



**Secretaría de Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Hidalgo crece contigo

2019



**Actualización del Ordenamiento
Ecológico Territorial del Estado
de Hidalgo**



Etapa de Pronóstico



Índice

Resumen	7
1 Introducción.....	9
1.1 Objetivos.....	10
1.2 Transversalidad del agua en la fase de pronóstico.....	14
2 Modelo conceptual.....	16
2.1 Modelo conceptual del sistema socioambiental actual.....	16
2.1.1 Modelo para el sector agricultura	18
2.1.2 Modelo para el sector conservación.....	22
2.1.3 Modelo para el sector forestal	25
2.1.4 Modelo para el sector turismo	28
2.1.5 Modelo para el sector desarrollo urbano.....	31
2.1.6 Modelo para el sector industrial	34
2.1.7 Modelo para el sector minero	37
2.1.8 Modelo para el recurso suelo	40
2.1.9 Modelo para el recurso agua.....	42
2.1.10 Modelo para la cubierta vegetal.....	44
2.1.11 Modelo para las áreas naturales protegidas	46
2.1.12 Modelo para la fauna	48
2.1.13 Modelo para las áreas sin riesgo	50
2.1.14 Modelo para PPPyA sociales (Urbanos)	54
2.1.15 Modelo para PPPyA rurales.....	56
2.1.16 Modelo para PPPyA ambientales	58
2.2 Prospectiva de los bienes y servicios ambientales.....	60
2.2.1 Suelo	61
2.2.2 Agua	63
2.2.3 Aire.....	63



2.2.4	Vegetación.....	65
2.2.5	Fauna.....	81
2.2.6	Paisaje y belleza escénica	85
2.3	Comportamiento futuro de los atributos ambientales que más determinan la aptitud del territorio	88
2.3.1	Atributos que no varían en 25 años	88
2.3.2	Atributos que varían en 25 años.....	88
2.4	Crecimiento poblacional y demanda futura de recursos	111
2.4.1	Crecimiento de la población	111
2.4.2	Tendencias de crecimiento de los centros de población.....	115
2.4.3	Demanda de infraestructura y equipamiento urbano	117
2.4.4	Demanda de suelo agrícola.....	127
2.4.5	Demanda de suelo urbano	128
2.4.6	Demanda de agua para uso doméstico.....	138
2.4.7	Demanda de agua para uso industrial	139
2.4.8	Demanda de agua para producción de energía.....	141
3	Escenarios tendencial, contextual y estratégico previstos en el Estado.	143
3.1	Introducción al Modelo KSIM	143
3.1.1	Fundamento del modelo KSIM	143
3.1.2	Insumos para el modelo	145
3.1.3	Justificación de valores iniciales.....	145
3.2	Escenario tendencial mediante el modelo KSIM	149
3.2.1	Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo	151
3.2.2	Comportamiento de los atributos ambientales asociados.....	154
3.2.3	Impactos ambientales acumulativos y sinérgicos para los proyectos del Estado de Hidalgo	157
3.3	Escenario contextual mediante el modelo KSIM	165



3.3.1	Impacto de los PPPyA en los componentes	167
3.3.2	Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo	174
3.3.3	Comportamiento de los atributos ambientales.....	177
3.4	Escenario estratégico mediante el modelo KSIM	179
3.4.1	Imagen objetivo	181
3.4.2	Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo	189
3.4.3	Comportamiento de los atributos ambientales asociados	194
3.4.4	Puntos de coincidencia y discordancia entre los escenarios..	197
3.4.5	Escenario tendencial y contextual vs expectativas sociales de desarrollo	204
3.4.6	Medidas de corrección, mitigación o prevención	205
4	Mecanismos, atributos vitales necesarios y deseables del sistema socio-ambiental.	210
5	Umbrales de aprovechamiento y capacidad de carga	211
5.1	Capacidad de carga del agua	212
5.2	Capacidad de carga en suelo agrícola y urbano.....	215
5.3	Capacidad de carga de la vegetación	217
6	Transversalidad del agua en la fase de pronóstico	224
6.1	Como cambiara el agua	224
6.1.1	Recarga	224
6.1.2	Disponibilidad	238
6.2	Comportamiento respecto al uso del territorio	262
6.2.1	Cambio de acuerdo con las aptitudes sectoriales.....	262
6.2.2	Cambio de acuerdo con las políticas ambientales	264
6.3	Tendencias en el tratamiento de agua	272
6.3.1	Caudales de agua residual	273
6.3.2	Demanda de tratamiento de agua	278
6.4	Estrategias.....	281



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



6.4.1	Planes, programas, proyectos y acciones	282
6.5	Megaproyectos: el uso del agua y otros recursos naturales	290
6.5.1	Demanda de agua en los megaproyectos.....	291
6.5.2	Demanda de territorio por parte de los megaproyectos.....	302
7	Elementos del pronóstico para el modelo de ordenamiento.....	1311
8	Glosario.....	326
8.1	Glosario de Abreviaturas	326
8.2	Glosario de Tecnicismos.....	328
9	Referencias	340



Coordinador del proyecto de Grupo COYCO BERMAK S.A. DE C.V.

Dr. José Roberto González Reyes

M.A.E.G. Arturo Barreto Estrada

Soporte técnico

Dra. María de la Luz Hernández Flores

Dr. Eric Galindo Castillo

Lic. José Alfredo Meneses Lugo

Ing. Erika Salgado Martínez

Autores técnicos de Grupo COYCO

Ing. Juan Antonio Maya Bautista

Mtra. Cinthia Mejía Lara

Mtro. Alfonso Ávila Valdivia

Ing. Karla Carolina de la Fuente López

Ing. Itzel Meneses Meneses

Ing. Alicia Gayosso Peralta

Ing. Juan de Jesús Márquez Arrazola

Biol. Sergio Guerrero Leyva

Lic. Josué Gerardo Fonseca Olvera

Mtra. Juana Hernández Flores

Ing. Karen Andrea Mendoza Herrera

Resumen

La actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo se basa de la información generada en las etapas anteriores (caracterización y diagnóstico) para definir un modelo, primero conceptual y luego matemático, de los principales componentes del sistema territorial en sus aspectos productivo, ambiental y social. En el pronóstico se tiene por objetivo proyectar el comportamiento de los componentes del modelo socioambiental en los próximos 25 años para detectar sectores en condiciones de oportunidad para mejorar su desarrollo.

El análisis prospectivo incluye la descripción de tres escenarios: a) el escenario tendencial; que proyecta la evolución de los componentes del sistema a través de la dinámica con datos históricos, b) el escenario contextual; que para describir su dinámica toma en cuenta el impacto de los planes, programas, proyectos y acciones gubernamentales sobre los componentes del sistema socioambiental y c) el escenario estratégico; que define las medidas para optimizar la demanda social y económica de recursos, evitando la degradación ambiental, todo lo anterior con base en la imagen objetivo que propone la sociedad inmersa en los diferentes sectores económicos y de conservación que intervienen en el territorio hidalguense.

El escenario estratégico deriva del análisis del escenario contextual y tendencial. Los tres escenarios se abordaron a través de un modelo conceptual del Estado de Hidalgo, cuyos elementos son los sectores, componentes naturales y las relaciones entre ellos.

El escenario estratégico se construyó con base en la información obtenida de 8 talleres de participación ciudadana, en cuanto a los objetivos de los sectores económicos, sus estrategias de mejora y los programas con potencial de aplicación o los que se deben crear para atender las demandas socioeconómicas en los sectores. De la misma manera las relaciones positivas y negativas entre sectores se definieron mediante la participación activa de los actores sociales. La información recopilada en los escenarios produjo los insumos para describir la capacidad de carga del territorio hidalguense, por mencionar un ejemplo.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Con la información recabada y analizada en esta sección del estudio, se tienen las bases para realizar un Modelo de Ordenamiento Territorial, que atienda las necesidades en forma sustentable.

1 Introducción

El pronóstico es la evaluación del comportamiento futuro de una situación, basándose en el análisis pasado. No es una predicción de lo que irremediablemente pasará en el futuro, más bien, es información con cierto grado de probabilidad de lo que pudiera pasar.

Para generar una visión holística y completa del territorio hidalguense, se construyó el modelo conceptual a partir de la información recopilada en los talleres, donde la población definió qué tipo de relación guarda el sector que representan con los otros sectores. Dichas relaciones pasaron la verificación de consistencia por parte de una mesa técnica, a fin de evitar contradicciones en las relaciones lógicas y numéricas de los componentes del modelo conceptual.

Para generar el pronóstico, fue necesario definir cuál ha sido el comportamiento en el pasado lejano y cercano que han tenido las variables más relacionadas con el territorio, pues a partir de ello se definió el comportamiento prospectivo de estas. De igual manera es relevante generar los escenarios tendencial, contextual y estratégico para prever adversidades y necesidades territoriales de los principales usos de suelo de los sectores económicos en el Estado, así como conocer el posible comportamiento futuro de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para sustentar las actividades productivas de cada sector.

Es así como el pronóstico es el resultado de una modelación de variables naturales, sociales y económicas en los cuales se presentan las condiciones futuras de usos de suelo, aptitud territorial y de conflictos ambientales.

A continuación, se describe cada escenario.

- Escenario tendencial: se basa en la premisa de no interferir en el sistema socioambiental, es decir, el continuar con los patrones manifestados hasta el momento y de prolongar su inercia. Describe la estrategia de proyectar valores del diagnóstico sin realizar intervención alguna, sin la introducción de proyectos o programas que modifiquen la tendencia actual del sistema.
- Escenario contextual: en este escenario se incluyen las variables incorporadas por políticas públicas, es decir, los programas y

proyectos de los tres órdenes de gobierno, así como los grandes proyectos de inversión, industriales, de infraestructura, y de vivienda evaluando su impacto sobre el uso de suelo, las aptitudes, las áreas para preservar, conservar o restaurar, los conflictos ambientales y los procesos de degradación ambiental.

- Escenario estratégico: este escenario se construye a partir del escenario tendencial y contextual, en el cual se consideran las aptitudes del suelo, los planes de desarrollo urbano y económico, la situación política del Estado y del país, la disponibilidad de recursos públicos y privados. Para revertir las tendencias de cambio no deseados que generan degradación ambiental, social y económica se proponen estrategias que, a través de programas gubernamentales estatales y locales, inhiban estas tendencias.

Para la construcción de estos escenarios, se diseñó un modelo conceptual del sistema socioambiental, que incluye las relaciones entre sectores y los impactos producidos por los mismos sobre los principales recursos naturales del Estado, obtenidos a través de la información recopilada en los talleres regionales de participación ciudadana.

1.1 Objetivos

De acuerdo con los términos de referencia, los objetivos del pronóstico son:

- Examinar la evolución de los conflictos ambientales en función de los comportamientos futuros de las variables naturales, sociales y económicas que pueden influir en el patrón de distribución de los usos del suelo y las actividades productivas en el área de ordenamiento, considerando tres diferentes escenarios (tendencial, contextual y estratégico).
- Obtener la imagen objetivo para el área de ordenamiento.

Principales actividades:

- Desarrollar un modelo conceptual del sistema socio-ambiental. - El sistema socio ambiental debe contener los componentes relacionados con la conservación, restauración o aprovechamiento de los recursos naturales, así como los procesos por medio de los cuales éstos interactúan. Dichos componentes pueden incluir a los recursos naturales, los ecosistemas, las actividades humanas, los

eventos naturales, los programas y proyectos de los tres órdenes de gobierno con influencia en la modificación del territorio y las necesidades e intereses de los individuos.

- A partir del modelo conceptual, proyectar el comportamiento futuro de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para cada sector y la posible generación de conflictos ambientales, en tres escenarios:
- El escenario tendencial, bajo las proyecciones actuales de crecimiento, calculadas a partir del análisis histórico de las variables. Para ello, se deberá considerar:
 - El deterioro de los bienes y servicios ambientales y el cambio en los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.
 - Las tendencias de crecimiento de los sectores y el crecimiento poblacional a 25 años, especificando la distribución espacial de la expansión de centros de población y de las actividades productivas, demanda de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos.
 - La identificación de los principales impactos ambientales (acumulativos y sinérgicos) generados por las diversas actividades productivas y proyectos de desarrollo.
- El escenario contextual, considerando el efecto que tendría la implementación de planes, programas, proyectos y acciones, tanto de los tres niveles de gobierno, como de los particulares (PDU, proyectos de gran visión de CFE, CNA, SCT, PEMEX, SECTUR y otros que sean relevantes), sobre las variables analizadas en el escenario tendencial.
- El escenario estratégico (imagen objetivo) que represente las expectativas sociales del desarrollo y que considere la implementación de acciones y medidas de corrección, de mitigación o prevención de los procesos de deterioro y de los conflictos ambientales. Para ello se deberá:
 - Confrontar los resultados de los escenarios tendencial y contextual con las expectativas sociales de desarrollo (identificadas en la caracterización).

- Identificar los puntos de coincidencia y discordancia entre ellos.
- Identificar las posibles medidas de corrección, mitigación o prevención para atender las discordancias y los procesos de deterioro potenciales.
- Identificar los mecanismos y atributos vitales, necesarios y deseables del sistema socio-ambiental. Los atributos vitales son aquellos cuya degradación o desaparición colapsa el sistema; los necesarios, son aquellos cuya transformación modifica drásticamente el sistema; y los deseables, se relacionan con la calidad o valor del sistema.
- Identificar los umbrales de aprovechamiento de los atributos vitales, a partir de los cuales se daría un cambio brusco en el comportamiento del sistema (aproximación a la capacidad de carga).

Para facilitar la lectura del presente capítulo, se elaboró el siguiente esquema el cual indica la conexión con los temas integrados.

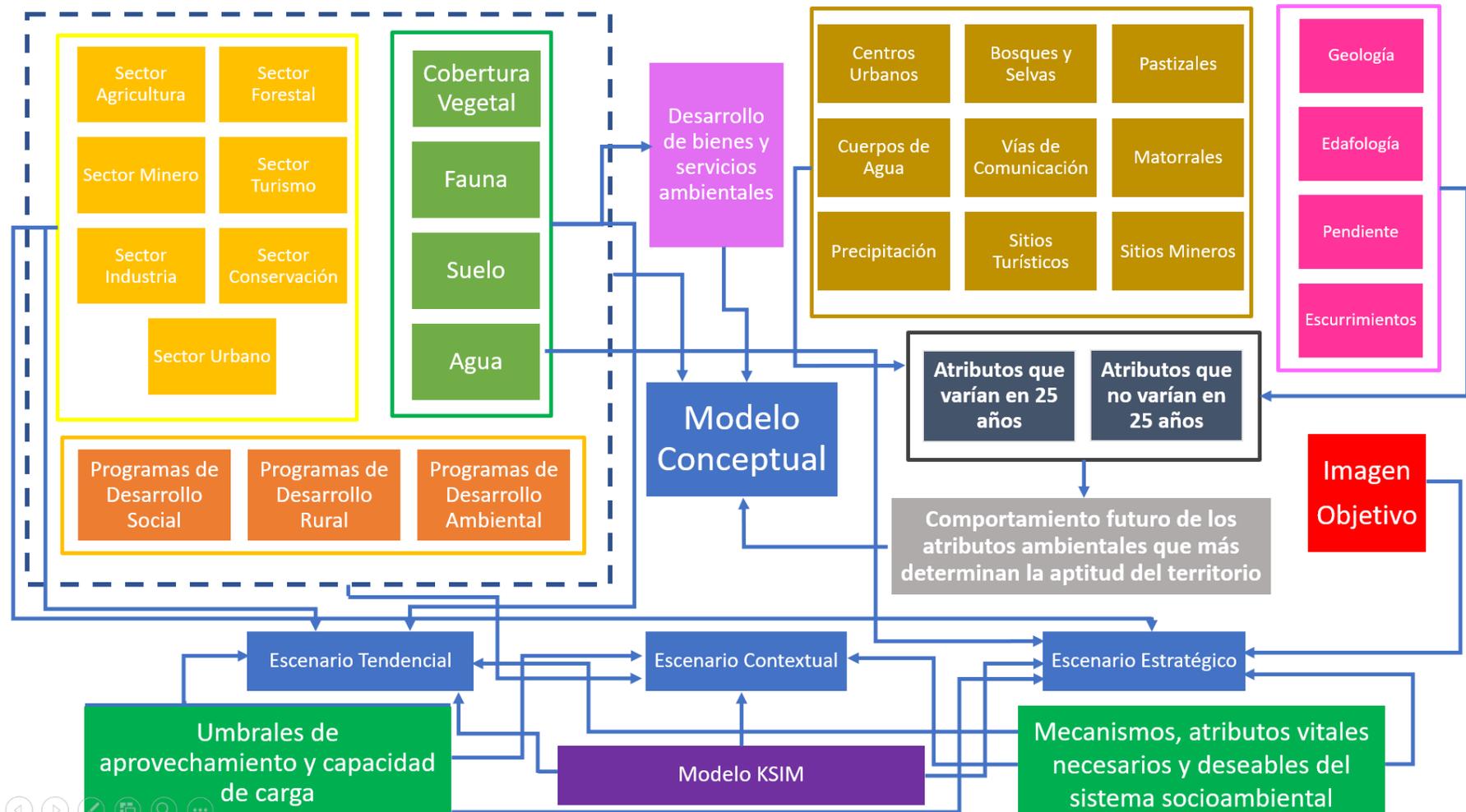


Figura 1. Esquema general para la lectura de la etapa de pronóstico del OETH.
Fuente: Elaboración propia

1.2 Transversalidad del agua en la fase de pronóstico

El pronóstico como parte del Ordenamiento Ecológico Territorial, busca definir el comportamiento de las variables que afectan el sistema socioambiental y su proyección a futuro.

El alcance de este instrumento de planeación es “regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, a fin de proteger el medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales”, lo cual considera de forma intrínseca al agua durante las etapas y productos que son sustantivos de un instrumento rector como lo es el Ordenamiento Ecológico Estatal.

Sin embargo, debido a que los componentes que más limitan el desarrollo de las actividades sectoriales son los recursos naturales, y que, de acuerdo con los resultados presentados en el diagnóstico, el agua es uno de los principales recursos que podrían alcanzar sus valores limitantes, el presente estudio profundiza en el tema de las condiciones actuales y futuras del agua.

Además de ello es uno de los recursos definidos como vitales para las actividades sectoriales, así como para la aplicación de las políticas ambientales.

La forma de abordar el tema del agua se describe en la siguiente figura, donde se presenta el análisis relativo al agua que se realizó en cada etapa y para la elaboración de cada producto. En la primera parte, se esquematiza en donde se destaca el producto, la forma en la que se trata transversalmente el agua, la metodología por la cual se integra la temática del agua y su referencia.

Por otro lado, en la segunda parte, se detallan los cambios que se reflejarán en el régimen del agua, principalmente la disponibilidad y la recarga, el comportamiento del agua con respecto a las aptitudes sectoriales y las políticas ambientales, la demanda y oferta del tratamiento de agua, así como un análisis estratégico de los planes, programas y proyectos en el Estado.

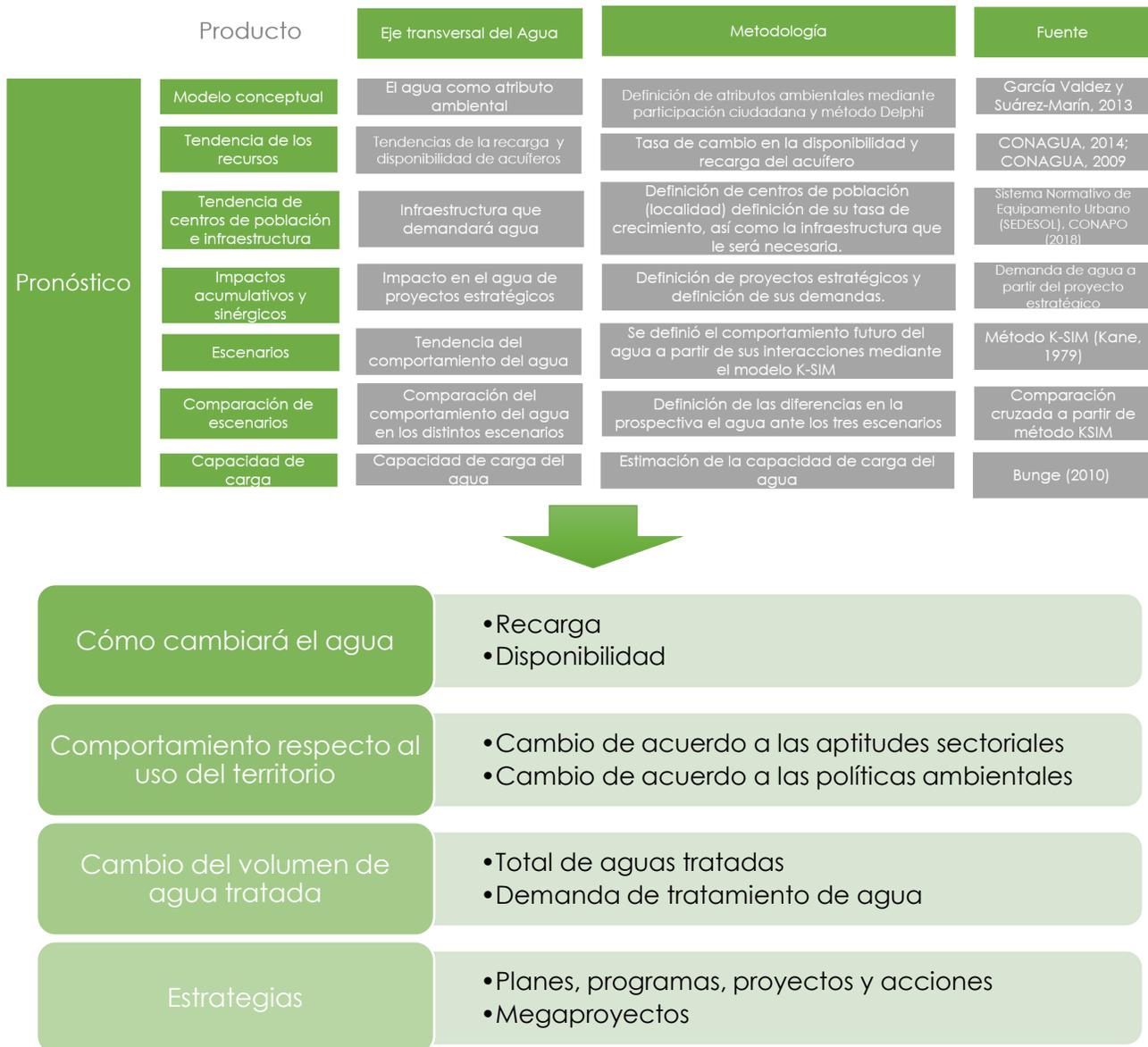


Figura 2. Transversalidad del agua en la fase de pronóstico del OETH
Fuente: Elaboración propia

2 Modelo conceptual

Un aspecto determinante en la realización de estudios de Ordenamiento Ecológico y Territorial es el conocimiento de cuáles son los componentes que más impactan en los patrones de uso del territorio, entre los que se encuentran las actividades sectoriales, las políticas ambientales, los principales recursos naturales y su proyección a futuro. Lo anterior, es posible mediante un modelo conceptual del sistema socioambiental, que se construye con dichos componentes y su interrelación, a través de una concepción verbal y un esquema que describe las características de las interacciones.

2.1 Modelo conceptual del sistema socioambiental actual

El sistema socioambiental puede estar representado mediante un modelo conceptual, el cual deberá integrar tres componentes fundamentales que impactan la ocupación del suelo: el económico, el ambiental y el social. La información sobre el componente económico proviene del análisis de los sectores de aprovechamiento, producción y de servicios. Por su parte el enfoque ambiental integra la información acerca de la conservación de los recursos naturales así como la biodiversidad y el comportamiento de los ecosistemas. El enfoque social se integra al realizar este modelo a través de la participación ciudadana que define las necesidades prioritarias de los actores sociales.

El análisis de los componentes de un modelo conceptual junto con sus interacciones, a través de modelos matemáticos, permite integrar una gran cantidad de datos que describen a los escenarios relacionados con el uso de suelo y el ordenamiento ecológico. El modelo matemático debe responder a la predicción de tres tipos de escenarios: el tendencial, el contextual y el estratégico. Este último se convierte en el principal objetivo de esta etapa del estudio, dado que incluye la solución de los conflictos territoriales ambientales en respuesta a las necesidades de la comunidad.

La construcción del modelo conceptual se diseñó con base en el análisis y datos obtenidos en el diagnóstico del OETH, mismos que tienen el objetivo de representar a los 3 escenarios de ocupación del territorio.

Para incluir información que describa al **escenario tendencial** se utilizarán datos sobre los recursos naturales tales como la cubierta vegetal, agua, suelo y la fauna en posible condición limitante. Se incluyó Información sobre la aptitud territorial en los niveles de muy alta, alta o moderada, según fue el caso que aplicó a cada sector: desarrollo urbano, industria, minería, agricultura, turismo, forestal, residuos sólidos y conservación. Se incluyó también la sumatoria de la superficie que presentó conflictos territoriales sectoriales en los niveles de fuerte y extremo. Para el caso del **escenario contextual** se incluyeron los análisis del índice de congruencia ambiental, rural y urbana. Adicionalmente, se incluyeron las áreas naturales protegidas (ANP) y las áreas sin riesgo que se refieren al conjunto de espacios sin peligro por causas geológicas, climatológicas y/o antrópicas. Para que el modelo conceptual también integre al **escenario estratégico** se incluyeron datos obtenidos de la imagen objetivo propuesta por los ciudadanos en los talleres de participación.

En el modelo conceptual mostrado más adelante, las flechas de color rojo indican un impacto negativo, las de color verde un impacto positivo y las de color amarillo una relación de equilibrio (no existen beneficios ni perturbaciones). Se generó un modelo conceptual para cada sector y otro global. La simbología para los modelos definió a los sectores económicos en color amarillo, los recursos naturales en color verde, los programas en color rosa, las áreas protegidas y sin riesgo en color rojo. Las líneas punteadas indican una ponderación de 0, las discontinuas una de 1, las continuas 2 y las de mayor grosor -continuas un valor de 3, esta ponderación identifica el nivel de interacción entre ambos componentes.

En el modelo conceptual responde a los tres escenarios prospectivos de la ocupación del suelo, sin embargo su diferencia será definida hasta el apartado del análisis de cada escenario, en el que se da solución a un modelo matemático que se alimenta de datos de valores iniciales que representan los pesos que tienen los componentes del modelo. Por el momento vale la pena mostrar las características que definieron la concepción del modelo conceptual del sistema socioambiental.

2.1.1 Modelo para el sector agricultura

Se planteó que la agricultura no es beneficiada o beneficia a los sectores forestal, minero, industrial y de conservación. Una manera de corroborarlo es a través de los porcentajes de conflictos territoriales sectoriales los cuales indican que 34.48% y 0.58% de los sectores forestal y conservación, respectivamente, son afectados por las actividades agrícolas. Además el sector minero e industrial afectan 6.56% y 24.20%, respectivamente, al sector agrícola.

El deterioro ambiental en Hidalgo de tipo antrópico asociado a la agricultura, es causa del uso desmedido o irregular de agroquímicos y la práctica de monocultivos que genera erosión y pérdida de fertilidad. También, el suelo agrícola suele ser afectado por las actividades industriales y mineras principalmente: 1) porque les transfieren sustancias tóxicas y/o 2) a causa del crecimiento industrial que demanda mayor ocupación de la superficie para la expansión de sus instalaciones, también debido al crecimiento de las zonas de explotación de bancos de materiales.

Es importante señalar que las industrias que no tratan adecuadamente sus residuos, causan niveles altos de impacto ambiental en el agua y suelo. Tal como sucede en la región del Valle del Mezquital en donde existen problemas de contaminación en suelo y agua debido a la agricultura e industria química de hidrocarburos: se han encontrado suelos con acumulación de metales pesados provenientes del agua del Río Tula que se ocupó para el riego. Por su parte, existen casos en los que el sector de la minería no metálica adquiere suelos agrícolas que coincidan con la presencia de bancos de materiales, para los agricultores la venta de sus terrenos resulta más rentable que la producción agrícola.

En el modelo conceptual, la agricultura tiene una relación negativa con los recursos naturales de agua, suelo, cobertura vegetal y fauna. En cuanto al agua y suelo, la mala relación se explica por el deterioro causado por agroquímicos. La cobertura vegetal y fauna se relacionan negativamente con la agricultura, esta última ha crecido en tal ritmo que ocupa zonas cercanas a sitios de interés para la conservación, protección y/o restauración. Como ejemplo, en el año 2018 el ataque de pumas causó la muerte de animales de patio, en la comunidad del Saucillo en el municipio

de Actopan Hidalgo a causa del acercamiento de las actividades agropecuarias a las zonas de hábitats de la fauna.

Con base en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2019 el Estado contaba con el 25.3% de agricultura de riego, las regiones naturales con mayor porcentaje de uso de sistemas de riego agrícola fueron Valle del Mezquital, Sierra Baja, Comarca Minera y Valle de Tulancingo los cuales obtuvieron los siguientes promedios con base en el total regional, 64.27, 52.11, 26.12 y 25.99%, respectivamente, En el mismo contexto el resto de las regiones naturales obtuvo porcentajes en el rango de 0.03 a 9.62%.

Un problema asociado al agua, es la falta de infraestructura para su tratamiento. El Estado de Hidalgo cuenta con 123 plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) de las cuales, de acuerdo con el Inventario de PTAR para el año 2016, solamente 51 se encuentran en operación, además de que con base en la capacidad instalada planeada debería haber capacidad para tratar 24,121.7 m³/s, de los cuales únicamente se tratan 9,657.10 m³/s, lo que resulta en una eficiencia de 40%. La estrategia sobre el uso de agua tratada en una PTAR para fines agrícolas, fue frecuentemente solicitada durante los ejercicios consulta pública, no obstante, los agricultores se encuentran inseguros de su uso a causa de que se duda de su calidad y eficiencia en los sistemas de cultivo.

Por un lado, la ciudadanía encuentra una relación positiva entre los sectores agricultura y desarrollo urbano porque su cercanía asegura la generación y distribución de los productos agroalimentarios. Por otro lado, se calculó un conflicto territorial entre estos sectores de 20.45%, debido al importante nivel de cambio de uso de suelo de agrícola a urbano. La construcción de casas habitación, desarrollos habitacionales y asentamientos irregulares, impactan y promueven dicho cambio de uso de suelo. Una estrategia interesante aprovecha la cercanía entre estos sectores, para el uso de agua residual doméstica tratada en la agrícola tecnificada y/o se incorpora artificialmente a los mantos freáticos.

De acuerdo a la ciudadanía, las interacciones entre el sector agricultura y los PPPyA en los tres ámbitos se encuentran en equilibrio. Lo cual no concuerda con el análisis realizado en diagnóstico del OETH sobre el IConR



en el cual se observa que únicamente 9.52% de los municipios presenta completa congruencia, es decir se definir la falta de PPPyA relativos a la agricultura, ganadería y piscicultura. En Hidalgo el problema en estos sectores desde el punto de vista territorial es que ocupan amplias superficies para su desarrollo, mientras que se ha demostrado que las tendencias están dirigidas a la intensificación del suelo más allá del aumento de la extensión. En el apartado sobre Modelo de Ordenamiento se indicará una lista de estrategias en las que los sectores de dicho ámbito, se alinean a las tendencias internacionales para el desarrollo.

Finalmente, las condiciones anteriores entre los sectores económicos con la agricultura generan que el Estado tenga una aptitud territorial para este sector de 43.01%.

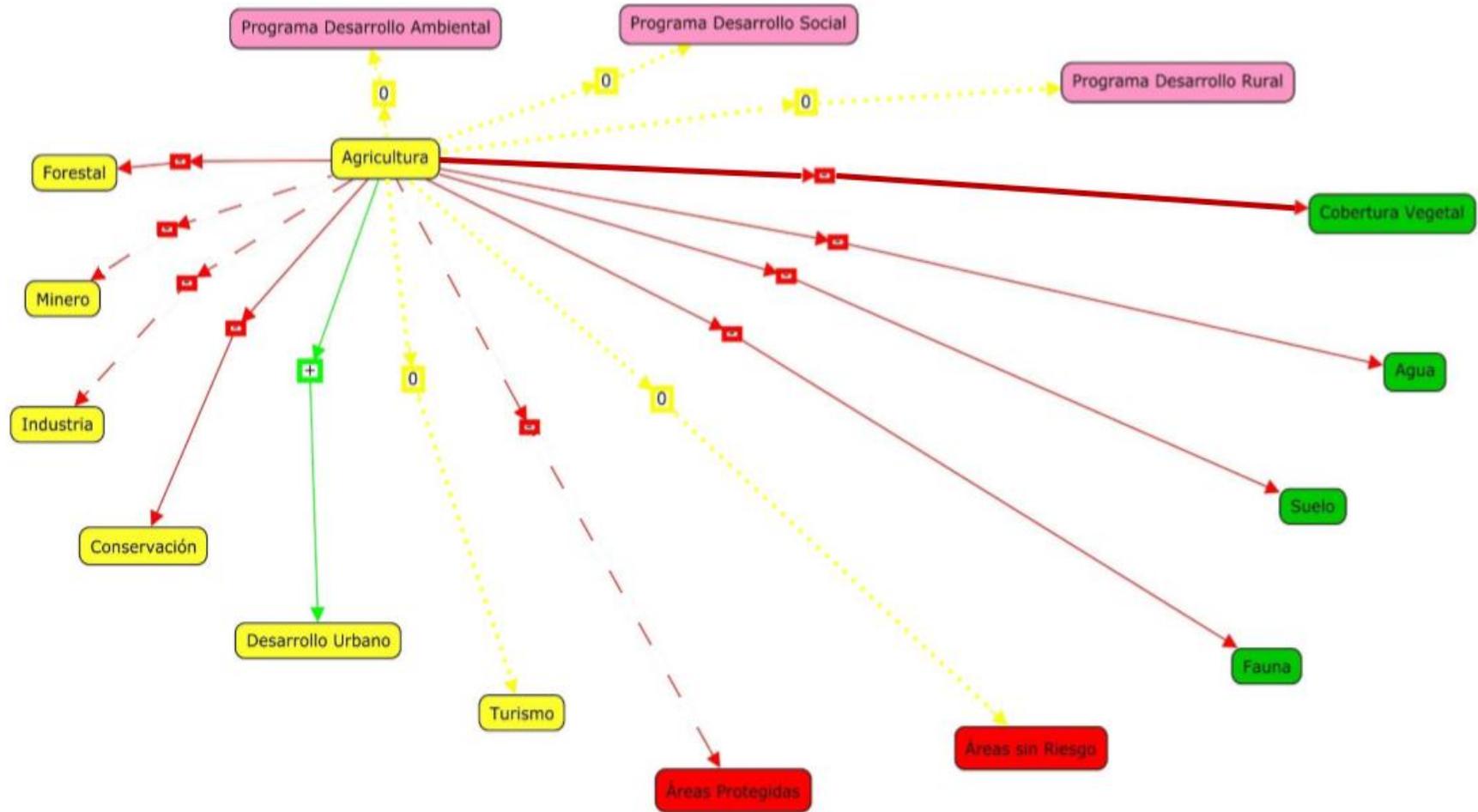


Figura 3. Modelo conceptual para el sector agricultura (consulta pública).

