmelucan y Tepetitla de Lardizábal, se evaluó la calidad del agua con el índice integrado de contaminación del agua, dando como resultado que los valores estándar del índice se han mantenido prácticamente constantes, lo que indica que la calidad del agua de la cuenca está muy contaminada, superando la autolimpieza natural del ecosistema, provocando que el río pierda su equilibrio natural. Todos los parámetros, incluyendo: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Fecales y Unidades de Toxicidad, se correlacionaron positivamente con la población, lo que sugiere que se pueden utilizar como indicadores de urbanización.



En específico, tres indicadores (demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales) presentaron una fuerte correlación en San Martín Texmelucan, lo que la posiciona como la localidad con mayor degradación en la calidad del agua a causa del crecimiento urbano (Estrada-Rivera et al., 2022).

En los últimos años, se han realizado diferentes estudios que caracterizaron la calidad del agua del río Atoyac y sus zonas de impacto, determinando el riesgo de las descargas depositadas en él, refiriendo que la incorporación del agua residual procedente de los municipios de Tlaxcala, San Martín Texmelucan, Moyotzingo, y la ciudad de Puebla, ha desembocado en que los ríos incrementen el contenido de sales solubles, metales pesados, detergentes, y grasas (Méndez et al., 1995). Aunado a lo anterior, otros estudios destacan que el suelo sometido a riego por más de 30 años con aguas del río, registran concentraciones de metales pesados (Hierro>Plomo>Manganeso>Cromo>Cadmio) (García et al., 2000).

Asimismo, el agua del río Alseseca, al igual que el Atoyac, desemboca en la presa Manual Ávila Camacho, cuerpo de agua con un coeficiente de correlación alto entre parámetros físicos, químicos y toxicológicos (Fabela et al., 2002). En conjunto, para 2002, se reportó una cifra de 522 descargas de aguas municipales e industriales a lo largo del estado de Puebla, la mayoría no cumplió con los parámetros de la NOM-001-ECOL-1996 (Saldaña et al., 2002).

Tal panorama deja un contexto desfavorable para la protección, preservación y restauración de los recursos naturales, principalmente del recurso hídrico y los suelos por la inacción de instituciones, gobierno y población en general. Se trata de un problema multifactorial cuyo origen principal se desprende de la actividad industrial, así como del crecimiento urbano en la proximidad de los principales afluentes de la subcuenca: río Atoyac, río Zahuapan y río Alseseca.

### **4.1.3 Geología y Geomorfología (presión ambiental)**

#### *4.1.3.1 Causas de degradación y contaminación en principales topofomas*

##### Sierra de Tlaxco

Esta región se encuentra bajo presión ambiental considerable ya que enfrenta problemas como el creciente cambio de uso de suelo y la contaminación hídrica por metales pesados, además de la presencia anómala de arsénico en aguas residuales que se descargan en la subcuenca. Dicho sistema hidrológico está conformado por los ríos Zahuapan, el cual nace en la Sierra de Tlaxco, (Castro-González et al., 2019) y el río Atoyac,



mismo que alimenta parte de la subcuenca del mismo nombre. La conservación de esta sierra es crucial para la preservación del equilibrio ecológico y el bienestar de las comunidades locales ya que Tlaxcala es una entidad con altos índices de deterioro ambiental (García, 2018b).

Dicho deterioro se manifiesta a través de la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo, la contaminación del agua y la deforestación. Lo que afecta directamente la calidad de vida de las comunidades locales, repercute en la salud y el bienestar de la población que depende directamente de los recursos naturales que la zona les provee para su sustento.

#### Volcán La Malinche o Matlalcuéyatl

El estado medioambiental del Volcán La Malinche y sus alrededores representa un desafío por la intensidad de la actividad humana en la zona. La deforestación, la agricultura intensiva y la ganadería, han causado pérdida de cobertura forestal y la degradación del hábitat natural. Especialmente, en esta zona sobresale la tala ilegal como la principal amenaza para la biodiversidad. Tan solo en el territorio que comprende el Parque Nacional ha perdido unas 700 ha de bosque (De Medios SA de CV Demos, 2023), enfatizando que la cobertura forestal coadyuba en la recarga hídrica de los acuíferos en la región. Aunque el área cuenta con una estación científica para la conservación del Bosque de Alta Montaña, se hace patente la necesidad de una gestión ambiental más efectiva.

La topografía accidentada de la zona, aunado a los cambios en la altitud, también son un elemento para considerar en la gestión de los recursos naturales para preservar la biodiversidad (De la Cruz, 2022).

#### Sierra del Tentzo

En esta sierra, la expansión de la mancha urbana, el uso ineficiente de los recursos naturales y el crecimiento intensivo y extractivo de sectores como la Agricultura, la actividad Pecuaría y Acuícola, han afectado considerablemente la conservación de los ecosistemas presentes en esta porción de la subcuenca. Sin embargo, las principales causantes de la fragmentación y degradación del hábitat son los incendios provocados y la deforestación.

Entre 1970 y 1990, muchos municipios de Puebla registraron una pérdida significativa de superficie forestal; 19 municipios con alta y muy alta marginación vieron desaparecer completamente sus áreas boscosas. A esto se suma el crecimiento urbano





desordenado con el consecuente cambio de uso del suelo para dar paso a la urbanización o a la apertura de áreas agrícolas.

En las comunidades rurales, las prácticas de uso y manejo del suelo pueden conducir tanto a la conservación como al deterioro de los bosques, siendo la alteración de su funcionamiento un paso previo a la deforestación. Aunado a lo anterior, el crecimiento poblacional incrementa las necesidades de alimentos, vivienda, vestimenta y energía, proyectándose que las futuras generaciones no tendrán suficiente energía generada por fotosíntesis para sustentar la vida silvestre.

Estas actividades han transformado el paisaje natural, disminuyendo su integridad y funcionalidad. Por lo tanto, es crucial que el manejo del sistema natural se integre de manera equilibrada con el sistema social y económico, para asegurar la sostenibilidad y conservación de la riqueza biológica de la Sierra (Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial, 2011).

#### Sierra Nevada

Históricamente la erosión producto de actividades agrícolas ha sido un mal que afecta los suelos de la zona, especialmente el inicio de este fenómeno data de la época colonial con la introducción de la ganadería y el arado (Rivera et al., 2007). Además de la erosión, la deforestación derivada de la tala clandestina, impulsada por la presión urbana y la demanda de madera empleada principalmente para la construcción son los principales desafíos que enfrenta esta sierra.

Otra problemática por abordar en esta zona es la planeación y gestión correcta de los sitios de disposición final de residuos sólidos, mismos que a través del lixiviado, propician la contaminación de los acuíferos subyacentes, (Hacia el Ordenamiento Ecológico Sierra Nevada, s. f.). El acelerado cambio de uso de suelo, destinado para el desarrollo de proyectos inmobiliarios o la agricultura intensiva también contribuyen a la degradación del Parque Nacional, afectando sus servicios ambientales esenciales (Tres Actividades Humanas Amenazan Al Parque Nacional Izta-Popo, 2016). La agricultura en específico es una práctica muy desarrollada en la zona, no obstante, genera impactos socioambientales negativos, como el uso intensivo de agroquímicos, la transformación del paisaje y el uso de plásticos (Ortiz et al., 2023).

#### 4.1.3.2 Litología

Las formaciones de Andesita-Basalto se localizan en las partes altas de la Sierra Nevada, con suelos andosoles mólicos derivados de cenizas volcánicas, propensos a la erosión,



pero favorables para la recarga hídrica. Estas áreas contienen basaltos y andesitas, y aunque aún hay masa forestal, esta disminuye por problemas de sanidad vegetal, tala clandestina y uso insostenible del bosque resultado de la producción de carbón vegetal.

En conjunto, la Subcuenca del Alto Atoyac enfrenta una crisis ambiental grave, caracterizada por la contaminación hídrica, la deforestación y el cambio de uso del suelo, que han deteriorado sus recursos naturales y ecosistemas. La Sierra de Tlaxco, la región del Volcán La Malinche, la Sierra del Tentzo y la Sierra Nevada son áreas particularmente afectadas, cada una con desafíos específicos que incluyen la presencia de metales pesados en el agua, la tala ilegal y la erosión del suelo.

#### **4.1.4 Problemática ambiental que se presenta en las ANP**

##### *4.1.4.1 Cobertura forestal*

En la Subcuenca del Alto Atoyac existe un desequilibrio hídrico debido al deterioro del agua y el suelo, este último con problemas de erosión y deforestación, y los municipios más afectados se ubican en las partes altas de la subcuenca, áreas coincidentes con el Parque Nacional “La Malinche o Matlalcuéyatl” y el Parque Nacional “Iztaccíhuatl-Popocatepetl”. A pesar de tener una categoría de protección, esto no ha frenado la pérdida de cobertura forestal, mientras que las áreas de cultivo han ido incrementando a lo largo del tiempo (Alteri, 2019).

El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl presenta problemáticas como incendios, plagas, sobrepastoreo, tala, erosión y cacería furtiva, además del exceso de contaminantes volátiles que, al no poder atravesar la serranía en los días sin viento, se acumulan en los bosques de las partes altas, provocando la muerte de flora arbórea como de la fauna acompañante. La alteración del bosque de *Abies religiosa* u oyamel, resultado de la tala desmedida y llevada a cabo por empresas madereras o por pobladores de la zona para venderla como leña, son los principales causantes de la disminución de la superficie forestal (Alteri, 2019; Pérez, 2020).

La situación del Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl, no es muy diferente. En fechas recientes se ha agravado las problemáticas debido a que la única fuente de trabajo para muchos pobladores de las comunidades aledañas es la agricultura: la montaña es su fuente de sustento. La práctica de la Agricultura, pastoreo, incendios forestales, aprovechamientos forestales ilegales para proveerse de leña combustible, para la manufactura de vigas u otros productos, son algunas de las causas del severo deterioro del parque.



Por otra parte, las intensas precipitaciones de la región, las grandes y variadas pendientes, así como la escasa protección vegetal en sus vertientes, ha traído a la montaña una acelerada erosión que se produce en forma laminar con desprendimientos de grandes volúmenes de texcales que se depositan en las barrancas y son transportados por las fuertes avenidas (López et al., 2019). Es decir, se genera un proceso de lavado de suelos.

Respecto a las Áreas de Protección Locales, destaca la situación del Parque Nacional Xicohténcatl, en la ciudad de Tlaxcala, Tlaxcala, con una superficie aproximada de 600 ha Fue creado en 1935 basado en el Plan Sexenal del presidente Lázaro Cárdenas, en el que se consideraba “conservar aquellos sitios que son de interés general y que reportan beneficios a las regiones para propiciar la mejorar en sus condiciones naturales y hacerlos más accesibles y atractivos al turismo y así promover el interés de nacionales y extranjeros por las bellezas naturales y sitios históricos que encierra el territorio nacional” (Decreto que declara Parque Nacional Xicoténcatl, los monumentos históricos de la ciudad de Tlaxcala y sus contornos”, 17 de noviembre de 1937, Secretaría de Gobernación. México.)

En la actualidad, este parque, está considerado por el estado de Tlaxcala, como una ANP estatal, su principal problema es el desarrollo urbano y la vegetación inducida que alberga (Alteri, 2019).

Por otra parte, la faja Volcánica Transmexicana es una de las regiones de mayor importancia para la avifauna. Esta región destaca por ser uno de los principales centros de endemismo, diversificación y transición biogeográfica para los taxones. Los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl están considerados como Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA C-72) (Estay, 2016). El grupo está representado por 10 órdenes, divididos en 38 familias y 161 especies de aves, de ellas 10 están bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONANP, 2013).

Sin embargo, se enfatiza que a pesar de que existen fuertes perturbaciones como la agricultura y el aprovechamiento forestal, la riqueza avifaunística es producto de que la zona de estudio contiene una cobertura representativa de vegetación original, lo cual permite que una gran cantidad de especies de aves utilicen este sitio como un corredor biológico o de paso hacia otras zonas boscosas (Ramírez, 2013).

El Cerro Zapotecas, en la porción Suroeste de la subcuenca, es clave en los movimientos de migración y dispersión de las poblaciones de especies de flora y fauna



silvestres. Este proceso se logra mediante la conectividad ecológica del paisaje, fundamental para conservar la biodiversidad. Pero la dinámica del cambio de uso de suelo, mediante la deforestación, las actividades agrícolas y la construcción de viviendas o infraestructura de telecomunicaciones, son el origen de la fragmentación del hábitat (Salas, 2021).

De hecho, dentro de esta ANP, y para 2024, se registró una superficie destinada a la agricultura de 382.15 ha, además de dos antenas de telecomunicaciones. Dichas actividades generan impactos al sitio por la contaminación por agroquímicos, la construcción de infraestructura, el tráfico de vehículos, las emisiones al aire, y el riesgo de incendios provocados. Estos factores de estrés afectan la abundancia y la distribución de las poblaciones de fauna silvestre (Tlapa et al., 2020).

Por el grado de fragmentación, el aislamiento del Cerro Zapotecas va en aumento, debido a la deforestación, la intensificación de la actividad agrícola y el crecimiento de la mancha urbana. De continuar con la tendencia de cambios en el ambiente, el aislamiento impedirá el movimiento y colonización la fauna, contribuyendo a la extinción local de poblaciones por falta de flujo genético (*Ibidem*).

Otra Área de Protección en una condición similar al Cerro Zapotecas es el Parque Flor del Bosque en el municipio de Amozoc, cuyo objetivo inicial era ampliar la superficie destinada a la protección, restauración y manejo los recursos naturales. El estado actual del parque no abona a dio objetivo, puesto a que presenta desgaste de sus instalaciones, además de la falta de cultura ambiental de la sociedad y de los visitantes (Barranco y De la Rosa, 2024).

En lo que respecta a la Presa Valsequillo, la justificación de su construcción se desprende del crecimiento de la población y el aumento en la demanda de agua, junto a los discursos de desarrollo, modernización y urbanización ligados a la transformación de los cuerpos de agua y cuencas (Moreno, 2022). La realidad es que este cuerpo de agua artificial, también conocido como Presa Manuel Ávila Camacho se convirtió en un depósito receptor de desechos domésticos e industriales, mismos que modificaron su capacidad de almacenamiento y redujeron su vida útil.

Desde hace unas décadas la situación se ha tornado grave debido a que muchos residuos son sustancias tóxicas y son el origen de problemas de salud pública, lo que ha dado paso a la afectación de los servicios ambientales, especialmente la recreación, la pesca y el avistamiento de biodiversidad nativa. Es importante saber que la presa de





Valsequillo se encuentra inscrita en el listado de Sitios Ramsar desde el 2012 y forma parte los espacios de conservación que resguardan especies de flora y fauna para el funcionamiento del sistema natural en la subcuenca (Gutiérrez, 2014).

Expertos en la materia, han advertido que la presa agoniza por los altos niveles de contaminantes, la disminución de flora y fauna y los problemas de salud de la población, que en conjunto son las pruebas evidentes de este gran problema (López et al., 2019). Entre las principales especies de fauna de este sitio RAMSAR se incluye una gran diversidad de aves acuáticas y migratorias.

Aunado a lo anterior, desde hace 30 años esta presa ha registrado procesos de deforestación, erosión y cambios en el uso del suelo, problemas que incrementan la condición de deterioro de la presa. En 2019, se reportó que este sitio registro altas concentraciones de metales como Magnesio, Aluminio, Fierro, Zinc, Plomo y Cobre, lo que no ha interferido en la intensidad de extracción de recursos (López et al., 2019). Si bien, se reconoce un crecimiento natural de la población de las localidades aledañas a la presa, también se identifica el interés del sector inmobiliario para la expansión de viviendas en la zona, mediada por procesos especulativos legales o ilegales de la tierra rural (*Ibidem*).

#### 4.1.4.2 Cambio climático

El cambio climático es uno de los desafíos ambientales más cruciales de nuestra era, y se entiende como cualquier alteración significativa en el sistema climático del planeta que persiste durante décadas o más. Puede ser causado por factores naturales o por actividades humanas. Al respecto, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático define a este fenómeno como una modificación en el estado del clima que puede identificarse (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un periodo prolongado.

Asimismo, este fenómeno puede ser producto de procesos externos e internos a los ecosistemas, como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y por cambios antropogénicos, mismos que persisten en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo.

Por otra parte, la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), en su Artículo 1 define el cambio climático como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante periodos de tiempo comparables”. La CMNUCC, por lo tanto, distingue entre el cambio climático atribuible a



actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013).

Los factores antrópicos o también denominados impacto antrópico o antropogénico, se refiere a las alteraciones o modificaciones causadas por actividades humanas sobre el medio ambiente, dado que todas las acciones humanas afectan de alguna forma al entorno natural, el impacto ambiental se distingue de un mero efecto ambiental a través de una evaluación que determine si la acción en cuestión (como un proyecto) es capaz de modificar la calidad ambiental.

Por otra parte, para el contexto nacional, las características geográficas, climáticas, orográficas e hidrológicas, junto con sus condiciones económicas y sociales, lo convierten en un país extremadamente vulnerable a eventos hidrometeorológicos que pueden derivar en desastres. Se plantea que los efectos del cambio climático en el territorio nacional provocarán un aumento en la intensidad de sequías, lluvias y ciclones tropicales, exacerbando desigualdades en empleo, salud, acceso a alimentos, agua y otros recursos, lo cual puede comprometer la seguridad en diversas regiones y sectores del país (Naciones Unidas, 2009). Aunado a ello, este fenómeno tendrá importantes consecuencias en los hábitats forestales, selváticos y en servicios ecosistémicos esenciales como la polinización y la filtración de agua, además de reducir la capacidad de mitigación frente a eventos meteorológicos adversos (Instituto de Investigaciones Estratégicas de la Armada de México, 2017).

En lo que respecta a la Subcuenca del Alto Atoyac, se plantean afectaciones en la capacidad para producir alimentos, en la vivienda, la seguridad y el empleo. Fenómenos como las sequías prolongadas, temporadas de lluvias extrema aumentan el riesgo de hambruna, así como la vulnerabilidad estructural de la población. Cabe destacar que este tipo de problemáticas son el origen de los denominados "refugiados climáticos".

Se reconoce que en la Subcuenca del Alto Atoyac se enfrentan complejos procesos de transformación social y ambiental que deterioran los recursos hídricos de la región. En las últimas tres décadas, se ha intensificado la creciente demanda de agua y su contaminación por el aumento de actividades industriales y la expansión urbana. La deficiente gestión del agua en esta zona compromete tanto la disponibilidad continua de agua para la población como la continuidad de los ciclos bio-geoquímicos esenciales para la vida en la región.



Las corrientes de agua principales (Atoyac, Zahuapan y Alseseca) están contaminados con sustancias que representan un alto riesgo para la salud humana y los ecosistemas (UAM, 2023). Los escenarios de cambio climático para la región predicen un aumento de temperatura de aproximadamente 3 °C y una disminución de la precipitación anual de alrededor del 13% para mediados de siglo, lo que conllevará a una reducción aún mayor del escurrimiento superficial en la cuenca. Estas condiciones climáticas alterarán la dinámica hidrológica, ya que los ríos y acuíferos se nutren principalmente del deshielo y la precipitación provenientes de la Sierra Nevada y La Malinche o Matlalcuéyatl.

Actualmente, la presencia de glaciares en el Iztaccíhuatl disminuye considerablemente y la formación de hielo en su cúspide es cada vez menos frecuente. Las consecuencias de su total desaparición repercutirían en el clima local por una mayor absorción de radiación en la roca expuesta, aumentando la temperatura en las cumbres. Los beneficios proporcionados por estas masas de hielo, como el suministro de agua a las cuencas durante el verano y el aporte significativo a los mantos acuíferos, se perderán.

Por lo tanto, la desaparición de los glaciares resultará en una disminución del aporte de agua en la cuenca. Además, en un escenario de altas temperaturas, la evaporación en los cuerpos de agua aumentaría, afectando tanto el volumen como la concentración de contaminantes, elevando el riesgo de enfermedades. La demanda hídrica para uso agrícola aumentaría significativamente por las mayores temperaturas. Bajo este escenario, la disponibilidad de agua se verá gravemente afectada y se presentará un alto estrés hídrico, considerando que la población y los requerimientos de agua para la producción de alimentos aumentarán (Castresana *et al.*, 2020).

## **4.2 Ecología del paisaje**

A partir de la definición de unidades de paisaje, resultado de la combinación de componentes ambientales geográfico-físicos, bióticos y antrópicos, es posible generar una regionalización del territorio para expresar la integración funcional del sistema territorial, que en este caso se trata de la Subcuenca del Alto Atoyac. En principio, el trabajo a partir de las unidades de paisaje pretende reflejar el estado del territorio en un momento determinado, aunado a la complejidad de este a través de una síntesis integral de sus atributos con las más notables relaciones entre componentes ambientales, además de exponer la relevancia de la intervención antrópica en los procesos naturales acontecidos en el territorio.



Entre los atributos empleados para la regionalización ecológica están la división por subcuencas hidrológicas (INEGI, 2014), las morfoestructuras principales (topoformas de INEGI, 2001), las unidades edáficas (INEGI, 2007), y el uso de suelo y vegetación actual (2024). Sobre esa base se definió como unidad ecológica a la unidad territorial que delimita estructuras, dinámicas naturales y antrópicas por medio de componentes visualmente reconocibles sobre una escala de trabajo definida de forma previa, se trata de una síntesis integral de la funcionalidad del espacio y la connotación que se les dé a estas tiene la capacidad de reflejar el interés de grupos sociales dominantes (García, 2014).

Asimismo, para la elaboración de la capa vectorial de unidades ecológicas se definió como escala de trabajo 1:150,000, referencia con la que la unidad mínima cartografiable quedo en 2.5 ha Sobre esa base, se diferenciaron cinco categorías de unidades ecológicas: Paisajes Naturales, Paisajes Secundarios, Paisajes Agrarios, Paisajes Artificiales y Paisajes Especiales (cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Definición de Unidades ecológicas

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Paisajes Naturales	Son unidades que cuentan con una importante cobertura de vegetación natural original de la zona, seguida de vegetación de tipo secundario (generalmente vegetación arbustiva de bosque de coníferas), es decir, existe un predominio de la primera sobre la segunda
Paisajes Secundarios	Son unidades que cuentan con una importante cobertura de vegetación de tipo secundario sobre otro tipo de cobertura de suelo
Paisajes Agrarios	Unidades donde domina la presencia de actividad agrícola tanto de temporal como de riego, de carácter anual y/o estacional
Paisajes Artificiales	Se denomina así a las unidades que cuentan con coberturas resultado de la actividad antrópica y que son reflejo de una modificación en la dinámica natural original
Paisajes Especiales	Se trata de unidades definidas a partir de un objetivo inicial en las que se propone ejecutar acciones para generar un efecto positivo sobre un determinado elemento del medio físico-natural

Fuente: elaboración propia DOE.

En función de lo anterior, se presenta el mapa 4.10, representación cartográfica en la que se definió un total de 51 unidades ecológicas. Resultado de la intensidad de ocupación del territorio de la subcuenca, las unidades de mayor relevancia por su extensión son las catalogadas como Paisajes Agrarios con 175,550.51 ha (34.82% de la superficie de la subcuenca), seguida por los Paisajes Secundarios con 162,615.15 ha





(32.26%), mientras que las unidades definidas como Paisajes naturales solo representaron el 4.44% de la subcuenca (cuadro 4.5). Hay que agregar que, como Paisajes especiales se consideraron los polígonos definidos como Áreas Naturales Protegidas, tanto de carácter federal como estatal y en conjunto suman una superficie de 78,097.88 ha (15.49% de la superficie de la subcuenca).

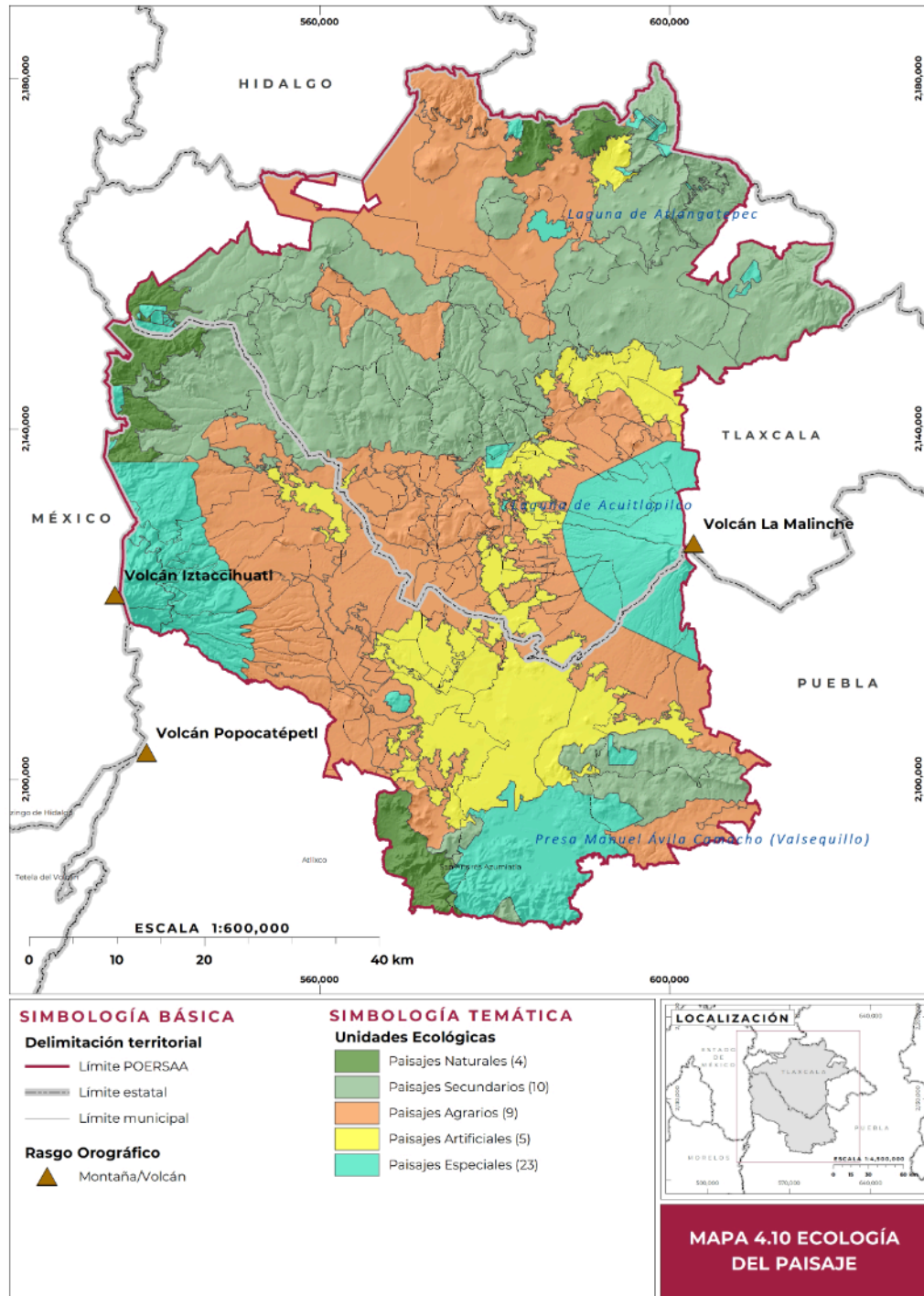
Cuadro 4.5. Cifras de las Unidades Ecológicas

ID	Unidades Ecológicas	Cantidad de Unidades Ecológicas	Área (ha)	Valor porcentual respecto a la superficie total
I	Paisajes Naturales	4	22,367.92	4.44%
II	Paisajes Secundarios	10	162,615.15	32.26%
III	Paisajes Agrarios	9	175,550.51	34.82%
IV	Paisajes Artificiales	5	65,472.23	12.99%
V	Paisajes Especiales	23	78,097.88	15.49%

Fuente: elaboración propia DOE.



Mapa 4.10. Unidades Ecológicas definidas para la Subcuenca del Alto Atoyac



Fuente: elaboración propia DOE.



### **4.3 Fenómeno de urbanización (Crecimiento de la mancha urbana)**

La Subcuenca del Alto Atoyac se extiende a través de los estados de Puebla y Tlaxcala, se caracteriza por ser una porción del país que ha experimentado una rápida urbanización e industrialización desde mediados del siglo XX. Ambos procesos han tenido como principales impulsores a la necesidad de crecimiento económico y el aumento y concentración de la población en zonas urbanas. Sin embargo, para el contexto ambiental, la falta de una planificación adecuada y la consecuente expansión desordenada han generado repercusiones ambientales y sociales negativas.

Se identifica que el desarrollo urbano en la Subcuenca del Alto Atoyac se aceleró notablemente a partir de los años 1950 y 1960, coincidiendo con la industrialización de México. Las políticas gubernamentales de la época promovieron la instalación de industrias en las zonas urbanas como un medio para estimular el desarrollo económico y la creación de empleo. Puebla, una de las ciudades más grandes de la región, se convirtió desde entonces en un centro industrial clave, atrayendo inversiones en sectores como la manufactura, textiles y la industria automotriz (González & García, 2011).

Cabe destacar que este crecimiento industrial no fue acompañado por una planificación urbana sostenible. La expansión de la infraestructura urbana, como carreteras, viviendas y servicios públicos, se realizó muchas veces sin considerar el impacto ambiental a largo plazo. Esto ha llevado a la ocupación de tierras agrícolas y forestales, reduciendo significativamente la cobertura vegetal y alterando los ciclos hidrológicos naturales (Jiménez, 2014).

Uno de los impactos más representativos de la urbanización y la industrialización desordenada en la Subcuenca del Alto Atoyac ha sido la pérdida de cobertura vegetal. Antes de la expansión urbana, la región contaba con una extensa cobertura forestal que desempeñaba un papel crucial en la regulación del ciclo del agua, la conservación del suelo y la biodiversidad. Sin embargo, estudios recientes han documentado una drástica reducción de estas áreas verdes.

Entre 1980 y 2020, la Subcuenca del Alto Atoyac perdió aproximadamente el 40% de su cobertura forestal original. Esta pérdida se debió en gran parte a la expansión urbana y a la conversión de bosques en terrenos agrícolas y urbanos. Para 2021, la superficie forestal en la región pasó de ser de 120,000 a poco más de 70,000 ha (INEGI, 2021). Esta disminución ha tenido consecuencias graves, como la erosión del suelo y la



pérdida de hábitats naturales, en detrimento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan estos bosques.

La pérdida de cobertura vegetal no solo impacta a la biodiversidad y a los ecosistemas locales, sino que también tiene implicaciones significativas para la gestión del agua. Los bosques en particular desempeñan un papel esencial en la captación y almacenamiento de agua, ayudando a mantener los flujos de los ríos y arroyos durante la temporada seca. Con la reducción de la superficie forestal, la capacidad de la subcuenca para manejar sus recursos hídricos de manera sostenible se ha visto comprometida (Saldaña-Vázquez, 2009).

Además, la deforestación ha contribuido a un aumento en la sedimentación de los ríos, lo que reduce la capacidad de los cuerpos de agua para contener y filtrar el recurso hídrico de manera efectiva. Este fenómeno ha sido particularmente significativo en los afluentes del río Atoyac, donde la erosión del suelo debido a la pérdida de cobertura vegetal ha llevado a la acumulación de sedimentos en los lechos de los ríos, agravando los problemas de calidad del agua y reduciendo la disponibilidad de agua para las comunidades locales (IMTA, 2015).

Como ya se hizo referencia en apartados anteriores, la contaminación del agua es otro de los problemas graves en la Subcuenca del Alto Atoyac. La combinación de desechos industriales y aguas residuales domésticas ha llevado a altos niveles de contaminación en los cuerpos de agua. Aunque han sido instaladas plantas tratadoras de agua en puntos estratégicos de la subcuenca, no tienen la capacidad suficiente para tratar todos los desechos generados, lo que resulta en la descarga de aguas residuales sin tratar (Soto Montes de Oca, 2009).

Las plantas tratadoras de agua enfrentan serias limitaciones en términos de capacidad y tecnología. Muchas operan a menos del 60% de su capacidad instalada debido a problemas de mantenimiento y por falta de recursos financieros para su {optima operación (Aguilar & Pérez, 2017). Además, las tecnologías utilizadas en estas son, en su mayoría, obsoletas y no están diseñadas para manejar los niveles de contaminación industrial que se generan de la subcuenca. Un estudio realizado por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) reveló que la mayoría de las plantas tratadoras en la Subcuenca del Alto Atoyac utilizan procesos de tratamiento primario y secundario, que no son suficientes para eliminar contaminantes químicos como metales pesados y los compuestos orgánicos persistentes (CIMAV, 2018).





Esto resulta en la liberación de agua parcialmente tratada que sigue representando un riesgo para ecosistemas acuáticos y para la salud humana. La exposición a aguas contaminadas ha sido asociada con un aumento en las enfermedades gastrointestinales, problemas dermatológicos, y otras condiciones de salud entre los residentes de la región. Al respecto, un estudio realizado por la BUAP encontró que la contaminación del agua en la región está vinculada a altos niveles de metales pesados y a la presencia de otros contaminantes tóxicos (Díaz & Rodríguez, 2016).

Asimismo, la urbanización desordenada también ha tenido impactos sociales y económicos en las comunidades locales. La pérdida de tierras agrícolas ha afectado a los agricultores y a las comunidades rurales, reduciendo su capacidad para cultivar y sostener sus medios de vida. Además, la falta de una infraestructura adecuada de saneamiento y servicios públicos ha llevado a condiciones de vida insalubres y a un aumento en las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento deficiente (Morales & Pérez, 2013).

Las comunidades más afectadas suelen ser las de menores ingresos, que carecen del recurso económico necesario para adaptarse a los cambios y enfrentar los desafíos derivados del desarrollo urbano desordenado. Ante tal panorama, la desigualdad socioeconómica se ha visto exacerbada, con muchas comunidades marginadas enfrentando mayores riesgos ambientales y de salud sin el apoyo adecuado de las autoridades locales y regionales.

En años recientes, la subcuenca del Alto Atoyac ha experimentado un notable incremento de la urbanización ilegal en áreas forestales, lo cual ha generado un impacto significativo en el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Según estudios recientes, esta urbanización no regulada ha llevado a la deforestación de áreas críticas, afectando la biodiversidad local y contribuyendo al deterioro de los recursos hídricos de la región (CONAHCYT, 2023).

Las áreas más afectadas por esta urbanización ilegal son aquellas cercanas a los límites urbanos de ciudades en crecimiento, como la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala, donde la presión por el uso del suelo ha llevado a la ocupación de terrenos forestales. En muchos casos, estas áreas han sido ocupadas sin los permisos respectivos, lo que ha resultado en la construcción de viviendas de baja calidad y la ausencia de infraestructura básica para la distribución de agua potable, saneamiento y recolección de residuos sólidos (CONAHCYT, 2024).



La falta de planificación urbana y la ausencia de políticas gubernamentales efectivas ante la nula voluntad política de gobiernos locales y estatales para controlar el uso del suelo y proteger las áreas forestales, sumado a la exposición a contaminantes, son un riesgo constante para la población de la subcuenca. Esto es resultado de la concentración de actividad industrial en puntos específicos, sumado al inadecuado manejo y expansión de la actividad agrícola, pérdida de cobertura forestal, incremento en los niveles de deforestación con efectos adversos en la calidad del aire, agua y suelo, que en conjunto contribuyen al aumento negativo de la vulnerabilidad estructural de la población, componente que agrava el riesgo ante situaciones de desastres como las inundaciones y la generación de islas de calor.

#### **4.4 Crecimiento de la industria en la zona**

Como se ha indicado en apartados anteriores, el proceso de industrialización en la subcuenca del Alto Atoyac se inició en los años cuarenta resultados de las políticas gubernamentales de sustitución de importaciones y desarrollo estabilizador (Martínez, 2010). En este periodo, se instalaron en la zona diversas industrias, especialmente la industria textil y de alimentos, mismas que se beneficiaron de la disponibilidad de recursos hídricos y mano de obra en la zona (Mendoza, 2015).

Un hito importante en la industrialización al interior de la subcuenca fue la llegada de la empresa Volkswagen a Puebla en los años sesenta como parte de la política industrial impulsada por el gobierno federal. La presencia de esta empresa automotriz tuvo un impacto económico significativo, generó numerosos empleos directos e indirectos y atrajo la instalación de servicios relacionadas con la actividad (Leal Juárez, 2016).

Ante tal evento, el gobierno de Tlaxcala aprovechó los encadenamientos productivos generados por las empresas y, a inicios de los setenta, construyó el Parque Industrial Ciudad Industrial Xicohténcatl I al norte de Apizaco. Además, modernizó la infraestructura carretera siguiendo la ruta del ferrocarril hacia Puebla. Esto permitió que los efectos de la industrialización poblana se extendieran hacia el norte en Tlaxcala. Hay que agregar que, con el paso del tiempo, se han instalado en Tlaxcala industrias de diversos sectores como automotriz, autopartes, textil, agroindustria, plástico, manufactura, metalmecánica y químico-farmacéutico (Zapata de la Cruz, 2010).

Sobre esa base, el proceso de industrialización de la subcuenca del Alto Atoyac ha sido sumamente transformador para la economía local. Este crecimiento industrial fue



impulsado por la ubicación estratégica de la región, su infraestructura y los incentivos fiscales y financieros ofrecidos por los gobiernos estatales y el gobierno federal (Gómez, 2018). Aunque originalmente la subcuenca se caracterizaba por una economía predominantemente agrícola, a lo largo de las últimas décadas, ha experimentado un crecimiento industrial significativo por la llegada de más empresas nacionales y transnacionales de sectores como el automotriz, químico y metalmecánico (Pérez, 2012). Desde entonces esta se mantiene una fuerte presencia de la manufactura (El Colegio de Tlaxcala, A. C., 2021).

Este cambio no solo ha alterado el paisaje económico, sino que también ha traído consigo desafíos medioambientales significativos. Ejemplo de lo anterior es lo acontecido en la localidad de Tepetitla de Lardizábal, donde la industria textil comenzó a desarrollarse desde la segunda mitad del siglo XX. Inicialmente el crecimiento de este sector fue impulsado por la disponibilidad del recurso hídrico proveniente del río Atoyac, mismo que se utilizaba de forma intensiva en procesos como el teñido de textiles. Este último destaca como una de las principales causas de contaminación del agua en la región, particularmente de la industria textil ha dado lugar a una notable presencia de colorantes y pigmentos en los cuerpos de agua dado que muchas industrias no tienen adecuados sistemas de tratamiento de aguas residuales, la acumulación de estos compuestos ha tenido efectos perjudiciales sobre la calidad del agua y la salud de los habitantes locales, quienes dependen del río para el desarrollo de actividades cotidianas (Baños, 2021).

Aunado a lo anterior, la construcción de parques industriales a lo largo de la ribera del río Atoyac, Alsaseca y Zahuapan ha intensificado la presión sobre los recursos naturales y ecosistemas. Estos parques industriales, que albergan una variedad de industrias, desde químicas hasta de procesamiento de alimentos, han contribuido al desarrollo económico de la región en detrimento del medio ambiente. La falta de regulación estricta y la supervisión inadecuada han permitido que muchas de estas industrias operen sin cumplir plenamente con las normativas ambientales (Morales, 2021).

De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en 2015, se contabilizaron un total de 73 sitios de descargas industriales en la subcuenca, de las cuales 42 se encontraron en estado crítico debido a la alta concentración de contaminantes tóxicos. Estas descargas provienen principalmente de industrias textiles y químicas que operan en la región (IMTA, 2015).

A pesar de la existencia de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la subcuenca, su funcionamiento es limitado y no logra mitigar efectivamente la



contaminación. Muchos de estos sistemas de tratamiento son obsoletos o funcionan de manera intermitente, lo que reduce significativamente su capacidad para procesar el volumen de aguas residuales que generan las industrias. Esta deficiencia en la infraestructura de saneamiento agrava la crisis ambiental en la región, pues las aguas residuales industriales siguen contaminando los cuerpos de agua, afectando tanto la biodiversidad como la salud de la población (El Colegio de Tlaxcala, A. C., 2021).

Además de los problemas causados por la industria textil, la subcuenca del Alto Atoyac enfrenta otros desafíos. Entre estos destaca la presencia de plaguicidas en cuerpos de agua y en el suelo. Al respecto, se sabe que la concentración de plaguicidas en el agua tiene vinculación con problemas de salud pública, incluyendo enfermedades crónicas en las poblaciones cercanas a los principales causes de la subcuenca (El Colegio de Tlaxcala, A. C., 2021).

#### **4.5 Contaminación del aire**

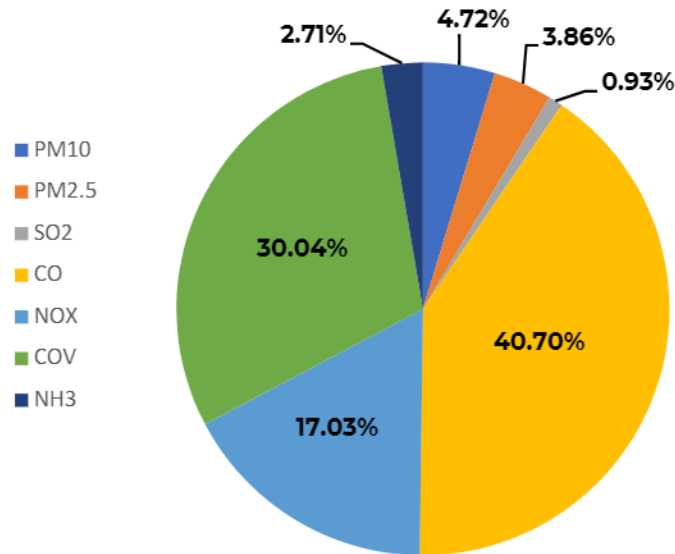
El Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM) comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera provenientes de distintas fuentes, dicho inventario reporta datos a nivel municipal con los que es posible dimensionar la intensidad de las emisiones generadas por estas unidades territoriales en función de un año base. Algunos de los contaminantes listados en este inventario son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), óxidos de azufre (SOX) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amonio (NH3), emitidos por cuatro tipos de fuentes emisoras (Fijas o puntuales, de área, móviles y naturales).

Con base en los datos reportados para 2016 y para el caso específico de la Subcuenca del Alto Atoyac, se tiene que, para el año base se registró un total de 507,335.62 toneladas de emisiones, y de esta cifra poco más del 40% corresponde a monóxido de carbono, seguido de compuestos orgánicos volátiles con un aporte de 30%, además de óxidos de nitrógeno con un porcentaje de participación de 17% (Gráfica 4.1). Los contaminantes que menos aportaron al total de emisiones en la subcuenca son los óxidos de azufre con 0.93%, seguido del amonio y las partículas con diámetro menor a 2.5 micrómetros con 2.71% y 3.86% respectivamente, así como las partículas con diámetro menor a 10 micrómetros con un aporte de 4.72% del total de las emisiones contaminantes a la atmósfera en la subcuenca.





Gráfica 4.1. Participación porcentual de contaminantes en las emisiones a la atmósfera, 2016



Fuente: elaboración propia DOE con base en INEM (2016).

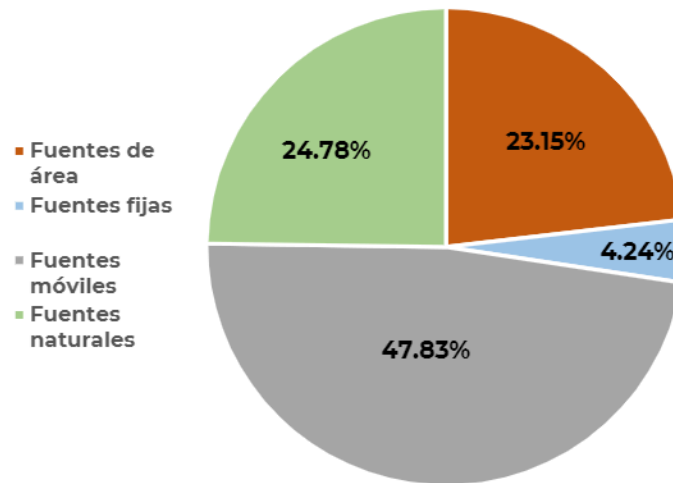
Por otro lado, de los cuatro tipos de fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera, las provenientes de fuentes de móviles son las de mayor aporte a la cifra total de emisiones registradas para la subcuenca (Gráfica 4.2). En específico, poco más del 47% corresponde a este tipo de fuente, misma que proviene de vehículos con motores de combustión y similares, entre los cuales los autos particulares, pickup y vehículos con un peso menor a 3.8 toneladas son los que tienen la mayor participación en este tipo de fuente de emisión de contaminación. Asimismo, le sigue en importancia las emisiones provenientes de fuentes naturales (cuyo origen son procesos naturales en la vegetación y los suelos) y de fuentes de área (fuentes pequeñas, numerosas y dispersas como actividades de construcción, aplicación de fertilizantes, aguas residuales, etc.), con una participación en de 24.78% y de 23.15% respectivamente.

Para el caso de fuentes fijas, su aporte para el año de referencia fue el 4.24% restante, lo que equivale 21,498.34 toneladas. Este tipo de fuentes considera instalaciones de ubicación fija que suelen llevar a cabo operaciones o procesos industriales de manufactura (SEMARNAT, 2024). Para la subcuenca se reportó 23 rubros de origen para las fuentes fijas, entre las que se encuentran las relacionadas con la generación de energía eléctrica, la fabricación de cemento y cal, así como de procesamiento de celulosa y



fabricación de papel, el automotriz, metalúrgica e industria textil como los rubros con mayor aporte para este tipo de fuente de emisión de contaminantes.

Gráfica 4.2. Participación porcentual por fuente de origen de las emisiones a la atmósfera, 2016



Fuente: elaboración propia DOE con base en INEM (2016).

A nivel municipal, la concentración de emisiones se da en los municipios metropolitanos, entre los que destaca Puebla al aportar el 25.88%, es decir, 131,300.51 toneladas de emisiones contaminantes en la subcuenca para el año de referencia. Le siguió en importancia el municipio de San Pedro Cholula con un aporte de 5.49% o 27,840.18 toneladas, así como San Martín Texmelucan con 3.86% (19,570.18 toneladas) y San Andrés Cholula con 3.08% (15,648.55 toneladas). Para el caso del estado de Tlaxcala, los municipios de Apizaco y Tlaxco son los que reportan los mayores aportes de emisiones contaminantes a la subcuenca con 3.17% (16,077.08 toneladas) y 3.55% (18,003.46 toneladas) respectivamente. Por otra parte, 49 municipios aportaron entre 0.06% y 0.99% de emisiones, cuyos valores en toneladas oscilaron entre 289.20 y 5,005.38, siendo el municipio de Acuamanala de Miguel Hidalgo el que contribuyó con la menor cantidad de emisiones contaminantes a la atmósfera (Mapa 4.11).





## 4.6 Áreas a proteger, preservar o restaurar

### 4.6.1 Evaluación de Recursos Forestales

Para el entendimiento del estado de los recursos forestales en la Subcuenca del Alto Atoyac se realizó un ejercicio para determinar los procesos de cambio de cobertura forestal, mejor conocido como evaluación de recursos forestales. Esto a partir de la información vectorial de dos series de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, para lo cual se consideró la información 1:250,000 de la Serie III y la Serie VII, cuyos años base son 2002 y 2018 respectivamente. Una vez unificadas los tipos de coberturas de ambas series en 11 categorías, se realizó una primera clasificación a partir de la densidad de cobertura forestal (cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Categorización de coberturas por densidad

Identificador	Categoría forestal (Porcentaje de cobertura)	Cobertura incluida en la categoría
1	Densa (>75%)	Bosque Primario Matorral Tular
2	Semidensa (40-75%)	Bosque Secundario
3	Abierta (10-40%)	Área Sin Vegetación Aparente*
4	Deforestado (<10%)	Pastizal Inducido
5	Agrícola	Agricultura de Temporal Agricultura de Riego y Humedad Bosque Cultivado
6	No Forestal	Asentamientos Humanos Cuerpos de Agua

\*Se trata de Pradera de Alta Montaña  
Fuente: elaboración propia DOE.

Con base en el resultado comparativo con ambas series se obtuvo que, de las seis categorías, la denominada Deforestado disminuyó en un 16.73% respecto al año inicial, paso de ser de 43,209.63 ha a 35,980.83 ha. Esta tendencia también la presentó la categoría Densa con un decremento de 5.13%, es decir, disminuyó 2,693.04 ha de 2002 a 2018. En contraparte, la superficie No forestal incremento en un 108%, en otras palabras, dicha categoría duplicó su superficie en un lapso de 16 años, paso de tener 26,371.83 ha en 2002 a 54,946.53 ha en 2018 (cuadro 4.7). Aunque en menor proporción, la categoría Semidensa también registró un aumento de 17.67% de su superficie, lo que significó un aumento de 6,231.95 ha en vegetación secundaria.





Cuadro 4.7. Superficie por categoría de cobertura 2002-2018

COBERTURA	Serie III 2002	Serie VII 2018	Participación porcentual por categoría en 2002	Participación porcentual por categoría en 2018	Disminución porcentual respecto al año inicial
Densa	52,526.50	49,833.46	10.47%	9.93%	-5.13%
Semidensa	35,266.69	41,498.64	7.03%	8.27%	17.67%
Abierta	2,581.85	2,721.47	0.51%	0.54%	5.41%
Deforestado	43,209.63	35,980.83	8.61%	7.17%	-16.73%
Agrícola	341,705.85	316,681.42	68.11%	63.13%	-7.32%
No Forestal	26,371.83	54,946.53	5.26%	10.95%	108.35%
	501,662.35	501,662.35	100.00%	100.00%	

Fuente: elaboración propia DOE.

Para dimensionar los cambios presentados en la cobertura forestal, es necesario retomar conceptos del documento *Términos y Definiciones. Evaluaciones de los Recursos Forestales Mundiales* (FRA, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de 2023. Los conceptos para considerar en la evaluación de los recursos forestales en la Subcuenca del Alto Atoyac son los siguientes:

- 1) *Bosque*. Se trata de tierras que se extienden por más de 0.5 ha y que albergan árboles con alturas superiores a los 5 metros, con una cobertura de dosel superior al 10%.
- 2) *Expansión del Bosque*. Es la ampliación de la cobertura forestal o de bosque, que en un momento inicial se encontraban con otro uso de suelo.
- 3) *Forestación*. Es una modalidad de expansión del bosque a través de la plantación y/o siembra deliberada de ejemplares en tierras con un uso de suelo diferente. Se da un cambio de superficie no forestal a forestal.
- 4) *Expansión natural del Bosque*. Se da a partir de una sucesión natural de tierras o superficie con un uso de suelo distinto hacia bosque.
- 5) *Deforestación*. Conversión de bosque a otro tipo de uso independientemente si la transformación fue inducida por el humano o por un fenómeno natural.
- 6) *Reforestación*. Regeneración natural o establecimiento del bosque a través de plantación o siembra deliberada en tierra que ya era de uso forestal de forma inicial (concepto retomado del FRA en la versión de 2015).

Sobre esa base, se da paso a la segunda clasificación de las coberturas a partir de los procesos de cambio de cobertura y uso de suelo. Estos se definen como “La



transformación perceptible y generalizable de la vegetación o de los usos antrópicos en un intervalo de tiempo en determinada porción de terreno” (Velázquez, Durán, Larrazábal, López y Medina, 2010: 28). Con base en lo anterior, los procesos de cambio a identificar entre las coberturas de 2002 y 2018 son de dos tipos:

a) *Proceso de cambio positivo*. Se trata de procesos de regeneración de la cobertura vegetal, en los que se incluye densificación, reforestación y forestación.

b) *Procesos de cambio negativo*. Son procesos de perturbación o de disminución de la cobertura vegetal natural; en estos se incluye la degradación, deforestación y el Cambio de Uso de Suelo.

Para el ejercicio el cambio de uso de suelo se deriva de la conversión de un polígono con categoría forestal densa, semidensa y abierta hacia una cobertura deforestada, agrícola o no forestal. Hay que agregar que para el ejercicio también se identificaron polígonos que mantuvieron su categoría de clasificación en ambos años, lo que significa que no tuvieron cambios.

Cuadro 4.8. Identificación de procesos de cambio de cobertura por categoría

Tipo de procesos	Categoría	Cambio de categoría (clave)*			
		Categoría inicial 2002	Categoría final 2018		
Proceso de cambio positivo	Regeneración	Densificación	3 3 2	2 1 1	
		Reforestación	4 4 4	1 2 3	
			Forestación	5 5 5 6 6 6	1 2 3 1 2 3
	Perturbación			Degradación	1 1 2
		Deforestación			1 2 3
			Cambio de Uso de Suelo		1 2 3 1 2 3
				Sin Cambio	-

\*Retomar el identificador asignado a cada categoría en el cuadro 4.6.



Fuente: Elaboración propia DOE con base en FRA (2015) y FRA (2023).

A partir de esta clasificación se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro 4.9 y en el mapa 4.12. En los cuales, los procesos de recuperación de cobertura forestal, en su conjunto se identificaron solo en el 2.31% de la superficie de la subcuenca del Atoyac, buena parte de estos, se mostraron en las porciones de lomeríos y sierras (al Norte, Oeste, Este y Sur de la subcuenca). En específico el proceso de Densificación, mismo que representó el 0.06% del total de la superficie de la subcuenca, es decir, 307.20 ha de 2002 a 2018, fue identificado en 24 de los 71 municipios considerados en el estudio<sup>15</sup>.

En lo referente a la Reforestación, de 2002 a 2018 apenas representó un cambio para el 0.91% de la superficie del Atoyac, significó una transformación de 285.04 ha al año. Se identificó en 26 de los 71 municipios considerados para el análisis de la Subcuenca del Alto Atoyac<sup>16</sup>. En lo que respecta a la Forestación, este fue el más significativo de los procesos de recuperación de cobertura forestal, no obstante, solo se mostró en el 1.33% de la superficie de la subcuenca. Es decir, este cambio significó una recuperación de 418.55 ha al año y en particular se identificó en 48 municipios<sup>17</sup>.

Cuadro 4.9. Superficie por proceso de cambio

	<b>Proceso</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>	<b>ha/año</b>
<b>Recuperación</b>	Densificación	307.20	0.06%	19.20
	Reforestación	4,560.62	0.91%	285.04
	Forestación	6,696.73	1.33%	418.55
	<b>Subtotal 1</b>	<b>11,564.55</b>		
<b>Perturbación</b>	Degradación	2,017.59	0.40%	126.10
	Deforestación	1,613.57	0.32%	100.85
	Cambio uso	5,965.24	1.19%	372.83
	<b>Subtotal 2</b>	<b>9,596.40</b>		
	Cambio	21,160.95	4.22%	1,322.56
	No cambio	480,501.40	95.78%	30,031.34

<sup>15</sup> Calpan, Chiautzingo, Cuautinchán, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Salvador El Verde y Tlahuapan para el caso del estado de Puebla; para Tlaxcala este proceso se identificó en Acumanalana de Miguel Hidalgo, Chiautempan, Española, Ixtlacuixtla de Mariano Matamoros, Nanacamilpa de Mariano Arista, Panotla, San Francisco Tetlanohcan, San Pablo del Monte, Teolochoico, Terrenate, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala, Tlaxco, Totolac y Xaltocan.

<sup>16</sup> Se trata de los siguientes: Amozoc, Chiautzingo, Cuautinchán, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Martín Texmelucan, Tlahuapan, Apetitlán de Antonio Carvajal, Atlangatepec, Chiautempan, Española, Hueyotlipan, Ixtlacuixtla de Mariano Matamoros, Nanacamilpa de Mariano Arista, Nativitas, Panotla, San Francisco de Tetlanohcan, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Teolochoico, Terrenate, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala, Tlaxco, Xaltocan y Yauhquemehcan.

<sup>17</sup> Amozoc, Calpan, Chiautzingo, Cuautinchán, Domingo Arenas, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Felipe Teotlancingo, San Jerónimo Tecuanipan, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Pedro Cholula, San Salvador el Verde, Tlahuapan, Acumanalana de Miguel Hidalgo, Amaxac de Guerrero, Apetitlán de Antonio Carvajal, Apizaco, Atlangatepec, Chiautempan, Contla de Juan Cuamatzi, Cuaxomulco, Española, Hueyotlipan, Ixtlacuixtla de Mariano Matamoros, Mazatecochco de José María Morelos, Nanacamilpa de Mariano Arista



<b>Total</b>	<b>501,662.35</b>	<b>100.00%</b>
--------------	-------------------	----------------

Fuente: elaboración propia DOE.

Para el caso de los procesos de perturbación o pérdida de cobertura forestal, se identificaron en 1.19% de la superficie de la subcuenca, es decir, en 9,596.40 ha distribuidas en las porciones de lomeríos o piedemonte. En particular, el proceso de Degradación se mostró en el 0.40% de la subcuenca, es decir, 2,017.59 ha pasaron de cobertura densa a semidensa y abierta, mismas que se identificaron en 28 de los 71 municipios<sup>18</sup>. Por otra parte, el proceso de Deforestación significó un cambio de cobertura densa, semidensa y abierta hacia cobertura de pastizal inducido, esta significó un cambio para el 0.32% de la superficie de la subcuenca y se identificó en 24 municipios<sup>19</sup>.

Finalmente, el proceso de cambio de uso de suelo representó una transición de 372.83 ha al año de cobertura abierta, semidensa y densa hacia cobertura agrícola y de pastizal inducido. Este se identificó en 49 municipios<sup>20</sup>, la mayoría pertenecientes al estado de Tlaxcala.

---

<sup>18</sup> En el estado de Puebla se presentó en: Amozoc, Chiautzingo, Cuautinchán, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Salvador el Verde y Tlahuapan. Para Tlaxcala dicho proceso se mostró en: Chiautempan, Contla de Juan Cuamatzi, Cuaxomulco, Españita, Hueyotlipan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Nanacamilpa de Mariano Arista, Panotla, San Francisco Tetlanohcan, San José Teacalco, San Pablo del Monte, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Teolochoholco, Terrenate, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala, Tlaxco, Totolac y Xaltocan.

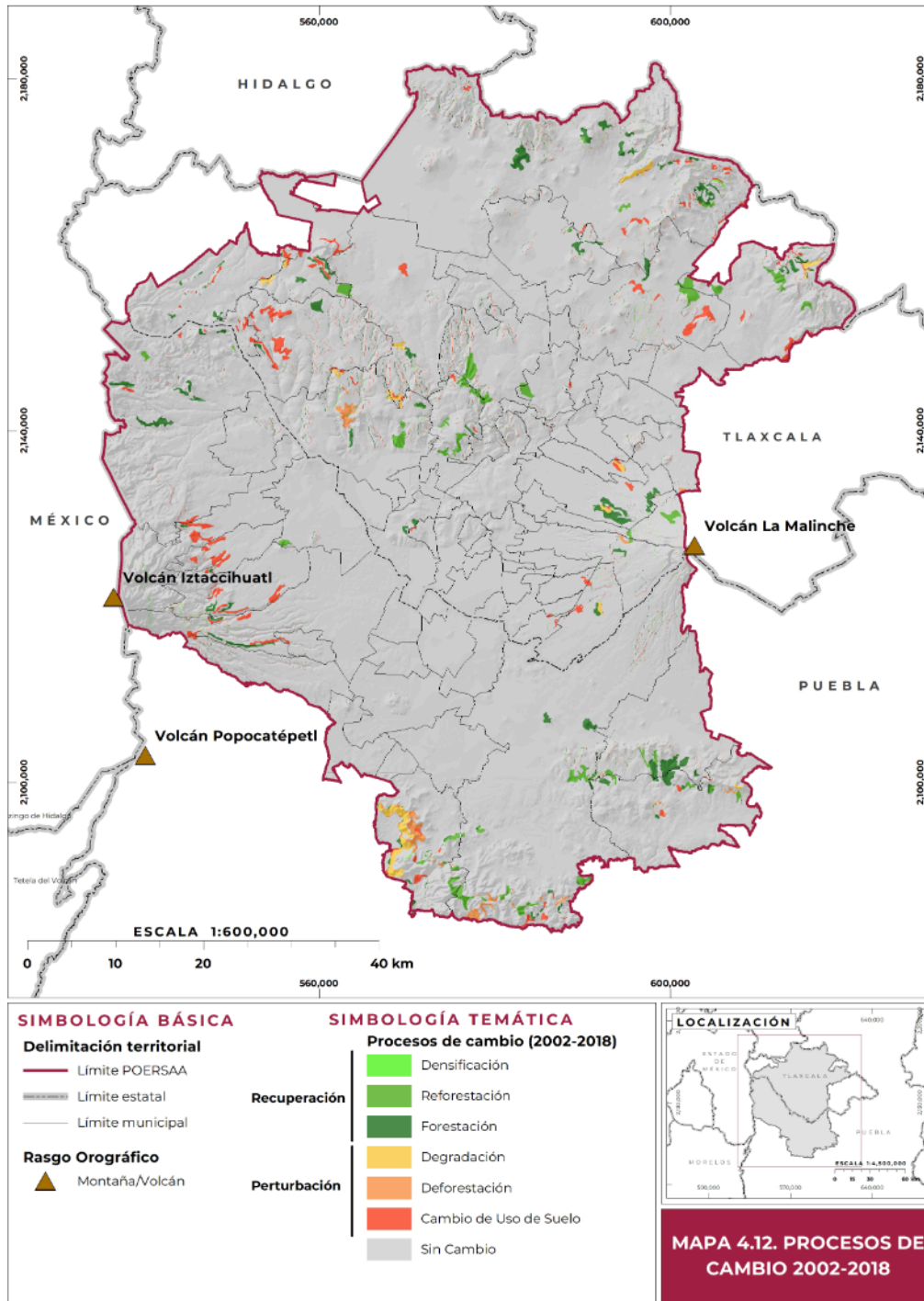
<sup>19</sup> Se trata de Amozoc, Chiautzingo, Cuautinchán, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, Tlahuapan, Amaxac de Guerrero, Españita, Hueyotlipan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Nanacamilpa de Mariano Arista, Nativitas, Panotla, San José Teacalco, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Teolochoholco, Terrenate, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala, Tlaxco, Xaltocan y Yauhquemehcan.

<sup>20</sup> Amozoc, Calpan, Chiautzingo, Cuautinchán, Domingo Arenas, Huejotzingo, Ocoyucan, Puebla, San Felipe Teotlalcingo, San Jerónimo Tecuanipan, San Martín Texmelucan, San Matías Tlalancaleca, San Pedro Cholula, San Salvador el Verde, Tlahuapan, Acuamanala de Miguel Hidalgo, Amaxac de Guerrero, Apetitlán de Antonio Carvajal, Apizaco, Atlangatepec, Chiautempan, Contla de Cuamatzi, Cuaxomulco, Españita, Hueyotlipan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Mazatecochco de José María Morelos, Nanacamilpa de Mariano Arista, Nativitas, Panotla, Papalotla de Xicohténcatl, San Francisco Tetlanohcan, San José Teacalco, San Lucas Tecopilco, San Pablo del Monte, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Santa Apolonia Teacalco, Santa Cruz Tlaxcala, Tenancingo, Teolochoholco, Terrenate, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala, Tlaxco, Totolac, Tzompantepec, Xaloztoc, Xaltocan y Yauhquemehcan.





Mapa 4.12 Procesos de cambio de cobertura forestal 2002-2018



Fuente: elaboración propia DOE.



#### **4.6.2 Fragmentación para las coberturas naturales**

Como complemento de la evaluación de los recursos forestales, se presenta el análisis de fragmentación del paisaje a través del software FRAGSTATS<sup>21</sup> en la versión 4.2. Para lo cual se expone el resultado de algunos de los índices calculados con esta herramienta. El principal objetivo de trabajar con estas métricas es para complementar la información de los procesos de cambio de cobertura forestal y para señalar en específico cuales de estas son las que comienzan a presentar formas de mayor complejidad, señal para indicar el inicio o la ocurrencia de procesos de territoriales que favorecen la modificación de dichas coberturas.

Desde la perspectiva de la Ecología del Paisaje, el análisis de la estructura, formas, tamaño y distribución de las teselas o parches, ayudan al entendimiento de la estructura, evolución y cambios de los paisajes relacionados con la ocurrencia de procesos territoriales (Aguilera, F., 2010). Para esto es relevante recordar que la cobertura forestal de vegetación primaria en la Subcuenca del Alto Atoyac para 2024 apenas representa el 7.02% de su superficie, mientras que la vegetación secundaria, compuesta principalmente de vegetación arbustiva y arbórea de Bosque de coníferas significó un 17.45% de su extensión.

Con base en el análisis se obtuvo que en la superficie del Atoyac se contabilizó un total de 818 parches considerando las 26 categorías de coberturas identificadas para 2024, de los cuales, los Asentamientos Humanos son los que reportaron el mayor número de parches con una cifra de 343, seguida de la Agricultura de Temporal con 102 parches. Por otro lado, el Matorral Crasicaule y el Tular mostraron solo uno y dos parches respectivamente.

Al integrar las coberturas que corresponden a vegetación primaria, estas apenas sumaron un total de 75 parches, de los cuales 21 correspondieron a Bosque de Pino con una superficie promedio de 741.43 ha, seguido de Bosque de Táscate con 11 parches con una superficie promedio de 69.70 ha, además del Bosque de Pino-Encino con 10 parches con un área promedio de 1,237.93 ha

En lo que respecta a la vegetación secundaria, con un total de 168 parches, la Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino es la que aportó un total de 56 parches con una superficie promedio de 396.70 ha, seguido de la Vegetación Secundaria

---

<sup>21</sup> Martínez, L. & Herrera, I. (2023). *Manual paso a paso para el uso de FRAGSTATS. Un programa de análisis de patrones espaciales*. UNAM.



Arbustiva de Bosque de Táscate con 44 parches con una superficie promedio de 305.17 ha.