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Modelo para el sector conservación

El sector de conservación no beneficia de igual forma que no presenta beneficio por la industria, minería y desarrollo urbano. Una manera de corroborarlo es mediante el porcentaje de conflicto territorial sectorial. Este sector tiene un conflicto territorial de 10.80% con el sector industria, 7.06% por el sector minero y 6.31% por el desarrollo urbano.

Para garantizar el correcto funcionamiento de los servicios ambientales, en el sector conservación se debe plantear límites importantes dirigidos a los sectores económicos causantes de alto nivel de impacto en los ecosistemas. En el diagnóstico del OETH se mostró cómo el alto potencial de erosión, la perturbación de la flora, el incremento del número de especies en condición de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la contaminación de suelo, aire e hidrología superficial, la degradación de acuíferos, la deforestación y los incendios forestales, tienen su origen principalmente en las actividades antrópicas y afectan el funcionamiento de la captura de carbono y/o la recarga de acuíferos, por mencionar algunos de los servicios ambientales más importantes.

Por otro lado, de la opinión pública se sugirió que el sector conservación se encuentra en equilibrio con los PPPyA de desarrollo social y rural, lo cual significa que dichos programas no impactan en forma negativa al medio ambiente. En el diagnóstico del OETH se encontró que 36.90% de los municipios son completamente congruentes de acuerdo al valor de IConA, en otras palabras en estos municipios las estrategias empleadas por parte de los gobiernos para desarrollar actividades económicas incluyen de algún modo acciones de protección y conservación ambiental las cuales son congruentes con las variables del sistema socio ambiental propio del territorio. Sin embargo, resalta que al menos 16.67% de los municipios no cuentan con PPPyA relacionados al ámbito ambiental, por lo que no se puede conocer el nivel de congruencia. El esfuerzo del gobierno estatal debe enfocarse en el porcentaje restante de los municipios que tienen poco o baja congruencia.

Para la ciudadanía el sector forestal y turismo no presentan relaciones negativas con el de conservación. Sin embargo, en el análisis realizado en la sección de recursos limitantes se encontró que en la Sierra Baja hubo



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



conflicto territorial, que responde a un interés mayor por desarrollar al sector forestal por encima de la conservación de los recursos naturales, por lo que el modelo estratégico deberá contener una alternativa que incentive la búsqueda de un punto equilibrado para ambos sectores. En general el Estado de Hidalgo tiene una aptitud territorial de 30.94% para el sector conservación. Los recursos naturales que beneficia el sector conservación son la cobertura vegetal, el agua, el suelo y la fauna.

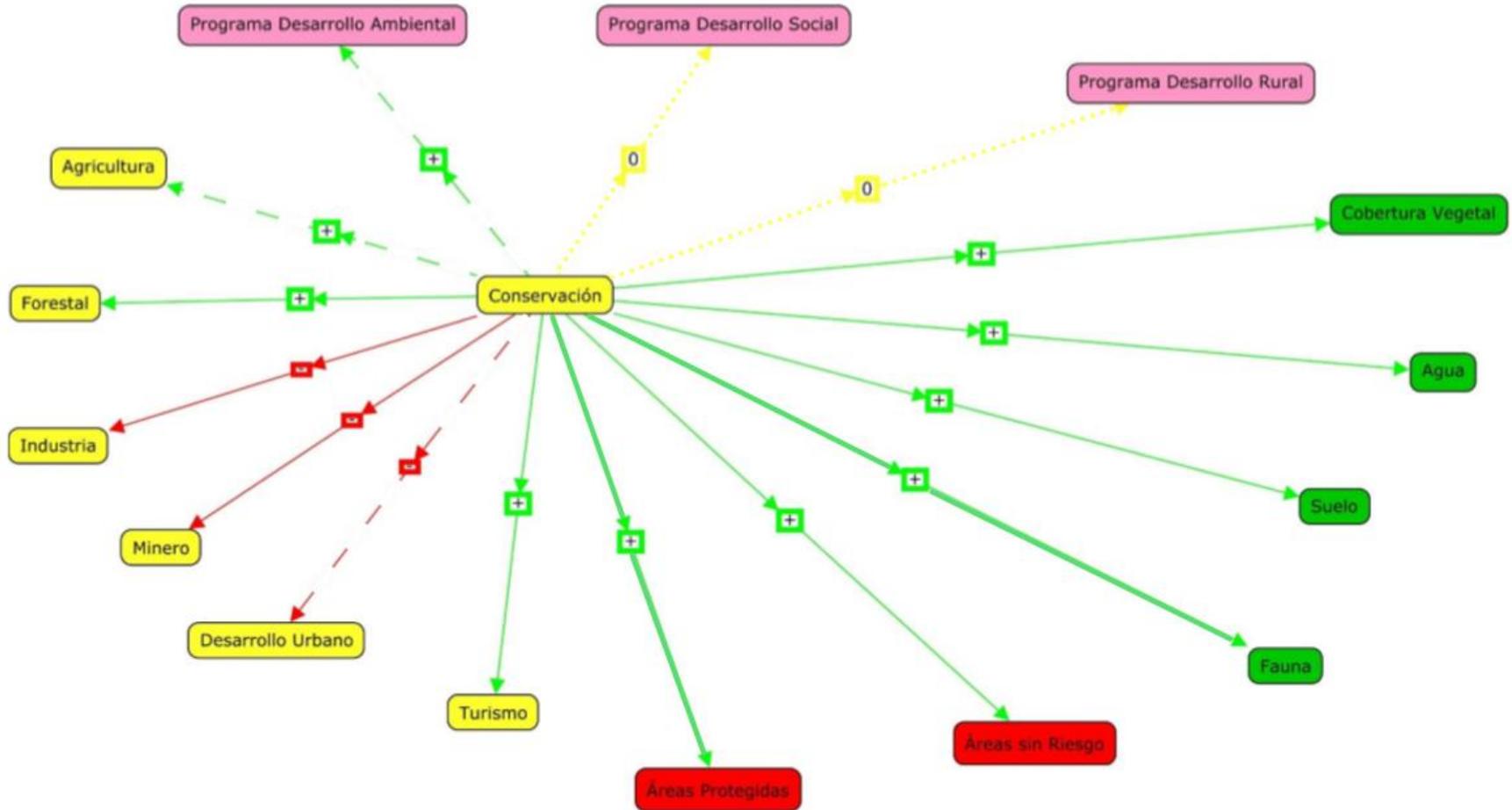


Figura 4. Modelo conceptual para el sector conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Modelo para el sector forestal

El sector forestal no beneficia al sector minero, desarrollo urbano y conservación, como puede corroborarse con el porcentaje de conflictos territoriales sectorial, que fueron de 28.15% producido por el sector minero, el sector conservación se afecta en un 45.66% y el sector desarrollo urbano afecta con un 3.65%.

Los actores sociales expresan que hay efectos negativos en el sector forestal a causa de las actividades extractivas y de exploración de minerales: tales como la deforestación, la pérdida de la belleza paisajística y la liberación de residuos, los grupos conservacionistas realizan esfuerzos para divulgar dichos efectos, lo que ha puesto una limitación social a la minería. El conflicto territorial entre los sectores forestal y desarrollo urbano se debe a la competencia por mantener una cubierta vegetal de aprovechamiento maderable y no maderable, en contra de la presión que ejerce la construcción de infraestructura habitacional planeada mediante programas de desarrollo urbano o bien la aparición de nuevos asentamientos irregulares. En el análisis realizado en el diagnóstico del OETH, en cuanto al “análisis de los procesos de deforestación”, se encontró que el uso de suelo forestal se redujo principalmente debido a la agricultura, el pastizal y la urbanización. La superficie total deforestada fue de 2,562.40 ha del año 2010 al 2018, lo que representa 0.12 % del territorio estatal. Hay una disminución de vegetación de matorral de 0.03%, la cobertura de la selva se perdió en un nivel de 0.05%, mientras que el bosque aumentó 0.02%, lo cual denota el esfuerzo sobre la aplicación de PPPyA para el manejo forestal en el Estado. Se estimó en el diagnóstico del OETH que al 2018 a nivel estatal se aplicaron 77 PPPyA de los tres órdenes de gobierno, esto es 3.09% a nivel estatal.

En el análisis desarrollado en el apartado sobre los “recursos limitantes” para los sectores económicos del diagnóstico del OETH, se identificó que para la región Valle de Tulancingo y la Sierra de Tenango hay un nivel medio de posibilidad a limitarse dada la alta demanda que tienen de leña per cápita, misma que se identifica como una de las dos regiones de mayor importancia para el Estado en cuanto al provechamiento de productos forestales. En la región del Valle de Tulancingo la deforestación fue del 0.051% a causa de

la agricultura y 0.311% a causa del cambio de uso de suelo a pastizal, para el cambio de uso de suelo forestal a urbano no se registraron cambios en estos años. Además, hubo un impacto a causa de los incendios. Los incendios forestales se distribuyen mayormente en la región de la Comarca Minera, el Valle de Tulancingo, la Altiplanicie Pulquera y la Sierra Gorda. Sus principales causas son las actividades agropecuarias, fumadores, fogatas, intencionales, quema de basureros, cazadores y otras actividades productivas.

De acuerdo a la ciudadanía, las interacciones para el sector forestal se encuentran en equilibrio con los PPPyA de desarrollo social, mientras que con los programas de desarrollo ambiental y rural existe un beneficio. En este sentido, los análisis en el diagnóstico del OETH indicaron que los PPPyA de desarrollo social (desarrollo urbano) impactan negativamente al sector forestal. El apoyo social podría impulsar regiones urbanas que dependen del aprovechamiento forestal. Sin embargo, es necesaria la creación de PPPYA que promuevan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales derivados de este sector.

El sector forestal impacta positivamente a la agricultura, en parte porque la cobertura vegetal mejora la retención de agua en el suelo, evita los daños en cultivos causados por heladas, promueve la formación de cuerpos de agua y mejora la recarga de los acuíferos proporcionando el recurso hídrico para la agricultura de riego. Finalmente, la relación entre el sector industrial y forestal es positiva para el caso de la industria maderera.

Las relaciones anteriores generan las condiciones para que la aptitud territorial para el sector forestal en el Estado de Hidalgo sea del 10.88%.

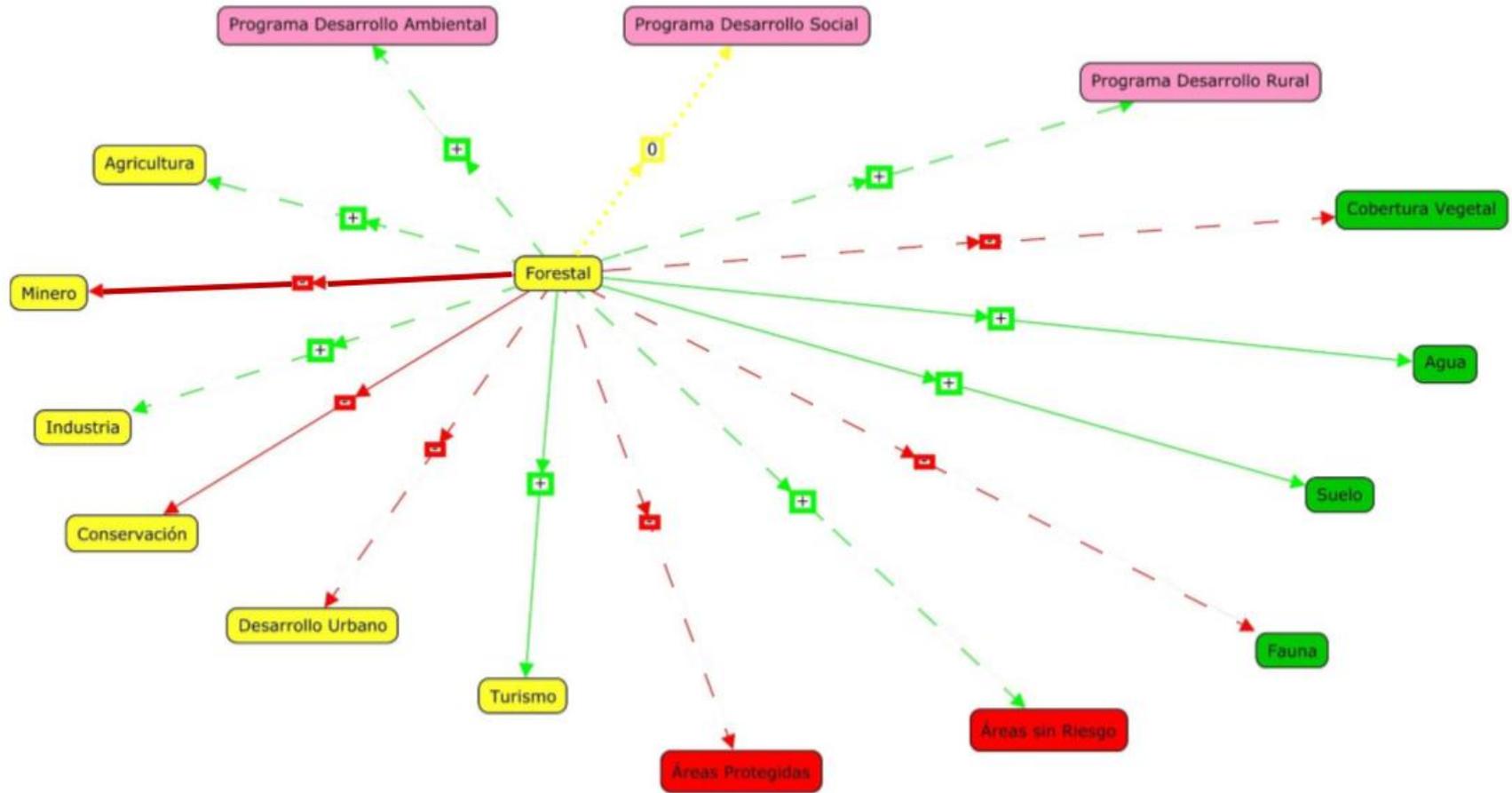


Figura 5. Modelo conceptual para el sector forestal (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.4 Modelo para el sector turismo

El sector turismo no beneficia a los sectores forestal y de conservación, como lo indica el porcentaje de conflicto territorial entre ambos sectores: a nivel estatal el sector turismo afecta en un 28.97% al forestal y 32.33% al sector de la conservación. Básicamente las actividades antrópicas descritas para el sector forestal y de conservación en sus modelos conceptuales, son la causa del deterioro de los recursos naturales y la biodiversidad.

El turismo presenta una relación negativa con los recursos naturales de la cobertura vegetal, agua, fauna y áreas protegidas. Lo anterior es congruente con el análisis de los recursos limitantes del diagnóstico del OETH, en dicho apartado se presentó evidencia de cómo los residuos sólidos generados en el sector turismo pueden producir problemas de contaminación de agua y suelo, sobre todo dado que la opción de mayor uso en el Estado en la disposición final de los RSU y no su destrucción. Las regiones de la Comarca Minera y el Valle de Mezquital son considerados altos productores de RSU, en ambos casos existe presencia de zonas turísticas: En la Comarca Minera, Real del Monte tiene zonas con ecoturismo: El Cedral, Los Prismas basálticos, Hacienda de San Miguel Regla, Minas fuera de operación de acceso turístico, etc. Para el Valle del Mezquital están incluidos pueblos con sabor, el corredor de balnearios, pueblos mágicos como Huichapan, los Atlantes de Tula y la zona arqueológica, por mencionar algunos ejemplos. En el mismo análisis de recursos limitantes sobre el agua en el sector turismo, no existe una presión evidente del recurso hídrico, sin embargo, en la consulta ciudadana se expresó un alto interés por aumentar el tratamiento del agua residual generada en las zonas turísticas.

Las interacciones para el sector turismo se encuentran en equilibrio con los PPPyA rurales, mientras beneficia a los PPPyA ambientales y sociales. Los datos del diagnóstico del OETH indican que el porcentaje de PPPyA para el turismo a nivel estatal fue de 5.68%, aunque los PPPyA para el ámbito social, sobre todo los de inversión en infraestructura mejoraron las condiciones económicas y la promoción del turismo.

De acuerdo con la ciudadanía, otros componentes en relación de equilibrio con el sector turismo fue la agricultura, la disponibilidad de suelo y las áreas sin riesgo. Aunque se precisa que el suelo de uso agrícola así como las áreas



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



con riesgo geológico, hidrológico y de contaminación no tienen las características de interés para el sector turismo.

Finalmente, los sectores industria y desarrollo urbano no presentaron conflicto territorial con el sector turismo. Bajo las consideraciones anteriores Hidalgo tiene una aptitud territorial del 17.12%.

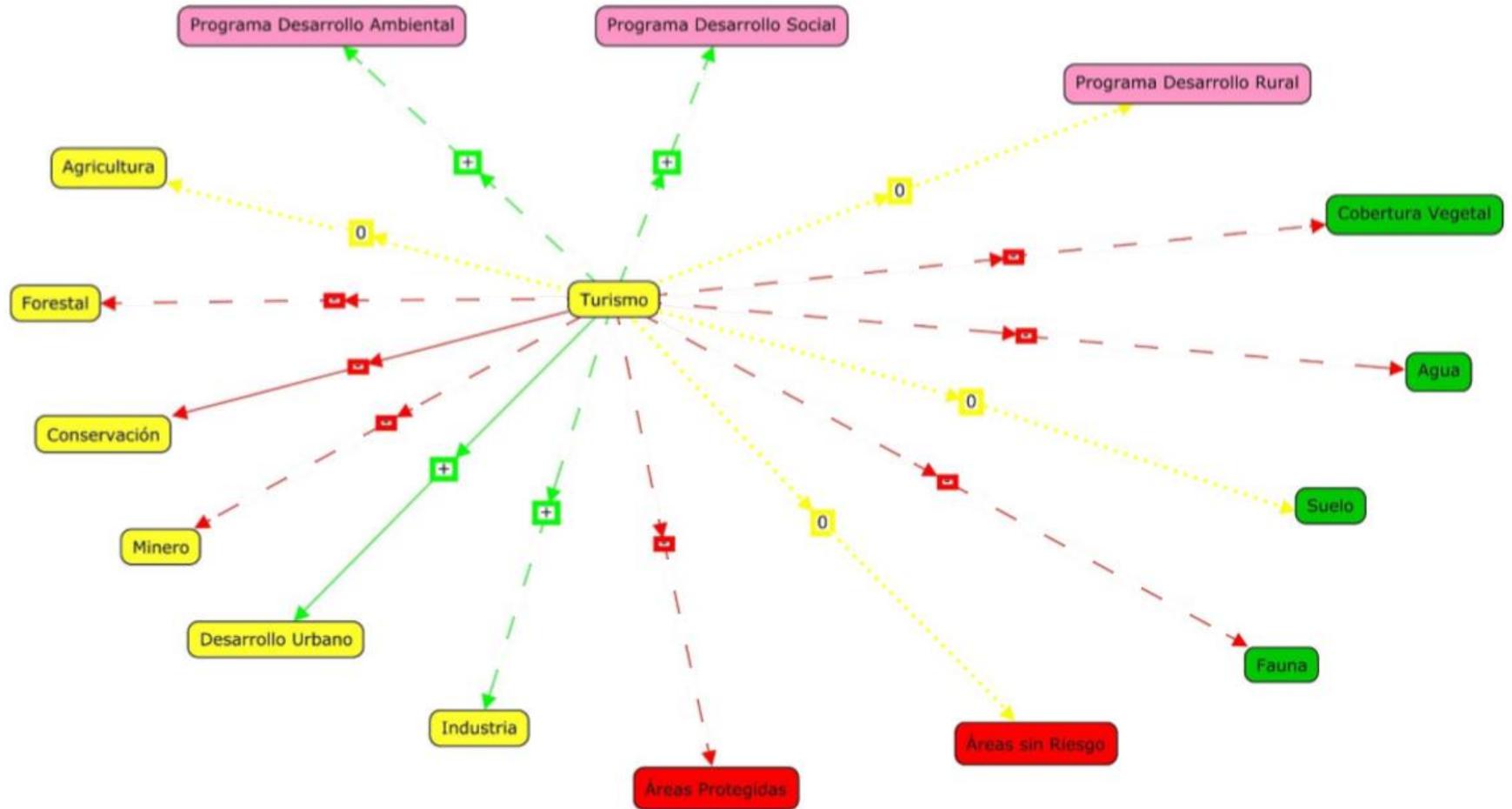


Figura 6. Modelo conceptual para el sector turismo.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.5 Modelo para el sector desarrollo urbano

El desarrollo urbano no beneficia a los sectores de la agricultura, forestal, conservación e industria como lo indica el conflicto territorial sectorial: a nivel estatal el sector desarrollo urbano afecta 20.45% al sector agrícola, 3.66% al forestal, 6.31% al de conservación y 9.32% al industrial. De acuerdo al análisis de cambio de uso de suelo, para el 2010 el porcentaje de asentamientos humanos representaba el 2.89% y para el 2018 incrementó al 4.06%. Un aumento en el suelo urbano significa, el incremento de la población, cantidad de residuos sólidos y líquidos que generan. En el Estado de Hidalgo las regiones naturales que generan más residuos sólidos son el Valle del Mezquital, la Comarca Minera, la Huasteca y el Valle de Tulancingo. La urbanización causa problemas de contaminación del aire por el elevado número de fuentes móviles e inmóviles que emiten GEI. En el diagnóstico se indicó que las principales fuentes generadoras de GEI son las actividades relacionadas con agricultura, energía, industria alimentaria, industria cementera y cal, industria manufacturera, industria metal mecánica y eléctrica, industria química, otras industrias, otros servicios generadores de emisiones, servicios de transporte, servicios de alimentación y hospedaje. La zona sur del Estado es la que tiene mayor número de puntos de emisión de GEI. Las zonas centro y norte contienen la menor proporción de fuentes emisoras de GEI.

Adicionalmente, el sector desarrollo urbano presentó una relación negativa con respecto a los recursos naturales tales como la cobertura vegetal, agua, suelo, fauna, áreas protegidas y áreas sin riesgo. Además de las observaciones realizadas por parte de la ciudadanía, lo anterior está relacionado con el déficit de tratamiento de residuos sólidos.

Las interacciones para el sector desarrollo urbano se encuentran en equilibrio con los PPPyA rurales, benefician a los PPPyA sociales y no beneficiar a los PPPyA ambientales. En el análisis del índice de congruencia elaborado en el diagnóstico del OETH se encontró que el IConU tiene 8.33% de los municipios que tienen completa congruencia, este valor es bajo, considerando que dicho ámbito alberga la mayoría de los PPPyA implementados en el territorio. Además se definió que 19.05% de los municipios tiene poca congruencia debido a que hay **Suficientes PPPyA-**



Pocos sitios con aptitud, lo que indica que existe un exceso de urbanismo, de minería, de industrialización en los sitios donde la aptitud no lo permite.

Finalmente, el sector turismo no presenta conflicto territorial con el sector de desarrollo urbano. Los aspectos anteriores permiten una alta aptitud para el desarrollo urbano del 10.33% a nivel estatal.

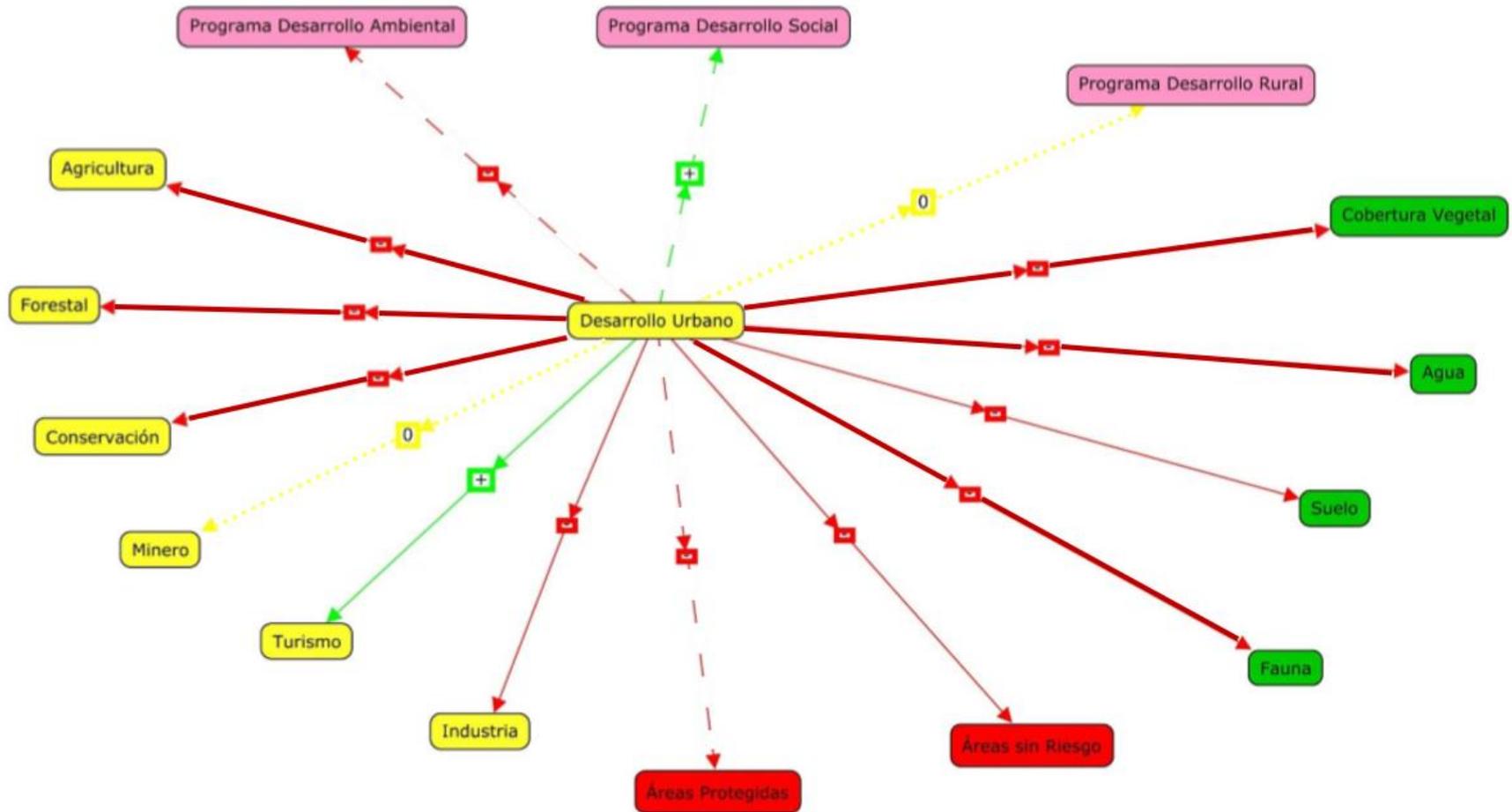


Figura 7. Modelo conceptual para el sector desarrollo urbano/infraestructura/transporte (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.6 Modelo para el sector industrial

El sector industrial no beneficia a los sectores agricultura, forestal, conservación y desarrollo urbano. El sector industria afecta al sector agrícola en un 24.21%, 20.81% al sector forestal, 10.80% a la conservación y 9.32% al desarrollo urbano. Las principales actividades industriales que generan contaminación de suelo, agua y aire son las relacionadas con la transformación hidrocarburos del petróleo, la producción de agroquímicos, la generación de residuos líquidos de la industria alimentaria (suero lácteo), la producción de textiles a través del vertimiento de colorantes en aguas residuales, la industria minera metálica y no metálica, por mencionar algunas.

La competencia por el territorio de la industria y el desarrollo urbano, surge cuando el crecimiento urbano alcanza las zonas destinadas a los parques industriales y estos últimos se convierten en un riesgo potencial a la salud pública de la ciudadanía. Algunas causas pueden ser el crecimiento acelerado de sector urbano y/o los asentamientos irregulares.

El sector industria presentó una relación negativa con respecto a los recursos naturales tales como la cobertura vegetal, el agua, el suelo y la fauna, áreas naturales y áreas sin riesgo. De acuerdo con el análisis de los recursos limitantes elaborado en el diagnóstico del OETH, se encontró que la industria en la Altiplanicie Pulquera, la Cuenca de México y el Valle del Mezquital emplean 27.26, 1.59 y 48.17% del agua concesionada para las actividades registradas en el REPDA, por lo que se aprecia que el Valle del Mezquital emplea un porcentaje elevado de agua para fines industriales. El aire es el recurso natural que se deteriora fácilmente con la presencia de zonas industriales, en la Altiplanicie Pulquera, la Cuenca de México y el Valle del Mezquital se produjeron 554.98, 1125461.67 y 38,130,243.19 ton/año de CO₂ equivalentes, particularmente para el Valle del Mezquital se estima que la cubierta vegetal para captar dichos GEI está limitada, por lo que se recomienda reforestar y promover la disminución de GEI.

De acuerdo con la ciudadanía, las interacciones para el sector industria se encuentran en equilibrio con los PPPyA de desarrollo rural, mientras que beneficia a los PPPyA ambientales y sociales. Al respecto, en el Estado hay 2.63% para el sector industria, lo cual representa un bajo porcentaje en



comparación con los destinados al desarrollo urbano (63.84%). Hay que tomar en consideración que algunos de los PPPyA para el desarrollo urbano están relacionados con el impulso social hacia el emprendimiento, lo cual de forma indirecta impacta positivamente en el sector industrial.

Finalmente, los sectores minería y turismo no presentaron conflicto territorial, Al contrario, la relación entre estos sectores mejora la aptitud para la industria, la cual fue de 4.22% a nivel estatal.

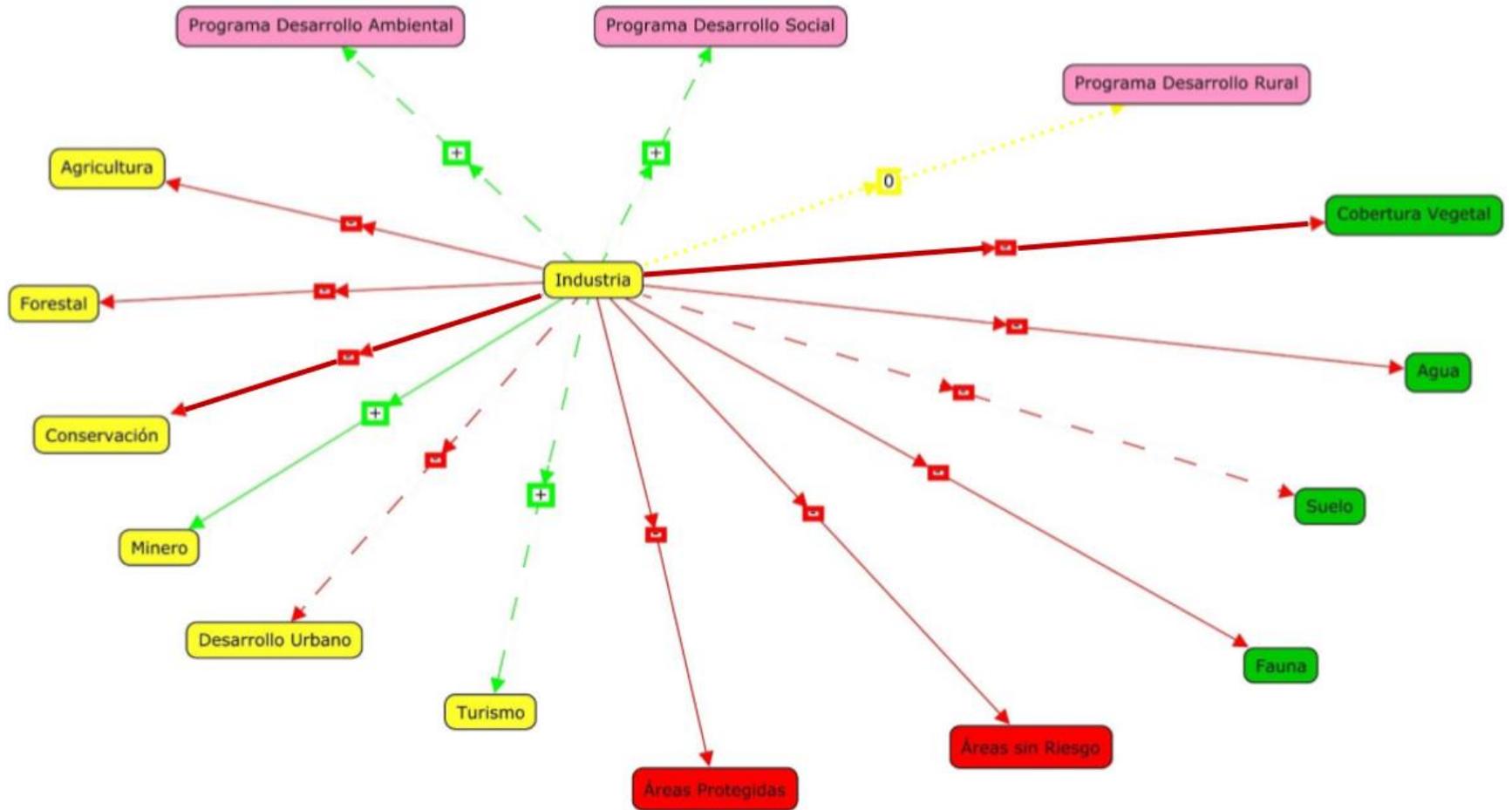


Figura 8. Modelo conceptual para el sector industria (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.7 Modelo para el sector minero

El modelo conceptual indica que el sector minero no beneficia a los sectores de agricultura, forestal y conservación: la minería tiene conflicto de 6.56% para la agricultura, 28.15% para el sector forestal y 7.06% para la conservación. Como se puede apreciar, el sector tiene mayor conflicto con el forestal, ciertamente porque la ubicación de las principales industrias mineras se encuentra en sitios de aprovechamiento forestal. El panorama minero muestra una alta importancia de este sector en la economía nacional. Particularmente para el año 2019, el Estado participó con una producción en minería metálica que generó 2,086 millones de pesos y 1,030 millones de pesos para la minería no metálica. Sin embargo, de acuerdo al Panorama Geológico Minero (2018), desde 2005 han ido en decremento la cantidad de concesiones, hasta que en 2015 no hubo registro de títulos, lo que sugiere que la minería tiene una superficie de desarrollo limitada, principalmente para explotación a cielo abierto.

Durante la consulta ciudadana, se detectaron dos posturas sobre el sector de la minería, la primera acerca de la importancia económica que representa en las regiones naturales con alta aptitud territorial, tales como la Comarca Minera, Sierra Gorda, Sierra Alta (minería metálica) y el Valle del Mezquital (minería no metálica). La segunda denota el impacto negativo en los recursos naturales (contaminación de suelo y agua). En este sentido, dada la importancia económica y el límite que existe sobre la superficie de explotación de los minerales, será posible el desarrollo del sector solo bajo el esquema en el que existan compromisos que conlleven a la implementación de actividades que minimicen el deterioro ambiental, mismo que debe monitorearse y analizarse mediante estudios técnicos con sustento científico.

La minería presentó una relación negativa con respecto a los recursos naturales de la cobertura vegetal, agua, suelo y fauna. Lo anterior coincide con el análisis desarrollado en el apartado sobre los recursos limitantes para los sectores económicos presentado en el diagnóstico del OETH, en el que se identificó a la región de la Sierra Alta con mayor ocupación de suelo para la minería (382,180.35 ha) en comparación con la superficie de alta aptitud (7,754.29 ha).



De acuerdo al consenso de la ciudadanía, el sector minero impacta positivamente a los PPPyA sociales, ambientales y rurales. Es interesante mostrar que el sector minero detona acciones en beneficio de la ciudadanía. Por su parte se tiene el registro de que menos del 1% estatal de los PPPyA son para el beneficio de este sector. Por lo anterior, es necesario realizar un mayor esfuerzo para promover una minería de menor impacto al ambiente, mediante iniciativas en colaboración con el gobierno federal, estatal, municipal, los empresarios y la ciudadanía.

Finalmente, los sectores desarrollo urbano, turismo e industria no presentaron conflicto territorial sectorial, la relación entre estos sectores mejora la aptitud para la minería, de acuerdo a estos factores el Estado tiene una aptitud territorial de 0.23%.

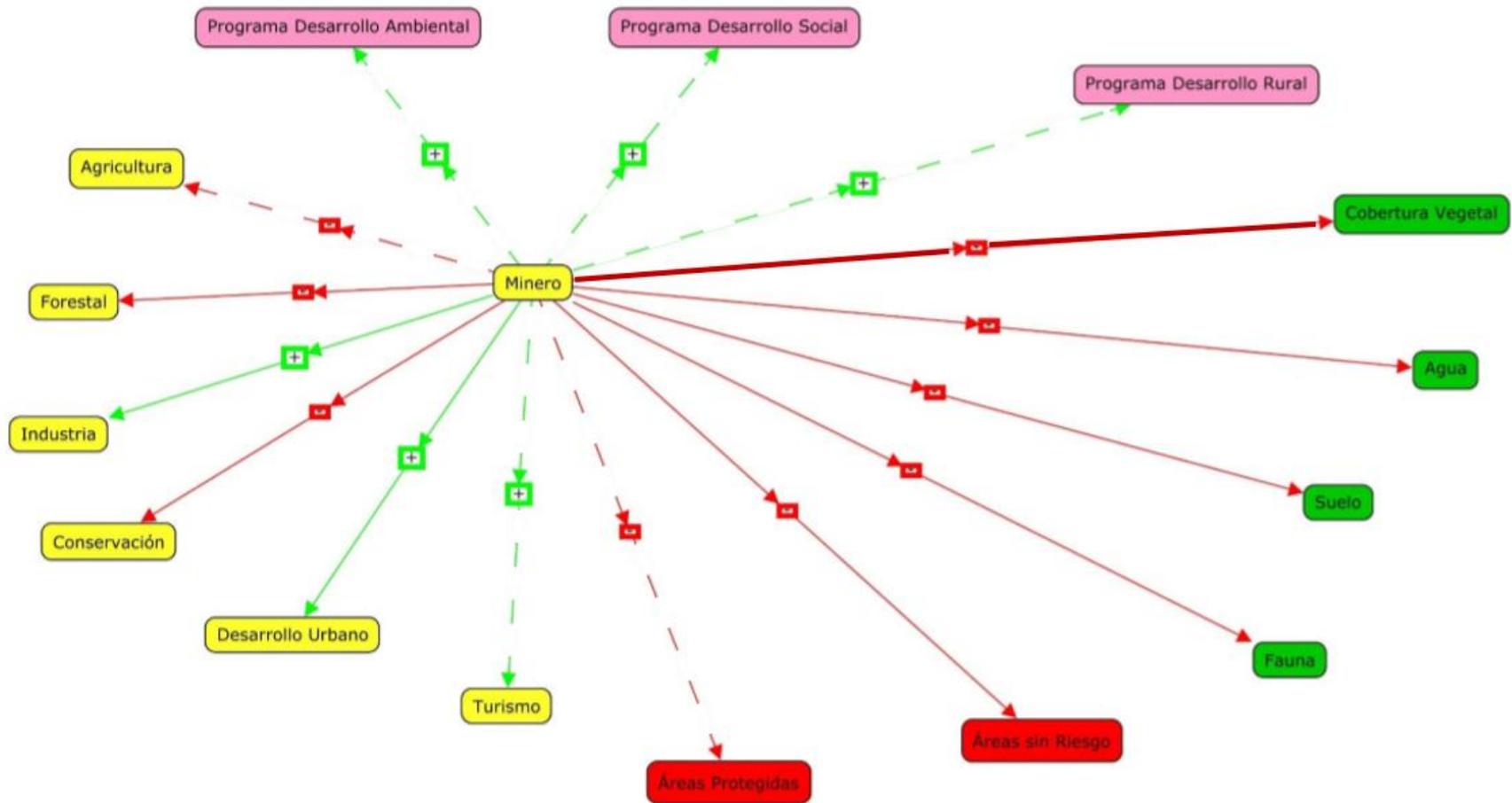


Figura 9. Modelo conceptual para el sector minero (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.8 Modelo para el recurso suelo

El suelo es el recurso natural en el que se desarrollan las actividades de aprovechamiento. Tomando en cuenta el porcentaje de aptitud territorial, se puede ordenar de mayor a menor de la siguiente manera: agricultura, conservación, turismo, desarrollo urbano, forestal, industria y minería.

Los conflictos territoriales sectoriales son una manera de demostrar la relación negativa que existe entre el suelo y los sectores económicos, en promedio hay 113,876 hectáreas con conflicto. Aunque los conflictos son específicos para cada sector, se presenta la siguiente jerarquización de mayor a menor: turismo, agricultura, industria, conservación, desarrollo urbano y minería.

En el caso del sector forestal se tomaron en cuenta los conflictos que lo afectan, ya que de cierto modo es un sector altamente vulnerado por los demás sectores. La conservación presentó el mismo caso. El sector de residuos sólidos tuvo un conflicto de 8.5% el cual fue bajo, debido a la baja superficie destinada a estas actividades.

En el apartado de recursos limitantes del diagnóstico del OETH se comparó el uso de suelo actual con la alta aptitud para los sectores económicos. En el caso de los sectores de acuícola, agrícola, residuos sólidos, forestal y industrial, su ocupación actual es menor a la calculada con la aptitud territorial por lo que existe alta posibilidad de que éstos tengan un crecimiento ordenado. El caso del sector urbano de acuerdo a parámetros de la ONU-Hábitat, el total de suelo demandado para la población es de 7,344.45 ha, mientras que la cantidad de suelo con alta aptitud para uso urbano es de 49,249 ha. En tanto al sector minero hay mayor ocupación del suelo en comparación con la superficie calculada con alta aptitud territorial.

La necesidad de PPPyA para identificar problemas de contaminación de suelo se refleja en la falta de evaluación de su calidad.

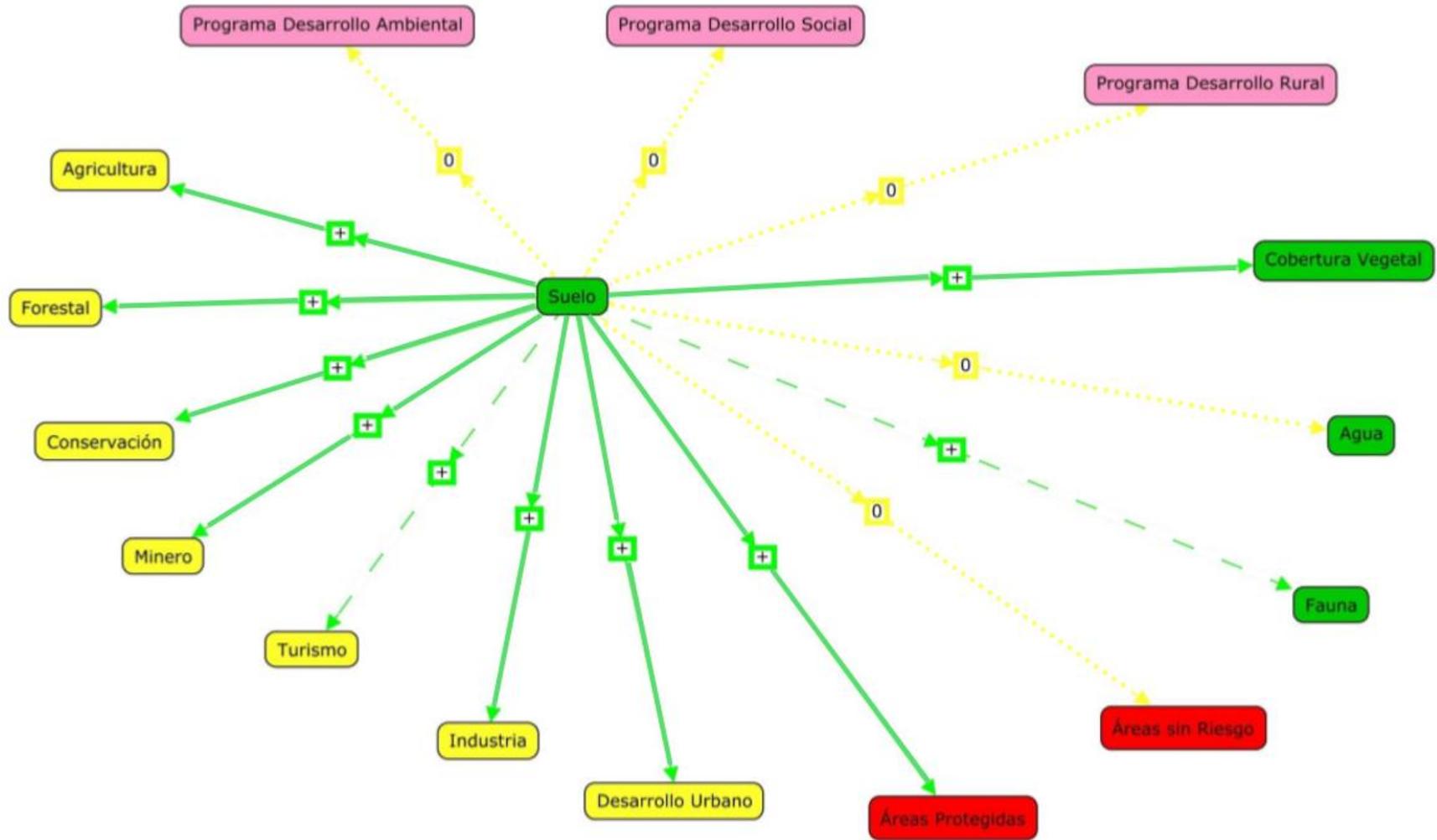


Figura 10. Modelo conceptual para el recurso suelo (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.9 Modelo para el recurso agua

El recurso natural agua es un insumo necesario para todos los sectores económicos, lo que denota una relación positiva para estos últimos. Sin embargo, la disponibilidad del recurso hídrico en relación con su demanda están desequilibrados. En la sección de recursos limitantes del diagnóstico del OETH se encontró que, las regiones que presentan un alto nivel de posibilidad para limitarse fueron la Comarca Minera y la Huasteca. Las principales causas del deterioro del agua identificada en el apartado de hidrología superficial y contaminación del diagnóstico fueron el desarrollo urbano, la industria y la minería. En este sentido, se identificó que las regiones con mayor presencia de contaminantes provenientes de la industria minera fueron la Sierra Alta y Sierra Gorda, contaminación por pesticidas y plaguicidas en la Altiplanicie Pulquera y por aguas residuales en la región del Valle del Mezquital. Adicionalmente los acuíferos Cuautitlán-Pachuca, Huichapan-Tecoautla, Valle de Tulancingo y recientemente el acuífero Tepeji del Río se encuentran en estatus de sobreexplotado. La necesidad de PPPyA para una mejor gestión del agua se refleja en la falta de evaluación de los contaminantes en los cuerpos de agua y el bajo nivel de infraestructura para el tratamiento de agua residual.

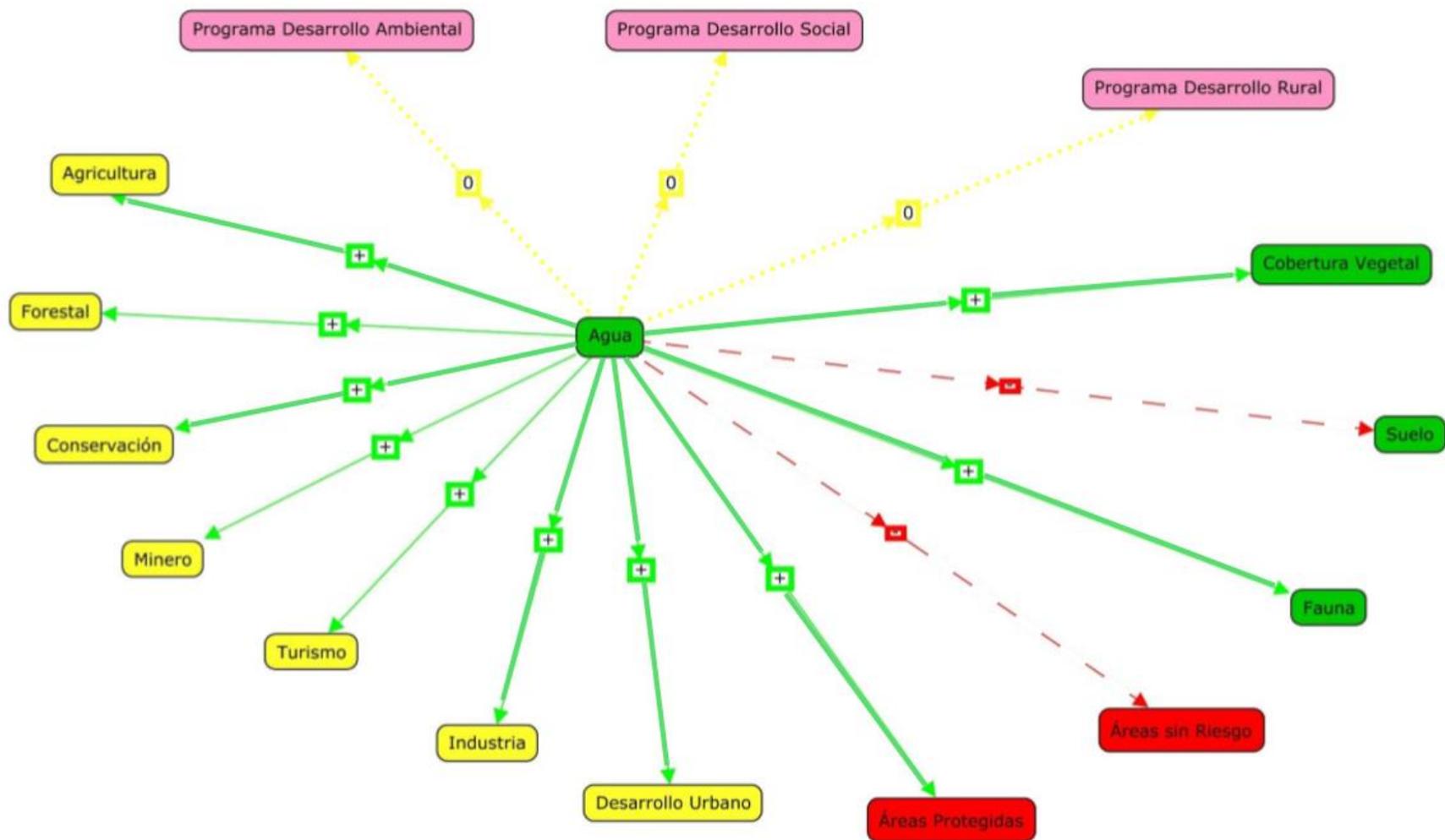


Figura 11. Modelo conceptual para el recurso agua (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.10 Modelo para la cubierta vegetal

El recurso natural cubierta vegetal tiene un alto potencial para deteriorarse a causa de las actividades de los sectores de la minería e industria. Estos sectores económicos tienen conflictos territoriales con los sectores que dependen de la cobertura vegetal, tales como el forestal, la conservación y el turismo. En el análisis del cambio de uso de suelo del diagnóstico del OETH, se identificó que para el año 2010 había zonas sin vegetación de 0.22%, mientras que para el 2018 pasaron a 0.26%. Por otro lado, se registró una pérdida de cubierta vegetal de tipo matorral 2.33% en 8 años a causa de la urbanización y las actividades pecuarias. A pesar de que la iniciativa ciudadana está asociando como un acto en beneficio al medio ambiente la creación de huertos de traspatio o el rescate de los espacios verdes dentro de las zonas urbanas, este esfuerzo aún es minúsculo en comparación con la cobertura vegetal perturbada a causa de las actividades agrícolas y la urbanización (alrededor de 24,185.68 ha).

Las relaciones positivas de la cubierta vegetal están relacionadas con agricultura, forestal, conservación, turismo, áreas protegidas, áreas sin riesgo, fauna, agua y suelo. La preservación de la cubierta vegetal permite que los servicios ambientales tales como la fijación de carbono o la recarga de acuíferos se mantengan en condiciones adecuadas. De acuerdo con las zonas prioritarias para la conservación del diagnóstico del OETH, en el Estado es necesario conservar y proteger 428,868.34 ha y 126,288.75 ha, respectivamente. Lo anterior solo será posible generando una estrategia en la que las acciones a través de los PPPyA eviten el deterioro de la cubierta vegetal, aislandola de las actividades antrópicas, promoviendo aprovechamientos sustentables en el sector forestal y evitando el deterioro ambiental de cualquier tipo.

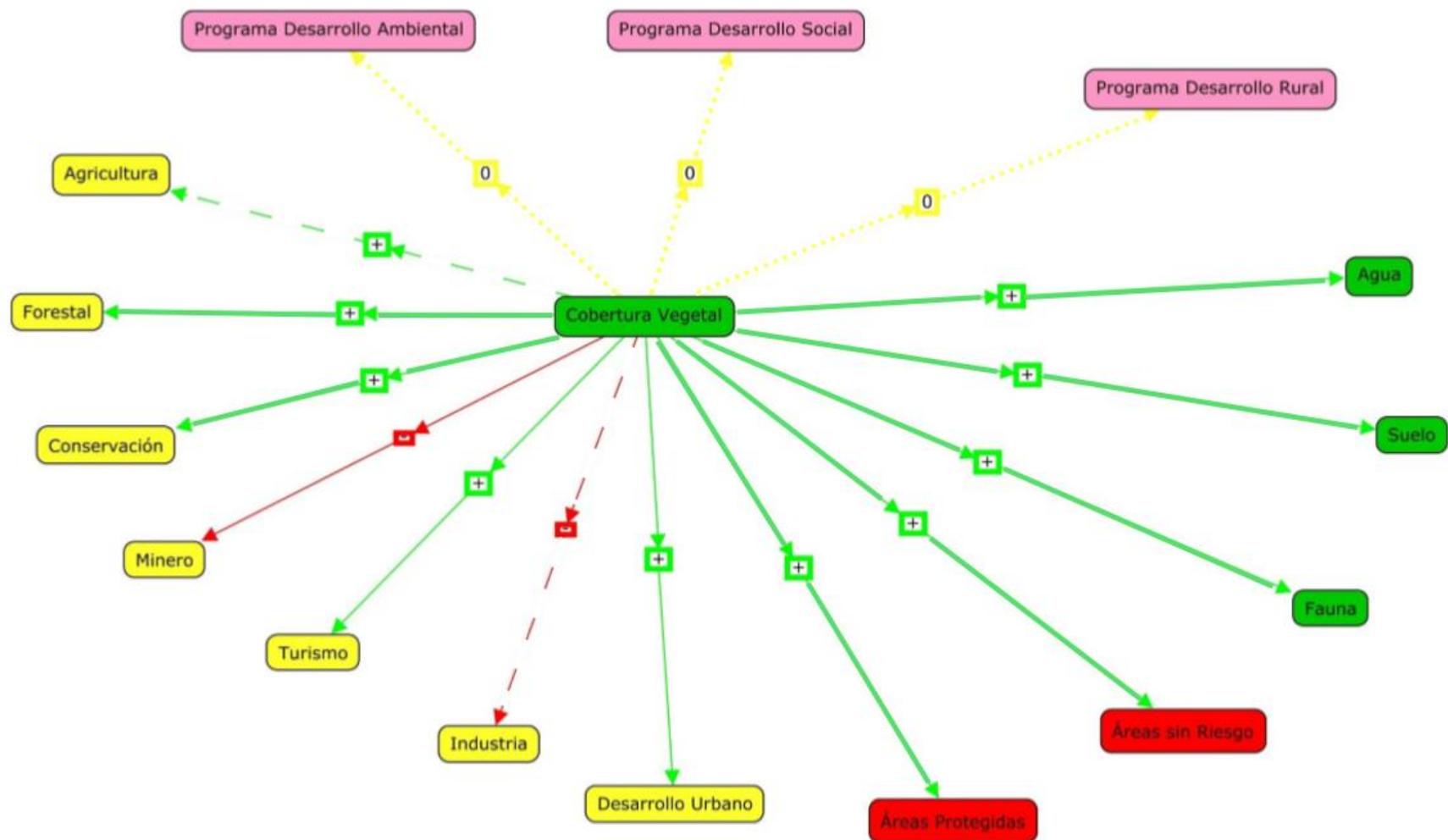


Figura 12. Modelo conceptual para el recurso cobertura vegetal (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.11 Modelo para las áreas naturales protegidas

De acuerdo con el modelo conceptual anterior la ciudadanía indicó que los componentes agricultura, forestal, minería, industria y desarrollo urbano tienen relaciones negativas con las ANP. Por otro lado, las relaciones positivas se indentificaron entre las áreas protegidas con los componentes conservación, turismo, fauna, cobertura vegetal, agua y suelo. Las ANP se encontraron en equilibrio con los programas de desarrollo social, rural y ambiental.

De acuerdo con la información obtenida en el diagnóstico, la superficie destinada para la protección de recursos naturales y la biodiversidad es de 126,288.75 ha, distribuido de la siguiente manera: Valle del Mezquital (20.63%), Sierra Alta (16.84%), Comarca Minera (15.13%), Huasteca (15.07%), Sierra Gorda (13.46%), Altiplanicie Pulquera (9.16%), Sierra de Tenango (4.35%), Sierra Baja (3.44%), Valle de Tulancingo (1.48%) y Cuenca de México (0.23%).

La superficie destinada para la conservación de recursos naturales y la conservación es de 428,868.34 ha misma que se distribuye en las regiones naturales de la siguiente manera: Sierra Alta (27.11%), Sierra Gorda (26.41%), Huasteca (22.72%), Sierra de Tenango (6.90%), Valle del Mezquital (5.20%), Sierra Baja (4.80%), Comarca Minera (4.60%), Altiplanicie Pulquera (2.00%) y Valle de Tulancingo (0.40%).

La superficie destinada para la restauración de recursos naturales es de 108,134.25 ha misma que se distribuye en las regiones naturales de la siguiente manera: Valle del Mezquital es la que presenta mayor porcentaje (47.54%), seguido de la Sierra Gorda con (17.85%) y la Sierra Alta (12.99%). Por otro lado, las que menor porcentaje presentan fueron las regiones de la Altiplanicie Pulquera (8.99%), Valle de Tulancingo (4.84%), Huasteca (3.19%) Sierra Baja (1.75%), Comarca Minera (1.43%), Cuenca de México (1.10%) y Sierra de Tenango (0.31%).

El sector de conservación, que incluye la preservación, conservación y restauración, no se beneficia al interactuar con el sector industria, minero y desarrollo urbano.

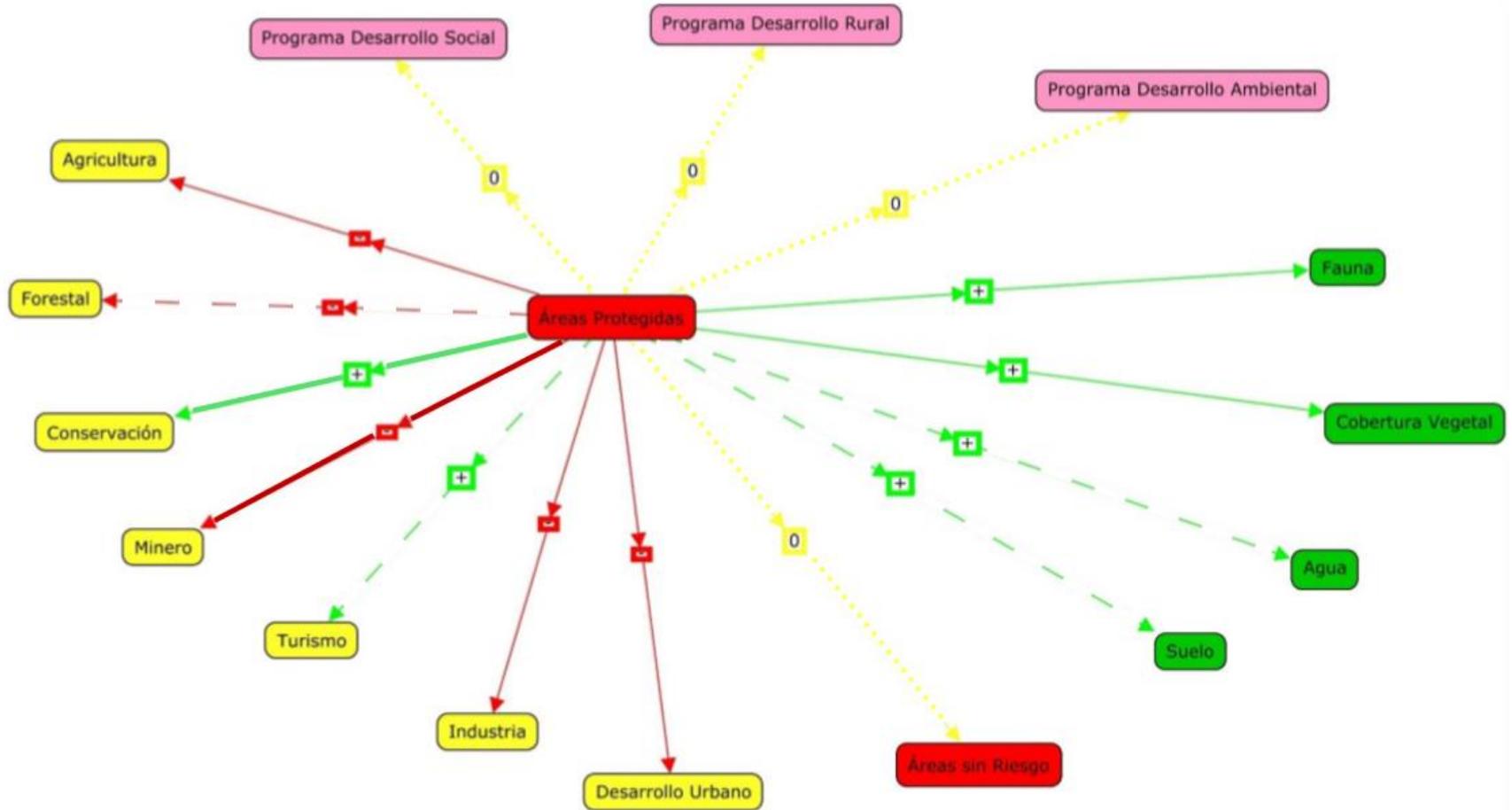


Figura 13. Modelo conceptual para las áreas protegidas (consulta pública).

Fuente: Elaboración propia.

2.1.12 Modelo para la fauna

Las interacciones para el recurso de fauna se encuentran en equilibrio con los programas de desarrollo ambiental, social y rural, así como las áreas sin riesgo, de igual manera los sectores industrial y minero, es decir, el recurso de fauna no se ve beneficiado ni perjudicado.

Las interacciones positivas pertenecen a los sectores agricultura, forestal, conservación, turismo y desarrollo urbano. En el caso del sector agrícola, las interacciones entre los cultivos y la presencia de biodiversidad son positivas. Por ejemplo, la polinización y el control biológico son positivos para el sector forestal. Además la fauna también ayuda a la dispersión de semillas. En cuanto a la conservación, el mantenimiento de los ecosistemas es de vital importancia para que la biodiversidad prolifere. En el caso del turismo, el aprovechamiento de la fauna genera una atracción a través de las UMA, por ejemplo los ranchos cinegéticos. La cobertura vegetal y los recursos naturales (agua y suelo) de igual manera benefician a la fauna por proporcionarle un hábitat. Estas interacciones son positivas porque tiene una compatibilidad, de acuerdo con los atributos presentes. Para el caso del sector desarrollo urbano, la fauna no se ve beneficiada, sin embargo, proporciona un servicio para el control de algunos residuos sólidos.

La fauna y su hábitat son espacios propicios para la protección y conservación por lo que es necesario definir con precisión los sectores que interactúan negativamente.

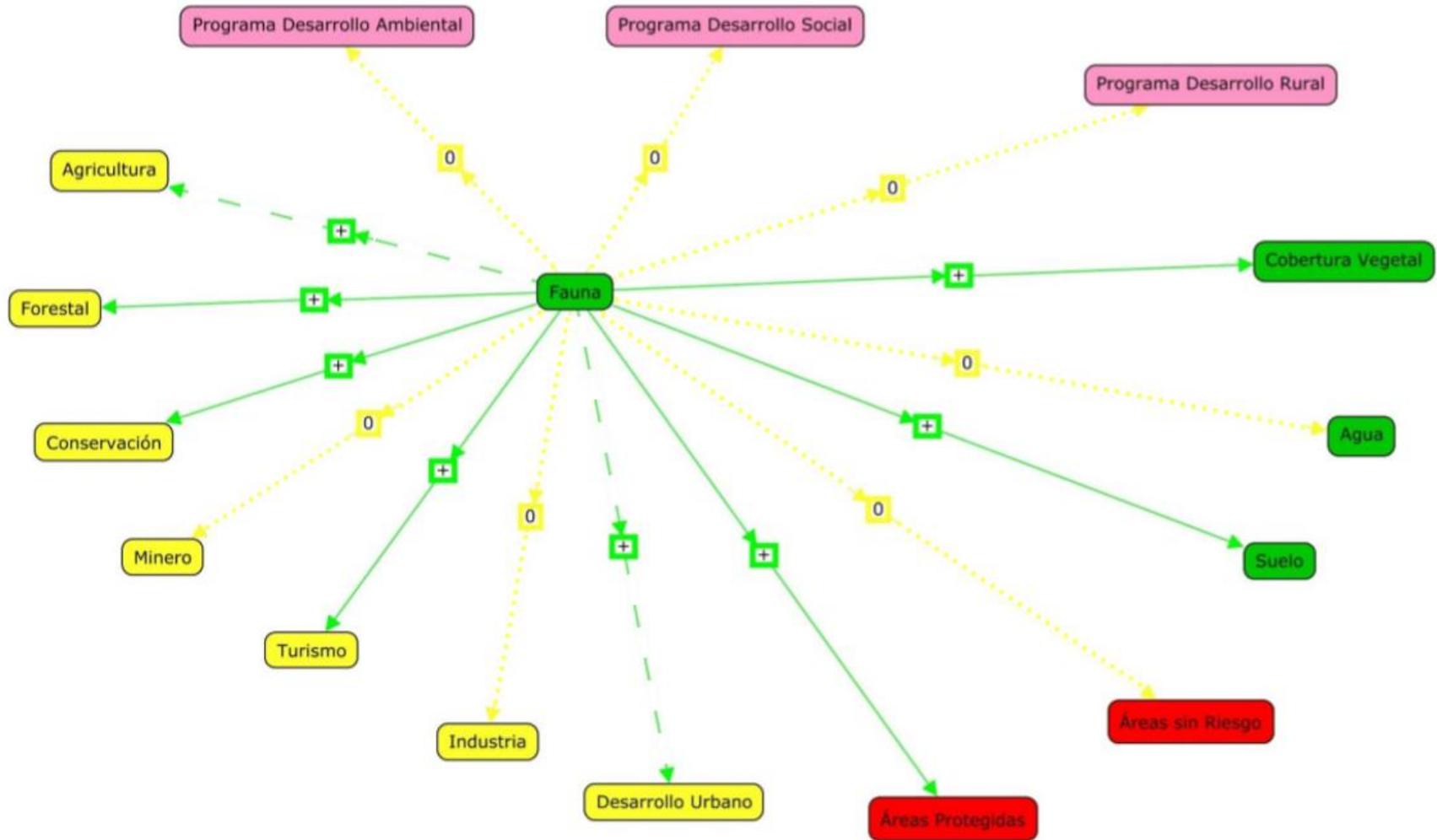


Figura 14. Modelo conceptual para el recurso fauna (consulta pública).
Fuente: Elaboración propia.