Por otro lado, una de las métricas de clase empleada para exponer que tan compactos son los parches por categoría es el Índice de Forma (Shape) (Silva, 2022). Dicho indicador presenta valores que oscilan entre 1 y 2. Cuando valor del indicador es más cercano a 1, el parche es más compacto (es decir, circular en archivo vectorial o cuadrado en archivo ráster), mientras que, si es más cercano a 2, se trata de un parche menos compacto, es decir, la forma del parche adquiere mayor complejidad (Echeverry & Rodríguez, 2006, citado por Silva, 2022).

Para el caso de las categorías o clases definidas para el análisis, el valor del índice de forma se registró entre 1.00 y 2.19. Las clases que mostraron un valor cercano a dos son: Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino con un índice de 1.95, seguido de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino con 2.10 y 2.19 respectivamente. Por lo tanto, esta última categoría es la cobertura con parches más irregulares y en su mayoría estos se localizan en la Sierra Nevada, en la porción Centro-Norte de la subcuenca y en partes de la Sierra de Tlaxco (Mapa 4.13).

En lo que respecta al índice de dimensión fractal, este ayuda a exponer la relación entre el perímetro y superficie de los parches por categoría (Silva, 2022). Al igual que el anterior, el valor del indicador oscila entre 1 y 2, si el valor es cercano a 1, las formas geométricas son sencillas al igual que sus perímetros, mientras que, si este es cercano a 2, la geometría de los parches adquiere mayor complejidad considerando el tamaño de los parches.

Para el ejercicio, los valores en el índice de dimensión fractal oscilaron entre 1.01 y 1.10. En general, las clases o coberturas mostraron polígonos regulares. A diferencia del índice anterior, las clases con los valores más alto se mostraron en la porción Centro-Este del polígono de la subcuenca y se trata de coberturas Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino, Pino-Encino y Vegetación Primaria de Matorral Crasicaule. Finalmente, la información se complementa con otros dos indicadores relacionados con la relación entre las distintas clases: Índice de diversidad de Shannon e Índice de uniformidad de Shannon.

El primero refleja la composición del paisaje a partir de las clases definidas, su valor incrementa conforme aumenta el número de coberturas con una distribución más



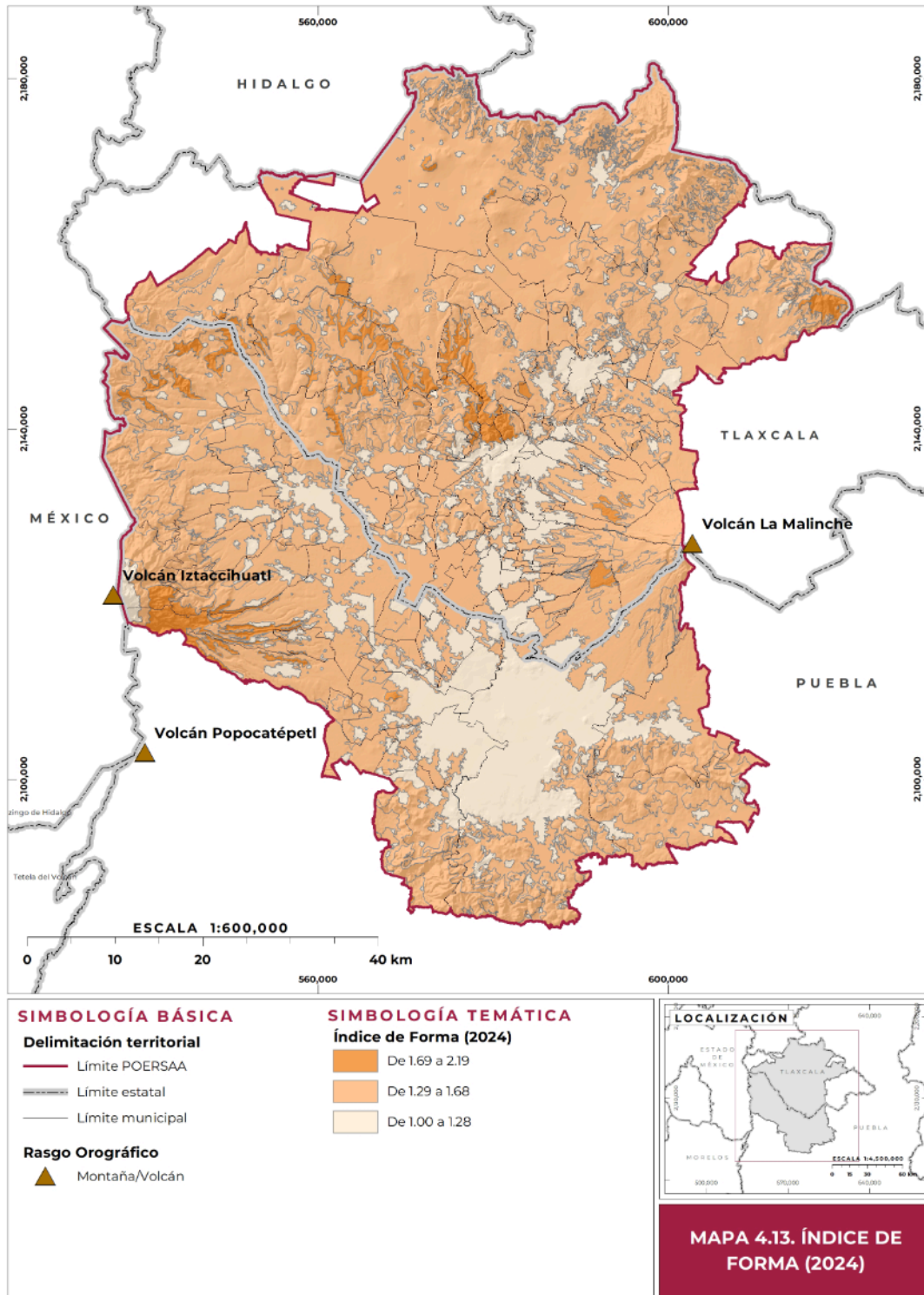
equitativa. Para el caso de la Subcuenca del Alto Atoyac, el índice de diversidad de Shannon para 2024 adquirió un valor de 1.89, se trata de una diversidad moderada. Mientras que el Índice de uniformidad de Shannon, empleado para valorar la dominancia entre coberturas, marca que, si el valor es cercano a 0, el paisaje tiene menor cantidad de coberturas que dominan la composición de la estructura del paisaje, y si este es cercano a 1, la distribución del área entre coberturas es más uniforme al igual que su número (McGarigal, K., & Marks, B, 1995, citado por Silva, 2022). Para la subcuenca este indicador fue de 0.58, es decir, hay coberturas o clases que tienen una dominancia moderada respecto a otras.

Con los resultados se tiene que la vegetación secundaria y en particular la referente a Bosque de Encino, Encino-Pino y Pino-Encino son las coberturas con mayor fragmentación para el año de referencia. Por lo que, se proponen como coberturas a preservar y en la medida de lo posible restaurar para propiciar la generación de un mayor equilibrio frente a las coberturas de Agricultura de Temporal y de Asentamientos Humano, mismas que registraron el mayor número de parches, así como de superficie en la Subcuenca del Alto Atoyac.





Mapa 4.13 Índice de Forma, 2024



Fuente: elaboración propia DOE con base en Aguilera, F. (2010), Silva (2022) y Martínez, L. & Herrera, I. (2023).



### 4.6.3 Áreas Naturales Protegidas Federales y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

#### 4.6.3.1 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

Con respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), estas se localizan dentro de los límites de cuatro municipios de la Región (cuadro 4.10) y representan tan solo el 0.78% del territorio regional. El porcentaje anterior equivale a 3,944.41 ha y se distribuyen por municipio de la siguiente manera: Tlaxco con una aportación de 36.61%; Nanacamilpa de Mariano Arista con el 32.17%; Amozoc del orden de 17.43% y en Terrenate se identifica un 13.79%. Siendo Tlaxco y Nanacamilpa de Mariano Arista, los municipios con las mayores porciones territoriales destinadas a la conservación. En estas áreas se diversifican más las formas de organización.

La participación se distribuye para estos dos municipios de la siguiente manera: En Tlaxco, el 4.55% corresponde a tierras de uso común (superficie con respecto a la superficie de ADVC dentro del municipio). En Nanacamilpa la superficie considerada como ADVC se distribuye en personas físicas con el 77.27%, Sociedades a cargo del 18.18% y tierras de uso común con solo el 4.55%.

Cuadro 4.10. Distribución de las áreas destinadas voluntariamente para la conservación, vigentes al 2022

Municipio/Asociación/Ecosistema	Número de ADVC	Superficie (ha)
Amozoc	1	687.42
Público-Centralizado Municipal	1	687.42
Bosque de encino	1	687.42
Nanacamilpa de Mariano Arista	22	1,269.07
Personas Físicas	17	377.49
Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino diazi	6	236.27
Bosque de Pino-Encino	10	134.2
Bosques de coníferas y latifoliadas	1	7.02
Sociedades	4	607.13
Bosque de Pino-Encino y Bosque de Pino	4	607.13
Tierras de Uso Común	1	284.45
Bosque de Pino-Encino	1	284.45
Terrenate	1	543.96
Personas Físicas	1	543.96
Bosque de Pino-Encino	1	543.96
Tlaxco	22	1,443.95



<b>Municipio/Asociación/Ecosistema</b>	<b>Número de ADVC</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Personas Físicas	21	1,000.90
Bosque de Pino y Bosque de Encino	6	121.3
Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino	8	579.1
Bosque de Pino-Encino	3	55.51
Bosque de Pino-Encino y Bosque de Pino	4	244.99
Tierras de Uso Común	1	443.06
Bosque de Pino	1	443.06
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>3,944.41</b>

Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales, CONANP 2022 datos abiertos superficie de aprovechamiento no forestal vigente al 2021. <https://snif.cnf.gob.mx/datos-abiertos/> (CONANP, 2022).

La proporción de las ADVC en terrenos de uso privado es de 48.74%; el 18.44% corresponde a las tierras de propiedad social (tierras de uso común); para las asociaciones (sociedades) el 15.39% y para el público-centralizado municipal el 17.43%; siendo particular esta última figura en Amozoc. La distribución de los usos del suelo y la vegetación dentro de las ADVC es la siguiente: uso forestal registra el 51.78%; el forestal-agrícola solamente el 0.16%; para el forestal-agropecuario con el 5.79%; para el forestal-pecuario corresponde el 9.54% y el resto otros usos, en los cuales mayoritariamente se encuentran las tierras agrícolas y las praderas (32.72%).

La superficie de tierras de uso común para uso forestal en la subcuenca asciende a 38,829 ha de las cuales el 50.29% corresponde al uso forestal; el 21.24% al forestal-agrícola; el forestal-agropecuario registra el 10.36% y con el 18.09% el forestal-pecuario.

#### 4.6.3.2 Parques Nacionales

Por otro lado, en la delimitación de la región se encuentran zonas que forman parte de los parques nacionales del Iztaccíhuatl- Popocatepetl (Puebla) y La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl (Tlaxcala), conformando una superficie total de 53,604.49 ha en la Subcuenca del Alto Atoyac.

El Parque Nacional Iztaccíhuatl- Popocatepetl tiene una importante reserva hidrológica y forestal, ya que pertenece a una de las zonas con bosques de coníferas, albergando diversa fauna y flora. Aportando además servicios ambientales, bienes materiales, vegetales, faunísticos y minerales. Sin embargo, las consecuencias de la alteración humana han presentado sobreexplotación de los diversos recursos, provocando un desequilibrio ecológico como la tala de árboles, que se presentan de forma intensa en la zona, reduciendo la cobertura vegetal de manera acelerada; los incendios forestales producto de técnicas agrícolas para eliminar los residuos no





deseados de cosechas; así como la ganadería extensiva, que se caracteriza por tener al ganado en estado libre alimentándose sin control dañando y compactando el suelo. Por ello, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental, el Programa de Manejo propone alternativas para disminuir la sobreexplotación de los recursos naturales y apoyar la economía de los habitantes de la zona, tales como el turismo rural, la fruticultura, el uso de viveros para el cultivo de hongos y plantas medicinales, y la ganadería semiestabulada (Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl, 2013).

El Parque Nacional Malinche o Matlalcuéyatl con superficie estimada de 44,751.67 ha de territorio, se caracteriza por su diversidad de especies, principalmente de fauna de mamíferos. Ofrece además servicios ecosistémicos a la población como el abastecimiento de agua, regulación del clima y captura de carbono. No obstante, los valores ambientales, sociales, patrimoniales y culturales que representa, detona problemáticas de extracción ilícita de madera, hongos y musgo; incendios forestales, problemas de plagas, apertura de caminos para la actividad agrícola y extracción de leña, presencia de cazadores, y falta de regulación en las actividades de los visitantes, así como de conciencia de conservación y preservación de los bienes; además de la fragmentación de bosques por la presencia de predios agrícolas y la ganadería extensiva deteriorando el suelo; la disminución de la filtración de agua debido a la erosión del suelo, que recarga los mantos acuíferos como la Cuenca del Río Atoyac y la Cuenca Cerrada Guadalupe (Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, 2013).

Cuadro 4.11. Distribución de las subzonas de los programas de manejo de los parques nacionales dentro de la región Alto Atoyac

Sub-zonificación	Región Alto Atoyac				
	Iztaccíhuatl-Popocatépetl	%	Malinche o Matlalcuéyatl	%	Superficie (has)
Asentamientos Humanos	0	0	1,283.33	2.87	1,283.33
Influencia	3,480.11	39.31	19,016.80	42.49	22,496.91
Preservación	2,604.53	29.42	1,106.97	2.47	3,711.50
Recuperación	80.22	0.91	1,840.73	4.11	1,920.94
Uso Público	2,687.96	30.36	19.26	0.04	2,707.22
Uso Tradicional	0	0	21,484.58	48.01	21,484.58
Total	8,852.82	100	44,751.67	100	53,604.49

Fuente: Elaboración con base en CONANP, Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl y Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, 2013.

El cuadro 4.11 expone datos sobre la subzonificación de acuerdo con las características del uso de suelo, grado de conservación, distribución de vegetación y





fauna, y actividades turísticas de los ecosistemas, con el fin de aplicar estrategias adecuadas para cada caso en los programas de manejo de ambos parques. Principalmente, se presenta una mayor cobertura de zona de influencia, sumando en total de ambos parques 22,496.91 ha seguido por el Uso Tradicional en el Parque de La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, con una superficie de 21,484.58 ha

A continuación, de manera particular se mencionan los criterios de conformación, así como las actividades permitidas y prohibidas para cada subzona:

#### Subzona de Asentamientos Humanos

En el caso del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl la existencia de esta subzona es nula dado que al constituirse como Área Natural Protegida se excluyó a la población asentada en el territorio; mientras que en el Parque La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl los asentamientos humanos conforman el 2.87% de su superficie, tomando los criterios de zonas donde las transformaciones del medio natural presentan grandes modificaciones o pérdida total de ecosistema original.

#### Subzona de Influencia

Se conforma como la subzona con mayor superficie del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (39.31%). Los criterios para delimitarla dentro del programa de manejo se presentan mediante las superficies boscosas que por su estado de conservación requieren protección, conformando un anillo de un kilómetro de separación de los límites del parque.

En el caso del Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl la zona de influencia comprende una franja de cuatro kilómetros alrededor de los límites del Parque, abarcando el 42.49% de la superficie total. Además de consolidarse en gran parte de municipios como San Pablo del Monte, Mazatecochco de José María Morelos, Acuamanala de Miguel Hidalgo, Contla de Juan Cuamatzi y Cuaxomulco en Tlaxcala, donde se presentan actividades relacionadas a la agricultura para el autoconsumo de las localidades asentadas.

#### Subzona de Preservación

En el caso del Programa de Manejo del Parque Nacional de la montaña La Malinche o Matlalcuéyatl se presentan la Subzona de Preservación La Cima-Axatl-Cañada Grande, que comprende la cima de la montaña y contiene ecosistemas y superficies de carácter relevante y frágil, con buen grado de conservación.

En ambos programas es una subzona con buen grado de conservación ecológica, en este caso se busca mantener el equilibrio, permitiendo actividades de mantenimiento



de infraestructura existente y económicas de bajo impacto, representando el 6,92 % de la superficie total.

#### Subzona de Recuperación

Es la segunda subzona con menos superficie, alcanzando para la Malinche o Matlalcuéyatl el 4.11% en los municipios de San José Teacalco, San Francisco Tetlanohcan, Teolochoolco y Puebla; mientras que para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl no llega ni al 1%, porcentaje ubicado en Huejotzingo. En estas zonas los recursos naturales han sido fuertemente alterados o modificados por actividades forestales clandestinas, ganadería extensiva y plagas forestales. Tienen como finalidad recuperar la estructura del ecosistema. Por lo cual, no se permite las actividades ya mencionadas, así como de construcción de nuevas obras.

#### Subzona de Uso Público

Se caracteriza por sus atractivos naturales y por varias vías de acceso para el uso recreativo de visitantes. Se permiten actividades de turismo de bajo impacto ambiental, venta de alimentos y artesanías, mantenimiento de caminos y de infraestructura, mientras que queda descartado encender fogatas y usar cualquier aparato de sonido que altere a la población o ejemplares.

En el Parque Nacional de la montaña La Malinche o Matlalcuéyatl, se cuenta con infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas (cabañas, canchas deportivas, salones de usos múltiples, zonas recreativas infantiles, etc.). En este caso sí se permite encender fogatas.

#### Subzona de Uso Tradicional

La subzona de uso tradicional ocupa la mayor superficie dentro del Parque Nacional Malinche o Matlalcuéyatl, conformando el 48.01%. A su vez, se divide en dos subzonas: la de Uso Tradicional Tlaxcala-Puebla, que se distingue por ser un área donde se presentan actividades agropecuarias para satisfacer el autoconsumo y la economía de los habitantes. Es por ello, que se permiten actividades de agricultura y ganadería tradicional, la construcción de infraestructura de apoyo a las actividades de investigación científica, educación ambiental y turismo de bajo impacto ambiental. Y la subzona de Uso Tradicional Trinidad Sánchez Santos-Huamantla, Tetlanohcan-Teolochoolco-San Pablo-Mocoloacarreta-Curato, ubicada en niveles más altos que la subzona anterior, donde se realizan actividades socioeconómicas y culturales básicas para cubrir las necesidades de los habitantes, admitiendo actividades de recolección de plantas, hongos, frutos silvestres, mamíferos pequeños y leña, permitiendo también actividades de ganadería.



En todas las subzonas las actividades no permitidas son las que consisten en alterar o destruir la zona, como el abrir senderos, interacciones con la fauna y sus refugios; contaminar con desechos sólidos o líquidos el agua y suelo; extraer flora y fauna viva o muerta; alterar los flujos hidráulicos, etc. Por el contrario, las actividades permitidas son las que conforman la productividad de bajo impacto ambiental, culturales tradicionales, las actividades fotográficas, de educación ambiental, de investigación científica y monitoreo del ambiente, etc.

La distribución territorial de los instrumentos de planeación del territorio vigentes relacionados con el sector de conservación aplican en el 82.01 % de la superficie total regional; norman 413.413 ha. Vale la pena mencionar que esta superficie se calcula con aquellas superficies con traslape, respetando las poligonales de cada instrumento.

Cuadro 4.12. Distribución de la superficie de aplicación de instrumentos relacionados con el sector de conservación en la región

<b>Instrumento/nombre</b>	<b>Superficie (ha) *</b>	<b>Porcentaje **</b>
Área Donada Voluntariamente para la Conservación	3,944.39	0.78
Amozoc	687.41	17.43
Nanacamilpa de Mariano Arista	1,269.07	32.17
Terrenate	543.96	13.79
Tlaxco	1,443.95	36.61
Zona de Conservación	90	0.02
Laguna de Acuitlapilco	74.23	82.48
Reserva Ecológica Las Cuevas	4.19	4.66
Mirador del Cerro de la Luna	11.58	12.87
Área Natural Protegida (Estatal/Federal)	78,615.07	15.6
Zona de la Calera	128.45	0.16
Parque Nacional Xicoténcatl	653.61	0.83
Cerro Zapotecas	536.43	0.68
Valsequillo	13,444.81	17.1
Sierra Tentzo	10,247.29	13.03
La Malinche o Matlalcuéyatl	44,751.67	56.93
Iztaccíhuatl-Popocatépetl	8,852.81	11.26
Ordenamiento Ecológico (Estatal/Regional)	378,908.57	75.16



<b>Instrumento/nombre</b>	<b>Superficie (ha) *</b>	<b>Porcentaje **</b>
Programa de Ordenamiento Ecológico del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl	94,561.09	24.96
Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala	284,347.48	75.04

\* Superficies calculadas por tipo de instrumento, la suma de todas puede resultar elevada debido a que existen superficies traslapadas. \*\* Porcentaje calculado con respecto al subtotal del tipo de instrumento y con relación a la superficie total de la Región.

Fuente: Elaboración propia DOE, con base en CONANP, Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl y Programa de Manejo Parque Nacional de la Montaña La Malinche o Matlalcuéyatl, 2013 (CONAFOR, 2022).

#### **4.6.4 Instrumentos de Ordenamiento Ecológico vigentes**

Los instrumentos de ordenamiento ecológico de nivel estatal y regional son los que aplican en poco más del 75% de las 504,104.70 ha (cuadro 4.12). de la región. En orden de importancia continua, la categoría de instrumentos relacionados con las Áreas Naturales Protegidas (en esta categoría se consideran tanto federales, como estatales y locales), con una superficie de aplicación del orden de las 78,600 ha En tercer lugar, se ubican las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, aportando cerca de 4,000 ha Por último, las zonas de conservación con apenas 90ha

Para otras categorías, la LGEEPA establece la zonificación: Instrumento técnico de planeación que puede utilizarse al establecer Áreas Naturales Protegidas, que permite ordenar su territorio según el grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, según los objetivos de la declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las ANP, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente (MÉXICO, 2022).

Para el caso del Plan de Manejo del Parque Nacional del Iztaccíhuatl-Popocatepetl, se observa que en zonas de preservación predominan las tierras agrícolas (87.61%); para la conservación las tierras forestales aportan el 51.93% y las agrícolas el 45.35%; para protección las tierras forestales destacan por registrar el 83.41% (porcentajes con respecto a la superficie del instrumento en la región).

En el Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl, la distribución de las tierras agrícolas se asigna por arriba del 60 por ciento en las categorías de asentamientos humanos, área de influencia y uso tradicional, mientras que, en las zonas para la





recuperación, las tierras forestales representan el 84.35% y el 98.06% se ubican en zonas de uso público.

El Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico de Tlaxcala (2015), determina cuatro políticas: Aprovechamiento, en esta zonificación predominan las tierras agrícolas; en las de conservación, existe una proporción similar entre las tierras agrícolas, las praderas y los humedales; con porcentajes del orden de 36.17%, 23.38% y 32.51%, respectivamente. En las zonas de protección el 64.40% aplica para usos forestales y el 30.10% para tierras agrícolas; y en la de restauración, mayoritariamente se localizan las tierras agrícolas en un 59.73% y las tierras forestales con el 27.30%.

Cuadro 4.13. Distribución de los usos del suelo y vegetación de acuerdo con la zonificación de los Planes de Manejo vigentes en las Áreas de Valor Ambiental

<b>Plan de Manejo / Zonificación</b>	<b>Asentamientos Humanos</b>	<b>Tierras Agrícolas</b>	<b>Praderas</b>	<b>Tierras Forestales</b>	<b>Humedales</b>	<b>Otras Tierras</b>	<b>Total</b>
<b>POE Iztaccíhuatl-Popocatepetl</b>	4,128	60,306	2,694	26,163	38	1,230	94,559
Aprovechamiento	3,897	50,064	1,339	1,807	38		57,145
Conservación	232	9,868	361	11,300			21,761
Protección		373	993	13,056		1,230	15,653
<b>Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl</b>	1,334	32,146	1,575	17,285		1,265	53,604
Asentamientos humanos	311	972					1,283
Influencia	1,015	17,222		4,260			22,497
Preservación			1,183	1,268		1,261	3,711
Recuperación		2	299	1,620			1,921
Uso público		15	34	2,655		4	2,707
Uso Tradicional	7	13,936	60	7,482			21,485
<b>POE Tlaxcala</b>	13,148	201,391	16,122	49,662	1,612	34	281,970
Aprovechamiento	10,394	134,826	4,401	8,996	496		159,112
Conservación		1,041	673	229	936		2,879
Protección	27	6,232	1,077	13,336		34	20,706
Restauración	2,727	59,292	9,971	27,103	180		99,272
<b>ANP Valsequillo</b>	858	4,511	5,268	179	2,627	2	13,445
Aprovechamiento	37	392	420	0	2,581		3,430
Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas	484	3,870	4,109	171	33	2	8,669
Asentamientos humanos	249	209	238		9		704
Protección	15	7	372		2		396
Uso público	68	33	53		3		157
Uso restringido	5		77	8			89
<b>ANP El Tentzo</b>	3	1,585	1,834	6,824			10,247



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Plan de Manejo / Zonificación</b>	<b>Asentamientos Humanos</b>	<b>Tierras Agrícolas</b>	<b>Praderas</b>	<b>Tierras Forestales</b>	<b>Humedales</b>	<b>Otras Tierras</b>	<b>Total</b>
Aprovechamiento	3	1,195	301	557			2,055
Aprovechamiento especial		169	1,370	905			2,444
Asentamientos humanos	0	60	6	3			70
Núcleo	0	162	157	5,359			5,677
<b>PN Xicoténcatl</b>	376	278		1			654
<b>PE Zapotecas</b>	4	431		101			536
<b>ANP La Calera</b>	13	1	44	71			128
<b>Total</b>	<b>19,865</b>	<b>300,647</b>	<b>27,537</b>	<b>100,285</b>	<b>4,277</b>	<b>2,531</b>	<b>455,143</b>

Fuente: Elaboración con base en CONANP, Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl y Programa de Manejo Parque Nacional de la Montaña La Malinche o Matlalcuéyatl, 2013 (CONAFOR, 2022).

En la ANP Valsequillo, a las praderas le aplican principalmente las políticas de protección, uso restringido y aprovechamiento sustentable de agroecosistemas; cuyas superficies de aplicación registran los porcentajes siguientes: 93.93%, 85.86% y 47.40% respectivamente. En el uso clasificado como humedales, aplica el aprovechamiento en un 75.25%.

En la ANP El Tentzo, como zonas de aprovechamiento consideran a las tierras agrícolas en un 58.13%; el aprovechamiento especial está dirigido a las praderas en un 56.05%; los asentamientos humanos en superficie agrícola en un 86% y las zonas núcleo, principalmente conformadas en un 94.39% de praderas.

Para el resto de las áreas de valor ambiental: PN Xicoténcatl, PE Zapotecas y ANP La Caldera; hasta el momento no se encontraron datos sobre la zonificación; no obstante, se pueden identificar los usos del suelo predominantes. Para el primer caso, se registra mayoritariamente el uso de asentamientos humanos; en el Parque Estatal, predomina el uso de tierras agrícolas; y para la Caldera, el uso forestal y las praderas destacan por su presencia.

Por último, tratando de hacer un balance entre las políticas establecidas en los ordenamientos ecológicos vigentes y los usos del suelo y vegetación, tenemos que:

En la ANP de La Malinche o Matlalcuéyatl, la zonificación considerada como asentamientos humanos y área de influencia, mayoritariamente aplica sobre terrenos agrícolas; situación que ejerce mayor presión sobre las actividades agrícolas. En el uso de tierras forestales aplican en altos porcentajes las políticas de recuperación y la de uso



público. Políticas que se deben aplicar con toda claridad para evitar mayores conflictos entre sectores; ya que por un lado se trata de recuperar y por otro permite su uso público.

En la ANP El Tentzo, en general las políticas aplican en relación con el uso del suelo y la vegetación; no obstante, llama la atención que las zonas en las que se permiten los asentamientos humanos corresponden en su mayoría a las tierras agrícolas. Situación que puede derivar a la pérdida agrícola e incremento de posibles conflictos entre sectores.

La zona de mayor relevancia está referida a la ANP Valsequillo. Según el análisis de la zonificación y los usos del suelo; se pueden observar: a) las zonas de aprovechamiento aplican sobre el uso de humedales. En particular este tipo de aprovechamiento, requiere de mucho cuidado, sobre todo por la explotación de recursos acuícolas, ya que la Presa Valsequillo recibe caudales contaminados cuenca arriba; b) las praderas en esta son de gran importancia, y así lo hacen constar las políticas de protección y uso restringido en gran parte de ellas; no obstante, también existen algunas praderas con políticas de asentamientos humanos y de uso público; siendo esta última clasificación que aplica mayoritariamente en suelo de asentamientos humanos.

Para el resto de las áreas de valor ambiental, las políticas ambientales muestran congruencia con los usos del suelo y la vegetación; no obstante, las personas que asistieron a los talleres participativos manifestaron el incumplimiento de los planes y programas de planeación, urbanos, territoriales y ambientales. Se pueden citar solo algunas de las preocupaciones que se expresaron: tala clandestina (delincuencia organizada) en las faldas del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl; producción ilegal de carbón en la montaña La Malinche o Matlalcuéyatl; usos industriales y de explotación de agua superficie y subterránea (embotelladoras y mezclilleras), también en laderas del Iztaccíhuatl-Popocatepetl; así como el incremento de actividades acuícolas y criaderos de truchas cerca de afluentes naturales; preparación y comercialización de productos acuícolas, principalmente para consumo del sector turístico; usos ecoturísticos que provocan ocupaciones de suelos de protección y conservación.

En los estados de Puebla y Tlaxcala, no existe intervención de la SEMARNAT a nivel local; por lo tanto, ningún municipio de la región cuenta con Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) (el lector puede consultar el sitio oficial de dicha institución y verificar esta aseveración<sup>22</sup>). No obstante, se identificaron dos ordenamientos ecológicos:

---

<sup>22</sup> Ver <https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html>



1) el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Tlaxcala 2015 y 2) el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia en el estado de Puebla 2005. Por último, para lograr una valoración del cumplimiento de los lineamientos establecidos en el POE de Tlaxcala, se analizan solo las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que tienen una relación espacial con los ríos Atoyac y Zahuapan, haciendo el cruce con los usos actuales del suelo y parte de las aportaciones sociales obtenidas de los talleres participativos (cuadro 4.14).

Cuadro 4.14. Análisis de las políticas y lineamientos de los instrumentos ecológicos vigentes

<b>POE / UGA</b>	<b>Política</b>	<b>Lineamiento</b>	<b>Situación actual</b>
<b>Programa de Ordenamiento Ecológico Estado de Tlaxcala</b>			
<b>Ag3-5</b>	Aprovechamiento	La agricultura es predominante y es compatible con agrícola de riego; están condicionados: pecuario, industria, urbano, minería, infraestructura y acuícola.	Aplica aproximadamente al 50% de los municipios de Tlaxco y Hueyotlipan. No se determinan incompatibilidades en el POE, solo actividades condicionadas; por ello, hay una presencia cada vez mayor de actividad pecuaria; así como la actividad acuícola que sigue un patrón de correspondencia con los cuerpos de agua. Incremento de los asentamientos humanos.
<b>Ag3-13</b>	Aprovechamiento	La agricultura es predominante y es compatible con agrícola de riego; están condicionados: industria, e infraestructura.	Municipios de Españaita e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros. Presencia cada vez mayor de actividad textil cercana al río Atoyac; así como la actividad acuícola. Incremento de los asentamientos humanos.
<b>P3-21</b>	Restauración	Predomina las actividades pecuarias, compatibles con pecuario, flora y fauna. Incompatibilidad con agricultura de riego.	Porción pequeña del municipio Nativitas. Recibe gran parte de las descargas de aguas de los asentamientos humanos.
<b>F13-31</b>	Restauración	Predomina flora y fauna, compatible con vida silvestre y posibilidad forestal. Condiciona la agricultura, minería, infraestructura y acuícola.	Municipios involucrados: Xaltocan y San Lucas Tecopilco. Actividad agrícola con manejo inadecuado de agroquímicos y pesticidas. Presencia de actividad acuícola. Crecimiento de asentamientos humanos.
<b>13-35</b>	Conservación	Presa, compatible con acuícola y turismo.	Municipio de Tlangatepec, con importante presencia de acuicultura e incremento de asentamientos humanos y servicios al turismo.





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>POE / UGA</b>	<b>Política</b>	<b>Lineamiento</b>	<b>Situación actual</b>
<b>Ag3-40</b>	Aprovechamiento	Predominio de agricultura, compatible con agrícola de riego y condiona: pastizal, minería, industria, infraestructura y acuícola.	Zona de mayor atención, debido a que existen un número considerable de unidades económicas del sector acuícola e industrial en las periferias de los asentamientos humanos. UGA con los mayores usos condicionados.
<b>F13-49</b>	Restauración	Uso predominante la flora y fauna; compatible con vida silvestre, con posibilidad forestal. Usos condicionados: infraestructura, minería, agrícola e industria.	Municipios: Amaxac de Guerrero, Santa Cruz Tlaxcala y Yauhquemehcan. Existen muchas unidades económicas del sector acuícola cercanas al cauce del río Zahuapan y presencia de asentamientos humanos.
<b>Ag3-59</b>	Aprovechamiento	Predominio agrícola, compatible con riego; condiona el uso pecuario, infraestructura, minería e industria.	Involucra a: Tlaxco, Atlangatepec y Tetela de La Solidaridad. Existe un número considerable de unidades económicas del sector acuícola alta presencia de asentamientos humanos, sobre todo en Tetela. Presencia de industria al Norte de la UGA, mezclada con servicios de alojamiento, preparación de alimentos y bebidas.
<b>Programa de Ordenamiento Ecológico Popocatépetl Puebla</b>			
<b>2</b>	Protección	Predomina el uso del suelo forestal; la acuicultura y corredor natural flora y fauna es compatible; las actividades forestales y el turismo están condicionadas. El uso agrícola es incompatible.	Al Norte coincide con la delimitación de una ADVC de Nanacamilpa de Mariano Arista, área que corresponde al santuario de las luciérnagas Santa Clara. Hay indicios de usos agrícolas.
<b>3</b>	Conservación	Predomina el uso agroforestal; con actividades compatibles de acuicultura, pecuario y turismo; la infraestructura, minería y asentamientos humanos están condicionados; la industria es incompatible.	Existe incremento en los asentamientos humanos, relacionados con las actividades de acuicultura y de turismo (aumento de unidades de alojamiento). La explotación forestal es ilegal por el crimen organizado.
<b>100</b>	Protección	Predomina el ANP, con usos compatibles de acuicultura y corredor bilógico. Uso condicionado forestal y turismo.	Existe presencia de usos agrícolas que son incompatibles y actividades de turismo ecológico.
<b>200</b>	Aprovechamiento	Uso predominante de agricultura, se permite la acuicultura, corredor natural y turismo. Se condicionan usos industriales, infraestructura, minería, pecuario y asentamientos humanos.	Abarca la parte baja del municipio de San Salvador del Verde. Existe mal manejo y uso de agroquímicos y pesticidas; presencia de industria textil de lavado de mezclilla en unidades económicas pequeñas, maquila familiar.
<b>201</b>	Aprovechamiento	Uso predominante de agricultura, se permite la acuicultura, corredor natural y turismo. Se condicionan usos industriales, infraestructura, minería, pecuario y asentamientos humanos.	Existe mal manejo y uso de agroquímicos y pesticidas; presencia de industria textil mediana y de lavado de mezclilla en unidades económicas pequeñas, maquila familiar. Presencia de ladrilleras.



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>POE / UGA</b>	<b>Política</b>	<b>Lineamiento</b>	<b>Situación actual</b>
			Descargas desechos derivados de la matanza de ganado de traspatio.

Fuente: Elaboración propia DOE, con base en los programas de Ordenamiento Ecológico Estatal de Tlaxcala 2015 y Programa de Ordenamiento Ecológico del Popocatepetl 2005.

Este análisis identifica que el instrumento estatal de Tlaxcala condiciona prácticamente todos los usos y actividades; pues no define aquellas que son incompatible o prohibidas.

Cuadro 4.15. Programas y proyectos para Puebla y Tlaxcala

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
<b>Gubernamental</b>					
<b>Programa Especial Cuidado Ambiental y atención al Cambio Climático</b> (Instrumento derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla)	Incorporar mecanismos de coordinación institucional donde se procure el acceso a un ambiente sano.	Establecer programas interinstitucionales correctivos y preventivos de contingencia ambiental.	Elaboración de mapas de riesgos para la construcción de Programas de prevención de riesgos en los centros de población.		Habitantes del estado de Puebla.
	Incrementar mecanismos de adaptación en el medio rural.	Preservar los servicios ecosistémicos en las zonas rurales.	Diseñar esquemas participativos para el desarrollo de actividades económicas sostenibles.		
	Disminuir el impacto al cambio climático generado por la actividad económica.	Promover el uso de normas oficiales para aprovechamiento sostenible y la seguridad hídrica.	Generar el mecanismo de monitoreo de contaminación del agua en la Cuenca del Río del Alto Atoyac. Así como, la normatividad de tratamiento y vertimiento de residuos industriales.		



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
<b>Programa Institucional de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento</b> (Instrumento derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla)	Reducir las brechas de desigualdad social para satisfacer las necesidades básicas como agua, alcantarillado y saneamiento. Con un enfoque transversal al "Cuidado Ambiental y Atención al Cambio Climático".	Atender de manera integral el saneamiento y la recuperación del Río Atoyac.	Monitoreo de descargas de agua residual tratada en el río Atoyac y sus afluentes.		Habitantes del estado de Puebla.
		Promover el ejercicio de los derechos humanos, así como el desarrollo de hábitos y costumbres en beneficio de los recursos naturales.	Manejo del Ambiente y Cultura del Agua. Concientización en el aprovechamiento de los recursos naturales.		
<b>Programas Regionales Estratégicos</b> (Instrumento derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla)	Propiciar el desarrollo equilibrado e integral en todas las regiones del estado, tomando en consideración estrategias transversales como el "Cuidado Ambiental y Atención al Cambio Climático".	Promover mecanismos de adaptación en el medio rural para mitigar los impactos negativos del cambio climático y de la contaminación ambiental.	Impulsar el desarrollo de tecnologías para la adaptación de las especies forestales y agrícolas al cambio climático. - Promover el manejo sostenible del suelo y agua con identidad. - Preservar los servicios ecosistémicos y medios de vida en el campo.		Habitantes de las 32 regiones del estado de Puebla
<b>Programa sectorial de Desarrollo Rural</b> (Instrumento derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 de Puebla)	Impulsar la capitalización del campo a fin de transitar hacia un desarrollo rural sostenible.	Promover mecanismos de adaptación en el medio rural para mitigar los impactos negativos del cambio climático y de la contaminación ambiental.	Promover prácticas de conservación y asociación de cultivos. Promover la reducción de agroquímicos y manejo responsable de envases y residuos. Coadyuvar al incremento de acciones ambientales, principalmente en		Habitantes de zonas rurales en las 32 regiones del estado de Puebla.



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
			las zonas de amortiguamiento.		
<b>Programa para revalorizar y transformar el sector agropecuario y pesquero de Tlaxcala</b> (Instrumento derivado del plan estatal de desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala)	Producir y fomentar la disponibilidad de productos agropecuarios con calidad e inocuidad sanitaria.	Promover acciones que permitan regularizar la tenencia de la tierra, mitigar la erosión y restauración del suelo.	Coordinar el diagnóstico ejidal y lograr la regularización de los predios en los diferentes ejidos del estado, en coordinación con el registro Agrario Nacional y la Procuraduría Agraria.		Habitantes y comerciantes del sector agropecuario y pesquero.
	Impulsar e intensificar la implementación de acciones estratégicas para mitigar el cambio climático en el sector agropecuario y acuícola.		Realizar operativos con personal oficial y unidades móviles de inspección, para la verificación de la movilización de mercancías reguladas agropecuarias y acuícolas.		
			Establecer un programa de formación y actualización productiva de los campesinos con enfoque de conservación y respeto ambiental.		





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
<b>Programa: Política de gestión ambiental.</b> (Instrumento derivado del plan estatal de desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala)	Actualizar los instrumentos que permitan de manera inmediata impulsar la agenda estatal del medio ambiente, establecer mecanismos de participación social, transparentar las acciones y disminuir la corrupción.	Impulsar el desarrollo sostenible y de respeto al medio ambiente.	Actualizar y complementar el marco jurídico de la gestión ambiental, mediante reformas que permitan dar respuesta a los desafíos ambientales que enfrenta el estado.		Medio ambiente.
			Elaborar un Plan de Ordenamiento Ecológico estatal coordinado con los tres órdenes de gobierno.		
			Crear un fondo ambiental mediante recursos estatales, nacionales e internacionales, además de privados para la aplicación de proyectos de mitigación del medio ambiente prioritarios.		
<b>Programa de gestión ambiental de suelo, bosques, flora, fauna y residuos sólidos.</b> (Instrumento derivado del plan estatal de desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala)	Fomentar la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y diversidad biológica en áreas forestales del estado y el Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl; así como procurar la restauración de ecosistemas degradados.	Fortalecer la inspección y vigilancia de las áreas forestales del estado con énfasis en el Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl mediante la coordinación institucional para combatir la tala clandestina.	Restaurar y conservar las áreas naturales protegidas de competencia estatal, así como los ecosistemas forestales degradados por erosión, incendios, plagas y enfermedades.		Habitantes del estado, áreas naturales protegidas y Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl.



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
	Contribuir e implementar la reducción de los impactos negativos del medio ambiente, así como mejorar la calidad del aire en beneficio de la salud de la población del estado.	Promover un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en apego a la normativa en la materia.	Implementar jornadas de reforestación en coordinación con los sectores social, gubernamental e iniciativa privada.		
			Eficientar las acciones para reducir las emisiones de gases generados por fuentes fijas y móviles.		
			Impulsar el uso de energías renovables y medios de transporte de bajas emisiones contaminantes.		
<b>Programa Estatal de Remediación para la Cuenca del Atoyac en el Estado de Tlaxcala (Río Atoyac y Río Zahuapan)</b> (Instrumento derivado del plan estatal de desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala)	Proveer al estado los mecanismos jurídicos y normativos, así como de instrumentos necesarios para atender de manera prioritaria las recomendaciones internacionales y nacionales en materia del agua.	Instrumentar acciones inmediatas para las aguas emitidas por empresas e industrias y aguas públicas del río Zahuapan.	Apoyar el cambio y actualización del marco jurídico a favor de la iniciativa de la <i>Ley General de Aguas Nacionales</i> .		Río Atoyac y Río Zahuapan. Los municipios que contengan ríos.
	Elevar la cultura del agua a una prioridad estatal para mantener el recurso hídrico en condiciones de calidad óptima del río Zahuapan y Atoyac.		Difundir y promover estrategias del uso eficiente del agua en los municipios que contengan río o afluentes en su territorio		



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
<b>Programa de Gestión Sustentable de los Recursos Hídricos</b> (Instrumento derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 de Tlaxcala)	Establecer mecanismos colaborativos de voluntad política y social para fomentar la cultura del agua y del sistema de pago del servicio en toda la ciudadanía.	Promover la cultura del cuidado del agua con un enfoque hacia un cambio de conciencia colectiva.	Diagnosticar, rehabilitar, modernizar y ampliar los sistemas de agua a fin de mejorar el servicio brindado.		Habitantes del estado.
	Propiciar corresponsabilidad para la supervisión, óptimo funcionamiento del sistema hídrico.		Coordinar el inventario de la red de drenaje y alcantarillado a fin de propiciar su correcto funcionamiento		
	Gestionar e implementar soluciones eficaces para la mitigación de contaminantes en los cuerpos de agua estatales.		Generar el ordenamiento ecológico regional para atender los problemas de las cuencas y ríos del estado.		
			Diseñar de manera modular el proyecto integral del Río Zahuapan		
<b>No gubernamental</b>					
<b>Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero en Tlaxcala</b>	Promover, capacitar y asesorar a organizaciones campesinas, comunidades, productores e instituciones (públicas y privadas), para lograr un desarrollo armonía con la naturaleza. ecológicamente sostenible que permita avanzar hacia una sociedad autogestora más justa, equitativa y en armonía con la naturaleza.	Conservación de agua, suelos, semillas y cobertura forestal, abonos orgánicos, uso de energía solar, cuidado de la salud y la alimentación, y equidad de género.	Producción ecológica de granos básicos.	Contribuciones voluntarias, así como recursos propios y externos.	Organizaciones campesinas, productores e instituciones en los municipios de Españaita, Ixtacuixtla y Tepetitla.
			Captación de agua de lluvia.		
			Agricultura y ganadería de traspatio.		



<b>Programa / Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Estrategias</b>	<b>Acciones</b>	<b>Monto de inversión</b>	<b>Población beneficiada u objetivo</b>
			Mantenimiento del paisaje y de la cultura.		

Fuente: elaboración propia DOE.

El cuadro se refiere a los instrumentos derivados del Plan Estatal de Desarrollo de Puebla 2019-2024 y del Plan Estatal de Desarrollo de Tlaxcala 2021-2027. Algunos de los instrumentos se consideraron, ya que plantean estrategias transversales para el cuidado del medio ambiente, como el Programa sectorial de Desarrollo Rural, los programas regionales estratégicos y el Programa Institucional de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento. Mientras que los proyectos no gubernamentales se obtuvieron mediante sitios oficiales. En este último caso, los montos de inversión se basan en las contribuciones voluntarias.

Por otro lado, los instrumentos derivados del Plan Estatal de Desarrollo coinciden con el Presupuesto de Egresos encargado de asignar y distribuir los recursos a las dependencias para cumplir metas, proyectos y servicios públicos para satisfacer las necesidades de la sociedad. De esta manera, los recursos destinados para Puebla sumaron 274.8 millones de pesos destinados a la protección ambiental en un nivel estatal; mientras que a Tlaxcala se le asignaron para la protección ambiental 171.06 millones de pesos, según datos que presentó el Presupuesto Ciudadano 2022. Ambos casos corresponden al total de los ingresos aprobados en la Ley de Ingresos del estado respectivo para el Ejercicio Fiscal 2021. Como complemento para los programas enfocados en el ámbito rural sostenible, el presupuesto fue de 314.1 millones para Tlaxcala y 1,282.5 millones para Puebla.

#### **4.7 Evaluación de riesgos, peligros y vulnerabilidad**

La Región de la Subcuenca del Alto Atoyac es un área de complejidad geológica, climatológica y social, que la convierte en un escenario propenso a la ocurrencia de diversos fenómenos naturales y antropogénicos que podrían representar serios riesgos para la población, el entorno natural y la infraestructura construida. Entre los principales riesgos geológicos de la región están las erupciones volcánicas, capaces de generar flujos piroclásticos devastadores, y los sismos, que pueden causar deslizamientos de tierra y agrietamientos y deformaciones en el terreno por la propagación de ondas sísmicas.

Además de estos riesgos geológicos, la subcuenca está expuesta a fenómenos hidrometeorológicos, como tormentas severas y lluvias intensas, que pueden





desencadenar inundaciones y deslaves, poniendo en peligro a la población. A estos se suman los riesgos químicos, derivados de la presencia de industrias y el manejo de sustancias peligrosas, que, en caso de accidentes o mala gestión, podrían contaminar el aire, el agua y el suelo, afectando la salud pública y los ecosistemas.

Ante este panorama, es imprescindible analizar los peligros específicos a los que se exponen los asentamientos humanos y las comunidades en la Región de la Cuenca del Alto Atoyac. Este análisis debe ser la base para la implementación de sistemas preventivos y de alerta temprana, diseñados no solo para mitigar los impactos de estos fenómenos, sino también para fortalecer la resiliencia de la población y su capacidad de adaptación ante posibles desastres. La reducción de la vulnerabilidad requiere la colaboración de instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, la academia y la propia comunidad, para proteger la vida, el patrimonio y el entorno natural de la subcuenca.

#### **4.6.1 Hidrometeorológicos**

Los eventos climáticos atípicos en la cuenca son cada vez más frecuentes por la degradación del ambiente y el cambio climático que intensifican los impactos en la población. La precipitación atípica, la sequía y las heladas, constituyen tres fenómenos climáticos de mayor relevancia en la cuenca.

##### *4.6.1.1 Inundaciones*

Las inundaciones son eventos que se producen tanto por causas climáticas como por acciones geológicas y humanas. Entre los fenómenos que originan las inundaciones se encuentran las ocasionadas por el paso de tormentas intensas y precipitaciones, así el desbordamiento de ríos, o falla de alguna obra de infraestructura hidráulica, provocando un incremento de la superficie libre del agua en los ríos, lagos o lagunas, generando invasión o penetración del agua en sitios donde usualmente no la hay, causando en ciertas ocasiones, daños a la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Algunas inundaciones se desarrollan lentamente, a lo largo de un periodo de varios días, y, por el contrario, las inundaciones repentinas se producen a gran velocidad, a veces en tan solo minutos y sin señales visibles de lluvia.

A partir de los puntos críticos de inundación (CONAGUA-CENAPRED, 2024), se detectaron 62 lugares propensos a inundarse que han sido identificados y validados por la CONAGUA y Protección Civil de los estados. Del total de punto, se ha detectado que el 60% se concentra en la zona urbana del municipio de Puebla. A lo largo del Río Atoyac se



registran 23 sitios críticos de inundación, concentrándose principalmente en la porción que atraviesa el municipio de Puebla, San Andrés Cholula y San Martín Texmelucan.

Entre los municipios que presentan los niveles más altos respecto al Índice de peligro por inundación (CENAPRED, 2016) se encuentran: Tlaltenango que presenta un área de inundación de 3.40 km<sup>2</sup> lo que representa el 15.91% de su superficie; San Miguel Xoxtla con un área de inundación de 1.45 km<sup>2</sup> representando el 17.60% del total de su superficie; Zacatelco, que muestra un área de inundación de 7.58 km<sup>2</sup> equivalente al 25.83% de su superficie; Xicotzingo con una porción del 42.07% de su superficie territorial sujeta a inundación, equivalente a 3.06 km<sup>2</sup>; Santa Ana Nopalucan que expresa el 43.32% de su superficie como inundable que corresponde a 3.96 km<sup>2</sup>; finalmente el municipio de San Damián Texóloc expresa un área de inundación del 1.47 km<sup>2</sup> que corresponde al 14.54% de su superficie territorial. Este índice de inundabilidad está realizado para un periodo de 5 años, en función del porcentaje de área inundable de cada municipio.

Por otro lado, en el histórico de inundaciones más severas en la Región del Alto Atoyac, se encuentra la suscitada el 17 de julio de 1938 en el municipio de Puebla, el río San Francisco se desbordó causando afecciones en diversos puntos del municipio, la colonia Mártires del trabajo fue arrasada por la corriente; en el barrio de la Luz el agua subió 2 metros. Asimismo, la corriente arrasó parte del poblado El Monte, San Miguel Canoa, San Pablo del Monte y San Francisco; ocasionando un saldo de 100 decesos y grandes afectaciones económicas a los pobladores y a la infraestructura.

#### *4.6.1.2 Tormentas eléctricas*

Las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve de relámpago (luz) y un trueno (sonido) (CENAPRED, 2019). Las tormentas se asocian a nubes convectivas y suelen acompañarse de precipitación en forma de chubascos de lluvia, hielo e incluso, de nieve (OMM, 1993). En México, las tormentas eléctricas ocurren con mayor frecuencia en verano y un 10% en otoño e invierno (García et al., 2007).

Con base en el Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal de CENAPRED, la mayor parte de los municipios que integran la Región del Alto Atoyac presentan un alto grado de peligro, sin embargo, ocho municipios ostentan la categoría de peligro muy alto: Calpan, Chiautzingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, San Felipe Teotlalcingo, San Matías Tlalancaleca, San Salvador el Verde y Tlahuapan, situación



relacionada al ubicarse en las porciones montañosas (Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl) con clima semifrío y frío de altura.

Por otra parte, los municipios señalados con el índice más alto de peligro por tormentas eléctricas exponen también, la categoría más alto respecto al número de días con tormenta eléctrica por municipio, alcanzado más de 30 días con tormenta eléctrica al año (>30), cabe destacar que las descargas eléctricas se presentan durante todo el año, principalmente durante la época de lluvias y la distribución de la ocurrencia de las descargas eléctricas varía de acuerdo con la temporalidad.

#### *4.6.1.3 Tormentas de granizo*

El granizo se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes y descendentes de aire, a su vez las gotas de agua son impulsadas hacia zonas frías de la atmosfera y se congelan, provocando que se congelen más gotas de agua, permitiendo que se aglutinen unas con otras, cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire caen hacia el suelo (CENAPRED, 2012).

Con base al Índice de peligro por tormentas de granizo por municipio de Atlas Nacional de Riesgos, 41 municipios de la región registran un peligro alto por granizadas, mientras que 26 municipios presentan un nivel medio, 3 municipios un nivel bajo y únicamente el municipio de Cuautinchán exhibe un índice muy alto por tormentas de granizo.

De acuerdo con el Número de días con granizo al año en la República Mexicana (CENAPRED, 2007), la zona Noreste de la Región del Alto Atoyac presenta un intervalo de 1 a 2 días de granizo al año, mientras que en el resto de la región se pueden llegar a presentar de 2 a 5 días de granizo. Asimismo, con base en la zonificación de granizadas del referido Atlas, la Subcuenca del Alto Atoyac muestra una intensidad media.

La magnitud de los daños causados por las tormentas de granizo dependerá de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales y agrícolas el granizo puede arrasar los cultivos y plantaciones, e incluso provocar la pérdida de ganado. En las áreas urbanas, el granizo daña viviendas e infraestructuras. En algunas ocasiones, la acumulación de granizo en los sistemas de drenaje puede obstruir el flujo del agua, generando inundaciones temporales que pueden durar varias horas y se requiere el apoyo de los servicios públicos locales o estatales para el desazolve de la red de drenaje.



#### 4.6.1.4 Sequías

Las sequías son un fenómeno climático caracterizado generalmente por pocas o nulas precipitaciones, causando que la disponibilidad de agua sea menor a la demanda, repercutiendo en el uso doméstico, industrial, agrícola o ganadero, entre otros, dañando a la población, a la producción de alimentos y a la industria.

El grado de peligro por sequía según el CENAPRED, clasifica al 63% de territorio de la región del Alto Atoyac con peligro bajo, el 35% con peligro medio y el 1% con peligro muy bajo.

Por su parte, de acuerdo con el promedio de duración de la sequía, se establece en la zona central del Alto Atoyac en un intervalo de  $1 \leq a < 2$  años, mientras que municipios como Ocoyucan, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo, en Puebla e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Españita, Nanacamilpa de Mariano Arista y Sanctórum de Lázaro Cárdenas, en Tlaxcala, tienen asignado un rango de  $2 \leq a < 3$  años de duración de la sequía. Cabe destacar que ambas clasificaciones se consideran de leve y moderada intensidad, lo que puede representar un crecimiento lento de cultivos, déficits y escasez de agua, así como riesgo de incendios.

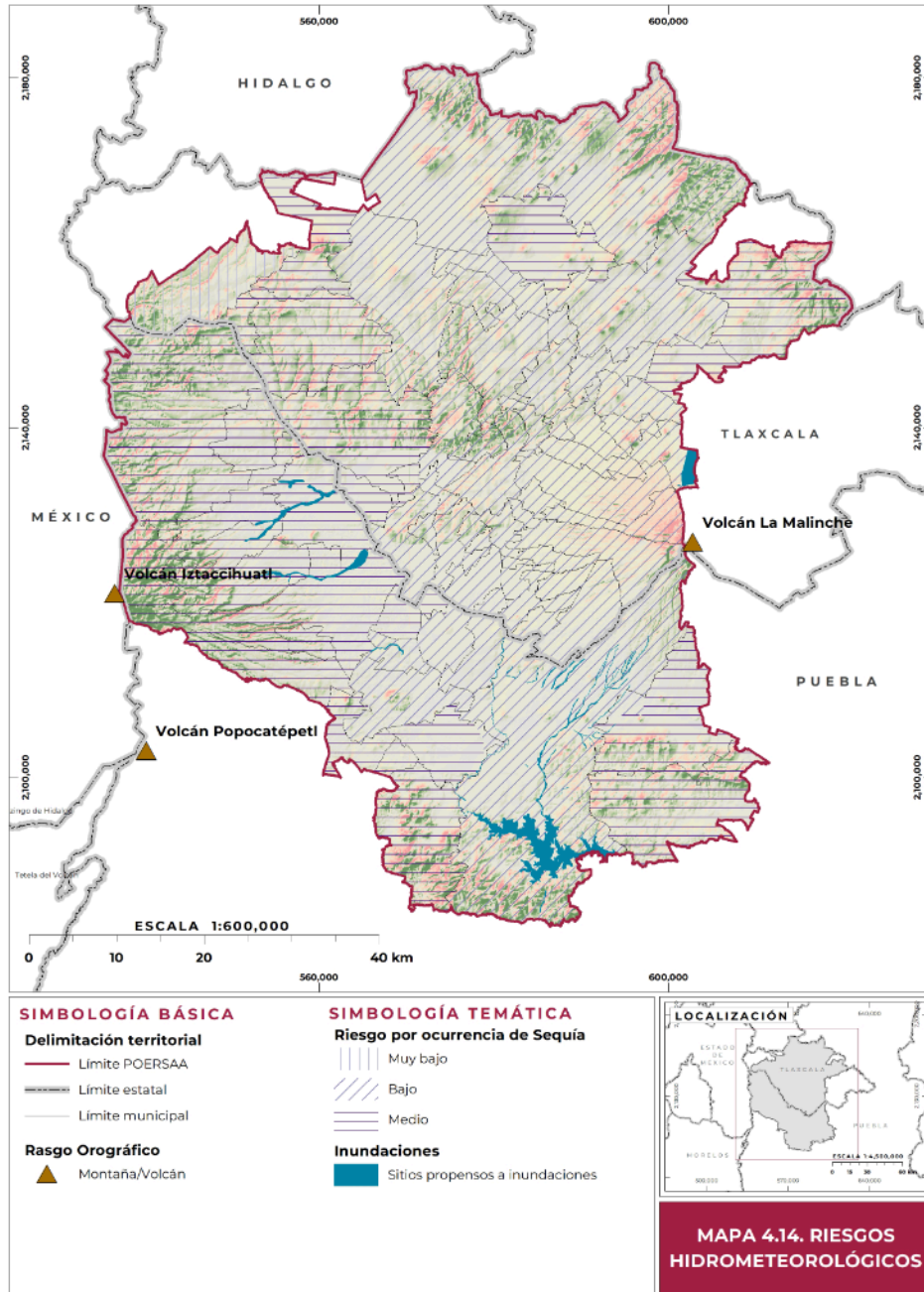
La zona de estudio presenta una escala de riesgo ante sequías que va de riesgo medio en áreas aledañas al Valle de Tecamachalco, donde además el acuífero local se encuentra sobreexplotado (Mapa 4.14). El riesgo es bajo en aquellas porciones montañosas del territorio a ordenar y que, por su naturaleza, tienen mayores precipitaciones que el resto de la cuenca. Existe un riesgo muy bajo en la zona central del valle de Puebla-Tlaxcala y se extiende hacia la Sierra del Tentzo, al Sur y hasta la Sierra de Tlaxco, al Norte.

Es importante tomar previsiones ante las recientes sequías provocadas por los cambios climáticos globales que suceden en el planeta y que han aumentado por la crisis hídrica, las medidas de mitigación estructurales y no estructurales serán la fórmula que garantice la producción del campo y minimice los impactos a la población.





Mapa 4.14 Riesgos por eventos Hidrometeorológicos



Fuente: elaboración propia DOE con base en Sistema nacional de información sobre riesgos CENAPRED.

#### 4.6.1.5 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Las heladas se presentan en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva (Matías et al., 2001),



las heladas normalmente se presentan en la madrugada o poco antes de la salida del sol (Mora, 2015).

La región de la Cuenca del Alto Atoyac se caracteriza por tener probabilidad de ocurrencia de heladas entre noviembre y marzo como primera y última, pero zonas con mayor altitud, como La Sierra Nevada y el Volcán la Malinche o Matlalcuéyatl, exhiben periodos más prolongados, abarcando como primera helada en octubre y como final en abril.

Con base en el Índice de días con heladas por municipio, el Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, muestra que los municipios de Apizaco, Atlangatepec, Hueyotlipan, Nanacamilpa de Mariano Arista, Sanctórum de Lázaro Cárdenas, Terrenate, Tetla de la Solidaridad, Tlaxco y Xaloztoc poseen el valor más alto de días con heladas.

Cultivos de papa en el municipio de Terrenate, Tlaxcala, sufrieron en el año 2022 una atípica helada en el mes de mayo, provocando grandes pérdidas económicas para los productores (El Sol de Tlaxcala, 2022). Por otro lado, el 20 de diciembre de 2023, se registró una helada que dañó cultivos de calabacita, chile, lechuga, brócoli, cilantro, perejil, pepino, tomate verde y coliflor; ornamentales como astromelia, estate y nube; granos: maíz y legumbres; y frutales: aguacate, en los municipios de San Jerónimo Tecuanipan, San Andrés Cholula, Puebla (El Sol de Puebla, 2023).

## **4.6.2 Geológicos**

### *4.6.2.1 Tectónicos*

Los riesgos de origen geológico en la zona de estudio son de origen tectónico, por fenómenos de remoción en masa, por la presencia de fallas y fracturas, por hundimientos diferenciados del terreno, por el desgajamiento de materiales pétreos y por el deslizamiento del terreno. En el Centro Poniente del valle de Puebla, se localiza un sistema de fracturas con orientación Sur-Norte; al Norte, en la Sierra de Tlaxco, hay un sistema de fallas con orientación Sur-Poniente Nororiente. Existe también un sistema de fracturas que descienden desde el parteaguas de ladera Oriente del Iztaccíhuatl, con dirección Oriente-Poniente y que están relacionadas con el sistema de desagüe natural del volcán.

En las zonas de pie de monte del volcán La Malinche o Matlalcuéyatl, al Norte y al Poniente se localizan zonas de hundimiento diferencial del terreno que tienen relación con el abatimiento de los acuíferos de la zona. En la zona de pie de monte, al Sur del volcán, hay barrancas que presentan zonas de deslizamiento del terreno, por períodos



prolongados de lluvia que saturan el suelo y alteran la estructura geológica y edafológica de la zona y generan remoción masiva que pueden afectar a localidades asentadas en estas zonas.

#### 4.6.2.2 *Vulcanismo*

El vulcanismo es una manifestación de la energía interna de la Tierra (SSPC, 2021), que afecta principalmente a las zonas inestables de la corteza terrestre. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas de Rivera y Cocos con la gran placa norteamericana, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Mexicana (FVM). Esta Faja es una elevación volcánica con orientación Este-Oeste, que se extiende más de 1,200 km y su ancho varía de 20 a 150 km y alberga a los principales volcanes activos del país (ibid.).

Un volcán es una estructura geológica por la que emerge roca fundida, conocida también como lava o magma, ceniza volcánica y gases del interior del planeta. Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma en la parte interna de un volcán activo, que varía en intensidad, duración y frecuencia, desde suaves corrientes de lava hasta explosiones muy destructivas.

El volcán Popocatepetl es clasificado como un estratovolcán, puesto que forma grandes edificios volcánicos, con erupciones periódicas, que pueden representar un peligro para la población expuesta a las diferentes manifestaciones de actividad, como caída de cenizas volcánicas, flujos piroclásticos y lahares, entre otros.

Un riesgo latente en el Popocatepetl (Mapa 4.15), en caso de suceder una erupción, son los flujos o corrientes de lodo, también llamados lahares, estos son la mezcla de agua y detritos que se originan en un volcán. Su presencia es particularmente frecuente luego de una erupción, pues los productos de esta se mezclan con el agua contenida en la nieve, intensificando su magnitud, por lo que el alcance de estos derrames podría ser de varios kilómetros, con valores alrededor de 15 a 30 km, dependiendo de las pendientes sobre las que avance; sin embargo, el asolvamiento de los cauces provocaría que el lahar avance distancias mucho mayores. Por esta razón, los poblados aledaños a los ríos serían los más amenazados. De acuerdo con el área de lahares del Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED estos alcanzarían municipios como Calpan, Cuautlancingo, Domingo de Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Puebla, Sam Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo Tecuanipan y San Pedro Cholula. Esto se traduce en un alto impacto y





afectación directa a una de las zonas urbanas más importantes de la Cuenca del Alto Atoyac.

Existe también un nivel alto de riesgo a la población ante eventuales flujos piroclásticos que se producen como consecuencia de grandes explosiones volcánicas que mueven grandes masas de gas y vapor sobrecalentado que arrasan completamente los terrenos por donde se desplazan. Este fenómeno es quizá el que mayor impacto podría ocasionar a la población asentada en el Valle de Puebla y que podría extenderse por toda la zona Centro Sur del área de estudio. Según el citado Atlas Nacional de Riesgos, el área de peligro por flujo de material volcánico abarcaría los municipios de Calpan, Chiautzingo, Coronango, Cuautlancingo, Domingo Arenas, Huejotzingo, Juan C. Bonilla, Ocuycuan, San Andrés Cholula, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo Tecuanipan, San Pedro Cholula y Tlaltenango. Esta área de peligro por flujo de material volcánico se debe a que la proporción de sólidos es mayor que la de fluidos, poseyendo gran inercia y su movimiento sería controlado en gran parte por la topografía.

Respecto a la probabilidad de caída de ceniza, toda la Región de la Cuenca del Alto Atoyac es susceptible en un rango de moderado a bajo y aunque esta manifestación no tiene la misma peligrosidad como la de los fenómenos anteriores, causarían cierto grado de destrucción al acumularse en techos y producir el colapso de las estructuras que los sostienen, además de la desorganización del tránsito en la ciudad y el drenaje al acumularse en calles o carreteras, lo que produciría efectos nocivos en los animales que se alimentan de pastizales y de los cultivos producidos en la zona.

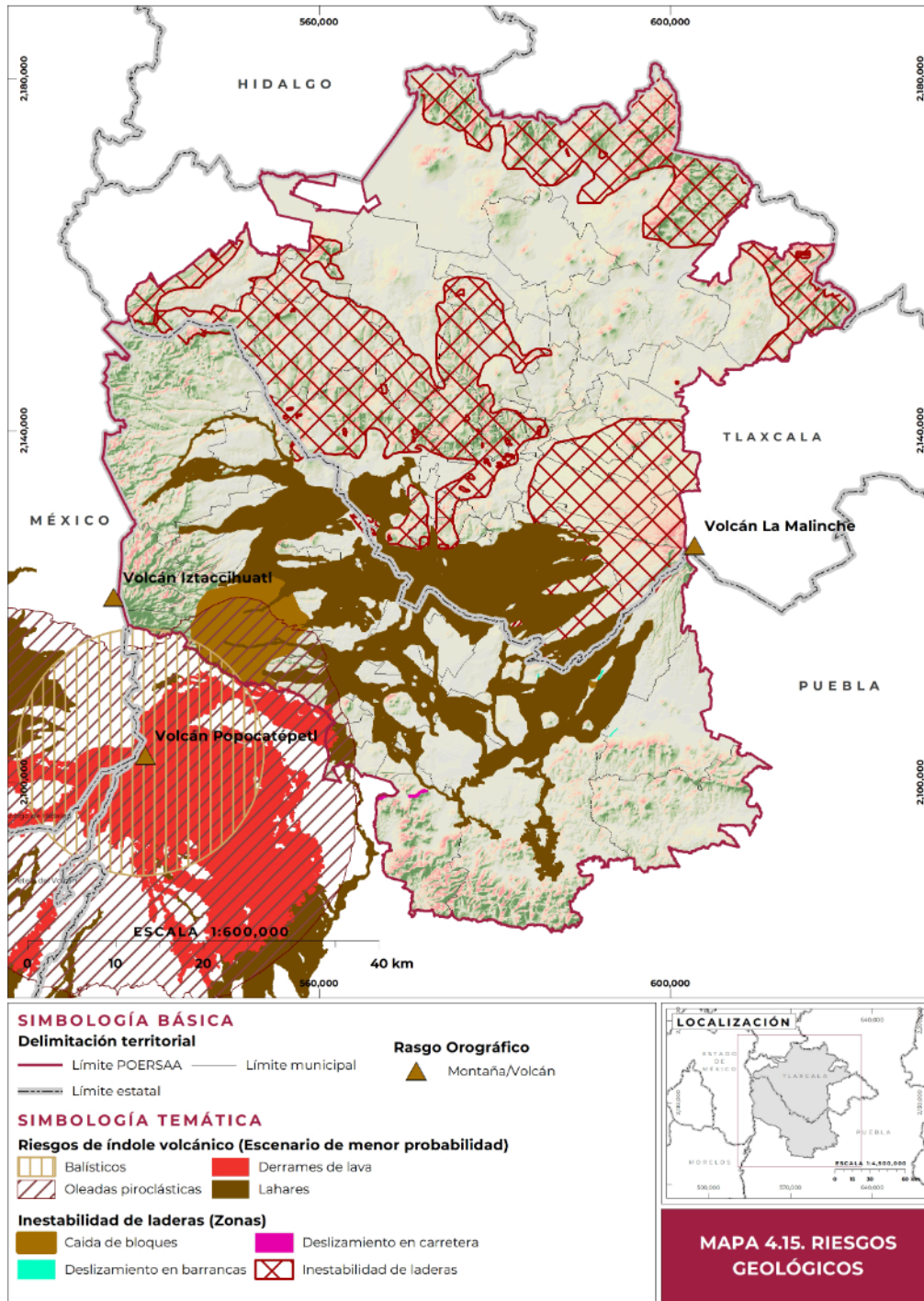
El volcán Iztaccíhuatl se encuentra en un estado de reposo prolongado, aunque se trata de un volcán potencialmente activo porque lo ha estado en los últimos 10 mil años. En vulcanología eso se considera potencialmente activo, por lo que no se puede considerar como un volcán extinto (Gaceta UNAM, 2019).

El flujo de lodos o lahares en caso de erupción del volcán La Malinche o Matlalcuéyatl son los ubicados especialmente al Sur y Suroeste de este. Con base en el Atlas de Riesgos del Estado de Tlaxcala (2006) los municipios que se encuentran en mayor peligro por flujo de lodos son: San Pablo del Monte, Acuamanala de Hidalgo y Teolocholco.





Mapa 4.15 Riesgos Geológicos



Fuente: CENAPRED, 2023. Mapa de peligros del volcán Popocatepetl.

#### 4.6.2.3 Sismicidad

Con el fin de establecer normas de diseño antisísmico de las instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas



(CFE, 2015). Utilizando los catálogos de sismos del país desde inicios de siglo se determinó la siguiente clasificación: La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos con una baja frecuencia, pero son zonas afectadas por altas aceleraciones que, sin embargo, no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos y donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

La Subcuenca del Alto Atoyac se inscribe en la frontera entre las zonas B y C. Esta área pertenece a una región de media actividad sísmica pero cercana a otra de mayor actividad: la zona de subducción del Sureste de la República Mexicana, el Sur del estado se localiza en la proximidad de una de las zonas de mayor actividad sísmica del territorio nacional, la zona sismogénica del Pacífico que repercute en la zona metropolitana del Valle de Puebla-Tlaxcala. Por su relativa cercanía a la zona sismogénica del Sureste del país, la región del Alto Atoyac resulta muy vulnerable a los grandes sismos profundos y de consecuencias devastadoras, ocasionados por los mecanismos de subducción de la tectónica de placas, consistente en la penetración de la llamada Placa de Cocos por debajo de la Placa Continental Americana, a lo largo de la costa del Pacífico, en el litoral comprendido de Jalisco a Chiapas.

Existe también la probabilidad de grandes sismos ocasionados por la subducción de la Placa del Caribe que al chocar con la placa norteamericana produce sismos de gran intensidad como el ocurrido en 2017 en los límites de los estados de Morelos y Puebla. Desde 1928 a la fecha, se registran cuatro grandes sismos cuya localización corresponde a las estribaciones del nudo Mixteco y cuya intensidad fue de 6,5 grados en 1928; 6,5 grados en 1945; 7 grados en 1999; y 7.1 grados en 2017; todos en la escala de Mercalli.

Los sismos de menor intensidad pero que ocurren con mayor frecuencia, están relacionados con la actividad del volcán Popocatepetl. Así se registran eventos de sismicidad moderada en los edificios volcánicos de la Sierra Nevada, siendo la parte occidental de la zona de estudio, la que mayor ocurrencia de sismos presenta.

De acuerdo con el índice de Intensidad de Mercalli Modificada Abreviada o índice global de intensidades, el cual corresponde a una evaluación cualitativa de los daños causados por un sismo, sustentado en los efectos observados en las personas, en las



construcciones y en general sobre el terreno, basado en una clasificación de doce rangos, la región de la Cuenca del Alto Atoyac presenta índices que van de la escala VI a la IX.

El índice VI es sentido por todos, incluso en el exterior. Algún mueble pesado se mueve y en algunos casos existe la caída de revestimientos y chimeneas dañadas, traduciéndose en daños leves. Este índice se presenta al Sur de la región de la Cuenca del Alto Atoyac, en específico en los municipios de Sanctórum y Tlaxco, todos ellos en el estado de Tlaxcala.

Por su parte, el índice VII ocurre cuando todo el mundo corre al exterior. Ocurre un daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción y es de leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas, pero es considerable el daño en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas, asimismo, algunos conducen automóviles. El índice VII abarca mayor superficie de la región del Alto Atoyac, se presenta con orientación Oeste-Noreste, como en los municipios de Nanacamilpa, Tlahuapan, Hueyotlipán, San Martín Texmelucan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Huejotzingo, entre otros.

El rango VIII del índice muestra daño leve en estructuras diseñadas especialmente, un daño considerable en edificios corrientes sólidos con colapso parcial, y gran daño en estructuras de construcción pobre con paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, pilas de productos en almacenes o fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados son volcados. Pequeñas cantidades de arena y barro son expulsadas y se presentan cambios en el nivel del agua de los pozos. En conductores de automóviles ocasionan pérdida de control del vehículo. Abarca los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, San Miguel Xoxtla, Tlaxcala, Chiautempan, entre otros.

Por último, el índice IX contempla un daño considerable en estructuras de diseño especial, y estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical, provoca un gran daño a edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos y se observan grietas visibles en el suelo, así como tuberías subterráneas rotas. Este índice se presenta en los municipios de Puebla, Amozoc, Cuautinchán, San Pablo del Monte, Papalotla de Xicohténcatl, Tenancingo, Teolochocho, Acuamanala de Miguel Hidalgo, Santa Catarina Ayometla y Xicohtzinco. El índice IX al presentarse en los municipios de mayor concentración poblacional de la Cuenca del Alto Atoyac, representa un alto riesgo.





#### 4.6.2.4 Susceptibilidad de laderas

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan hacia abajo por acción de la gravedad (SSPC, 2021).

El grado de estabilidad de una ladera está sujeto a variables como la litología, la estructura geológica, las condiciones climatológicas y los cambios de uso de suelo provenientes de la alteración humana, la deforestación y la pendiente propia del terreno. Asimismo, los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos, denominados factores externos (CENAPRED, 2015).

La región de la Cuenca del Alto Atoyac posee varios sistemas montañosos y un relieve de contrastes, cuenta con perfiles topográficos accidentados y con cierta disposición geográfica que favorece la presencia de valles y cañadas. Según el Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas (CENAPRED, 2020), la susceptibilidad de laderas más alta se presenta en los márgenes del Río Atoyac, al borde del Río Balsas, situación que puede deberse a lluvias intensas o a la saturación del suelo por filtraciones de fosas sépticas y aguas domésticas e industriales. Municipios como Tlahuapan, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Hueyotlipan y España que, derivado de su ubicación tan cercana a la Sierra Nevada, presenta un índice alto de susceptibilidad de laderas. La zona del Valle de Puebla-Tlaxcala presenta una susceptibilidad muy baja por deslizamientos de laderas.

La parte Sur-Poniente del Parque Nacional Iztaccíhuatl - Popocatepetl, presenta una zona de desprendimiento de bloques, asociada a fenómenos de intemperismo sobre los afloramientos de basalto. En la falda Poniente del volcán La Malinche o Matlalcuéyatl, se localiza una zona de inestabilidad de laderas y que está relacionada con la litografía del lugar y con la presencia de suelos poco consolidados que incrementan los niveles de riesgo para la población que habita en las zonas bajas.

La susceptibilidad de ladera representa un riesgo que afecta a comunidades rurales, asentamientos irregulares, infraestructura y a la población en general. Muchos de estos siniestros derivan por la sobrepoblación, el encarecimiento del suelo y la necesidad de espacios habitables, provocando que la población más vulnerable se asiente en zonas no aptas para el desarrollo urbano.





Cerca de la zona había una vivienda que al inicio del colapso no se afectó, pero con los días el diámetro del socavón aumentó y abarcaron el terreno de la propiedad, y se registró el desplome de la estructura civil. Las dimensiones de la geoforma han aumentado paulatinamente hasta registrar un diámetro de 126 metros y 45 metros de profundidad aproximadamente (Ramos Aguilar, Rogelio et al., 2024).

#### 4.6.2.5 Socavones

Derivado de la erosión por sufusión (piping) provocada por el agua subterránea, es decir, por el desgaste interno de las partículas finas que se encuentran dentro del suelo que con el paso del tiempo provocan colapsos y hundimientos, el 29 de mayo de 2021, en una zona agrícola de la localidad de Santa María Zacatepec, perteneciente al municipio de Juan C. Bonilla, Puebla, se suscitó un colapso estructural, también denominado socavón.

Se ha identificado que la zona desplomada se ha utilizado para el desarrollo agrícola, extracción de materiales y agua en los últimos años, contribuyendo a la erosión mecánica por dispersión, disolución y exportación del suelo. Asociado a lo anterior, el relieve muestra un paisaje plano producto de meteorización generado por lluvia y viento principalmente; en suma, estos mecanismos se encuentran implicados en el génesis de socavón.

Según el Boletín UNAM-DGCS-622, la parte superficial del socavón corresponde a los flujos de lodo generados por la erupción del Popocatepetl hace 850 años, que cubrieron los depósitos piroclásticos del Iztaccíhuatl, en cada capa se aprecian cavidades por donde fluye o ha fluido agua en algún momento lo que permite arrastrar partículas.

### **4.6.3 Químicos-tecnológicos**

#### 4.6.3.1 Industria

Los riesgos existentes en la cuenca del Alto Atoyac se han incrementado en función de la diversificación de actividades económicas. La creación de parques y corredores industriales y el rápido crecimiento urbano han originado nuevas fuentes de peligro y riesgo para la población. Los ramos: textil, metalmecánico, petroquímico e industria alimentaria generan fuertes impactos en el ambiente y en la salud humana y ecosistémica. Por su naturaleza, se constituyen como agentes perturbadores de primera importancia.

Según el Atlas de Riesgos de CENAPRED, en la cuenca del Alto Atoyac hay 53 industrias que manejan sustancias químicas peligrosas, siendo el municipio de Puebla el



que concentra mayor presencia de estas industrias, especialmente en el Parque Industrial Puebla, Parque Industrial Puebla 2000, Parque Industrial Resurrección y en el Corredor Industrial La Ciénega. Entre las sustancias químicas usadas sobresalen el ácido clorhídrico, amoniaco, diésel, gas LP, hidróxido de sodio, acetona, alcohol metílico, benceno, estireno, entre otras, mismas que se emplean para la fabricación de productos petroquímicos, producción de partes automotrices, manufactura de productos plásticos y elaboración de bebidas.

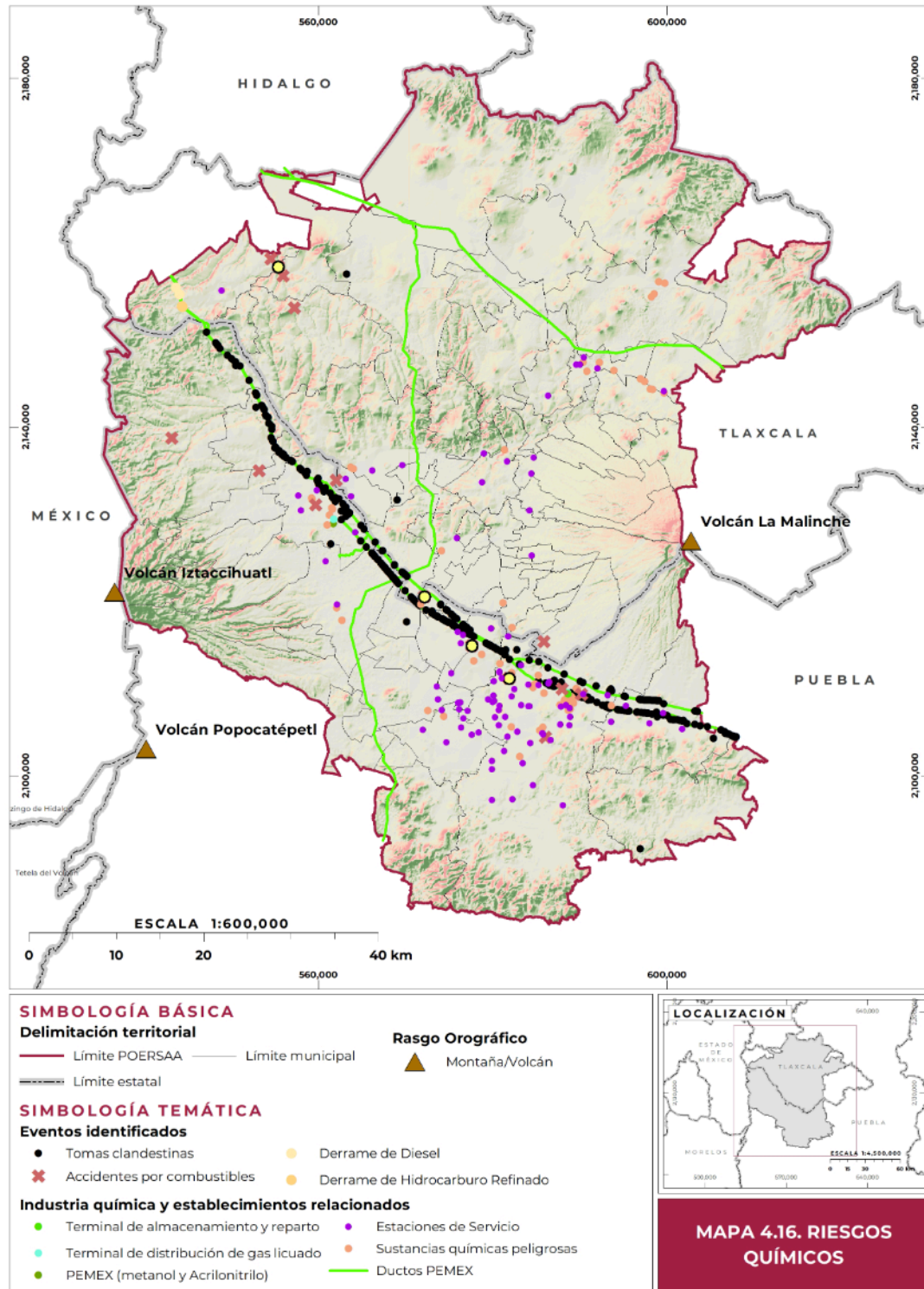
Cuadro 4.16. Número de industrias con sustancias químicas peligrosas por **municipio**.

<b>Municipio</b>	<b>Industrias que manejan sustancias químicas peligrosas</b>
Amozoc, Puebla	1
Puebla, Puebla	22
San Andrés Cholula, Puebla	1
San Pedro Cholula, Puebla	1
Cuatlaningo, Puebla	2
Huejotzingo, Puebla	2
San Miguel Xoxtla, Puebla	1
Xicohtzinco, Puebla	1
San Martín Texmelucan, Puebla	6
Xicohtzinco, Tlaxcala	1
Papalotla de Xicohténcatl, Tlaxcala	1
Tetlatlahuca, Tlaxcala	1
Tlaxcala, Tlaxcala	1
Tzompantepec, Tlaxcala	2
Xaloztoc, Tlaxcala	3
Apizaco, Tlaxcala	4
Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala	4
Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala	2
<b>Total Subcuenca del Alto Atoyac</b>	<b>53</b>

Fuente: elaboración propia DOE con base en Atlas de Riesgos, CENAPRED 2018.



Mapa 4.16 Riesgos Químicos



Fuente: elaboración propia DOE con base al CENAPRED 2015, INEGI (2019).



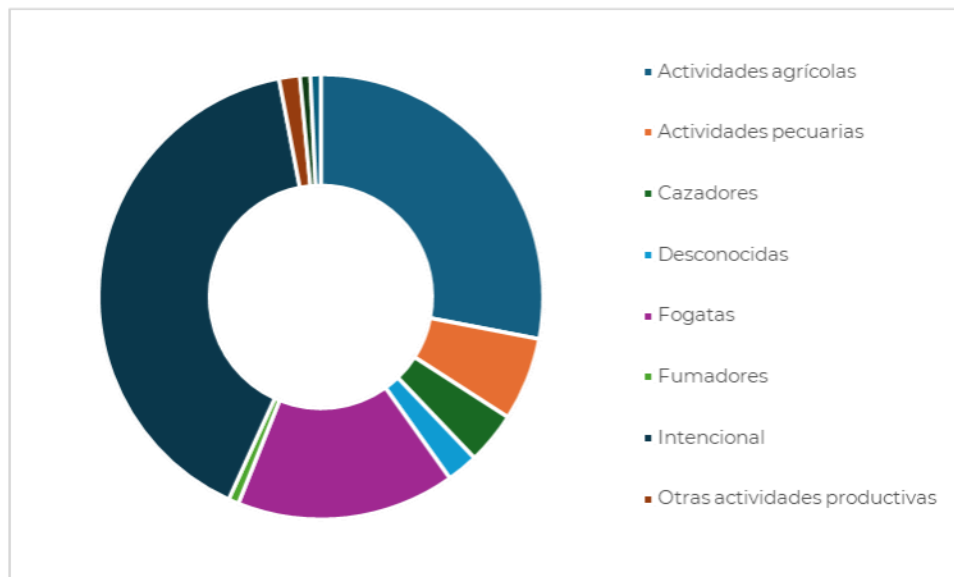
#### 4.6.3.2 Incendios Forestales

Los incendios forestales son una de las principales formas de perturbación en los ecosistemas terrestres, tanto para su ecología como para el paisaje. Pueden ser una herramienta de gestión, pero también pueden causar daños ambientales significativos, dependiendo de las circunstancias. Se considera un incendio forestal cuando el fuego se propaga sin control, afectando bosques, selvas o vegetación en áreas áridas y semiáridas (CONAFOR, 2020).

La mayoría de los incendios son causados por actividades humanas, aunque también pueden ser desencadenados por fenómenos naturales como rayos o erupciones volcánicas.

De acuerdo con el Concentrado Nacional de Incendios Forestales de la CONAFOR, en 2023 se registraron 132 incendios en la Cuenca del Alto Atoyac. Casi la mitad de estos incendios fueron provocados intencionalmente, siendo la actividad agrícola una de las principales causas. Los descuidos, como no apagar correctamente una fogata, también contribuyeron significativamente a la estadística de mayor incidencia. Las actividades ilegales como la caza y la ganadería también están asociadas con incendios en esta región.

Gráfica 4.3. Posibles causas de los incendios forestales.



Fuente: elaboración propia DOE con base en Concentrado Nacional de Incendios Forestales, CONAFOR 2023.





Por otro lado, los incendios forestales que se presentaron en la Cuenca del Alto Atoyac se desarrollaron sobre vegetación de bosque de encino y bosque de coníferas, alcanzando una superficie de afectación de 1,484.17ha El tipo de vegetación que tuvo más terreno afectado por los incendios forestales fue el bosque de pino-encino, seguido por el bosque de pino y bosque de táscate.

Cuadro 4.17. Ecosistema con afectación por ocurrencia de incendio

<b>Tipo de ecosistema</b>	<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Superficie afectada (ha)</b>	<b>Número de incendios</b>	<b>Adaptación al fuego</b>
Bosque de encino	Bosque de Encino	153.38	9	Adaptado
Bosque de encino	Bosque de Encino-Pino	193.80	9	Adaptado
Bosque de coníferas	Bosque de Oyamel	8.29	2	Sensible
Bosque de coníferas	Bosque de Pino	404.07	78	Adaptado
Bosque de coníferas	Bosque de Pino-Encino	495.44	22	Adaptado
Bosque de coníferas	Bosque de Táscate	229.18	12	Sensible
<b>Total Subcuenca Alto Atoyac</b>		<b>1,484.17</b>	<b>132</b>	

Una forma de evaluar el impacto de los incendios forestales es clasificar los ecosistemas según su respuesta al fuego, dividiéndolos en cuatro categorías: sensibles, adaptados, independientes del fuego e influenciados por el fuego (CONAFOR, 2024).

En la subcuenca del Alto Atoyac, la mayoría de los ecosistemas y su vegetación están adaptados al fuego, lo que significa que dependen de él para mantenerse en el paisaje. Estos incendios suelen ser superficiales y facilitan la regeneración de los sitios quemados, especialmente al remover la capa de zacate y materia orgánica acumulada, permitiendo que las semillas entren en contacto con el suelo mineral. Los árboles en estos ecosistemas poseen una corteza gruesa y aislante que protege al bosque de las temperaturas extremas del fuego.

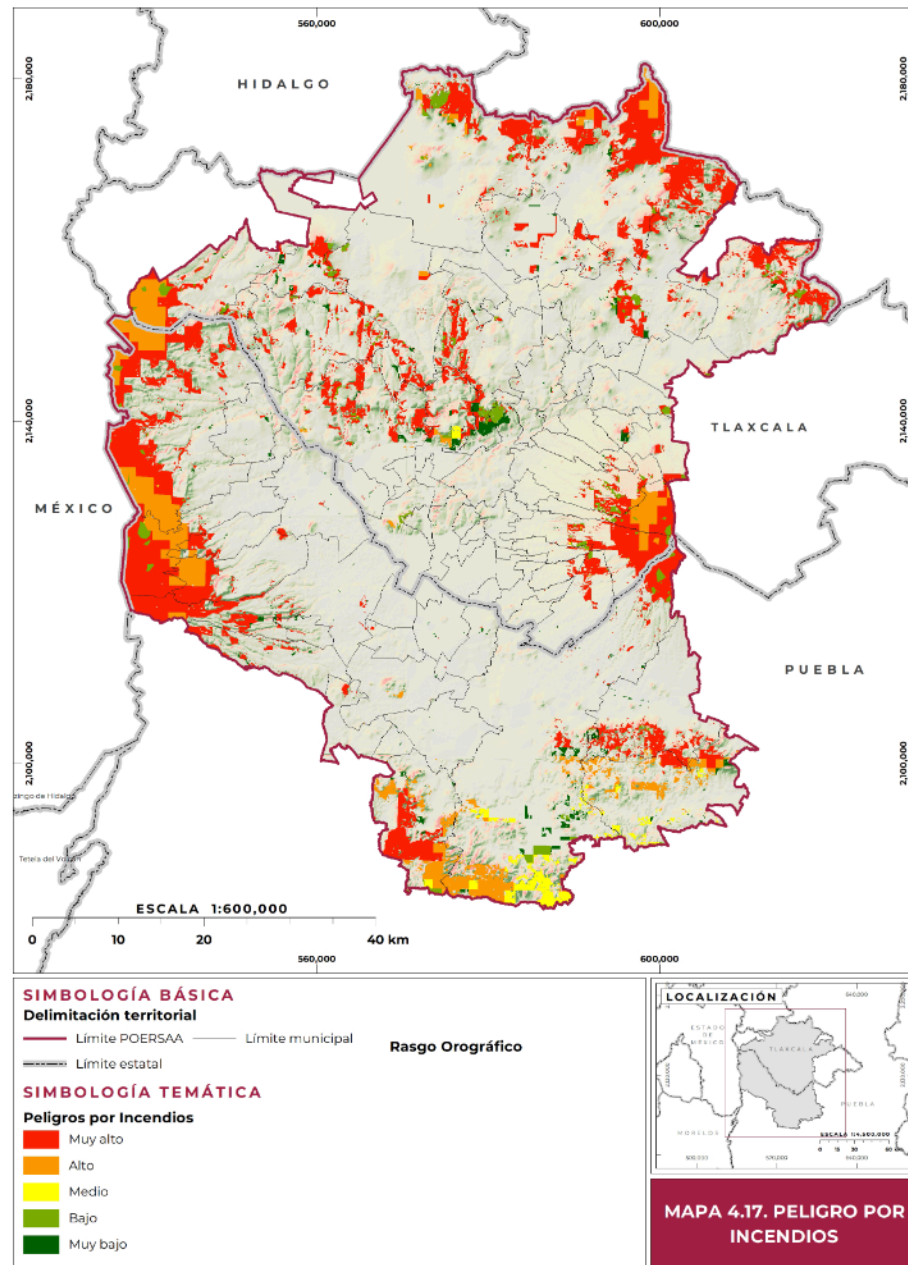
Por otro lado, la vegetación de bosque de táscate y oyamel es sensible al fuego, ya que no ha evolucionado con este como un proceso recurrente y vital. Las especies que los componen no están adaptadas al fuego, y este no es necesario para mantener su tipo de vegetación. La recuperación de estos ecosistemas a su estado original requiere de largos periodos de sucesión ecológica.

Cabe resaltar que del total de incendios forestales ocurridos en la Cuenca del Alto Atoyac el 70% ha ocurrido en una Área Natural Protegida de nivel federal, estatal o en



áreas destinadas voluntariamente a la conservación, tal es el caso del ANP La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl, lugar en el que 480ha han sido afectadas por algún incendio forestal. En la ANP Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl se han dañado 105ha mientras que en la ADVC Fracción Uno de la Hacienda de Tecotla (Rancho El Pardo) se han perdido 92ha a causa de los incendios forestales.

Mapa 4.17 Peligro por Incendios



Fuente: IDEFOR (s/f): Infraestructura de Datos Espaciales Forestales. CONAFOR 2020.



#### 4.6.3.3 Incendios en instalaciones

Existen también incendios que pueden presentarse de forma súbita o gradual en instalaciones o industrias en donde se utilizan, producen, transportan o almacenan sustancias químicas y materiales combustibles o inflamables (Bravo et al., 2006). Entre los sucesos de mayor impacto relacionados a incendios industriales destacan los producidos en el Parque Industrial Puebla 2000, puesto que se han registrado incendios relacionados a la industria textil. En el 2013 se suscitó un incendio en una bodega de pacas de algodón, donde se quemaron más de 4,000 pacas.

En diciembre del año 2023, se registró un incendio en el Parque Industrial 5 de Mayo, en específico en el Centro de Distribución de Grupo PepsiCo, ubicado en el municipio de Puebla, el fuego inició en una bodega de Gamesa, en el que el daño no solo afectó las instalaciones de la fábrica, también causó menoscabos en vehículos cercanos a esta instalación, sin embargo, se descartaron personas lesionadas.

#### 4.6.3.4 Transporte de materiales peligrosos

El transporte de materiales peligrosos incluye una amplia gama de sustancias como explosivos, gases, líquidos inflamables, sustancias venenosas e infecciosas, oxidantes y materiales radiactivos. Por sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y explosivas, estos materiales presentan riesgos para la salud y la seguridad de las personas que habitan o transitan por áreas urbanas y suburbanas en las rutas de transporte y para los usuarios de las carreteras. En caso de accidente, las consecuencias pueden ser bastante mayores por la naturaleza peligrosa de estos productos, y el área de afectación es más extensa (IMT, 1997).

A pesar de los riesgos inherentes, el transporte de materiales peligrosos es esencial para la economía mexicana y especialmente en la Cuenca del Alto Atoyac, dado que muchos sectores dependen de estas sustancias.

El siguiente cuadro muestra los datos recopilados por el CENAPRED sobre accidentes de tránsito en carreteras federales y zonas urbanas de la región de la Cuenca del Alto Atoyac.



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

**Cuadro 4.18. Accidentes durante el transporte de sustancias químicas peligrosas 2010-2016.**

Entidad	Municipio	Año	Carretera	Tramo	Tipo de accidente	Tipo de emergencia	Tipo de vehículo	Sustancia
Puebla	San Miguel Xoxtla	2010	México-Puebla	San Martín Texmelucan-San Miguel Xoxtla	Volcadura	Derrame	Autotanque	Combustóleo
Puebla	Coronango	2010	Autopista México-Puebla	Río Frio-Puebla	Desprendimiento de semirremolque	Derrame	Doble semirremolque	Combustóleo
Puebla	Puebla	2011	México-Puebla	Puebla-San Miguel Xoxtla	Volcadura	Derrame	Autotanque	Combustóleo
Tlaxcala	Sanctórum de Lázaro Cárdenas	2012	México-Piedras Negras	Texmelucan-San Juan Cuautlancingo	Volcadura	Derrame	Doble semirremolque	Combustóleo
Puebla	Huejotzingo	2014	Autopista México-Puebla	Santa María Moyotzingo-San Miguel Xoxtla	Choque	Derrame	Autotanque	Tolueno
Puebla	Cuautlancingo	2012	México-Puebla	Texmelucan-Puebla	Volcadura	Derrame	Autotanque	Tolueno
Tlaxcala	Españita	2010	Arco Norte Calpulalpan-San Martín Texmelucan	Calpulalpan-Españita	Volcadura	Derrame	Doble semirremolque	Gasolina
Puebla	Puebla	2010	Vialidad urbana	NA	Volcadura	Derrame	Autotanque	Gasolina
Puebla	Puebla	2012	Autopista Puebla-Orizaba	Puebla-Acatzingo	Volcadura/Desprendimiento de semirremolque	Derrame	Doble semirremolque	Gasolina
Puebla	Puebla	2011	Puebla-Orizaba	Puebla-Caseta de cobro Amozoc	Volcadura	Incendio	Doble semirremolque	Gasolina
Tlaxcala	Magdalena Tlaltelulco	2012	Santa Ana-Puebla	Santa Ana Chiautempan-La Magdalena Tlaltelulco	Choque con ferrocarril / Volcadura	Derrame	Autotanque	Hipoclorito de sodio
Tlaxcala	San Pablo del Monte	2011	Vía Corta Puebla-Santa Ana	Puebla-Chiautempan	Volcadura	Derrame	Semirremolque tanque	Hipoclorito de sodio
Puebla	Puebla	2016	Puebla-Veracruz	NA	Volcadura	Derrame	Semirremolque tanque	Productos químicos
Tlaxcala	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	2011	Arco Norte	San Martín Texmelucan-Calpulalpan	Incendio	Incendio	Doble semirremolque	Carbón bituminoso
Tlaxcala	Tepetitla de Lardizábal	2010	San Martín Texmelucan-Tlaxcala	San Martín Texmelucan-Tlaxcala	Incendio	Incendio	Autotanque	Propanol
Puebla	Amozoc	2010	Orizaba-Puebla	Puebla-Acatzingo		Derrame	Autotanque	Etanol
Puebla	Coronango	2012	México-Puebla	Texmelucan-San Juan Cuautlancingo	Falla en válvula	Fuga	Doble semirremolque	Amoniaco anhidro





**Fuente:** elaboración propia DOE con base en Atlas de Riesgos, CENAPRED 2018.

Entre 2010 y 2016, se registraron 17 accidentes relacionados con el transporte de sustancias químicas, de los cuales el 76.47% involucraron derrames, el 17.65% incendios y el 5.88% fugas.

Es importante señalar que el municipio de Puebla reportó el mayor número de accidentes, con un total de 5 incidentes en las carreteras México-Puebla, Puebla-Orizaba y Puebla-Veracruz.

En términos de riesgos, el contacto sin la protección adecuada, con estos productos mencionados anteriormente, como puede ocurrir en un accidente de tránsito, el resultado suele ser muy perjudicial para la salud. Los efectos adversos dependen del tipo de sustancia, así como del nivel y la duración de la exposición. Las agencias oficiales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), subrayan la importancia de manejar estas sustancias con extrema precaución para minimizar los riesgos para la salud pública y el medio ambiente.

#### *4.6.3.5 Explosiones*

Las instalaciones donde se manipulan materias primas y productos semi terminados y terminados, que tienen la posibilidad de explosión e incendio, se les considera como industria de riesgo.

Una explosión se entiende como la liberación repentina de energía, que genera una onda de presión que se desplaza alejándose de la fuente mientras va disipando energía. Esta liberación tiene que ser bastante rápida y concentrada para que la onda que se genera sea audible. Sin embargo, no es necesario que se produzcan daños para poder considerar este fenómeno como explosión (Casal et al., 2002).

#### *4.6.3.6 Instalaciones industriales*

Los escenarios hipotéticos para demostrar las zonas de afectación que pueden presentarse por explosión de nube de vapor (CENAPRED, 2015), indican que en el Parque Industrial 5 de Mayo, municipio de Puebla, existe una industria que durante sus procesos utiliza una sustancia química potencial de riesgos denominada hexano, este es un compuesto altamente inflamable, cuyos vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar con fuego al lugar que los originó, pueden explotar en un área cerrada y generar mezclas explosivas con aire. Con base en la información anterior, se muestra que, en caso de una explosión de nube de vapor, las zonas de afectación incluyen una parte del Parque



Industrial 5 de Mayo, la zona de la central de abastos, así como una porción de la Colonia Ampliación Santa Barbara.

El sector industrial, especialmente el de hidrocarburos, tiene múltiples procesos y etapas, entre instalaciones, producción, almacenamiento, infraestructura para el transporte y distribución, y puntos de venta, son un riesgo y un potencial de accidentes, por lo que es indispensable realizarse de manera segura.

En el estado de Puebla tiene presencia una de las empresas industriales paraestatales más importantes de México, Petróleos Mexicanos (PEMEX), las instalaciones y operaciones que se realizan son variadas, entre ellas, producción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos. En el municipio de San Martín Texmelucan se ubica el Complejo Petroquímico (CPQ) Independencia, el único productor nacional de metanol, por lo que satisface la demanda nacional de este producto, cuenta además con una de las tres plantas productoras de acrilonitrilo en México, enfocándose en especialidades petroquímicas y nuevos productos petroquímicos derivados del petróleo. En este mismo CPQ se ubica una Terminal de distribución de gas licuado.

En el municipio de Puebla se ubica la Terminal de Almacenamiento y Reparto (TAR) Puebla, un centro de trabajo de PEMEX Refinación, donde se reciben y almacenan productos terminados, para su despacho y reparto a los clientes (estaciones de servicio, industria, gobierno, distribuidores y otros).

La conducción de los hidrocarburos desde los sitios de extracción hacia las plantas donde se procesa y almacena, se lleva a cabo por ductos, áreas susceptibles a afectación, tanto al ambiente o a las personas, y que en caso de fuga y/o explosión la cantidad de energía liberada será proporcional a la cantidad de hidrocarburo expulsado. El sistema de distribución del hidrocarburo se considera desde el punto de entrega del responsable de la distribución hasta la estación de regulación, y dependiendo del tipo de usuario final será la presión en la toma o tubería.

Para las instalaciones industriales es necesario contar con el personal, equipo y dispositivos de seguridad que permitan afrontar cualquier contingencia que se pueda presentar.

#### *4.6.3.7 Gasolineras*

Una estación de servicio es un lugar de potenciales riesgos, ya que manipulan mercancías peligrosas al proveer combustibles a diferentes vehículos y en determinados lugares pueden existir mezclas explosivas de valores.



Según información consultada en el Directorio Estadístico de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, la región del Alto Atoyac tiene 180 establecimientos que almacenan gas L.P. y natural.

Este mismo Directorio, muestra que en la zona de la subcuenca existen 389 estaciones de servicio (gasolineras), que también representan un riesgo latente para la población. Los municipios que presentan mayor riesgo por presencia de estaciones de servicio son: Puebla, que concentra el mayor número de establecimientos con un total de 180; le sigue el municipio de Amozoc con 23 establecimientos; San Andrés Cholula con 21 estaciones de servicio; y finalmente San Pedro Cholula y San Martín Texmelucan con 19 establecimientos respectivamente.

Con base en las características de peligrosidad de las sustancias químicas, el gas L.P. y la gasolina representan un alto riesgo, sin embargo el almacenamiento de estas sustancias peligrosas no implica que tenga que presentarse un evento de explosión u otros durante su manejo, ya que esto puede evitarse mediante el conjunto de medidas para operar de manera segura y eficiente, tales como un adecuado mantenimiento de los equipos e instalaciones, cumplimiento de estándares de construcción y diseño, desarrollo de procedimientos de operación, constante capacitación del personal entre otros (Izcapa et al., 20021).

#### 4.6.3.8 *Pirotecnia*

El estado de Puebla y de Tlaxcala son considerados parte de los principales productores de pirotecnia del país. A nivel federal, la regulación de la pirotecnia está a cargo de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), encargada de otorgar permisos de fabricación, almacenamiento y comercialización, y de realizar visitas de inspección para verificar medidas de seguridad (DOF, 2024).

En la industria pirotécnica se fabrican, procesan, manipulan, transportan y almacenan los artificios pirotécnicos, artefactos cargados de mezclas explosivas, generalmente deflagrantes, destinados a producir efecto calorífico, gaseoso o fumígeno, o una combinación de estos efectos por reacciones químicas autosostenidas no detonantes.

La pirotecnia es una actividad cuyas características propias de elaboración requieren de medidas precautorias para la fabricación y almacenamiento de sus materiales químicos, sus productos intermedios y producto terminado, dado que dichos materiales en su mayoría son explosivos, vulnerables a agentes externos que exigen



cuidados especiales para su manejo. Por lo anterior, se desarrolla en talleres la elaboración pirotécnica o comúnmente llamada “polvorín” (Instituto Mexiquense de la Pirotecnia).

En la región del Alto Atoyac los municipios más importantes que se dedican a la fabricación, almacenamiento y/o comercialización son: Sanctorum de Lázaro de Cárdenas, Panotla, San Juan Huactzinco, Chiautempan, Xaloztoc y La Magdalena Tlaltelulco en el estado de Tlaxcala; San Matías Tlalancaleca, Huejotzingo, Amozoc y San Felipe Teotlalcingo en el estado de Puebla.

En el municipio de Sanctorum de Lázaro Cárdenas hay un gran número de permisionarios que fabrican diversas variedades de pirotecnia, satisfacen las demandas de la región, ya que se utilizan para la celebración de las fiestas patronales. Al ser un fenómeno perturbador químico de origen humano, los accidentes pirotécnicos pueden suceder en la vía pública, casa habitación, talleres clandestinos, así como en los talleres autorizados y están vinculados al uso y manejo de los juegos pirotécnicos. Según el histórico de accidentes por pirotecnia en entidades del país 2003–2023 de CENAPRED, los municipios de Huejotzingo, Sanctorum de Lázaro Cárdenas y Xaloztoc presentan los mayores accidentes, el municipio de Xaloztoc y Huejotzingo presenta seis accidentes cada uno, mientras que el de Sanctorum nueve accidentes.

Al ser considerado un oficio artesanal, no se siguen procedimientos estandarizados durante la producción de pirotecnia por lo que es difícil mantener la proporción de las mezclas explosivas y mantener la calidad y mismo funcionamiento en los productos terminados (Coordinación Nacional de Protección Civil, 2021), representando un riesgo latente para la población y en especial a los productores.

Es necesario aplicar las medidas de seguridad pertinentes y dictadas por la autoridad competente, asimismo, promover la inspección y supervisión de las condiciones de seguridad en instalaciones de almacenamiento, producción y venta de pirotecnia que conjunte a los tres órdenes de gobierno.

#### *4.6.3.9 Derrames de sustancias químicas*

Durante el manejo de sustancias y materiales peligrosos puede producirse un accidente que origine una emergencia, entre estos se incluyen los derrames de sustancias peligrosas. Un derrame es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas de cualquier recipiente que la contenga como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc. (Mora, 2020). En el caso del transporte por ducto, se considera un accidente, el que involucre la fuga o derrame de





cantidades considerables de materiales o residuos peligrosos que pueden afectar la salud de la población y/o del ambiente (SEMARNAT, 2018).

En la región del Alto Atoyac y según el Atlas de Riesgos de CENAPRED, los derrames accidentales de sustancias químicas durante su transportación han sido de combustóleo, disolventes y gasolinas.

Respecto a los derrames de hidrocarburos provenientes del sistema de ductos de PEMEX, se detectaron para un periodo de un año (octubre de 2015 a septiembre de 2016) un total de 17 derrames en la Región de la Cuenca del Alto Atoyac. Del total de derrames de hidrocarburos únicamente el 24% cuenta con información relativa a la superficie en metros cuadrados de afectación, alcanzando 12,298 m<sup>2</sup> de área afectada por productos como diésel, magna, hidrocarburo refinado y petróleo crudo. Los municipios que presentaron estos accidentes fueron: Nanacamilpa en Tlaxcala; Tlahuapan, San Matías Tlalancaleca, San Salvador el Verde, San Martín Texmelucan, Coronango y Amozoc en Puebla.

Cuadro 4.19. Derrames de hidrocarburos durante el periodo 2015-2016.

<b>Año</b>	<b>Ducto</b>	<b>Producto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Entidad</b>	<b>Municipio</b>
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	1,740	Tlaxcala	Nanacamilpa
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	5,800	Tlaxcala	Nanacamilpa
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Tlaxcala	Nanacamilpa
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	SD	Puebla	Tlahuapan
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	San Matías Tlalancaleca
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	SD	Puebla	San Matías Tlalancaleca
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	SD	Puebla	San Matías Tlalancaleca
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	San Salvador El Verde
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	2,250	Puebla	San Martín Texmelucan
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Diesel	2,508	Puebla	Coronango
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	Coronango
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	PEMEX Magna	SD	Puebla	Coronango
2016	Oleoducto 30" Nuevo Teapa-Venta de Carpio	Petróleo Crudo	SD	Puebla	Coronango
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	Amozoc de Mota
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	Amozoc de Mota
2016	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	Amozoc de Mota



<b>Año</b>	<b>Ducto</b>	<b>Producto</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Entidad</b>	<b>Municipio</b>
2015	Poliducto 12"-20" Minatitlán-México	Hidrocarburo Refinado	SD	Puebla	Amozoc de Mota

**Fuente:** elaboración propia DOE con base en información recopilada por CartoCritica proveniente de ASEA y CENEGAS, 2019.

La gravedad ambiental de los accidentes de derrames radica en que gran parte del hidrocarburo derramado se infiltra al subsuelo y mantos acuíferos.

#### **4.6.4 Sanitario-ecológicos**

##### *4.6.4.1 Contaminación del agua*

La Cuenca del Alto Atoyac está sometida a múltiples y complejos procesos de transformación social y ambiental que han incidido negativamente en los recursos hídricos de la región. En las últimas tres décadas la demanda creciente de agua y la contaminación de esta se ha agudizado principalmente por el crecimiento de las actividades industriales y de las zonas urbanas. La mala gestión del agua en la zona de estudio compromete la continuidad de la dotación de agua para la reproducción social y para la continuidad de los ciclos bio-geoquímicos que posibilitan la vida en la región. Los principales ríos (Atoyac, Zahuapan, Alseseca) se hallan expuestos a contaminantes de alto impacto en la salud humana y de los ecosistemas, y el acuífero de donde se extrae el agua para las principales localidades, se encuentra en equilibrio, pero vulnerable a la futura sobreexplotación. En especial, el río Atoyac es uno de los más contaminados de México debido a las descargas de aguas residuales de más de ocho mil empresas, principalmente de las industrias química, textil y automotriz (CONAHCYT, 2023).

La presencia de grandes conglomerados industriales en la Cuenca del Alto Atoyac ha incidido directamente en la contaminación de los recursos hídricos puesto que alberga un importante número de empresas ligadas a la red de proveeduría automotriz, empresas que liberan sustancias tóxicas al medio ambiente, tanto al agua, suelo y aire (ibid).

Cuadro 4.20. Áreas Industriales Cuenca del Alto Atoyac.

<b>Estado</b>	<b>Nombre área Industrial</b>
Puebla	Corredor Industrial La Ciénega
	Corredor Industrial Santa Rosa
	Parque Industrial Puebla
	Parque Industrial Puebla 2000
	Parque Industrial Resurrección



Estado	Nombre área Industrial
	Parque Industrial 5 de Mayo
	Zona Industrial Anexo a la Loma
	Zona Industrial Norte
	Parque Industrial San Pablo Xochimehuacán
	Parque Industrial FINSA Puebla
	Zona Industrial Sanctorum
	Parque Industrial San Miguel
	Parque Industrial Ciudad Textil
	Corredor Industrial Huejotzingo
	Parque Industrial Chachapa
	Parque Industrial San Jerónimo Caleras
Tlaxcala	Ciudad Industrial Xicohtécatl I
	Ciudad Industrial Xicohtécatl III
	Parque Industrial Xiloxotla
	Zona Industrial Ixtacuixtla
	Parque Industrial Ixtacuixtla

Fuente: elaboración propia DOE con base en Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), INEGI, 2024.

De acuerdo con información de la calidad del agua en México de CONAGUA, en 2023 la red de agua superficial de la Región de la Cuenca del Alto Atoyac estuvo conformada por 108 sitios de monitoreo. El análisis de la calidad del agua superficial considera ocho parámetros indicadores: demanda bioquímica de oxígeno a cinco días, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, Escherichia coli, enterococos fecales, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto y toxicidad aguda. Con base en estos indicadores la región se encuentra fuertemente contaminado por materia orgánica, en especial los ríos Chiquito, Cotzala, San Ignacio, Xochiac, Xopanac y Rabanillo; los arroyos Zanja Real, Prieto y Metlapanapa; y las barrancas Atlapitz y Honda.

Se utiliza un semáforo de calidad del agua superficial que considera tres colores, verde cuando se cumplen con los ocho indicadores; amarillo cuando se incumple uno o más de los parámetros de Escherichia coli, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; mientras que es rojo cuando existe incumplimiento en uno o más de los siguientes parámetros: demanda bioquímica de oxígeno a cinco días, demanda química de oxígeno, toxicidad aguda y enterococos



fecales. De esta manera, el 89.81% de los sitios se calificaron en rojo, el 7.4% en amarillo y únicamente el 2.77% de los sitios calificaron en verde.

Lo anterior nos indica una contaminación extrema de los cuerpos de agua superficiales y representa un riesgo para la salud de la población local, quienes están expuestos a sufrir enfermedades catastróficas, como la enfermedad renal crónica y diferentes tipos de cáncer (Casiano y Bressers, 2015).

Asimismo, en el 2023, la Región de la Cuenca del Alto Atoyac contó con 69 sitios de monitoreo de calidad del agua subterránea y operados por la institución ya mencionada. El análisis de calidad del agua para estos sitios considera 14 parámetros indicadores fisicoquímicos y microbiológicos: fluoruros, coliformes fecales, nitrógeno de nitratos, arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total, plomo total, alcalinidad, conductividad eléctrica, dureza total, sólidos disueltos totales, hierro y manganeso totales. Con base en estos parámetros se califica el cumplimiento o el incumplimiento de la calidad del agua destinada para uso potable, de consumo o en riego agrícola (CONAGUA, 2024).

Igualmente, se cuenta con un semáforo de calidad del agua subterránea, en color verde marca el cumplimiento de los 14 parámetros indicados anteriormente; amarillo cuando se incumple uno o más de los parámetros: alcalinidad total, conductividad eléctrica, dureza total, sólidos disueltos totales, hierro total y manganeso total; y finalmente, en color rojo cuando incumple los parámetros de fluoruros, coliformes fecales, nitrógeno de nitratos, arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total y plomo total.

Con base en lo anterior, de los 69 puntos de monitoreo de agua subterránea, únicamente cuatro sitios se colocan en color amarillo del semáforo de calidad de agua, estos sitios se ubican en el municipio de Juan C. Bonilla, San Lucas Tecopilco y Yauhquemehcan e incumplen en el parámetro de alcalinidad total, superando los límites permisibles de concentración de mg/l.

No solo se ha afectado la disponibilidad del agua subterránea por la demanda creciente, sino que el flujo de agua al acuífero se ha visto afectado por la pérdida de la zona de recarga debido a la destrucción de los bosques, y al cambio de uso de suelo.

La región de la Cuenca del Alto Atoyac ha sido objeto de investigaciones, como el Diagnóstico de la Calidad del Agua del Río Atoyac y sus Afluentes 2012-2022 (CONAGUA, 2023), esta investigación muestra que Manuel Ávila Camacho, receptor de las aguas del





río Atoyac, está contaminado con materia orgánica, coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales nutrientes y color.

Bajo este escenario, los municipios de la subcuenca se podrían quedar sin agua de buena calidad en los próximos años debido al manejo irracional e insustentable de los recursos hídricos y el crecimiento demográfico. De manera que, de no revertirse la situación, la vulnerabilidad hídrica será mayor en condiciones de cambio climático, y el impacto se sentirá de manera desproporcionada en las comunidades más pobres y en las agrícolas, debido a la intensificación de la sequía y los cambios en los patrones de lluvias.

Otro factor de riesgo lo constituyen las plantas de tratamiento de aguas residuales, cuya operación genera lodos contaminados que carecen del manejo adecuado y cuyo impacto en los suelos se refleja en la salud de la población que respira el polvo de estos lodos cuando se secan. Según el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) de la CONAGUA, la región de la Cuenca del Alto Atoyac tiene 365 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de administración municipal, mientras que, según el Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales No Municipales en 2022 Cuenca del Río Alto Atoyac, hay 219 plantas privadas empleadas principalmente en el sector industrial, químico, textil, alimentos y bebidas y metalmecánica.

La contaminación del agua amenaza la calidad del ambiente y por lo tanto los ecosistemas y la salud humana, esto afecta negativamente el desarrollo sostenible de las diversas actividades de la Cuenca del Alto Atoyac.

#### *4.6.4.2 Contaminación del suelo*

La contaminación del suelo consiste en la incorporación de materias extrañas como sustancias químicas, residuos industriales, basura y de otros tipos en el suelo, que al acumularse y concentrarse deterioran la calidad del suelo, pues produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y a las personas. Lo anterior repercute negativamente en el comportamiento del suelo, haciéndolo inútil para los usos pretendidos o potenciales y provoca la pérdida total o parcial de la productividad del suelo.

Las fuentes de contaminación del suelo en la región derivan por la explotación del petróleo, actividades agrícolas, actividades industriales, fugas y derrames, instalaciones de servicio y basureros a cielo abierto.

Según el Inventario Nacional de Sitios Contaminados y Remediados de la SEMARNAT, entre 2011 y 2022, en la Región del Alto Atoyac se identificaron varios sitios



contaminados, se distribuyen principalmente en Puebla, con 3 sitios; Apizaco y Cuautlancingo con 2 respectivamente; Amozoc, Muñoz de Domingo Arenas y San Salvador el Verde, con 1 sitio cada uno. Por lo anterior, se registraron un total de 10 sitios contaminados en la Cuenca del Alto Atoyac. A estos sitios les afectan hidrocarburos, que representan el contaminante genérico más común en los casos. Además, en uno de los sitios se identificó una mezcla de contaminantes.

La superficie total de suelo contaminado asciende a 26,134.84 m<sup>2</sup>, afectando significativamente las áreas expuestas. Las actividades responsables de la contaminación varían, aunque la mayoría están relacionadas con industrias como la refinación de petróleo, transporte por ferrocarril, y fabricación de productos químicos. Estas actividades se distribuyen en distintos sectores económicos, como la industria química y la fabricación de productos derivados del petróleo.

Los contaminantes específicos incluyen derivados del petróleo, solventes orgánicos y petroquímicos, entre otros, que han provocado derrames y fugas, causando un daño ambiental importante en la región. Algunos de estos sitios cuentan con programas de remediación aprobados, aunque en otros aún no se ha implementado un plan de limpieza adecuado.

#### **4.8 Aptitud sectorial**

Para este apartado, se debe tener presente que la determinación de la vocación de la población respecto a las actividades a realizar en su territorio se desprende de la identificación de los intereses sectoriales en el área a ordenar (SEMARNAT, 2006). Si bien, en los Talleres de Participación Social fue posible identificar la importancia de la actividad industrial en la Subcuenca del Alto Atoyac, también fue posible dimensionar el daño que genera al ambiente por la falta de aplicación de regulación respecto a la explotación de recursos abióticos como el agua, el suelo y el aire.

Asimismo, la actividad agrícola destaca por la representatividad productiva y la modificación al territorio de la subcuenca resultado de la intensidad de su actividad, puesto a que, con el análisis del uso de suelo y vegetación se evidenció que tanto la agricultura de riego como la agricultura de temporal están presentes en el 56.42% del territorio de la subcuenca. Aunado a lo anterior, esta es una de las actividades que destacó por su participación en los procesos de cambio de uso de suelo, principalmente los relacionados con la perturbación de la cobertura forestal.



Otro de los rubros de mayor significancia son los asentamientos humanos. Respecto a este, es entendible que el crecimiento población tiende a incrementar la necesidad de adecuar los atributos territoriales o recursos para la generación de elementos como la vivienda, además de la necesidad de establecer infraestructura y equipamiento para aminorar condiciones estructurales negativas de la población. No obstante, la intensidad y modificación selectiva del territorio para favorecer procesos económicos, aunado a la falta de planeación en el territorio tienden a impactar negativa y descontroladamente en el estado de los recursos a partir de los cuales depende el bienestar de los ecosistemas.

Sobre esa base y a partir del resultado de Talleres de Participación Social y de las reuniones con el Comité de Ordenamiento Ecológico, se determinó que los sectores para identificar la aptitud el territorio son los siguientes: Agricultura, Actividad Pecuaria, Conservación, Industria, Asentamientos Humanos, Sector Forestal, Minería (no metálica) y Turismo. En particular, para este último se diferencia el Ecoturismo y el Turismo Convencional.

Por otra parte, la aptitud del territorio se entiende como la diferenciación de este a partir de la ponderación de atributos territoriales que participan en la realización de actividades económicas, así como otros que representan un contrapeso para delimitar superficies en favor de la protección a ecosistemas particulares. Al respecto, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico distingue al interés sectorial como el "Objetivo particular de personas, organizaciones o instituciones con respecto al uso del territorio, entre los que se incluyen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad" (Fracción XIV del Artículo 3).

Con base en lo anterior, esta fase del Ordenamiento Ecológico adquiere su relevancia al orientar la ejecución de actividades económicas en el territorio acorde con su principal objetivo, el cual es establecer una organización del uso y ocupación del territorio a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta las potencialidades y limitaciones del territorio, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo (económicos, sociales, culturales y ecológicos). Se enfoca en estrategias que describen el modelo territorial a largo plazo que la sociedad considera ideal y cómo se actuará en la realidad para avanzar hacia ese modelo (Massiris, 1991, 1993, 1997, 1999, 2001; IGAC, 1996, 1997a, 1997b; Consejo de Europa, 1993; Gómez, 1994, 2001; Palacio y Sánchez, 2001, 2003).



Sobre esa base, está el hecho de la necesidad de planificar el desarrollo y ejecución de actividades económicas puesto a que en la Subcuenca del Alto Atoyac se identifica una notoria presión sobre los ecosistemas en detrimento de la calidad de vida de sus habitantes por el inadecuado uso del territorio (Mendoza, Plascencia, Alcántara, Rosete y Bocco, 2010). El contenido de este apartado es parte de la base para la definición del Modelo de Ordenamiento Ecológico, así como de los lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica para inducir el desarrollo de actividades en la Subcuenca del Atoyac.

#### **4.8.1 Insumos para la determinación de la Aptitud sectorial**

A partir de los resultados de la etapa de caracterización y del contenido del diagnóstico se identificó una serie de capas temáticas para la definición de la aptitud del territorio respecto al desarrollo de actividades productivas, considerando las que han tenido un impacto más significativo en el estado de los recursos naturales y en la calidad de vida de la población que habita la subcuenca.

En función de lo anterior, se determinó que las capas con mayor significancia para la definición de la aptitud del territorio son las siguientes:

- 1) Áreas Naturales Protegidas
- 2) Disponibilidad hídrica
- 3) Edafología
- 4) Erosión
- 5) Fragmentación de la cobertura forestal
- 6) Unidades Económicas relacionadas con la actividad industrial
- 7) Unidades Económicas relacionadas con la actividad hotelera
- 8) Sitios de interés Ecoturístico
- 9) Sitios de interés para el Turismo convencional
- 10) Inestabilidad de laderas
- 11) Topoformas
- 12) Uso de Suelo y Vegetación (2024)
- 13) Volumen de Agua subterránea

Con base en las problemáticas expuestas, estas capas de información geográfica se ponderaron a partir de la definición de su relevancia en el desarrollo de las actividades sectoriales en el territorio de la subcuenca.

#### **4.8.2 Método aplicado en la determinación de la Aptitud por sector**





Como se hizo referencia en el apartado anterior, el método empleado para definir la aptitud sectorial del territorio se realizó a partir de la definición de la importancia de las capas temáticas en función de un sector económico específico. Al respecto, el Manual para el Ordenamiento Ecológico lo define como un método de clasificación con base en la determinación del orden de criterios (importancia) y la suma respectiva de la normalización de su peso, su principal limitante proviene del número de capas a utilizar en el análisis. Hay que agregar que, para la configuración de las capas de aptitud, se utilizó el software ArcGis 10.8, con su componente ArcMap y su herramienta Ponderación de peso (Weighted Overlay).

Es relevante resaltar que la distribución de la importancia de las capas temáticas consideradas en el cálculo de la aptitud de los distintos sectores es dinámica a partir del estado de las problemáticas generadas en el territorio, principalmente, para la agricultura, asentamientos humanos, la industria y la minería. Con cada capa se procedió a generar una clasificación del atributo territorial que se trató, en esta le fue asignado un valor entre 1 y 5, en donde 1 significa que es una característica que favorece el desarrollo de la actividad y 5 representa una característica que no favorece la actividad. Cabe destacar que, en casos específicos y debido a las problemáticas identificadas en el territorio a ordenar, la mayor relevancia fue otorgada a capas de información que limitan el desarrollo de actividades en zonas perturbadas o con degradación ambiental.

Además, es importante resaltar que este método tiene su base en el análisis multicriterio (también conocido como Multiobjetivo). Sobre esa base, se considera que el ordenamiento ecológico es un problema de toma de decisiones, donde debe de encontrarse el patrón de utilización del territorio que permita a los sectores ubicarse en aquellos lugares donde se maximice su aptitud, al mismo tiempo que, promueva la disminución de los conflictos entre los sectores (SEMARNAT, 2006).

Por lo tanto, el análisis de aptitud del territorio es un problema de toma de decisiones con múltiples criterios, ya que implica la satisfacción de los intereses de varios tomadores de decisiones o grupos de interés, reflejados en objetivos y atributos. Particulares (Steiner 1983; Bojorquez et al., 1994 y Malczewski et al., 1997). Desde este enfoque, la toma de decisiones sobre el uso del suelo en el desarrollo de un programa de ordenamiento ecológico se enfrenta a la disyuntiva entre proteger o aprovechar el suelo, así como su impacto en los diversos grupos de interés (Malczewski, 1999). Por lo tanto, al planificar el uso del suelo es importante tener en cuenta los valores e intereses de los diferentes grupos, para encontrar una solución que no provoque conflictos entre ellos



(SEMARNAT-INE, 2006). De ahí que la definición de la importancia de las capas en función del sector a valorar se desprenda de lo observado en los Talleres de Participación Social, aunado a las sesiones del Comité de Ordenamiento Ecológico.

### 4.8.3 Aptitud para el sector Agrícola

Para la determinación de la aptitud para el sector agrícola se emplearon seis capas de información geográfica, las cuales se listan en el cuadro 4.21.

Cuadro 4.21 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud agrícola

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Uso de Suelo y Vegetación (zonas con uso agrícola)	1	0.41	40.82	40
2	Edafología (Fertilidad)	2	0.20	20.41	22
3	Precipitación media anual (zonas con mayor precipitación)	3	0.14	13.61	13
4	Clima	4	0.10	10.20	11
5	Geomorfología (Topoformas)	5	0.08	8.16	8
6	Áreas Naturales Protegidas*	6	0.07	6.80	6
Suma			1.00	100.00	10

\*Se trata de la capa definida en el apartado de Áreas Naturales Protegidas, tanto de índole federal como estatal. Fuente: elaboración propia DOE.

El resultado se muestra en el mapa 4.18. Para esta aptitud, la coincidencia de los atributos más favorables para el sector agrícola permitió clasificar al territorio en tres categorías: alta, media y baja aptitud. Proporcionalmente, la aptitud alta representó el 25.91% de la superficie de la Subcuenca del Alto Atoyac y su distribución corresponde en su mayoría a la superficie agrícola que ya se encuentra en la subcuenca, principalmente al Norte de la Zona Metropolitana de Puebla. La categoría media representó el 50.93% de la superficie de la subcuenca y su distribución se amplió hasta en las porciones de áreas naturales protegidas, razón por la cual es importante destacar que esta categoría de aptitud solo es indicativa ante la coincidencia de atributos territoriales favorables para la actividad, pero se les da preferencia a las porciones con vegetación primaria y secundaria, pero, sobre todo, al territorio con un instrumento de política ambiental vigente.

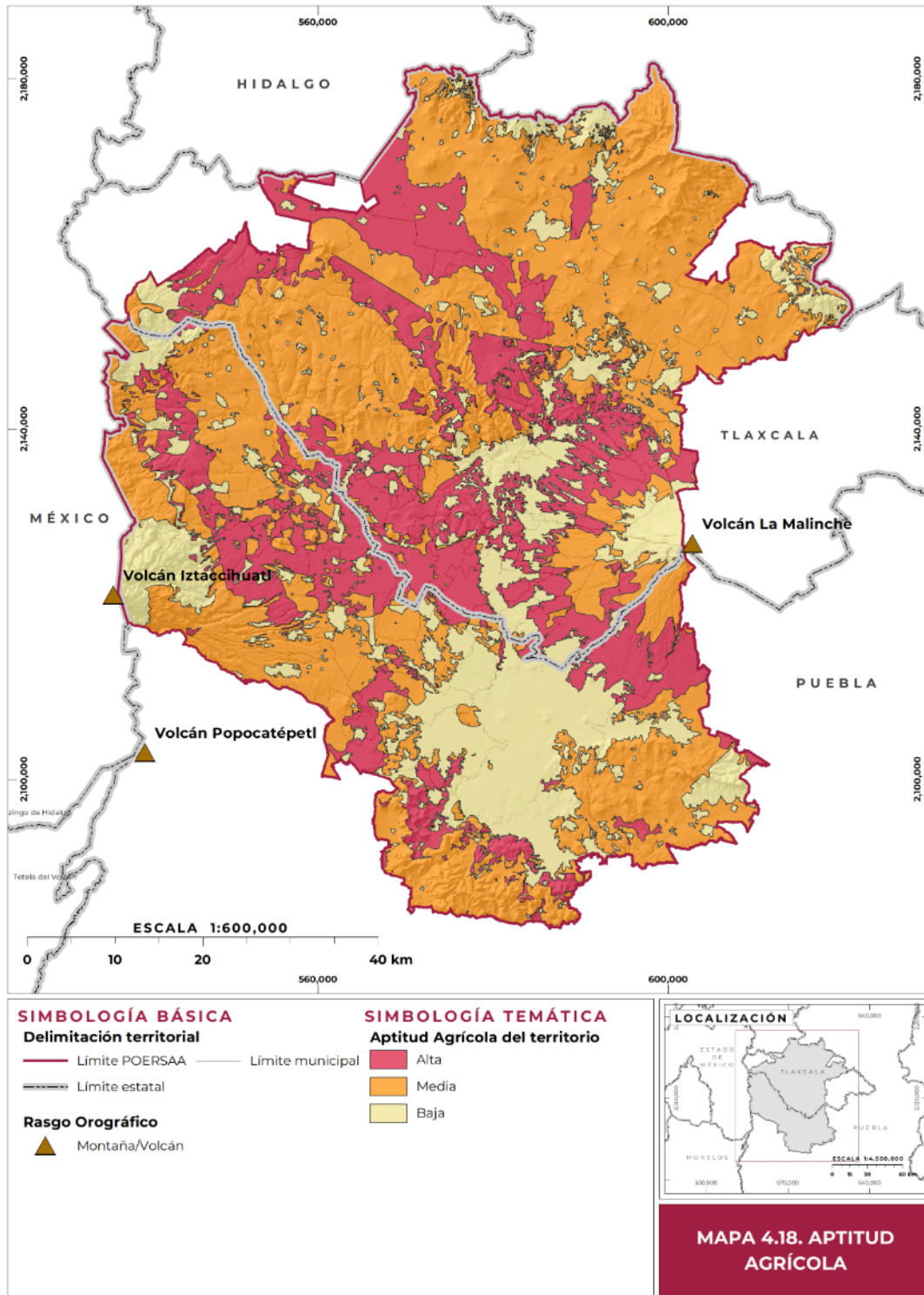
Al respecto, la aptitud media para el sector agrícola tiene coincidencia con porciones del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl y del Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl. En particular, en este último se reconoce una porción con actividad agrícola de temporal que ha ido aumentando al pasar de los años. Sin embargo, la vocación del parque corresponde a actividades de protección de la biodiversidad.