2.1.13 Modelo para las áreas sin riesgo

Las áreas sin riesgo son las que presentan menor posibilidad de ocurrencia de un fenómeno hidrológico, geológicos y antrópicos, los cuales en general suman aptitud para los sectores en los que hay alta presencia de individuos, tales como el sector urbano y la industria.

De acuerdo con el modelo conceptual anterior la ciudadanía sugiere que las relaciones positivas se dieron entre las áreas sin riesgo con los componentes agricultura, forestal, minería, industria y desarrollo urbano, mientras que en equilibrio se encontraron los componentes de conservación, turismo, áreas protegidas, suelo, agua, cobertura vegetal, fauna y los programas de desarrollo ambiental, social y rural.

A manera de resumen se presentan a continuación el modelo conceptual general para los sectores económicos y el modelo global que toma en cuenta todos los componentes del modelo conceptual, su explicación se dió en el apartado anterior, con el detalle suficiente. La complejidad del modelo conceptual global se aprecia en la figura correspondiente, entre otras razones, dicha complejidad es la principal característica que define que el modelo sea resuelto mediante un análisis matemática con el que ofrece el método KSIM.

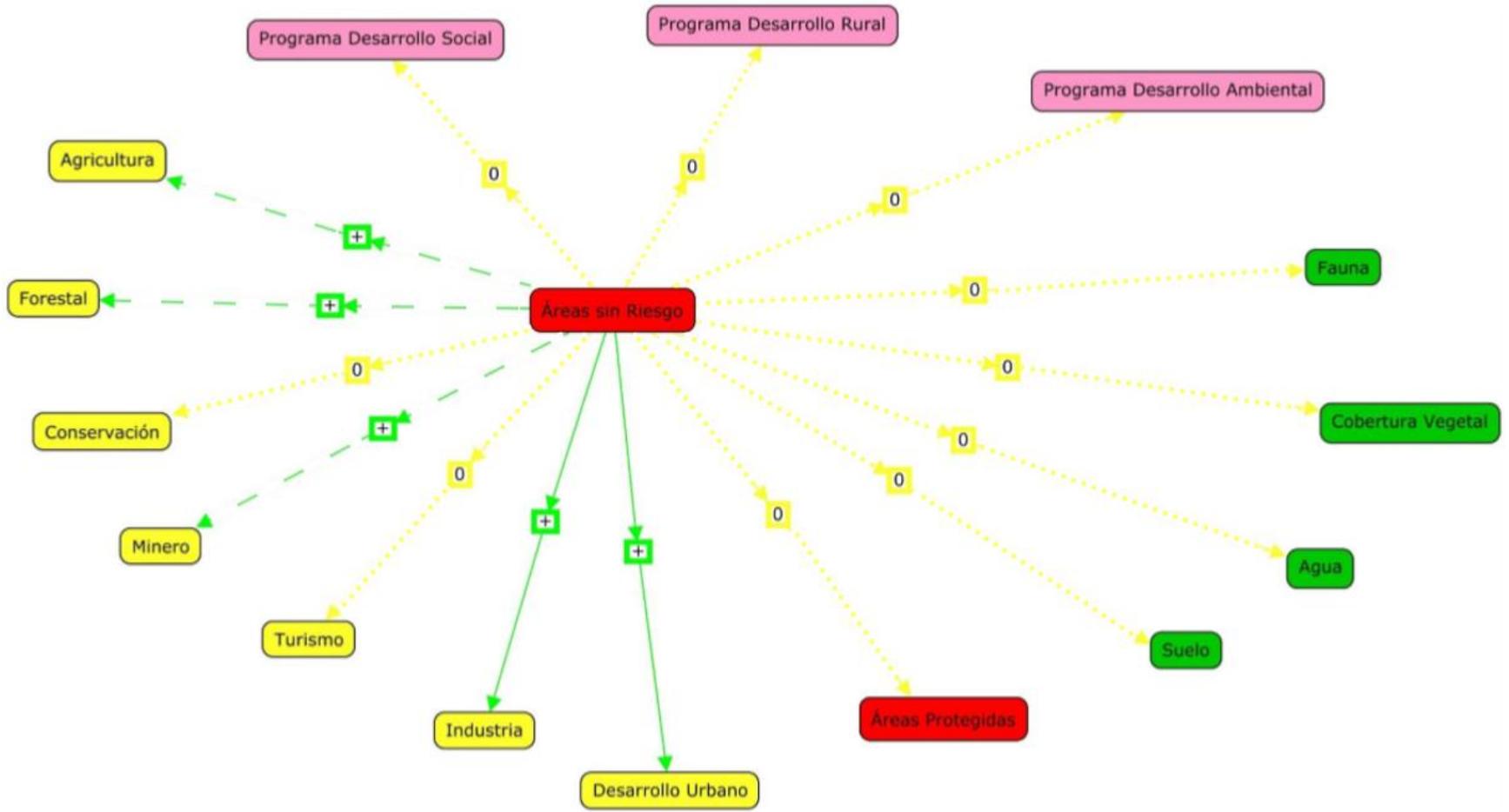
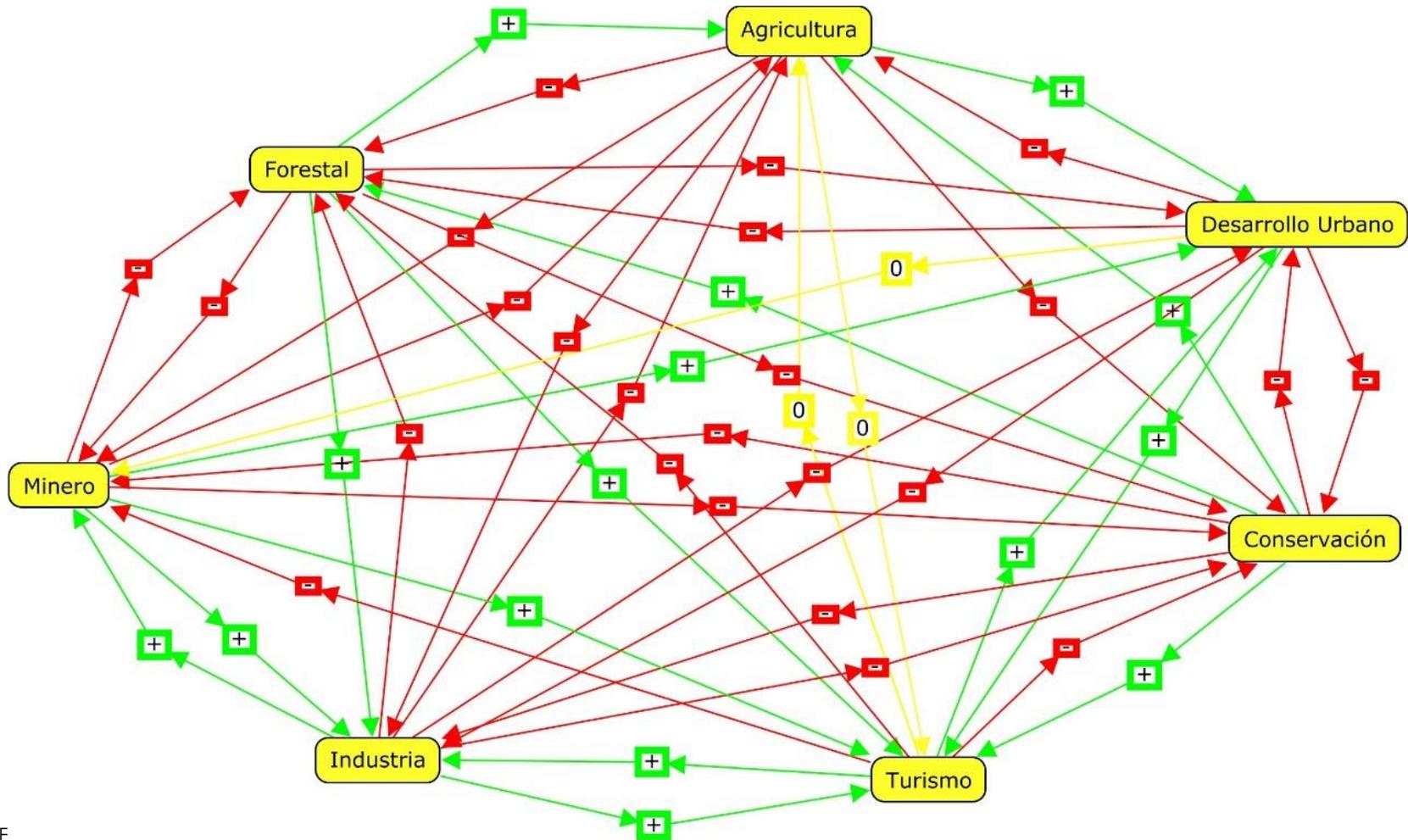


Figura 15. Modelo conceptual para las áreas sin riesgo (consulta pública).

Fuente: Elaboración propia.



F

Figura 16. Modelo conceptual para los sectores económicos.

Fuente: Elaboración propia.

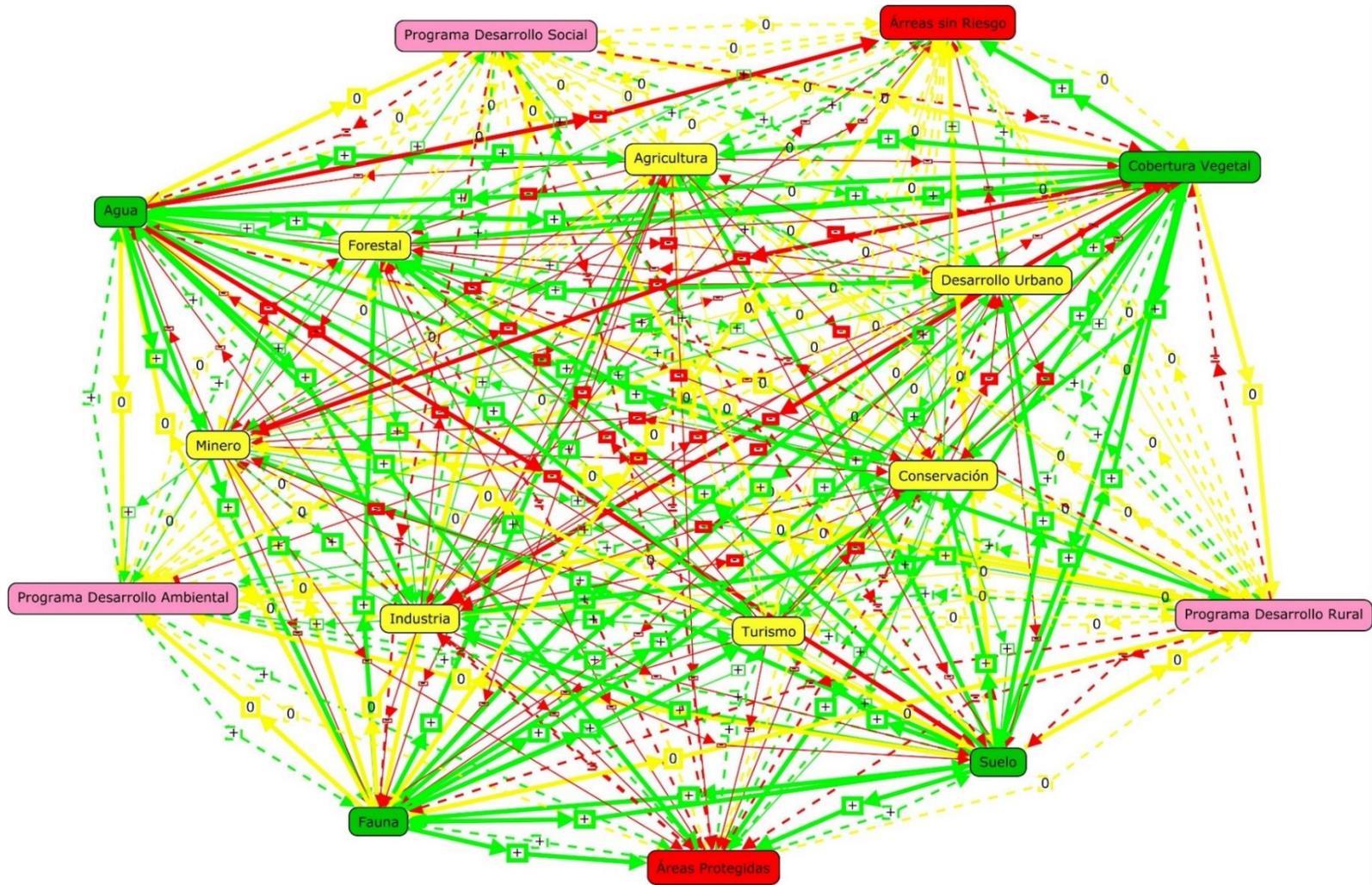


Figura 17. Modelo conceptual global.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.14 Modelo para PPPyA sociales (Urbanos)

De acuerdo con el modelo conceptual de PPPyA con el resto de las variables, la ciudadanía sugiere que las relaciones negativas entre los componentes con los programas de desarrollo social fueron: fauna, cobertura vegetal, suelo, agua y áreas naturales protegidas. Por otro lado, las relaciones positivas se dieron entre los programas sociales con los componentes: turismo, industria, desarrollo urbano. Mientras que en equilibrio, se encontraron los componentes de agricultura, forestal, conservación, minería, áreas sin riesgo, programas de desarrollo ambiental y rural.

De acuerdo con la información obtenida en el diagnóstico en el apartado de análisis de PPPyA, se encontró que el número de programas para el desarrollo social en los que se incluyeron al desarrollo urbano, la industria y la minería hay 1088 PPPyA para los 84 municipios de Estado de Hidalgo. En el Estado se demuestra que la preocupación prioritaria fue el desarrollo urbano, no solo a través del número de PPPyA sino observando que los valores de índice de congruencia obtenidos en la etapa del diagnóstico indican la preferencia de los municipios para los programas de bienestar social, en cuanto a la generación de infraestructura, por encima de los que benefician a los recursos naturales y la biodiversidad.

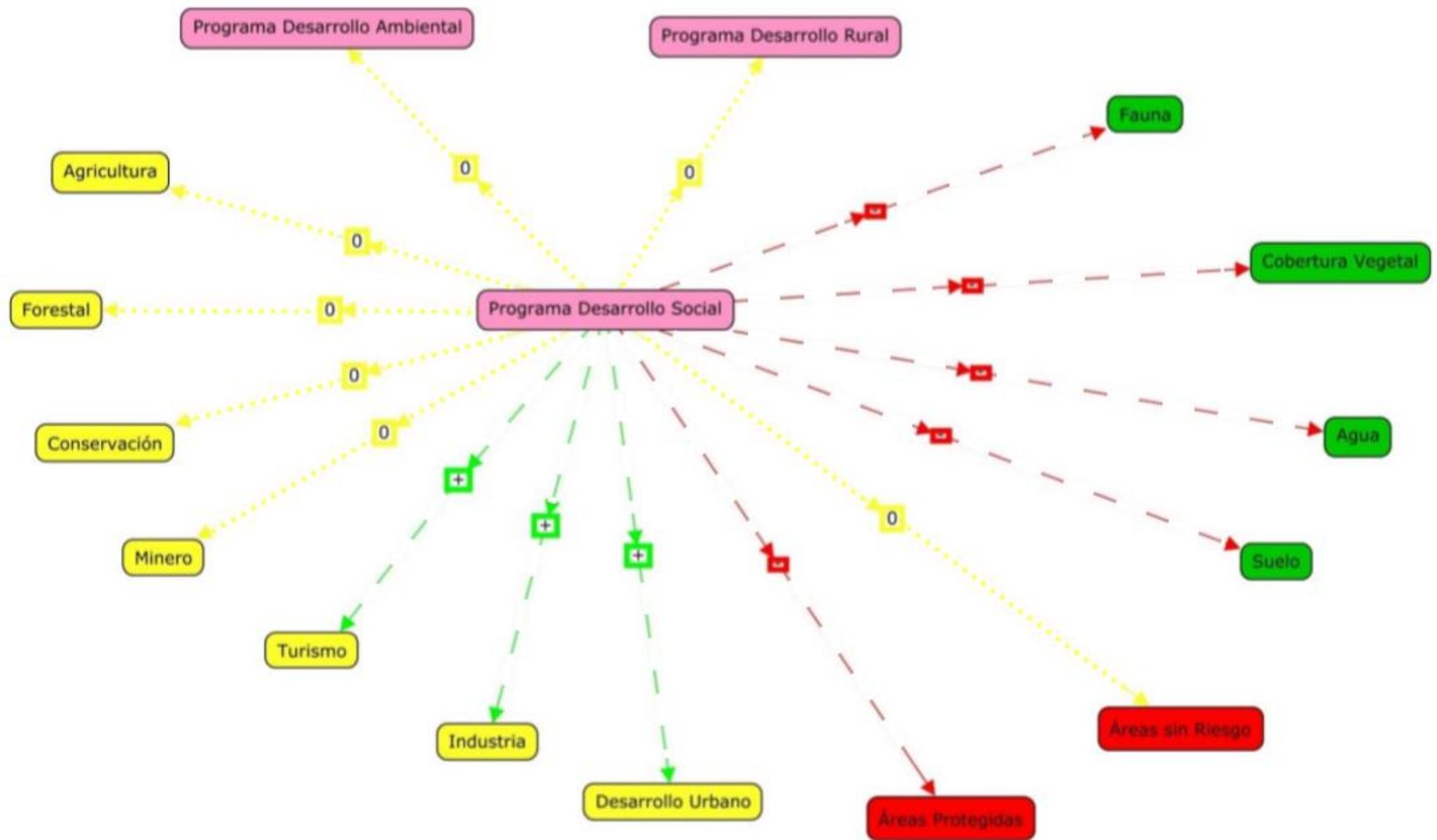


Figura 18. Modelo conceptual para los programas del desarrollo social.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.15 Modelo para PPPyA rurales

De acuerdo con el modelo conceptual anterior la ciudadanía sugiere que las relaciones negativas entre los componentes con los PPPyA de desarrollo rural fueron fauna, cobertura vegetal, suelo, agua y áreas protegidas. Por otro lado, las relaciones positivas se dieron entre los programas rurales con los componentes agricultura, forestal e industria. En equilibrio con los programas de desarrollo rural se encontraron los componentes de conservación, minería, turismo, desarrollo urbano, áreas sin riesgo y programas de desarrollo ambiental y social.

De acuerdo con la información obtenida en el diagnóstico en el apartado de análisis de PPPyA, el número de programas para el desarrollo rural es de 86 para los 84 municipios y refleja el desarrollo de los sectores económicos acuícola, pecuario y agricultura.

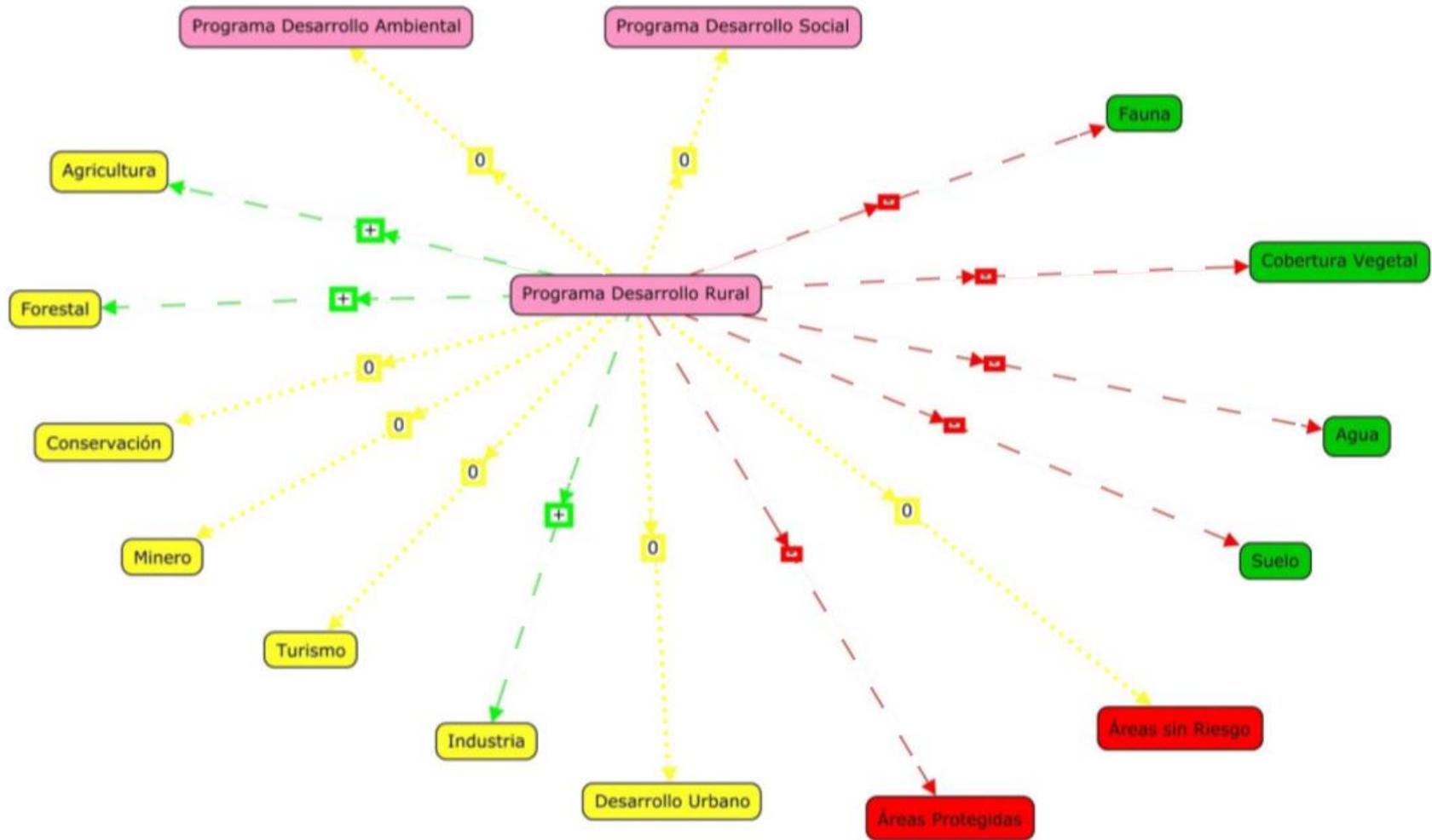


Figura 19. Modelo conceptual para los programas de desarrollo rural.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.16 Modelo para PPPyA ambientales

De acuerdo con el modelo conceptual anterior la ciudadanía sugiere que no existen relaciones negativas. Por otro lado, las relaciones positivas se dieron entre los programas sociales con los componentes forestal, conservación, turismo, áreas protegidas, fauna, cobertura vegetal, agua y suelo. En equilibrio se encontraron los componentes de agricultura, minería, industria, desarrollo urbano, áreas sin riesgo y programas de desarrollo social y rural, los programas para estas actividades son de gran importancia para reducir el impacto ambiental que éstas generan al estado.

De acuerdo con la información obtenida en el diagnóstico en el apartado de análisis de PPPyA, se encontró que el número de programas para el desarrollo ambiental es de 321 para los 84 municipios del Estado, número de programas refleja el desarrollo de los sectores económicos turismo, forestal y conservación de los recursos naturales y biodiversidad.

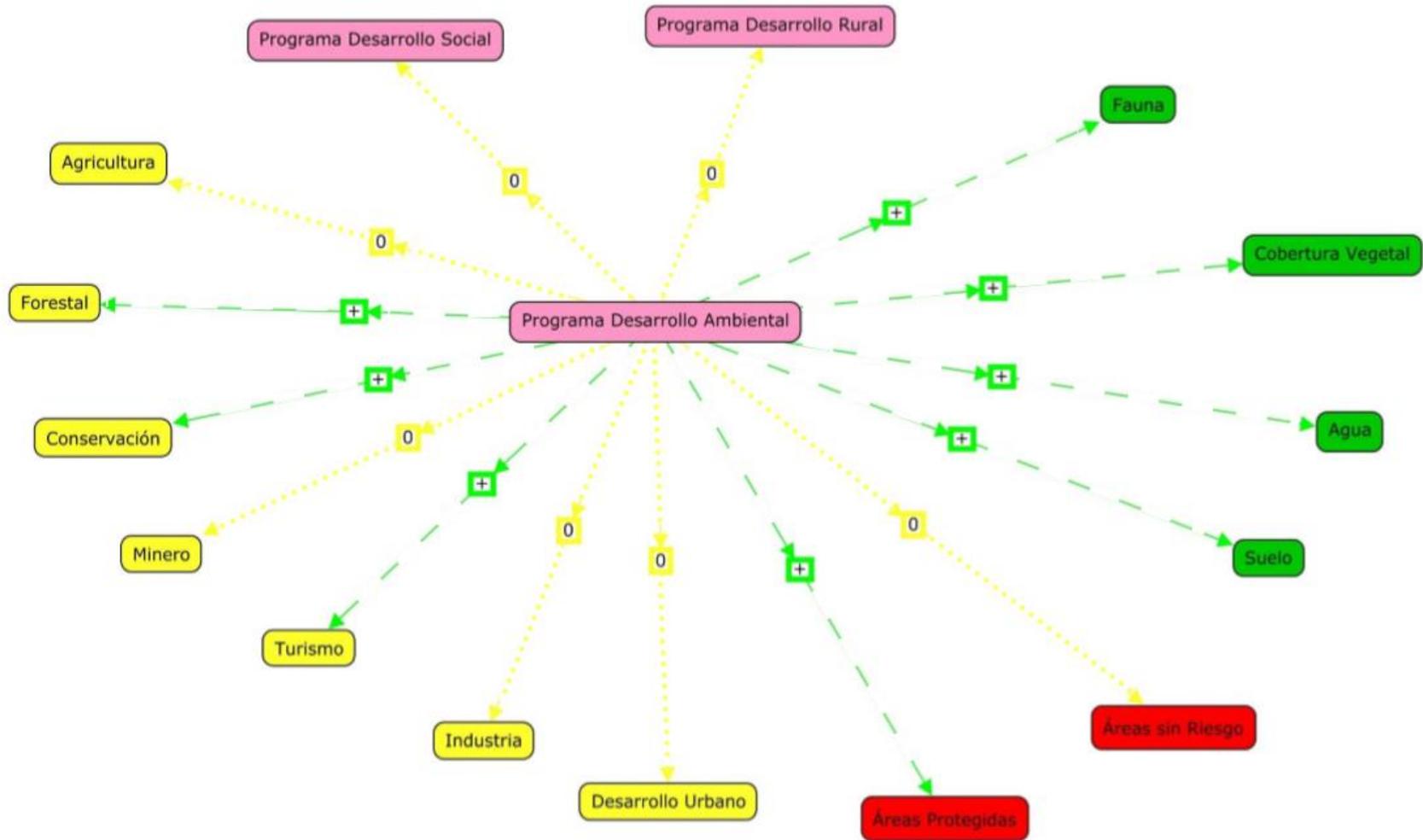


Figura 20. Modelo conceptual para los programas del desarrollo ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

2.2 Prospectiva de los bienes y servicios ambientales

La actividad antropogénica para satisfacer sus necesidades demanda bienes alimenticios, vivienda, agua potable y servicios ambientales, lo cual, en los espacios geográficos del Estado, ejerce una presión sobre los recursos naturales, generando impactos negativos de distintas magnitudes. En las proyecciones de superficies a futuro hay que considerar que los crecimientos de algunas superficies pueden alcanzar umbrales derivados de las mismas condiciones del territorio. Por ejemplo, las áreas sin vegetación no pueden superar las superficies donde estas áreas pueden encontrarse, como lo es en zonas rocosas con elevadas pendientes en algunas serranías del Estado.

En este apartado se definen las proyecciones para los principales bienes y servicios ambientales, mediante la determinación de tasas de crecimiento, líneas de tendencia lineal o polinómica. Para el cálculo de la tasa de crecimiento se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$r = \left(\left(\frac{A_f}{A_i} \right)^{\frac{1}{t}} \right) - 1 \quad \text{Ec. 1}$$

$$x_f = (A_i((1 + r)^t)) \quad \text{Ec. 2}$$

En donde:

La tasa de crecimiento adquirida del año 2010 a 2018, o bien 2010-2020 (r), se calculó a través de la ecuación 1, donde A_f : área final, A_i : área inicial, t : tiempo, x_f : valor de la proyección.

2.2.1 Suelo

Si bien los procesos de cambio de uso del suelo y vegetación han sido constantes en nuestro país, estos se incrementaron en velocidad y extensión principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX (Cuevas *et al.*, 2010). La degradación de suelos en México se ve reflejada por los procesos inducidos por actividad antrópica, que disminuye la productividad y capacidad actual o futura para sostener la vida de los organismos. De la misma manera, es producto de la interacción entre servicios ambientales estrechamente relacionados al tipo de suelo, la topografía y el clima, tales como la deforestación, sobrepastoreo y el uso de los recursos naturales (SEMARNAT, 2003).

La metodología de Lightinger *et al.*, (2003) reconoce dos grandes categorías de procesos de degradación del suelo: la degradación por desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causativo a la erosión hídrica o eólica y la degradación resultante de su deterioro interno, que considera en la actualidad a los procesos de degradación física y química. Las causas que generaron la degradación del suelo se muestran a continuación.

Tabla 1. Zonas en Estado de degradación en Hidalgo.

Causas	Actividades agrícolas	Sobrepastoreo	Deforestación y remoción de la vegetación	Urbanización	Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	Actividades industriales	Sin degradación aparente
Superficie (miles de ha)	699.05	83.22	7.38	6.58	2.68	0.00	1,266.54

Fuente: Con datos tomados de Lightinger *et al.*, (2003).

La actividad de mayor impacto sobre la degradación del suelo es la agricultura, con un 33.84%, el 4.03% es debido a las actividades pecuarias como el sobrepastoreo generalmente en los terrenos de pastizal, el 0.36% corresponde a la pérdida de la vegetación por deforestación y remoción, mientras que el 0.32% se asocia generalmente a la degradación del suelo efecto de la urbanización. El resultado muestra que un 61.32% de superficie estatal no presenta señales de degradación, mientras que un 0.13% presenta una sobreexplotación de la vegetación para autoconsumo.

No obstante, también se tienen que analizar las áreas que en un inicio se encontraban degradadas y observar la prospectiva de su comportamiento.

Este análisis se realizó con los datos obtenidos del apartado cambio de uso de suelo elaborado en el diagnóstico del OETH a través de percepción remota y posteriormente se proyectó su comportamiento mediante el cálculo de la tasa de crecimiento. El resultado del análisis fue que para el año 2010 se tenían únicamente 4,601.07 ha, equivalentes al 0.22% de superficie estatal de áreas sin vegetación¹, mientras que para el 2018 este porcentaje se incrementó en un 0.04%, alcanzando 5,453.423 ha sin vegetación.

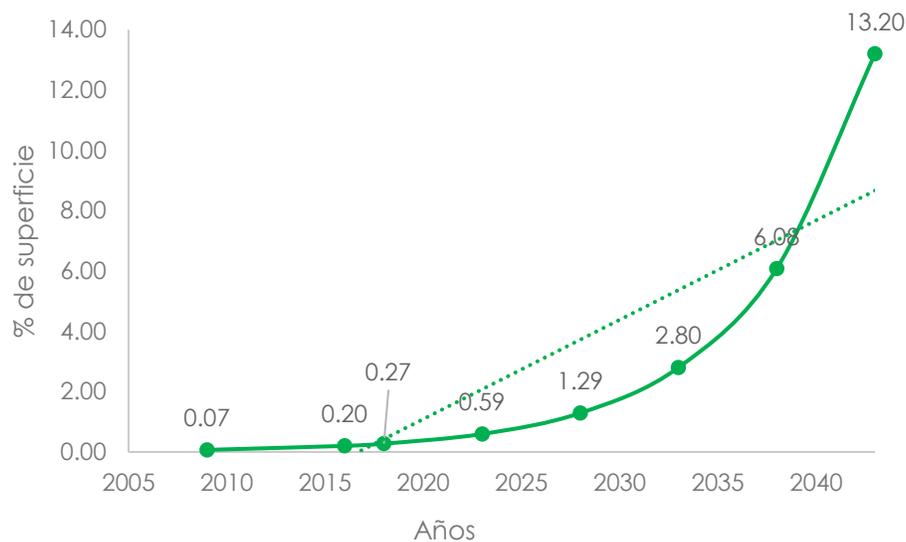


Figura 21. Proyección de áreas degradadas en el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con base en el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación obtenido mediante clasificación supervisada.

La tendencia ilustrada en la gráfica anterior muestra el comportamiento de forma exponencial de las áreas degradadas, llegando a un 2.8% al mediano plazo y un 13.20% al largo plazo si no se aplican medidas de mitigación y/o prevención.

¹ La definición de esta categoría se describe en el diagnóstico de este estudio: "áreas desprovistas de vegetación o con una cobertura vegetal extremadamente baja".

2.2.2 Agua

A partir del análisis de cambio de uso del suelo generado en el diagnóstico de este documento, para el año 2010 la superficie ocupada por los cuerpos de agua fue de 10,921.98 ha y para el 2018 esta cifra se redujo a 10,038.30 ha, con una tasa de cambio del 1.05%, reflejando claramente la degradación en este bien.

Durante el análisis de los cuerpos de agua no se debe olvidar que las imágenes satelitales introducen un sesgo en la información como resultado del momento en el que se muestreó el sitio. Los cuerpos de agua intermitentes, podrías estar vacíos al momento del análisis, más por el momento de muestreo que por algún tipo de degradación ambiental. No obstante, los cuerpos de agua notoriamente degradados tienen asociados sistemas de riego, cercanía a localidades, presencia de eutrofización y/o contaminación con residuos sólidos. Algunos ejemplos de la degradación de los cuerpos de agua son la laguna de Tecocomulco, la cual corresponde a un sitio RAMSAR (áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas"), la presa Endhó y la laguna de Metztitlán, ésta última se ubica en los municipios de Metztitlán, y Eloxochitlán; localizada a 15 kilómetros al norte del poblado de Metztitlán. La laguna pertenece a la Reserva de la biósfera de la Barranca de Metztitlán designada como parte de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de la UNESCO; también es un humedal decretado como Sitio Ramsar. El nivel de agua de la laguna oscila estacional y anualmente; las lluvias extremas provocaron inundaciones en los años 1944, 1955, 1999, y 2017; mientras que las sequías provocaron estiaje extremo en 1998 y 2020. Las sequías como resultado de los efectos del cambio climático.