Finalmente, la aptitud baja se concentra principalmente en las porciones altas de las principales elevaciones de la subcuenca, además de las porciones urbanas.



Mapa 4.18 Aptitud para el sector agrícola



Fuente: elaboración propia DOE.





#### 4.8.4 Aptitud para el sector Pecuario

Aunque la actividad pecuaria no denota un patrón espacial visible considerando la escala de trabajo establecida para el tratamiento de la información (escala 1:150000), se procedió a determinar la aptitud para el sector referido a partir de las capas listadas en el cuadro 4.22.

Cuadro 4.22 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud pecuaria

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Uso de Suelo y Vegetación	1	0.41	40.82	40
2	Edafología	2	0.20	20.41	22
3	Geomorfología (Topoformas)	3	0.14	13.61	14
4	Clima	4	0.10	10.20	10
5	Precipitación media anual	5	0.08	8.16	8
6	Áreas Naturales Protegidas	6	0.07	6.80	6
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

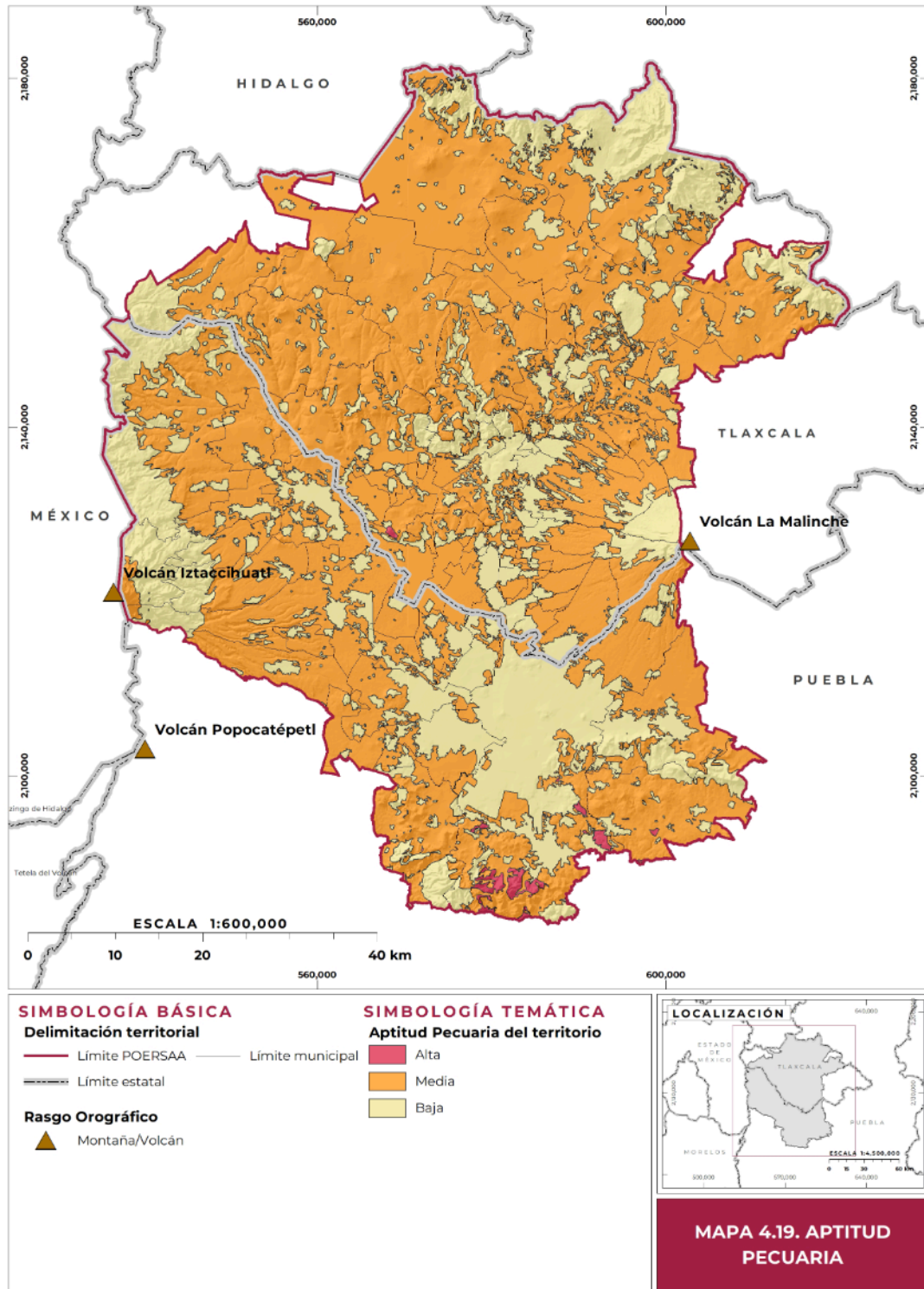
Para la aptitud pecuaria, el territorio de la subcuenca quedó clasificado en tres categorías: alta, media y baja aptitud (Mapa 4.19). En función de lo expuesto al inicio del apartado, la aptitud alta se señaló en el 0.47% de la superficie de la subcuenca, categoría que se concentró principalmente al Sur de la subcuenca, en el municipio de Puebla (parte de la Sierra de Tentzo). Al igual que el sector agrícola, la aptitud media para el sector pecuario se identificó en el 65.44% del territorio de la subcuenca. En su mayoría se trata de superficie en el que se presenta uso de suelo agrícola de temporal, ya que la actividad pecuaria considerada para la determinación de la aptitud no es del tipo intensiva.

En lo referente a la aptitud pecuaria baja, esta tiene coincidencia con el 34.09% de la superficie de la subcuenca, misma que correspondencia con las Áreas Naturales Protegidas, así como porciones con vegetación primaria y secundaria de bosque de coníferas, Tular y matorral, además de la zona de asentamiento urbano y asentamiento de tipo rural. Con la definición de la aptitud enfocada a esta actividad, lo que se buscó fue generar el menor impacto para la subcuenca al considerar las condiciones óptimas para la realización de las actividades del sector, sin que ello representará una mayor carga para recursos como el agua, el suelo y el aire.





Mapa 4.19 Aptitud para el sector pecuario



Fuente: elaboración propia DOE.

#### 4.8.5 Aptitud para la Conservación

Resultado del estado de fragmentación de los recursos forestales, así como la disponibilidad del recurso hídrico en la subcuenca, se decidió integrar capas temáticas relacionadas con estos tópicos para la definición de la aptitud para la conservación. De esta manera, se consideraron las capas listadas en el cuadro 4.23. Para esta aptitud se determinó que la información geográfica de mayor peso es la Disponibilidad hídrica, el Volumen de Agua Subterránea, la determinación de la fragmentación de la vegetación (Índice de Forma), así como las Áreas Naturales Protegidas.

Cuadro 4.23 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para la Conservación

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Disponibilidad hídrica	1	0.37	36.79	37
2	Volumen de Agua Subterránea	2	0.18	18.40	18
3	Fragmentación	3	0.12	12.26	12
4	Áreas Naturales Protegidas	4	0.09	9.20	10
5	Geomorfología (Topoformas)	5	0.07	7.36	7
6	Uso de Suelo y Vegetación	6	0.06	6.13	6
7	Erosión	7	0.05	5.26	5
8	Edafología	8	0.05	4.60	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

Con la definición de la aptitud para la conservación quedó clasificado el territorio en cuatro categorías: muy alta, alta, media y baja aptitud (Mapa 4.20). La aptitud muy alta se distribuyó en las porciones en donde predomina la vegetación primaria de bosque de coníferas, principalmente en la Sierra Nevada, Sierra de Tlaxco, Sierra de Tentzo y parte del Volcán La Malinche, además de las porciones en las que la disponibilidad del recurso hídrico es buena en comparación con el resto de la subcuenca. En valor porcentual, esta aptitud representó el 7.56% del territorio de la Subcuenca del Alto Atoyac y corresponde a las zonas de recarga de acuíferos del territorio a ordenar.

Para el caso de la aptitud alta, tiene correspondencia con las porciones en las que la disponibilidad de agua superficial y subterránea es media, así como con las zonas con vegetación secundaria y agricultura de temporal, considerando a dichos elementos como favorables para la conservación de los ecosistemas en tanto no haya un incremento o intensificación de su superficie y actividad. Porcentualmente, la aptitud para la alta conservación se identificó en el 65.80% del territorio de la subcuenca.



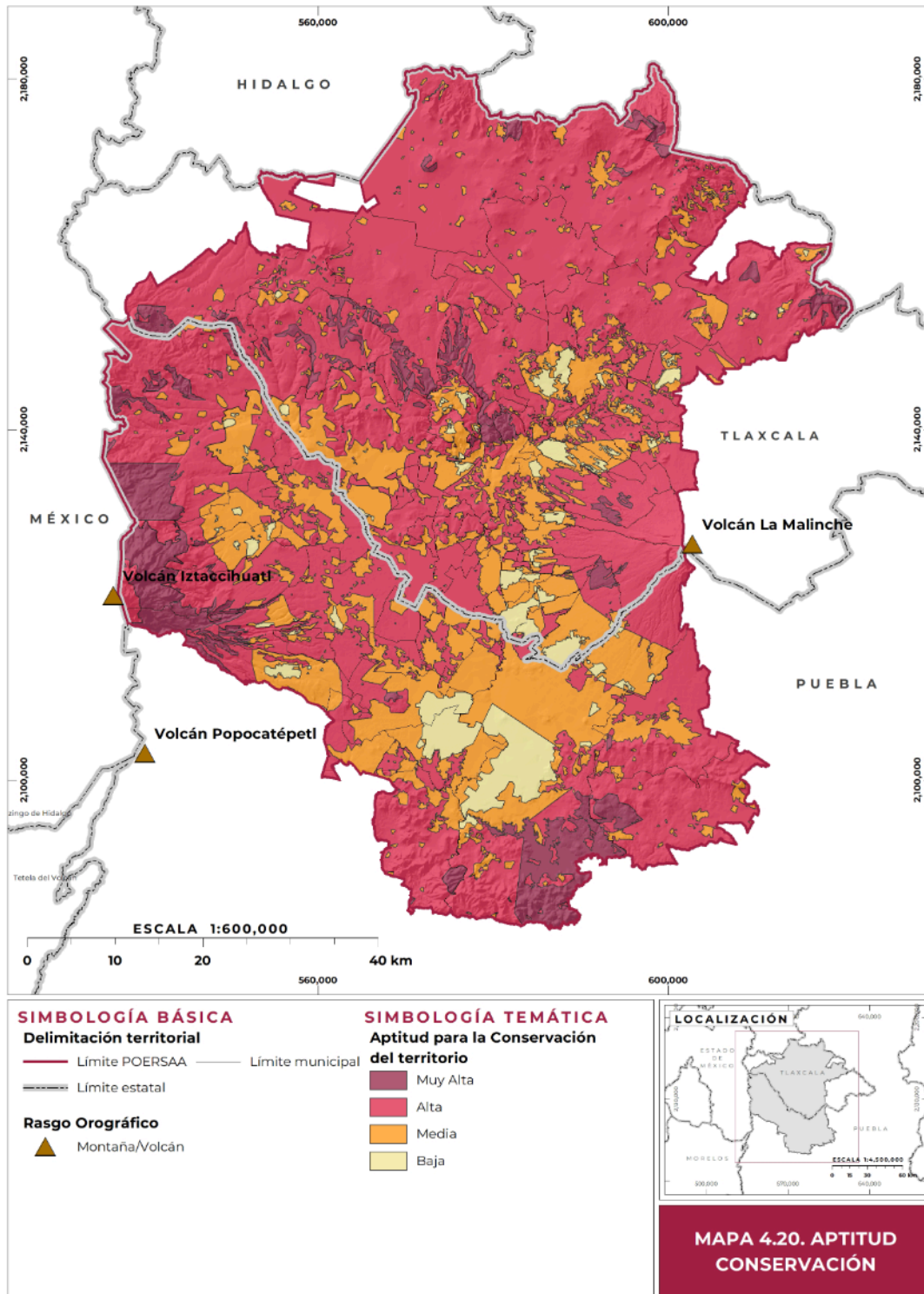


En lo que respecta a la aptitud media, esta corresponde al 22.46% de la superficie de la subcuenca. Su distribución se concentró en porciones con actividad agrícola de riego y asentamientos humanos en la porción Centro-Norte de la subcuenca. En dicha superficie la disponibilidad de agua es menor en comparación con las porciones con aptitud muy alta y alta para la conservación.

Las porciones con aptitud baja para la conservación coinciden con asentamientos humanos urbanos y corresponden al 4.18% de la superficie de la subcuenca. Cabe destacar que, esta superficie no tiene un alto potencial para la conservación debido a que no se identificó vegetación primaria y secundaria, es decir, se trata de paisajes antrópicos que registran la menor disponibilidad del recurso hídrico. Hay que resaltar que, esta aptitud está más enfocada en la permanencia de recursos naturales clave para el desarrollo de las actividades de los habitantes de la subcuenca, y la permanencia de estos para generaciones futuras.



Mapa 4.20 Aptitud para la Conservación



Fuente: elaboración propia DOE.



#### 4.8.6 Aptitud para el sector Industrial

Al ser un sector con un impacto ambiental notorio en la subcuenca, la aptitud para la industria tuvo como capas de información geográfica de mayor importancia a las referentes al Volumen de Agua Subterránea, la Disponibilidad hídrica, la determinación de la fragmentación de la vegetación (Índice de Forma), así como las Áreas Naturales Protegidas. Dicha superficie es determinante para la permanencia y buen estado de los recursos naturales con los que aún cuenta la subcuenca.

Sobre esa base, la importancia de las capas de información geográfica empleadas para la configuración de la aptitud para el sector industrial quedó definido en el cuadro 4.24.

Cuadro 4.24 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para el sector industrial

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Volumen de Agua Subterránea	1	0.39	38.57	39
2	Disponibilidad hídrica	2	0.19	19.28	19
3	Fragmentación	3	0.13	12.86	13
4	Áreas Naturales Protegidas	4	0.10	9.64	10
5	Uso de Suelo y Vegetación	5	0.08	7.71	8
6	Industria (Unidades Económicas)	6	0.06	6.43	6
7	Edafología	7	0.06	5.51	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

Es importante considerar que para esta aptitud se dio preferencia a la permanencia de sitios de recarga de acuíferos y con vegetación primaria, así como de zonas en las que la fragmentación de la vegetación es significativa. De esta manera, la aptitud para el sector industria quedó definida en cuatro categorías: alta, media, baja y muy baja (Mapa 4.21).

La aptitud alta para el sector industrial quedó definida en porciones específicas en las que ya se tiene identificada la presencia de unidades económicas de dicho sector, esta superficie representó el 3.43% de la subcuenca. Para el caso de la aptitud media, se trata de porciones con actividad agrícola de temporal y de riego, así como de asentamientos humanos principalmente de carácter urbano y representa el 53.96% de la superficie de la subcuenca.



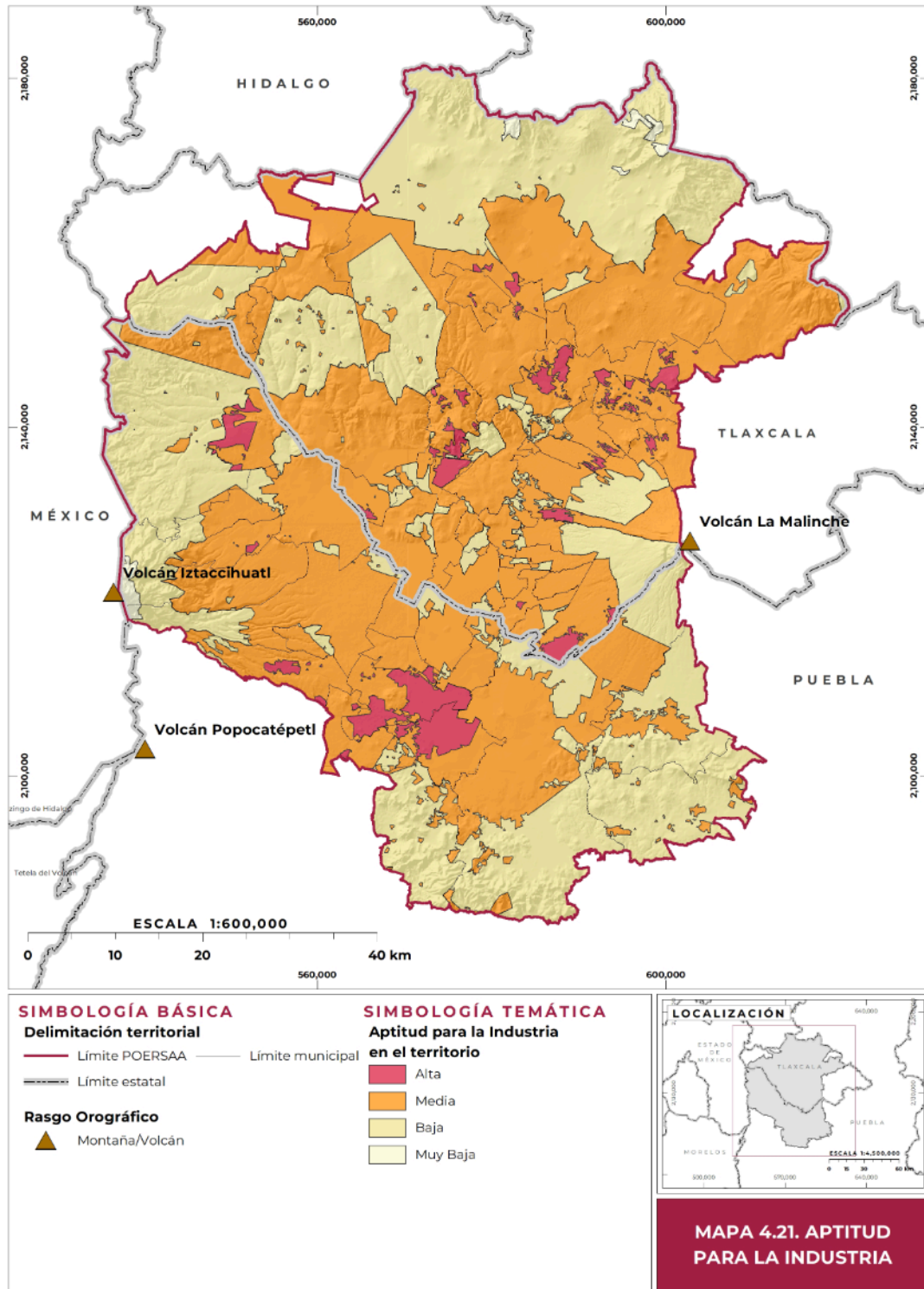
En lo que respecta a la aptitud baja para el sector industrial, este se concentró en superficie con presencia de vegetación primaria y secundaria y significó el 42.09% de la superficie de la subcuenca, se trata de las porciones de la Sierra Nevada, Sierra de Tlaxco, Sierra de Tentzo y el Volcán La Malinche. Cabe destacar que con esta categoría se identificó zonas de recarga de acuíferos, así como polígonos con un instrumento de política ambiental vigente y porciones menores de agricultura de temporal.

Finalmente, la aptitud muy baja para el sector industrial quedó definida en el 0.52% de la superficie de la subcuenca y quedó relegada a la cumbre del Volcán Iztaccíhuatl, además de porciones elevadas de la Sierra de Tlaxco.





Mapa 4.21 Aptitud para el sector industrial



Fuente: elaboración propia DOE.



#### 4.8.7 Aptitud para los Asentamientos Humano

Además de la actividad agrícola e industrial, los asentamientos humanos son un sector que ha tenido un incremento significativo en lo referente a la superficie que ocupan en la Subcuenca del Alto Atoyac. De ahí que las capas de información geográfica a las que se les otorgo el mayor peso (y en orden de importancia) son la determinación de la fragmentación de la vegetación (Índice de Forma), las Áreas Naturales Protegidas, la condición de erosión de los suelos, la Disponibilidad hídrica y el Volumen de Agua Subterránea (cuadro 4.25). Se buscó que, con esta información, la aptitud para los asentamientos humano plasmará cierto contrapeso frente a la expansión descontrolada de estos, de ahí que dichas capas se posicionaran en los primeros lugares de importancia para el cálculo de este indicador.

Cuadro 4.25 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para los asentamientos humanos

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Fragmentación	1	0.37	36.79	37
2	Áreas Naturales Protegidas	2	0.18	18.40	18
3	Erosión	3	0.12	12.26	12
4	Disponibilidad hídrica	4	0.09	9.20	10
5	Volumen de Agua Subterránea	5	0.07	7.36	7
6	Inestabilidad de laderas	6	0.06	6.13	6
7	Uso de Suelo y Vegetación	7	0.05	5.26	5
8	Topoformas	8	0.05	4.60	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

En función de la concurrencia de los atributos que favorecen la aptitud para asentamientos humanos, se generó una capa de información con cinco categorías: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Para el caso de la aptitud muy alta, esta corresponde a los asentamientos humanos de carácter urbano, es decir, parte de la Zona Metropolitana de Puebla, dicha categoría representa el 4.38% de la superficie de la subcuenca. También incluye asentamientos de menor extensión pero que tienen una concentración de población significativa y que se distribuyen de forma heterogénea en la porción Centro-Norte de la subcuenca.

Hay que destacar que, no toda la metrópoli de Puebla se consideró con muy alta aptitud para este sector debido a que cuanta con una disponibilidad hídrica y un volumen de agua subterránea menor que la superficie incluida en esta categoría de aptitud.



Para el caso de la aptitud alta, esta corresponde al 41.89% de la superficie de la subcuenca y comprende porciones en las que se identificó una confluencia tanto de asentamientos urbanos como de agricultura de temporal y de riego en zonas de planicies y lomeríos. Como se hizo referencia en el párrafo anterior, se trata de una superficie en la que la disponibilidad de agua y el volumen de agua subterránea es menor en comparación de las zonas con muy alta aptitud para asentamientos humanos. Debido a lo anterior, es relevante que dicha aptitud no se tome como indicio para promover la expansión y concentración de los asentamientos humanos en esta porción del territorio de la subcuenca.

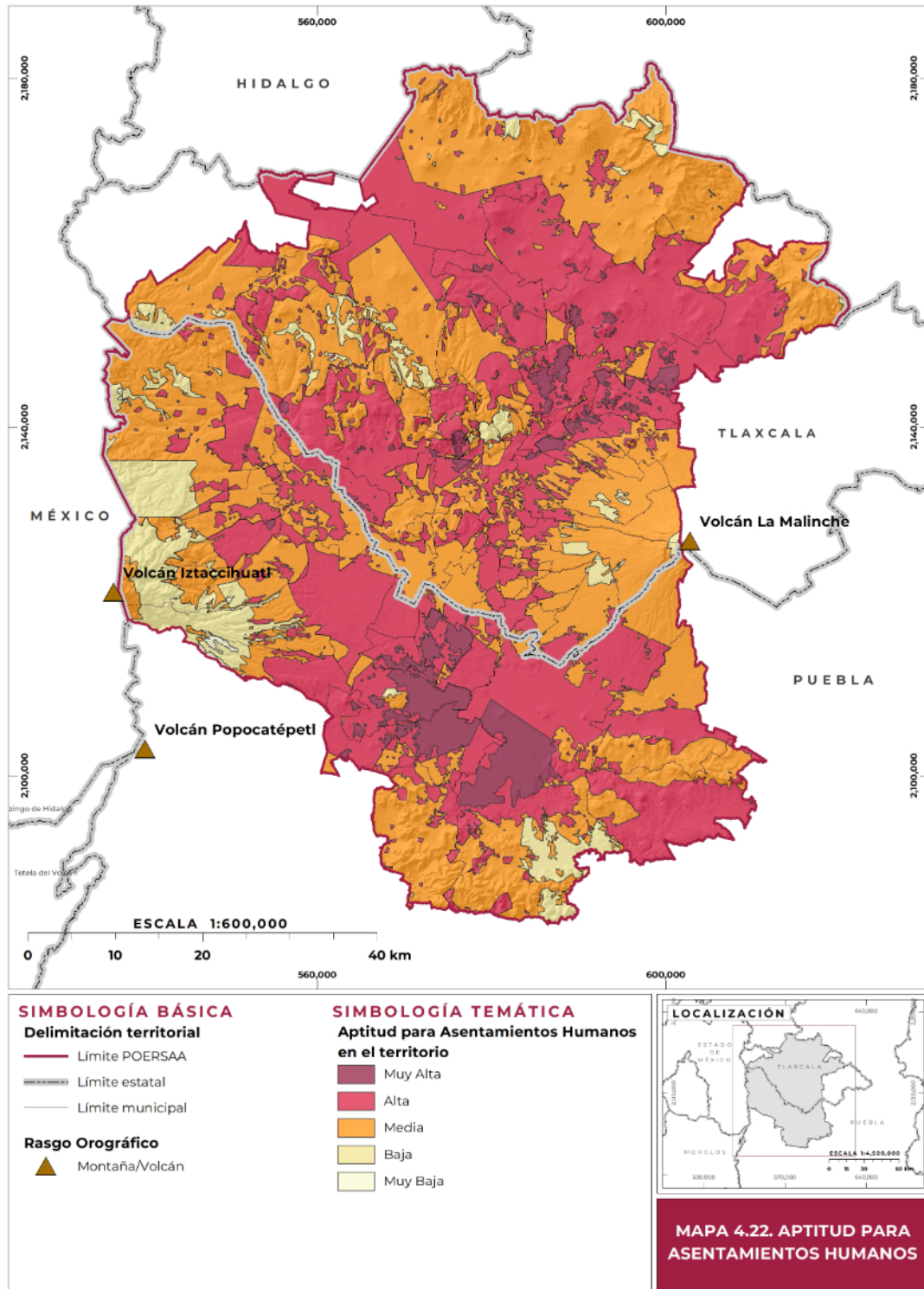
En lo que respecta a la aptitud media, se trata de porciones con presencia de vegetación primaria y secundaria, en las cuales también se identificó elementos antrópicos, aunque en menor grado en comparación con las porciones con aptitudes muy alta y alta, y corresponde al 46.90% de la subcuenca. Estas porciones también tienen concordancia con zonas propensas a la ocurrencia de procesos erosivos y aunque la disponibilidad de agua y volumen de agua subterránea es mayor en comparación con las categorías anteriores, se trata de sitios de recarga de acuíferos en zonas de con sierra y lomeríos, de ahí que no es recomendable la expansión de los asentamientos humanos a pesar de su aptitud media.

La aptitud baja para asentamientos humanos corresponde a porciones de la subcuenca cuya principal función es ser sitios de recarga de acuíferos con predominio de vegetación primaria en sierra y lomeríos, además, son presentan un grado de fragmentación de la cobertura forestal más significativo en comparación con las zonas de aptitud muy alta, alta y media, de ahí que hayan sido clasificados en esta categoría. Porcentualmente, esta corresponde al 6.71% de la superficie de la subcuenca. Por otra parte, las zonas identificadas con muy baja aptitud para los asentamientos humanos corresponden principalmente a sitios con una fragmentación de cobertura forestal muy significativa y porcentualmente representan el 0.12% de la subcuenca. En su mayoría se trata de porciones rodeadas de actividad agrícola de temporal en zonas de sierra y lomeríos sin presencia de asentamientos humanos rurales o urbanos.





Mapa 4.22 Aptitud para los Asentamientos humanos



Fuente: elaboración propia DOE.





#### 4.8.8 Aptitud para el sector Forestal

Para la determinación de la aptitud forestal en la Subcuenca del Alto Atoyac, se emplearon nueve capas de información geográfica entre las que destacar superficies identificadas con procesos de cambio de coberturas, así como la correspondiente a un buffer de 5 km para Áreas Naturales Protegidas y Cuerpos de Agua. No obstante, la capa que adquirió la mayor relevancia para la definición de la aptitud es la referente al uso de suelo y vegetación cuyo año de referencia es el 2024. En específico, las nueve capas de información se presentan en el cuadro 4.26.

Cuadro 4.26 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para el sector forestal

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Uso de Suelo y Vegetación	1	0.35	35.35	35
2	Cambio de Uso de Suelo y Vegetación (superiores a 1000 ha)	2	0.18	17.67	18
3	Edafología	3	0.12	11.78	12
4	Áreas Naturales Protegidas (ANP)	4	0.09	8.84	10
5	Geomorfología (Topoformas)	5	0.07	7.07	7
6	Buffer de 5 km a ANP	6	0.06	5.89	5
7	Buffer de 5 km a Cuerpos de agua	7	0.05	5.05	5
8	Clima	8	0.04	4.42	4
9	Precipitación media anual (PMA)	8	0.04	4.42	4
Suma			1.00	100.49	100

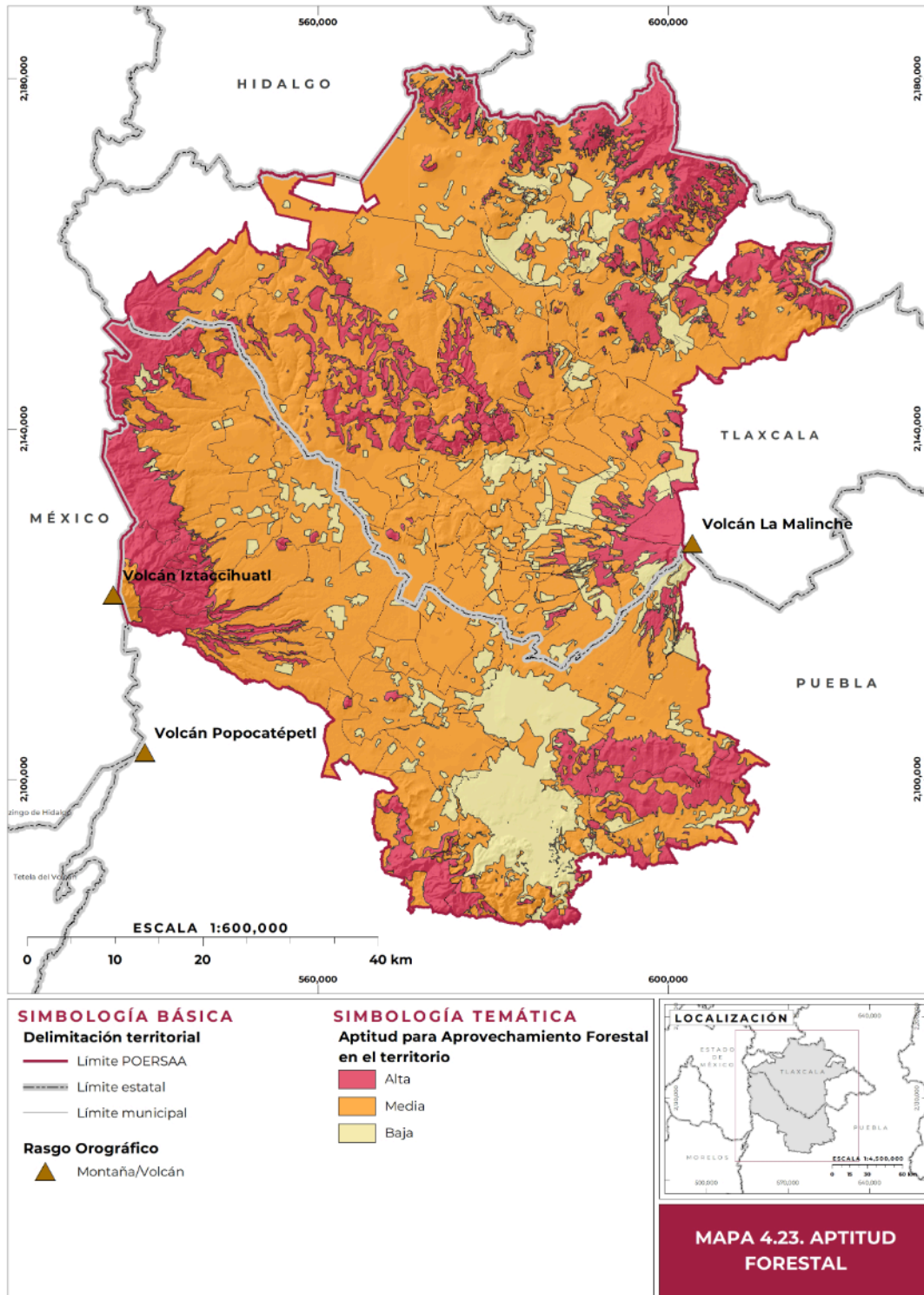
Fuente: elaboración propia DOE.

El resultado para esta aptitud arrojó tres categorías: alta, media y baja (Mapa 4.23). La aptitud alta para el sector forestal se localizó en las porciones de la subcuenca en las que predomina la vegetación primaria de bosque de coníferas, la cual se distribuye en las sierras presentes en este territorio (Nevada, Tentzo, Tlaxco y Volcán La Malinche). En porcentaje, esta superficie representa el 21.72% de la subcuenca. En lo que respecta a la categoría de aptitud media, esta se presenta en las porciones en las que se identificó vegetación secundaria, así como actividad agrícola de temporal y de riego, en porcentaje esta corresponde al 65.03% de la subcuenca.

La aptitud baja para el sector forestal se ubicó en asentamientos humanos de carácter urbano, en donde existe menor probabilidad de realizar actividades relacionadas con este sector. Porcentualmente, esta categoría corresponde al 13.25% de la subcuenca.



Mapa 4.23 Aptitud para el sector forestal



Fuente: elaboración propia DOE.



#### 4.8.9 Aptitud para el sector Minero (No metálico)

La actividad minera en la Subcuenca del Alto Atoyac se centra en la extracción de materiales pétreos, además de arcillas para la elaboración de cerámica, razón por la cual solo se generó la aptitud para dicho sector considerando ocho capas de información, entre las que destaca la información sobre Disponibilidad hídrica, Volumen de Agua Subterránea, la determinación de la fragmentación de la cobertura forestal, así como la localización de las Áreas Naturales Protegidas (cuadro 4.27). Es relevante destacar que, para la realización de sus actividades, el sector minero tiende a eliminar la cobertura forestal y suelo para así poder acceder al material de interés, de ahí que la ponderación más significativa se otorgó a las capas referidas al ser sitios en los que es preponderante evitar la modificación de sus condiciones naturales, o en su defecto, favorecer la degradación de los recursos que se albergan en este territorio.

Cuadro 4.27 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para el sector minero

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Disponibilidad hídrica	1	0.37	36.79	37
2	Volumen de Agua Subterránea	2	0.18	18.40	18
3	Fragmentación	3	0.12	12.26	12
4	Áreas Naturales Protegidas	4	0.09	9.20	10
5	Topoformas	5	0.07	7.36	7
6	Uso de Suelo y Vegetación	6	0.06	6.13	6
7	Erosión	7	0.05	5.26	5
8	Edafología	8	0.05	4.60	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

Sobre esa base, la aptitud para el sector minero clasificó al territorio en cinco categorías: muy alta, alta, media, baja y muy baja (Mapa 4.24). La aptitud muy alta para la actividad minera se ubicó en porciones que en su mayoría son asentamientos humanos, tanto en el estado de Puebla como de Tlaxcala, porcentualmente, esta aptitud abarcó el 4.03% de la superficie de la subcuenca. En lo que respecta a la aptitud alta, esta tiene mayor coincidencia tanto con asentamientos humanos como con porciones del territorio en el que se identifica como uso predominante a la agricultura de temporal; con lo cual, esta categoría abarcó el 45.33% de la superficie de la subcuenca.

Para el caso de la aptitud media, esta se identificó en porciones del Centro-Sur de la subcuenca, no obstante, se debe tener presente que en algunos de los polígonos



incluidos en esta categoría se identificó la presencia de vegetación secundaria, además de sitios de recarga para los acuíferos que coinciden con el territorio a ordenar. Porcentualmente, esta categoría abarcó el 26.96% de la superficie de la subcuenca.

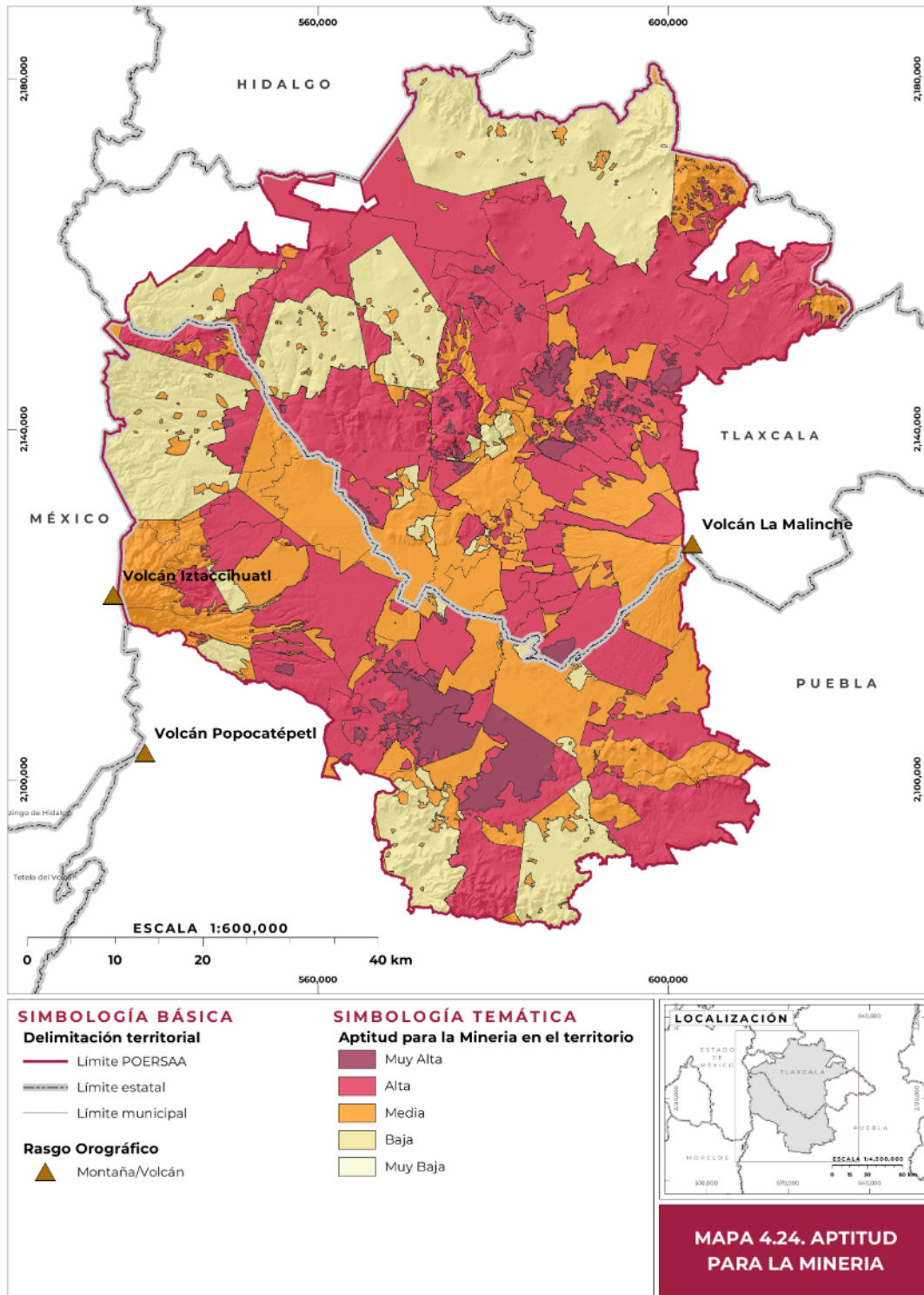
La categoría baja incluyó polígonos en los que se detectó vegetación primaria, en zonas de sierras y lomeríos, y al igual que la categoría anterior, se trata de sitios que, por sus características, favorecen procesos de recarga de acuíferos. De esta manera, la superficie incluida en esta categoría representó el 23.67% de la subcuenca. Finalmente, la categoría muy baja solo se delimitó en una porción de menor tamaño en comparación con las categorías descritas y solo abarco el 0.003% de su superficie.

A pesar de los resultados obtenidos en la determinación de la aptitud para este sector, es relevante tener presente que en la Subcuenca del Alto Atoyac la superficie con vegetación primaria y secundaria representa menos de la cuarta parte de su territorio, además de que en zonas próximas a esta se identificaron procesos de fragmentación de la cobertura forestal, por lo que es preponderante favorecer la permanencia y privilegiar la expansión de su superficie frente a la apertura de sitios para el establecimiento de actividad minera.





Mapa 4.24 Aptitud para el sector minero



Fuente: elaboración propia DOE.

#### 4.8.10 Aptitud para el sector Turístico

En la definición de la aptitud para el sector Turístico, se decidió diferenciar al Turismo convencional del Ecoturismo, puesto a que este último se considera un sector de menor impacto para los ecosistemas por las características de las actividades que suelen desarrollarse en sitios con riqueza forestal y faunística. Ante tal observación, en la determinación de las aptitudes se emplearon siete capas de información geográfica para ambos sectores, mismas que se muestran en los cuadros 4.28 y 4.29. La principal diferencia es la relacionada con la capa de información de sitios turísticos concentrados en las principales zonas urbanas de la subcuenca, mientras que, se identificaron otros relacionados con el Ecoturismo, tal es el caso del senderismo y el ciclismo de montaña.

Cuadro 4.28 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para el Ecoturismo

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Sitios Ecoturismo	1	0.39	38.57	39
2	Áreas Naturales Protegidas	2	0.19	19.28	19
3	Fragmentación	3	0.13	12.86	13
4	Uso de Suelo y Vegetación	4	0.10	9.64	10
5	Disponibilidad hídrica	5	0.08	7.71	8
6	Volumen de Agua Subterránea	6	0.06	6.43	6
7	Hoteles	7	0.06	5.51	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

Cuadro 4.29 Capas de información consideradas para la determinación de la Aptitud para el Turismo convencional

ID	Factores	Importancia	Valor normalizado	Valor porcentual	Ajuste
1	Sitios turismo	1	0.39	38.57	39
2	Áreas Naturales Protegidas	2	0.19	19.28	19
3	Fragmentación	3	0.13	12.86	13
4	Uso de Suelo y Vegetación	4	0.10	9.64	10
5	Disponibilidad hídrica	5	0.08	7.71	8
6	Volumen de Agua Subterránea	6	0.06	6.43	6
7	Hoteles	7	0.06	5.51	5
Suma			1.00	100.00	100

Fuente: elaboración propia DOE.

Para ambas modalidades de turismo, el territorio fue clasificado en tres categorías: alta, media y baja.

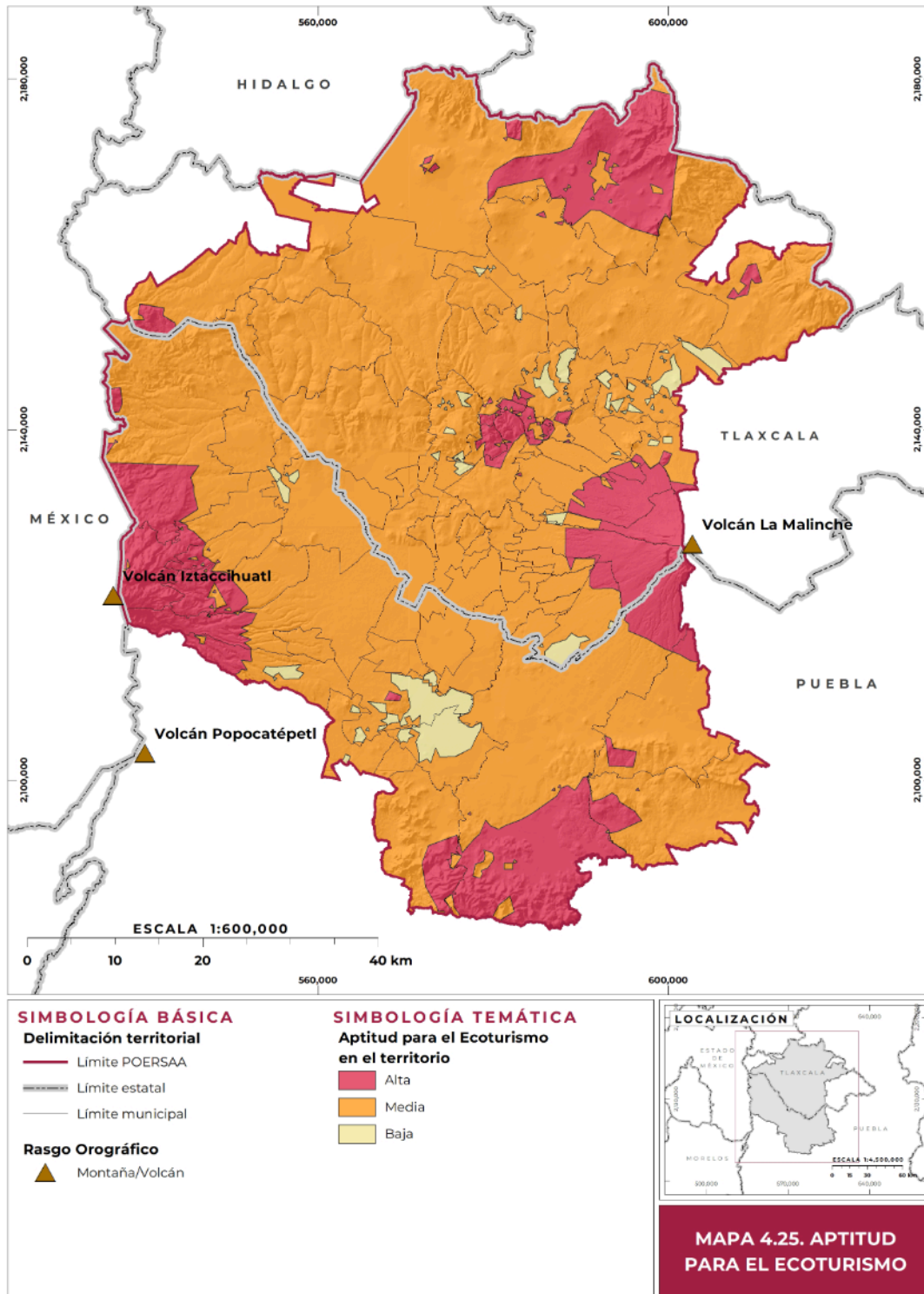


El ecoturismo presentó su mayor aptitud en porciones con alguna categoría de protección (ANP y ADVC), así como de sitios en los que predomina la vegetación primaria, esta superficie con aptitud alta representó el 18.05% de la superficie de la subcuenca. Para la categoría media, esta abarcó poco menos del 80% de la subcuenca y se delimitó en porciones con vegetación primaria y secundaria, así como con actividad agrícola de temporal y de riego. Finalmente, la aptitud baja corresponde principalmente a sitios con asentamientos urbanos, cuya disponibilidad hídrica es menor en comparación con el resto del territorio de la subcuenca, porcentualmente esta categoría significó el 2.63% del territorio a ordenar.

En lo que respecta al Turismo convencional, los polígonos con alta aptitud se situaron en porciones urbanas y al ser una actividad sumamente focalizada en el territorio, solo significó un 1.67% de la superficie de la subcuenca. Al igual que el Ecoturismo, la aptitud media para el Turismo convencional fue la más significativa, porcentualmente esta corresponde con el 83.88% de la subcuenca y se distribuye en superficies con distintas coberturas de suelo y cubiertas de vegetación. Por otra parte, la aptitud baja para el Turismo convencional se posicionó en zonas con alguna categoría de protección, así como sitios con predominio de vegetación secundaria, dichos sitios coinciden con las zonas de recarga de acuíferos de la subcuenca.



Mapa 4.25 Aptitud para el Ecoturismo

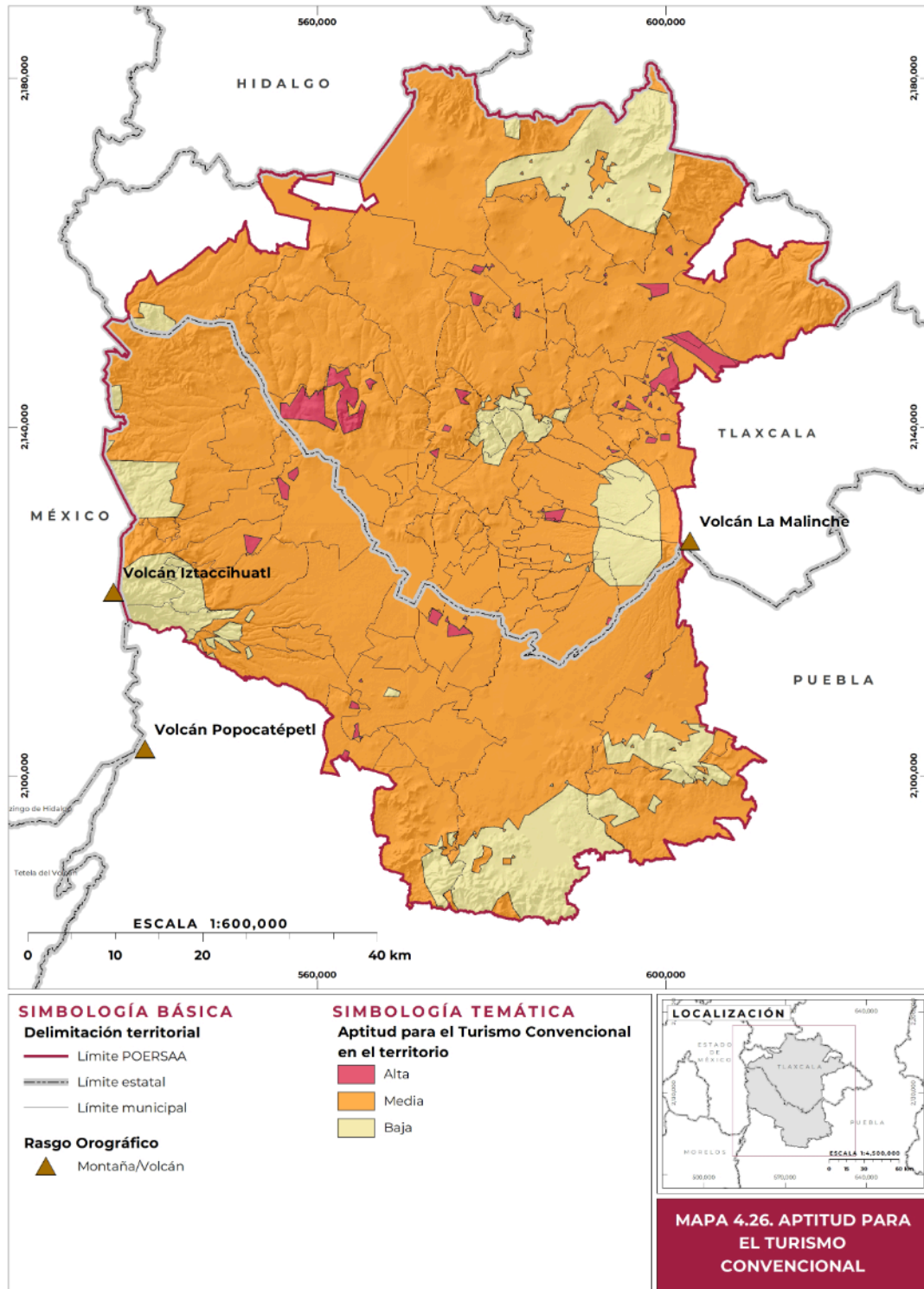


Fuente: elaboración propia DOE





Mapa 4.25 Aptitud para el Ecoturismo



Fuente: elaboración propia DOE.



## 4.9 Actores y organizaciones sociales con presencia en la Subcuenca del Alto Atoyac

A lo largo del proceso de ordenamiento ecológico de la Subcuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala participaron varios sectores presentes en el país, estos se obtuvieron en parte de la revisión bibliográfica realizada y de los talleres de participación social llevados a cabo en la Subcuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala. De 269 actores participantes, 15.99% pertenecen al sector académico (43), 4.83% agrario (13), 9.67% civil (26), 2.23% comunitario (seis), 19.33% económico (52), 29.74% gobierno (80), 14.13% público (38), 1.12% de sociedad civil (tres), 2.60% internacional (siete) y uno del sector religioso (0.37%).

El sector académico, representado por 43 participantes (en el cuadro 4.30 se presentan algunos de estos actores) se conjunta con otros actores, autores de artículos científicos y de libros; expertos en temas relacionados con los problemas (sistemas socioambientales complejos); científicos y académicos, que analizan las consecuencias de la contaminación en la subcuenca del Alto Atoyac y las mitigan.

Cuadro 4.30. Actores del Sector Académico.

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología CONAHCYT- Dirección Regional 4 Sur Oriente
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Comunidad científica UNAM
Unión de Científicos Comprometidos por la Sociedad
Cátedra UNESCO de Derechos Humanos de la UNAM
Grupo de Apoyo Técnico Transdisciplinario para la Restauración Integral de la Cuenca del Atoyac (GATTACA).
Instituto de Investigaciones en Medio Ambiente Javier Gorostiaga - Universidad Iberoamericana de Puebla.

Fuente: elaboración propia DOE.

El sector agrario, representado por 13 actores (algunos presentados en el cuadro 4.31), lo forman en su mayoría ejidos y grupos de ejidatarios. Estos actores conocen sus territorios y están atentos a cambios o irregularidades, además son los encargados de reportar a la autoridad competente cualquier anomalía que observen en sus territorios.

Cuadro 4.31. Actores del Sector Agrario.

Ejidatarios de San Pedro Chapulco y Azumbilla
Ejido San Mateo Ayeca
San Mateo Tepetitla
Villa Alta



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Guadalupe Victoria
San Miguel del Milagro
San Miguel Atoyatenco
San Diego Xocoyucan
Santa Inés Tecuexcomac
Nopalucan de la Granja
San Juan Cuautlancingo
San Lorenzo Almecatla
Sanctórum

Fuente: elaboración propia DOE.

El sector civil se encuentra representado por 26 actores (algunos se presentan en el cuadro 4.32), entre los que se encuentran grupos de pobladores, de jóvenes, comunidades organizadas, organizaciones de familias, grupos medioambientales y asociaciones civiles que velan por el cuidado de la Subcuenca del Alto Atoyac.

Cuadro 4.32. Actores del Sector Civil.

Centro Fray Julián Garcés Derechos Humanos y Desarrollo Local A.C.
Dale La Cara al Atoyac
Coordinadora por Un Atoyac Con Vida
Pastoral Social de Derechos Humanos de la diócesis de Tlaxcala
Ecochavos Tlahuapan
Movimiento para la Defensa del Agua y de la Tierra
Coordinadora Nacional Plan de Ayala
Movimiento de Autogestión Social Campesino Indígena y Popular
Red de Jóvenes en Defensa de los Pueblos
Consejo Ciudadano por la Dignificación de Ixtacuixtla
Tribunal Permanente de los pueblos
Red Nacional de Organismos Civiles de Derechos Humanos Todos los Derechos para Todos y Todas
Consejo Regional de Pueblos Originarios en Defensa del Territorio de Puebla e Hidalgo
MIRAtoyac
Puebla Sustentable
Puebla Verde
Iluminemos al Atoyac
Zahuapan vivo
Red de madres jóvenes de Tlaxcala
Pastoral Social de Zacatelco
Centro de Economía Social Julián Garcés A.C
Centro de atención a la familia migrante e indígena



Coalición de organizaciones mexicanas por el derecho al agua y su saneamiento (COMDA)
Centro Atoyac Zahuapan y Calidad de Vida S.C

Fuente: elaboración propia DOE.

El sector comunitario lo forman seis actores particulares, que reportan problemas causados por la contaminación en la Subcuenca del Atoyac. Ellos se han involucrado en las denuncias a organismos públicos para tratar temas de contaminación y sus efectos.

Son 52 actores involucrados en el sector económico (en el cuadro 4.33 se presentan alguno de estos actores), entre los que se encuentran industrias textiles (que incluye: fábrica de ropa y telas), empresas, productoras y comercializadoras en general, fábricas de equipo eléctrico, industria alimentaria (que incluye: refresqueras, alimentos, vinos y licores), fábrica de productos químicos, fábricas de piezas metálicas, de automóviles y envasadoras.

Cuadro 4.33. Actores el Sector Económico

AJE MÉXICO - BIG COLA
Crisol Fundidora
Espintex S.A. de C.V.
Tae Global Foods Matriz
Parque Industrial Ciudad Textil
Los Volcanes, Agua Purificadora San Martín
Grupo SKYTEX MEXICO
Kendall de México SA de CV
Globaltex, S. de R.L. de C.V.
Mexicana de Industrias y marcas
DRAEXLMAIER PARTES AUTOMOTRICES DE MÉXICO S. DE R.L. DE C.V.
Adhesivos, S.A. de C.V.
Agraquest de México, S.A. de C.V. (Bayer)
Alimentos de Tlaxcala
Arcomex S.A. de C.V.
Industrias MAC, S.A. DE C.V.
Industrias Polifil SA de CV
Industrias Textel de Tlaxcala S.A. DE C.V.
Lacto productos Providencia SA DE CV
Politel, S.A. DE C.V.
Industrias Unidas Ibarra, S.A. De C.V
Acabados y cortes textiles, S.A. De C.V.
Tavex
Revestimientos Porcelanite Lamosa





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Politel S.A. de C.V.
NEW DIE, S.A. DE C.V. GUSTAVO DÍAZ ORDAZ
ERCA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.
ALTEC MANUFACTURAS SA DE CV
ECO INDUSTRIAS SR, SA DE CV
ARCOMEX PLANTA TLAXCALA
INTEMEC SA DE CV

Fuente: elaboración propia DOE.

El sector que presentó un mayor número de actores fue el de gobierno, con 80. En su mayoría fueron representantes (presidentes municipales) de los municipios en la Subcuenca del Alto Atoyac. Cabe mencionar que, por cada municipio se tienen identificadas las problemáticas ambientales, estas se encuentran centradas en contaminación de aguas superficiales (ríos, lago, lagunas, presas etc.), descargas de aguas residuales domésticas e industriales.

El sector público participa con la presencia de 38 actores (en el cuadro 4.34 se presentan algunos de estos actores), los cuales provienen de diferentes lugares, como lo son instituciones de gobierno (PROFEPA y SEMARNAT); organismos encargados de la protección del agua, organismos públicos descentralizados, funcionarios públicos, instituciones de investigación sobre el agua, comisiones locales de Puebla y Tlaxcala entre otros.

Cuadro 4.34. Actores del Sector Público.

Comisión Nacional de Derechos Humanos
Organismo de Cuenca Balsas
Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua. Dirección Local Puebla
Coordinación General de Comunicación y Cultura del Agua. Dirección Local Tlaxcala
Instituto Nacional de Desarrollo Social (INDESOL)
Coordinación General de Ecología
Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla
Comisión Estatal de Salud y Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Tlaxcala
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA)
Programa de Restauración y Compensación Ambiental
Secretaría de Salud del Estado de Puebla
Secretaría de Salud del Estado de Tlaxcala
Presidencia Municipal de San Martín Texmelucan (Puebla)
Presidencia Municipal de Huejotzingo (Puebla)
Presidencia Municipal de Ixtacuixtla (Tlaxcala)



Presidencia Municipal de Tepetitla (Tlaxcala)
Presidencia Municipal de Nativitas (Tlaxcala)
Comisión Nacional Forestal
Comisión Nacional Forestal (Puebla)
Comisión Nacional Forestal (Tlaxcala)
Registro Agrario Nacional

Fuente: elaboración propia DOE.

Las sociedades civiles fueron representadas por tres actores (en el cuadro 4.35 se presentan algunos de estos actores), los cuales se enfocan en la regeneración de la Subcuenca del Atoyac y en la gestión del agua, así como activistas con una larga trayectoria en el cuidado de los recursos naturales.

Cuadro 4.35. Actores del Sector Civil.

Dale La Cara Al Atoyac A.C.
-----------------------------

Fuente: elaboración propia DOE.

El sector internacional está representado por siete actores (en el cuadro 4.36 se presentan alguno de estos actores), entre los que destacan: organizaciones derivadas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), comisiones económicas, comités de derechos económicos y cortes internacionales de derechos humanos.

Cuadro 4.36. Actores del Sector Internacional.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en colaboración con Fundación Coca-Cola
Tribunal Latinoamericano del agua
Oficina Para América Latina de la Coalición Internacional para el Hábitat.
ONU Medio Ambiente México
Comisión Económica para América Latina (CEPAL)
Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales
Corte Interamericana de Derechos Humanos

Fuente: elaboración propia DOE.

El último sector representando con un actor fue el religioso (en el cuadro 4.37 se presenta alguno de estos actores), donde el único actor presente trabaja para evitar la contaminación en el río Atoyac y reportar anomalías.

Cuadro 4.37. Actores del Sector Religioso.

Coordinadora Por Un Atoyac Con Vida
-------------------------------------

Fuente: elaboración propia DOE.



Los problemas socioambientales identificados en la Subcuenca del Alto Atoyac son diversos, debido al área que ocupa el ordenamiento, por lo que solo se mencionan los más representativos: cambios de uso de suelo; deforestación; erosión del suelo; calidad, contaminación y uso desmedido del agua; contaminación de acuíferos; escasez de agua; escasez de agua; plagas de árboles, entre otras.

Las problemáticas mencionadas en el párrafo anterior tienen relación con los actores presentes en la Subcuenca de Alto Atoyac. Los sectores agrario, civil, comunitario, público, sociedad civil y religioso están estrechamente relacionados con la Subcuenca porque habitan esta zona, por ello, si sucede algún cambio en la Subcuenca, lo identifican rápidamente y lo denuncian a las autoridades competentes.

El sector académico genera información sobre el estado de los recursos en la Subcuenca del Alto Atoyac, reflejado en las bases de datos (artículos científicos, tesis, notas científicas), que han inspirado el creciente interés de la comunidad académica y científica por estudiar los efectos de la degradación de los ecosistemas en esta Subcuenca.

El sector económico es un actor importante en la degradación en la subcuenca del Alto Atoyac, debido a que las actividades que realiza tienen un impacto significativo en los ecosistemas ya sea por una mala planeación o diseño en sus instalaciones, por un mal funcionamiento de sus plantas o simplemente por degradación en su estructura orgánica. Por tal motivo debe considerar actuar por la conservación de los ecosistemas, para así seguir aprovechando los recursos que provee.

El sector internacional casi siempre está formado por instituciones y organizaciones que se encargan de apoyar las decisiones y demandas de los sectores agrario, civil, comunitario, público, sociedad civil y religioso. También son los que se encargan de presionar al sector gobierno y económico de que se cumplan las demandas de los actores antes mencionados.

Uno de los actores más importantes es el de gobierno, que se encarga de conservar y aprovechar los ecosistemas y su biodiversidad, la prevención y control de la contaminación, la gestión integral de los recursos hídricos y el combate al cambio climático; este actor también se relaciona con los demás, debido a que es el organismo encargado de gestionar los recursos en el territorio y de atender las demandas de los otros actores.



## 5. PRONÓSTICO

Esta etapa tuvo como objetivo analizar la transformación del territorio originada por el desarrollo de actividades productivas y el aprovechamiento de recursos naturales, que permitan comprender las tendencias, anticipar los desafíos y diseñar políticas necesarias para lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.

El análisis consideró el comportamiento de las variables naturales, sociales y económicas predominantes en la región que pueden influir a futuro en la distribución del uso del suelo dentro el territorio, con base en tres escenarios: tendencial, contextual y estratégico. Para cada escenario se plantean las condiciones futuras de los usos del suelo, su aptitud y posible evolución de conflictos ambientales, con el objetivo de definir un patrón óptimo para la ocupación del territorio.

### 5.1 Escenarios

El futuro de la Cuenca del Alto Atoyac es incierto y una forma de reducir tal incertidumbre es a partir de lo que conocemos que sucedió anteriormente y el efecto que tuvo en los cambios que se registran. Pero también a partir de posibles escenarios que pudieran resultar de la intervención de los diferentes actores que contribuyen y median el desarrollo y aplicación de las políticas públicas.

El primero, **conceptual**, identifica las variables que determinan la dinámica territorial actual. Este escenario está marcado por relaciones intrincadas entre el territorio, los atributos ambientales, los sectores extractivos y productivos de la región, el desarrollo rural y urbano, los factores socioambientales y culturales, y la normatividad ambiental.

El segundo, **tendencial**, proyecta el modelo conceptual excluyendo la influencia de factores socioambientales y políticas públicas, suponiendo que las actividades actuales persistirán en el corto, mediano y largo plazo, como son las tendencias. Implícitamente evidente en la Cuenca del Alto Atoyac es la reducción del suelo agrícola de temporal y la de la cubierta forestal, atribuidas al crecimiento y expansión del área urbana, que se ha duplicado en la última década. Esto indica que las tendencias en las tasas de crecimiento poblacional y la naturaleza y estructura de los asentamientos se mantendrán sin cambios dentro del contexto del proceso de metropolización observado en el aglomerado urbano Puebla-Tlaxcala desde los años ochenta.

El tercero, **contextual**, toma en cuenta las iniciativas que se han diseñado y acciones que se han implementado en el territorio hasta la fecha. Bajo este escenario, se analiza el impacto de los programas de gobierno (como factor externo) que inciden en los





distintos municipios y confronta sus resultados con los del escenario tendencial, analizando la idoneidad de la aplicación de los programas gubernamentales en el desarrollo del territorio, el cumplimiento de las expectativas sociales de desarrollo y las áreas de mayor impacto (cambio positivo o negativo).

El **estratégico**, cuarto escenario que implica implementar las acciones de política pública que permitan contener la expansión física del área urbana, con la consecuente afectación de los bosques así como del matorral y pastizales (áreas con uso agrícola que permiten recarga de los acuíferos), mantener las ANP existentes, proteger superficie de bosque en las laderas del Iztaccíhuatl y de La Malinche, además de en ésta recuperar el área deforestada, proteger los humedales y, en suma, el manejo estricto de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) propuestas.

Finalmente, la imagen objetivo supondría recuperar bosques (de coníferas), mantener la superficie actual del área urbanizada, orientar el crecimiento demográfico hacia una ocupación que implemente estrategias de densificación absoluta y el uso más eficiente de la superficie urbanizada y urbanizable, así como de los bienes y servicios ambientales presentes en la Cuenca e inducir su restauración o resiliencia.

### **5.1.1 Modelo conceptual del sistema socioambiental**

Este modelo sirve como referencia fundamental para desarrollar los diferentes escenarios del pronóstico, reflejando la dinámica de la subcuenca del Alto Atoyac a partir de la magnitud de las interrelaciones y procesos entre los diversos componentes del sistema socioambiental: atributos ambientales, sectores extractivos y productivos de la región, desarrollo rural y urbano, y la normatividad ambiental.

Con el programa Mental Modeler, se definieron las relaciones positivas y negativas entre sectores y recursos naturales. Las relaciones entre las variables se determinaron en función de su interrelación ecosistémica, social y económica. El impacto se clasificó como positivo o negativo, asignando valores de 0.25 a 1 para relaciones positivas y de -0.25 a -1 para relaciones negativas. A continuación, se presenta una tabla con el significado de los valores numéricos y la escala de los criterios de juicio:

<b>Valor</b>	<b>Evolución de la relación</b>
1.00	Relación altamente beneficiosa
0.75	Relación muy favorable
0.50	Relación favorable



<b>Valor</b>	<b>Evolución de la relación</b>
0.25	Relación ligeramente favorable
0.00	Ausencia de relación
-0.25	Relación ligeramente desfavorable
-0.50	Relación desfavorable
-0.75	Relación muy desfavorable
-1.00	Relación altamente perjudicial

A continuación, se presenta una representación gráfica del modelo generado y su descripción. En esta, las flechas azules indican relaciones positivas de sinergia entre sectores y/o con el medio ambiente, mientras que las flechas rojas representan relaciones negativas o antagónicas.

Derivado de este análisis, se describe a continuación las principales relaciones entre los sectores, las actividades económicas y productivas, y los atributos ambientales (agua, suelo, aire y biodiversidad), así como con la salud humana. Estas relaciones fueron identificadas en las mesas de discusión de los Talleres de Participación Social (TPS), en las sesiones del Comité de Ordenamiento Ecológico del POERSAA, y mediante la revisión bibliográfica.



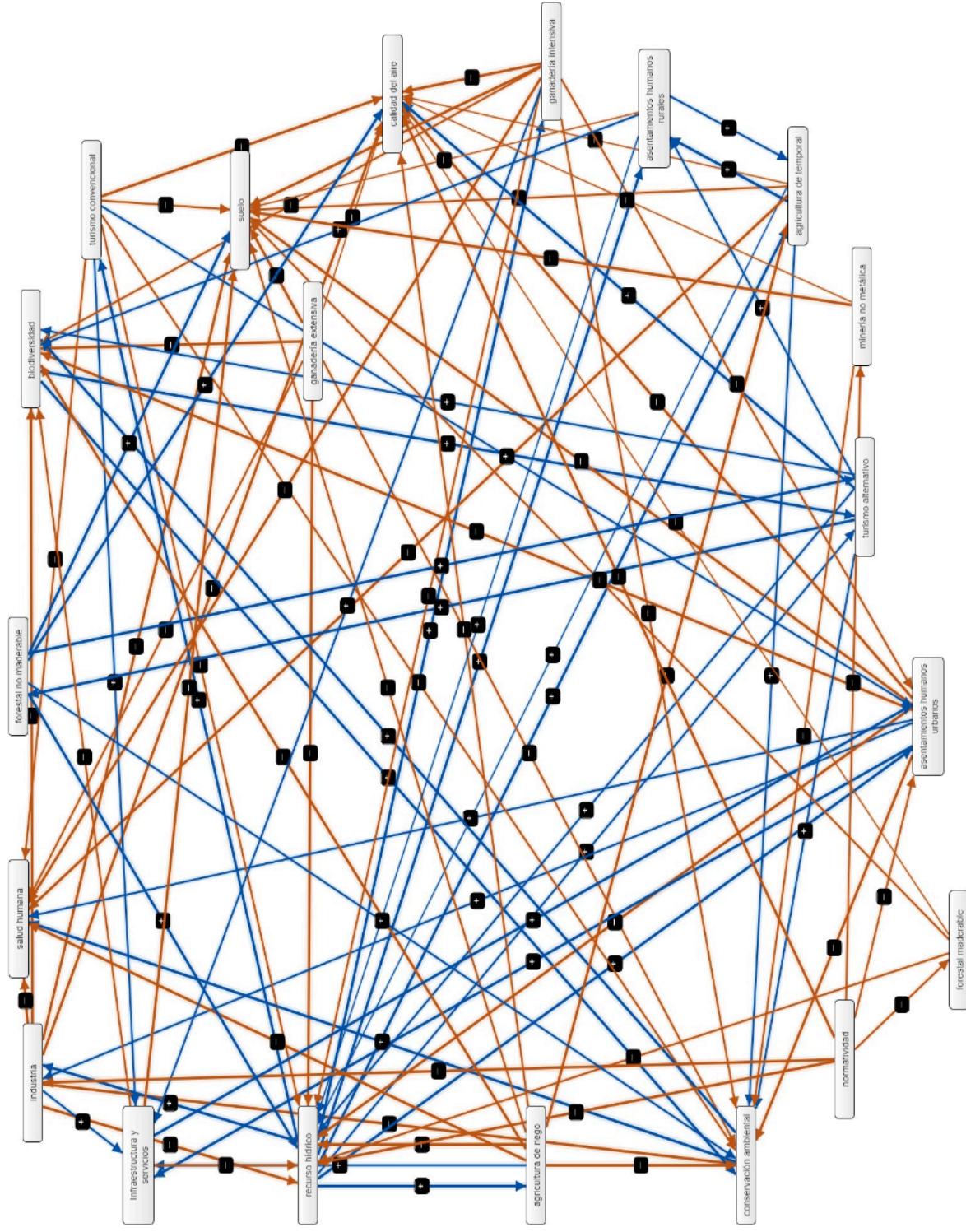


Gráfico 1. Representación gráfica del modelo socioambiental regional de la subcuenca del Alto Atoyac.



En la siguiente tabla se muestra la matriz de relaciones de la cual deriva la representación gráfica.

		Matriz del modelo socioambiental regional de la subcuenca de Alto Atoyac																		
	Industria	Biodiversidad	Recurso hídrico	Suelo	Agricultura de temporal	Ganadería extensiva	Asentamientos urbanos	Turismo convencional	Calidad del aire	Conservación ambiental	Turismo alternativo	Forestal maderable	Agricultura de riego	Ganadería intensiva	Asentamientos humanos rurales	Salud humana	Normatividad	Forestal no maderable	Infraestructura	Minería no metálica
Industria		-1	-1	-1					-1	-1									0.75	
Biodiversidad										1	1									
Recurso hídrico	1				1		1	1			0.5		1	1	1					
Suelo																				
Agricultura de temporal			0.25	-0.75					-0.25	0.5					1					
Ganadería extensiva		-1	-1	-1					-0.25	-0.75										
Asentamientos humanos urbanos	0.75	-1	-1	-1					-1	-1						0.75			1	
Turismo convencional			-0.75	-0.75			0.75		-1	-0.5									0.75	
Calidad del aire																				
Conservación ambiental		1														1				
Turismo alternativo		0.75	0.5						1	0.75					0.75			1		
Forestal maderable			-0.5	-0.5					-0.25											
Agricultura de riego		-1	-1	-0.75	-1				-0.75	-1									0.5	
Ganadería intensiva		-0.5	-0.75	-1			-0.5		-1	-0.75									0.75	
Asentamientos humanos rurales		0.5	0.25	-0.25	0.75															
Salud humana																				
Normatividad	-1		-1				-0.75		-1			-0.75								-0.75
Forestal no maderable			1	1					1	0.75	1									
Infraestructura		-0.75	-0.5	-1			1													
Minería no metálica				-1					-0.25	-0.5										





En el modelo se identifica que las principales problemáticas socioambientales están vinculadas al deterioro de los atributos ambientales como el agua, suelo, aire y biodiversidad, lo cual está estrechamente relacionado con la falta o insuficiencia en la aplicación de la normatividad por parte de los distintos niveles gubernamentales. Esto resulta preocupante, ya que existe una alta dependencia del recurso hídrico para el desarrollo de actividades económicas y productivas—agrícolas, ganaderas, industriales, urbanas, entre otras—, siendo esencial tanto para estas actividades como para la supervivencia humana y de los demás organismos que habitan la región.

El agravamiento del deterioro de la subcuenca del Alto Atoyac está fuertemente asociado con la expansión industrial, principalmente debido al uso intensivo de agua en los procesos productivos y a los efluentes industriales generados, los cuales contienen contaminantes químicos como metales pesados, solventes, ácidos y bases, que son altamente tóxicos para los ecosistemas y la salud humana. Esto se ve agravado por la escasa infraestructura y el alto costo del tratamiento de aguas residuales antes de su descarga en cuerpos de agua, lo que genera serios problemas de contaminación del suelo. Estos contaminantes penetran en el suelo y, con el tiempo, se filtran hacia los acuíferos subterráneos, comprometiendo la calidad del agua potable. Además, la contaminación del suelo afecta su fertilidad, dificultando el crecimiento de las plantas y altera los ecosistemas terrestres. En el caso de la subcuenca, la actividad industrial actual se presenta un riesgo directo para la salud humana, especialmente si las sustancias tóxicas se acumulan en la cadena alimentaria. Este problema es especialmente relevante en la industria textil y de confección, que opera en su mayoría de forma informal y clandestina en cientos de talleres familiares asentados en el municipio.

Por otro lado, la agricultura de riego tiene un impacto negativo considerable en el uso del agua, ya que requiere un uso intensivo del recurso para garantizar el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Este sector ejerce una gran presión sobre los recursos hídricos regionales y locales, especialmente en zonas donde el agua es escasa o compite con otros sectores, como la industria y los asentamientos urbanos. En la subcuenca del Alto Atoyac, la superficie destinada a la agricultura de riego es extensa, lo que implica un mayor impacto sobre los recursos hídricos, la degradación de ecosistemas acuáticos cercanos y la contaminación por el uso de agroquímicos. Además, el drenaje agrícola contribuye a la contaminación con nutrientes, como nitrógeno y fósforo, que pueden provocar eutrofización en cuerpos de agua, afectando la calidad del recurso hídrico y la salud de las comunidades que dependen de estas fuentes. Esto, junto con el desgaste del



suelo y la deterioración de la calidad del aire, genera efectos negativos en el ambiente y la biodiversidad.

Los asentamientos urbanos ejercen una presión constante sobre los recursos naturales, perjudicando la conservación ambiental. La expansión urbana destruye hábitats, fragmenta ecosistemas y amenaza a numerosas especies. Además, cubre grandes áreas con concreto, lo que degrada la calidad del suelo, reduce su fertilidad y capacidad de absorción de agua, aumentando el riesgo de inundaciones. La escorrentía arrastra contaminantes hacia ríos, deteriorando la calidad del agua, mientras que la creciente demanda hídrica conduce a la sobreexplotación de fuentes de agua.

Las actividades de extracción en la minería no metálica, específicamente de materiales pétreos, ejercen un impacto moderado sobre los recursos hídricos. Aunque no generan desechos tóxicos como ocurre en la minería metálica, el uso intensivo de agua en los procesos de extracción y lavado puede llevar a la sobreexplotación de las fuentes locales. Además, la minería no metálica, aunque afecta en menor medida la biodiversidad, puede provocar la pérdida de hábitats y la fragmentación del paisaje, lo que repercute negativamente en la flora y fauna de las zonas circundantes. Asimismo, estas operaciones generan polvo y partículas en suspensión que deterioran temporalmente la calidad del aire, especialmente durante la excavación, trituración y transporte de materiales.

El turismo convencional tiene un impacto significativo en los recursos hídricos, especialmente en destinos populares. La descarga inadecuada de aguas residuales por parte de hoteles, complejos turísticos y demás infraestructura de recreación contamina el agua, afectando la vida acuática y la calidad del agua para las comunidades locales. Además, el turismo masivo requiere grandes cantidades de agua para instalaciones como piscinas y jardines, lo que puede agravar la escasez en la región.

La expansión turística también contribuye a la deforestación, pérdida de hábitats y erosión del suelo debido a la remoción de vegetación y la compactación del terreno, alterando los paisajes naturales y reduciendo los servicios ecosistémicos. Estos impactos ambientales también repercuten en la salud humana, aumentando el riesgo de enfermedades respiratorias y gastrointestinales por la contaminación del aire y el agua.

La salud humana está estrechamente vinculada con la salud del territorio, y los cambios en el entorno biofísico, así como las dinámicas sociales y económicas, influyen directamente en el bienestar de la población. En la subcuenca, la tasa de mortalidad por



enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) ha aumentado significativamente en las últimas dos décadas, existiendo una correlación temporal entre el número de industrias y las defunciones. Se ha demostrado que los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) derivados de las emisiones del río Atoyac tienen efectos adversos en la salud humana, dependiendo del grado de exposición.

Por otro lado, sectores como la agricultura de temporal presentan un impacto bajo a moderado en la subcuenca. Aunque es necesario avanzar hacia sistemas productivos sostenibles que promuevan prácticas agroecológicas, este tipo de agricultura tiene un impacto menor en comparación con la agricultura de riego, ya que depende principalmente de las precipitaciones y no requiere riego artificial. Sin embargo, la agricultura de temporal enfrenta desafíos debido a la competencia con la agricultura tecnificada.

El aprovechamiento forestal maderable enfrenta desafíos en cuanto a la normatividad, dado que la tala ilegal sigue siendo una práctica común, lo que lleva a la degradación y fragmentación de hábitats, afectando la biodiversidad y poniendo en riesgo a especies vegetales y animales, algunas de ellas en peligro de extinción o endémicas. La tala selectiva de árboles maduros puede alterar los ecosistemas al eliminar especies clave que son fundamentales para la estructura y funcionamiento del bosque. No obstante, la adopción de prácticas de manejo forestal certificadas y sostenibles puede promover la conservación de la biodiversidad, asegurando que las operaciones forestales no comprometan la integridad ecológica de los bosques.

En contraste, el sector forestal no maderable tiene un impacto positivo significativo en los recursos hídricos, ya que contribuye a la protección de cuencas hidrográficas y a la regulación del flujo de agua. La conservación de los bosques para la recolección de productos no maderables, como frutos, hongos y plantas medicinales, ayuda a mantener la cobertura vegetal, crucial para la retención de agua en el suelo y la prevención de la erosión, además de preservar la estructura y fertilidad del suelo. Este sector también tiene un impacto positivo en la calidad del aire al apoyar la salud de los bosques, que actúan como sumideros de carbono fundamentales para mitigar el cambio climático. Además, las actividades de turismo alternativo en estos entornos fomentan un turismo responsable, que protege la integridad del suelo y minimiza la compactación y degradación a través de prácticas adecuadas de manejo y educación ambiental.



## 5.1.2 Escenario tendencial

### 5.1.2.1 Cobertura del suelo

A partir de los datos de usos de suelo y vegetación, Series I a VII de INEGI, se delimitó el área de la Cuenca del Alto Atoyac Puebla-Tlaxcala (CAA), para elaborar un análisis espacio-temporal de las diferentes coberturas y usos, lo que permitió estimar la tasa de cambio de uso de suelo en el periodo de 1985 a 2018, y proyectarlos a corto (2030), mediano (2040) y largo plazo (2050). Las categorías relevantes e insumos utilizados se describen en el Cuadro 5.1. El mapa de uso de suelo y vegetación del año 2024 se generó a partir del procesamiento y clasificación supervisada de imágenes de satélite (ImSat) del sensor Landsat 7 del año 2022<sup>23</sup> y rectificación de clases con apoyo de imágenes del sensor Airbus de 2024.

Para la coherencia del análisis de las series de uso de suelo y vegetación de INEGI se realizó una homologación de las diferentes clases a partir de la serie VII, lo que permitió la comparación y detección del cambio a partir de 12 clases: Agricultura de Temporal, Agricultura Riego y Humedad, Área Sin Vegetación Aparente, Asentamientos Humanos, Bosque Cultivado Plantación Forestal, Bosque Primario, Bosque Secundario, Cuerpo de Agua, Matorral, Pastizal, Pradera de Alta Montaña, y Tular. Dichas coberturas y superficies relativas se representan en el Mapa 5.2 y el Cuadro 5.2.

Cuadro 5.1. Datos de uso del suelo y vegetación utilizados en el análisis espacio-temporal.

Capa de información	Escala	Formato	Año	Fuente
<b>Serie I (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	1985	INE - INEGI (1997)
<b>Serie II (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	1993	INEGI (2001)
<b>Serie III (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	2002	INEGI (2005)
<b>Serie IV (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	2007	INEGI (2009)
<b>Serie V (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	2011	INEGI (2013)
<b>Serie VI (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	2014	INEGI (2016)
<b>Serie VII (continuo nacional)</b>	1:250,000	Vectorial	2018	INEGI (2018)
<b>Uso de Suelo y Vegetación (ImSat)</b>	1:150,000	Vectorial	2022	Elaboración propia

<sup>23</sup> Imágenes Landsat 7 de fecha del 22 de noviembre del 2022 y un índice de nubosidad de 2%.





A partir del comparativo entre la serie más antigua y reciente de INEGI, así como del mapa de uso de suelo generado en 2024 (ImSat), se observó que inicialmente la mayor parte del suelo de la subcuenca del Alto Atoyac estaba ocupada por cultivos de temporal y riego. El primero distribuido ampliamente por todo el territorio, particularmente en los municipios de Tlaxco, Puebla, Tlahuapan, Hueyotlipan, Huejotzingo, Tetla de la Solidaridad, Terrenate, Amozoc, Españita y Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, mientras que el segundo se localizaba principalmente en las porciones centrales de la Cuenca (municipios de Huejotzingo, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, San Pedro Cholula, Zacatelco, San Andrés Cholula, Tepetitla de Lardizábal, Panotla y Nativitas, entre otros).

En 1985, el área urbana ocupaba una porción incipiente del territorio, localizada principalmente en los municipios de Puebla, San Pedro Cholula, Chiautempan y San Andrés Cholula. De manera adicional, las zonas boscosas empezaban a mostrar el cambio de uso a tierras de cultivo hacia el oriente y poniente de las laderas volcánicas del Iztaccíhuatl y La Malinche, y hacia las porciones periféricas al noreste, sur y sureste de la zona de estudio.

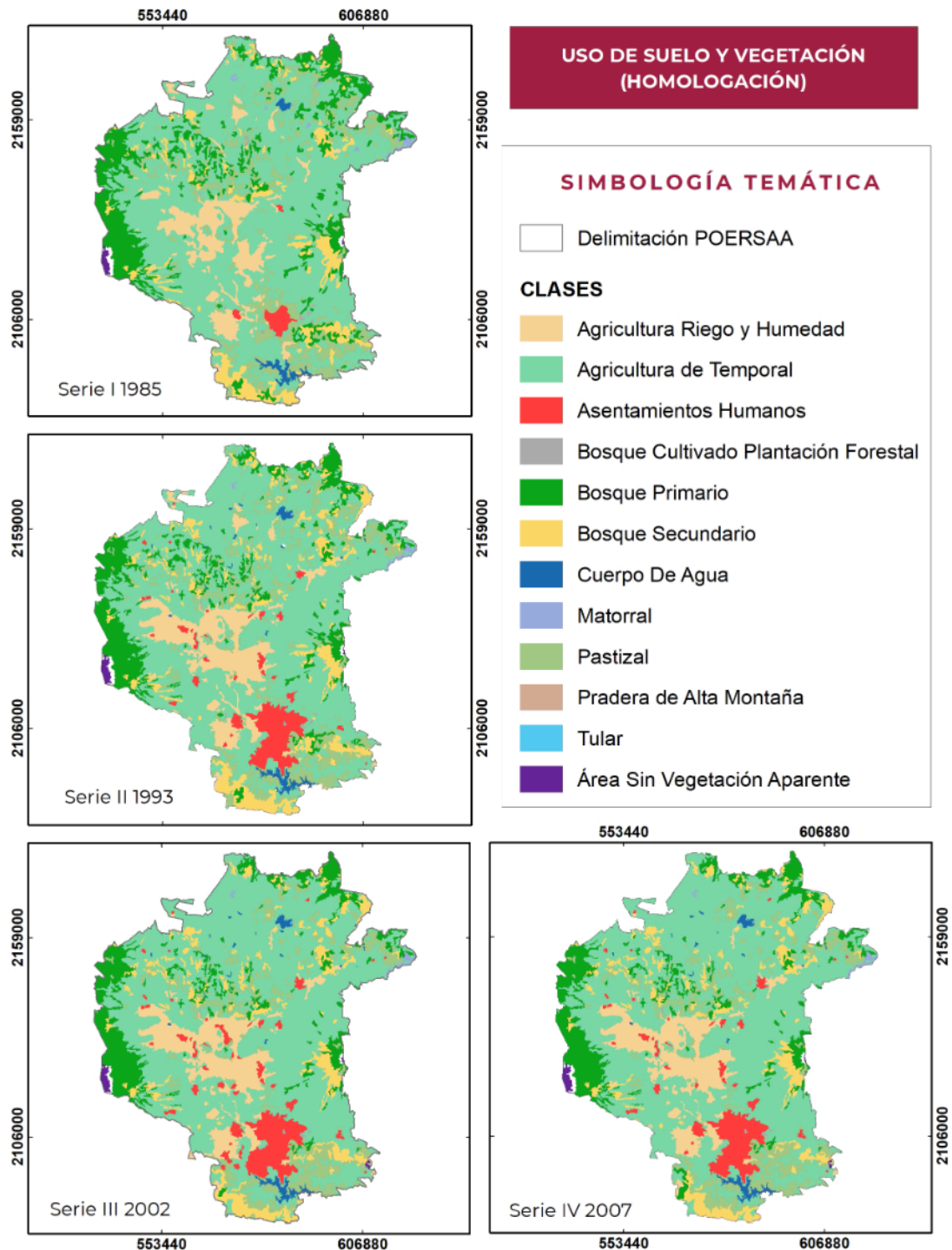
El área de pastizal inducido, sobresaliente en los municipios de Puebla, Cuautinchán y Tlaxco, mantenía una dinámica constante teniendo como principal amenaza la expansión del suelo urbano, tales cambios de cobertura pueden apreciarse en los mapas comparativos de uso de suelo y vegetación, Series I a VII.

El Mapa 5.1 y Mapa 5.2, muestra un deterioro lento de las zonas boscosas de las laderas hacia el oriente y poniente del área de la subcuenca, no obstante, el cambio de bosque hacia áreas de cultivo, tulares y pastizales es mayor en el sur y suroriente de la Cuenca, en los municipios de Ocoyucan, Puebla, Amozoc y Cuautinchán. Del mismo modo, se observa el crecimiento de las áreas urbanas, en los municipios del centro (Tlaxcala y municipios periféricos) y hacia el sur (Puebla y San Andrés Cholula).

El Cuadro 5.2 y la Gráfica 5.1, da cuenta de la dominancia histórica en el territorio de la subcuenca del Alto Atoyac de tres usos principales que, en conjunto, ostentan el 78.6% de la superficie total actual del área sujeta a ordenamiento. Estos usos corresponden a la agricultura de temporal con el 46.59%, los asentamientos humanos con el 17.86% y el bosque secundario con el 14.21%.



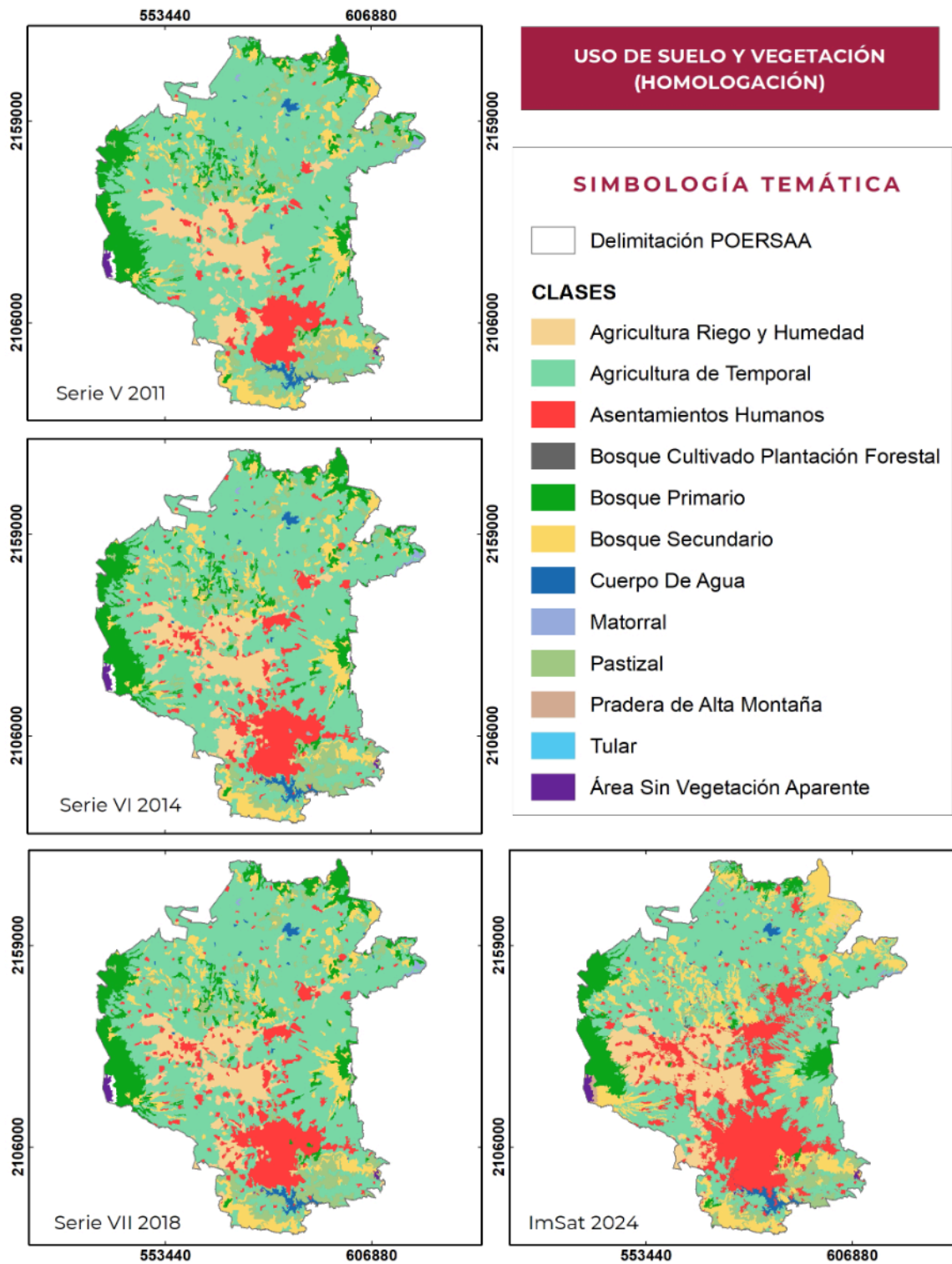
Mapa 5.1. Región del Alto Atoyac: Usos del suelo y vegetación, Series I, II, III y IV.



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



Mapa 5.2. Región del Alto Atoyac: Usos del suelo y vegetación, Series V, VI, VIII e ImSat.



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



En los Cuadro 5.2 y Cuadro , se muestra que el uso de suelo con mayor superficie perdida es el de agricultura de temporal que pasó de 289,269.3 ha en 1985 a 234,864.4 ha en 2024 (54,404.9 ha menos); seguido del bosque, que registró una pérdida de 38,499.5 ha (de 72,091.1 a 33,591.6 ha), y posteriormente el pastizal cuya superficie original disminuyo en 39,220.6 ha (de 55,547.0 a 16,326.4 ha).

En contraparte, el área urbana aumentó de 4,279.5 ha en 1985 a 90,013.7 ha en 2024 (incremento de 8,5734.2 ha).

Si bien el uso de agricultura de riego y humedad también ha aumentado su superficie en 9,633.2 ha (de 39,939.7 ha en 1985 a 42,845.6 ha en 2018), este cambio ha sido paulatino y menos disperso que los usos principales (ver Cuadro 5.2 y Cuadro ).

Las categorías de uso del suelo y vegetación con representación menor la subcuenca del Alto Atoyac corresponde al bosque cultivado, tular, pradera de alta montaña, matorral y las áreas sin vegetación aparente o desprovistas de vegetación, que en conjunto equivalen al 1.6% de la superficie total. Para el caso del bosque cultivado y el matorral la tendencia espacial (1985-2018) es la reducción de sus superficies, 632.4 ha y 791.6 ha, respectivamente. En oposición, las condiciones naturales han permitido la recuperación y hasta cierto punto, ampliación de la superficie de tular y pradera de alta montaña.

Por la escala de trabajo del último corte de información disponible (2024), la estimación de superficie puede verse elevada de manera significativa en diferentes categorías, no obstante, se mantiene la tendencia histórica del uso de suelo teniendo como excepción de las superficies estimadas para el Bosque Cultivado Plantación Forestal y el área de pastizales.

Bajo el contexto general histórico, el cambio de uso de suelo se caracteriza por su amplitud e intensidad: se pierde buena parte de las zonas de agricultura de temporal y, en menor medida, pero de manera importante, las zonas de agricultura de riego, localizadas en las porciones centrales y hacia el sur de la subcuenca. El proceso de cambio más crítico corresponde a las áreas urbanas, que crecen hacia el sur y nororiente, consolidando la zona metropolitana de Puebla-Tlaxcala, que se expande físicamente sobre el suelo de agricultura de temporal y de riego además del bosque y pastizal.

En el corte de 2024, se observa que las escasas zonas de bosques primarios del centro-norte y sur, se han perdido o deteriorado aún más, dando paso al bosque secundario, agricultura de temporal, pastizal y principalmente área urbana.



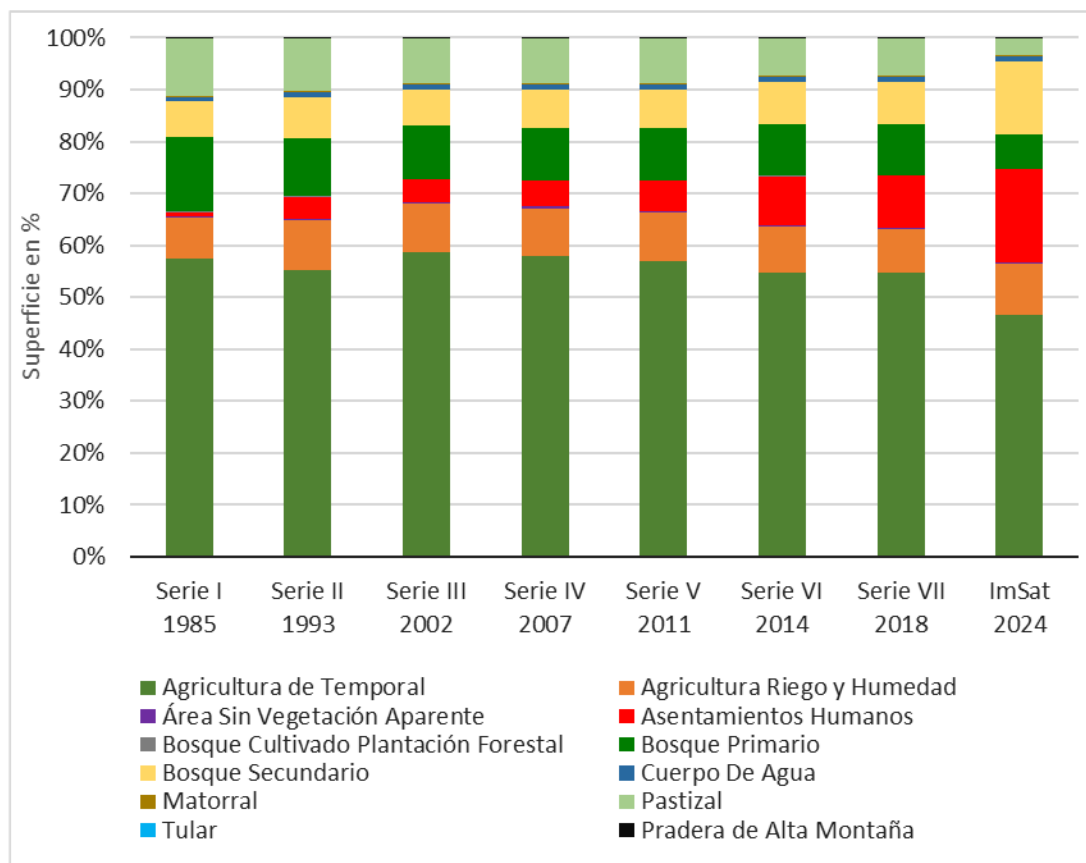


Cuadro 5.2. Superficies relativas de uso de suelo en la subcuenca del Alto Atoyac.

USO DE SUELO	SERIES							SATÉLITE
	Serie I 1985	Serie II 1993	Serie III 2002	Serie IV 2007	Serie V 2011	Serie VI 2014	Serie VII 2018	ImSat 2024
Agricultura de Temporal	57.38	55.26	58.75	57.82	56.87	54.77	54.62	46.59
Agricultura Riego y Humedad	7.92	9.63	9.30	9.35	9.35	8.90	8.50	9.83
Área Sin Vegetación Aparente	0.23	0.26	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.34
Asentamientos Humanos	0.85	4.21	4.43	5.07	6.01	9.34	10.09	17.86
Bosque Cultivado Plantación Forestal	0.13	0.08	0.07	0.07	0.06	0.09	0.01	0.03
Bosque Primario	14.30	11.27	10.25	10.06	9.99	9.80	9.73	6.66
Bosque Secundario	6.87	7.89	7.03	7.40	7.50	8.30	8.27	14.21
Cuerpo De Agua	0.70	0.83	0.83	0.85	0.85	0.85	0.85	0.88
Matorral	0.35	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.19	0.12
Pastizal	11.02	10.09	8.61	8.64	8.62	7.18	7.17	3.24
Tular	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Pradera de Alta Montaña	0.24	0.25	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia con base en las Series de INEGI, e interpretación de imágenes de satélite del año 2022 (ImSat).

Gráfica 5.1. Distribución porcentual de los usos del suelo en la subcuenca del Alto Atoyac.



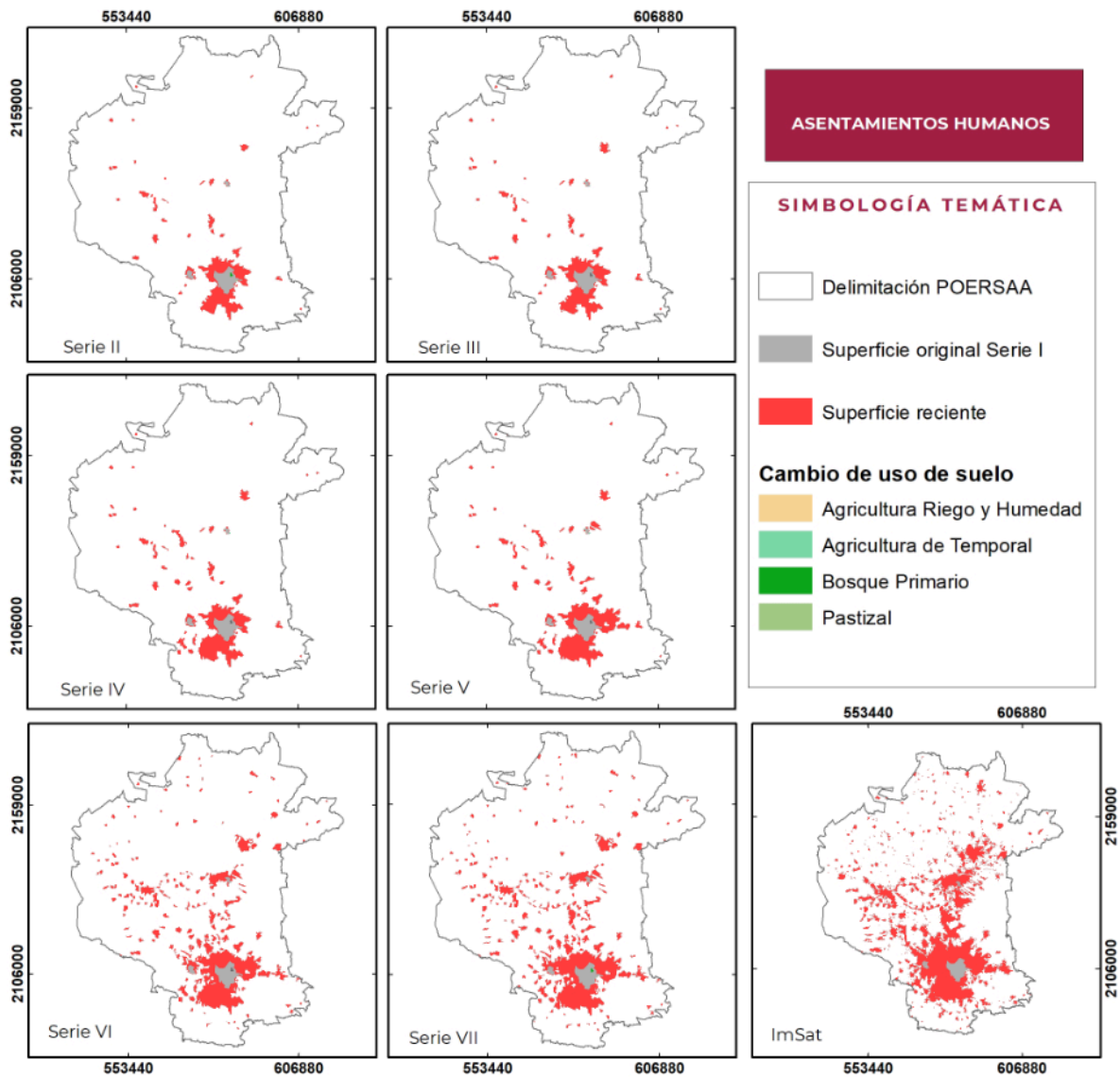
Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



Como se muestra en el Mapa 5.3, el área urbanizada se ha consolidado y su expansión física va en aumento. Los municipios de Puebla, San Pedro Cholula, Chiautempan y San Andrés Cholula que en 1985 presentaban una superficie urbanizada de 3,626.9, 293.3, 220.8 y 138.6 ha, incrementaron su superficie a 25,279.6, 47,99.4, 17,11.5 y 3,516.7 ha, en 2024. Asimismo, pequeñas comunidades anteriormente incipientes, evolucionaron a espacios urbanos con superficies entre las 3,500 y 1,000 ha. Como ejemplos de este orden de crecimiento tenemos a las localidades urbanas de los siguientes municipios: San Martín Texmelucan, Amozoc, Cuautlancingo, Huejotzingo, Tlaxcala, Apizaco, Tlaxco, Ocoyucan, Coronango, Tetla de la Solidaridad, Yauhquemehcan, Tlahuapan, San Pablo del Monte, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Papalotla de Xicohtécatl, Contla de Juan Cuamatzi, San Salvador el Verde y Zacatelco.



Mapa 5.3. Evolución del suelo urbano, 1985-2024.

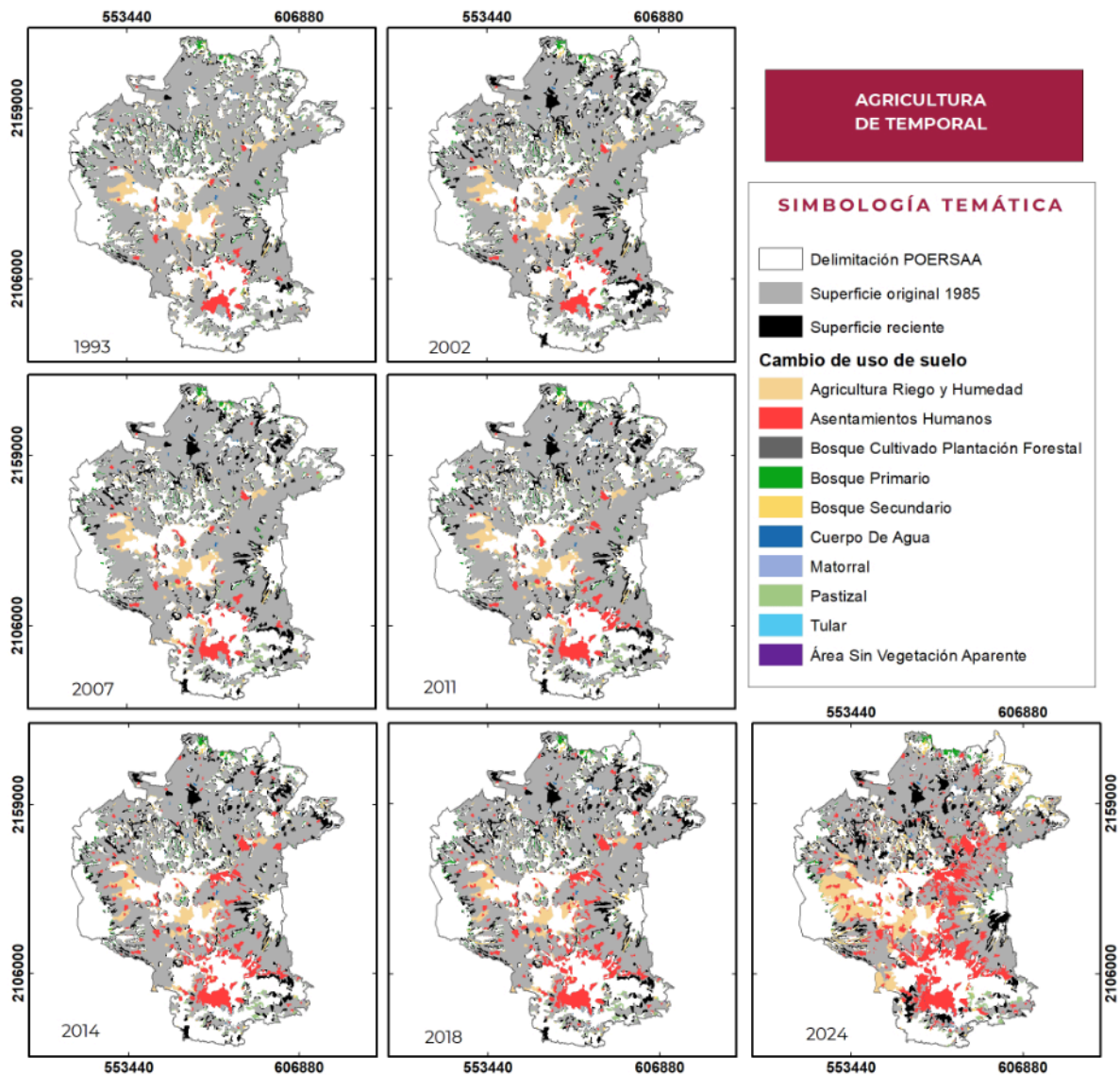


Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

Conforme al Mapa 5.3, los principales usos de suelo que fueron sustituidos para el aprovechamiento urbano corresponden a pastizales, terrenos agrícolas de temporal y de riego, y superficies asociadas al bosque primario.



Mapa 5.4. Evolución del uso de suelo: Agricultura de temporal, 1985-2024.



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

En lo que concierne a la agricultura de temporal (anual, anual permanente, anual semipermanente y semipermanente), este es el uso que más se ha reducido en toda la subcuenca. En el Mapa 5.4 se aprecia la pérdida de su superficie por su cambio a asentamientos humanos y agricultura de riego principalmente. Actualmente, los municipios con mayor uso asociado a la agricultura de temporal son Tlaxco (33,255.7 ha), Hueyotlipan (14,394.4 ha), Puebla (13,692.8 ha), Tlahuapan (11,246.6 ha), Tetla de la Solidaridad (10,211.2 ha), Españita (10,148.1 ha), Terrenate (8,746.5 ha), Atlangatepec (8,571.2 ha), Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (7,931.9 ha), Sanctórum de Lázaro Cárdenas (7,843.2



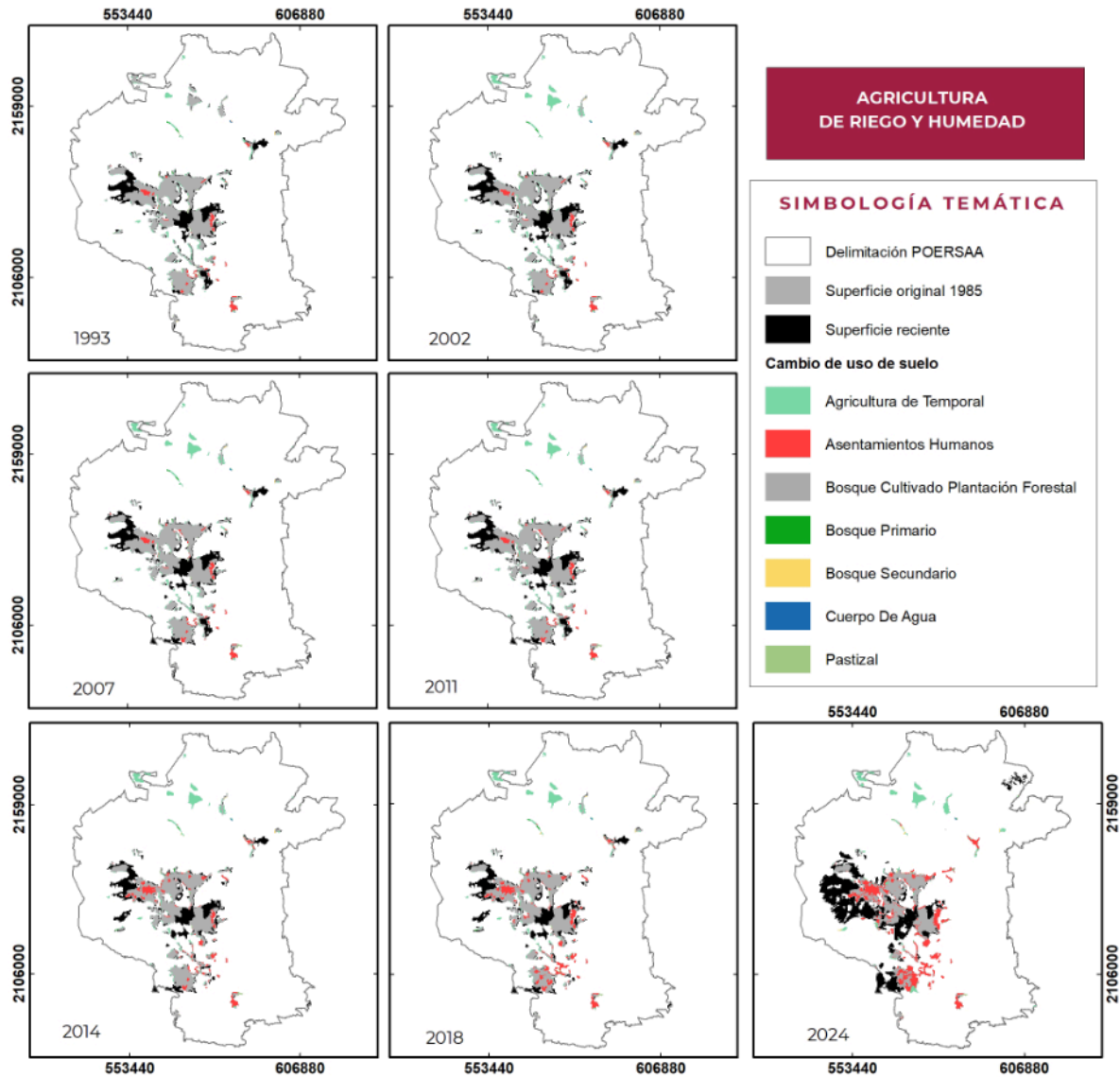


ha), Xaltocan (7,191.0 ha). La mayor tasa de cambio (-) se suscitó entre los años 1985-1993, y los años 2011-2024.

Por otra parte, el desarrollo de la actividad agrícola de riego se localiza actualmente en la parte centro y suroeste de la subcuenca Alto Atoyac, principalmente en los municipios de Tlahuapan (4,716.8 ha), San Martín Texmelucan (4,627.7 ha), Huejotzingo (4,333.3 ha), Nativitas (3,327.6 ha), San Salvador el Verde (3,315.8 ha), San Jerónimo Tecuanipan (2,766.9 ha), San Felipe Teotlalcingo (2,554.9 ha), Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (2,505.3 ha), Chiautzingo (2,434.7 ha), San Matías Tlalancaleca (2,327.0 ha) y San Pedro Cholula (2,024.6 ha).



Mapa 5.5. Evolución del uso de suelo: Agricultura de riego y humedad, 1985-2024.



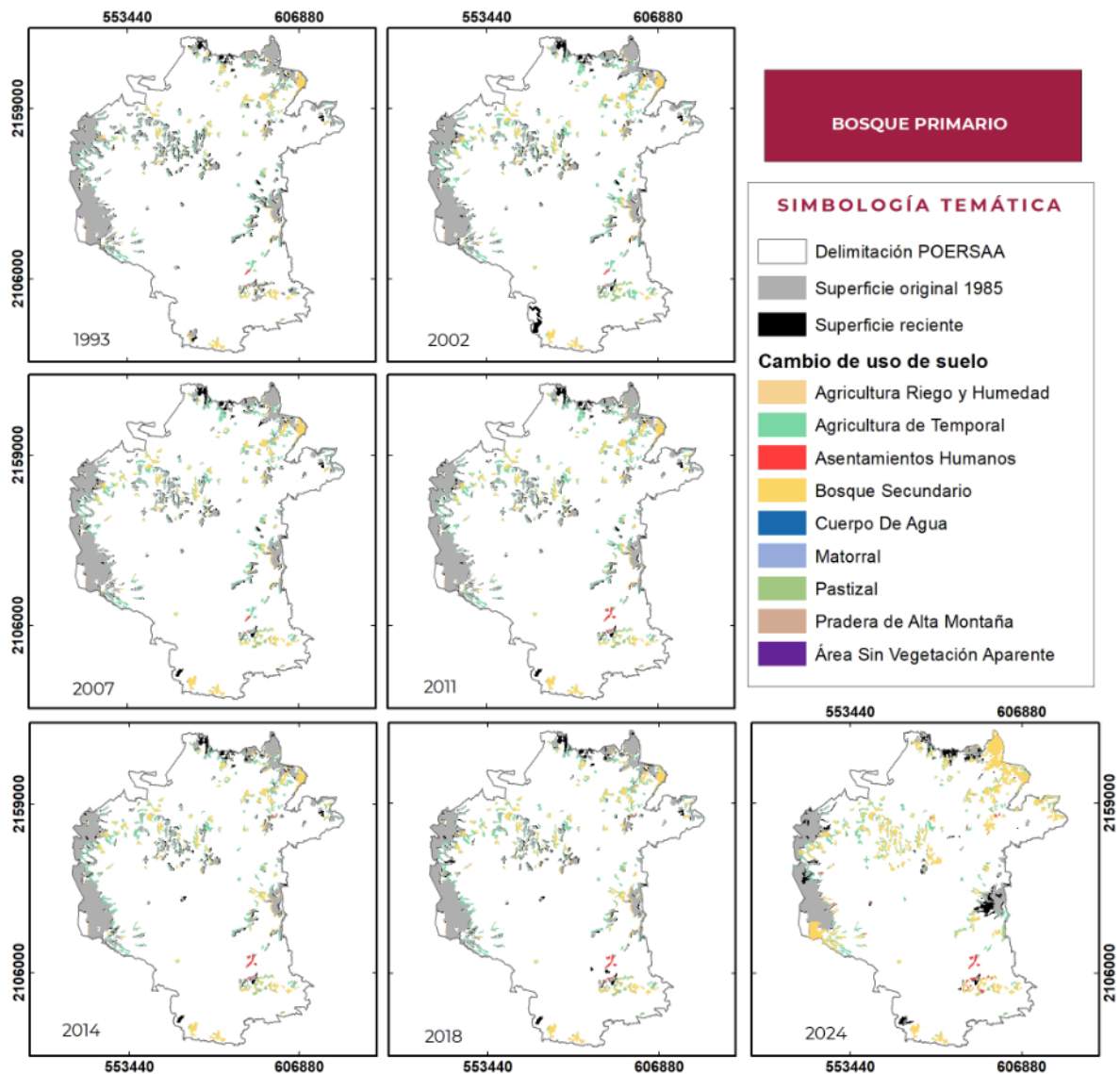
Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

Prácticamente en todos los municipios en donde se practica la agricultura de riego se han llevado a cabo cambios de uso de suelo, no obstante, la reducción más significativa es hacia los asentamientos humanos en los municipios de San Martín Texmelucan, Calpan, San Salvador el Verde, Huejotzingo, San Miguel Xoxtla, Puebla, Chiautzingo, Tlahuapan, Cuautlancingo, Cuautinchán, San Andrés Cholula, Coronango, Juan C. Bonilla, San Gregorio Atzompa, San Jerónimo Tecuanipan, Ocoyucan, San Felipe Teotlalcingo, San Matías Tlalancaleca, San Pedro Cholula y Papalotla de Xicohtécatl.



El bosque primario, conformado por Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque de Táscate, se localiza al noreste y oeste del territorio, con mayor superficie en los municipios de Tlahuapan (11,450.1 ha), Tlaxco (4,251.4 ha), San Salvador el Verde (3,663.3 ha), Nanacamilpa de Mariano Arista (3,594.8 ha), San Francisco Tetlanohcan (2,727.0 ha), Teolocholco (2,078.6 ha) y Chiautzingo (1,803.8 ha).

Mapa 5.6. Evolución del uso de suelo: Bosque Primario, 1985-2024.



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



El bosque de pino localizado al oeste entre las cadenas montañosas del volcán Iztaccíhuatl, y los cerros El Guajolote y Monte Tláloc, y al este en el volcán La Malinche, es el ecosistema mejor conservado en su estado primigenio (ver Etapa de Caracterización). Su preservación está asociada a instrumentos que regulan el cambio de uso de suelo con fines de conservación y manejo de ecosistemas. Los bosques de táscate también conforman esta comunidad de transición, así como los bosques de encino-pino en sus diferentes fases, ver Mapa 5.6. Adicionalmente, estas comunidades vegetales también entran en contacto con la pradera de alta montaña, ecosistema que por restauración natural ha sumado superficie al bosque primario.

En la subcuenca del Alto Atoyac la disminución de la superficie boscosa está relacionada principalmente con la degradación del estrato arbóreo y su transición a bosque secundario, al cambio de uso del suelo para cultivos agrícolas de temporal y riego, actividades pecuarias y para los asentamientos humanos. Aunque existen otros aprovechamientos que también impactan la superficie boscosa, estos son menos significativos que los usos mencionados anteriormente.

Por su parte, el bosque secundario que representa vegetación natural que ha sido eliminada o alterada por diversos factores humanos o naturales, y se regenera en una cubierta vegetal con estructura y composición florística heterogénea, agrupa los usos de vegetación secundaria arbórea, arbustiva y herbácea de Bosque de Pino, Encino, Pino-Encino, Encino-Pino y Táscate, ver Mapa 5.7. Los municipios con la mayor superficie de bosque secundario son Tlaxco (16,050.6 ha), Puebla (6,894.3 ha), Terrenate (4,988.9 ha), Tetla de la Solidaridad (4,674.8 ha), Ocoyucan (3,750.3 ha), Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (3,627.2 ha), Españita (3,272.4 ha), Huejotzingo (3,079.8 ha), Amozoc (2,881.2 ha), Tlahuapan (2,542.4 ha), Xaltocan (2,483.5 ha), Hueyotlipan (2,304.6 ha), Cuautinchán (2,242.7 ha), Sanctórum de Lázaro Cárdenas (1,731.6 ha), Panotla (1,503.5 ha), Teolocholco (1,215.4 ha), y Calpan (1,037.4 ha).

El área de ordenamiento, caracterizada históricamente por sus extensos pastizales, contaba con una superficie total de 55,547,0 ha en 1985 la cual se redujo a 36,145,5 ha en 2018. Este uso, actualizado en 2024, reporta el valor más bajo de cobertura en 39 años: 16,326,4 ha. Una vez establecido, esta comunidad vegetal dominada por gramíneas presentes como consecuencia del desmonte de la vegetación, como fase de sucesión; durante la época seca, están sometidos a incendios inducidos por los ganaderos para estimular y acelerar el desarrollo de follaje nuevo, de ahí que la actividad pecuaria y agrícola figuren entre los principales usos a los que transita este uso del suelo. También,

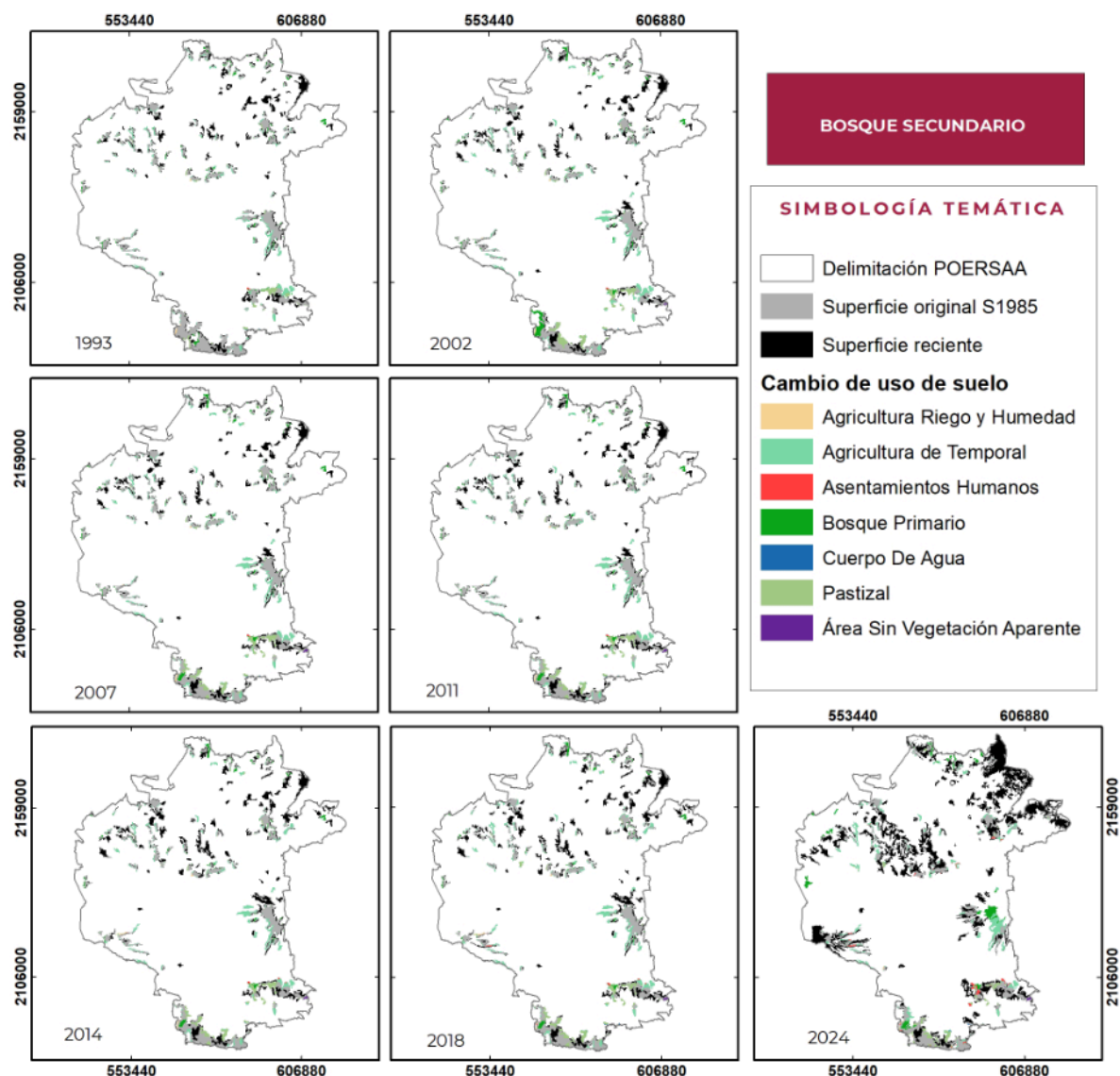




es importante señalar que el abandono de actividades productivas primarias, la migración a los centros urbanos y el impulso de las actividades económicas terciarias a nivel regional ha propiciado que una superficie significativa de pastizales transite hacia bosque secundario como puede observarse en el Mapa 5.8.

La mayor cobertura de pastizales en la subcuenca del Alto Atoyac se localiza en los municipios de Cuautinchán (6,669.8 ha), Puebla (4,259.4 ha), Ocoyucan (1,196.6 ha), Amozoc (1,043.9 ha), Terrenate (804.7 ha), Ixtacuixtla de Mariano Matamoros (695.3 ha), Tlaxco (609.3 ha) y Tetla de la Solidaridad (477.4 ha).

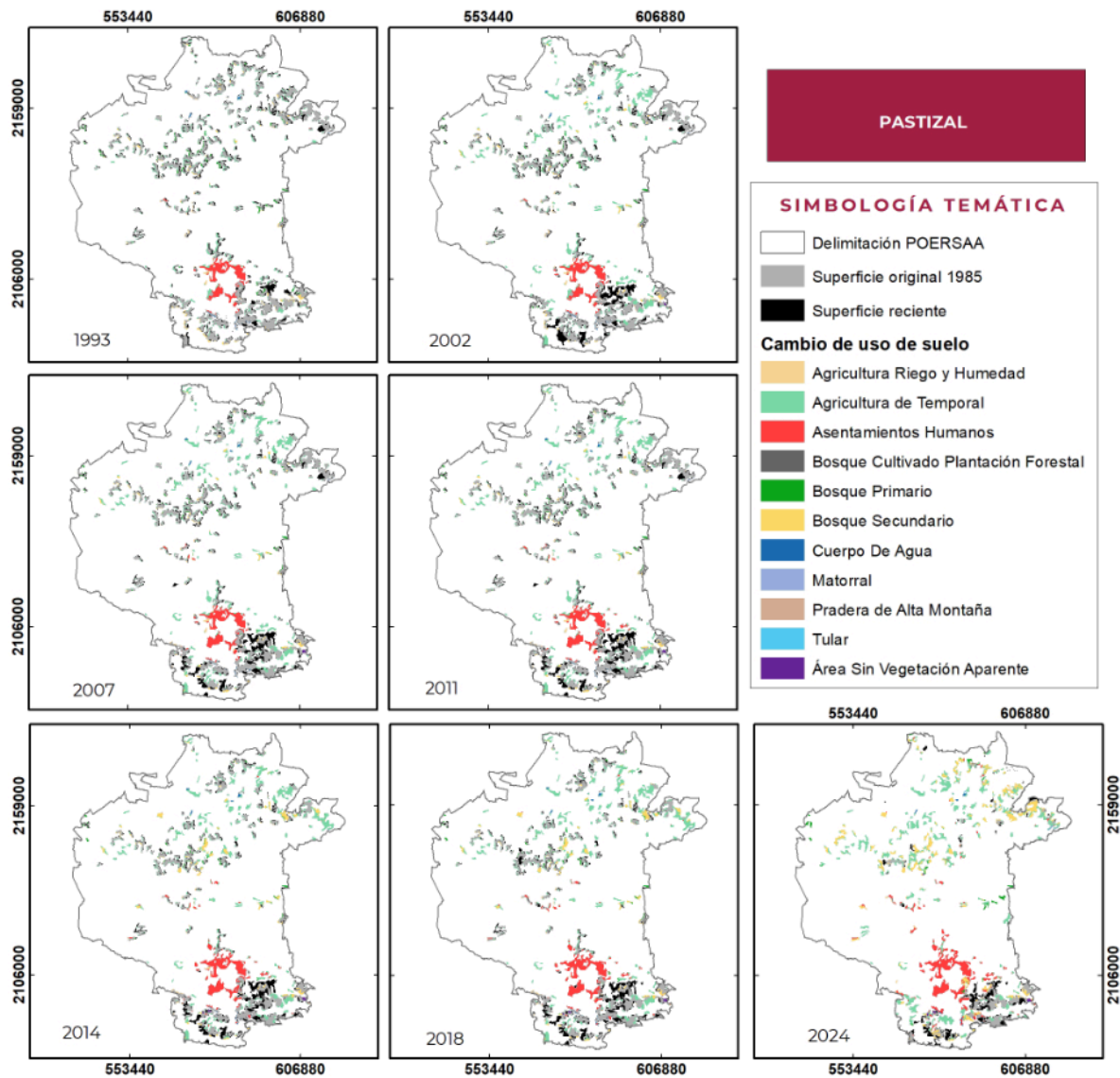
**Mapa 5.7. Evolución del uso de suelo: Bosque Secundario, 1985-2024.**



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



Mapa 5.8 . Evolución del uso de suelo: Pastizal, 1985-2024.



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

### 5.1.2.2 Pronóstico tendencial del cambio de uso de suelo en la Cuenca del Alto Atoyac a 2030, 2040 y 2050.

Con base en los cortes de uso de suelo (1985, 1993, 2002, 2007, 2011, 2014 y 2018), se cuantificaron las áreas por cada uso predominante para poder analizar su evolución y tendencia al corto, mediano y largo plazo.