El tema de recarga de acuíferos se ahondará más adelante en el capítulo de transversalidad del agua.

2.2.3 Aire

La generación de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y otros materiales particulados, permite una comparación en distintos momentos con respecto a otros inventarios de nivel subnacional, regionales y estatal.

Estos estudios permiten detectar los impactos en emisiones más críticas a nivel de sector, y jerarquizar los sectores para actuar en el manejo de fuentes de emisión.

En el caso del Estado de Hidalgo, el inventario permitió detectar aquellos subsectores que requieren mayor atención por su alta generación de GEI. De forma análoga al país, el sector energético y sus subsectores son los principales productores de estos gases (Otazo Sánchez *et al.*, 2013).

Para definir el comportamiento de la producción de GEI, se requiere de datos de actividad para un año base y de funciones de comportamiento los distintos sectores de producción de GEI.

Este procedimiento se realizó mediante el modelo LEAP, una herramienta capaz de definir modelos sobre el comportamiento de los sistemas consumidores de energía, los resultados de las políticas macroeconómicas energéticas aplicadas y la forma en la que pueden evolucionar dichas decisiones sobre estos sistemas (Shabbir & Ahmad, 2010).

La gráfica del escenario que se muestra a continuación se proyectó con las tasas de crecimiento reportadas por este estudio y sin los escenarios de mitigación.

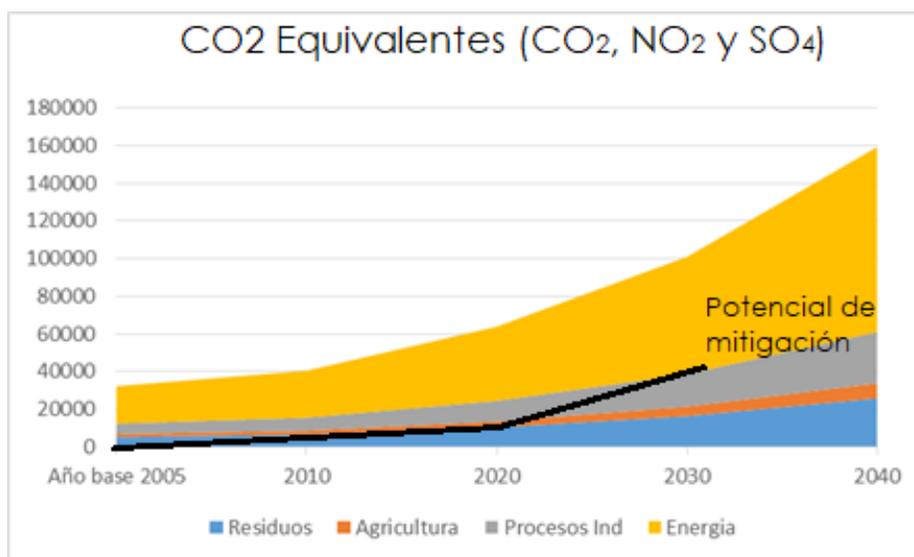


Figura 22. Proyección de la cantidad de Gg de CO₂ equivalente, producida con los sectores referidos en la figura.

Fuente: Elaboración propia con datos del PEACC 2014.

De acuerdo con la gráfica anterior, se observa que el sector energía será el que más contribuirá a la generación de GEI, por lo cual la producción irá en aumento, llegando en el 2040 a más de 160 mil Gg de CO₂ equivalente.

Otros sectores que más contribuirán a la generación de GEI son los procesos industriales y los residuos sólidos. De no plantearse políticas de mitigación, estos dos sectores juntos producirán GEI en una cantidad equivalente a casi la mitad de los que genera el sector de la energía.

Se deberían aplicar una serie de medidas de mitigación para cada uno de los sectores del Estado, sin embargo, los autores hacen la consideración de que “el potencial real de mitigación del Estado deberá incluir la factibilidad de su implementación, considerando las barreras legales, económicas, presupuestales, sociales, etc.” (PEACC, 2013). Ellos reportan un potencial total de mitigación de GEI para 2020 de 9,323.02 y de 28,804.13 Gg de CO₂ eq. para 2030, considerando sectores energéticos y no energéticos.

2.2.4 Vegetación

Captura de carbono

Para estimar la captura de carbono en el Estado, se realizó una proyección tendencial a partir de la superficie ocupada por cada tipo de cubierta vegetal en los municipios del territorio estatal. Se utilizó la metodología descrita por Orozco *et al.*, (2008), en la cual se recomienda realizar una tasa de cambio de uso de suelo y con los datos resultantes se calcula la fijación de carbono en diferentes tipos de vegetación tales como matorral, selva y bosque. A través de esta tasa de cambio se identificaron pérdidas y ganancias de superficie por cobertura forestal, y se aplicaron factores de biomasa predeterminados para cada uno de los tipos de flora antes mencionados. Se consideraron valores predeterminados de biomasa aérea por tipo de cubierta vegetal los cuales fueron obtenidos a partir del IPCC, (2006)². La metodología utilizada para el cálculo de este apartado utilizó los factores de captura de acuerdo a los valores para la determinación de la

² IPCC (2006). Directrices del IPCC para la realización del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, modulo 6 uso de suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, UNEP WMO.

biomasa aérea (apartado, contaminación de aire del diagnóstico del OETH).

En las siguientes tablas se puede apreciar la captura de dióxido de carbono en la vegetación. Los municipios con mayor captura de dióxido de carbono son: Metztitlán, Tlahuiltepa, Jacala de Ledezma, Zimapán, Pacula, San Bartolo Tutotepec, Nicolás Flores, Zacualtipán de Ángeles, Cardonal, La Misión, Singuilucan y Mineral el Chico dentro de los más representativos. No obstante, existe un aumento en la proyección de la captura de dióxido de carbono ya que habrá un incremento en la superficie ocupada por bosque. Este escenario supone una tasa de cambio levemente favorable para los bosques, como ha sucedido de acuerdo a las tasas de crecimiento calculadas para las series V y VI de INEGI.

Tabla 2. Proyección de captura de carbón en los municipios del Estado de Hidalgo que presentan algún tipo de bosque (ton).

MUNICIPIO	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Almoloya	1,618,581.3	1,306,427.5	1,054,474.6	851,112.4	686,969.9	554,483.4
Apan	631,702.5	586,163.4	543,907.1	504,697.1	468,313.7	434,553.2
Emiliano Zapata	666,270.4	938,039.1	1,320,661.1	1,859,353.0	2,617,774.9	3,685,553.7
Epazoyucan	267,979.6	186,786.6	130,193.7	90,747.3	63,252.5	44,088.2
Singuilucan	3,953,068.2	3,586,971.0	3,254,778.4	2,953,350.5	2,679,838.1	2,431,655.9
Tepeapulco	1,232,538.5	1,274,252.6	1,317,378.6	1,361,964.2	1,408,058.7	1,455,713.2
Tlanalapa	287,029.6	383,692.0	512,907.1	685,637.8	916,538.6	1,225,199.3
Zempoala	140,204.4	81,511.2	47,388.5	27,550.5	16,017.1	9,311.9
Huasca de Ocampo	3,022,424.2	3,481,364.3	4,009,992.3	4,618,889.8	5,320,245.4	6,128,098.4
Mineral de la Reforma	157,627.2	152,446.5	147,436.0	142,590.1	137,903.6	133,371.1
Mineral del Chico	3,622,452.2	4,122,495.9	4,691,565.6	5,339,189.9	6,076,212.2	6,914,973.3
Mineral del Monte	928,127.2	924,606.9	921,099.9	917,606.2	914,125.8	910,658.6
Omitlán de Juárez	1,147,899.1	1,234,936.3	1,328,573.0	1,429,309.4	1,537,684.0	1,654,275.9
Pachuca de Soto	306,108.2	256,112.0	214,281.6	179,283.2	150,001.2	125,501.7
Tolcayuca	264,769.3	276,347.5	288,432.0	301,045.0	314,209.6	327,949.8
Villa de Tezontepec	27,754.6	21,199.5	16,192.5	12,368.1	9,447.0	7,215.8
Atlapexco	180,687.2	227,767.6	287,115.4	361,927.1	456,231.9	575,109.1
Chapulhuacán	1,833,331.5	1,661,765.3	1,506,254.5	1,365,296.7	1,237,530.0	1,121,719.8
Huautla	137,472.1	168,333.7	206,123.5	252,396.9	309,058.3	378,439.9
Huazalingo	302,430.7	524,665.4	910,204.6	1,579,049.0	2,739,379.3	4,752,353.6
Huejutla de Reyes	189,054.6	279,982.2	414,642.2	614,068.3	909,410.3	1,346,799.8
Pisaflores	768,439.1	1,267,404.2	2,090,358.8	3,447,676.6	5,686,331.9	9,378,597.3
San Felipe Orizatlán	128,943.8	156,299.9	189,459.7	229,654.6	278,377.0	337,436.1

MUNICIPIO	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Tepehuacán de Guerrero	1,979,460.8	1,907,707.5	1,838,555.3	1,771,909.7	1,707,679.9	1,645,778.4
Tlanchinol	3,589,037.8	3,714,380.9	3,844,101.5	3,978,352.4	4,117,291.9	4,261,083.7
Xochiatipan	69,845.3	70,390.1	70,939.2	71,492.6	72,050.3	72,612.3
Yahualica	204,500.2	260,151.7	330,947.7	421,009.7	535,580.6	681,330.1
Calnali	2,511,080.0	3,170,885.3	4,004,059.5	5,056,156.6	6,384,700.1	8,062,328.5
Eloxochitlán	3,525,927.2	3,636,767.3	3,751,091.8	3,869,010.2	3,990,635.4	4,116,084.0
Júarez Hidalgo	2,083,841.3	2,184,111.7	2,289,206.8	2,399,359.0	2,514,811.5	2,635,819.3
Lolotla	2,140,698.1	2,627,634.8	3,225,333.3	3,958,988.0	4,859,524.5	5,964,902.7
Molango de Escamilla	3,339,645.8	3,563,019.7	3,801,334.1	4,055,588.3	4,326,848.3	4,616,251.8
Nicolás Flores	5,229,271.7	5,403,089.0	5,582,683.8	5,768,248.3	5,959,980.7	6,158,086.3
Tiangustengo	3,244,598.5	4,047,574.0	5,049,270.4	6,298,867.4	7,857,715.5	9,802,348.5
Tlahuiltepa	8,585,314.8	8,859,954.6	9,143,379.9	9,435,871.9	9,737,720.5	10,049,225.1
Xochicoatlán	3,231,132.7	3,590,034.2	3,988,801.1	4,431,861.5	4,924,135.3	5,471,088.9
Zacualtipán de Ángeles	4,714,805.3	5,670,604.7	6,820,166.5	8,202,770.9	9,865,661.0	11,865,657.1
Atotonilco el Grande	2,837,310.7	3,131,932.9	3,457,148.4	3,816,133.7	4,212,395.5	4,649,804.7
Cardonal	4,236,613.3	3,463,036.0	2,830,708.7	2,313,840.2	1,891,348.4	1,546,000.8
Metztlitlán	9,606,001.2	9,434,008.7	9,265,095.6	9,099,206.9	8,936,288.4	8,776,286.9
San Agustín Metzquititlán	1,256,395.6	710,031.7	401,263.0	226,767.3	128,153.9	72,424.1
Santiago de Anaya	1,132,505.2	1,075,992.5	1,022,299.9	971,286.5	922,818.8	876,769.6
Agua Blanca de Iturbide	1,502,076.8	1,801,835.1	2,161,413.9	2,592,751.2	3,110,167.2	3,730,840.2
Huehuetla	1,088,971.2	1,597,649.5	2,343,940.6	3,438,837.8	5,045,181.4	7,401,877.4
San Bartolo Tutotepec	5,326,225.7	8,048,698.4	12,162,749.0	18,379,675.3	27,774,351.3	41,971,067.4
Tenango de Doria	3,092,661.0	3,248,944.3	3,413,125.1	3,585,602.6	3,766,795.9	3,957,145.7
Jacala de Ledezma	7,703,386.2	7,991,582.8	8,290,561.4	8,600,725.3	8,922,492.9	9,256,298.4
La Misión	3,975,709.8	5,048,331.9	6,410,340.9	8,139,811.5	10,335,882.7	13,124,440.4
Pacula	6,494,202.0	6,158,889.0	5,840,889.2	5,539,308.5	5,253,299.2	4,982,057.4
Zimapán	7,264,829.0	7,232,749.8	7,200,812.2	7,169,015.6	7,137,359.4	7,105,843.0
Acatlán	1,152,742.1	1,167,079.8	1,181,595.9	1,196,292.5	1,211,172.0	1,226,236.5
Acaxochitlán	2,574,095.3	2,747,786.7	2,933,198.2	3,131,120.6	3,342,398.2	3,567,932.0
Cuauhtepic de Hinojosa	2,226,431.4	1,771,127.1	1,408,932.4	1,120,806.4	891,602.0	709,269.8
Metepec	534,831.9	378,548.4	267,932.6	189,639.9	134,225.1	95,003.1
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	223,880.8	257,556.5	296,297.7	340,866.2	392,138.6	451,123.4
Tulancingo de Bravo	984,843.4	983,815.5	982,788.6	981,762.9	980,738.2	979,714.6
Actopan	3,185,968.5	3,294,889.1	3,407,533.5	3,524,028.8	3,644,506.9	3,769,103.9
Ajacuba	356,527.6	347,500.3	338,701.59	330,125.66	321,766.87	313,619.72
Alfajayucan	975,319.58	715,137.39	524,362.98	384,480.72	281,914.3	206,709.12
Chapantongo	892,644.13	809,353.90	733,835.26	665,363.06	603,279.816	546,989.39
Chilcuautla	969,397	819,927.40	693,504.26	586,574.08	496,131.27	419,633.67
El Arenal	326,132.95	298,921.12	273,979.79	251,119.51	230,166.64	210,962.03
Francisco I. Madero	193,326.18	174,434.83	157,389.49	142,009.78	128,132.94	115,612.11

MUNICIPIO	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Huichapan	834,996.06	508,949.00	310,215.94	189,083.63	115,250.757	70,247.94
Ixmiquilpan	1,188,778.06	848,513.10	605,642.46	432,288.90	308,554.48	220,236.66
Mixquihuala de Juárez	108,475.27	71,808.94	47,536.39	31,468.35	20,831.561	13,790.16
Nopala de Villagrán	511,701.66	505,293.63	498,965.84	492,717.29	486,547.005	480,453.98
Progreso de Obregón	124,139.49	210,818.4692	358,020.05	608,003.44	1,032,534.88	1,753,490.54
San Agustín Tlaxiaca	99,483.19	84,954.91	72,548.30	61,953.52	52,905.98	45,179.72
San Salvador	356,396.13	481,800.43	651,330.48	880,512.67	1,190,336.7	1,609,177.80
Tasquillo	84,939.14	34,051.49	13,651.001	5,472.59	2,193.92	879.52
Tecoautla	182,897.47	178,903.26	174,996.28	171,174.62	167,436.42	163,779.86
Tepeji del Río de Ocampo	1,052,306.01	1,319,438.73	1,654,384.32	2,074,357.39	2,600,942.55	3,261,203.77
Tepetitlán	304,706.78	231,028.08	175,165.04	132,809.79	100,696.12	76,347.60
Tepepango	6,291.83	2,777.02	1,225.69	540.98	238.77	105.38
Tezontepec de Aldama	450,368.96	513,310.11	585,047.57	666,810.67	760,000.5	866,214.13
Tula de Allende	241,248.15	123,320.87	63,038.98	32,224.17	16,472.30	8,420.28
TOTAL	141,923,811.4	149,630,604.8	162,355,460.2	181,340,820.6	208,736,896.6	247,967,948.3

Fuente: Elaboración propia con base en datos de clasificación supervisada de uso del suelo 2018.

En la siguiente tabla se puede apreciar la captura de dióxido de carbono en la vegetación de selva. Se elaboró una proyección tendencial a partir de la superficie ocupada por selva en los municipios del territorio estatal. Los municipios con mayor captura de dióxido de carbono de acuerdo con este tipo de vegetación son: Huejutla de Reyes, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol, Huautla, Chapulhuacán, Pisaflores, Huehuetla, Xochiatipan, Atlapexco y Huazalingo. Es importante resaltar que, para algunos municipios como Huautla, San Felipe Orizatlán y Lolotla habrá una disminución de captura de dióxido de carbono. Este proceso se debe principalmente a la disminución en la superficie ocupada por este tipo de cubierta vegetal.

Tabla 3. Proyección de captura de carbón en los municipios del Estado de Hidalgo que presentan algún tipo de selva (ton).

MUNICIPIO	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Atlapexco	3,521,421.75	3,798,392.84	4,097,148.59	4,419,402.44	4,767,002.58	5,141,942.59
Chapulhuacán	4,580,960.00	5,540,748.60	6,701,627.68	8,105,730.25	9,804,015.69	11,858,120.20
Huautla	4,619,807.50	3,851,905	3,211,642.95	2,677,804.98	2,232,701.34	1,861,582.65
Huazalingo	2,498,603.8	5,035,623.86	10,148,670.90	20,453,378.50	41,221,229.60	83,076,239.40
Huejutla de Reyes	6,961,878.00	6,797,027.05	6,636,079.63	6,478,943.29	6,325,527.80	6,175,745.05
Jaltocán	219,460.01	230,283.68	241,641.17	253,558.81	266,064.22	279,186.39
Pisaflores	4,024,790.00	3,878,826.30	3,738,156.14	3,602,587.55	3,471,935.51	3,346,021.72
San Felipe Orizatlán	1,116,673.25	641,991.92	369,090.62	212,195.64	121,994.41	70,136.38
Tepehuacán de Guerrero	6,803,412.00	7,793,910.86	8,928,615.00	10,228,519.10	11,717,674.30	13,423,633.40

MUNICIPIO	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Tlanchinol	5,029,101.00	6,219,228.48	7,690,997.44	9,511,057.82	11,761,832.1	14,545,248.00
Xochiatipan	3,531,797.50	3,720,955.32	3,920,244.15	4,130,206.59	4,351,414.31	4,584,469.59
Yahualica	1,798,408.15	1,272,987.08	901,072.49	637,816.08	451,472.39	319,570.69
Calnali	1,591,539.95	1,670,586.39	1,753,558.81	1,840,652.18	1,932,071.19	2,028,030.68
Lolotla	479,494.40	278,210.46	161,422.24	93,659.81	54,342.95	31,530.66
Molango de Escamilla	62,790.42	45,806.88	33,417.05	24,378.42	17,784.55	12,974.19
Tiangustengo	153,197.27	25,903.99	4,380.08	740.62	125.23	21.17
Tlahuiltepa	44,985.71	29,081.66	18,800.25	12,153.69	7,856.93	5,079.22
Xochicoatlán	27,982.45	6,936.82	1,719.63	426.29	105.67	26.19
Zacuallipán de Ángeles	2,246.91	56,848.1523	1,438.28693	0.03638938	0.00092067	2.3293 E-05
Huehuetla	3,980,515.00	3,311,541.00	2,754,996.22	2,291,985.56	1,906,789.49	1,586,330.30
San Bartolo Tututepec	1,332,138.50	569,318.30	243,310.53	103,984.04	44,439.83	18,992.33
La Misión	855,535.45	976,189.36	1,113,858.79	1,270,943.36	1,450,181.17	1,654,696.40
Pacula	263,872.45	384,080.33	559,049.28	813,725.84	1,184,421.08	1,723,987.63
TOTAL	53,500,612.49	56,079,593.08	63,229,501.10	77,163,850.94	103,090,982.40	151,743,564.90

Fuente: Elaboración propia con base en datos de clasificación supervisada de uso del suelo 2018.

En la siguiente tabla se puede apreciar la captura de dióxido de carbono en la vegetación de matorral. Se elaboró una proyección tendencial a partir de la superficie ocupada por matorral en los municipios del territorio estatal. Los municipios con mayor captura de dióxido de carbono de acuerdo con este tipo de vegetación son: Zimapán, Tecozautla, Metztitlán, Huichapan, Cardonal, Ixmiquilpan, Tasquillo, Alfajayucan, San Agustín Metzquititlán, Ajacuba y Tlahuiltepa. Existe un incremento en la proyección de la captura de dióxido de carbono que principalmente se debe al aumento de la cobertura vegetal de tipo matorral.

Tabla 4. Proyección de captura de carbón en los municipios del Estado de Hidalgo que presentan algún tipo de matorral (ton).

Municipio	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Almoloya	97173.85	104419.87	111665.89	118911.91	126157.93	133403.95
Apan	60379.44	26462.14	11597.41	5082.73	2227.57	976.26
Emiliano Zapata	278957.06	183205.51	120320.53	79020.70	51896.98	34083.43
Epazoyucan	309667.60	341814.35	377298.28	416465.82	459699.35	507420.99
Singuilucan	47519.41	29481.79	18290.96	11348.00	7040.48	4368.02
Tepeapulco	223385.06	123299.26	68056.06	37564.11	20733.83	11444.21
Tlanalapa	89034.73	46281.56	24057.83	12505.61	6500.60	3379.11
Zempoala	338379.06	243144.69	174713.35	125541.52	90208.75	64820.14
Huasca de Ocampo	32449.12	6543.46	1319.51	266.08	53.66	10.82
Mineral de la Reforma	170893.06	158537.14	147074.58	136440.78	126575.83	117424.14



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Municipio	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Mineral del Chico	160173.20	81048.29	41010.76	20751.61	10500.40	5313.24
Mineral del Monte	46365.88	98654.93	209912.89	446641.84	950341.52	2022087.79
Pachuca de Soto	273747.46	219186.89	175500.78	140521.74	112514.37	90089.14
Tolcayuca	331293.60	286587.19	247913.69	214458.98	185518.82	160483.99
Villa de Tezontepec	183210.13	188233.56	193394.73	198697.41	204145.48	209742.94
Zapotlán de Juárez	314399.06	326223.52	338492.68	351223.29	364432.69	378138.89
Eloxochitlán	858739.20	887208.30	916621.23	947009.25	978404.71	1010840.99
Nicolás Flores	57220.24	33204.66	19268.53	11181.45	6488.55	3765.27
Tlahuiltepa	1404773.33	1257018.54	1124804.67	1006497.12	900633.23	805904.15
Zacualtipán de Ángeles	154054.27	172583.53	193341.46	216596.09	242647.74	271832.81
Atotonilco el Grande	1162636.93	828874.92	590927.07	421287.69	300347.25	214125.58
Cardonal	2511564.00	3337192.25	4434229.88	5891897.49	7828745.22	10402294.30
Metztlán	3401156.00	3368235.93	3335634.49	3303348.60	3271375.21	3239711.30
San Agustín Metzquitlán	1535952.00	2606363.74	4422750.17	7504984.33	12735241.10	21610487.00
Santiago de Anaya	673488.93	601544.58	537285.57	479890.92	428627.36	382839.94
Agua Blanca de Iturbide	1223.64	22.51	0.41	0.01	0.00	0.00
Jacala de Ledezma	1247449.87	1294836.32	1344022.82	1395077.76	1448072.10	1503079.52
La Misión	1782.25	289.90	47.15	7.67	1.25	0.20
Pacula	938952.67	902082.96	866661.01	832629.96	799935.21	768524.28
Zimapán	5975904.00	5524064.27	5106388.27	4720292.86	4363390.23	4033473.11
Acatlán	13288.85	1962.52	289.83	42.80	6.32	0.93
Cuautepec de Hinojosa	30083.39	6404.12	1363.30	290.22	61.78	13.15
Actopan	182534.00	114839.49	72250.14	45455.47	28597.87	17992.07
Ajacuba	1483108.00	1391391.92	1305347.61	1224624.32	1148893.00	1077844.93
Alfajayucan	1561824.00	1780265.78	2029259.53	2313078.36	2636593.01	3005355.47
Añitla	77287.91	69198.11	61955.08	55470.18	49664.07	44465.68
Atotonilco de Tula	247652.53	181512.31	133036.06	97506.30	71465.42	52379.25
Chapantongo	554952.93	439572.66	348181.10	275790.77	218451.10	173032.93
Chilcuautla	1133535.33	1369241.73	1653960.73	1997883.96	2413322.30	2915146.54
El Arenal	582018.80	542498.55	505661.80	471326.35	439322.34	409491.47
Francisco I. Madero	226080.77	235482.11	245274.40	255473.89	266097.51	277162.91
Huichapan	3013266.67	3141021.52	3274192.86	3413010.32	3557713.29	3708551.30
Ixmiquilpan	2190613.33	2497696.51	2847827.04	3247039.34	3702213.77	4221195.17
Mixquiahuala de Juárez	231541.20	204130.42	179964.64	158659.70	139876.92	123317.73
Nopala de Villagrán	482853.07	442013.89	404628.85	370405.80	339077.29	310398.51
Progreso de Obregón	532636.13	514107.41	496223.24	478961.20	462299.65	446217.71
San Agustín Tlaxiaca	1113135.47	894071.43	718119.00	576793.84	463281.34	372108.00
San Salvador	845019.76	788319.43	735423.65	686077.15	640041.77	597095.33
Tasquillo	1772173.33	1516564.35	1297823.06	1110631.87	950440.16	813353.66
Tecoautla	3717310.67	3232163.32	2810332.71	2443555.33	2124646.19	1847357.97

Municipio	2018	2023	2028	2033	2038	2043
Tepeji del Río de Ocampo	1278142.80	850541.38	565993.59	376640.99	250636.12	166786.05
Tepetitlán	321780.80	219001.53	149050.76	101442.80	69041.19	46988.90
Tetepango	142085.97	172239.99	208793.41	253104.34	306819.10	371933.40
Tezontepec de Aldama	329595.20	268016.22	217942.17	177223.56	144112.50	117187.65
Tlahuelilpan	72259.00	161007.92	358758.78	799388.39	1781201.84	3968884.25
Tula de Allende	1084780.40	1206444.44	1341753.77	1492238.77	1659601.50	1845734.86
TOTAL	46101485.42	45,516,355.71	47,116,009.81	51,468,259.41	598,85,934.81	74,920,061.38

Fuente: Elaboración propia con base en datos de clasificación supervisada de uso del suelo 2018.

A continuación, se presentan las proyecciones calculadas de captura de carbono para cada una de las regiones del Estado. Cabe mencionar que no todos los municipios de cada una de las regiones cuentan con estos tres tipos de vegetación (selva, bosque y matorral), sin embargo, hay municipios que cuentan por lo menos con dos tipos de cubierta vegetal.

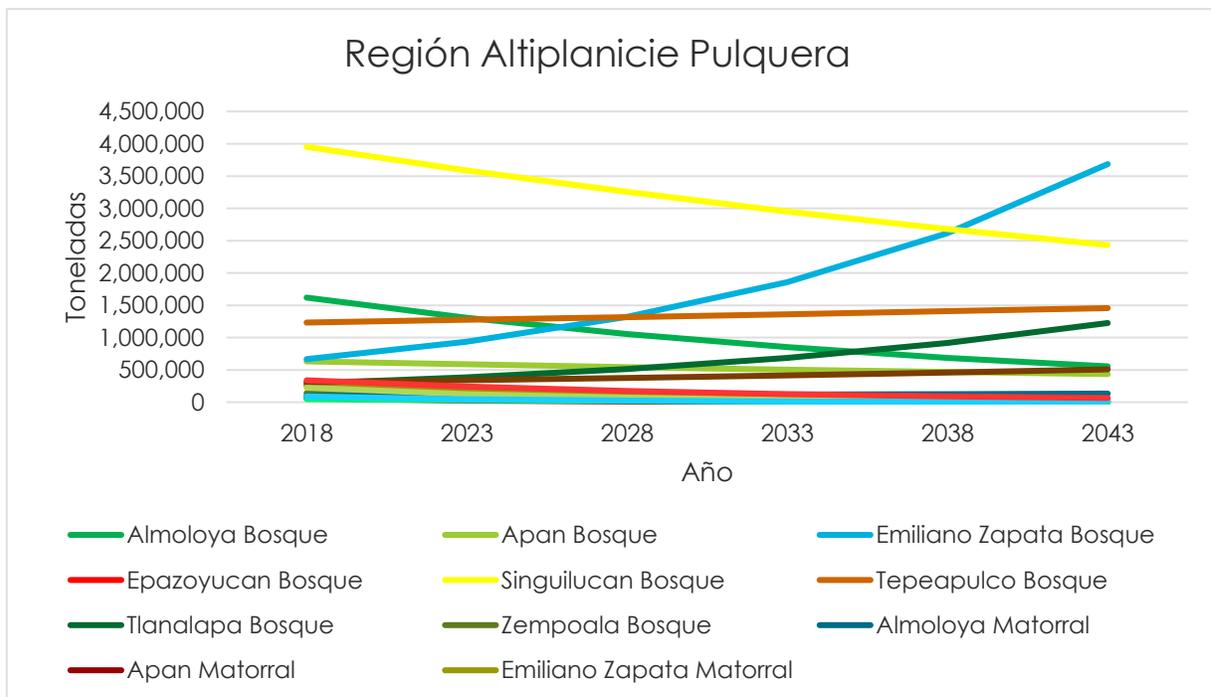


Figura 23. Proyección de captura de carbono en la Región Altiplanicie Pulquera por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

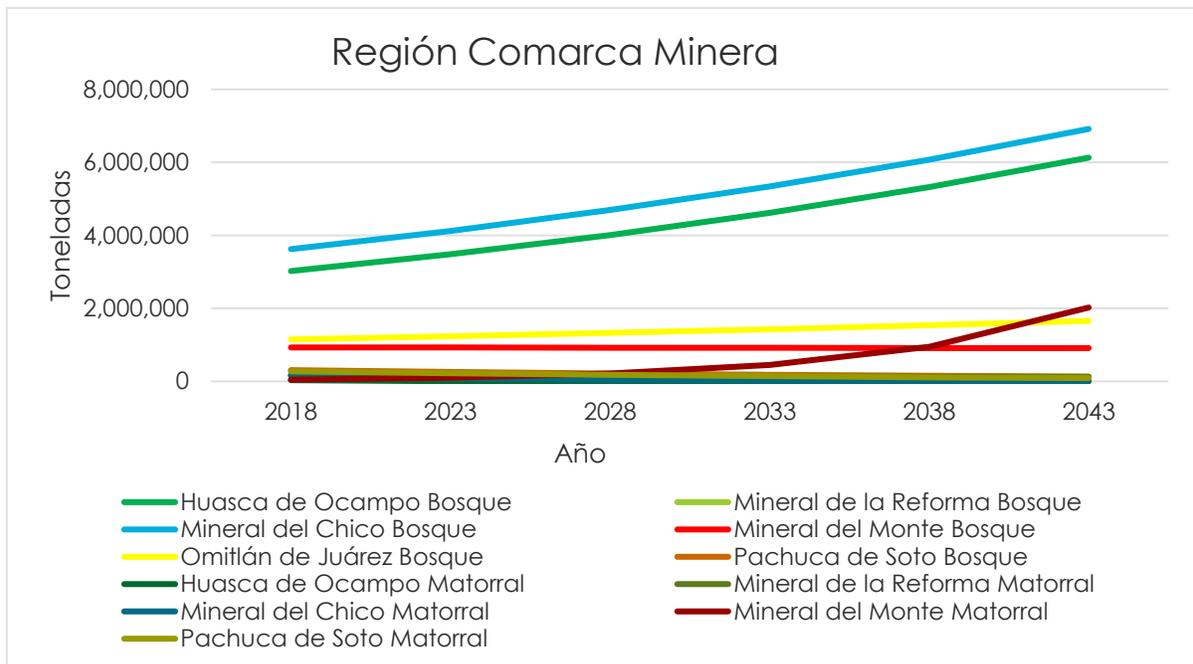


Figura 24. Proyección de captura de carbono en la Región Comarca Minera por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

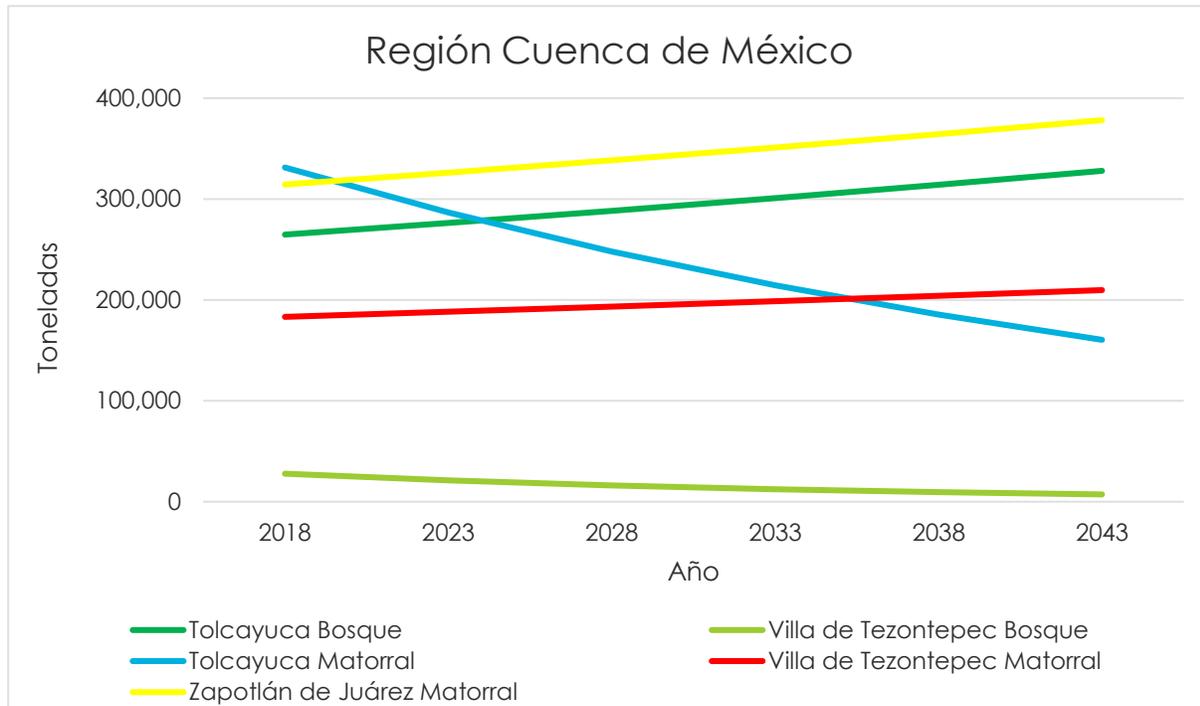


Figura 25. Proyección de captura de carbono en la Región Cuenca de México por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