El comportamiento generalizado de la pérdida de suelo y el crecimiento de los usos dedicados a la agricultura de temporal, agricultura de riego y asentamientos humanos puede observarse en el Cuadro .



Con base en los datos obtenidos para los cortes de uso de suelo, se elaboró un modelo lineal para pronosticar la participación porcentual por cada uso de suelo para los años 2030, 2040 y 2050. En principio, se calcularon las tasas de crecimiento entre cada período con el objetivo de analizar el comportamiento de los cambios en el período de tiempo analizado. De manera previa también se elaboraron algunos ensayos con modelos alternativos de proyecciones de poblacional (lineal, geométrico, exponencial e hiperbólico), para estimar el comportamiento futuro, pero estas técnicas no mostraron un desempeño lógico hacia el corte futuro. Por ello, se decidió calcular un modelo econométrico de regresión lineal por cada uso de suelo con base en la participación porcentual en los siete puntos de corte; esta técnica permite estimar un comportamiento más ajustado, tomando en consideración la evolución de todos los datos a lo largo del tiempo y minimizando el sesgo del último corte; lo que permite estimar una tendencia generalizada hacia el futuro. Como resultado, se obtuvo el pronóstico que se muestra en el Cuadro . Este ejercicio permitió, a su vez, elaborar estimaciones sobre las hectáreas de suelo resultantes para cada corte del pronóstico (2030, 2040 y 2050).

Una vez homologadas las clases de cada capa de información sobre uso de suelo y vegetación, éstos fueron sometidos a un conjunto de procedimientos destinados a establecer relaciones y análisis entre dos o más capas (geoprocesamiento) entre los que destaca la aplicación de las siguientes operaciones: disolver, intersección, álgebra de mapas y exportación de bases de datos. Para cada geoproceso se obtuvo una nueva cobertura vectorial y tabla de atributos con el uso de suelo anterior y el comparado (más reciente), así como su correspondiente cálculo de superficie e identificador de clase que permitió estimar las tasas de cambio (Chuvieco, 1998).

Por la escala y precisión de la capa de uso de suelo y vegetación de 2024, y teniendo como punto de inflexión la mezcla y generalización de las coberturas homólogas definidas en las series de INEGI, se decidió no utilizar esta cobertura para el análisis proyectivo. El cambio de uso de suelo o tasa de cambio anual se obtuvo usando la ecuación propuesta por la FAO (1996) y citada por Ruiz et al., (2013):

Donde:

$$TDA = \frac{S_2^{1/n}}{S_1} - 1$$

TDA: tasa de cambio anual:

S<sub>2</sub> = superficie fecha 2,

S<sub>1</sub> = superficie en la fecha 1,

n = es el número de años entre las dos fechas



Cuadro 5.4. Pronóstico de uso de suelo (superficie en hectáreas) de la Región Cuenca del Alto Atoyac a 2030, 2040 y 2050, escala 1:250,000.

USO DE SUELO	SERIES										PRONÓSTICO (HA)		
	Serie I 1985	Serie II 1993	Serie III 2002	Serie IV 2007	Serie V 2011	Serie VI 2014	Serie VII 2018	2030	2040	2050			
Agricultura de Temporal	289,269.3	278,568.2	<b>296,168.7</b>	291,466.2	286,705.3	276,104.6	<b>275,366.2</b>	277,920.3	275,242.2	272,564.05			
Agricultura Riego y Humedad	<b>39,939.7</b>	<b>48,561.6</b>	46,868.4	47,118.3	47,121.7	44,866.6	42,845.6	46,626.8	47,130.5	47,634.15			
Área Sin Vegetación Apparente	<b>1,147.2</b>	1,328.7	1,423.3	1,458.4	1,461.0	1,534.6	<b>1,568.3</b>	1,717.9	1,834.8	1,951.65			
Asentamientos Humanos	<b>4,279.5</b>	21,215.7	22,313.3	25,556.1	30,292.8	47,104.7	<b>50,884.6</b>	<b>61,131.5</b>	<b>73,702.2</b>	<b>86,272.97</b>			
Bosque Cultivado Plantación Forestal	<b>667.9</b>	396.6	346.6	346.8	313.3	453.6	<b>35.4</b>	53.0	-68.7	-190.32			
Bosque Primario	<b>72,091.1</b>	56,807.4	51,659.0	50,700.9	50,343.7	49,384.6	<b>49,069.6</b>	<b>38,328.1</b>	<b>32,119.3</b>	<b>25,910.39</b>			
Bosque Secundario	<b>34,637.7</b>	39,795.2	35,437.3	37,325.3	37,794.4	<b>41,821.9</b>	41,699.6	42,497.1	44,106.5	45,715.89			
Cuerpo De Agua	<b>3,527.6</b>	4,164.4	4,173.1	4,262.0	4,263.9	<b>4,307.3</b>	4,307.3	4,650.4	4,847.5	5,044.54			
Matorral	<b>1,748.0</b>	1,093.7	1,093.8	1,115.4	1,115.8	1,118.3	<b>956.4</b>	746.8	579.3	411.91			
Pastizal	<b>55,547.0</b>	50,877.3	43,411.3	43,551.0	43,466.6	36,182.1	<b>36,145.5</b>	<b>29,237.3</b>	<b>23,430.7</b>	<b>17,624.05</b>			
Tular	<b>28.7</b>	38.7	38.7	38.7	59.9	59.9	<b>59.9</b>	71.9	81.8	91.77			
Pradera de Alta Montaña	1,220.0	<b>1,256.3</b>	1,170.2	<b>1,164.6</b>	1,165.3	1,165.3	1,165.3	1,122.6	1,097.6	1,072.65			
<b>TOTAL</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>	<b>504,103.7</b>			
<b>Período (Basel1985)</b>	0	8	17	22	26	29	33	45	55	65			

Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.

Nota: **valor mínimo**; **valor máximo**.





Cuadro 5.5. Comparativo de tasa de cambio de coberturas en la Cuenca Alto Atoyac con representación cartográfica.

USO DE SUELO	TASA DE CAMBIO									
	1:250,000					1:150,000				
	I - II	I - III	I - IV	I - V	I - VI	I - VII	I - ImSat			
Agricultura de Temporal	-0.47	0.14	0.03	-0.03	-0.16	-0.15	-0.56			
Agricultura Riego y Humedad	2.47	0.95	0.75	0.64	0.40	0.21	0.59			
Área Sin Vegetación Aparente	1.85	1.28	1.10	0.93	1.01	0.95	1.05			
Asentamientos Humanos	22.15	10.20	8.46	7.82	8.62	7.79	8.58			
Bosque Cultivado Plantación Forestal	-6.31	-3.78	-2.93	-2.87	-1.32	-8.51	-3.94			
Bosque Primario	-2.93	-1.94	-1.59	-1.37	-1.30	-1.16	-2.04			
Bosque Secundario	1.75	0.13	0.34	0.34	0.65	0.56	1.98			
Cuerpo De Agua	2.10	0.99	0.86	0.73	0.69	0.61	0.62			
Matorral	-5.69	-2.72	-2.02	-1.71	-1.53	-1.81	-2.77			
Pastizal	-1.09	-1.44	-1.10	-0.94	-1.47	-1.29	-3.26			
Tular	3.81	1.77	1.37	2.87	2.57	2.26	2.63			
Pradera de Alta Montaña	0.37	-0.24	-0.21	-0.18	-0.16	-0.14	-0.23			
<b>Superficie sin cambio (ha)</b>	397,600.0	380,376.3	379,834.9	375,229.3	355,144.7	350,762.1	268,417.8			
<b>Superficie con cambio (ha)</b>	106,503.7	123,727.4	124,268.8	128,874.3	148,959.0	153,341.6	235,685.9			

Fuente: DOE-SEMARNAT, 2024.

Cuadro 5.6. Matriz de cambio de uso de suelo Serie I - Serie VII.

USO DE SUELO	AT	ARH	ASVA	AH	BCPF	BP	BS	CA	M	P	T	PAM
Agricultura de Temporal	AT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Agricultura Riego y Humedad	ARH			x		x	x	x		x		
Área Sin Vegetación Aparente	ASVA					x						x
Asentamientos Humanos	AH	x	x			x				x		
Bosque Cultivado Plantación Forestal	BCPF	x	x	x		x	x			x		
Bosque Primario	BP	x	x	x			x	x	x	x		x
Bosque Secundario	BS	x	x	x				x		x		
Cuerpo De Agua	CA	x	x	x						x		
Matorral	M	x	x	x								
Pastizal	P	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Tular	T											
Pradera de Alta Montaña	PAM			x		x						

Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



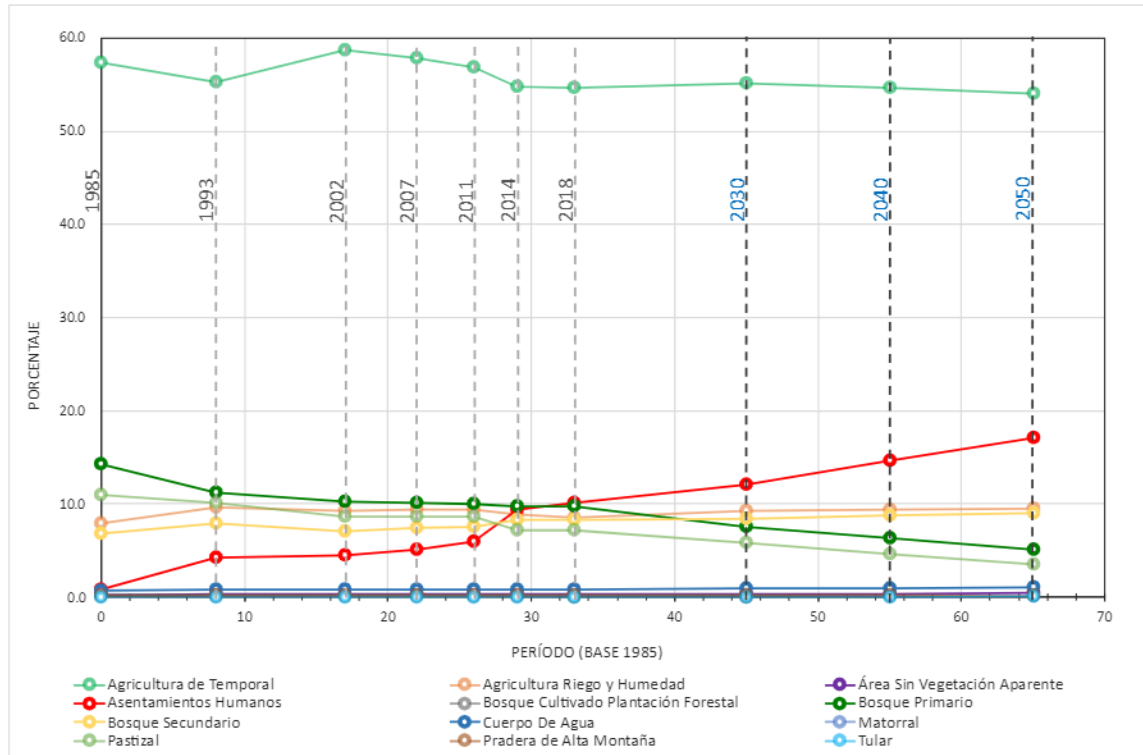
En el Cuadro 5.5, la razón de cambio negativa indica que, en los valores de la superficie comparada, la función es decreciente, es decir, va disminuyendo entre los puntos dados (área de intersección), por lo que se observa que su gráfica va descendiendo (de izquierda a derecha), ver Gráfica 5.2. Esta condición está mayormente marcada en el comparativo entre la serie VII y la capa de uso de suelo y vegetación generada a partir de imágenes de satélite del 2022 (ImSat). La razón de esta variación significativa es la escala de trabajo y la mayor precisión en la delimitación de coberturas de la capa generada en 2024 con respecto a las poligonales generalizadas en las series proporcionadas por INEGI, en donde además es más frecuente la mezcla de coberturas.

De acuerdo con los datos obtenidos, a partir de una proyección se observa un incremento de la superficie del área urbana a un total de 61,131.5 ha para 2030, 73,702.2 ha para 2040 y de 86,272.9 ha para 2050. Estos cambios representarían a su vez, un aumento de ocupación de 12.1% en 2030, 14.6% en 2040 y, finalmente, de 17.1% en 2050. A su vez, se estima que la agricultura de temporal pasaría de 54.62% de ocupación del suelo del territorio total, a 55.1% en 2030, 54.6% en 2040 y un descenso final hacia 54.1% en 2050. El bosque, caería de una ocupación de 9.73% en 2018 a 7.6% en 2030, 6.4% en 2040 y 5.1% en 2050. Si bien, es posible pensar que el decremento de la superficie de bosque es conservador, esto se puede explicar porque desde 1976, las áreas de bosque estaban protegidas en las correspondientes ANP federales, y ubicadas en su mayoría en laderas de montaña, que por su pendiente inhiben su transformación a otros usos.

Finalmente, en el Cuadro 5.4 se muestran los resultados de la evolución y pronóstico de los usos de suelo de 1976 a 2050. En esta gráfica se observa el aumento crítico del área urbana, así como el decremento generalizado de los usos de suelo agrícola de temporal principalmente y de bosque. Se observan también variaciones en el pastizal y la agricultura de riego.



**Gráfica 5.2. Pronóstico de la evolución del uso de suelo de la Cuenca del Alto Atoyac,**



Fuente: Elaboración propia DOE con base en el Cuadro 5.2 y Cuadro .

### 5.1.3 Escenario contextual

Dentro de las relaciones expuestas en el modelo conceptual del sistema socioambiental, se reconoce que un factor clave para lograr la restauración de la subcuenca del Alto Atoyac, así como para la protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, radica en las leyes, planes, programas y acciones implementados por el gobierno con el fin de revertir las tendencias negativas en la región.

Este escenario integra todas las variables relacionadas con políticas públicas de los tres niveles de gobierno que han tenido implicaciones e impacto a nivel regional. Para abordar este tema, se recapitulan las problemáticas socioambientales y sus causas, con el propósito de analizar la implementación de estas políticas públicas y su influencia en el desarrollo de la subcuenca desde tres perspectivas: ambiental, social y económica.

Como se mencionó anteriormente, la subcuenca del Alto Atoyac enfrenta una serie de desafíos socioambientales, en gran parte debido a la actividad industrial y al intenso proceso de cambio de uso de suelo de agrícola a urbano. Este fenómeno es resultado de la concentración de población y actividades económicas en la metrópoli de Puebla-Tlaxcala, cuyo rápido crecimiento poblacional ha ejercido una creciente presión sobre los



recursos naturales desde la década de 1960, con el proceso de descentralización industrial. Durante este periodo, se establecieron grandes corredores industriales, y con el tiempo, especialmente con la imposición del neoliberalismo y la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, el crecimiento de este sector se aceleró, exacerbando la problemática ambiental. Esta tendencia ha favorecido la fragmentación de los ecosistemas naturales, la erosión del suelo y una severa problemática relacionada con la contaminación del río Atoyac y sus afluentes (CONAHCYT, 2023).

En este contexto, en 2011, habitantes de las comunidades de San Martín Texmelucan y Huejotzingo, en el Estado de Puebla, así como de los municipios de Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tepetitla de Lardizábal y Nativitas, en el Estado de Tlaxcala, presentaron una denuncia ante la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) contra las autoridades federales, estatales y locales por la falta de atención a la contaminación de los ríos Atoyac y Xochiac, así como de sus afluentes. Los habitantes afectados reportaron padecimientos que iban desde irritación ocular, lagrimeo y dolores de cabeza hasta casos de leucemia, anemia, púrpura trombocitopénica y altos niveles de daño genotóxico. No fue hasta 2017 que la CNDH emitió la "Recomendación No. 10/2017", en la cual se estableció que la falta de saneamiento del agua y el acceso limitado a la información relacionada con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes *"constituyen una violación de los derechos humanos a un entorno saludable"*.

La región ha experimentado un aparente desarrollo económico que ha generado una notable derrama económica. Sin embargo, la organización de procesos mercantiles globales, que prioriza la rentabilidad de empresas transnacionales, ha producido graves "externalidades" sanitarias, sociales y ambientales para las comunidades locales. La gestión mercantilista del territorio y la visión del medio ambiente han dado lugar a tasas de incidencia, prevalencia y mortalidad por enfermedades prevenibles en esta subcuenca, mucho mayores que los promedios nacionales. Estos "infiernos ambientales" son el resultado de una política industrial depredadora, en la que tanto el Estado como las empresas actúan como cómplices (CONAHCYT, 2023).

El crecimiento industrial y urbano, desmedido y sin planificación, ha reducido drásticamente la cobertura boscosa debido a la tala intensiva y al cambio de uso del suelo. Entre 1979 y 2014, la zona forestal se redujo en un 74%, mientras que el suelo urbano aumentó más del 500% (Muñoz, 2015). Actualmente, los bosques cubren solo el 15% del territorio y se restringen a las zonas altas de la Sierra Nevada, la Matlalcuéyatl (Malinche)





y la Sierra de Tlaxco. La vegetación boscosa en las orillas de los ríos ha sido prácticamente eliminada.

Según 1er Informe estratégico Cuenca del Alto Atoyac (Tlaxcala y Puebla) realizado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (2023) la evidencia científica demuestra que las altas tasas de enfermedades en la región son causadas por la exposición a tóxicos y procesos contaminantes de las industrias asentadas en la subcuenca. Las industrias con mayores emisiones de contaminantes son las del sector automotriz, eléctrico, químico y textil. Entre los tóxicos más significativos se encuentran metales pesados, metaloides, compuestos orgánico-sintéticos y plaguicidas, los cuales se descargan y acumulan no solo en el agua, sino también en el aire y el suelo, agravando los escenarios de exposición para los habitantes de la región.

Es importante señalar que una fuente considerable de contaminación ambiental proviene de los desechos agrícolas. Aproximadamente el 60% de la cuenca está cubierto por áreas agrícolas, donde tanto en municipios con agricultura de temporal como de riego, se hace un uso intensivo de agroquímicos. Se ha comprobado que el agua del río Atoyac es altamente tóxica, con valores que superan hasta ocho veces el máximo permisible de toxicidad según la norma correspondiente (Castresana et.al., 2023). Menos del 30% de las industrias medianas y grandes establecidas en la cuenca reportan al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de la SEMARNAT los contaminantes que emiten al medio ambiente.

Por otro lado, el mal manejo y disposición de los residuos generados por los asentamientos humanos urbanos también contribuyen al desequilibrio ambiental de la subcuenca. De acuerdo con CONAHCYT (2023) el 61% de los municipios descarga sus aguas residuales directamente en ríos y barrancas sin tratamiento previo, debido a la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Aunque existe infraestructura para el saneamiento de estas descargas, la capacidad de tratamiento de aguas municipales es insuficiente. A lo largo del tiempo, las políticas relacionadas con la capacidad de las descargas han cambiado, pero la capacidad instalada no ha mejorado significativamente.

Los rellenos sanitarios y los sitios de disposición de basura a cielo abierto son otra fuente importante de contaminación. No existe un programa de gestión integral de residuos en el territorio, y los rellenos sanitarios operan con grandes limitaciones. La región también presenta un alto grado de erosión debido a la tala inmoderada, las malas prácticas agropecuarias, el desarrollo urbano y el abandono de áreas de cultivo o ganaderas.



El crecimiento desordenado de ciudades y zonas industriales ha ignorado la conservación de los ecosistemas vitales para el suministro de agua y la sostenibilidad de los recursos naturales. En la ocupación del territorio, no se han respetado las características del suelo según sus potencialidades agrícolas, y mucho menos se han considerado los riesgos para la salud que conlleva la localización de industrias cerca de los asentamientos humanos densamente poblados. El uso intensivo de plaguicidas ha empobrecido el suelo, aumentado la carga de contaminantes en el medio ambiente, generado resistencia en las plagas, y provocado la desaparición de muchas especies animales que cohabitaban en el territorio, además de incrementar las enfermedades (Castresana *et. al.*, 2023).

Este entorno severamente contaminado es donde viven los habitantes de la subcuenca del Alto Atoyac, lo que representa un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). La exposición prolongada a diversas sustancias y elementos químicos, a través de la inhalación, ingestión y contacto dérmico, es un riesgo constante. Es importante destacar que los problemas de salud no aparecen de un día para otro; emergen con los años debido a la exposición prolongada a estos químicos, aunque también pueden ocurrir intoxicaciones por exposición a altas dosis en períodos breves (Castresana *et. al.*, 2023).

Las ECNT vinculadas a factores ambientales que más afectan a la población, ya sea por las altas tasas de mortalidad o incidencia, incluyen:

- Asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).
- Enfermedad renal crónica.
- Enfermedades cardíacas y accidentes cerebrovasculares.
- Malformaciones congénitas.
- Cáncer (leucemia y tumor de mama).

Debido a las graves afectaciones a la salud humana provocadas por enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental, el Gobierno Federal ha reconocido a la cuenca del Alto Atoyac como una Región de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA) (Castresana *et. al.*, 2023). Sin embargo, la población sigue enfrentando carencias en términos de acceso a servicios de salud y otros bienes fundamentales para el bienestar, como viviendas de calidad, educación y suficiencia de ingresos. Estas deficiencias contribuyen a un alto grado de marginación. A nivel nacional, el estado de Tlaxcala se encuentra entre las entidades con un grado medio de marginación. Sin embargo, en municipios como Quilehtla, Tepeyanco, Teolocholco y San Francisco Tetlanohcan en



Tlaxcala, así como en Ocoyucan, Coronango, Juan C. Bonilla, San Andrés Cholula, San Pedro Cholula y Puebla en el estado de Puebla, se encuentran 194 colonias en condición de alto grado de marginación.

La población de la cuenca es sumamente vulnerable porque desconoce los tipos y cantidades de contaminantes presentes en el aire que respira, en los alimentos que consume y, en muchos casos, en el agua que ingiere. No se les proporciona la protección adecuada para su salud, y las autoridades no controlan adecuadamente los contaminantes que las industrias emiten al agua, aire y suelo (Castresana et.al., 2023).

Las problemáticas en la subcuenca del Alto Atoyac se mantienen y se agravan debido a diversas relaciones intersectoriales con el medio ambiente y a la notoria falta de políticas públicas que prioricen los temas ambientales. En este sentido, resulta fundamental discutir el papel que han tenido las instituciones gubernamentales, toda vez que suelen actuar de manera fragmentada y descoordinada, lo que complejiza que se generen estrategias adecuadas para remediar el daño ambiental, especialmente en la gestión de los recursos hídricos (CONAHCYT, 2023).

Por otro lado, las empresas transnacionales se aprovechan de la laxitud de las leyes mexicanas para realizar actividades prohibidas en sus países de origen, ocultando información sobre sus desechos y sobre los daños que causan (CONAHCYT, 2023). A esto se suma la falta de recursos y de seguimiento de las descargas del sector industrial y la permisividad e indiferencia de las autoridades ambientales, tanto federales como estatales y municipales.

Además, la falta de sincronización en los planes, programas, proyectos y apoyos entre los tres órdenes de gobierno resalta la necesidad de un acercamiento a la escala local para entender la dinámica del entorno inmediato de las comunidades afectadas. Los programas son deficientes porque no están diseñados ni diagnosticados a nivel local.

La búsqueda de soluciones a la contaminación en la región se ha visto obstaculizada por la falta de voluntad política, una legislación laxa, y la resistencia tanto de los dueños como de los trabajadores de las maquiladoras. Debido a que estos talleres son la principal fuente de ingresos para gran parte de la población, la resolución del problema no parece tener una solución inmediata. No obstante, las consecuencias para la salud y el deterioro ambiental son cada vez más evidentes (Vallejo-Román, 2016).

No obstante, el ámbito normativo resulta ser una herramienta importante y efectiva, se debe considerar la factibilidad legal, política, administrativa, así como los



actores involucrados y sus conflictos, mostrando los problemas identificados y las instituciones que interactúan.

A continuación, en la Tabla 1 se presentan algunos de los esfuerzos e iniciativas que, en su momento, tanto los gobiernos y organizaciones tomaron para mejorar las problemáticas socioambientales de la subcuenca del Alto Atoyac pero que, desafortunadamente, fueron concebidos e implementados como esfuerzos aislados o individuales sin continuidad. Ante este panorama, es evidente que se tiene que plantear una nueva estrategia de trabajo, que sea interdisciplinaria e integral, en la que la sociedad civil, a través de sus organizaciones y liderazgos, intervenga de manera permanente.

Tabla 1. Percepción del impacto de los programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac.

Programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac						
SITIO	NOMBRE DEL PROGRAMA	OBJETIVO	INSTITUCIONES	DIMENSIÓN		
				AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Puebla y Tlaxcala	Programa de Acciones de Saneamiento (PAS)	Abordar y reducir la contaminación en cuerpos de agua, como ríos y cuencas.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).	bueno	regular	bueno
Puebla y Tlaxcala	Mi parcela no se quema	Brindar alternativas para la transición a una agricultura de conservación evitando la quema de residuos agrícolas, que contribuye al cambio climático y a deteriorar principalmente el suelo.	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el Gobierno Estatal de Tlaxcala. evitando la quema de residuos agrícolas, que contribuye al cambio climático y a deteriorar principalmente el suelo.	regular	regular	regular





**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac						
SITIO	NOMBRE DEL PROGRAMA	OBJETIVO	INSTITUCIONES	DIMENSIÓN		
				AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Puebla y Tlaxcala	Programa de Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPAR)	Impulsar el desarrollo social, el acceso al agua y saneamiento de las viviendas de zonas rurales de mayor marginación, mediante sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia y tecnologías de tratamiento de aguas residuales a nivel vivienda, involucrando a la sociedad de forma activa.	Gobierno federal, a través de la Comisión Nacional del agua (CONAGUA), gobiernos estatales y municipales a nivel nacional.	muy bueno	bueno	regular
Puebla y Tlaxcala	Programa Especial de Cambio Climático (PECC)	Incluye acciones específicas para mitigar los efectos del cambio climático.	COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	regular	regular	regular
Puebla y Tlaxcala	Programa de conservación de especies en riesgo (PROCER)	Contribuir a la conservación de las especies en riesgo y su hábitat, promoviendo la colaboración y participación de instituciones de educación superior, de investigación y organizaciones de la sociedad civil, los ejidos y las comunidades, para el desarrollo sustentable.	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se extiende la colaboración y participación de instituciones de educación superior y otros.	regular	regular	regular
Puebla	Programa FONAFOR - FOSEFOR	Es un apoyo financiero brindado por la CONAFOR para las plantaciones forestales comerciales, proyectos relacionados con la producción primaria, aprovechamiento, transformación y comercialización de productos forestales.	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de la FND.	bueno	bueno	regular



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac						
SITIO	NOMBRE DEL PROGRAMA	OBJETIVO	INSTITUCIONES	DIMENSIÓN		
				AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Puebla	Programa Nacional Forestal-Protección Forestal	Recuperar el campo poblano creando entornos favorables regionales para mejorar las actividades agropecuarias, acuícolas y apícolas con un enfoque de desarrollo sostenible, con identidad, perspectiva de género e interseccionalidad.	Gobierno de Puebla.	bueno	bueno	regular
Puebla	Programa Operativo de Sanidad Forestal	Tener un análisis detallado de las condiciones actuales y de las necesidades fitosanitarias que se tienen en los ecosistemas forestales, tomando como principal base, la afectación de las masas arboladas.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).	bueno	bueno	regular
Puebla	Plan de Reactivación Económica	-	Secretaría de Planeación y Finanzas del Gobierno del Estado de Puebla	regular	regular	regular
Tlaxcala	Programa Estratégico Forestal para el Estado de Tlaxcala (2025)	Todos los bosques y todas las tierras con vocación forestal en Tlaxcala serán manejados en forma sustentable para beneficio de todos los sectores de la sociedad, haciendo un aprovechamiento óptimo de su potencial y con la mayor eficiencia.	Corresponsabilidad de los tres niveles de gobierno y la sociedad.	regular	regular	regular
Tlaxcala	Manejo de Ceniza Volcánica	Recolección de ceniza volcánica.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Estado de Tlaxcala.	regular	regular	regular



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac						
SITIO	NOMBRE DEL PROGRAMA	OBJETIVO	INSTITUCIONES	DIMENSIÓN		
				AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Tlaxcala	Programa Operativo Estatal de Sanidad Forestal, Estado de Tlaxcala	Crear una estrategia estatal fitosanitaria con un enfoque de prevención y capacitación técnica para la población que asegure la atención oportuna y disminuya el riesgo de afectación de los recursos forestales	Secretaría de Medio Ambiente y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	regular	regular	regular
Tlaxcala	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES)	Promover el desarrollo sostenible en las comunidades que habitan dentro o cerca de áreas naturales protegidas. En Tlaxcala, PROCODES apoya proyectos productivos que contribuyan a la conservación del entorno natural.	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	regular	regular	regular
Tlaxcala	Atención de la emergencia fitosanitaria de combate al insecto descortezador en el Parque Nacional Malinche 2022	Se realizó el saneamiento en 106 hectáreas para el combate del insecto descortezador en el Parque Nacional Malinche con un total de 65 combatientes y 4 técnicos forestales.	Gobierno del Estado de Tlaxcala con recurso gestionado de Gobierno Federal	bueno	bueno	muy bueno
Tlaxcala	Restauración y bienestar de las áreas naturales protegidas del estado 2022	Empleo temporal para la protección y conservación de las Áreas Naturales Protegidas del Estado. Programa Adopta un Área Verde Educación ambiental dentro de las Áreas Naturales Protegidas a escuelas y público en general.	Gobierno del Estado de Tlaxcala	bueno	bueno	regular



**Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca del Alto Atoyac de los estados de Tlaxcala y Puebla**

Programas, proyectos o acciones gubernamentales en la subcuenca del Alto Atoyac						
SITIO	NOMBRE DEL PROGRAMA	OBJETIVO	INSTITUCIONES	DIMENSIÓN		
				AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO
Tlaxcala	Bienestar de los ecosistemas 2022	Empleo temporal y donación de planta para reforestar zonas preferentemente forestales que presenten algún grado de perturbación para propiciar la recuperación y conservación de los ecosistemas terrestres e incrementar la cobertura forestal del Estado de Tlaxcala.	Gobierno del Estado de Tlaxcala	bueno	bueno	muy bueno

Fuente: Elaboración propia DOE, 2024.

El problema de la contaminación de la subcuenca del Alto Atoyac es compleja y requiere de voluntad política de parte de todos los agentes involucrados; requiere también de la vigilancia de parte de la ciudadanía, el cumplimiento incondicional de las empresas en lo referente al respeto a las cantidades concesionadas, uso, disposición y saneamiento; así como de los gobiernos municipales, como instancias obligadas por la ley para garantizar el derecho humano al agua; de los gobiernos estatales para la vigilancia, sanción y ejecución de los recursos otorgados por la federación y finalmente, del gobierno federal como garante supremo del cumplimiento de las leyes y normas implicadas, así como de la asignación, ejecución y vigilancia de los recursos utilizados.





#### 5.1.4 Escenario estratégico

Se basa en el análisis presentado en el escenario tendencial, donde se identifican los impulsores del cambio y el escenario actual sobre el crecimiento de los sectores de actividad y su impacto en el medio ambiente, que nos sitúa en la realidad y nos proporciona herramientas para prevenir o corregir los daños al medio natural. Partiendo de las proyecciones a corto, mediano y largo plazo se plantearon estrategias que ayuden a disminuir los niveles de presión que se ejerce sobre los recursos naturales y en general sobre el medio ambiente, donde además se consideró el análisis del escenario normativo (contextual) que es fundamental para lograr cambios significativos.

Para la construcción del escenario estratégico y la imagen objetivo del sistema socioambiental del territorio, se retomó el trabajo de los Talleres de Participación Social (TPS) de los Programas de Acción para el Saneamiento del Alto Atoyac (PAS), del intercambio de saberes con el Comité de Ordenamiento Ecológico y de grupos especializados, con actores clave, representantes de diversos sectores sociales y económicos, así como expertos, académicos y funcionarios involucrados en el proceso de ordenamiento. Estos talleres permitieron recopilar y registrar la percepción social, opiniones, experiencias y conocimientos sobre la dinámica actual y el desarrollo futuro del sistema socioambiental en la región.

La imagen objetivo resultante integra las expectativas e intereses de los actores en la determinación de la aptitud del territorio para el desarrollo sustentable de las actividades sectoriales y de la población. Además, define una visión a futuro sobre la condición deseable de los ecosistemas, teniendo en cuenta las condiciones sociales y económicas, y señalando cómo todos los sectores pueden contribuir al logro de objetivos comunes en torno a ellos. Se reconoce que los retos por cada municipio y algunas de sus localidades adquieren particularidades que serán reflejadas en los instrumentos de planeación a nivel local (municipal) pero que comparten retos comunes en la región, dado que las cuencas abarcan territorios de diversas jurisdicciones, es crucial coordinar los esfuerzos entre gobiernos locales, estatales y federales, así como entre sectores privados, organizaciones sociales, comunitarias, pueblos originarios, comités de agua, asambleas comunitarias, de vecinos, garantizando la participación incluyente de la población en su territorio, siendo necesario para alcanzar un modelo de desarrollo sustentable, garantizando que la normatividad, el ordenamiento ecológico del territorio y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales se alineen logrando así un medio ambiente sano dentro de la subcuenca del Alto Atoyac.



Para optimizar el uso y protección de los recursos naturales, es esencial implementar acciones que conduzcan a un escenario deseable. A continuación, se presentan estrategias y medidas para alcanzar un modelo de desarrollo sustentable y equitativo en la subcuenca del Alto Atoyac, contribuyendo así a una mejor implementación del ordenamiento ecológico.

#### Eje 1. Aplicación de la normativa

- Articulación y coordinación entre instituciones del gobierno federal, estatal y municipal.
- Asegurarse que todas las actividades dentro de la cuenca se adhieran a la legislación vigente, tanto local como federal, que regula el uso del suelo, la protección de bienes naturales, biodiversidad y la gestión de agua.
- Dar mantenimiento y/o crear plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en coordinación con los gobiernos municipales.
- Regularización de la industria informal.
- Más auditorías a predios que cuenten con permisos para aprovechamiento forestal.

#### Eje 2. Ordenamiento del territorio (aplicación y vinculación)

- Gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
- Acciones para la prevención de residuos en sitios no adecuados
- Definir cómo se debe utilizar el suelo y los recursos naturales en una región específica, considerando factores ambientales, sociales y económicos.
- Uso eficiente y responsable de recursos naturales como agua, suelo y minerales, asegurando que su explotación no comprometa su disponibilidad futura y reduzca el impacto ambiental.
- Promueve un crecimiento ordenado de las áreas urbanas y rurales, evitando la expansión descontrolada y garantizando que el desarrollo se realice de manera que respete el medio ambiente y mejore la calidad de vida.

#### Eje 3. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

- Implementar sistemas productivos sustentables
- Transición agroecológica
- Manejo integrado de plagas y enfermedades
- Prácticas de turismo sostenible
- Buenas prácticas para la transformación de la materia prima.
- Actualización de las tecnologías de la industria.



- Capacitar a las industrias sobre el tratamiento y manejo de los residuos generados
- Capacitar a los agricultores en el uso de agroquímicos
- Promover y difundir la importancia de los aprovechamientos forestales sustentables.
- Participación ciudadana en proyectos ambientales
- Dotación de recursos de salud.
- Promover la participación de los productores, las organizaciones de la sociedad civil y los gobiernos locales en la toma de decisiones relacionadas con el uso y la gestión de los suelos.
- Aprovechamiento forestal para la mejora de las condiciones de vida de ejidos y comunidades.
- Fortalecer la capacitación de brigadas por parte de CONAFOR.
- Fortalecer la educación ambiental para la prevención de incendios.
- Promover y fortalecer la educación ambiental para prevención de contaminación de los recursos hídricos.
- Implementar el programa “Sistema de Comandos de Incidentes” con las brigadas de la región de los Volcanes.
- Fortalecer proyectos científicos para la sanidad de árboles.
- Fortalecer los esquemas de fijación de precio de la madera en rollo.
- Capacitación sobre la modificación de las NOM (agua, aire, suelo y biodiversidad).

#### Eje 4. Medio ambiente de la subcuenca del alto Atoyac

- Bienes naturales protegidos y aprovechados de manera sustentable.
- Seguridad hídrica.
- Seguridad alimentaria (sistemas agroecológicos).
- Mejorar la calidad del aire.
- Disminución de las islas de calor.
- Derecho a la consulta previa libre e informada.
- Derecho humano a la salud (afiliación a los sistemas de salud, acceder a la atención de salud y que esta sea de calidad, oportuna, equitativa e integral).
- Fortalecer las capacidades para la detección temprana y el tratamiento eficaz de las ECNT (prevención de enfermedades).



Asimismo, es imprescindible que a través del ordenamiento ecológico se fortalecen las UGA de conservación y protección, se promueva el pago de servicios ambientales y otras estrategias de conservación, como alternativas hacia un desarrollo más equitativo con el medio ambiente, al mantener los macizos forestales nativos aún prevalecientes y las especies con algún riesgo o vulnerabilidad. Además, la restauración de los márgenes de los ríos y cuerpos de agua principales permitirá la estabilización de estos y su recarga, para prever y mitigar desastres ambientales.

A continuación, se presenta de manera ilustrativa una comparación entre el escenario contextual y el estratégico o ideal para la subcuenca del Alto Atoyac.

## ESCENARIO CONTEXTUAL

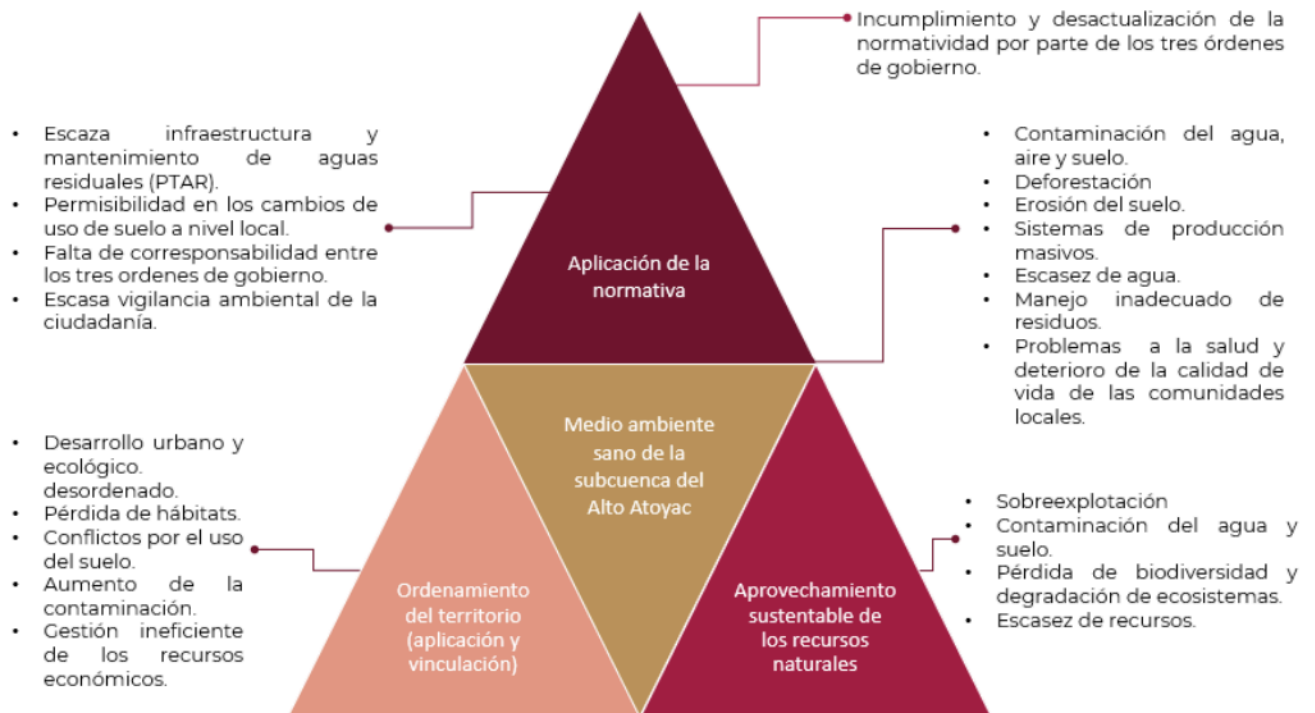






Figura 1. Comparativo entre el escenario tendencial y el escenario estratégico

Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.



## 6. PROPUESTA DEL POERSAA

A partir de las etapas de caracterización, los análisis de aptitud sectorial del diagnóstico, y los escenarios planteados en el pronóstico, es posible llegar a una propuesta del Modelo de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac. El reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico (RMOE) establece que este proceso se compone de dos elementos fundamentales: el Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) y la Estrategia Ecológica (EE). El MOE se encarga de representar gráficamente, a través de un sistema de información geográfica (SIG), las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Estas unidades son acompañadas de lineamientos ecológicos que guían su uso y manejo sustentable.

Por otro lado, la estrategia ecológica, también regulada por el RMOE, es un componente más dinámico y operativo. Esta estrategia se conforma por una serie de elementos clave: los objetivos específicos que se buscan alcanzar, las acciones y proyectos concretos que se deben ejecutar, los programas diseñados para apoyar dichas acciones, y los responsables de llevar a cabo cada tarea. Su propósito es asegurar que los lineamientos ecológicos establecidos en el MOE sean efectivamente aplicados y se traduzcan en resultados tangibles en el territorio. Además, la estrategia ecológica incluye los criterios de regulación ecológica (CRE), que son las normativas que deben cumplir las actividades productivas que se desarrollen dentro del marco del Programa de Ordenamiento Ecológico (POE). Estos criterios buscan equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental, asegurando que las actividades humanas sean compatibles con la protección del entorno natural.

### 6.1 Modelo de Ordenamiento Ecológico

El Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac (POERSAA) está conformado por **90 Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**. A cada una de estas unidades se les han asignado políticas específicas, lineamientos ecológicos detallados, y se han clasificado en términos de usos del suelo, determinando usos compatibles y usos incompatibles según sus características ambientales y potenciales impactos.

A continuación, se describen en detalle los componentes que conforman el MOE, proporcionando una visión clara de cómo se estructuran y organizan las UGA. Toda la información detallada se presenta de manera individual para cada UGA en el apartado de



**"Fichas de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA)".** Este apartado ofrece una descripción resumida y organizada de cada unidad, permitiendo una consulta rápida y eficiente de sus características. Es fundamental que, antes de explorar las fichas correspondientes a cada UGA, se revise la "Ficha Ejemplo", la cual ha sido diseñada para guiar al lector en la correcta interpretación y comprensión de la información contenida en las fichas. Esto asegura que los datos se entiendan en el contexto adecuado y se apliquen de manera efectiva en la toma de decisiones y en la planificación regional.

## **6.2 Delimitación de las UGA del POERSAA**

La Unidad de Gestión Ambiental (UGA) es el componente territorial más pequeño y fundamental dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico (POE). Su delimitación no sigue un único criterio uniforme, ya que depende del enfoque y los objetivos específicos de cada POE.

En el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac (POERSAA), la delimitación de las UGA se basó principalmente en la lógica de las subcuencas hidrológicas, Geomorfología, Litología y Uso de Suelo y Vegetación. Esta metodología implica una consideración detallada de la estructura y dinámica del paisaje, integrando factores como la topografía, la hidrología, las coberturas de suelo y cubiertas de vegetación. Se buscó capturar la complejidad y diversidad del entorno natural, definiendo áreas que reflejen las interacciones entre los distintos elementos que componen el paisaje.

Delimitar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) utilizando criterios como subcuencas hidrográficas, geomorfología, litología, y uso de suelo y vegetación ofrece una serie de beneficios significativos que mejoran la gestión integral del territorio y el entendimiento de las repercusiones de las acciones y planes en distintas partes del área.

**Subcuencas Hidrológicas:** Delimitar UGA basándose en subcuencas hidrológicas, facilita la gestión integral de los recursos hídricos, permitiendo un control más efectivo del uso del agua, la recarga de acuíferos, y la prevención de la contaminación.

La consideración de las subcuencas permite una planificación que tome en cuenta el ciclo hidrológico completo, lo que es crucial para la mitigación de inundaciones y la gestión de periodos de sequía.

Permite entender y gestionar los impactos que una acción aguas abajo, podría tener en una parte de la cuenca, promoviendo un enfoque preventivo y colaborativo en la gestión de recursos hídricos compartidos.



**Geomorfología:** La geomorfología, que estudia la forma y estructura del terreno, es crucial para comprender los procesos naturales como la erosión, la sedimentación, y los deslizamientos de tierra. Delimitar UGAs basadas en criterios geomorfológicos permite una gestión más efectiva de los riesgos naturales, así como la planificación de actividades humanas que se adapten a la capacidad del terreno.

Intervenciones en áreas de alta pendiente o con suelos inestables, pueden desencadenar deslizamientos o erosión severa, afectando negativamente a infraestructuras, comunidades y ecosistemas cercanos. Este enfoque geomorfológico permite prever estos riesgos y tomar medidas preventivas.

**Litología:** La litología, que se refiere a las características físicas y químicas de las rocas que forman el suelo, influye en la fertilidad del suelo, la disponibilidad de minerales, y la capacidad de soportar infraestructuras. Delimitar UGA considerando la litología permite un aprovechamiento sostenible de los recursos geológicos y una planificación del uso del suelo que maximice los beneficios económicos sin comprometer la estabilidad ambiental.

La extracción de minerales no metálicos o la construcción en áreas con litologías inadecuadas pueden causar hundimientos, contaminación de acuíferos, o pérdida de fertilidad del suelo. Con un enfoque litológico, es posible evitar estas problemáticas y planificar usos del suelo que minimicen los impactos negativos.

**Uso de Suelo y Vegetación:** La consideración del uso de suelo y la vegetación es esencial para asegurar que las actividades humanas sean compatibles con las capacidades del entorno natural. Este enfoque permite planificar el uso del suelo de manera que se protejan los hábitats naturales, y se mantenga la calidad ambiental.

Cambios en el uso del suelo, como la expansión urbana o la conversión de bosques en áreas agrícolas, pueden tener efectos colaterales como la pérdida de biodiversidad, la alteración de ciclos hidrológicos, y la disminución de la calidad del aire y el agua. Al delimitar las UGA en función del uso de suelo y la vegetación, se pueden prever estos impactos y diseñar estrategias para mitigarlos, favoreciendo un desarrollo más equilibrado y sustentable.

La combinación de estos criterios de delimitación, permiten una gestión más integrada del territorio, donde se consideran múltiples factores interrelacionados que influyen en la salud del ecosistema y la sostenibilidad de las actividades humanas.





Una delimitación precisa basada en estas características facilita la toma de decisiones informada, permitiendo a los gestores y planificadores anticipar las repercusiones de las acciones y adoptar medidas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos negativos.

Al entender mejor las interacciones entre diferentes áreas del territorio, se pueden diseñar e implementar políticas y acciones que sean más eficientes y efectivas, logrando un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente, por lo que delimitar las UGA utilizando los elementos antes señalados, ofrece una estrategia robusta para la gestión territorial que no solo preserva y mejora los recursos naturales, sino que también optimiza la capacidad del territorio para soportar actividades humanas de manera sostenible.

Cabe destacar que la delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental no siempre responde a criterios como los antes mencionados, a continuación, se muestran los casos en los que las UGA se delimitaron por otro tipo de criterios:

**Áreas Naturales Protegidas (ANP):** Las Áreas Naturales Protegidas del POERSAA, detalladas en la caracterización, son territorios que cuentan con un régimen legal de protección destinado a conservar sus valores ecológicos y biodiversidad. Estas áreas deben gestionarse según sus **programas de manejo específicos**, los cuales establecen las normas y directrices para su uso y conservación. En aquellos casos en que una ANP aún no disponga de un programa de manejo, se prevé que dicho instrumento se elabore y entre en vigor para regular su uso adecuadamente en el futuro. Es importante señalar que, al conformar las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), los polígonos originales de las ANP no fueron alterados, respetando así los límites establecidos por su protección legal. En situaciones donde una ANP esté compuesta por múltiples polígonos, estos se integraron como una UGA única de carácter multipolígono, preservando la integridad del área protegida en su totalidad. Para el caso específico del POERSAA, existen un total de **29 ANP de carácter federal**, de las cuales **25 pertenecen al estado de Tlaxcala y 4 al estado de Puebla**.

**Sitio RAMSAR:** Designados bajo la Convención Ramsar, estos humedales de importancia internacional son reconocidos por su relevancia ecológica y por los beneficios que ofrecen en términos de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica, el refugio de biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Los sitios Ramsar tienen regulaciones específicas que buscan preservar sus características hidrológicas y ecológicas, y su gestión puede implicar restricciones en actividades que alteren su estado



natural. Dentro del territorio del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac (POERSAA), se encuentra un único sitio Ramsar: la Presa Manuel Ávila Camacho, ubicada en Puebla. Este sitio es de especial importancia para el programa debido a su papel en la conservación del agua y la biodiversidad en la región.

La Presa Manuel Ávila Camacho, también conocida como Presa de Valsequillo, fue construida en 1946 como parte de un proyecto más amplio para el manejo de recursos hídricos y la prevención de inundaciones en la cuenca del Río Atoyac. A lo largo de los años, la presa ha sido crucial no solo para el control de avenidas y el suministro de agua para uso agrícola e industrial, sino también como un hábitat vital para diversas especies acuáticas y aves migratorias. La designación del lugar como sitio Ramsar subraya su importancia ecológica y refuerza el compromiso regional y nacional con la conservación de sus valiosos ecosistemas acuáticos.

**Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC):** Las ADVC son territorios que, aunque no son formalmente reconocidos como Áreas Naturales Protegidas bajo la legislación federal, han sido designados por los propietarios privados o comunidades locales para la preservación ambiental. Estas áreas juegan un papel crucial en la conservación del medio ambiente al ampliar la red de espacios protegidos y contribuir a la conectividad ecológica. La regulación de estas áreas es menos estricta que la de las ANP, permitiendo una mayor flexibilidad en su gestión, pero aún se rigen por directrices que aseguran la protección de sus valores naturales y la promoción de prácticas sostenibles. La inclusión de las ADVC en la planificación de las UGA potencia la protección del medio ambiente al integrar estos espacios en el esquema general de gestión territorial, asegurando que su conservación sea considerada en las decisiones de uso del suelo y desarrollo regional. En el caso de las ADVC, sabemos que existen **26 en el polígono que abarca el POERSAA.**

**Áreas Naturales Protegidas Estatales:** Estas áreas son gestionadas a nivel estatal y están diseñadas para proteger ecosistemas y especies en específico dentro de los límites de un estado. Aunque cada estado puede tener su propia legislación para estas áreas, generalmente se busca asegurar su conservación a través de programas de manejo que limitan las actividades perjudiciales y promueven prácticas sostenibles. En el caso específico del POERSAA, existen **tres áreas naturales protegidas a nivel estatal** que son fundamentales para la conservación y la gestión ambiental de la región: el Área de Importancia para la Conservación de las Aves "Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl", el Cerro Zapotecas y el Parque Nacional Xicoténcatl.



**Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) "Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl":** Esta área comprende dos de los volcanes más emblemáticos y altos de México, que albergan una biodiversidad notable, incluidas varias especies de aves endémicas y amenazadas. La conservación de estos volcanes es crucial no solo para la protección de las especies aviarias, sino también para la regulación hidrológica y la estabilidad climática de la región.

**Cerro Zapotecas:** Situado en las proximidades de la zona metropolitana de Puebla, el Cerro Zapotecas funciona como un pulmón verde esencial para la región, proporcionando servicios ecosistémicos como la captura de carbono, la conservación del suelo y el refugio de biodiversidad. Su conservación es vital para mantener la calidad del aire y el equilibrio natural en un área altamente urbanizada.

**Parque Nacional Xicoténcatl:** Este parque, ubicado en Tlaxcala, es otro componente crítico para la conservación en la región del POERSAA. El parque protege importantes ecosistemas forestales y praderas, que son hábitats para diversas especies de flora y fauna. Además, el parque tiene un valor histórico y cultural significativo, lo que contribuye a su relevancia ecológica y social.

La inclusión de estas áreas protegidas en la definición de Unidades de Gestión Ambiental en el POERSAA es estratégica, ya que cada una de estas zonas posee características ecológicas únicas que requieren medidas de gestión específicas y adaptadas a sus necesidades. Al resaltar la importancia ecológica de estas zonas, se refuerza la red de conservación y se promueve una gestión territorial que integra la protección ambiental con el desarrollo sostenible, esencial para preservar los recursos naturales de la región y para garantizar la resiliencia y la salud ecológica del territorio en el largo plazo.

**Asentamientos Humanos:** Los asentamientos humanos se clasificaron de acuerdo con su población y su relación con instrumentos de planeación urbana (PDU). Aquellos con una población mayor a 2,500 habitantes, según el censo de 2023 del INEGI, fueron delimitados como UGA individuales. En casos donde los asentamientos cuentan con una población inferior a 2,500 habitantes, pero superior a 1,000, y son susceptibles de ser cartografiados, fueron agrupados dentro de una misma UGA para facilitar su gestión. Esta agrupación se realizó principalmente para optimizar la planificación y administración de recursos en áreas con características demográficas similares.





### 6.3 Políticas del Ordenamiento Ecológico

Las políticas ambientales están definidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y son fundamentales para garantizar la sostenibilidad y la salud ambiental a largo plazo. Estas políticas están estructuradas alrededor de cuatro ejes principales: protección, preservación, restauración, y aprovechamiento sustentable. Cada una de estas áreas aborda aspectos críticos del manejo ambiental y son esenciales para la conservación de la biodiversidad y la gestión responsable de los recursos naturales.

**Protección:** De acuerdo con la LGEEPA, la política de Protección: *“Se refiere a las acciones y medidas que se deben implementar para evitar el deterioro o daño al ambiente y a los recursos naturales, garantizando su conservación y sostenibilidad a largo plazo. Esta política tiene como objetivo salvaguardar los ecosistemas y sus componentes, evitando impactos negativos que puedan poner en riesgo su equilibrio.”*

**Preservación:** De acuerdo con la LGEEPA, la política de Preservación: *“consiste en mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y sus componentes, protegiendo las áreas que aún no han sido significativamente alteradas por actividades humanas. Esta política busca conservar los recursos naturales en su estado original, asegurando la continuidad de los procesos ecológicos y la biodiversidad.”*

**Restauración:** De acuerdo con la LGEEPA, la política de Restauración: *“se enfoca en la recuperación de ecosistemas y recursos naturales que han sido degradados o alterados por actividades humanas. La restauración implica la implementación de acciones para restablecer las condiciones originales de los ecosistemas, mejorando su funcionalidad ecológica y promoviendo la regeneración natural de los recursos afectados.”*

**Aprovechamiento Sustentable:** De acuerdo con la LGEEPA, la política de Aprovechamiento Sustentable: *“implica el uso racional y equilibrado de los recursos naturales, de manera que se satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta política busca armonizar el desarrollo económico y social con la conservación del medio ambiente, promoviendo prácticas que minimicen el impacto ambiental y mantengan el equilibrio ecológico.”*

En conjunto, estas políticas del Ordenamiento Ecológico forman un marco robusto para la gestión ambiental que busca equilibrar la protección de la naturaleza con





las necesidades humanas. Su implementación efectiva es crucial para lograr un desarrollo que sea ambiental, social y económicamente sostenible.

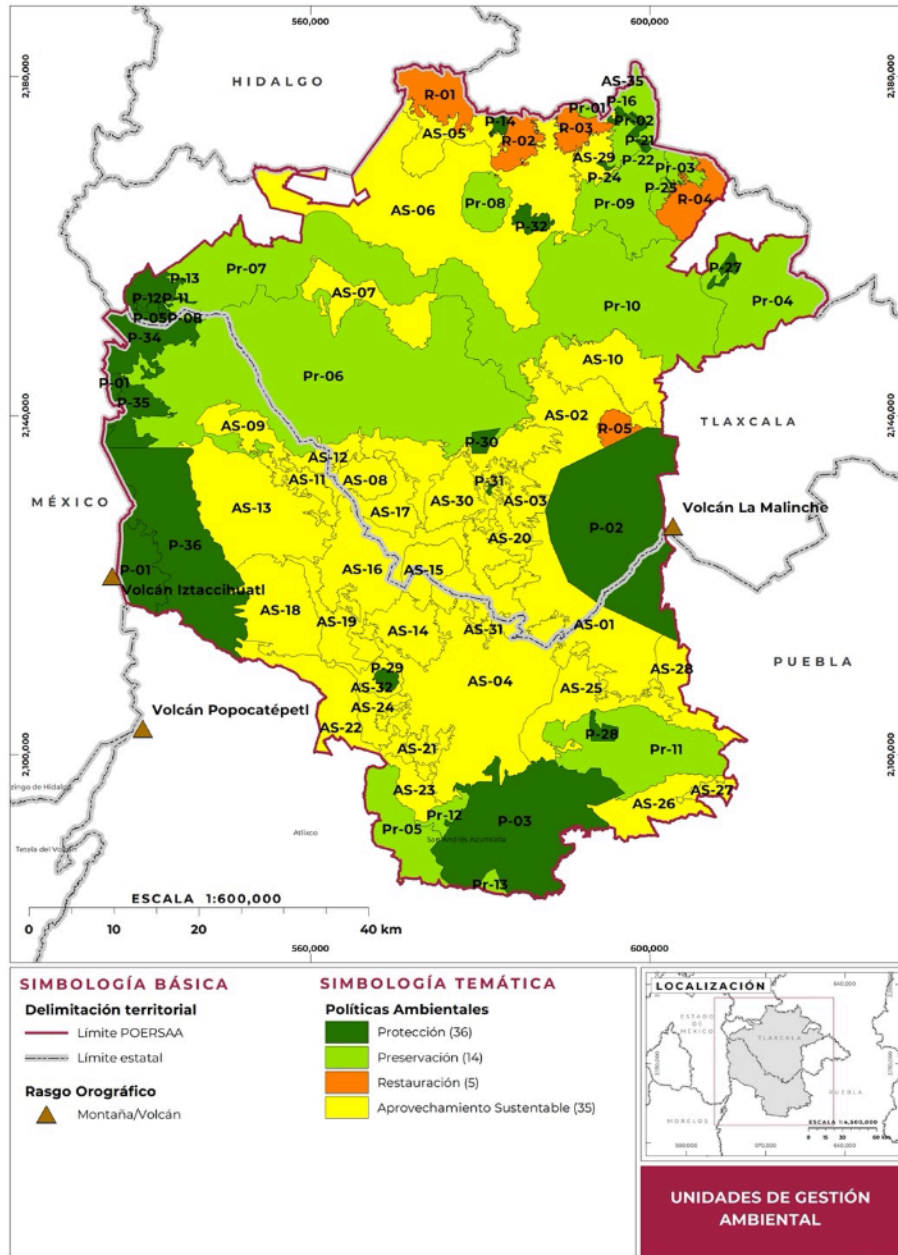
La asignación de políticas específicas a cada Unidad de Gestión Ambiental (UGA) es un paso crucial en la planificación y gestión ambiental que permite establecer claramente los objetivos y las acciones necesarias para transformar el estado actual de una UGA hacia la "imagen objetivo" ideal, mencionada en apartados anteriores.

La derivación de estas políticas está estrechamente ligada al Escenario estratégico del Pronóstico, pues este escenario no solo considera las condiciones ambientales existentes, sino que también incorpora variables socioeconómicas y culturales, proyectando cómo podrían evolucionar bajo diferentes estrategias de gestión. Este enfoque permite a los planificadores entender mejor las complejas interacciones dentro del ecosistema y anticipar los cambios que podrían surgir de las intervenciones planificadas.

Es importante destacar que las políticas de ordenamiento ecológico (OE) no se aplican directamente a aquellas áreas del territorio que ya están reguladas por otros instrumentos normativos independientes del decreto del POERSAA.



Mapa 6.1. Unidades de Gestión Ambiental



Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

Estas cuatro políticas fundamentales de Ordenamiento Ecológico (OE) delimitan claramente el espectro de actividades humanas y productivas que es preferible o no llevar a cabo, cada una adaptada a los objetivos específicos de conservación y uso del territorio.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, para el caso específico del POERSAA, hay un total de 90 Unidades de Gestión Ambiental, de las cuales a 36 se les ha asignado la política de Protección (17.5% de la superficie total del territorio), a 14 la política

de Preservación (32.9% de la superficie total del territorio), a 5 la política de Restauración (3% de la superficie total del territorio) y a 35 la política de Aprovechamiento Sustentable (46.6% de la superficie total del territorio).

Cuadro 6.1. Número de UGA por Política

Política	Número de Uga por Política	Superficie (ha)	Valor porcentual
Protección	36	88,458.67	17.5%
Preservación	14	165,649.08	32.9%
Restauración	5	15,004.41	3.0%
Aprovechamiento Sustentable	35	234,991.54	46.6%
Total general	90	504,103.70	100.0%

Elaboración: DOE-SEMARNAT, 2024.

La flexibilidad en la aplicación de las políticas de Ordenamiento Ecológico (OE) permite que una misma actividad o uso de suelo se desarrolle bajo diferentes políticas, lo que conduce a variaciones significativas respecto a cómo se lleva a cabo esa actividad específica. Dependiendo de la política bajo la cual se realiza, actividades como la agricultura, la explotación forestal o el turismo pueden ser gestionadas de diferentes maneras, que reflejen diversos grados de intervención y sostenibilidad ambiental.

La regulación que emana de las políticas de OE es integral y complementaria a los Criterios de Regulación Ecológica (CRE). Estos criterios además de establecer los límites y directrices para cada tipo de actividad también modulan las variantes específicas de las actividades autorizadas dentro de cada zona de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) como se detalla en el apartado Fichas de las Unidades de Gestión Ambiental.

Este sistema de regulación detallada y diferenciada es crucial para manejar de manera efectiva la diversidad de condiciones ecológicas y socioeconómicas presentes en las distintas UGA, permitiendo una adaptación y una respuesta más específicas a los desafíos y oportunidades de cada zona. Al integrar los CRE con las políticas de OE, se crea un marco de gestión del territorio que no solo es amplio y riguroso, sino también flexible y adaptativo, capaz de ajustarse a las realidades cambiantes del uso de la tierra y las demandas de conservación.

## 6.4 Lineamiento Ecológico



De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el lineamiento ecológico se define como *Meta o enunciado general que refleja el estado deseable de una unidad de gestión ambiental.*

Un lineamiento ecológico (LE) constituye una declaración de objetivos que articula claramente el estado ideal al que se aspira para una Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Estos lineamientos son esenciales porque especifican los objetivos precisos de las políticas de Ordenamiento Ecológico (OE) aplicadas a cada área, delimitando las metas ambientales y sostenibles que deben alcanzarse. En el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac (POERSAA), los lineamientos ecológicos son el resultado de un proceso meticuloso de planificación que incluye la visión de futuro para las UGA.

Cada lineamiento ecológico fue diseñado para reflejar un equilibrio entre la conservación ambiental y las necesidades humanas, asegurando que todas las actividades dentro de la UGA contribuyan positivamente al entorno. Estos lineamientos detallan no solo las prácticas de manejo y conservación que se deben adoptar, sino también las medidas específicas para mitigar impactos negativos, promover la recuperación de ecosistemas dañados y facilitar el uso sostenible de los recursos naturales.

En el diseño de estos lineamientos dentro del POERSAA, se estableció una visión integrada que abarca tanto los aspectos ecológicos como socioeconómicos de las UGA. Esto implica que cada lineamiento no solo se concentra en la protección de la biodiversidad y los ecosistemas, sino también en cómo estos elementos pueden coexistir armoniosamente con las actividades económicas y culturales de las comunidades locales. Se trata de un enfoque integral que busca promover un desarrollo regional ambientalmente responsable y socialmente justo.

Por lo tanto, los lineamientos ecológicos en el POERSAA (Cuadro 6.2) son mucho más que simples directrices; son un compromiso con la sostenibilidad a largo plazo, diseñados para guiar todas las acciones dentro de las UGA hacia un futuro en el que el desarrollo humano y la conservación ambiental avanzan de la mano. Estos lineamientos sirven como una hoja de ruta para la gestión efectiva y eficiente del territorio, asegurando que cada decisión tomada contribuya al bienestar ecológico y humano de la región.





La determinación de las superficies a conservar y restaurar se basó en la cobertura vegetal existente, su estado sucesional, la vocación natural del suelo y la fragilidad del ecosistema. De manera específica, el porcentaje de la superficie a conservar sumo los valores de vegetación primaria y de vegetación secundaria (arbórea y arbustiva), esto con el objetivo de propiciar la permanencia de este tipo de vegetación y establecer medidas para frenar la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales. Para el caso de la superficie a restaurar, se sumaron los valores de superficie de vegetación secundaria y pastizal inducido, siguiendo la misma pauta. Lo que se espera es que este valor sea considerado como parámetro para promover la ocurrencia de procesos de cambio positivos respecto al estado actual de la cubierta forestal en la UGA. Por otra parte, se presentan las políticas específicas con su respectivo lineamiento ecológico de forma general.

El valor porcentual de la superficie que se promoverá para su protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable estará indicada en la ficha técnica de cada UGA, así como su plazo de promoción y/o cumplimiento, el cual puede involucrar acciones al corto plazo (5 años), mediano plazo (10 años) y largo plazo (15 años). Estos plazos siguen las recomendaciones de evaluación del desempeño de la política ambiental, en un área que por su fragilidad natural, conflicto socioambiental y afectación a la salud pública debe encaminarse prioritariamente.

Cuadro 6.2. Lineamientos ecológicos

<b>CLAVE</b>	<b>Plazo (años)</b>	<b>Plazo</b>	<b>Superficie (%) UGA o USO</b>	<b>Política</b>	<b>Lineamiento Ecológico</b>
<b>L1</b>	5	Corto		Aprovechamiento o sustentable	Promover el aprovechamiento forestal sustentable manteniendo o incrementando la superficie actual de bosques de la UGA e impulsando la certificación en manejo forestal comunitario maderable y/o no maderable, incluyendo las plantaciones forestales comerciales.
<b>L2</b>	15	Largo	100	Aprovechamiento o sustentable	Impulsar la reconversión gradual de la agricultura convencional a sistemas agroecológicos, con énfasis en el manejo del recurso hídrico y suelo.
<b>L3</b>	5	Corto		Aprovechamiento o sustentable	Aprovechar sustentablemente las unidades de producción pecuaria actual bajo manejo regenerativo.



CLAVE	Plazo (años)	Plazo	Superficie (%) UGA o USO	Política	Lineamiento Ecológico
L4	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	Aprovechar sustentablemente el 100% de los espacios agrícolas y pecuarios que existen al interior de los asentamientos humanos rurales previniendo los riesgos a la salud.
L5	5	Corto	95	Aprovechamiento o sustentable	Mantener 95% superficie actual de los bancos de materiales pétreos, cierre de minas irregulares y abandonadas, así como promover su restauración al término de la concesión, mediante acciones encaminadas a la conservación del medio ambiente.
L6	10	Mediano	100	Aprovechamiento o sustentable	En UGA con proyectos estratégicos, como el uso aeroportuario, se implementarán medidas de eficiencia energética y reducción de emisiones. Cualquier expansión o mejora de las instalaciones deberá someterse a una evaluación de impacto ambiental y actualizar sus estándares de responsabilidad ambiental.
L7	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	Promover el aprovechamiento sustentable urbano de conforme a lo establecido en el instrumento de planeación urbano decretado vigente.
L8	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	Gestionar de manera sostenible los recursos naturales y paisajes del asentamiento humano rural, asegurando medidas básicas para prevenir la contaminación por residuos sólidos, industriales, descargas de aguas residuales y el uso desmedido del entorno, especialmente en casos de crecimiento poblacional superior al natural.
L9	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	El 100% de los proyectos para vivienda urbana se construyen dentro del fondo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los Centros de Población vigentes y se conserva la vegetación en el perímetro de estos proyectos. Todo proyecto deberá contar con sistemas integrales de manejo de residuos sólidos urbanos, tratamiento de agua residuales, que contemplen la separación, reducción, reciclaje y composteo.



CLAVE	Plazo (años)	Plazo	Superficie (%) UGA o USO	Política	Lineamiento Ecológico
L10	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	Proteger los recursos naturales y a los asentamientos humanos de la contaminación industrial, vigilando el cumplimiento de la normatividad sobre las emisiones a la atmósfera, derrames y vertidos, así como el desarrollando planes de contingencia para responder a emergencias ambientales y riesgos para la salud.
L11	5	Corto	100	Aprovechamiento o sustentable	El 100% de nuevas construcciones para vivienda, desarrollo turístico convencional, industrial y agropecuario (tecnificado) deben situarse fuera de las zonas de riesgo, incluyendo fallas geológicas, suelos inestables, volcánico y otros riesgos naturales o antropogénicos identificados en los atlas de riesgo o estudios de protección civil municipales.
L12	15	Mediano		Preservación	Conservar la vegetación primaria y secundaria de la UGA, preservando su biodiversidad, funciones ecológicas y los servicios ambientales que ofrece, mediante un manejo ambiental integral que asegure su continuidad a mediano plazo.
L13	5	Corto	90	Preservación	Mantener e incentivar el uso agrícola de temporal sobre el cambio de uso de suelo de alto impacto (industrial, urbano, minería no metálica, pecuario intensivo, turismo convencional).
L14	5	Corto	100	Preservación	Mantener la estructura y fertilidad de los suelos, asegurando la captación, infiltración y recarga de acuíferos.
L15	5	Corto		Preservación	Preservar e incentivar los sistemas agroforestales, MIAF y sistemas agrosilvopastoriles, orientados al mantenimiento de las funciones agroecológicas y mejorar la productividad.
L16	5	Corto	70	Preservación	Preservar la superficie actual de vegetación forestal en buen estado de conservación asegurando que el sistema de producción pecuario no degrade o avance sobre la superficie de agricultura tradicional y forestal.



CLAVE	Plazo (años)	Plazo	Superficie (%) UGA o USO	Política	Lineamiento Ecológico
L17	5	Corto	70	Preservación	Conservar la vegetación en buen estado de conservación, permitiendo actividades tradicionales de bajo impacto, como apicultura, ecoturismo, aprovechamiento forestal sustentable, conservación y agricultura de temporal, en las áreas con asentamientos rurales.
L18	5	Corto	100	Protección	Proteger el 100% de los recursos hídricos (cuerpos de agua y sus afluentes) existentes en la UGA.
L19	5	Corto		Protección	Proteger el patrimonio arqueológico, histórico y cultural de la región, para asegurar la permanencia, estudio y conocimiento de la riqueza cultural que alberga.
L20	5	Corto	100	Protección	Proteger la superficie de ANP y ADVC con base en su programa de manejo o decreto federal, estatal o municipal correspondiente.
L21	15	Largo	100	Restauración	Restaurar las riberas fluviales y cuerpos de agua, implementando medidas para la estabilización de bordes, saneamiento de cuerpos de agua y reforestación de un área de amortiguamiento adyacente.
L22	10	Mediano	30	Restauración	Restaurar el 30% de la superficie agrícola de la UGA aplicando técnicas agroecológicas, suprimiendo los tratamientos que degradan el suelo y reducen la biodiversidad.
L23	15	Largo	70	Restauración	Restaurar la estructura, diversidad y funciones de los ecosistemas de bosques de coníferas afectados por cambio de uso de suelo, incendios forestales, erosión y asentamientos humanos, e implementar planes de manejo forestal integral que garanticen la provisión de bienes y servicios ecosistémicos.
L24	10	Mediano	50	Restauración	Restaurar el 50% de la superficie dedicada a la ganadería convencional mediante ganadería regenerativa, utilizando técnicas y prácticas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, para mejorar la salud del suelo, el agua y la biodiversidad.





CLAVE	Plazo (años)	Plazo	Superficie (%) UGA o USO	Política	Lineamiento Ecológico
L25	15	Largo	50	Restauración	Restaurar el 50% de áreas con presencia de erosión remontante, cárcavas y deslizamientos de ladera, así como zonas con suelos contaminados o salinización.

Cabe destacar que, la determinación de las superficies a conservar y restaurar se basó en cobertura vegetal existente, su estado sucesional, la vocación natural del suelo y la fragilidad del ecosistema. De manera específica, el porcentaje de la superficie a conservar, sumo los valores de vegetación primaria y de vegetación secundaria (arbórea y arbustiva), esto con el objetivo de propiciar la permanencia de este tipo de vegetación y establecer medidas para frenar la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales. Para el caso de la superficie a restaurar, se sumaron los valores de superficie de vegetación secundaria y pastizal inducido, siguiendo la misma pauta, lo que se espera es que este valor sea considerado como parámetro para promover la ocurrencia de procesos de cambio positivos respecto al estado actual de la cubierta forestal en la UGA.

Por otra parte, se presentan las políticas específicas con su respectivo lineamiento ecológico, de forma general. El valor porcentual de la superficie que se promoverá para su protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable estará indicada en la ficha técnica de cada UGA, así como su plazo de promoción y/o cumplimiento, que puede involucrar acciones al corto plazo (5 años), mediano plazo (10 años) y largo plazo (15 años). Estos plazos siguen las recomendaciones de evaluación del desempeño de la política ambiental, en un área que por su fragilidad, conflicto socioambiental y afectación a la salud pública debe encaminarse prioritariamente.

## 6.5 Usos de Suelo

Este enfoque no solo busca optimizar los recursos disponibles, sino también asegurar que las intervenciones estén alineadas con la aptitud y las características específicas del territorio.

**Usos Compatibles:** Los usos compatibles son aquellos que por su naturaleza y forma de ejecución, se alinean estrechamente con la visión estratégica y los objetivos de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Estos usos son evaluados y seleccionados en base a su alta aptitud dentro del contexto específico de la UGA, asegurando que se adecuen al entorno y contribuyan activamente a la mejora de las condiciones ambientales. Estas



actividades están cuidadosamente escogidas para evitar conflictos ambientales y para acercarse lo máximo posible a la imagen objetivo, deseada para el área.

En la práctica, los usos compatibles son actividades que pueden desarrollarse en coexistencia espacial y temporal con los usos predominantes del territorio. Sin embargo, dada la sensibilidad y las particularidades del entorno, estos usos requieren regulaciones específicas y rigurosas. La implementación de estos usos debe estar basada en un profundo diagnóstico ambiental que contemple las interacciones ecológicas y los posibles impactos, asegurando una gestión que maximice los beneficios mientras minimiza los riesgos y las alteraciones al ecosistema.

**Usos Incompatibles:** Los usos incompatibles son aquellos que representan un riesgo significativo para la integridad ambiental de la UGA. Estos usos, por su naturaleza o por las prácticas asociadas a su implementación, pueden conducir a la pérdida o al deterioro considerable de áreas críticas que son esenciales para la preservación o protección ambiental. Además, tienen el potencial de incrementar los conflictos ambientales, ya sea exacerbando la degradación de recursos naturales, intensificando la contaminación o desplazando especies nativas.

Los usos incompatibles son particularmente problemáticos porque entran en conflicto directo con los objetivos de conservación y con la imagen objetivo, definida en el escenario estratégico de la UGA. Estos usos son desaconsejados y, en muchos casos, restringidos o prohibidos dentro de la planificación de uso del suelo, ya que no alinean con los esfuerzos de sostenibilidad y pueden contrarrestar los avances hacia un manejo ambiental responsable y efectivo del territorio.

La correcta identificación y regulación de usos compatibles e incompatibles es fundamental para el éxito a largo plazo de las estrategias de gestión ambiental en las UGA, garantizando que las actividades humanas se desarrollen en armonía con los objetivos de conservación y mejora del medio ambiente.

**Usos condicionados:** Son los usos que se regularán a través de los Criterios de Regulación Ecológica por el impacto que producen en el territorio y sobre los recursos naturales. Esta condición se asignará a los sectores de Asentamiento Urbano, Industria y Minería no metálica.

Cuadro 6.3. Listado de sectores determinados en la región, a regularse por el POERSAA



SECTOR	SUBSECTOR	DEFINICIÓN
<b>Asentamientos Humanos</b>	Rural	Comprende áreas con baja densidad de población, donde predominan actividades económicas relacionadas con la agricultura, la ganadería, la silvicultura y otras formas de producción primaria. Las infraestructuras son menos densas y los servicios son más básicos en comparación con las áreas urbanas.
	Urbano	Se refiere a las áreas caracterizadas por una alta densidad de población, infraestructura desarrollada, servicios públicos complejos (como transporte, salud, educación), y actividades económicas predominantes en los sectores secundarios (industria) y terciarios (servicios).
<b>Agricultura</b>	De Temporal	Se refiere a la práctica de cultivar en tierras que dependen de la precipitación natural para el riego.
	De Riego	Se refiere a la práctica de cultivar en tierras donde se utiliza un sistema de riego artificial para suministrar agua a los cultivos.
<b>Ganadería o Actividad Pecuaria</b>	Intensiva	Se caracteriza por la producción a gran escala y el uso de tecnologías avanzadas y prácticas de manejo intensivas. Los animales suelen criarse en instalaciones confinadas o semiconfinadas, con dietas formuladas y un control riguroso de las condiciones de crianza para maximizar la eficiencia y la productividad.
	Extensiva	Este tipo de producción se lleva a cabo en grandes superficies de tierra, donde los animales pastorean libremente y se alimentan principalmente de recursos naturales, como pastos y forrajes disponibles en el terreno. La producción extensiva se caracteriza por un bajo nivel de inversión en insumos y tecnología, menor densidad de animales por unidad de superficie y una menor intervención en el manejo diario de los animales.
	De traspatio	Este es un tipo de producción a pequeña escala, generalmente realizada en áreas periurbanas o rurales, donde las familias crían animales en espacios reducidos, como patios o terrenos adyacentes a sus viviendas. Los animales, que pueden incluir gallinas, cerdos, conejos, ovejas, cabras, entre otros, se crían principalmente para consumo doméstico o para venta local en pequeña escala. El manejo suele ser menos formal y más basado en prácticas tradicionales, con un enfoque en la autosuficiencia y el aprovechamiento de recursos locales como restos de comida y forrajes disponibles en el entorno inmediato.
<b>Apicultura</b>	Miel y Cera	Se enfoca en la producción, procesamiento, y comercialización de miel y cera de abeja. Este subsector abarca todas las etapas desde la recolección de la miel y cera hasta su procesamiento, empaquetado y distribución en mercados nacionales e internacionales.
<b>Industria</b>	Textil	Este subsector se dedica a la producción de fibras, hilos, tejidos y productos terminados como ropa, textiles para el hogar y otros artículos confeccionados a partir de diferentes tipos de materiales, incluyendo algodón, lana y poliéster, entre otros.





SECTOR	SUBSECTOR	DEFINICIÓN
	Químico	Comprende la producción de sustancias químicas básicas, productos petroquímicos, fertilizantes, plásticos, pinturas, productos farmacéuticos, cosméticos y otros materiales que resultan de procesos químicos.
	Alimentario	Se enfoca en la transformación de materias primas agrícolas y animales en productos alimenticios. Esto incluye la producción de alimentos procesados, bebidas, productos lácteos, carnes, panadería y confitería, entre otros.
	Agroalimentario	Similar al alimentario, pero se extiende a todas las actividades que conectan la agricultura con la producción de alimentos, incluyendo el procesamiento de productos agrícolas en alimentos y bebidas, además de la comercialización de estos productos. Este subsector tiene un enfoque integral que incluye tanto la producción primaria como el procesamiento industrial.
	Manufactura (metalmecánica, fabricación de productos a base de arcillas y minerales no metálicos)	Es un subsector amplio que abarca la transformación de materiales en productos más elaborados o terminados mediante procesos industriales. Dentro de la manufactura se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Metalmecánica:</b> Incluye la producción de maquinaria, herramientas, estructuras metálicas, vehículos y otros productos metálicos a través de procesos como el corte, soldadura, conformado y ensamblaje.</li> <li>• <b>Fabricación de productos a base de arcillas y minerales no metálicos:</b> Este subsector produce bienes como cerámica, vidrio, ladrillos, azulejos y otros materiales de construcción y decoración a partir de arcillas y minerales no metálicos.</li> </ul>
	Automotriz	Se dedica al diseño, desarrollo, fabricación y ensamblaje de vehículos de motor, incluidos automóviles, camiones, autobuses, motocicletas, y piezas y componentes automotrices.
	Cementero	Enfocado en la producción de cemento, un material esencial para la construcción. Incluye la extracción y procesamiento de materias primas como caliza y arcilla, así como la producción de cemento mediante procesos de calcinación y molienda.
	Ladrillero	Se especializa en la fabricación de ladrillos y otros materiales cerámicos de construcción a partir de arcilla y otros componentes. Los ladrillos son un material fundamental en la construcción de edificios y estructuras.
	Papel	Este subsector abarca la producción de pulpa, papel y productos derivados, como cartón, papel de impresión, papel higiénico, y otros productos de papel. La producción de papel implica el procesamiento de madera y otros materiales fibrosos, así como técnicas de reciclaje.
Forestal	Maderable	Este subsector se enfoca en la extracción y utilización de la madera como recurso principal. Incluye todas las





SECTOR	SUBSECTOR	DEFINICIÓN
		actividades relacionadas con la producción, cosecha, procesamiento, y comercialización de productos derivados de la madera, como troncos, tablas, papel, pulpa de celulosa, muebles, y otros productos manufacturados.
	No maderable	Este subsector abarca la recolección y aprovechamiento de productos forestales que no son madera. Incluye una diversidad de recursos como resinas, gomas, aceites esenciales, frutos, semillas, hongos, plantas medicinales, fibras, hojas, y otros materiales vegetales y animales que se encuentran en los bosques. Estos productos tienen usos variados en la alimentación, la medicina, la cosmética, la industria artesanal, y otras aplicaciones.
Minería	No Metálica	El <b>subsector de la minería no metálica</b> se enfoca en la extracción y procesamiento de minerales que no contienen metales. Estos materiales suelen utilizarse en la construcción (como el mármol, la caliza, la arcilla), en la industria química (como los fosfatos y las sales), en la producción de energía (como el carbón), y en otros productos industriales.
Conservación	Manejo de ecosistemas	Se refiere a las actividades y prácticas enfocadas en la protección, mantenimiento, y restauración de los ecosistemas naturales y su biodiversidad. Este sector abarca una variedad de acciones que incluyen la preservación de hábitats naturales, la gestión sostenible de los recursos naturales, la restauración ecológica, y la implementación de políticas y programas para conservar la flora y fauna nativas. El manejo de ecosistemas también involucra el monitoreo de la salud de los ecosistemas, la mitigación de impactos ambientales negativos, y la promoción de prácticas sostenibles que equilibren las necesidades humanas con la protección del medio ambiente.
Infraestructura y servicios		El <b>sector de infraestructura y servicios</b> se refiere a la categoría económica que abarca la planificación, construcción, mantenimiento y operación de las instalaciones físicas y los sistemas necesarios para el funcionamiento de una sociedad. Este sector incluye una amplia gama de actividades y componentes que son fundamentales para la vida diaria y el desarrollo económico, tales como: Infraestructura de Transporte, Infraestructura de Energía, Infraestructura de Agua y Saneamiento, Infraestructura de Comunicaciones, Infraestructura Social y Servicios Públicos.
Equipamiento	Suministro, provisión, abastecimiento, dotación de infraestructura	El sector equipamiento se refiere a la provisión, abastecimiento, y dotación de infraestructura y servicios necesarios para el desarrollo adecuado de una comunidad o región. Este sector abarca varias áreas, incluyendo: Suministro, Provisión, Abastecimiento, Dotación de infraestructura y Servicios.
Turismo	Convencional	También conocido como turismo de masas o de alto impacto, este subsector se caracteriza por maximizar la comodidad y el entretenimiento de los turistas.



SECTOR	SUBSECTOR	DEFINICIÓN
	Cultural	Este subsector se centra en la exploración y apreciación de la cultura local, la religión, la historia, el arte y las tradiciones de un destino, incluyendo visitas a sitios históricos, museos, festivales, y eventos culturales.
	Ecoturismo	Este subsector se enfoca en la visita a áreas naturales con el objetivo de disfrutar y aprender sobre el entorno natural, promoviendo la conservación y el respeto hacia el medio ambiente. El ecoturismo busca minimizar el impacto ambiental de las actividades turísticas y contribuir al bienestar de las comunidades locales. Actividades típicas incluyen senderismo, observación de flora y fauna, y visitas a parques nacionales o reservas naturales. Este tipo de turismo promueve la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

Fuente: Elaboración propia DOE-SEMARNAT, 2024.

## 6.6 Estrategia Ecológica

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la estrategia ecológica se define como *La integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de estudio.*

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca del Alto Atoyac (POERSAA), la estrategia ecológica del POE se define como el componente operativo, propositivo y regulatorio fundamental que establece las directrices para alcanzar los lineamientos ecológicos y, en consecuencia, lograr el estado óptimo del territorio en cuestión.

La estrategia ecológica del POERSAA se compone de múltiples elementos clave que se han delineado con el objetivo de abordar los retos específicos del área y cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Ordenamiento Ecológico (RMOE). Entre las acciones propuestas se incluyen medidas para reducir los impactos negativos derivados de las actividades productivas y sociales. Además, se enfoca en mejorar la disponibilidad y gestión del agua, un recurso crucial para la sostenibilidad de la región.

Las estrategias propuestas para mitigar los impactos negativos de los usos del suelo sobre los recursos hídricos en la subcuenca del Alto Atoyac son variadas y buscan abordar tanto la preservación de la cantidad como de la calidad del agua. Estas estrategias se enfocan en promover prácticas sostenibles, restaurar ecosistemas degradados y mejorar la gestión del agua.



Cuadro 6.4. Estrategias Ecológicas

<b>CLAVE</b>	<b>ESTRATEGIAS GENERALES</b>
<b>EG1</b>	Protección de ecosistemas
<b>EG2</b>	Tasa cero de deforestación
<b>EG3</b>	Contención del avance de la frontera agrícola y de las actividades pecuarias en áreas forestales
<b>EG4</b>	Mitigación del impacto de actividades antrópicas sobre la biodiversidad
<b>EG5</b>	Protección y recuperación de especies prioritarias (endémicas, en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies sombrilla y de la lista roja de la UICN).
<b>EG6</b>	Restauración de ecosistemas perturbados.
<b>EG7</b>	Conservación, restauración y manejo sustentable de suelos.
<b>EG8</b>	Mantenimiento y restablecimiento del caudal ecológico.
<b>EG9</b>	Prevención y combate de incendios forestales (programas de manejo del fuego, establecimiento de brechas cortafuego, retiro de combustibles forestales, otros).
<b>EG10</b>	Saneamiento de ecosistemas forestales.
<b>EG11</b>	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
<b>EG12</b>	Gestión integral del recurso hídrico.
<b>EG13</b>	Conservación de las principales zonas de recarga de acuíferos.
<b>EG14</b>	Sustentabilidad de los agroecosistemas.
<b>EG15</b>	Desarrollo sustentable de las actividades pecuarias.
<b>EG16</b>	Gestión integral de residuos sólidos.
<b>EG17</b>	Fomento de una industria limpia y ecológica.
<b>EG18</b>	Gestión integral de proyectos de infraestructura.
<b>EG19</b>	Fomento del ecoturismo, agroturismo y turismo rural.
<b>EG20</b>	Fomento de negocios sustentables (empresas de reciclaje, aprovechamiento de restos orgánicos de alimentos, producción de detergentes biodegradables, producción de alimentos orgánicos, cadenas de suministro, etc.).
<b>EG21</b>	Aplicación de medidas para mitigar y para facilitar la adaptación al cambio climático.
<b>EG22</b>	Establecimiento de ecotecnias para la captación, almacenamiento, filtrado, tratamiento y uso del agua pluvial.
<b>EG23</b>	Establecimiento de ecotecnias para el tratamiento y reutilización de aguas residuales.
<b>EG24</b>	Reducción de las presiones antropogénicas sobre ecosistemas vulnerables y prioritarios para la conservación.
<b>EG25</b>	Fortalecer la participación, transparencia, inclusión, igualdad y acceso a la información y a la justicia en asuntos ambientales en reconocimiento al derecho de los pueblos y comunidades de la región.





<b>EG26</b>	Mitigación, remediación y restauración de los recursos hídricos de la subcuenca del Alto Atoyac.
<b>EG27</b>	Implementar un programa de prevención y erradicación de especies invasoras.
<b>EG28</b>	Se deberán de aplicar las disposiciones jurídicas tanto del ámbito federal, estatal, municipal e internacional que no estén incluidas en este ordenamiento y podrán ser consideradas por la autoridad si son pertinentes.
<b>EG29</b>	Promover actividades y aprovechamientos que disminuyan la vulnerabilidad de las poblaciones locales que se encuentran ubicadas en zonas de riesgo.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUA</b>	
<b>ECA1</b>	Promover la conservación, protección y restauración de ecosistemas riparios (funcionamiento, composición y estructura).
<b>ECA2</b>	Proteger y restaurar las barrancas, cauces fluviales y cuerpos de agua.
<b>ECA3</b>	Reducción y monitoreo de las fuentes de contaminación en ecosistemas riparios y cuerpos de agua.
<b>ECA4</b>	Las autoridades competentes, promoverán la creación, ejecución y seguimiento de programas de restauración de cuerpos de agua contaminados (calidad del agua y de los sedimentos) en el área sujeta a ordenamiento.
<b>ECA5</b>	Promover la creación, ejecución y monitoreo de un programa de restauración de áreas riparias que se encuentren desprovistas de vegetación.
<b>ECA6</b>	Las autoridades competentes promoverán el estudio, clasificación y monitoreo de los cuerpos receptores de descarga de aguas residuales, de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución para poder determinar la carga contaminante que pueden recibir sin afectar la calidad de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan.
<b>ECA7</b>	Promover la creación de corredores ribereños.
<b>ECA8</b>	Preservación y proteger las zonas de captación de agua de la región.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO</b>	
<b>ECS1</b>	Participación de todos los actores y sectores públicos y privados en actividades de restauración en áreas con vocación forestal, áreas para la conservación de los recursos naturales y/o áreas con suelos degradados.
<b>ECS2</b>	Proteger y restaurar el recurso suelo.
<b>ESTRATEGIAS PARA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS</b>	
<b>EIF1</b>	Fomentar la creación de infraestructura para el acopio y reciclaje de residuos.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN</b>	
<b>EC1</b>	Protección de flora y fauna contra el saqueo y la cacería ilegal. Disminuir el comercio de especies, incrementando la vigilancia y aplicando la





	legislación y normativas vigentes de forma eficaz, así como proteger las especies de fauna de los cazadores.
<b>EC2</b>	Garantizar la representatividad, resiliencia y mantenimiento de la biodiversidad.
<b>EC3</b>	Restaurar y salvaguardar los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar humano.
<b>EC4</b>	Restablecimiento de la conectividad ecológica entre los ecosistemas, conservando la diversidad biológica y genética de las especies de flora y fauna, así como de sus procesos e interacciones.
<b>EC5</b>	Restauración de ecosistemas perturbados, fragmentados y degradados.
<b>EC6</b>	Promover el establecimiento de viveros para propagar especies nativas que puedan ser utilizados en actividades de restauración o reforestación.
<b>EC7</b>	Elaborar y ejecutar un programa de conservación y manejo de las barrancas a fin de proteger y aprovechar de forma sustentable sus características naturales, con base en el diagnóstico de sus características ambientales, biológicas, ecológicas, políticas y socioeconómicas.
<b>EC8</b>	Mantener y mejorar la provisión de servicios ambientales mediante el establecimiento de un mecanismo para el pago de servicios ambientales que permita dar sustento a las acciones de conservación y restauración de los bosques de coníferas presentes en la subcuenca del Alto Atoyac.
<b>EC9</b>	Restauración de los ecosistemas, priorizando aquellos que sirvan para la reintroducción de las especies endémicas.
<b>EC10</b>	Implementación de medidas que potencien la regeneración boscosa natural y la forestación.
<b>EC11</b>	Promover campañas de concientización y educación ambiental que promuevan la conservación de bosques y especies prioritarias.
<b>EC12</b>	Promover proyectos que ayuden a la detección y reducción de la fragmentación y degradación de los hábitats.
<b>ESTRATEGIAS PARA EL SECTOR FORESTAL</b>	
<b>EF1</b>	Implementación de programas para el pago de servicios ambientales.
<b>EF2</b>	Manejo forestal sustentable en bosques, manteniendo la provisión de los servicios ecosistémicos.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA APICULTURA</b>	
<b>EAp1</b>	Impulsar y fomentar el desarrollo del sector apícola, impulsando la conservación de los ecosistemas y agroecosistemas.
<b>EAp2</b>	Elaborar un listado de flora melífera a nivel local.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA AGRICULTURA</b>	



<b>EAg1</b>	Restauración de los suelos agrícolas degradados por agroquímicos, la pérdida de fertilidad por monocultivo y erosión.
<b>EAg2</b>	Fomentar la implementación de prácticas agroecológicas.
<b>EAg3</b>	Promover la actividad agrícola como un recurso estratégico no sustituible por los asentamientos humanos.
<b>EAg4</b>	Manejo eficiente del agua en la agricultura de riego.
<b>EAg5</b>	Impulsar el desarrollo sustentable de la fruticultura, identificando los espacios geográficos con potencial para su producción sostenible.
<b>ESTRATEGIAS PARA EL SECTOR PECUARIO</b>	
<b>EPe1</b>	Incentivar los sistemas agrosilvopastoriles.
<b>EPe2</b>	Adoptar medidas de control y mitigación de daños causados por la erosión del suelo derivado de las actividades pecuarias.
<b>ESTRATEGIAS PARA EL TURISMO</b>	
<b>ETu1</b>	Impulsar el desarrollo turístico sustentable y sostenible.
<b>ETu2</b>	Promover medidas y acciones para la recuperación y restauración de las áreas afectadas por los actuales usos y actividades turísticas, adaptadas al grado de degradación o perturbación del ecosistema, en colaboración con la autoridad competente.
<b>ETu3</b>	Promover el diseño y ejecución de <b>programas de preservación</b> del patrimonio histórico, arqueológico y natural, siguiendo las normas que establezca <b>el INAH</b> y demás instituciones competentes.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA MINERÍA NO METALICA</b>	
<b>EM1</b>	Fomentar el desarrollo de minería no metálica sustentable cuidando el medio ambiente, limitando los daños ecológicos realizados, a través de medidas de compensación y restauración de las áreas afectadas por esta actividad.
<b>ESTRATEGIAS PARA LA INDUSTRIA</b>	
<b>EI1</b>	Promoción de la implementación de prácticas sustentables, ecológicas y limpias que permitan la restauración de la subcuenca del Alto Atoyac.
<b>EI2</b>	Priorizar el desarrollo de parques tecnológicos sobre parques industriales.
<b>ESTRATEGIAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>	
<b>EAh1</b>	Promover la integración de los ecosistemas naturales existentes dentro de las áreas urbanas.
<b>EAh2</b>	Optimizar y reducir los modelos de consumo actuales de los recursos naturales en zonas urbanas, especialmente en el consumo de agua y la generación de residuos sólidos.
<b>EAh3</b>	Promover la reutilización de las aguas tratadas provenientes de las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para riego de áreas verdes.



<b>EAh4</b>	Impulsar el funcionamiento eficiente de las plantas de tratamiento existentes, a partir de la expedición de este ordenamiento y en un plazo no mayor a un año.
<b>EAh5</b>	Promover la rehabilitación y operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran abandonadas, a partir de la expedición de este ordenamiento y en un plazo no mayor a un año.
<b>EAh6</b>	Establecer un plan de manejo, tratamiento y aprovechamiento de los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales, promoviendo su utilización en labores agrícolas, generación energética o alguna otra actividad que permita su integración. Lo anterior, deberá efectuarse en lugares autorizados.
<b>EAh7</b>	Cooperación del sector público, social, privado y comunitario para la ordenación sostenible del territorio, a nivel regional y local, que mejore las condiciones ambientales y promueva una mejor calidad de vida y el desarrollo económico de los habitantes del territorio.
<b>EAh8</b>	Fomentar la construcción de viviendas sustentables con eficiencia energética, hídrica, y con materiales resistentes y reciclados

## 6.7 Criterios de Regulación Ecológica

Los Criterios de Regulación Ecológica (CRE) constituyen un conjunto integral de normativas, reglas y recomendaciones diseñadas específicamente para guiar la implementación de actividades compatibles dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA). Estas regulaciones son esenciales para asegurar que dichas actividades se realicen de manera que cumplan con los objetivos ambientales establecidos y contribuyan efectivamente a la visión a largo plazo para el área.

El propósito principal de estos criterios es garantizar que las diversas actividades, especialmente las de naturaleza productiva, se lleven a cabo sin comprometer la integridad ecológica de la UGA ni el éxito de los lineamientos estratégicos propuestos. Esto implica un enfoque proactivo en la prevención de impactos negativos, tanto ambientales como territoriales, que podrían surgir como consecuencia de conflictos con otros usos del suelo o actividades en regiones adyacentes.

Además, los criterios de regulación ecológica están diseñados para abordar y mitigar problemas ambientales específicos asociados con cada sector productivo. Esto se logra mediante la implementación de medidas que van desde la restricción de ciertas prácticas hasta la promoción de tecnologías y métodos de producción más sostenibles. Por ejemplo, en el sector agrícola, esto podría incluir prácticas de conservación del suelo



y manejo eficiente del agua, mientras que en la industria podría enfocarse en la reducción de emisiones y el tratamiento adecuado de residuos.

Estos criterios buscan resolver problemáticas ambientales existentes y aspiran a prevenir la aparición de nuevos desafíos. Su correcta aplicación facilitará el logro de un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación ambiental, asegurando un manejo sostenible de los recursos naturales que beneficie tanto a las comunidades locales como al ecosistema en general.

Los criterios de regulación ecológica son fundamentales para la operación eficaz de las UGA, proporcionando un marco que permite la coexistencia armoniosa de las actividades humanas con los objetivos de conservación y sostenibilidad del entorno natural.

Cuadro 6.5. Criterios de Regulación Ecológica Generales

<b>CLAVE CRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>CG1</b>	En los terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, en las UGA de Restauración o aquellas colindantes con las ANP se deberán establecer plantaciones agroforestales con mayor diversidad de especies forestales y frutales, de preferencia nativas, que las plantaciones forestales monoespecíficas, con el propósito de contribuir al rescate, conservación y mejoramiento del germoplasma nativo, brindar condiciones adecuadas de hábitat para las especies silvestres y fortalecer la conectividad funcional de los ecosistemas del territorio.
<b>CG2</b>	Se impulsará el establecimiento de jagüeyes para la captación y almacenamiento de agua pluvial que pueda ser usada en la agricultura.
<b>CG3</b>	Cualquier actividad productiva que se realice al interior de la UGA, garantizará la continuidad de los bienes y servicios ambientales, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.
<b>CG4</b>	Las actividades que se lleven a cabo en la UGA no deberán interrumpir el flujo y comunicación de los corredores biológicos o limitar su función ecológica.
<b>CG5</b>	Se mantendrán inalterados los cauces y escurrimientos naturales.
<b>CG6</b>	Las comunidades locales serán participes del diseño e implementación de las estrategias de conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y de la biodiversidad.
<b>CG7</b>	El dragado y encauzamiento de cuerpos de agua solo será susceptible de llevarse a cabo para mejorar las condiciones de profundidad y solucionar problemas de sedimentación, acumulación de nutrientes y contaminantes tóxicos.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
CG8	Para evitar el desequilibrio hidrológico no se permitirá la desecación y/o relleno de cuerpos de agua o de zonas inundables.
CG9	La restauración ecológica se realizará con especies nativas de la región.
CG10	Para la protección de los ecosistemas acuáticos, los márgenes de los lagos, lagunas, manantiales, ríos y arroyos mantendrán una franja natural de vegetación de 20m. En caso de no contar con vegetación, reforestar con especies nativas de la región.
CG11	Para proteger y asegurar la recarga de acuíferos de la región se mantendrá y protegerá las áreas de vegetación natural.
CG12	Las actividades o programas de restauración ecológica, restauración de cuencas hidrográficas y/o restauración forestal incluirán el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.
CG13	En actividades de bajo impacto no se permite la pavimentación de caminos nuevos o de brechas ya existentes.
CG14	Los proyectos de desarrollo autorizados preservarán el total de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies que sean susceptibles de reubicarse deberán contar con el permiso y programa de reubicación de especies autorizado por la autoridad competente.
CG15	Evitar la introducción de especies exóticas invasoras con alto grado de adaptación, reproducción y dispersión.
CG16	En proyectos, predios y parcelas situados en dos o más UGA, la aplicación del POERSAA se realizará de forma independiente por cada sección correspondientes a cada UGA.
CG17	Toda obra o actividad que requiera de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberá contemplar un programa de protección y conservación de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III, especies de importancia para la conservación de la región, así como las contempladas en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
CG18	Asegurar la conectividad ecológica y el libre tránsito de especies silvestres.
CG19	Se protegerá el medio ambiente y se fomentarán prácticas industriales sostenibles para <b>revertir la contaminación y gestionar de manera sustentable los recursos naturales</b> . Esta regulación se aplicará a todas las industrias que tengan un impacto significativo en el territorio, asegurando que cada aspecto, desde la utilización de recursos hasta el manejo de residuos y el control de emisiones, se realice en función a un medio ambiente sano.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
CG20	Se conservará el medio ambiente mediante <b>prácticas ecológicas</b> cuidando el consumo y utilización del agua, reduciendo el uso de químicos en los procesos productivos, promoviendo el reciclaje y el adecuado manejo de residuos, reduciendo el consumo energético y orientado al gremio industrial respecto a las medidas ecológicas a implementar.
CG21	Las industrias asentadas en la región deberán cumplir con la normatividad relativa a la prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos.
CG22	Las industrias deberán responsabilizarse de la restauración y recuperación de los cuerpos de agua contaminados por sus descargas contaminantes.
CG23	En el desarrollo de actividades sectoriales se buscará minimizar la producción de residuos sólidos integrando métodos de reciclaje y reutilización de materiales, junto con estrategias efectivas de manejo y disposición final.
CG24	Cualquier obra o proyecto de desarrollo habitacional que pretenda realizar debe hacerse fuera de áreas naturales protegidas, de su zona de amortiguamiento y cualquier zona de valor ambiental determinada en este ordenamiento.
CG25	Se dará un uso racional de los recursos naturales renovables y no renovables que garantice la preservación de la biodiversidad, ecosistemas y mejore la calidad de vida de los habitantes del territorio.
CG26	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y con la Ley Nacional de Aguas y su reglamento.
CG27	Las aguas tratadas, provenientes de sistemas particulares o municipales de tratamiento de aguas residuales, podrán ser vertidas directamente a cuerpos receptores de propiedad nacional, siempre y cuando cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-002-ECOL-1996 y cuenten con el permiso correspondiente emitido por la Comisión Nacional del Agua.
CG28	Se permite la reutilización de agua tratada proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales particulares o municipales para el riego de áreas verdes, aplicaciones industriales o usos recreativos, siempre que se apegue a la norma NOM-003-ECOL-1997.
CG29	El desarrollo urbano y suburbano podrá desarrollarse dentro de las áreas urbanizadas y los límites de las áreas urbanizables, definidos en los instrumentos aplicables.
CG30	Todos los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Biológico-Infeciosos (RPBI), producidos por pequeños, medianos y grandes generadores, se deberán de manejar en apego a la legislación y normatividad federal, estatal y municipal aplicable, sin omitir el cumplimiento de las disposiciones correspondientes a las siguientes fases de manejo: identificación, envasado, almacenamiento temporal,



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	recolección y transporte externo, tratamiento y disposición final de residuos.
<b>CG31</b>	Cualquier tipo de construcción de vivienda, desarrollos urbanos habitacionales o de infraestructura y servicios, deberán ubicarse fuera de las zonas federales de los cauces y márgenes de ríos, arroyos, lagos, lagunas, humedales, barrancas, fallas geológicas, derechos de vía y sitios colindantes con pendientes mayores a 15%.
<b>CG32</b>	El diseño, construcción y ubicación de las áreas de almacenamiento temporal o permanente de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, deberá contar con la autorización correspondiente.
<b>CG33</b>	Toda área de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos debe estar alejado de zonas pobladas, fuentes de captación de agua superficiales y subterráneas, áreas inundables y de posibles fuentes de peligro.
<b>CG34</b>	El diseño y construcción de vialidades de cualquier tipo, deberá incluir la instalación de pasos de fauna y pasos hidráulicos que permitan la comunicación y flujo natural de agua y especies a través de los ecosistemas que son afectados.
<b>CG35</b>	En zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio, se deberán implementar ecotecnias como sanitario seco, biodigestores, entre otras, para el tratamiento de aguas residuales.
<b>CG36</b>	Implementar ecotecnias como sanitarios secos, biodigestores, humedales construidos, cisternas de ferrocemento, letrinas aboneras, entre otras, para tratar aguas residuales en zonas con carencia o déficit en la cobertura del servicio público de drenaje y alcantarillado.
<b>CG37</b>	En el área de proyectos urbanos públicos o privados se deberá priorizar el rescate de especies y vegetación nativa y/o sujeta a protección especial.
<b>CG38</b>	Se hará uso de ecotecnologías para el aprovechamiento de la lluvia para el abasto de las granjas, reduciendo con ello el consumo de agua del subsuelo.
<b>CG39</b>	Las granjas pecuarias, contarán con los requisitos mínimos de bioseguridad establecidos por las normas mexicanas vigentes.
<b>CG40</b>	Se protegerán los bosques y se fomentarán prácticas responsables en el sector forestal, asegurando que cuidemos de los recursos naturales. Esto implica conservar los ecosistemas forestales, gestionar la madera de manera sostenible y prevenir la degradación ambiental. Las regulaciones se aplicarán a todas las actividades relacionadas con los bosques, desde la tala y la reforestación hasta la gestión de incendios, garantizando que usemos nuestros recursos forestales de forma que preserve la





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	biodiversidad y mantenga el equilibrio natural, asegurando que los bosques continúen proporcionando beneficios esenciales para todos.
CG41	Se garantizará el derecho de las personas a un entorno saludable mediante la protección y el manejo sostenible de nuestros bosques.
CG42	<b>Los productos derivados de la actividad apícola deberán ser empaquetados o envasados en recipientes que generen un impacto menor al medio ambiente.</b>
CG43	La extracción de material para la construcción de infraestructura y de servicios deberá contar con los permisos de la norma vigente.
CG44	La extracción de material por ningún motivo podrá afectar o modificar los cuerpos de agua.
CG45	Con la finalidad de proteger la integridad de los ecosistemas riparios y la recarga de mantos acuíferos y freáticos, el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos deberá realizarse conforme a las autorizaciones emitidas por las autoridades competentes y con apego a la normatividad aplicable.
CG46	La minería metálica es una actividad incompatible en este ordenamiento.
CG47	En todo proyecto de infraestructura, se deberá consultar a las comunidades donde incida el proyecto para asegurar el respeto a sus derechos y preocupaciones ambientales.
CG48	Todas las industrias deben instalar y operar plantas de tratamiento de aguas residuales, asegurando el 100% del tratamiento.
CG49	En las UGA con política ambiental de protección y preservación en donde se lleve a cabo la actividad pecuaria intensiva y extensiva, deberá de reconvertir al menos el 20% de su superficie en sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles.
CG50	Los nuevos proyectos para vivienda urbana se deberán construir dentro del fondo legal definido en el Programa de Desarrollo Urbano de los Centros de Población Vigente y se conserva el 20% de la vegetación en el perímetro de estos proyectos y deberán contar con sistemas integrales de manejo de residuos sólidos urbanos, tratamiento de agua residuales, que contemplen la separación, reducción, reciclaje y composteo.
CG51	La construcción de viviendas rurales deberá desplazarse fuera de las UGA con vegetación forestal en buen estado de conservación.

Cuadro 6.6. Criterios de Regulación Ecológica del sector agricultura





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR AGRICULTURA</b>	
AR1	Las <b>nuevas actividades agrícolas</b> solo podrán desarrollarse en terrenos eriales, terrenos desprovistos de vegetación y diversos a forestales.
AR2	Toda actividad agrícola deberá establecerse <b>fuera</b> de los sitios que contengan <b>ecosistemas excepcionales</b> . En caso de ubicarse cerca de estos, se deberán establecer zonas de amortiguamiento de por lo menos 250 m.
AR3	Establecer y mantener <b>franjas de amortiguamiento</b> de vegetación forestal con especies nativas entre las zonas agrícolas con respecto de los asentamientos humanos, zonas naturales y cuerpos de agua.
AR4	El <b>incremento</b> de la superficie <b>agrícola</b> o apertura de nuevas áreas, solo se permite dentro de UGA con la política de <b>aprovechamiento sustentable</b> y donde sea compatible esta actividad.
AR5	La <b>agricultura de riego</b> deberá estar alejada de las <b>Áreas Naturales Protegidas</b> por una franja de amortiguamiento de por lo menos 500 m.
AR6	Las áreas agrícolas deberán estar <b>separadas</b> de los <b>cuerpos de agua</b> por una franja de amortiguamiento de por lo menos 50 m, a partir del límite del cuerpo de agua considerando la temporada de lluvia.
AR7	Las plantaciones de <b>monocultivo</b> deberán intercalar al menos el 25 por ciento del suelo con algún otro cultivo de especies nativas o endémicas.
AR8	En suelos con pendientes mayores al 20 por ciento, <b>se restringe la ampliación de la superficie agrícola por la alta susceptibilidad a la erosión</b> .
AR9	En la introducción de <b>nuevos cultivos o plantaciones</b> se dará preferencia al uso de plántulas o semillas de especies nativas y rotación de cultivos.
AR10	El uso y aplicación de agroquímicos se realizará conforme a la normatividad de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas ( <b>Cicoplafest</b> ), quedando restringidos dentro de las UGA con política de protección y preservación, así como en Áreas Naturales Protegidas.
AR11	Se evitará la reutilización de <b>envases de plaguicidas</b> ; su depósito quedará sujeto a la normatividad vigente, debido al alto daño que ocasiona a la salud y a los ecosistemas.
AR12	Los agroquímicos autorizados para su aplicación <b>vía aérea</b> utilizarán el equipo y aviones registrados en la Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal, autorizados por la Dirección General de Aeronáutica Civil.
AR13	La producción agrícola de todo tipo deberá incorporar prácticas agroecológicas; <b>fertilización orgánica</b> del suelo (gallinaza, estiércol, composta y abonos verdes), así como de <b>control biológico</b> e implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP).



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AR14	La siembra de <b>árboles frutales</b> se llevará a cabo preferentemente para la reconversión productiva que permita la recuperación de masa forestal y de suelos a través de técnicas <b>agro silvícolas</b> y/o la combinación con leguminosas arbóreas para favorecer la fijación de nitrógeno en el suelo.
AR15	En terrenos preferentemente forestales, que se utilicen en la actualidad con fines agrícolas o pecuarios, se deberá implementar la reconversión a sistemas <b>agrosilvopastoriles</b> o <b>agroforestales</b> .
AR16	En zonas <b>erosionadas</b> o susceptibles a riesgos <b>hidrometeorológicos</b> , las actividades productivas deben orientarse hacia prácticas agroforestales o silvopastoriles.
AR17	Los <b>terrenos abandonados por erosión</b> del suelo o <b>agotamiento</b> de la fertilidad deberán ser sometidos a trabajos de <b>restauración</b> mediante técnicas de conservación y <b>remediación de suelos</b> .
AR18	La introducción de organismos genéticamente modificados queda condicionada a lo establecido en la <b>Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y la SEMARNAT</b> .
AR19	Para aprovechar racionalmente el agua, se deberán usar técnicas de <b>riego de bajo consumo</b> , tales como el riego por goteo y ecotecnias, con énfasis en invernaderos y zonas de agricultura tecnificada.
AR20	Se deberán construir terrazas, zanjas de infiltración, tinajas ciegas y otras estructuras para <b>captar y aprovechar el agua pluvial</b> .
AR21	El diseño y construcción de <b>canales de drenaje agrícola</b> deberán contemplar el establecimiento de trampas de sedimentos o desarenadores antes de su conexión a las corrientes y cuerpos de agua, para evitar procesos de contaminación, eutrofización y azolvamiento de estos.
AR22	Se protegerán y preservarán los <b>cauces naturales y los cuerpos de agua</b> , evitando la desviación y modificación de estos hacia nuevos canales de drenaje o de riego.
AR23	Al aperturar nuevas áreas para la agricultura, se deberá reubicar la diversidad de especies vegetales y animales presentes en el territorio.
AR24	Se permite el desarrollo de <b>policultivos</b> que incrementen la producción y la estabilidad de la cosecha, propicien la presencia de polinizadores, y disminuyan la proliferación de malas hierbas y plagas.
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR AGRICULTURA DE TEMPORAL</b>	
AT1	Las <b>nuevas actividades agrícolas</b> solo podrán desarrollarse en terrenos eriales, terrenos desprovistos de vegetación y diversos a forestales.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AT2	Toda actividad agrícola deberá establecerse <b>fuera</b> de los sitios que contengan <b>ecosistemas excepcionales</b> . En caso de ubicarse cerca de estos, se deberán establecer zonas de amortiguamiento de por lo menos 250 m.
AT3	Establecer y mantener <b>franjas de amortiguamiento</b> de vegetación forestal con especies nativas entre las zonas agrícolas con respecto de los asentamientos humanos, zonas naturales y cuerpos de agua.
AT4	El <b>incremento</b> de la superficie <b>agrícola</b> o apertura de nuevas áreas, solo se permite dentro de UGA con la política de <b>aprovechamiento sustentable</b> y donde sea compatible esta actividad.
AT5	En suelos con pendientes mayores al 20 por ciento, <b>se restringe la ampliación de la superficie agrícola por la alta susceptibilidad a la erosión</b> .
AT6	En la introducción de <b>nuevos cultivos o plantaciones</b> se dará preferencia al uso de plántulas o semillas de especies nativas y rotación de cultivos.
AT7	El uso y aplicación de agroquímicos se realizará conforme a la normatividad de la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas ( <b>Cicoplafest</b> ), quedando restringidos dentro de las UGA con política de protección y preservación, así como en Áreas Naturales Protegidas.
AT8	Se evitará la reutilización de <b>envases de plaguicidas</b> ; su depósito quedará sujeto a la normatividad vigente, debido al alto daño que ocasiona a la salud y a los ecosistemas.
AT9	Los agroquímicos autorizados para su aplicación <b>vía aérea</b> utilizarán el equipo y aviones registrados en la Dirección General de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal, autorizados por la Dirección General de Aeronáutica Civil.
AT10	La producción agrícola de todo tipo deberá incorporar prácticas agroecológicas; <b>fertilización orgánica</b> del suelo (gallinaza, estiércol, composta y abonos verdes), así como de <b>control biológico</b> e implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP).
AT11	La siembra de <b>árboles frutales</b> se llevará a cabo preferentemente para la reconversión productiva que permita la recuperación de masa forestal y de suelos a través de técnicas <b>agro silvícolas</b> y/o la combinación con leguminosas arbóreas para favorecer la fijación de nitrógeno en el suelo.
AT12	En terrenos preferentemente forestales, que se utilicen en la actualidad con fines agrícolas o pecuarios, se deberá implementar la reconversión a sistemas <b>agrosilvopastoriles</b> o <b>agroforestales</b> .





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AT13	En zonas <b>erosionadas</b> o susceptibles a riesgos <b>hidrometeorológicos</b> , las actividades productivas deben orientarse hacia prácticas agroforestales o silvopastoriles.
AT14	Los <b>terrenos abandonados por erosión</b> del suelo o <b>agotamiento</b> de la fertilidad deberán ser sometidos a trabajos de <b>restauración</b> mediante técnicas de conservación y <b>remediación de suelos</b> .
AT15	La introducción de organismos genéticamente modificados queda condicionada a lo establecido en la <b>Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y la SEMARNAT</b> .
AT16	Para aprovechar racionalmente el agua, se deberán usar técnicas de <b>riego de bajo consumo</b> , tales como el riego por goteo y ecotécnicas, con énfasis en invernaderos y zonas de agricultura tecnificada.
AT17	Se deberán construir terrazas, zanjas de infiltración, tinas ciegas y otras estructuras para <b>captar y aprovechar el agua pluvial</b> .
AT18	Al aperturar nuevas áreas para la agricultura, se deberá reubicar la diversidad de especies vegetales y animales presentes en el territorio.
AT19	Se permite el desarrollo de <b>policultivos</b> que incrementen la producción y la estabilidad de la cosecha, propicien la presencia de polinizadores, y disminuyan la proliferación de malas hierbas y plagas.

Cuadro 6.7. Criterios de Regulación Ecológica del sector Asentamientos Humanos

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS RURALES</b>	
AHr1	Las <b>reservas territoriales</b> deberán mantener su cubierta vegetal original hasta utilizarse, lo anterior conforme al crecimiento gradual del asentamiento humano.
AHr2	Las <b>áreas no edificables</b> de predios sujetos a actividades humanas como estacionamientos, patios y senderos utilizarán materiales permeables que permitan la <b>filtración del agua</b> de lluvia al subsuelo.
AHr3	La modificación, ampliación o construcción de nuevas viviendas, comercios y espacios públicos, seguirán los <b>criterios de edificación</b> y normatividad aplicable determinados por la autoridad competente.
AHr4	Los <b>campamentos de construcción</b> se localizarán a una distancia mínima de 100 metros de los cuerpos de agua, ríos o arroyos. Los residuos de construcción y demolición se depositarán únicamente en los sitios autorizados para este fin.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AHR5	Para <b>ampliar el límite de la UGA de asentamientos humanos</b> o para la realización de proyectos y actividades de desarrollo urbano, se deberá cumplir con lo que establezca el programa de ordenamiento ecológico respectivo, el cual sólo podrá modificarse mediante el procedimiento que establezca la legislación local en la materia.
AHR6	Toda obra o proyecto de urbanización, fraccionamiento o lotificación ubicado en terrenos forestales debe contar con la <b>autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) emitido por la autoridad competente.</b>
AHR7	Todo proyecto de urbanización, fraccionamiento y lotificación para el desarrollo urbano, suburbano, turístico y residencial campestre, deberá contar con <b>autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.</b>
AHR8	La definición de <b>nuevas reservas territoriales</b> estará sujeta al instrumento en la materia y a la vinculación con el ordenamiento ecológico, además del cumplimiento de los procedimientos en materia de impacto ambiental.
AHR9	Se deberán evitar las perturbaciones a la fauna silvestre durante las fases de preparación y construcción de cualquier obra o proyecto.
AHR10	Se permite la <b>construcción de vivienda</b> y espacios públicos en terrenos con <b>pendientes</b> menores al 15% y en UGA con uso compatible para los asentamientos humanos.
AHR11	Las poblaciones mayores a 2,500 habitantes deberán contar con un <b>sistema de tratamiento de aguas residuales.</b>
AHR12	Para preservar la <b>conectividad del hábitat</b> de la vida silvestre y facilitar su movimiento, todo proyecto de construcción de vivienda, comercio o servicio en áreas rurales, destinará al menos el <b>70% de la superficie total</b> del predio para la creación de <b>áreas verdes</b> o conservación de la vegetación natural existente.
AHR13	<b>Los nuevos asentamientos humanos y/o turísticos</b> deberán contar con sistemas independientes de drenaje pluvial y doméstico.
AHR14	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con residuos peligrosos o actividades altamente riesgosas.
AHR15	Toda <b>vialidad</b> (existente o nueva) debe modificarse o diseñarse de tal modo que <b>permita la infiltración</b> o desalojo del agua de lluvia hacia terrenos permeables o cuerpos de agua.
AHR16	En <b>UGA de asentamiento humano</b> , se excluirá la construcción de viviendas, espacios públicos e infraestructura en sitios que presenten <b>riesgo</b> por inundaciones, subsidencia y/o fallamiento, para garantizar la seguridad de los habitantes.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AHR17	Se restringe el establecimiento de asentamientos humanos en <b>suelos de alta fertilidad</b> , zonas con vegetación primaria, zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas, cauces y zonas federales de áreas urbanas o rurales.
AHR18	Para garantizar la seguridad e idoneidad de obras de urbanización (pavimentación de vialidades, banquetas, alumbrado público, agua potable, drenaje, alcantarillado, energía eléctrica, etc.), se deberá contar con <b>estudios topológicos</b> y topográficos.
AHR19	Para determinar el sitio más adecuado para el desarrollo de megaproyectos y obras de gran extensión de tipo industrial, comercial y de servicios, deberán contar con los <b>estudios técnicos necesarios</b> (topológicos, topográficos, mecánica de suelos, estabilización de taludes y laderas, hidráulicos, etc.), que justifiquen su localización y minimicen los impactos negativos al medio ambiente (contaminación hídrica, atmosférica, del suelo, acústica, lumínica, visual y térmica) y de su zona de influencia.
AHR20	En el mantenimiento de vialidades y áreas públicas, se restringe la quema de vegetación, el <b>uso de pesticidas y defoliantes tóxicos</b> , de ser el caso, se deberán emplear aquellos que estén autorizados por la CICOPLAFEST y SEMARNAT.
AHR21	Los proyectos de construcción de vivienda, espacios e infraestructura pública y privada deberán priorizar el rescate y/o reubicación de especies de flora y fauna nativa, endémicas y/o sujetas a alguna categoría de riesgo localizadas dentro del área del proyecto.
AHR22	Toda obra o proyecto público o privado deberá evitar interrumpir o <b>modificar cuerpos de agua, humedales y</b> escurrimientos subterráneos, superficiales y subsuperficiales, perennes o intermitentes.
AHR23	Previo a la actividad de cierre y abandono de obras y actividades del sector productivo y de los asentamientos humanos, se realizará una revisión detallada del cumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales del proyecto. El desmantelamiento de las instalaciones y restauración del área degradada considerará acciones de limpieza y eliminación de materiales residuales, remediación del suelo compactado o contaminado, para garantizar el restablecimiento de la vegetación del sitio con especies nativas de la región y un <b>programa de seguimiento de las acciones de restauración</b> .
AHR24	Las autoridades competentes realizarán acciones coordinadas para la protección y conservación de los <b>sitios arqueológicos</b> y áreas con valor patrimonial.
AHR25	Las obras y proyectos urbanos, de comercio y servicios, no modificarán ni sustituirán la superficie en la que se localicen monumentos arqueológicos o históricos. Proyectos colindantes, autorizados por la institución competente,



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	deberán considerar en su planeación una zona de amortiguamiento que garantice la preservación del entorno natural del sitio.
AHR26	En la construcción de áreas verdes públicas y privadas se dará preferencia a la <b>utilización de especies vegetales nativas y/o adaptadas a la región.</b>
AHR27	Se permitirá la construcción de <b>vivienda unifamiliar en asentamientos humanos rurales, bajo</b> las siguientes especificaciones: predios menores a 250 m2 destinarán el 40% de su superficie a la conservación de la vegetación natural o creación de áreas verdes; predios entre 250-500 m2, conservarán el 50% de la vegetación existente; predios con superficies mayores a 500 m2 podrán edificar hasta el 30% de la superficie total del predio. Los porcentajes de aprovechamiento anteriores no serán transferibles entre predios o UGA, además, deberá de contar con la autorización en materia de impacto ambiental.
AHR28	Si por excepción y beneficio social la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo que permitan acceder a la formalidad y a la seguridad jurídica áreas con <b>asentamientos irregulares</b> , estas áreas deben estar previamente identificadas dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) vigente. La superficie circundante estará sujeta a acciones de restauración ecológica permanentes que contengan la fragmentación del ecosistema y promuevan su conectividad ecológica.
AHR29	En terrenos donde se desarrolle la actividad agrícola evitar el cambio de uso de suelo hacia los asentamientos humanos.
AHR30	Los nuevos proyectos de urbanización se localizarán en <b>terrenos adyacentes</b> a las áreas urbanizadas o reservas de crecimiento de los centros de población o dentro de los límites del área provista para asentamientos humanos en las UGA donde este uso sea compatible.
AHR31	En UGA que <b>no sean de asentamientos humanos, se restringirá la construcción de fraccionamientos, condominios residenciales, plazas comerciales, hoteles de más de tres niveles y viviendas de alojamiento temporal.</b>
AHR32	En la planeación, localización y construcción de nuevos asentamientos humanos se dará preferencia al aprovechamiento de zonas eriales, terrenos baldíos y el impulso de la construcción vertical, antes de expandirse a nuevas áreas de crecimiento.
AHR33	El drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo las especificaciones de diseño establecido para este tipo de sistemas.
AHR34	Las poblaciones con más de 2,500 habitantes deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales y cumplir con la NOM- 001 -SEMARNAT-2021.
AHR35	Todo proyecto de urbanización (desarrollo de infraestructura, viviendas, regeneración urbana, áreas verdes, instalaciones educativas, recreativas,





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	comerciales, de entretenimiento, etc.) deberán incluir diseños tecnológicos o elementos de eficiencia energética y uso de energías renovables (calentadores solares, sistemas fotovoltaicos, aislamiento térmico, reutilización de aguas pluviales, etc.), que contribuyan a incrementar la sustentabilidad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la demanda de recursos no renovables.
AHR36	En zonas rurales se deberá considerar medidas para el ahorro de energía e implementar ecotecnias para la generación de energía con fuentes renovables.
AHR37	La autorización para perforar nuevos pozos para la extracción de agua se limitará al suministro de las necesidades de las comunidades, tomando en cuenta la disponibilidad actual y proyectada del acuífero y las condiciones de recarga específicas asociadas con el proyecto propuesto.
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS URBANOS</b>	
AHu01	Las <b>reservas territoriales</b> deberán mantener su cubierta vegetal original hasta utilizarse, lo anterior conforme al crecimiento gradual del asentamiento humano.
AHu02	Las <b>áreas no edificables</b> de predios sujetos a actividades humanas como estacionamientos, patios y senderos utilizarán materiales permeables que permitan la <b>filtración del agua</b> de lluvia al subsuelo.
AHu03	La modificación, ampliación o construcción de nuevas viviendas, comercios y espacios públicos, seguirán los <b>criterios de edificación</b> y normatividad aplicable determinados por la autoridad competente.
AHu04	Para <b>ampliar el límite de la UGA de asentamientos humanos</b> o para la realización de proyectos y actividades de desarrollo urbano, se deberá cumplir con lo que establezca el programa de ordenamiento ecológico respectivo, el cual sólo podrá modificarse mediante el procedimiento que establezca la legislación local en la materia.
AHu05	Toda obra o proyecto de urbanización, fraccionamiento o lotificación ubicado en terrenos forestales debe contar con la <b>autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) emitido por la autoridad competente.</b>
AHu06	Todo proyecto de urbanización, fraccionamiento y lotificación para el desarrollo urbano, suburbano, turístico y residencial campestre, deberá contar con <b>autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.</b>
AHu07	La definición de <b>nuevas reservas territoriales</b> estará sujeta al instrumento en la materia y a la vinculación con el ordenamiento ecológico, además del cumplimiento de los procedimientos en materia de impacto ambiental.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AHu08	Se deberán evitar las perturbaciones a la fauna silvestre durante las fases de preparación y construcción de cualquier obra o proyecto.
AHu09	Se permite la <b>construcción de vivienda</b> y espacios públicos en terrenos con <b>pendientes</b> menores al 15% y en UGA con uso compatible para los asentamientos humanos.
AHu10	Las poblaciones mayores a 2,500 habitantes deberán contar con un <b>sistema de tratamiento de aguas residuales</b> .
AHu11	<b>Los nuevos asentamientos humanos y/o turísticos</b> deberán contar con sistemas independientes de drenaje pluvial y doméstico.
AHu12	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con residuos peligrosos o actividades altamente riesgosas.
AHu13	Toda <b>vialidad</b> (existente o nueva) debe modificarse o diseñarse de tal modo que <b>permita la infiltración</b> o desalojo del agua de lluvia hacia terrenos permeables o cuerpos de agua.
AHu14	En <b>UGA de asentamiento humano</b> , se excluirá la construcción de viviendas, espacios públicos e infraestructura en sitios que presenten <b>riesgo</b> por inundaciones, subsidencia y/o fallamiento, para garantizar la seguridad de los habitantes.
AHu15	Se restringe el establecimiento de asentamientos humanos en <b>suelos de alta fertilidad</b> , zonas con vegetación primaria, zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas, cauces y zonas federales de áreas urbanas o rurales.
AHu16	Para garantizar la seguridad e idoneidad de obras de urbanización (pavimentación de vialidades, banquetas, alumbrado público, agua potable, drenaje, alcantarillado, energía eléctrica, etc.), se deberá contar con <b>estudios topológicos</b> y topográficos.
AHu17	Para determinar el sitio más adecuado para el desarrollo de megaproyectos y obras de gran extensión de tipo industrial, comercial y de servicios, deberán contar con los <b>estudios técnicos necesarios</b> (topológicos, topográficos, mecánica de suelos, estabilización de taludes y laderas, hidráulicos, etc.), que justifiquen su localización y minimicen los impactos negativos al medio ambiente (contaminación hídrica, atmosférica, del suelo, acústica, lumínica, visual y térmica) y de su zona de influencia.
AHu18	En el mantenimiento de vialidades y áreas públicas, se restringe la quema de vegetación, el <b>uso de pesticidas y defoliantes tóxicos</b> , de ser el caso, se deberán emplear aquellos que estén autorizados por la CICOPLAFEST y SEMARNAT.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AHu19	Los proyectos de construcción de vivienda, espacios e infraestructura pública y privada deberán priorizar el rescate y/o reubicación de especies de flora y fauna nativa, endémicas y/o sujetas a alguna categoría de riesgo localizadas dentro del área del proyecto.
AHu20	Toda obra o proyecto público o privado deberá evitar interrumpir o <b>modificar cuerpos de agua, humedales y</b> escurrimientos subterráneos, superficiales y subsuperficiales, perennes o intermitentes.
AHu21	Previo a la actividad de cierre y abandono de obras y actividades del sector productivo y de los asentamientos humanos, se realizará una revisión detallada del cumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales del proyecto. El desmantelamiento de las instalaciones y restauración del área degradada considerará acciones de limpieza y eliminación de materiales residuales, remediación del suelo compactado o contaminado, para garantizar el restablecimiento de la vegetación del sitio con especies nativas de la región y un <b>programa de seguimiento de las acciones de restauración.</b>
AHu22	Las autoridades competentes realizarán acciones coordinadas para la protección y conservación de los <b>sitios arqueológicos</b> y áreas con valor patrimonial.
AHu23	Las obras y proyectos urbanos, de comercio y servicios, no modificarán ni sustituirán la superficie en la que se localicen monumentos arqueológicos o históricos. Proyectos colindantes, autorizados por la institución competente, deberán considerar en su planeación una zona de amortiguamiento que garantice la preservación del entorno natural del sitio.
AHu24	En la construcción de áreas verdes públicas y privadas se dará preferencia a la <b>utilización de especies vegetales nativas y/o adaptadas a la región.</b>
AHu25	En terrenos donde se desarrolle la actividad agrícola evitar el cambio de uso de suelo hacia los asentamientos humanos.
AHu26	Los nuevos proyectos de urbanización se localizarán en <b>terrenos adyacentes</b> a las áreas urbanizadas o reservas de crecimiento de los centros de población o dentro de los límites del área provista para asentamientos humanos en las UGA donde este uso sea compatible.
AHu27	En la planeación, localización y construcción de nuevos asentamientos humanos se dará preferencia al aprovechamiento de zonas eriales, terrenos baldíos y el impulso de la construcción vertical, antes de expandirse a nuevas áreas de crecimiento.
AHu28	El drenaje pluvial deberá estar separado del drenaje sanitario, cumpliendo las especificaciones de diseño establecido para este tipo de sistemas.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
AHu29	Las poblaciones con más de 2,500 habitantes deberán contar con plantas de tratamiento de aguas residuales y cumplir con la NOM- 001 -SEMARNAT-2021.
AHu30	Todo proyecto de urbanización (desarrollo de infraestructura, viviendas, regeneración urbana, áreas verdes, instalaciones educativas, recreativas, comerciales, de entretenimiento, etc.) deberán incluir diseños tecnológicos o elementos de eficiencia energética y uso de energías renovables (calentadores solares, sistemas fotovoltaicos, aislamiento térmico, reutilización de aguas pluviales, etc.), que contribuyan a incrementar la sustentabilidad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la demanda de recursos no renovables.
AHu31	La autorización para perforar nuevos pozos para la extracción de agua se limitará al suministró de las necesidades de las comunidades, tomando en cuenta la disponibilidad actual y proyectada del acuífero y las condiciones de recarga específicas asociadas con el proyecto propuesto.