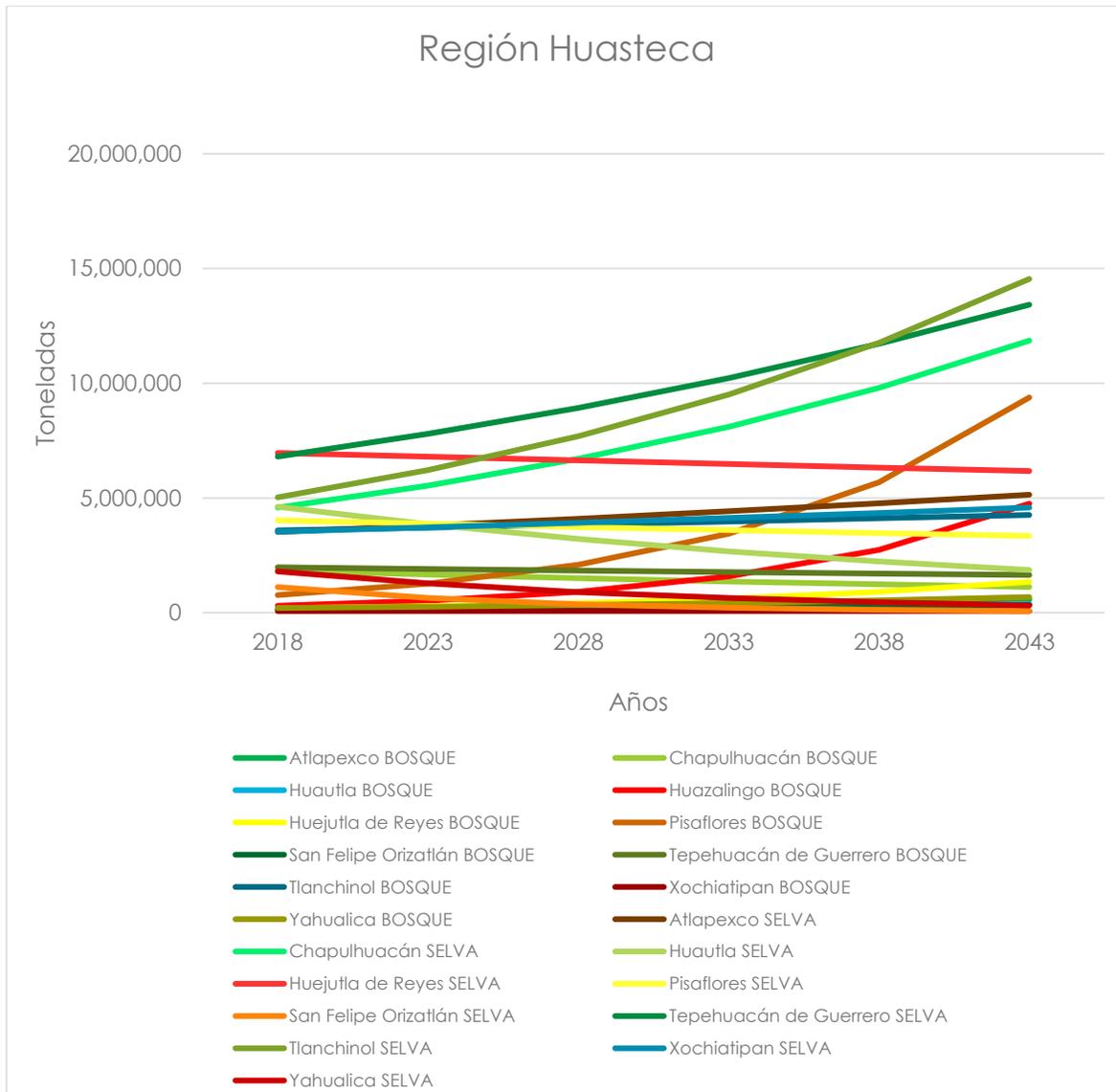


Figura 26. Proyección de captura de carbono en la Región Huasteca por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

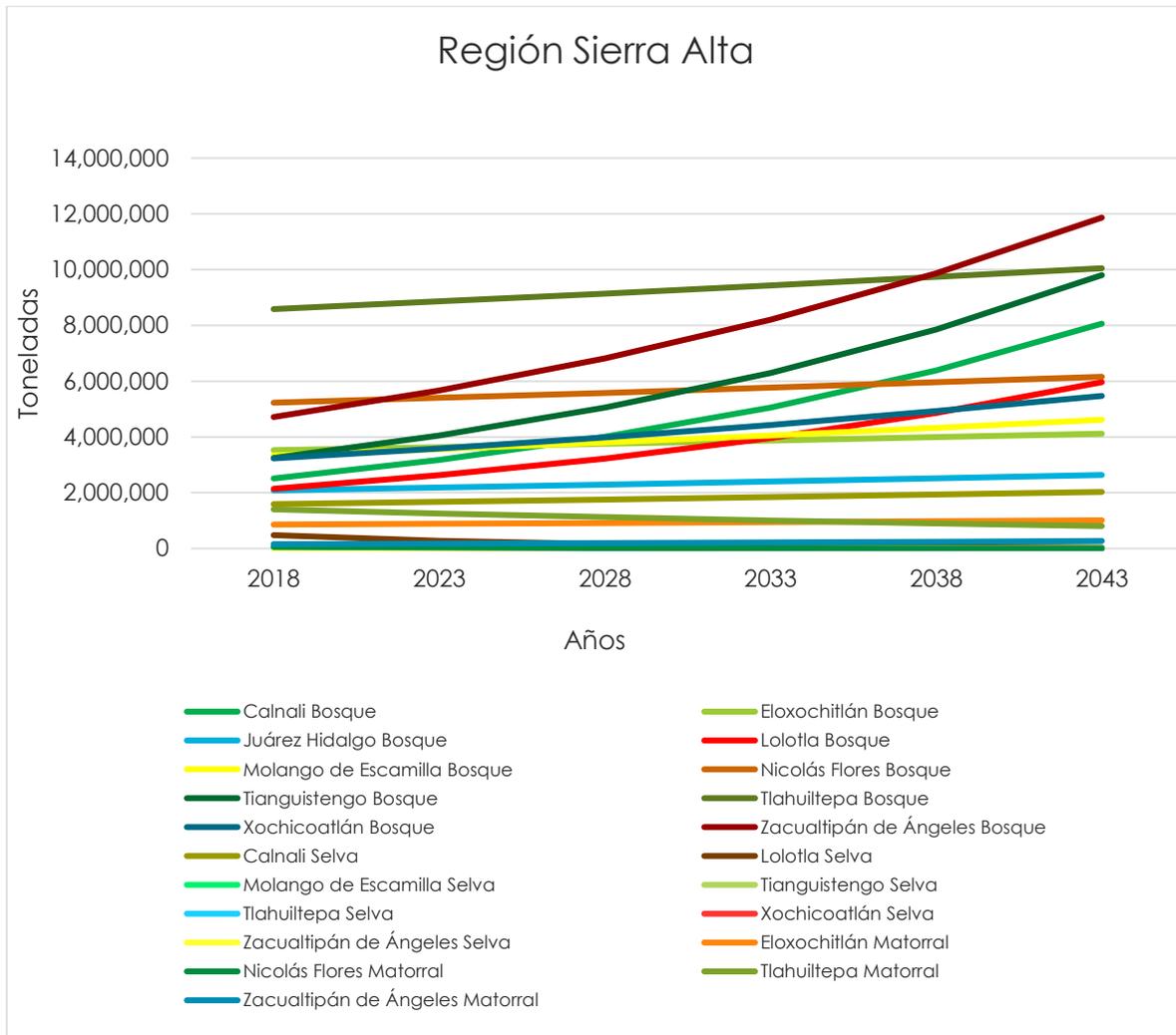


Figura 27. Proyección de captura de carbono en la Región Sierra Alta por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

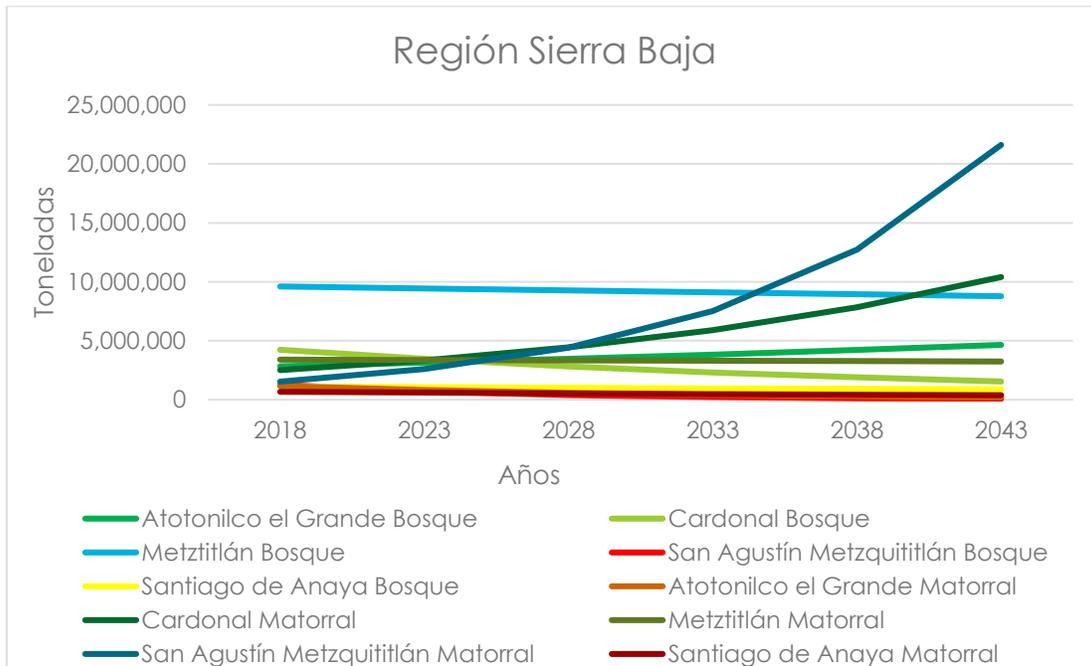


Figura 28. Proyección de captura de carbono en la Región Sierra Baja por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

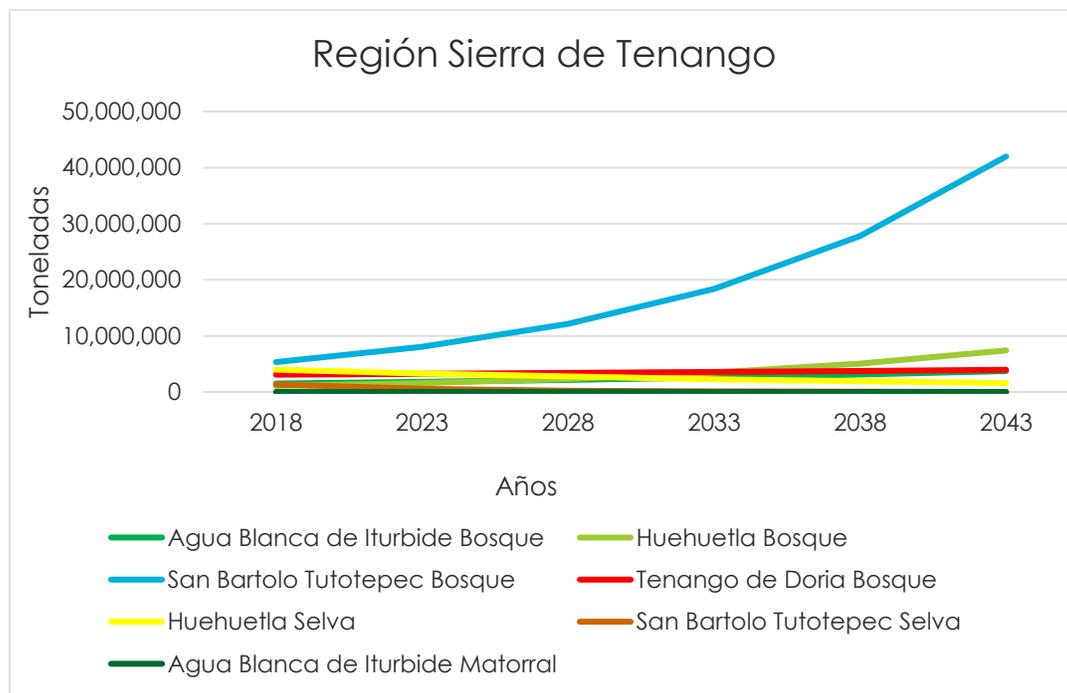


Figura 29. Proyección de captura de carbono en la Región Sierra de Tenango por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

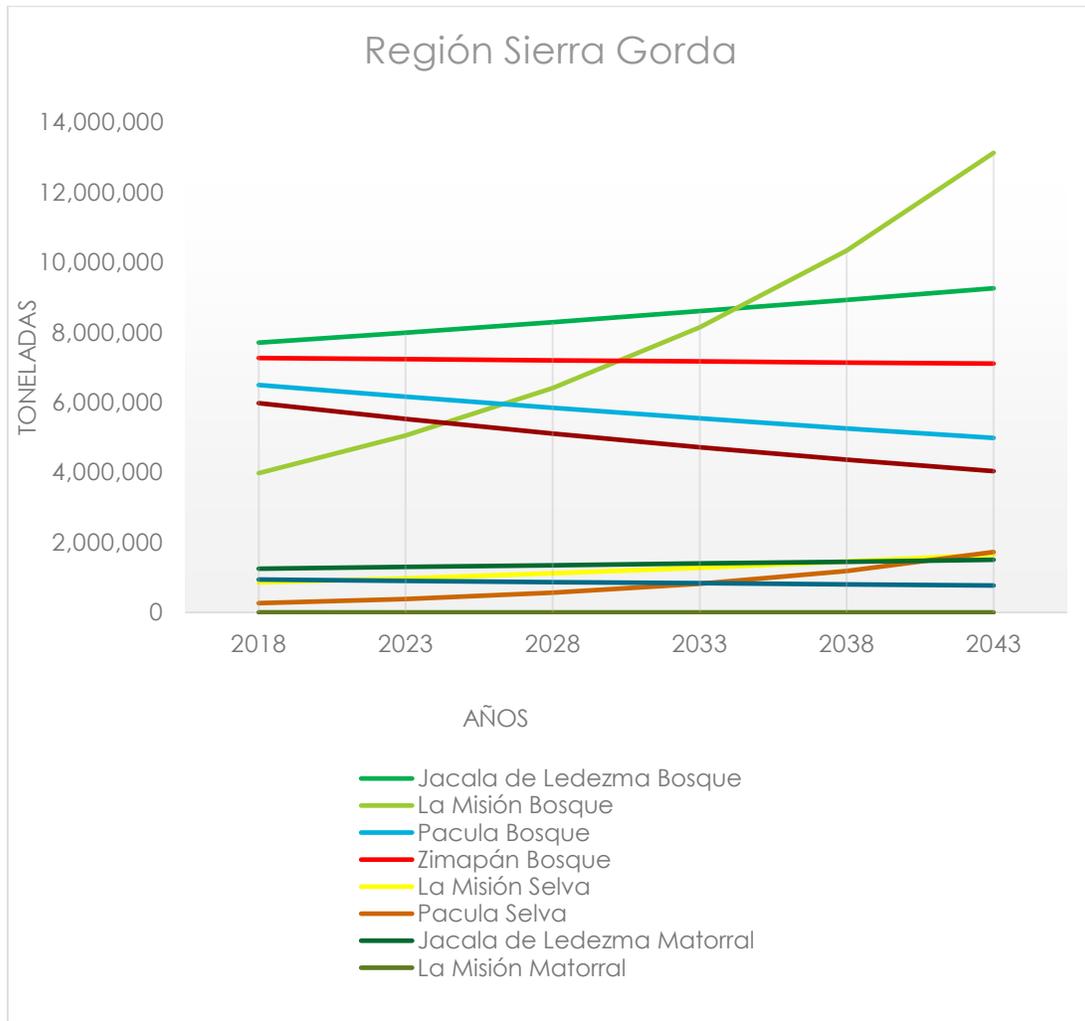


Figura 30. Proyección de captura de carbono en la Región Sierra Gorda por municipio y su tipo de vegetación.
Fuente: Elaboración propia.

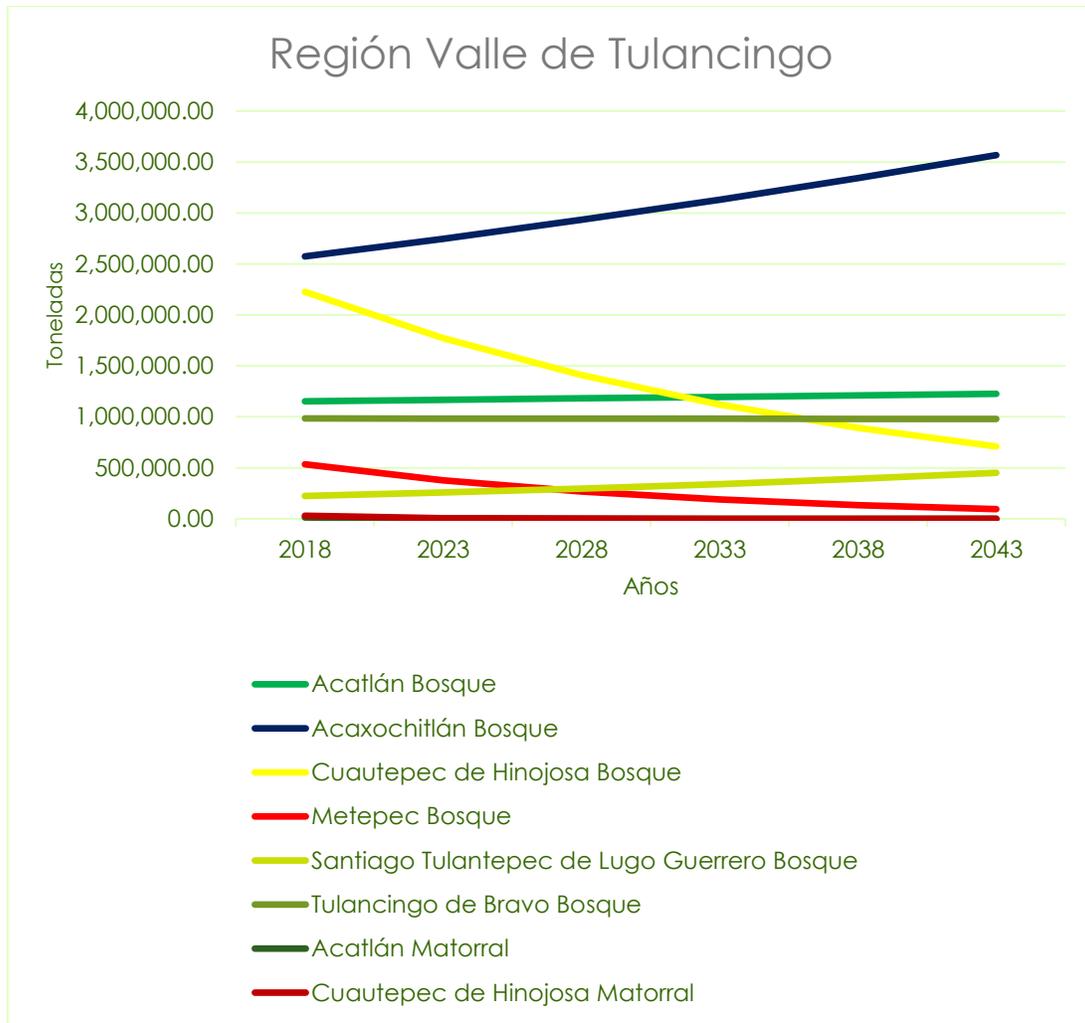


Figura 31. Proyección de captura de carbono en la Región Valle de Tulancingo por municipio y su tipo de vegetación.

Fuente: Elaboración propia.

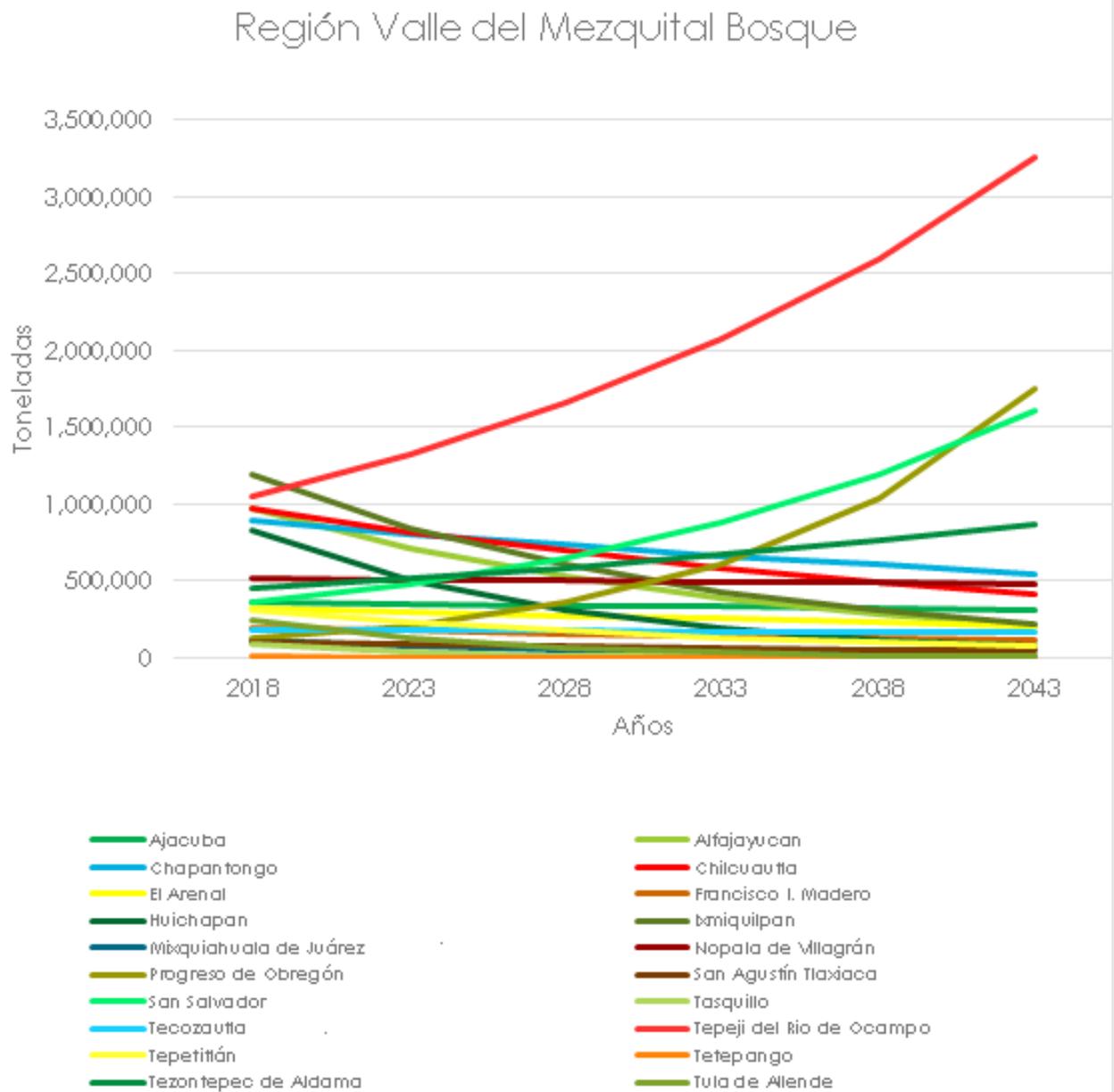


Figura 32. Proyección de captura de carbono en la Región Valle del Mezquital por municipio y su tipo de vegetación bosque.

Fuente: Elaboración propia.

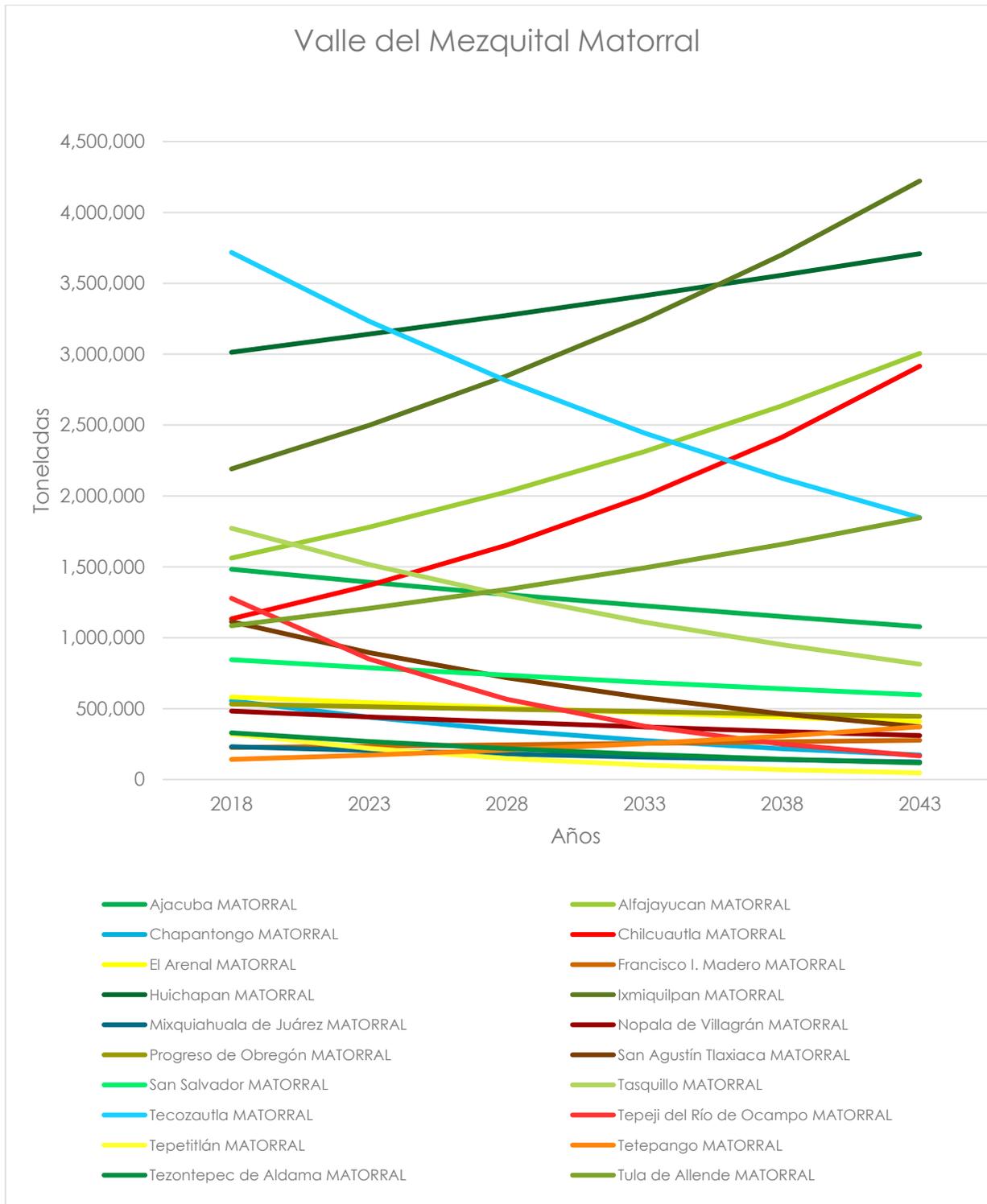


Figura 33. Proyección de captura de carbono en la Región Valle del Mezquital por municipio y su tipo de vegetación matorral.
Fuente: Elaboración propia.

2.2.5 Fauna

La fauna se desarrolla en distintos espacios geográficos y ecosistemas a lo largo del Estado, sin embargo, de acuerdo con los datos de cambio de uso del suelo, los espacios donde más se puede desarrollar la fauna se han visto reducidos, en mayor medida las selvas, mientras que, en algunas zonas, el bosque se mantuvo o incrementó muy levemente (ver estudio diagnóstico) sin embargo, se ha afectado la cantidad de especies. Además, muchas especies han sido agregadas al listado de especies con algún tipo de amenaza de acuerdo con las diferentes categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Precisamente el número de estas especies se utiliza para esta aproximación.

Los factores que propician que el número de especies en riesgo aumente, provienen de las acciones antrópicas y uso indiscriminado de caza, comercio ilegal de especies animales, la introducción de especies foráneas, falta de recursos vitales como el agua, o alimentos, o bien altos niveles de contaminantes. Otros factores que propician el ingreso de la flora y fauna en la NOM-059- SEMARNAT-2010 son la pérdida de hábitats y alteraciones naturales del medio ambiente debido a asentamientos poblacionales, el desarrollo de infraestructura, y otros cómo la sobreexplotación de los recursos naturales.

Para la proyección se utilizaron los registros de las bases de datos de Naturalist (2018), que provienen de proyectos de investigación de campo, registros de especialistas, informes técnicos, etc. Estas bases de datos corresponden a los diferentes grupos que se presentan a continuación. Se definió la presencia histórica de aquellas especies que estuvieran en alguna categoría de la norma 059. Al tener datos iniciales y finales se logró realizar la proyección con un modelo de ajuste polinómico.

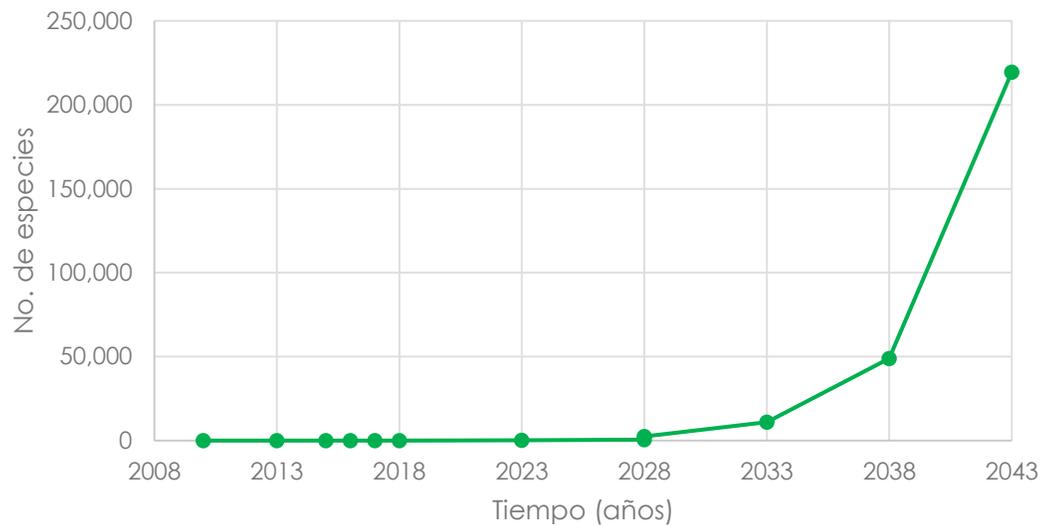
Tabla 5. Ecuaciones de líneas de tendencia.

Fauna	Ecuación
Peces	$y = 403.09x^2 - 2E+06x + 2E+09$
Anfibios	$y = 0.0173x$
Reptiles	$y = 1.3522x - 2683.7$
Aves	$y = 1.4785x - 2946.4$

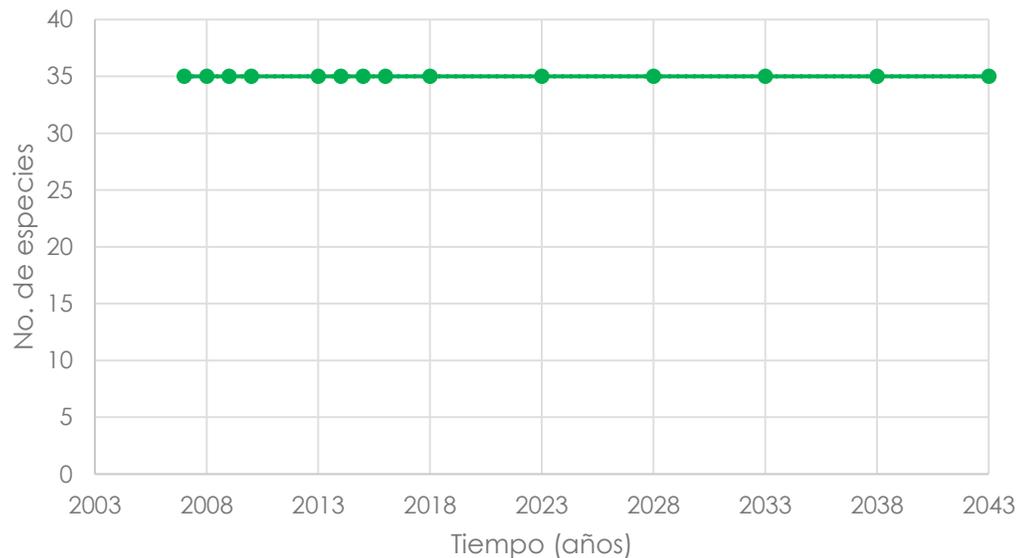
Fuente: Elaboración propia con base en el número de especies ingresadas a la NOM-059, donde la variable x se refiere al tiempo en años mientras que y es el número de especies.

Las ecuaciones que se adaptaron a los datos históricos en forma lineal fueron las de aves y reptiles, mientras que para los peces el crecimiento pudo ser expresado con una ecuación cuadrática.