Cuadro 6.8. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Conservación

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR CONSERVACIÓN</b>	
Con1	La extracción de ejemplares de especies de flora y fauna silvestres u otros recursos biológicos sólo se permitirá con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación o de investigación, siempre que se cuente con los permisos emitidos por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS).
Con2	En las áreas reforestadas, solo se permite el uso de <b>abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores.</b>
Con3	Se permite el <b>aprovechamiento de especies</b> de la biodiversidad que no comprometan los procesos de restauración ecológica.
Con4	En UGA de Protección y Preservación se conserva el 100% de la <b>vegetación primaria.</b>
Con5	La extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestres, o para pie de cría, para cualquier fin, estará sujeta a los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que establezcan las autoridades correspondientes y a lo establecido en las normas oficiales mexicanas en materia ambiental o disposiciones jurídicas que resulten aplicables.
Con6	Las barrancas deberán permanecer libres de residuos sólidos urbanos, de manejo especial o peligrosos, así como de descargas de aguas residuales que incumplan con la normatividad de calidad vigente.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Con7	En las áreas destinadas para el pago de los servicios ambientales o con otros fines de protección y conservación, las modificaciones antropogénicas no deberán exceder el 2% del área total a proteger.
Con8	El manejo de ejemplares y/o poblaciones de especies exóticas sólo podrá realizarse conforme a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre, buscando evitar y minimizar los efectos negativos sobre los procesos biológicos y ecológicos, así como evitar la sustitución o desplazamiento de las poblaciones de especies nativas, naturalmente distribuidas en el sitio.
Con9	Las personas que trasladen ejemplares, partes y derivados de <b>especies silvestres</b> , deberán contar con el/los registros y autorización expedida por la SEMARNAT, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley General de Vida Silvestre, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, así como disposiciones que de ellas deriven.
Con10	Se adoptarán las medidas de <b>trato digno y respetuoso</b> para mitigar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante el aprovechamiento del área del proyecto, en su traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio, conforme a las disposiciones establecida en la Ley General de Vida Silvestre.
Con11	Los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de <b>conservación de Vida Silvestre</b> deberán dar aviso a la SEMARNAT y cumplir con los permisos, procedimientos y normas establecidos para tal fin, para su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Asimismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán contar con el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre o Unidades de Manejo para la Conservación de Fauna Silvestre
Con12	Mantener una <b>franja de amortiguamiento</b> en las riberas de los ríos y/o cuerpos de agua de por lo menos 40 metros en cauces y cuerpos de agua permanentes, y de 20 metros en los temporales.
Con13	En las <b>zonas inundables</b> se conservarán los <b>drenajes naturales principales</b> , limitándose a las actividades que no alteren las dinámicas hidrológicas.
Con14	Las <b>obras de infraestructura</b> que se pretendan realizar en torno a cauces de ríos y arroyos estarán sujetas a la autorización en materia de impacto y/o riesgo ambiental emitida por la autoridad competente. Por ningún motivo se deberá modificar o interrumpir el cauce natural.
Con15	En los viveros establecidos para propagar especies nativas se deberán utilizar semillas provenientes del ecosistema que se pretende restaurar o reforestar.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Con16	Las autoridades competentes y propietarios de nuevas áreas protegidas públicas, privadas y/o comunales deberán establecer acciones tendientes a la difusión y educación ambiental respecto de sus objetivos y alcances, así como de los ecosistemas que se conservan.
Con17	Creación de infraestructura para contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas.
Con18	Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO).
Con19	En áreas con presencia de vegetación arbórea (primaria y secundaria) sólo se podrán realizar actividades de bajo impacto (aprovechamiento forestal, senderismo, investigación y educación ambiental, turismo de naturaleza, establecimiento de UMA, otras de bajo impacto), asegurando que estas no alteren la estructura y función ecológica de estos ecosistemas.
Con20	En áreas de <b>bosques degradados</b> por la extracción selectiva, incendios y pastoreo, las acciones de reforestación se realizarán con especies nativas, escarificación de suelos, obras de conservación de suelos y agua, así como manejo de ecosistemas.
Con21	En los predios en los que se encuentren cuevas, minas abandonadas, grietas u oquedades en las que se desarrollen comunidades de <b>organismos adaptados a la ausencia de luz</b> , se deberán mantener inalterados.
Con22	Los cañones y barrancas se mantendrán libres de construcciones habitacionales, infraestructura y equipamiento.

Cuadro 6.9. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Forestal

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR FORESTAL</b>	
For1	Se permite la <b>extracción de leña para uso familiar y comunitario</b> , cuando no sea en detrimento de la estructura, funciones y procesos ambientales de la masa forestal.
For2	Toda <b>plantación forestal comercial</b> deberá ser autorizada por la SEMARNAT.
For3	Las <b>plantaciones forestales multipropósito con especies nativas</b> podrán introducirse en áreas deforestadas o degradadas por erosión
For4	Se deberán <b>restringir los monocultivos de especies arbóreas</b> , tanto en procesos agroforestales, como en reforestaciones, con el fin de mantener la estructura, funciones y procesos ecológicos.
For5	Debe <b>evitarse el desmonte</b> y queda restringido a la normatividad vigente las actividades de roturación en terrenos forestales.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
For6	Los <b>aprovechamientos forestales comerciales deberán realizarse mediante métodos no intensivos</b> a fin de mantener la cobertura, estructura, composición forestal y diversidad biológica.
For7	El <b>aprovechamiento forestal en áreas naturales protegidas</b> sólo podrá realizarse en zonas de amortiguamiento, siempre y cuando lo permita el programa de manejo y previa autorización en materia de impacto ambiental.
For8	Se deberá <b>evitar la extracción de tierra de monte o tierra de hoja</b> para comercializar.
For9	Toda <b>producción de carbón vegetal</b> deberá ser regulada por la CONAFOR y en cumplimiento con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.
For10	Se permite la <b>recolección de frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes completos no maderables</b> para fines de <b>autoconsumo</b> , reproducción en viveros y tareas de reforestación en concordancia con los usos y costumbres de la población y las técnicas más adecuadas.
For11	Los <b>programas de manejo forestal</b> garantizarán la permanencia de corredores biológicos garantizando los servicios ecosistémicos.
For12	La <b>reforestación de los ecosistemas forestales</b> se realizará con especies nativas o propias de los ecosistemas locales.
For13	La <b>recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas</b> y especímenes completos no maderables para fines de investigación y autoconsumo que esté en concordancia con los usos y costumbres de la población rural, podrá llevarse a cabo siempre y cuando se garantice el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.
For14	El aprovechamiento de <b>recursos forestales no maderables</b> podrá desarrollarse siempre y cuando no genere modificaciones negativas a la estructura y funciones de los ecosistemas, mediante los estudios técnicos y programas de manejo forestal específicos. Sujetándose a los criterios, las especificaciones técnicas y los periodos de aprovechamiento se determinarán de acuerdo con los ciclos de recuperación y regeneración de la especie y sus partes por aprovechar.
For15	El aprovechamiento de <b>recursos forestales no maderables estará sujeto a la estimación de la estructura poblacional</b> , la tasa de regeneración y de las existencias reales de las especies o partes por aprovechar. De conformidad con los estudios técnicos y programas de manejo forestal que para tal efecto se elaboren.
For16	En las zonas forestales se deberá contar con medidas de <b>prevención de incendios forestales coordinadas y autorizadas por las instituciones competentes (guardarrayas, líneas negras, quemas prescritas y controladas, técnicas de chapeo y deshierbe, entre otras).</b>



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
For17	Todo <b>control y combate a las plagas y enfermedades forestales maderables y no maderables</b> deberá estar incluido en los Planes de Manejo Forestal, y será atendida por los propietarios y las autoridades federales y estatales.
For18	Todos los <b>aprovechamientos forestales se llevarán a cabo de acuerdo con la</b> normatividad de la CONAFOR y la SEMARNAT.
For19	Se permitirá el <b>aprovechamiento de recursos forestales no maderables y maderables</b> , de acuerdo con la normatividad vigente.
For20	En superficies con vocación forestal o de valor estratégico para el ecosistema, solo se permiten actividades de bajo impacto que no afecten esta condición.
For21	Se estimulará en la medida de lo posible la <b>conversión</b> de tierras de cultivo y pastizales a zonas forestales en esta UGA.
For22	Se permite el <b>derribo de árboles para uso propio o comercial</b> en caso de ser dueños del predio o contar con permiso de este, siempre que se tenga un plan de manejo regulado por la autoridad competente.
For23	El aprovechamiento de <b>suelos forestales</b> se llevará a cabo de manera que se mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.
For24	La <b>extracción de flora silvestre con fines comerciales será aquella</b> que cuente con la autorización expresa de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).
For25	Los aprovechamientos <b>forestales no maderables se realizarán fuera de zonas que se encuentren bajo esquemas o programas de restauración.</b>
For26	Cualquier proyecto de explotación con fines de comercialización, repoblación o recreación, deberá desarrollarse bajo el esquema de <b>Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).</b>

Cuadro 6.10. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Equipamiento, Infraestructura y Servicios

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR EQUIPAMIENTO, INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS</b>	
Inf1	Los nuevos proyectos se ubicarán fuera de las <b>áreas de vegetación primaria</b> , zonas inundables y humedales para proteger estos ecosistemas.
Inf2	La instalación de infraestructura <b>respetara la conectividad de ecosistemas y el libre tránsito de la fauna local.</b>
Inf3	Durante la construcción, se minimizará <b>la perturbación auditiva a la fauna, generada</b> por el transporte de personal, maquinaria y vehículos auxiliares.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Inf4	La infraestructura de servicios a desarrollarse cerca de <b>zonas federales</b> se localizarán al menos a 50 metros de distancia, con excepción de las distancias que estén expresamente indicadas en la normatividad federal vigente.
Inf5	En la etapa de preparación del sitio, todo proyecto de infraestructura <b>rescatará y reubicará la flora y fauna</b> en el área del proyecto, de acuerdo con la normatividad vigente.
Inf6	Toda obra de infraestructura y servicios deberá cumplir con las <b>regulaciones federales, estatales y locales, además de contar con el título de concesión necesario y autorización en materia de impacto ambiental, emitida por la SEMARNAT.</b>
Inf7	En todo mantenimiento de infraestructura y servicios, se <b>evitará la quema de desechos sólidos y de vegetación</b> , así como el uso de agroquímicos.
Inf8	En zonas propensas a <b>deslizamientos</b> , erosión o alta fragilidad ecológica, queda excluida todo tipo de construcción de equipamiento, infraestructura y servicios.
Inf9	La localización y construcción de rellenos <b>sanitarios, queda excluida de</b> zonas con alto valor ambiental, áreas colindantes a cuerpos de agua, áreas naturales protegidas y zonas de riesgo geológico. Además, deberán incluir estudios ambientales y de riesgo cumpliendo con la NOM-023-SEMARNAT-2023.
Inf10	En áreas de preservación sólo se deberán ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente, que cubra las necesidades de los habitantes ya establecidos.
Inf11	Caminos y vías férreas deben estar al menos a 200 metros de zonas arqueológicas y cumplir con las regulaciones del INAH.
Inf12	En sitios arqueológicos e históricos se deberá evaluar el impacto ambiental de las obras de infraestructura. Ante cualquier hallazgo <b>arqueológico, notificar al INAH</b> , evitar la sustracción y comercialización.
Inf13	La instalación de líneas de energía en terrenos forestales debe tener autorización de impacto ambiental y para el cambio de uso de suelo.
Inf14	El despalme y <b>desmonte deberán hacerse gradualmente</b> de acuerdo con la evaluación de impacto ambiental.
Inf15	El <b>uso de explosivos</b> requiere manifestación de impacto ambiental y cumplir con regulaciones específicas, dando preferencia a los métodos alternativos.
Inf16	Los campamentos de obra contarán con <b>servicios sanitarios</b> , agua potable y programas de manejo de residuos y protección civil, incluidos en la manifestación de impacto ambiental.
Inf17	Toda obra de equipamiento, infraestructura y servicios contará con un programa de mantenimiento de <b>maquinaria</b> y equipo que cumpla con los límites de emisión de contaminantes establecidos.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Inf18	Deberán tomarse <b>medidas preventivas para la disposición de grasas, aceites e hidrocarburos</b> proveniente del uso de maquinaria en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
Inf19	Los proyectos de infraestructura deberán implementar <b>programas integrales de recolección y disposición de desechos</b> , cumpliendo con la NOM-083-SEMARNAT-2003.
Inf20	Se deberán crear <b>centros de acopio y confinamiento de desechos industriales</b> , basados en estudios ambientales y la normatividad vigente.
Inf21	Todo proyecto de equipamiento, infraestructura y servicios deberá implementar medidas para <b>prevenir, minimizar y monitorear los impactos ambientales identificados</b> en el área del proyecto.
Inf22	Los proyectos de infraestructura deberán incluir <b>áreas verdes con vegetación nativa</b> .
Inf23	En la construcción de caminos y carreteras, la orilla exterior deberá ser protegida con vegetación nativa.
Inf24	Se deberá <b>compensar la afectación forestal</b> de acuerdo con la normatividad con una superficie igual o mayor al área perturbada.
Inf25	El promovente debe asumir los <b>costos de mitigación, limpieza y restauración por contaminación</b> .
Inf26	Se recomienda usar materiales que cumplan <b>regulaciones ecológicas y productos locales no amenazados</b> .
Inf27	No se permite transferir densidades de desmonte y construcción entre predios y UGA.
Inf28	Los <b>proyectos energéticos</b> deben presentar estudios técnicos y cumplir con la normativa ambiental, evitando ecosistemas frágiles y áreas con alto valor ambiental.
Inf29	En ausencia de sistemas municipales, los nuevos proyectos deberán instalar sus propios sistemas de captación, <b>tratamiento y reúso de aguas residuales</b> .
Inf30	Las vías de <b>comunicación deben tener drenaje y mantenimiento</b> para evitar represamientos de agua durante la temporada de lluvia.
Inf31	La <b>construcción y cierre de pozos de extracción de agua</b> debe seguir las normas establecidas en la NOM-003-CNA-1996 y NOM-004-CONAGUA-1996.
Inf32	La autorización de <b>proyectos de infraestructura en cauces de ríos o arroyos</b> quedará sujeta a lo establecido por la autoridad competente y normatividad en la materia.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Inf33	Podrá instalarse o ampliarse la infraestructura que cubra las necesidades de los habitantes: redes eléctricas, telefónicas, drenaje, agua potable, así como el mejoramiento de las vialidades locales.
Inf34	En el área de servicios, se deberán dejar en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original y únicamente en el caso de que sea estrictamente necesaria su remoción se deberá justificar con un estudio técnico y efectuar las medidas de compensación y mitigación correspondientes.

Cuadro 6.11. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Industria

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR INDUSTRIAL</b>	
Ind1	Las autoridades competentes en cada uno de los estados deberá elaborar un <b>programa de remediación de suelos y agua</b> en sitios contaminados, en un período no mayor a un año, a partir de la expedición de este ordenamiento ecológico, con especial atención de los cinco municipios mencionados en la recomendación de la CNDH 10/2017: San Martín Texmelucan y Huejotzingo, Puebla; y Tepetitla de Lardizábal, Nativitas e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros en Tlaxcala.
Ind2	Para prevenir la pérdida de ecosistemas y evitar la afectación de áreas prioritarias para la conservación, las obras <b>industriales</b> se localizarán solo en las <b>UGA de aprovechamiento sustentable que compatibilicen este sector o en donde el uso sea condicionado.</b>
Ind3	Se establecerán <b>barreras de vegetación nativa</b> como áreas de amortiguamiento que disminuyan los efectos del ruido y contaminación visual en la mediana y gran industria.
Ind4	Los nuevos desarrollos industriales se establecerán fuera de las <b>ANP y UGA con política de protección, preservación y restauración.</b>
Ind5	La industria deberá incorporar tecnologías para el <b>uso eficiente del agua y la energía</b> dentro de sus procesos de producción, así como minimizar la generación de <b>residuos, descargas y emisiones al ambiente.</b>
Ind6	Toda industria deberá contar con sistemas de <b>tratamiento de aguas residuales</b> evitando la descarga sin previo tratamiento.
Ind7	Las autoridades competentes en cada uno de los estados evaluarán y en su caso regularizan la actividad industrial, estableciendo un <b>programa de manejo</b> que incluya prácticas para la reducción, reciclaje y disposición adecuada de los residuos, descargas y emisiones en un periodo no mayor a un año para seguir operando, esto partir de la expedición de este ordenamiento.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Ind8	Las autoridades competentes en cada uno de los estados determinarán la clausura, cierre definitivo y desmantelamiento de la actividad <b>industrial irregular</b> , así como restauración del área degradada.
Ind9	El establecimiento de nuevas industrias deberá contar un <b>programa para la prevención, gestión integral y monitoreo</b> de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos, biológico infecciosos, etc.), en un periodo no mayor a un año. La ejecución de estos programas será de manera permanente y la autoridad competente verificará su cumplimiento.
Ind10	Contar con un plan de mantenimiento del equipo para <b>reducir y controlar las emisiones</b> de contaminantes a la atmósfera, suelo y recurso hídrico, por fuentes fijas o móviles mismas que no deberán rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas. Lo anterior, permitirá aumentar la vida útil del ciclo de producción.
Ind11	Evitar que la <b>descarga de aguas residuales industriales</b> se vierta directamente al <b>sistema de alcantarillado</b> sanitario o a cuerpos receptores (río Atoyac), además de cumplirse con lo establecido en las normas oficiales.
Ind12	Utilizar las aguas tratadas de los <b>procesos agroindustriales</b> para el riego de las áreas verdes.
Ind13	Controlar y mitigar las <b>emisiones a la atmósfera</b> de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, principalmente en cuanto a control de partículas suspendidas de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, metano, etc., descargas difusas y emisiones de partículas y gases.
Ind14	Aplicar medidas permanentes de <b>mejora tecnológica</b> y eficiencia energética para la mitigación de impactos ambientales por procesos industriales, con énfasis en el manejo del agua, contaminantes a la atmósfera, de residuos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
Ind15	En la etapa de abandono del proyecto, llevar a cabo la <b>restauración del sitio</b> , incluyendo el retiro de la infraestructura, la reforestación con especies nativas y garantizar su supervivencia.
Ind16	Implementar prácticas para la <b>gestión integral de residuos industriales</b> , incluyendo reciclaje de materiales y tratamiento de desechos peligrosos como aceites y baterías.
Ind17	Usar <b>materias primas recicladas</b> y fuentes de fibra sostenible, minimizando la deforestación y la explotación de recursos naturales.
Ind18	El depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial solo podrán depositarse en los espacios autorizados con previo tratamiento, excluyéndose cuerpos de agua y barrancas.
Ind19	El cambio de uso de suelo hacia cualquier tipo de industria podrá realizarse en terrenos eriales, desprovistos de vegetación y diversos a forestales, al menos a 5 km de distancia de los cuerpos de agua y a 3 km de los asentamientos humanos conglomerados.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Ind20	Si por excepción, la institución competente autoriza el <b>cambio de uso de suelo en terrenos forestales</b> para la <b>ampliación o el desarrollo nuevos proyectos</b> de infraestructura de tipo de industrial, se implementarán medidas que incluyan acciones de conservación y restauración de una superficie equivalente o mayor en UGA de preservación o restauración, utilizando especies nativas, con un monitoreo continuo hasta que las plantaciones se establezcan exitosamente.
Ind21	Todo tipo de industria deberá buscar alternativas para reducir el consumo de combustibles fósiles para la generación de energía, mediante la implementación de sistemas de producción de <b>energía limpias</b> .
Ind22	Todos los nuevos proyectos industriales tendrán que contar con su manifiesto de impacto ambiental y resolutive emitido por la dependencia correspondiente, según la modalidad.
Ind23	En UGA con política ambiental de protección, preservación y restauración se excluirá el desarrollo de la actividad industrial.
Ind24	Los nuevos proyectos industriales de bajo impacto que pretendan localizarse en la periferia de cauces de ríos, arroyos y sus afluentes, se ubicarán a una distancia mínima de 100 metros.
Ind25	Los nuevos proyectos industriales deberán garantizar el abasto de agua, mediante sistemas de captación de agua pluvial y/o ecotecias para reutilizar las aguas grises y tratadas.
Ind26	Se autorizará el aprovechamiento del recurso hídrico, siempre y cuando no implique el entubamiento, la desviación, contaminación, desecamiento, obstrucción de cualquier cuerpo de agua.
Ind27	La construcción de infraestructura y/o servicios de tipo industrial se desarrollarán siempre que no vayan en detrimento de los usos agrícolas y pecuarios del territorio.
Ind28	En el proceso de producción, la industria establecida y futura deberá utilizar prioritariamente insumos biodegradables. En caso contrario, deberán apearse a la NOM-001-SEMARNAT-2021.
Ind29	En el caso de que la actividad industrial utilice sustancias clasificadas como tóxicas y/o peligrosas, deberá contar con la infraestructura necesaria para su almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final.

Cuadro 6.12. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Minero

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR MINERO</b>	
Min1	El cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la actividad <b>minera solo será susceptible de realizarse en</b> UGA con política de aprovechamiento sustentable o en donde el uso sea condicionado.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Min2	Todo proyecto de <b>extracción de materiales pétreos</b> deberá contar con su correspondiente autorización en materia de impacto ambiental emitido por la SEMARNAT.
Min3	Con el fin de alcanzar la tasa cero neta de deforestación para el año 2030, <b>se limitará la minería</b> por la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales y se ampliarán las áreas de cobertura forestal con vegetación nativa ya sea en la misma UGA, o en alguna cercana que requiera restauración.
Min4	La autoridad competente regulará puntualmente toda actividad <b>minera no metálica</b> , en el caso de aquellas que se encuentren de manera <b>irregular</b> , deberán sujetarlas de inmediato al cumplimiento de la normatividad vigente y establecerán un programa de autorregulación en materia ambiental.
Min5	Las minas de aprovechamiento de minerales pétreos <b>que perdieron su cobertura vegetal</b> serán restauradas al final de su vida útil. Cuando se contemple la reforestación, esta deberá realizarse con especies nativas y conforme a la normatividad vigente.
Min6	El cambio de uso del suelo para la actividad minera no metálica solo procederá en UGA con ecosistemas <b>no frágiles</b> y donde no se encuentren especies incluidas en la <b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> , ni en áreas con vegetación original en buen estado o manchones de esta, corredores biológicos, áreas de alta producción agroecológica o forestal, predios ubicados en barrancas o cañadas o en sitios arqueológicos.
Min7	<b>Si por excepción la autoridad competente autoriza la remoción de la cubierta</b> vegetal, deberá limitarse al área de explotación.
Min8	En los casos de remoción de la cubierta vegetal en donde las especies no puedan ser reubicadas, se deberá asegurar su continuidad a través de su reproducción en viveros instalados en el sitio.
Min9	En los terrenos en donde se asiente un nuevo banco de explotación de minerales no metálicos, se contará con una <b>franja para protección o amortiguamiento</b> de al menos 50 m desde el límite del terreno hacia el interior. Esta franja conservará la cubierta del suelo y la vegetación original, para mitigar el impacto ambiental y visual que las actividades de extracción ocasionen.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Min10	<p>Los proyectos de minería no metálica integrarán <b>prácticas que respeten y den cumplimiento a los límites y estándares</b> definidos en la normatividad vigente en materia de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Residuos.</li> <li>• Prevención de la contaminación del suelo, agua y la atmósfera.</li> <li>• Prevención de la contaminación por ruido, vibraciones, polvos, y en general emisiones y descargas al medio.</li> <li>• Protección a la flora y la fauna.</li> <li>• Manejo y control del agua.</li> <li>• Resiliencia y Adaptación a los efectos adversos del cambio climático.</li> <li>• Ambiente y seguridad laboral de los trabajadores.</li> <li>• Conservación y preservación del medio ambiente y seguridad para las localidades aledañas.</li> </ul>
Min11	<p>Se garantizará la <b>restauración total del sitio</b> una vez finalizada la explotación de minerales no metálicos. La restauración se realizará conforme al programa de reforestación autorizado por la SEMARNAT en la manifestación de impacto ambiental.</p>
Min12	<p>Una vez que se haya concluido la explotación de algún banco, se realizará una <b>nivelación del terreno</b>, dejando una pendiente general máxima de 5 grados, de modo que éste presente un relieve relativamente homogéneo y sin cambios bruscos en la pendiente.</p>
Min13	<p>Con la finalidad de proteger la <b>integridad de los ecosistemas riparios y la recarga de acuíferos y mantos freáticos</b>, el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos se podrá realizar con los volúmenes autorizados previamente por las autoridades federales correspondientes.</p>
Min14	<p>Si por excepción la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para proyectos de minería no metálica, la superficie de cambio no será mayor al 10% de la superficie total del proyecto. El terreno forestal restante deberá estar sujeto a acciones permanentes de conservación y restauración ecológica de las comunidades vegetales presentes.</p>
Min15	<p>Cualquier impacto ambiental producido por la operación y abandono de los proyectos mineros que afecte los terrenos aledaños al proyecto, los acuíferos y las comunidades son responsabilidad de la empresa minera. Para tal efecto, se deberán contratar los seguros que permitan pagar los costos de remediación y/o rehabilitación de la vegetación, el suelo, cuerpos de agua y los acuíferos afectados.</p>
Min16	<p>Controlar las partículas suspendidas en el aire de las actividades mineras, protegiendo la salud de los trabajadores y el medio ambiente. Las emisiones no deben superar los límites establecidos en la <b>NOM-025-SSA1-2014</b>, y se aplicarán sanciones en caso de incumplimiento.</p>



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Min17	Para reducir la contaminación por emisión de partículas suspendidas a la atmósfera, en las actividades de trituración, manejo, transporte de materiales pétreos y demás, deberán implementarse medidas que disminuyan la emisión de dichas partículas, protegiendo la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

Cuadro 6.13. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Pecuario

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR PECUARIO</b>	
Pe1	En las granjas de producción pecuaria, se <b>aplicarán medidas sanitarias acordes a la normatividad vigente</b> , para evitar que lugares o instalaciones se conviertan en focos de infección, insalubridad, infestación de moscas, artrópodos y roedores u otro vector que sea nocivo para la salud humana o de contaminación ambiental.
Pe2	Cada granja deberá contar con un programa de <b>control zoonosario</b> y de medicina preventiva que reduzca los eventos epidemiológicos relacionados con el ganado y la salud humana.
Pe3	De ser necesario, las asociaciones del sector pecuario de manera coordinada con las instancias del gobierno, establecerán un <b>cercos sanitario</b> para disminuir el riesgo de propagación de enfermedades.
Pe4	Cada granja contará con un programa de disposición adecuada y destino final de los <b>residuos</b> derivados del manejo del ganado.
Pe5	En caso de una epidemia, las granjas pecuarias afectadas entrarán en <b>cuarentena</b> , haciendo del conocimiento de las organizaciones locales y autoridades competentes para ejercer las medidas de control que correspondan.
Pe6	Las granjas y los ranchos ganaderos contarán con los permisos y concesiones <b>de agua emitidas por las autoridades competentes</b> que provengan de cuerpos de agua superficiales y/o subterráneos y haciendo uso eficiente del agua.
Pe7	Implementar una franja de amortiguamiento con vegetación forestal para limitar el contacto entre especies silvestres y el ganado, contribuyendo así a reducir la propagación de enfermedades zoonóticas y protegiendo tanto la biodiversidad.
Pe8	En caso de llevar a cabo la crianza de diferentes especies animales, éstas deberán contar con una barrera física para <b>disminuir riesgos de contagio de enfermedades entre especies (zoonosis)</b> .
Pe9	Los <b>envases de medicamentos</b> y otros productos pecuarios no serán reutilizados para almacenar o transporte otras sustancias ni para otros fines.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Pe10	La implementación de <b>unidades de producción tecnificadas para</b> reproducción, producción de carne, leche, huevo, etc. tendrán una distancia mínima de 5 kilómetros entre éstas y cualquier otra unidad de producción.
Pe11	Toda actividad pecuaria dará <b>tratamiento a sus aguas residuales</b> previo a su descarga, además de dar un manejo adecuado a sus residuos sólidos conforme a la norma oficial vigente.
Pe12	Los <b>residuos fecales</b> de la ganadería estabulada serán tratados y en su caso destinados para la elaboración de composta y fertilizantes orgánicos.
Pe13	Los <b>residuos biológico-infecciosos</b> resultado de la matanza y procesamiento de productos o subproductos del sector pecuario serán sometidos a sistemas de tratamiento y depositados en sitios adecuados (determinados por las autoridades competentes) para su disposición final.
Pe14	Los <b>baños garrapaticidas</b> solamente podrán ser ubicados en zonas planas sobre superficies impermeables y alejadas de corrientes superficiales al menos 1.5 km.
Pe15	Se lleva a cabo la <b>reforestación productiva en predios ganaderos</b> con el intercalamiento de especies vegetales locales.

Cuadro 6.14. Criterios de Regulación Ecológica del Sector Turismo

CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR TURISMO</b>	
Tuc01	Toda actividad turística y ecoturística se podrá establecer fuera de las <b>zonas identificadas como de alto riesgo</b> .
Tuc02	En el desarrollo de toda actividad turística se deberá vigilar que los visitantes <b>no extraigan o alteren cualquier recurso natural</b> , sus productos o sus partes.
Tuc03	El acceso a cuerpos de agua, corrientes y humedales podrá realizarse bajo estrictas normas de vigilancia y monitoreo.
Tuc04	Toda actividad turística asociada a cuerpos de agua deberá contar con las medidas necesarias para prevenir la contaminación del embalse, contar con programa de manejo de residuos sólidos y con reglamento para el uso del espacio recreativo.
Tuc05	Se identificarán las áreas factibles en las cuales se va a construir o desarrollar infraestructura para la atención a visitantes.
Tuc06	La realización de actividades recreativas de alto impacto que se lleven a cabo con motocicletas o vehículos todoterreno sólo se llevarán a cabo en los sitios designados para tal fin.
Tuc07	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se deberá ejercer una vigilancia continua para evitar la captura, cacería y destrucción





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	de nidos y crías. El establecimiento de desarrollos turísticos no deberá superar la capacidad instalada de servicios.
<b>Tuc08</b>	Los residuos de los establecimientos turísticos de todo tipo deberán ser sujetos a separación (según sean orgánicos, inorgánicos o de manejo especial) para su manejo adecuado. Los residuos orgánicos deberán ser reaprovechados como composta u otros abonos y sustratos; los residuos inorgánicos deberán ser acopiados para un manejo diferenciado.
<b>Tuc09</b>	Se debe evitar la instalación de campos de golf de cualquier tamaño.
<b>Tuc10</b>	Los desarrollos turísticos, hoteleros, deberán dejar un derecho de servidumbre de paso de 5 m de ancho como mínimo, respetando el acceso público a los cuerpos de agua.
<b>Tuc11</b>	Todo proyecto de desarrollo turístico convencional deberá presentar su Manifiesto de Impacto Ambiental y estudios de capacidad de carga ante la autoridad competente.
<b>Tuc12</b>	Por tratarse de una zona estratégica para el medio ambiente y las comunidades, el uso turístico convencional podrá realizarse en aquellas UGA que compatibilicen el uso de suelo para dicho sector y que cumplan con lo previsto en este Ordenamiento Ecológico, así como con otras normativas ambientales aplicables.
<b>Tuc13</b>	Si por excepción la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para proyectos de desarrollo turístico convencional, la superficie de cambio permitida será del 5%, y para mantener una tasa de deforestación cero neta, se deberá realizar un proceso de restauración ecológica en suelo preferentemente forestal y diversos a forestales, de la misma superficie de cambio permitida, más un porcentaje de compensación por la deforestación histórica. El terreno forestal restante deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación y la restauración ecológica de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre, y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en las teselas de vegetación remanente, así como el manejo del hábitat para mantener la conectividad ecológica.
<b>Tuc14</b>	Las actividades turísticas y ecoturísticas deberán respetar y proteger los sitios reconocidos de reproducción, anidación o refugio de vida silvestre, tales como: cuevas, oquedades, humedales, lagunas, zonas federales, ANP, ADVC, etc.
<b>Tuc15</b>	El área donde se realicen las instalaciones e infraestructuras, debidamente autorizadas por la institución competente, deberán respetar los patrones de movimiento y los hábitats de la fauna silvestre evitando su deterioro. Se deberá promover la colocación de dichas instalaciones en aquellas áreas



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
	que se encuentren previamente impactadas o aquellas desprovistas de vegetación.
<b>Tuc16</b>	En los hoteles, cabañas o construcciones ecoturísticas y recreativas se deberá contar con sistemas eficientes para el uso del agua, se deberá suministrar instalaciones sanitarias preferentemente ecológicas (baños secos), la captación de agua pluvial, el tratamiento de aguas residuales y el manejo de residuos sólidos, así como sistemas de energía alternativa.
<b>Tuc17</b>	Para la construcción de edificaciones de alojamiento se deberá proponer diseños que se ajusten a la topografía del terreno considerando la eventualidad de riesgos naturales del área.
<b>Tuc18</b>	La ubicación de los accesos vehicular y peatonal hacia los nuevos complejos o desarrollos turísticos deberán coincidir con áreas desprovistas de vegetación. En el caso que se presente este tipo de vegetación, el camino bordeará o rodeará la zona.
<b>Tuc19</b>	Los desarrollos turísticos convencionales, deberán realizarse preferentemente en las áreas zonificadas para los asentamientos humanos, minimizando el impacto a los ecosistemas aledaños, además de establecer programas para el correcto tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales, a fin de conservar los ecosistemas libres de contaminación.
<b>Tuc20</b>	En los desarrollos turísticos y hoteleros se deberá de implementar planes de aprovechamiento de agua pluvial que consideren la captación, conducción, separación y uso eficiente de aguas con un tratamiento distinto al de las aguas residuales.
<b>Tuc21</b>	Las instalaciones turísticas deberán contar con medidas y protocolos de seguridad contra fenómenos naturales adversos, comunicando estos a todos los visitantes de dichas instalaciones.
<b>Tuc22</b>	Los desarrollos turísticos, deberán garantizar que sus aguas residuales sean tratadas, garantizando la reutilización del agua potable y la disminución en los volúmenes de agua de desecho.
<b>Tuc23</b>	Para minimizar el consumo de agua potable y los costos ambientales asociados, las aguas de reúso del sistema de tratamiento para el caso de desarrollos turísticos convencionales se deberán reciclar a la red del servicio sanitario, riego de áreas verdes, lavado de pisos, entre otros.
<b>Tuc24</b>	El material vegetal que se emplee en la construcción de cualquier desarrollo turístico que lo requiera, deberá adquirirse en sitios autorizados que cuenten con los permisos correspondientes por la autoridad ambiental competente.
<b>CRITERIOS ESPECÍFICOS SECTOR ECOTURISMO</b>	
<b>Tue1</b>	Los nuevos proyectos <b>ecoturísticos darán preferencia a las actividades que no requieran de infraestructura y equipamiento permanente.</b>



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Tue2	Toda actividad turística y ecoturística se podrá establecer fuera de las <b>zonas identificadas como de alto riesgo</b> .
Tue3	En los proyectos ecoturísticos se <b>capacitará a la población local</b> para el manejo de los recursos naturales, patrimoniales, financieros y socio-organizativos necesarios para el aprovechamiento sustentable.
Tue4	Las <b>obras</b> relacionadas con la actividad turística alternativa emplearán <b>materiales reciclados y/o reciclables</b> .
Tue5	Las actividades ecoturísticas se llevarán a cabo <b>sin afectar las tradiciones y costumbres</b> de la población local.
Tue6	El <b>número de visitantes</b> que de manera simultánea puedan permanecer realizando actividades, considerando la capacidad de carga del ecosistema, de tal forma que no se generen daños permanentes en las áreas que se hayan determinado como susceptibles para la realización de actividades recreativas.
Tue7	En el desarrollo de toda actividad turística se deberá vigilar que los visitantes <b>no extraigan o alteren cualquier recurso natural</b> , sus productos o sus partes.
Tue8	Las actividades ecoturísticas que se desarrollen en la UGA contarán con estrictas medidas de <b>prevención y mitigación de incendios forestales</b> .
Tue9	El acceso a cuerpos de agua, corrientes y humedales podrá realizarse bajo estrictas normas de vigilancia y monitoreo.
Tue10	Se trazarán senderos para caminar o transitar en bicicleta, cuidando que la habilitación de estos impacte lo menos posible la cobertura arbórea y herbácea, evitando que se provoque erosión.
Tue11	Se colocará señalética para guiar a los visitantes donde se indique en qué áreas está restringido el tránsito o la emisión de ruido, a fin de mitigar el impacto a la flora y fauna.
Tue12	Se colocarán recipientes para la recolección de basura orgánica e inorgánica debidamente señalizados y en lugares visibles.
Tue13	Los recorridos interpretativos, observación de flora y fauna y paseos fotográficos se realizarán únicamente bajo la guía de personal debidamente capacitado.
Tue14	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se deberá ejercer una vigilancia continua para evitar la captura, cacería y destrucción de nidos y crías. El establecimiento de desarrollos turísticos no deberá superar la capacidad instalada de servicios.
Tue15	Los residuos de los establecimientos turísticos de todo tipo deberán ser sujetos a separación (según sean orgánicos, inorgánicos o de manejo especial) para su manejo adecuado. Los residuos orgánicos deberán ser reaprovechados como composta u otros abonos y sustratos; los residuos inorgánicos deberán ser acopiados para un manejo diferenciado.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>Tue16</b>	Las instalaciones hoteleras /turísticas y servicios, deberán contar con obras mínimas de urbanización.
<b>Tue17</b>	No se permite la construcción en el borde de barrancos u otras formas geográficas con pendientes abruptas.
<b>Tue18</b>	Se debe evitar la instalación de campos de golf de cualquier tamaño.
<b>Tue19</b>	Solo serán permitidas las prácticas ecoturísticas y turismo de bajo impacto.
<b>Tue20</b>	El diseño de las construcciones debe emplear una arquitectura armónica con el paisaje considerando técnicas, materiales y formas constructivas locales.
<b>Tue21</b>	Las actividades recreativas y turísticas acuáticas deberán realizarse fuera de los sitios reconocidos de anidamiento, reproducción o refugio de vida silvestre.
<b>Tue22</b>	Privilegiar la utilización de ecotecnias y prácticas sustentables en los sitios donde no cuenten con la infraestructura mínima de urbanización y se desarrollen actividades turísticas y/o recreativas.
<b>Tue23</b>	La construcción de infraestructura en cuerpos de agua deberá realizarse únicamente en los sitios donde no se alteren las condiciones hidrológicas del embalse y conforme a la normatividad vigente.
<b>Tue24</b>	Toda construcción de alojamiento temporal utilizará materiales de la región, su altura no rebasará la vegetación arbórea y se construirá bajo los principios de diseño bioclimático y vivienda sustentable.
<b>Tue25</b>	El emplazamiento de edificaciones del tipo turístico campestre estará sujeto al cumplimiento de: una densidad máxima de 4 cabañas por hectárea y una altura máxima de 2 niveles.
<b>Tue26</b>	Todos aquellos proyectos o programas turísticos que impacten directa o indirectamente a las comunidades locales deberán incorporar procesos de información, formación y consulta que permitan la participación activa de la comunidad, así como su consideración en los procesos de toma de decisión.
<b>Tue27</b>	En esta UGA, se sugiere optar por experiencias turísticas alternativas, dado que la región desempeña un papel estratégico en la preservación del medio ambiente y en el bienestar de la población.
<b>Tue28</b>	En la construcción de senderos interpretativos, caminos, veredas, brechas, infraestructura básica de servicios, con fines comerciales, recreativos, turísticos, ecoturísticos y de esparcimiento, se deberá asegurar la reducción de los impactos ambientales negativos a los ecosistemas naturales conforme lo dicte la normatividad aplicable de carácter federal, estatal y municipal.





CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Tue29	Se permiten las prácticas deportivas o recreativas mediante vehículos motorizados, siempre y cuando no dañen el entorno natural y cumplan con las normas oficiales para la emisión de ruido y contaminantes, su uso deberá ser aprobado por la autoridad competente.
Tue30	Se favorecerá el uso recreativo de bicicletas en zonas establecidas para actividades de turismo alternativo y de disfrute del paisaje.
Tue31	Se permitirá la construcción de hoteles de baja densidad (hasta 10 habitaciones en dos plantas como máximo y 2 habitaciones de servicio no mayores de 25 m <sup>2</sup> ), siempre y cuando no se instalen en zonas de atención prioritaria, cuenten con sistemas de tratamiento de residuos, sistema de captación de agua de lluvia y los permisos correspondientes de la autoridad competente.
Tue32	Los senderos y miradores para visitantes deberán evitar la perturbación de los espacios naturales y su biodiversidad, estableciendo horarios de visitas para reducir la perturbación durante períodos críticos para la fauna. Asimismo, deberán estar diseñados con materiales de construcción ecológicos y sostenibles que minimicen la huella ambiental. Será atribución de la autoridad competente su autorización y vigilancia.
Tue33	La poligonal de cualquier proyecto turístico debe diseñarse de manera que evite obstaculizar el libre tránsito en caminos reales, veredas y servidumbres, así como el desplazamiento sin restricciones de la fauna silvestre, evitando el uso de cercas, bardas u otros elementos que puedan interferir con estos aspectos.
Tue34	Si por excepción la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para proyectos de desarrollo turístico convencional, la superficie de cambio permitida será del 5%, y para mantener una tasa de deforestación cero neta, se deberá realizar un proceso de restauración ecológica en suelo preferentemente forestal y diversos a forestales, de la misma superficie de cambio permitida, más un porcentaje de compensación por la deforestación histórica. El terreno forestal restante deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación y la restauración ecológica de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre, y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en las teselas de vegetación remanente, así como el manejo del hábitat para mantener la conectividad ecológica.
Tue35	Las actividades turísticas y ecoturísticas deberán respetar y proteger los sitios reconocidos de reproducción, anidación o refugio de vida silvestre, tales como: cuevas, oquedades, humedales, lagunas, zonas federales, ANP, ADVC, etc.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
Tue36	El área donde se realicen las instalaciones e infraestructuras, debidamente autorizadas por la institución competente, deberán respetar los patrones de movimiento y los hábitats de la fauna silvestre evitando su deterioro. Se deberá promover la colocación de dichas instalaciones en aquellas áreas que se encuentren previamente impactadas o aquellas desprovistas de vegetación.
Tue37	Todo proyecto ecoturístico deberá implementar sitios para la elaboración de composta o el tratamiento anaeróbico de los desechos orgánicos derivados de dicha actividad.
Tue38	Las construcciones ecoturísticas que por excepción sean autorizadas deberán estar suficientemente espaciadas para permitir el crecimiento natural de la vegetación y el movimiento de la fauna. Las áreas libres deberán formar parte de la conexión de las especies de flora y fauna silvestre existentes en el sitio.
Tue39	En el diseño y construcción de senderos o caminos se deberá emplear materiales de la región, que sean permeables o semipermeables de tal modo que permitan dar continuidad a las dinámicas ecológicas del sitio, así como la hidrología del lugar.
Tue40	En los hoteles, cabañas o construcciones ecoturísticas y recreativas se deberá contar con sistemas eficientes para el uso del agua, se deberá suministrar instalaciones sanitarias preferentemente ecológicas (baños secos), la captación de agua pluvial, el tratamiento de aguas residuales y el manejo de residuos sólidos, así como sistemas de energía alternativa.
Tue41	Para la construcción de edificaciones de alojamiento se deberá proponer diseños que se ajusten a la topografía del terreno considerando la eventualidad de riesgos naturales del área.
Tue42	La ubicación de los accesos vehicular y peatonal hacia los nuevos complejos o desarrollos turísticos deberán coincidir con áreas desprovistas de vegetación. En el caso que se presente este tipo de vegetación, el camino bordeará o rodeará la zona.
Tue43	En los desarrollos turísticos y hoteleros se deberá de implementar planes de aprovechamiento de agua pluvial que consideren la captación, conducción, separación y uso eficiente de aguas con un tratamiento distinto al de las aguas residuales.
Tue44	La densidad bruta máxima de cuartos estará dada por el estudio de impacto ambiental correspondiente.
Tue45	Las instalaciones turísticas deberán contar con medidas y protocolos de seguridad contra fenómenos naturales adversos, comunicando estos a todos los visitantes de dichas instalaciones.
Tue46	Los desarrollos turísticos, deberán garantizar que sus aguas residuales sean tratadas, garantizando la reutilización del agua potable y la disminución en los volúmenes de agua de desecho.



CLAVE CRE	DESCRIPCIÓN
<b>Tue47</b>	Para minimizar el consumo de agua potable y los costos ambientales asociados, las aguas de reúso del sistema de tratamiento para el caso de desarrollos turísticos convencionales se deberán reciclar a la red del servicio sanitario, riego de áreas verdes, lavado de pisos, entre otros.
<b>Tue48</b>	El material vegetal que se emplee en la construcción de cualquier desarrollo turístico que lo requiera, deberá adquirirse en sitios autorizados que cuenten con los permisos correspondientes por la autoridad ambiental competente.
<b>Tue49</b>	En las instalaciones dedicadas a la prestación de servicios al ecoturismo, el uso de leña para preparar alimentos a los visitantes deberá utilizar material combustible que provenga de arbolado muerto, de recolección de madera seca disponible en la superficie del terreno o de bancos dendroenergéticos previamente establecidos para tal fin.
<b>Tue50</b>	Establecer el agroturismo como una alternativa para la actividad económica en las comunidades rurales, sin impactar las zonas de terrenos forestales, con relictos de vegetación primaria o de alto valor ecológico que pudieran conducir a desequilibrios y conflictos ambientales.
<b>Tue51</b>	En zonas de alto valor ecológico sujetas a políticas de protección o preservación sólo se admitirán visitas científicas o de carácter educativo.
<b>Tue52</b>	Los desarrollos ecoturísticos que se lleven a cabo en zonas de protección o preservación se construirán utilizando materiales naturales para cimentación y estructura.
<b>Tue53</b>	Los operadores turísticos deben garantizar que los visitantes con mascotas mantengan a sus animales bajo control, usando correas o jaulas y limpiando desechos. Los operadores están autorizados a emitir sanciones por incumplimiento para proteger el entorno y la fauna local.



## Bibliografía

### Sección I. Fundamento Legal.

- Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 1948), Naciones Unidas.  
<https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (H. Congreso de la Unión, 1917. Última reforma publicada DOF 22-03-2024).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Ley del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (H. Congreso de la Unión, 2018. Última reforma publicada DOF-29-12-2023).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LINPI.pdf>
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (H. Congreso de la Unión, 1976. Última reforma publicada DOF 01-04-2024).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LOAPF.pdf>
- Ley de Planeación (H. Congreso de la Unión, 1983. Última reforma publicada DOF-08-05-2023).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPlan.pdf>
- Ley General de Bienes Nacionales (H. Congreso de la Unión, 2004, Última reforma publicada DOF 03-05-2023).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGBN.pdf>
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (H. Congreso de la Unión, 1988. Última reforma publicada DOF-01-04-2024).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico (H. Congreso de la Unión, 2003. Última reforma publicada DOF 31-10-2014).  
[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_MOE\\_311014.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf)
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (H. Congreso de la Unión, 2000. Última reforma publicada DOF 21-05-2014).  
[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_ANP.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf)
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (H. Congreso de la Unión, 2000. Última reforma publicada DOF 31-10-2014).  
[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_MEIA\\_311014.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf)
- Ley de Aguas Nacionales (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 08-05-2023).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Ley General de Cambio Climático (H. Congreso de la Unión 2012. Última reforma publicada DOF 01-04-2024).  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (H. Congreso de la Unión, 2013. Última reforma publicada DOF 20-05-2021).  
[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA_200521.pdf)





- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión, 2018. Última reforma publicada el 01-04-2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- Ley General de Vida Silvestre (H. Congreso de la Unión, 2000. Última reforma publicada DOF 20-05-2021). [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf)
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable (H. Congreso de la Unión, 2001. Última reforma publicada DOF 07-06-2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDRS.pdf>
- Ley de Expropiación (H. Congreso de la Unión, 1936, última reforma publicada DOF 27-01-2012). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/35.pdf>
- Ley Agraria (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 01-04-2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>
- Ley General de Desarrollo Social (H. Congreso de la Unión, 2004. Última reforma publicada DOF 01-04-2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDS.pdf>
- Ley de Comercio Exterior (H. Congreso de la Unión, 1993. Última reforma publicada DOF 21-12-2006). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/28.pdf>
- Ley General de Turismo (H. Congreso de la Unión, 2009. Última reforma publicada DOF 01-04-2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGT.pdf>
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (H. Congreso de la Unión, 1972. Última reforma publicada DOF 16-02-2018). [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131\\_160218.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf)
- Ley General de Protección Civil (H. Congreso de la Unión, 2012, última reforma publicadas DOF 03-06-2014). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC.pdf>
- Ley de Vías Generales de Comunicación (H. Congreso de la Unión, 1940. Última reforma publicada DOF 03-05-2023). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LVGC.pdf>
- Ley de Minería (H. Congreso de la Unión, 1992. Última reforma publicada DOF 8-05-2023). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (H. Congreso de la Unión, 2003. Última reforma publicada DOF 08-05-2023). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (H. Congreso de la Unión, 2004, última reforma publicada DOF 31-10-2014). [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_MRETC\\_311014.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf)
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, 1918. Última reforma publicada en el PO 21-05-2024). [https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/5\\_constitucion\\_pol.pdf](https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/5_constitucion_pol.pdf)
- Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, Última reforma publicada en el PO 09-07-2024).



[https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/88\\_Ley\\_Organica\\_de.pdf](https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/88_Ley_Organica_de.pdf)

Ley de Protección al Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible del Estado de Tlaxcala (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, Última reforma publicada PO 12-12-2023).  
[https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/29\\_ley\\_de\\_protecci.pdf](https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/29_ley_de_protecci.pdf)

Ley de Aguas para el Estado de Tlaxcala (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1917, última reforma publicada PO 10-05-2021).  
[https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/8\\_Ley\\_de\\_aguas\\_par.pdf](https://congresodetlaxcala.gob.mx/archivo/leyes2020/pdf/8_Ley_de_aguas_par.pdf)

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 1917, última reforma 02-02-2024).  
[https://ojp.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/Constitucion\\_Politica\\_del\\_Estado\\_Libre\\_y\\_Soberano\\_de\\_Puebla\\_EV\\_02022024.pdf](https://ojp.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/Constitucion_Politica_del_Estado_Libre_y_Soberano_de_Puebla_EV_02022024.pdf)

Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 2019, última reforma 11-04-2024).  
<https://planeader.puebla.gob.mx/marco-juridico/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20la%20Administraci%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20del%20Estado%20de%20Puebla20240506195038.pdf>

Ley para la Protección del Ambiente Natural y el desarrollo Sustentable del estado de Puebla (última reforma publicada 23-01-2024).  
<https://ojp.puebla.gob.mx/legislacion-del-estado/item/232-ley-para-la-proteccion-del-ambiente-natural-y-el-desarrollo-sustentable-del-estado-de-puebla>

## Sección II. Publicaciones.

- Alonso-Eguía Lis, P., Gómez, A., & Saldaña, P. (2007). Requerimientos para implementar el caudal ambiental en México.
- Aronson, J., & Alexander, S. (2013). Ecosystem Restoration and Its Role in Ecological Recovery. Cambridge University Press.
- Barbier, E. B. (1987). The Concept of Sustainable Economic Development. *Environmental Conservation*, 14(2), 101-110.
- Blanco de la Torre, F. (2017). Los recursos hídricos en el mundo: Cuantificación y distribución. *Cuadernos de estrategia*, 186, 21-70.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.
- Castresana, G., Saldaña-Vázquez, R., Ibararán, M. E., Chavarría-Hernández, J., Cabral, V., Patino-Gómez, C., & Martínez-Austria, P. (2020). Seguridad Hídrica en la Cuenca del Alto Atoyac: Estado actual y desafíos ante el cambio climático.
- Castro-Govea, R., & Siebe, C. (2007). Late Pleistocene–Holocene stratigraphy and radiocarbon dating of La Malinche volcano, Central Mexico. *Journal Of Volcanology And Geothermal Research*, 162(1-2), 20-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.01.002>



- Centro de Información sobre Empresas y Derechos Humanos (CIEDH) (2016). México: Empresas y Derechos Humanos.
- Chuvieco, E, (1998). El factor temporal en teledetección: evolución fenomenológica y análisis de cambios. *Revista de Teledetección*. 10:1-9.
- Comentarios de México sobre cambio climático y seguridad nacional e internacional: En respuesta a solicitud de insumos para la conformación del informe solicitado al Secretario General de las Naciones Unidas a través de la resolución A/RES/63/281 “El cambio climático y sus posibles repercusiones para la seguridad” (2009). Naciones Unidas. [www.un.org/esa/dsd/resources/res\\_pdfs/ga-64/cc-inputs/Mexico\\_CCIS\\_spanish.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/ga-64/cc-inputs/Mexico_CCIS_spanish.pdf)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] (2024). Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyatl. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/parque-nacional-la-malinche-o-matlalcueyatl>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2023). Portal de Información Geográfica—CONABIO. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/hidro/cagua/catp50s3gw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/hidro/cagua/catp50s3gw)
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2021). Consulta a la base de datos del REPDA <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- CONAGUA / Acuíferos Puebla (s. f.). <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/puebla/puebla.html>
- CONAGUA / Acuíferos Tlaxcala (s. f.). <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/tlaxcala/tlaxcala.html>
- CONAGUA (2024) Información Estadística Climatológica <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- CONAGUA (2024). Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>
- CONAGUA (2024). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Alto Atoyac (2901), estado de Tlaxcala [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/tlaxcala/DR\\_2901.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/tlaxcala/DR_2901.pdf)
- Daily, G. C., & Matson, P. A. (2008). Ecosystem Services: From Theory to Implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9455-9456.
- De Pietri, D., Dietrich, P., Mayo, P., & Carcagno, A. (2011). Evaluación multicriterio de la exposición al riesgo ambiental mediante un sistema de información geográfica en Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30.
- Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México, E. de Tlaxcala (2018). Regionalización—Tlaxcala. <https://web.archive.org/web/20181012215413/http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/regionalizacion.html>





- Estrada-Rivera, A., Díaz Fonseca, A., Treviño Mora, S., García Suastegui, W. A., Chávez Bravo, E., Castelán Vega, R., Morán Perales, J. L., & Handal-Silva, A. (2022). The Impact of Urbanization on Water Quality: Case Study on the Alto Atoyac Basin in Puebla, Mexico. *Sustainability*, 14(2), 667. <https://doi.org/10.3390/su14020667>
- Flores-Márquez, E. L., Jiménez-Suárez, G., Martínez-Serrano, R. G., Chávez, R. E., & Pérez, D. S. (2006). Study of geothermal water intrusion due to groundwater exploitation in the Puebla Valley aquifer system, Mexico. *Hydrogeology Journal*, 14(7), 1216-1230. <https://doi.org/10.1007/s10040-006-0029-0>
- García, M. G. H. (2019). Las organizaciones locales frente al riesgo socioambiental en la cuenca del Alto Atoyac, Tlaxcala-Puebla. *Textual*, 74, 185-227. <https://doi.org/10.5154/r.textual.2018.74.04>
- García-Nieto, E., Carrizales-Yáñez, L., Juárez-Santacruz, L., García-Gallegos, E., Hernández-Acosta, E., Briones-Corona, E., & Vázquez-Cuecuecha, O. G. (2011). Plomo y arsénico en la subcuenca del Alto Atoyac en Tlaxcala, México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 7-17. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.06.040>
- García-Tovar, G. P., & Martínez-Serrano, R. G. (2011). Geología y geoquímica de las lavas pleistocénicas del estratovolcán Telapón, Sierra Nevada, México. *Deleted Journal*, 28(2), 301-322. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3987739.pdf>
- Garfías, J., Arroyo Domínguez, N., & Aravena, R. (2009). Hydrochemistry and origins of mineralized waters in the Puebla aquifer system, Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 59, 1789-1805. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0161-y>
- Garrido, A., Enríquez, C., Pérez, J. L., Luna, N., & Sánchez, O. (2009). Datos Abiertos de México—Cuencas de INECC. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/cuencas-de-inecc>
- Gloria P., García-Tovar & Raymundo G. Martínez-Serrano (2011). Geología y geoquímica de las lavas pleistocénicas del estratovolcán Telapón, Sierra Nevada, México. *Ciudad de México*, 28(2), 301-322.
- Gómez-Tuena, A., Orozco-Esquivel, Ma. T., & Ferrari, L. (2006). Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 57(3), 227-283. JSTOR.
- Hernández García, M. (2018, noviembre 10). La devastación socioambiental del campo tlaxcalteca. <https://www.lajornadadeorientemexico.com.mx/puebla/la-devastacion-socioambiental-del-campo-tlaxcalteca/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2001): "Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos (Provincias fisiográficas y Topoformas). Escala 1:1,000,000". <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#Descargas>
- INEGI (2002): "Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000".
- INEGI, (1997). 'Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie I (continuo nacional)', escala: 1:250000. Instituto Nacional de Ecología - Dirección de Ordenamiento Ecológico General e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Digitalización de las cartas de uso del suelo y vegetación elaboradas por INEGI





entre los años 1980-1991 con base en fotografías aéreas de 1968-1986. México, D. F. México, D. F.

- INEGI, (12/12/2013). 'Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V (capa unión)', escala: 1:250000. edición: 2a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI, (16/12/2016). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- INEGI, (19/11/2021). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- INEGI, (2001). 'Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie II (continuo nacional)', escala: 1:250000. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.
- INEGI, (2005). 'Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie III (continuo nacional)', escala: 1:250000. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.
- INEGI, (2009). 'Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie IV (continuo nacional)', escala: 1:250000. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.
- INEGI, (2019). Cuenca hidrológica Alto Atoyac: humedales: informe técnico / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2008): "Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas". <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- INEGI (2014). Subcuencas Hidrológicas de México, [https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Aredsubciigw/layer\\_info\\_meta\\_data](https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Aredsubciigw/layer_info_meta_data)
- INEGI (2017): "Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Conjunto Nacional". <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas>
- INEGI (2019). Cuenca Hidrológica Alto Atoyac: Humedales: Informe técnico. [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva\\_estruc/702825189884.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/nueva_estruc/702825189884.pdf)
- INEGI (2019): "Red Nacional de Caminos RNC. Vías de Comunicación. Estados Unidos Mexicanos". <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463776086>
- INEGI (2024). SIATL v4 | Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (2010). [https://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/siatl/](https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/)



- INEGI. (2010). Principales resultados por localidad (ITER). Estados Unidos Mexicanos <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=81675&ag=0&f=csv>
- INEGI. (2020). Principales resultados por localidad (ITER). Estados Unidos Mexicanos <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=326108&ag=0&f=csv>
- Instituto de Investigaciones Estratégicas de la Armada de México. (2017). Cambio climático, un reto para la seguridad global [https://cesnav.uninav.edu.mx/cesnav/ININVESTAM/docs/docs\\_analisis/da\\_23-17.pdf](https://cesnav.uninav.edu.mx/cesnav/ININVESTAM/docs/docs_analisis/da_23-17.pdf)
- Jenks, G. F., & Caspall, F. C. (1971). Error on Choroplethic Maps: Definition, Measurement, Reduction. *Annals of the Association of American Geographers*, 61(2), 217–244 <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1971.tb00779.x>
- Landa, O. R. (2012). La lucha legal por la justicia hídrica: México en el Tribunal Latinoamericano del Agua. *El Cotidiano*, 173, 67–79.
- Mancilla-Villa, Ó. R., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Uscanga-Mortera, E., Ramos-Bello, R., & Reyes-Ortigoza, A. L. (2012). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 39–48.
- Margarita Martínez & Arturo Estrada Torres (2022, octubre 31). La Estación Científica La Malinche. Conservación del bosque de alta montaña en México. [Revista en línea]. <https://revista.unaminternacional.unam.mx/nota/3/la-estacion-cientifica-la-malinche-conservacion-del-bosque-de-alta-montana-en-mexico-entrevista-con-margarita-martinez-y-arturo-estrada-torres>
- Monroy, M. & Alejandro A. Sosa Patrón (s/f). Geología de la Sierra del Tentzo, Pue., borde norte del terreno mixteco (1). <https://doi.org/10.18268/BSGM1984v45n1a7>
- Morales, M., M., Sánchez, E. R. S., Hoyos, S. E. G., & Esteller, M. V. (2015). Simulación de diferentes alternativas de gestión de los recursos hídricos del acuífero de Puebla-Atoyac. *Ingeniería*, 19(1), 62–72.
- Nava, R., & Jiménez, C. R. (1998). Listado Florístico De La Cuenca Del Río Balsas, México.
- Núñez, E. (2023, junio 19). Talamontes depredan el parque nacional La Malinche en Puebla. <https://www.jornada.com.mx/2023/06/19/estados/028n1est>
- Ortiz Pérez, M. (2019). Apuntes de geografía física y del paisaje (Vol. 25). UNAM; PDF. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/157/145/770-1>
- Ortiz, A., Neri-Suárez, M., López-González, J., & Vilaboa, J. (2023). Análisis de la agricultura protegida y sus impactos socioambientales en tres municipios de la Sierra Nevada de Puebla, México. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8, e2301061. <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i36.1061>
- Pérez, I. (2016, octubre 7). Tres actividades humanas amenazan al Parque Nacional Izta-Popo. [https://ciencia.unam.mx/leer/593/Tres\\_actividades\\_humanas\\_amenazan\\_al\\_Parque\\_Nacional\\_Izta-Popo](https://ciencia.unam.mx/leer/593/Tres_actividades_humanas_amenazan_al_Parque_Nacional_Izta-Popo)
- Rivera-Uria, Y., Sedov, S., Solleiro-Rebolledo, E., Tapia, E., Pérez, J., González, A., & Castro, J. (2007). Degradación ambiental en el valle Teotihuacan: Evidencias geológicas y



- paleopedológicas. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59. <https://doi.org/10.18268/BSGM2007v59n2a5>
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (2011). Estudio previo justificativo para la declaratoria de la reserva estatal “Sierra del Tentzo”. [https://smadsot.puebla.gob.mx/images/Estudio\\_Previo\\_Justificativo\\_Tentzo.pdf](https://smadsot.puebla.gob.mx/images/Estudio_Previo_Justificativo_Tentzo.pdf)
- SEMARNAT & CONANP (2013a). Programa de Manejo del Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl. SEMARNAT y CONANP.
- SEMARNAT & CONANP (2013b). Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl. SEMARNAT y CONANP.
- SEMARNAT, C., BUAP (2005). Programa de ordenamiento ecológico por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia. SEMARNAT, CUPREDER, BUAP.
- Servicio Geológico Mexicano [SGM] (2000). CARTA GEOLÓGICO-MINERA CIUDAD DE MEXICO E14-2 ESCALA 1: 250,000 ESTADOS DE MEXICO, GUERRERO y PUEBLA. Secretaría de Economía & Consejo de Recursos Minerales. [https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/CartografiaWeb/T152000TESMO001\\_01.PDF](https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/CartografiaWeb/T152000TESMO001_01.PDF)
- SGM (2019). Panorama Minero del Estado de Tlaxcala. [https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/panoramas/TLAXCALA\\_dic2019.pdf](https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/panoramas/TLAXCALA_dic2019.pdf)
- Universidad Autónoma de Metropolitana [UAM] (s/f). Hacia el Ordenamiento Ecológico Sierra Nevada. [Dataset]. [http://sierranevada.azc.uam.mx/pagina/agenda/agenda\\_ambiental.htm#:~:text=Tala%20Clandestina,-Existen%20ocho%20din%C3%A1micas&text=Tala%20por%20presi%C3%B3n%20urbana%20\(Tlalmanalco,Programas%20de%20Manejo%20Forestal%20\(Amecameca\)\)](http://sierranevada.azc.uam.mx/pagina/agenda/agenda_ambiental.htm#:~:text=Tala%20Clandestina,-Existen%20ocho%20din%C3%A1micas&text=Tala%20por%20presi%C3%B3n%20urbana%20(Tlalmanalco,Programas%20de%20Manejo%20Forestal%20(Amecameca)))
- UAM (2023). Naturales, & Programa de Investigación de Estudios Metropolitanos. Primera etapa del Programa de Ordenamiento Ecológico, Regional, Participativo, del Territorio del Alto Atoyac, Puebla-Tlaxcala (POERP).
- Vilchis, I., Garrocho, C., & Díaz Delgado, C. (2018). Modelo dinámico adaptativo para la toma de decisiones sostenibles en el ciclo hidrosocial urbano en México. Revista de Geografía Norte Grande, 59–90.
- Wilson, E. O. (1992). The Diversity of Life. Belknap Press of Harvard University Press.
- Ruiz V., Savé R., Herrera A. 2013. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993– 2011. Rev. Ecosistemas, Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente. 22(3):117-123.
- USGS, (2022). Global Land Cover Facility (<http://glcf.umiacs.umd.edu/>) y de la USGS Science for a Changing World (<http://glovis.usgs.gov>).





GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**PUEBLA**  
Un gobierno *presente*



**TLAXCALA**  
UNA NUEVA HISTORIA  
2021 - 2027