A) Peces



B) Anfibios



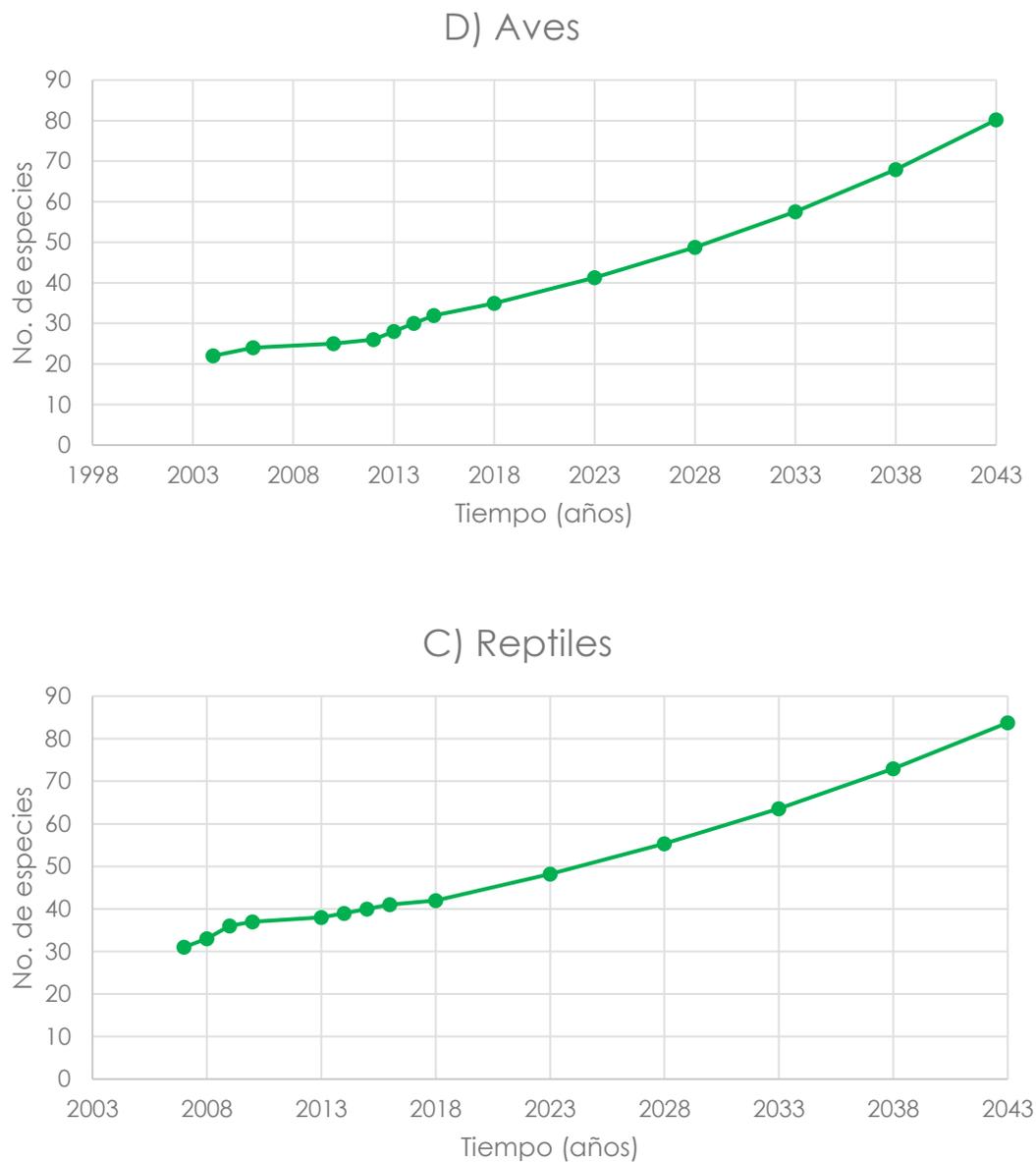


Figura 34. Graficas de especies de fauna en el Estado de Hidalgo. A) Peces. B) Anfibios. C) Reptiles. D) Aves.

Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (2015). Se representa la evolución del número de especies de un grupo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que indica una degradación de la biodiversidad hacia el 2045.

De manera general, se observa en las gráficas para los diferentes grupos que el número de especies que están en la NOM-059 en alguna categoría de protección aumentará para la proyección al 2045, pues el impacto negativo de los diferentes sectores y el crecimiento sin mitigación para evitar

la fragmentación, influyen en la alteración del hábitat de las especies más vulnerables.

Para el grupo de peces se observa un alto incremento de especies que se encuentren en una categoría de la NOM-059. Las especies de ambientes acuáticos han tenido poca atención, aun cuando se conoce la contaminación de estos ecosistemas. El grupo de peces es uno de los más vulnerables, pues los cambios físicos, químicos y biológicos influyen significativamente en la alteración de las poblaciones del grupo, por ello fungen como especies indicadoras de la salud de los ecosistemas. Es importante continuar con el estudio de la diversidad de peces en el Estado, para conocer las condiciones de los cuerpos de agua y de esta manera actuar en estos sitios para salvaguardar su biodiversidad.

Aunque Hidalgo cuenta con una alta diversidad de anfibios y reptiles, en comparación con otros estados más grandes como Chihuahua y San Luis Potosí, su población de anfibios ha disminuido en las últimas décadas. Se observa que este fenómeno está relacionado al cambio de uso de suelo y vegetación, pues la fragmentación de su hábitat altera las condiciones en las que se desarrollan, provocando que las especies entren en alguna categoría de la NOM-059.

Aunque el grupo de anfibios muestra una estabilidad en la proyección, esto no significa que no existan cambios en sus poblaciones y que las especies no sean vulnerables a los impactos que tienen su hábitat. Caso contrario, se observa en los reptiles que muestran un incremento en el número de especies que se incluyeron en una categoría de la norma. Los datos podrían estar relacionados a una mayor sensibilidad a los cambios de uso de suelo y vegetación.

En un futuro se pueden delimitar áreas prioritarias para la protección, para que una buena parte o la totalidad de los anfibios y reptiles que viven en Hidalgo aseguren su permanencia.

Considerando la abundante diversidad de especies, las aves son el grupo de vertebrados más abundante en Hidalgo. Existen varias poblaciones en peligro de desaparecer en el Estado, debido principalmente a las actividades antropogénicas, como la urbanización y la conversión de vegetación natural a zonas agrícolas y de pastoreo. Se debe resaltar que las

aves son indispensables en los ecosistemas de Hidalgo, porque forman parte de las redes tróficas y llevan a cabo servicios ecosistémicos, al fungir como agentes dispersores, control biológico, entre otros. La protección de este grupo podría realizarse si se desarrollan estrategias enfocadas a preservar al menos cuatro tipos de vegetación, es decir bosque de encino, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña y bosque de coníferas.

2.2.6 Paisaje y belleza escénica

La actividad humana sobre la naturaleza tiene impacto negativo, por el empobrecimiento que le causa a la flora y fauna en zonas con alto valor paisajístico. El paisaje natural es un recurso valioso, al mismo tiempo que frágil. En consecuencia, se hace difícil su administración y manejo, ya que una vez degradado o perturbado por actividades humanas es muy difícil y costoso restaurarlo. Por esta razón, es necesario implementar limitaciones en las actividades sectoriales. El paisaje es un recurso con alto valor para el sector turismo, el cual se impacta en forma negativa debido a las actividades mineras, la tala clandestina y los asentamientos humanos irregulares.

Para esta sección se estimó el desarrollo del paisaje y la belleza escénica las cuáles tienen lugar en las áreas naturales protegidas, estas limitan las actividades de los sectores minero, turismo y desarrollo urbano con el propósito de evitar la degradación del paisaje. Si bien existen otras zonas de paisaje y belleza escénica, en este estudio solo se consideraron las que están dentro de las ANP, dado a que se tiene su registro y de esta manera se pueden cuantificar. Adicionalmente, se definió la tendencia de las políticas ambientales para mantener el valor paisajístico. Se utilizaron las áreas protegidas como indicador. Se consideraron tres niveles: federal, estatal y municipal. A través del pronóstico del paisaje se define el Estado de las áreas que se podrían mantener en el futuro.

Se usaron los Anuarios Estadísticos y Geográficos del Estado de Hidalgo de los cuales se recopiló información sobre la superficie del territorio (ha) de las áreas protegidas a partir del año 2010 al 2018. Posteriormente, se calculó la tasa de crecimiento para proyectar los datos hasta el año 2043.

A continuación, se muestran las gráficas que pronostican el cambio de superficie (ha) de las ANP a 25 años.

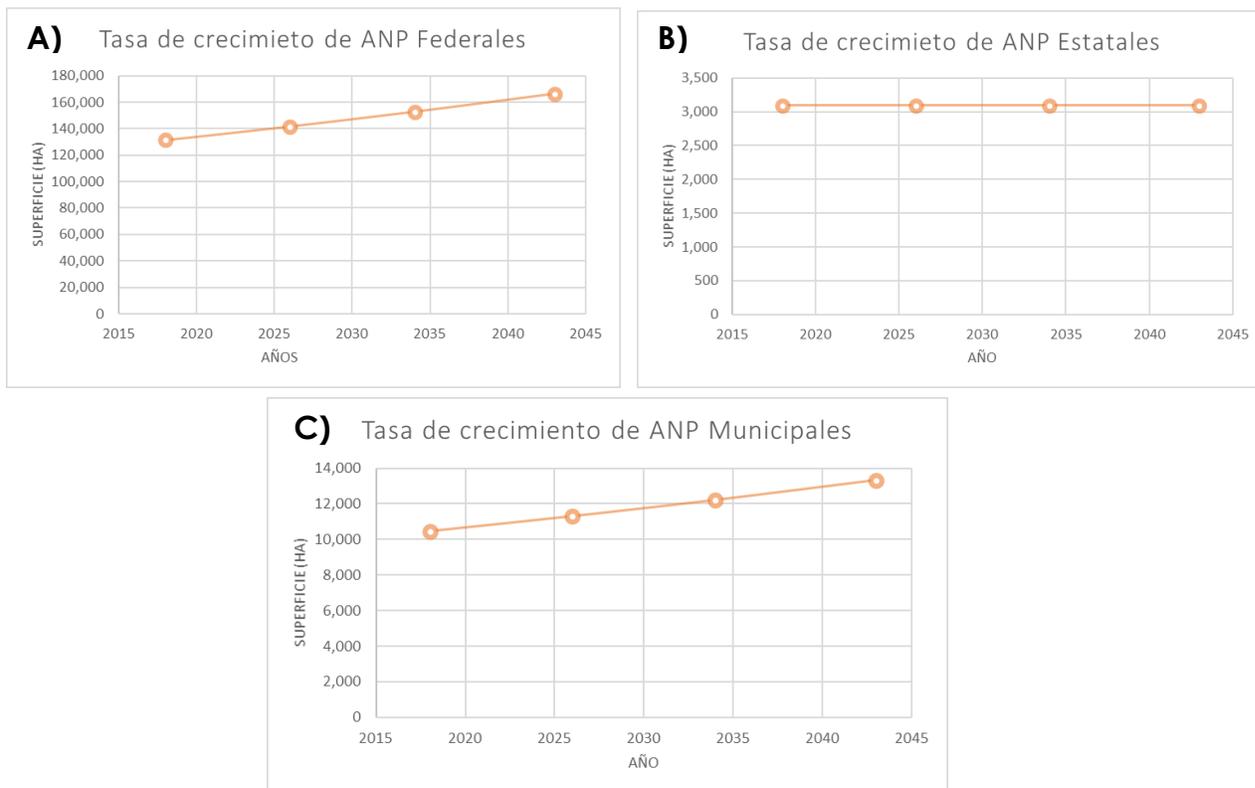


Figura 35. Tasa de crecimiento de las áreas naturales protegidas. A) ANP Federales. B) ANP Estatales y C) ANP Municipales.

Fuente: Elaboración propia con base al Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Hidalgo 2017.

En la figura anterior en la parte **A)**, se muestra una superficie de 131,523 ha registradas para el año 2018 y se espera un crecimiento alcanzando una superficie de 166,208 ha para el año 2043 de ANP federales. Para el caso de la parte **B)**, se registró una superficie de 3,092 ha para el año 2018 y así se mantiene con la misma superficie hasta el 2043, debido a que en los últimos años no se han visto cambios dentro de la superficie de las ANP estatales. Y finalmente para la gráfica en la parte **C)** se observa que para el año 2018 se registró una superficie de 10,469 ha de ANP municipales y se espera un crecimiento para el 2043 de 13,318 ha.

De acuerdo con los datos obtenidos sobre el presente pronóstico del crecimiento de áreas con alto valor paisajístico, se observa que las ANP federales y municipales pueden seguir aumentando la superficie con algún nivel de protección, mientras que las ANP estatales se han mantenido



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



constantes, de acuerdo con los reportes de Anuarios Estadísticos y Geográficos del Estado de Hidalgo.

Por las causas anteriores el recurso paisajístico se ve limitado o hasta prohibido para el aprovechamiento de actividades sectoriales, lo cual es una desventaja social y económica, pero permite la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, con un manejo adecuado y con las herramientas necesarias que permitan ubicar los sitios en donde se pueda desarrollar el turismo y otras actividades sectoriales sin afectar los núcleos de conservación, se puede generar un aprovechamiento del paisaje sustentable.

2.3 Comportamiento futuro de los atributos ambientales que más determinan la aptitud del territorio

2.3.1 Atributos que no varían en 25 años

Los cambios de la estructura y evolución de la tierra (geología), el tipo de suelo de acuerdo con las condiciones climáticas y geológicas (edafología), la inclinación del terreno en grados (pendiente) y la red de drenajes (hidrología) son atributos que no cambian en el corto plazo.

2.3.2 Atributos que varían en 25 años

Aquellos atributos que muestran un comportamiento dinámico con respecto al tiempo se conocen como atributos cambiantes ya que estos son afectados por factores (actividad o fenómeno) y como consecuencia su naturaleza es modificada.

1. Relacionados al uso del suelo

Uno de los atributos que más cambió en el lapso de 25 años es el uso del suelo, debido a que las actividades sectoriales, el emplazamiento de infraestructura y los cambios en el medio ambiente producen modificaciones en la cubierta y uso del suelo.

Para definir cuál es el escenario posible en el uso del suelo, se consideraron los cambios que han sucedido en años anteriores, a partir de la clasificación supervisada de uso del suelo, años 2010 y 2018, generado con la utilización de imágenes satelitales Landsat 7 y 8. Para conocer la dirección del cambio de uso de suelo en los próximos 25 años se generó un mapa predictivo del uso del suelo mediante sistemas de información geográfica (SIG), con los módulos de autómatas celulares CA Markov de IDRISI y de análisis de regresión.

Las coberturas mostradas en el mapa espacialmente podrían crecer o decrecer, sin embargo, no es seguro debido a que este crecimiento depende de factores no controlados. De manera general, se observa el crecimiento de asentamientos humanos en las zonas de pendientes suaves y donde convergen más vías de comunicación. Así mismo, de acuerdo con los patrones mostrados en el tiempo, la agricultura se sigue desarrollando notablemente.

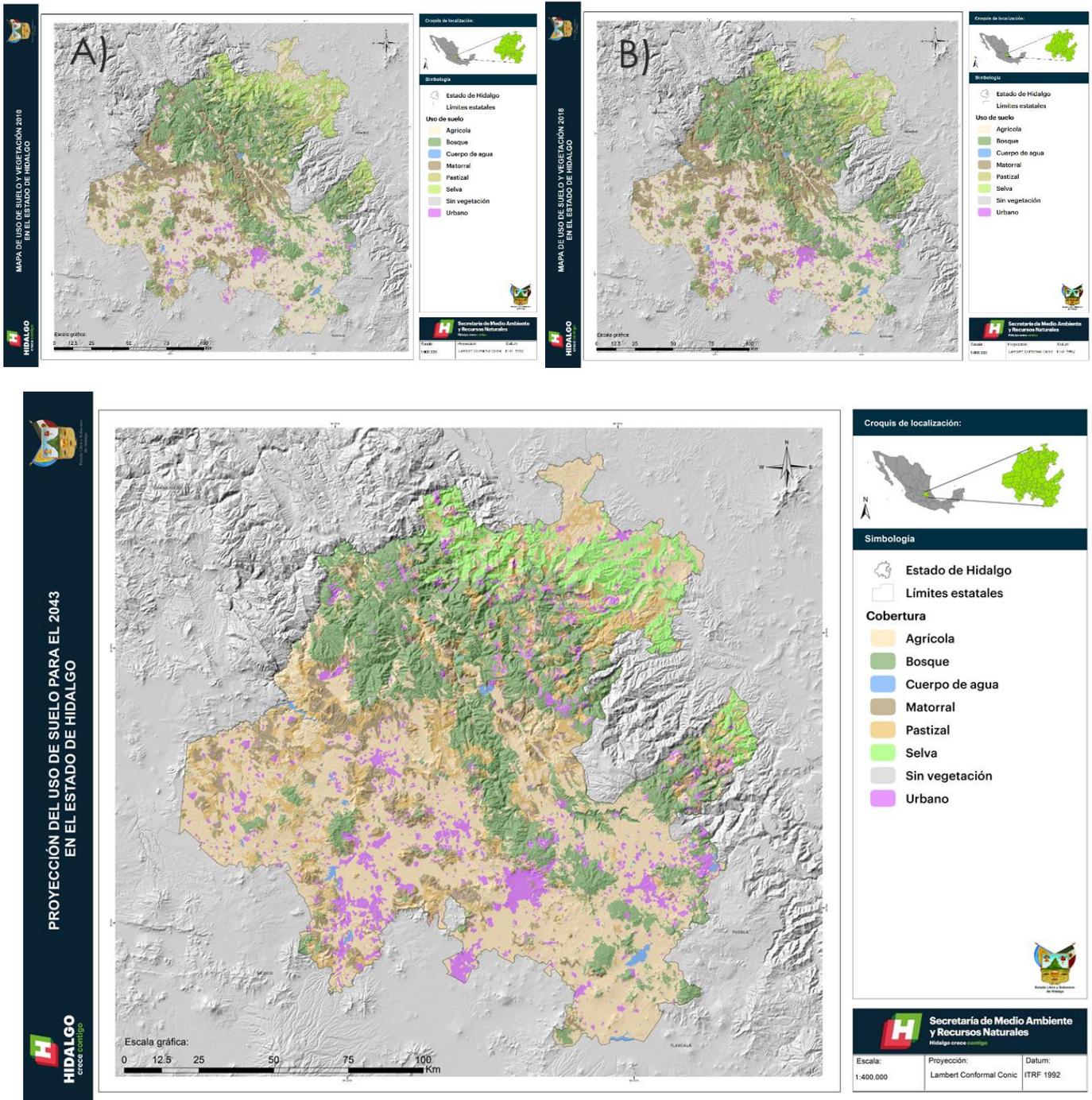


Figura 36. Mapa de uso de suelo del Estado de Hidalgo A) para el año 2010 B) para el año 2018 y la proyección para el año 2043.

Fuente: Elaboración propia (Adquisición de insumos y realización de Mosaico del año 2010 (Landsat 7, ETM) y de Mosaico del año 2018 (Landsat 8, OLI).



En la figura anterior se presenta la imagen A) en la que se observa el comportamiento de los usos en el 2010 y en la B) se aprecia los cambios. Es necesario presentar estos dos modelos para definir escenarios futuros posibles en los usos de suelo y enfocarse en aquellos usos que evolucionan de manera más vertiginosa.

De acuerdo con el uso de suelo del pasado y el actual, es posible aproximarse a un modelo futuro que muestre con precisión la manera en la que se va a estar desarrollando el territorio en el año 2043. De manera general, los atributos que varían en el corto plazo se ven representados en la figura anterior.

Esta información se complementará con datos adicionales sobre proyectos estratégicos para el Estado, los cuales darán como resultado la imagen objetivo. El resultado se analiza en la sección correspondiente.

Centros urbanos

Los centros urbanos se consideran cambiantes debido a que se ha observado que en períodos muy cortos pueden llegar a crecer rápidamente, como en algunos casos particulares en el Estado. Estos cambios se encuentran relacionados con el crecimiento poblacional, ya que la capacidad de albergar a la población se ve limitada a medida que ésta crece. Considerando que en 2010 la población era de 2,665,018 y en 2020 cambió a 3,082,841, esto se ha reflejado en el uso del suelo 2010-2018, Realizando una comparativa entre el año 2010 y 2018, la superficie estatal que correspondía a áreas de uso urbano para 2010 era de 137,691.83 ha, en cambio, para el 2018 corresponde a 6.9% del total de la superficie estatal con 144,901.84 ha, teniendo un aumento de centros urbanos de 0.3% del territorio estatal. Esto en superficie relativa al total del Estado Mientras que, de forma absoluta, la superficie urbana ha aumentado en 5.23%.

En la siguiente figura se muestra la proyección de centros urbanos al año 2043.

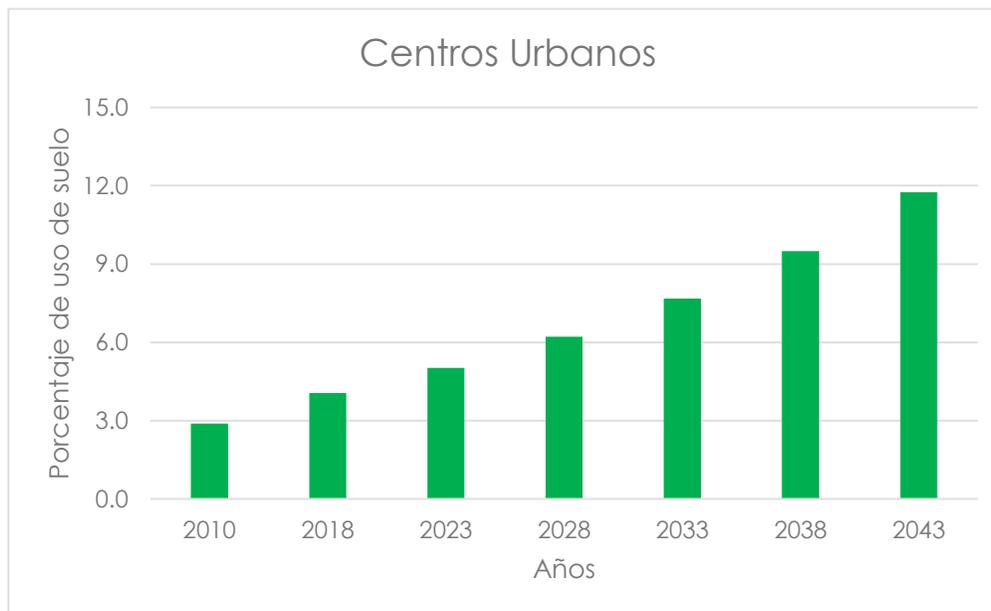


Figura 37. Proyección de Centros Urbanos al año 2043.

Fuente: Elaboración propia.

Más adelante se abordará el impacto que los centros urbanos tendrán ante su crecimiento.

Industrias

En la siguiente figura, se presenta el sector industrial en prospectiva a 40 años a partir del 2003.

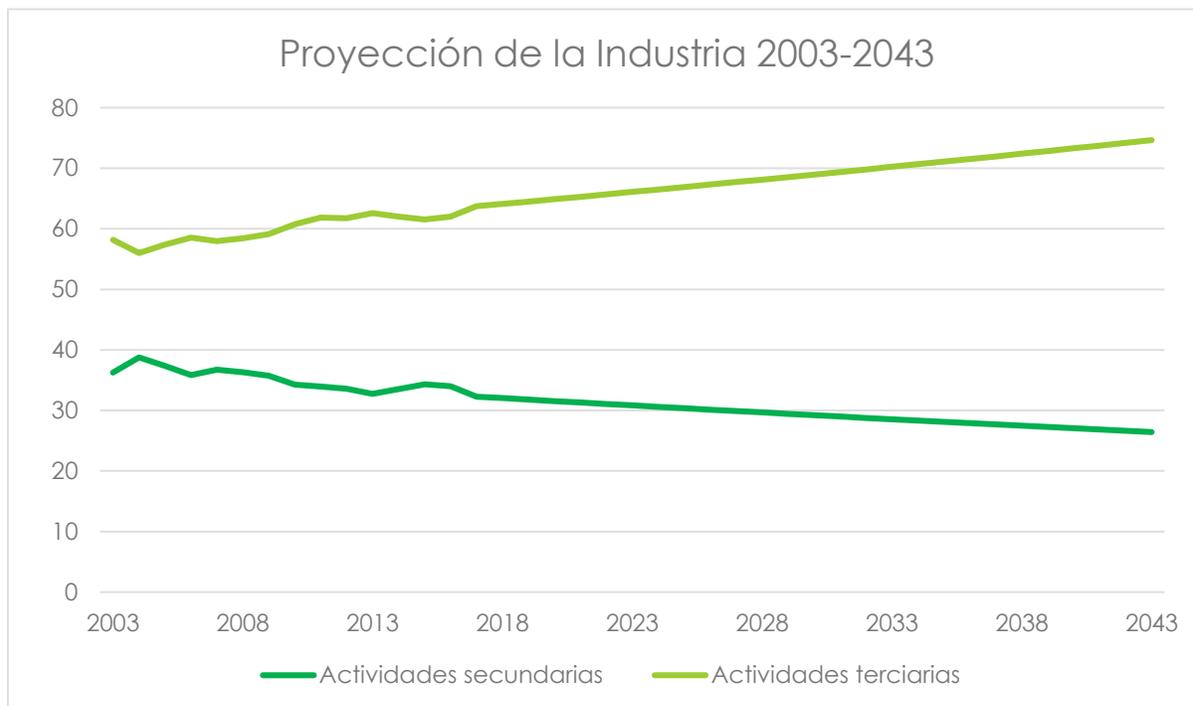


Figura 38. Proyección de la industria 2003-2043

Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos del INEGI sobre el PIB en los sectores secundarios y terciario.

El crecimiento de la industria se encuentra relacionado a la aportación de las actividades secundarias y terciarias con el PIB estatal, como se muestra en la gráfica anterior las actividades terciarias reflejan una tendencia al crecimiento de 0.61%, mientras que su contraparte se muestra en las actividades secundarias las cuales muestran un decrecimiento del -0.76%.

En el año 2003 las actividades terciarias aportaban un 58% al PIB, terminando con una proyección del 75% de aportación en el año 2043, las actividades secundarias iniciaron con un 36% en el 2003 y culminaron la proyección con un 26% de aportación. Se debe tener en cuenta que los cambios que se muestran a partir del año 2018 se comportan de manera lineal.

Las actividades secundarias están ubicadas en segundo lugar, con una participación para el año 2018 del 32.062; entre sus principales actividades están: la construcción, las industrias manufactureras: Fabricación de

productos derivados del petróleo y del carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule; Fabricación de maquinaria y equipo; Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; Fabricación de equipo de transporte. La disminución en la producción en este tipo de actividades, responde a la tendencia calculada hasta 2043.

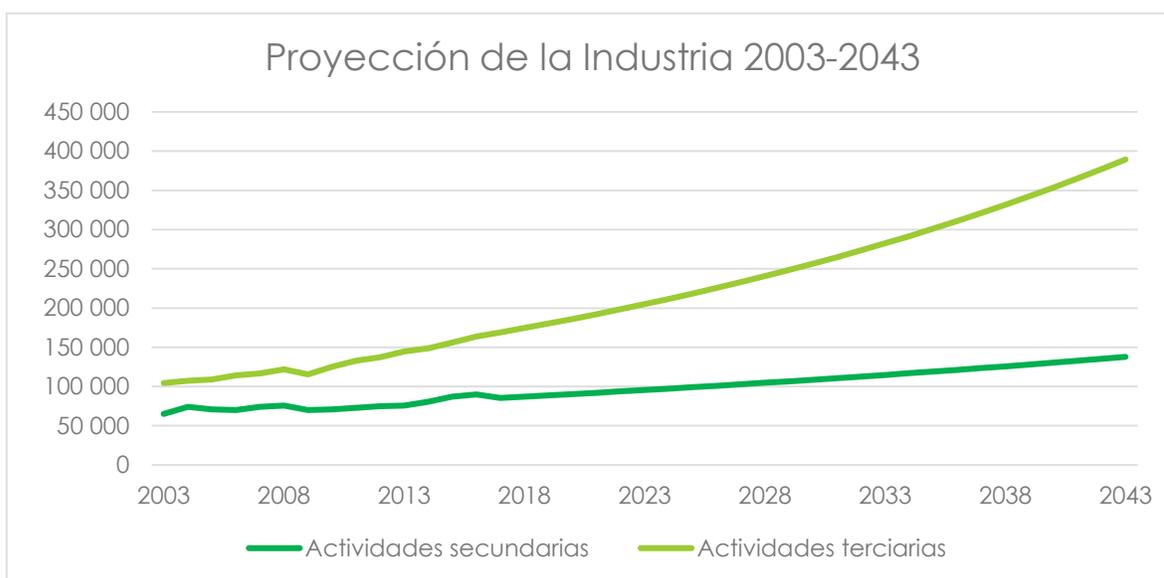


Figura 39. Proyección de la aportación en millones de pesos de la industria 2003-2043
Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos de INEGI.

En la figura anterior, se refiere a la aportación en millones de pesos por parte del sector industrial en prospectiva a 40 años a partir del 2003.

Esta tendencia que se aprecia en la cual el sector terciario aporta significativamente más que el sector secundario, esto se daría debido a que principalmente las actividades tales como servicios inmobiliarios, servicios educativos, las actividades legislativas, comercios al por mayor y al por menor, se encuentran en un auge, y las actividades secundarias se encuentran en declive.

Bosques y selvas

Los bosques y selvas tienden a cambiar por el impacto de los diferentes sectores, sin embargo, los cambios de mayor impacto se dan por el

crecimiento de la población que como consecuencia incrementan las zonas urbanas, además la agricultura y la ganadería para su extensión, ocupando territorio con estos tipos de vegetación entre otros. La superficie estatal que correspondía a bosque para 2010 era de 28.10%, en cambio, para el 2018 corresponde a 28.12%, teniendo pocos cambios en el porcentaje sobre el total del territorio hidalguense. En la siguiente figura se presenta la proyección de bosque y selva para el año 2043.

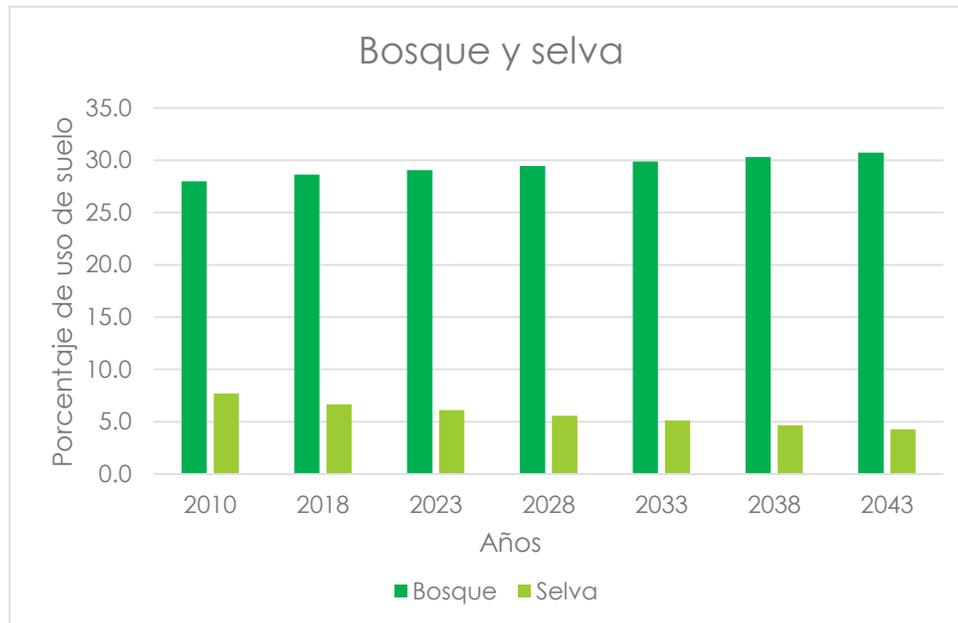


Figura 40. Proyección de bosque y selva al año 2043.

Fuente: Elaboración propia.

La selva al igual que los bosques, son vulnerables al impacto de los sectores económicos. La superficie estatal que correspondía a áreas de selva para 2010 era de 6.22%, en cambio, para el 2018 corresponde a 6.17%, teniendo un decremento del 0.08%.

Pastizales

El cambio de los pastizales a otro uso de suelo varía porque existen los pastizales de temporal y es complicado definir un cambio verdadero. En el 2010 la superficie estatal que correspondía a pastizales era de 7.61% con una superficie de 158,357.56 ha, en cambio, para el 2018 corresponde a 7.62% con 158,389.07 ha, teniendo un aumento de 0.01%. La figura siguiente muestra la proyección de pastizal al año 2043.



Figura 41. Proyección de pastizal al año 2043.

Fuente: Elaboración propia.

Matorrales

La presencia de los distintos tipos que integran la vegetación de matorral corresponde al 14.01% de la superficie estatal al año del 2018.

El comportamiento de esta vegetación presenta una disminución del 2.3% de la superficie ocupada en el Estado. En el 2010 la superficie estatal que correspondía a matorral era de 14.04%, sin embargo, en el 2018 cambió a 14.01%. La figura siguiente muestra la proyección de matorral al año 2043.

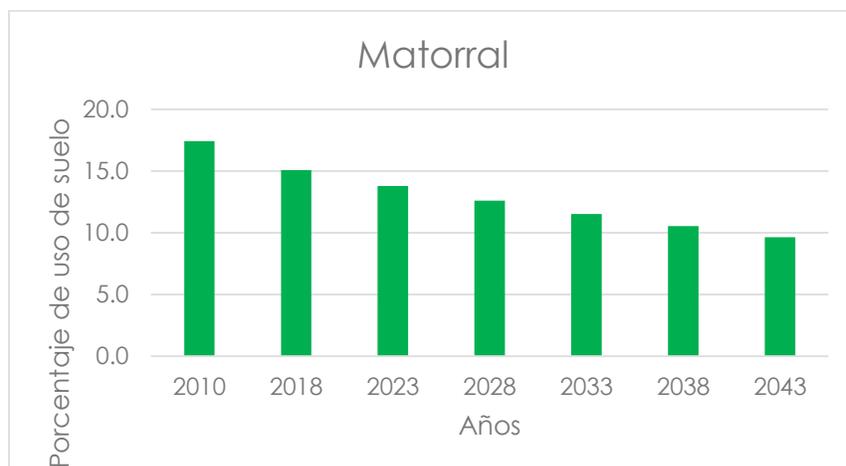


Figura 42. Proyección de matorral al año 2043.

Fuente: Elaboración propia.

Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua son un recurso natural que se encuentra en constante riesgo, las actividades antrópicas junto al crecimiento poblacional demandan mayores niveles de agua. Es por ello por lo que proyectar la disminución de la superficie del Estado que ocupar cuerpos de agua se convierte en un tema prioritario. Es por lo anterior que se utilizó la información obtenida en la sección de cambio de uso de suelo 2010-2018 que se encuentra en el diagnóstico.

La superficie de uso suelo para cuerpos de agua en el 2010 fue de 13,536.84 ha, mientras que para el 2018 la superficie se redujo a 13,588.14 ha, con un decremento menor del 1%. Este valor se aplicó en proyección hasta el año 2043 de manera que los datos se presentaron en la siguiente figura. Se estima que para el año de proyección los cuerpos de agua disminuirán en un 15.9%, lo que equivale a 1800.4 ha.

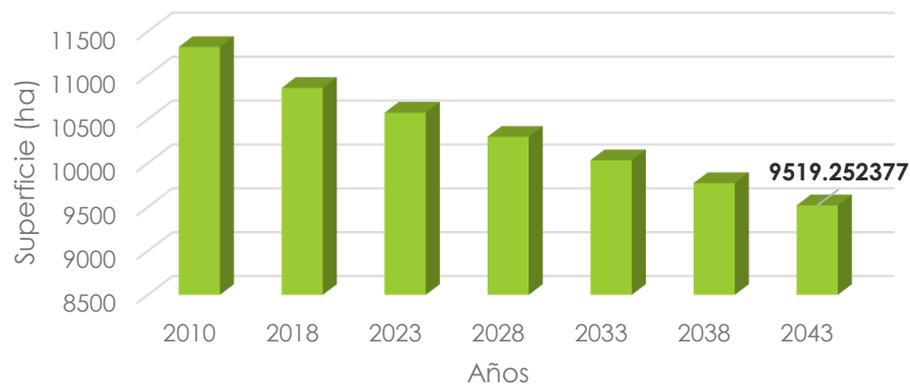


Figura 43. Proyección de Cuerpos de Agua al año 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de uso de suelo.

Vías de comunicación

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la red carretera nacional comunica a casi todas las regiones y comunidades del país a través de más de 333 mil kilómetros de caminos de todo tipo. Por su importancia y características, la red carretera mexicana se clasifica en: red federal, redes estatales, caminos rurales y brechas mejoradas. La red federal de carreteras es atendida en su totalidad por el gobierno federal. Registra

la mayor parte de los desplazamientos de pasajeros y carga entre ciudades y canaliza los recorridos de largo itinerario, los relacionados con el comercio exterior y los producidos por los sectores más dinámicos de la economía nacional. Las redes estatales cumplen una función de gran relevancia para la comunicación regional para enlazar las zonas de producción agrícola y ganadera y para asegurar la integración de extensas áreas en diversas regiones del país. Por su parte, los caminos rurales y las brechas mejoradas son vías modestas y en general no pavimentadas; su valor es más social que económico, pues proporcionan acceso a comunidades pequeñas que de otra manera estarían aisladas. Sin embargo, su efecto en las actividades y la calidad de vida de esas mismas comunidades es de gran trascendencia. Una prospección de las vías de comunicación se realizó mediante los datos de los Anuarios Estadísticos Estatales de Hidalgo de 2012 a 2021.

En primer lugar, se presenta la información considerada para las vías de comunicación, a través de la siguiente tabla.

Tabla 6. Longitud de la red carretera por municipio según tipo de camino (km).

Año	Total (1)	Alimentadoras estatales/Pavimentada (2)	Caminos rurales/Revestida (3)	Terracería (4)	Brechas mejoradas (5)
2020	11,105	2,741	5,289	180	2,161
2019	11,078	2,713	5,289	180	2,161
2018	11,087	2,723	5,289	180	2,161
2017	11,273	2,894	5,289	180	2,161
2016	11,202	2,822	5,290	180	2,161
2015	11,889	4,508	5,933	180	1,268
2014	11,901	4,433	6,020	180	1,268
2013	11,574	4,262	5,864	180	1,268
2012	11,573	4,184	5,935	180	1,274
Promedio	11,734	4,347	5,938	180	1,270
Porcentaje	100.00	37.04	50.60	1.53	10.82

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estadísticos del Estado de Hidalgo de 2012 a 2021.

Las carreteras de tipo federal troncal también son conocidas como principal o primaria, tiene como objetivo específico servir al tránsito de larga distancia. Comprenden caminos federales de cuota pavimentados y libres

de peaje (pavimentados y revestidos). En el caso de las pavimentadas comprenden caminos de dos a cuatro carriles.

Las carreteras alimentadoras estatales son también conocidas con el nombre de carreteras secundarias, tienen como propósito principal servir de acceso a las carreteras troncales. Para el caso de las pavimentadas comprenden caminos de dos y cuatro carriles.

De la tabla anterior se observa que el promedio total de las carreteras es de 11,734 km, la desviación estándar para este dato fue de 185.7 km (ver siguiente figura), las variaciones generadas en el total de carreteras fueron causadas principalmente por los tipos de carreteras 2 y 3 las cuales corresponden a alimentadoras estatales/pavimentadas y caminos rurales/revestidos, respectivamente. Además, se puede observar que quienes aportan menores variaciones al total de las longitudes de las carreteras son los tipos de carreteras 4 y 5 ordenados para mostrar de la mayor a la menor aportación en dicha variación, a saber, estas carreteras corresponden a terracería y brechas mejoradas, respectivamente.

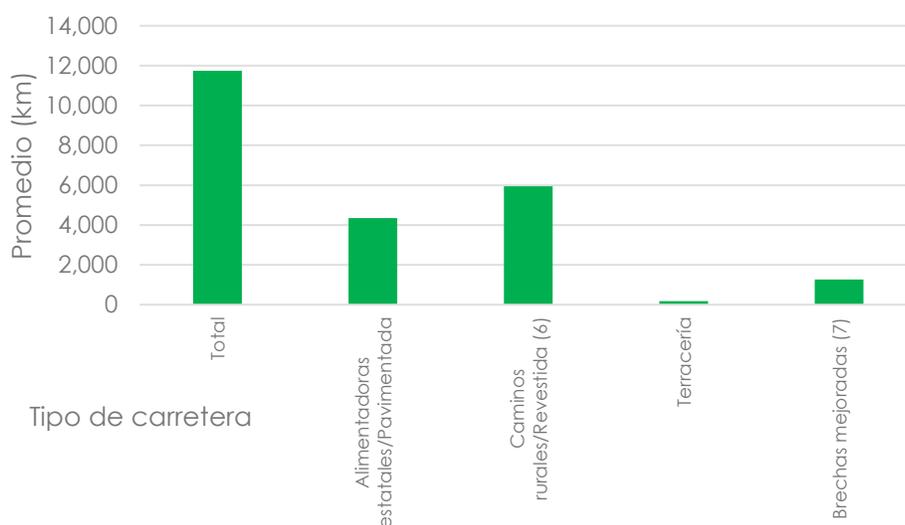


Figura 44. Aportación al total de la longitud de la red de carreteras, basado en el promedio de la longitud de carreteras.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos históricos para cada tipo de carretera en el intervalo entre 2012 a 2016 se presentan a continuación. Como es de observarse los datos pueden ajustarse a líneas de tendencia rectas, que definen su ecuación con la cual se realizó una predicción al año 2043. El tipo de carretera de mayor longitud

en la red de las vías de comunicación es la de tipo caminos rurales/revestidos, en menor longitud se encuentran las de alimentadoras estatales/pavimentadas y las de brechas mejoradas y con menor longitud se presentan las terracerías.

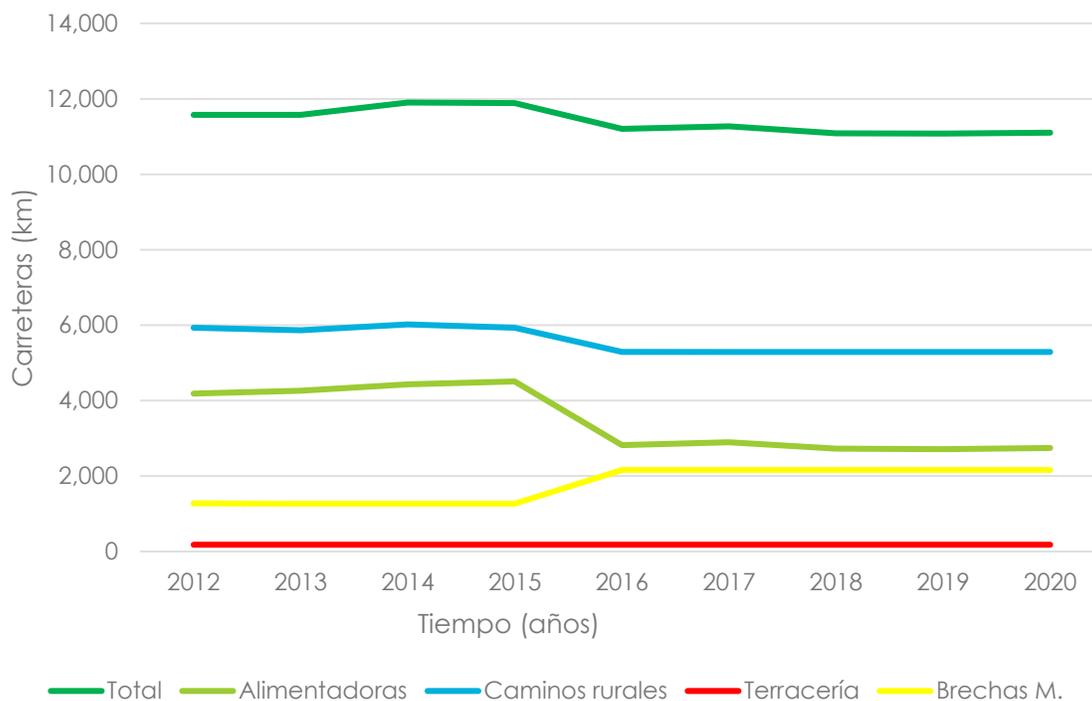


Figura 45. Datos históricos sobre el tipo y la longitud de carreteras de la red de vías de comunicación para el Estado de Hidalgo. La reducción se debe a que en 2016 hubo cambios en la administración de ciertas carreteras.

Fuente: Elaboración propia con datos de anuarios estadísticos.

Tabla 7. Ecuaciones que describe el perfil de cambio en las longitudes de la red de vías de comunicación del Estado de Hidalgo (kilómetros).

TIPO DE CARRETERA	ECUACIÓN
Total	$y = 127.5x + 11,416$
Alimentadoras estatales/Pavimentada	$y = 114.3x + 4061$
Caminos rurales/Revestida	$y = 15x + 5,900.5$
Brechas mejoradas	$y = -1.8x + 1,274$

Fuente: Elaboración propia, con datos del anuario estadístico.

La variable X indica represente el tiempo en años, mientras que Y se refiere a la longitud de las carreteras. Se consideran datos de 2012 a 2015 para esta proyección ya que en 2016 algunas carreteras cambian de administración.

Con base en las ecuaciones anteriores, se elaboraron proyecciones a 25 años para los cambios en las vías de comunicación, estas se muestran a continuación.

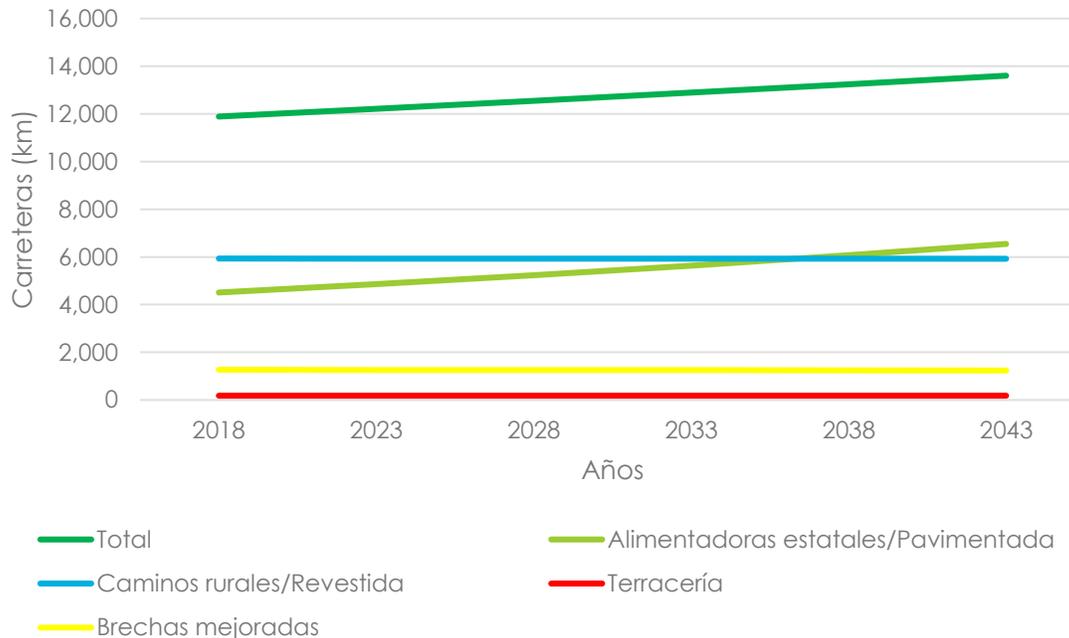


Figura 46. Tendencias para el año 2043 sobre las redes de carreteras del Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que las carreteras de tipo alimentadoras estatales/pavimentadas y las brechas mejoradas aumentarán proporcionalmente hasta el 2043 y serán las que generarán el mayor incremento de la red de vías de comunicación estatal. En cambio, para los caminos rurales revestidos y brechas mejoradas se espera un decremento proporcional con el tiempo. Las tendencias anteriores responden al fenómeno de la urbanización que con frecuencia promueve la generación de carreteras revestidas para acercar a las comunidades a los centros urbanos. Estas tendencias responden al análisis tendencial total, si bien existe un aumento extraordinario en el aumento de las carreteras a causa de proyectos como la Cervecería Grupo Modelo y la construcción del aeropuerto Santa Lucía, estos megaproyectos se tratarán en forma independiente en la imagen objetivo.

2. Otros

Precipitación

La precipitación es uno de los parámetros más variables de un año, lustro o década a otro. Para realizar una aproximación a los cambios en este fenómeno es necesario contar con grandes cantidades de información que además se encuentren georreferenciados a través de las estaciones climatológicas de las diferentes dependencias (INIFAP, CONAGUA, IMTA y otras).

Para poder llevar a cabo una proyección de los datos de la precipitación es necesario realizar modelos integrales, además es necesario considerar que las proyecciones sobre el clima son resueltas en la escala global. Estas aproximaciones se realizan mediante los Modelos Atmosféricos de Circulación General (Tremebeth, 1995). Para realizar predicciones sobre el futuro climático, es necesario establecer generadores estocásticos, a través de la modelación de variables como los cambios en la precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima (PEACC, 2013).

En la aproximación realizada para el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo, se utilizaron las proyecciones para 2025 y 2050.

Los escenarios constituyen elementos centrales con el propósito de visualizar todas las posibles situaciones que puedan presentarse en el futuro, lógicamente bajo la presunción de que se trata de acercamientos probabilísticos. En este contexto el proceso de la proyección emplea variación en las variables del clima (temperatura, precipitación y humedad). Bajo este tenor se tiene en el Estado una diferencia en la variación de la temperatura de 2025 a 2050. La figura siguiente muestra que la variación del rango de la precipitación (de 2.9 a 7 mm), es mayor en la región de la Huasteca. En otras palabras, mientras que en la mayoría de los municipios la variación de la precipitación es de 2.8 mm, en la parte norte del Estado disminuye, pasando de muy alta a alta.



Variación prospectiva de la precipitación a 2025 y 2050

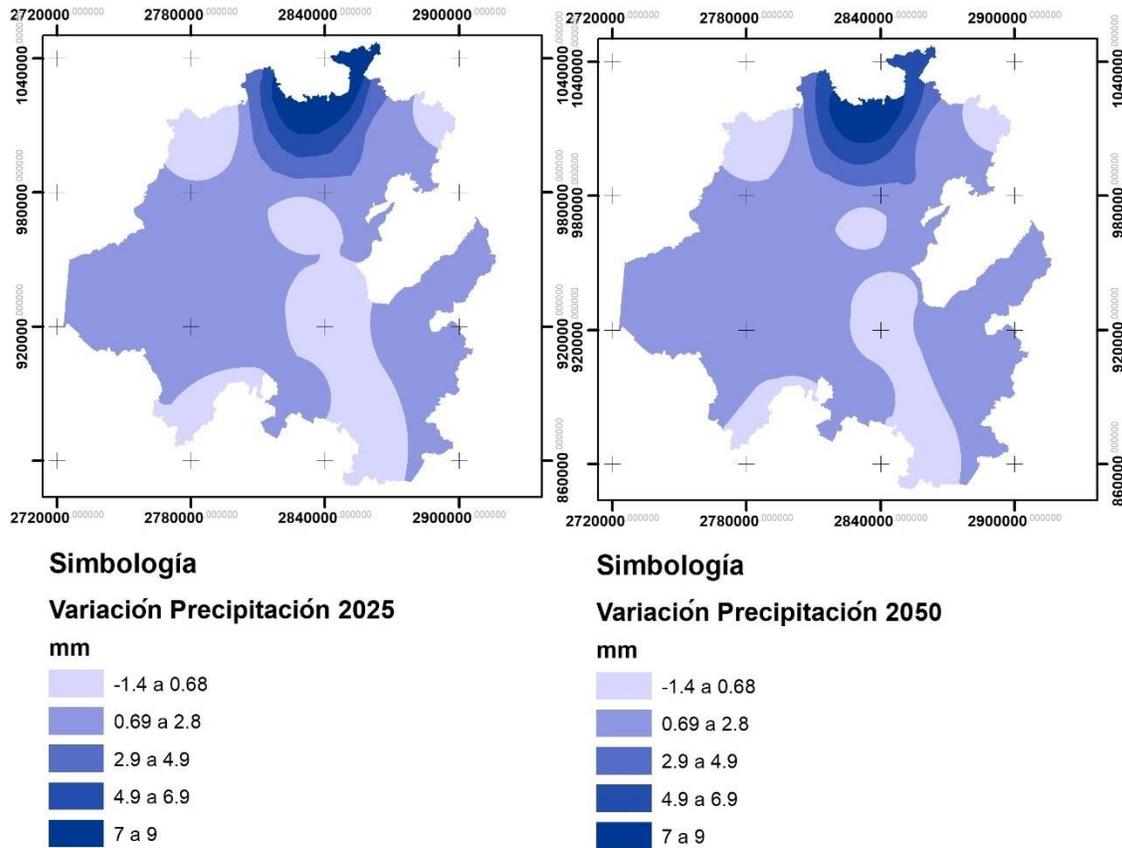


Figura 47. Prospectiva de la precipitación.

Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo 2013.

Sitios turísticos

Para proyectar la tendencia sobre el desarrollo en el sector económico del turismo, se utilizó información reportada por SECTUR y del Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo, específicamente acerca del número de establecimientos de hospedaje, número de alojamiento de turistas nacionales o internacionales y establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8. Variables que describen el crecimiento del turismo.

AÑO	ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE	ALOJAMIENTO DE TURISTAS INTERNACIONALES	ALOJAMIENTO DE TURISTAS NACIONALES	ESTABLECIMIENTOS DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
2012	474	11,448	1,786,875	733
2014	567	17,164	2,591,366	767
2015	577	11,265	2,367,706	806
2016	597	19,960	2,296,030	812
2017	626	28,472	4,949,231	817
2018	673	15,103	2,671,357	870
2019	691	28,644	2,896,782	909
2020	711	23,126	937,390	952

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estatales de Hidalgo de 2012 a 2020 y de la Secretaría Nacional del Turismo.

De la tabla anterior se puede observar que en todas las variables existieron incrementos durante el periodo del 2012 al 2019. El porcentaje de incremento se calculó tomando en cuenta el valor de la variable para el año 2012. El número de establecimiento de hospedaje incrementó en un 32.06%, lo cual se relaciona con el aumento del número de alojamientos nacionales e internacionales en promedio tuvieron un porcentaje de incremento de 162.84%. El número de establecimientos para la elaboración de alimentos y bebidas incrementó 11.45% para el año 2017. Posteriormente, los datos sobre las variables que describen el crecimiento del turismo se utilizaron para calcular la línea de tendencia central. La siguiente figura presenta el número de establecimientos para hospedaje y para la preparación de alimentos de 2012 a 2020, relacionados con una línea de tendencia central y la ecuación que se ajustan a los datos. En las ecuaciones resultantes la variable X representa el tiempo en años y la variable Y indica en número de establecimientos.

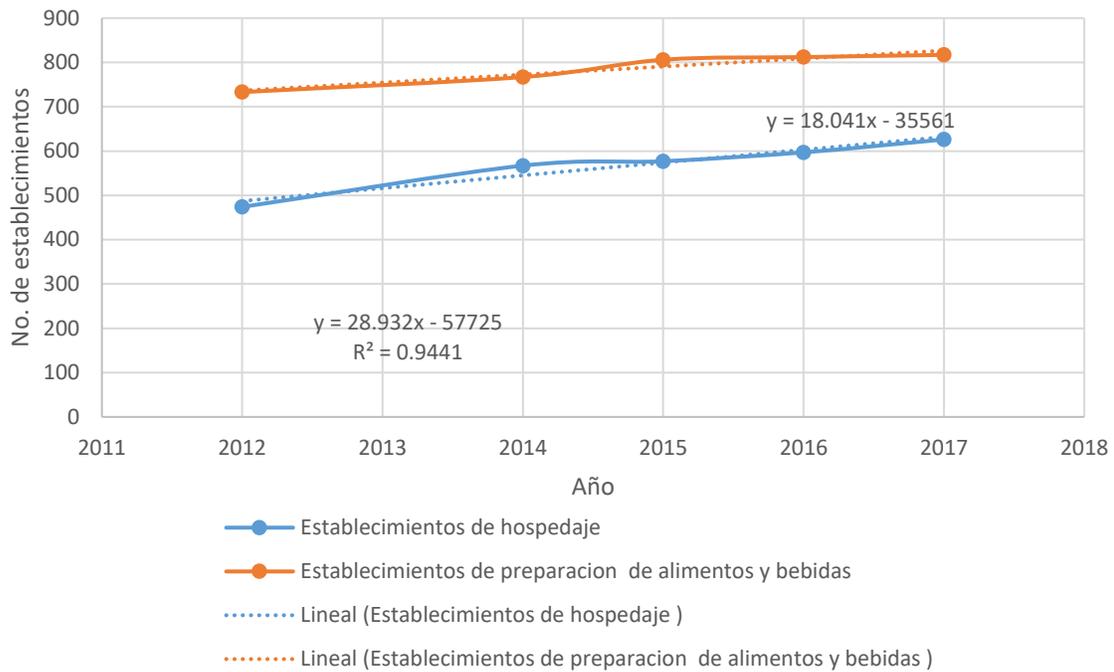
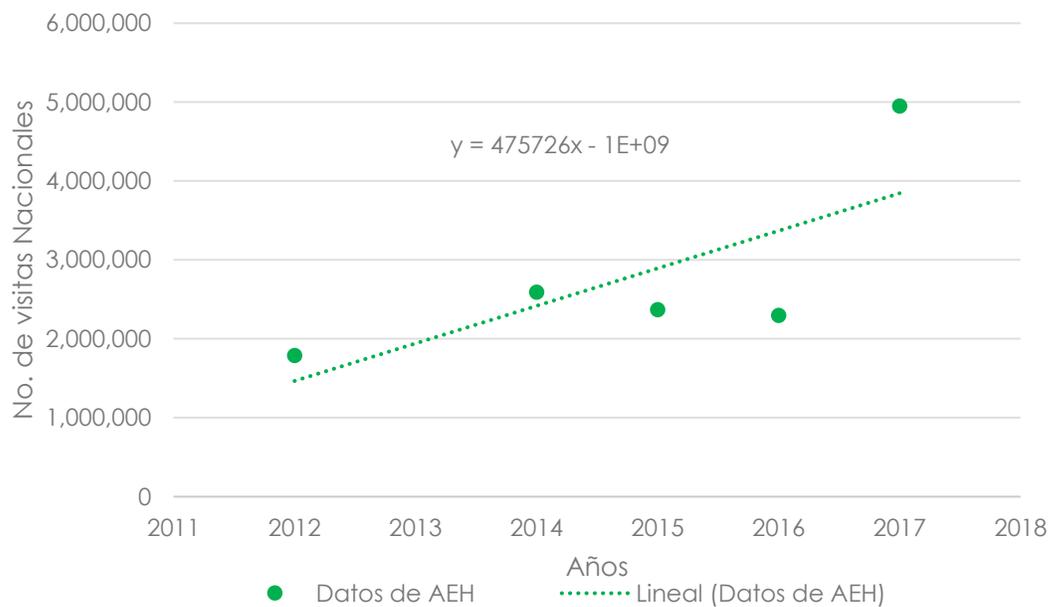


Figura 48. Número de establecimientos por año en el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estatal de Hidalgo de 2012 a 2017 y de la Secretaría Nacional del Turismo

El mismo análisis fue realizado para el número de alojamientos nacionales e internacionales. En las siguientes figuras se presentan los resultados.



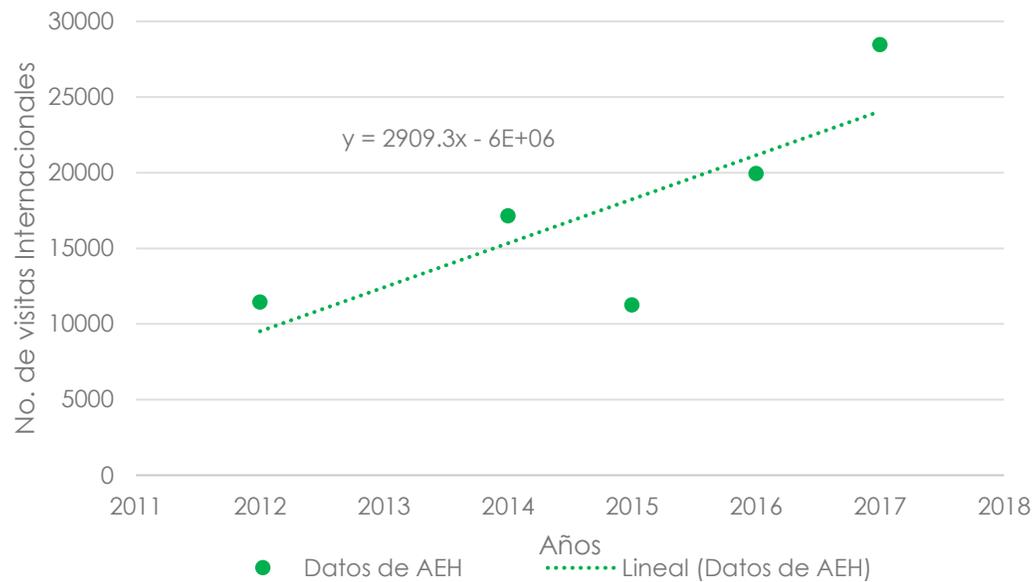


Figura 49. Número de visitas por año en el Estado de Hidalgo A) Nacionales B) Internacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estatal de Hidalgo de 2012 a 2017 y de la Secretaría Nacional del Turismo.

Las ecuaciones resultantes se utilizaron para proyectar hasta el 2045 las variables que describen el crecimiento del sector turismo.

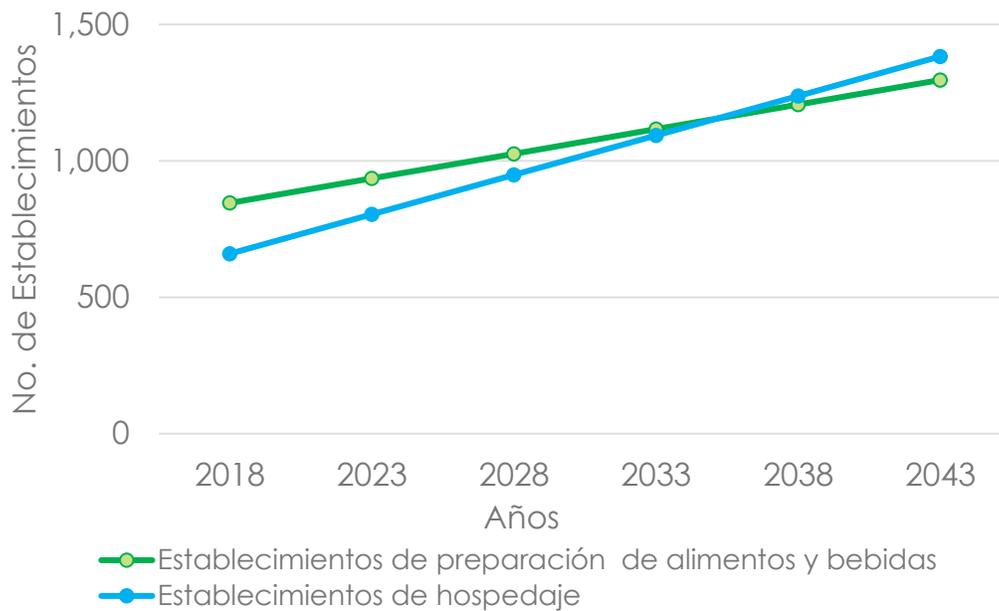


Figura 50. Tendencia para el año 2043 en el sector turismo en el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estatal de Hidalgo de 2012 a 2017 y de la Secretaría Nacional del Turismo.

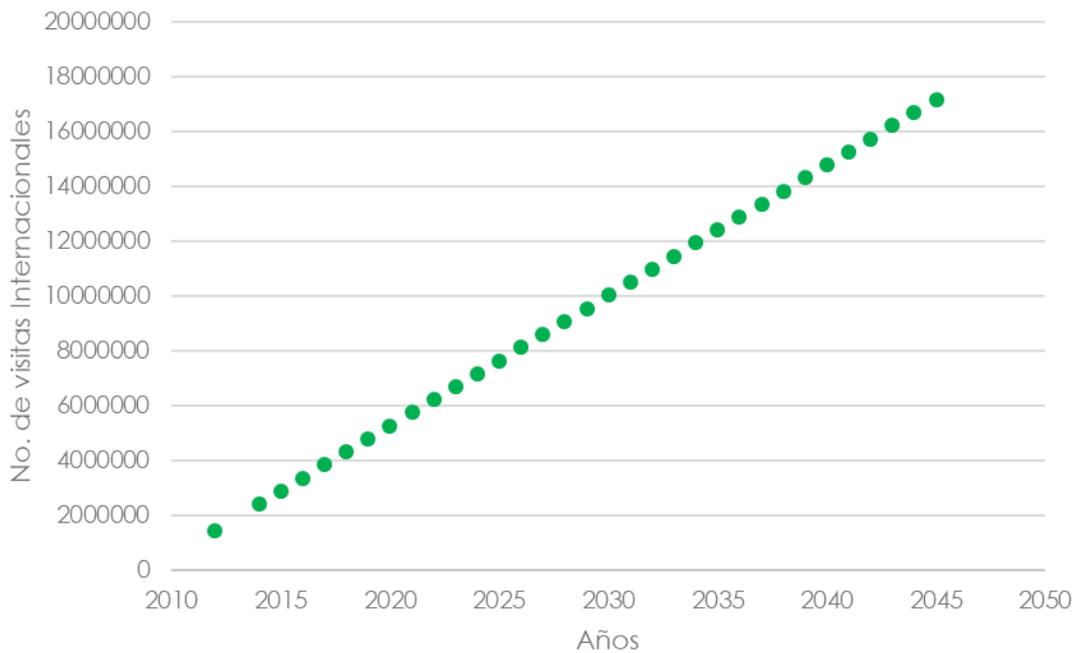
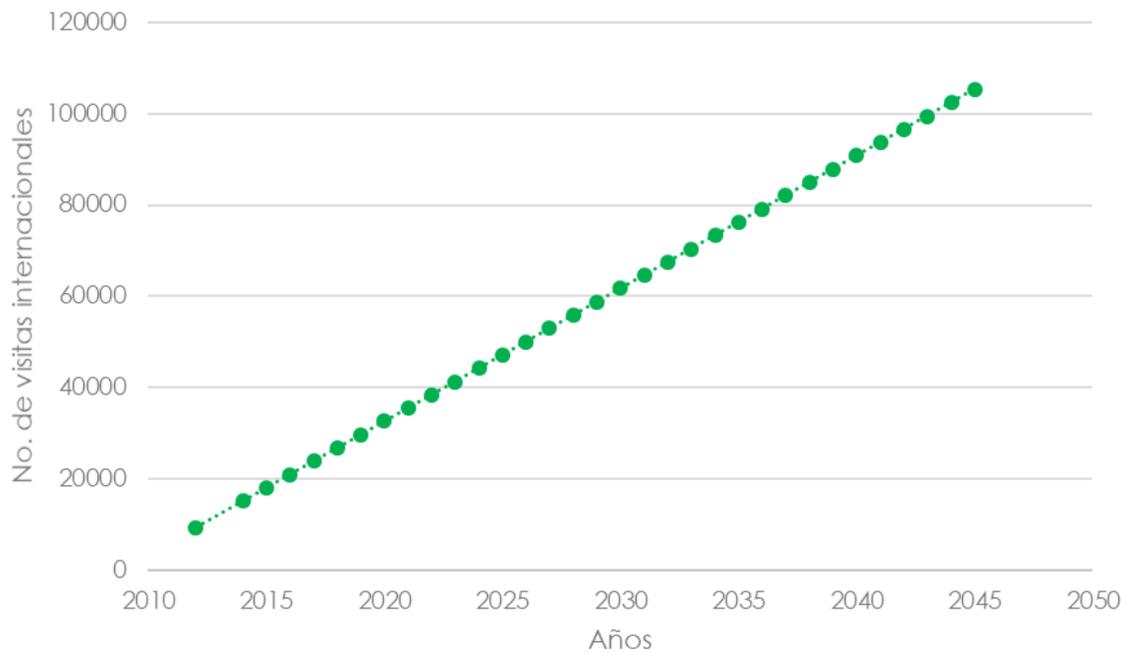


Figura 51. Tendencia de visitas en el sector turismo al año 2043 en el Estado de Hidalgo, A) turistas nacionales, B) turistas internacionales.

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estatal de Hidalgo de 2012 a 2017 y de la Secretaría Nacional del Turismo.



Se estima que para el 2043 el incremento en el porcentaje de incremento fue de 291, 176, 1166, 1133% para los establecimientos de alojamiento, de alimentos, alojamientos nacionales y alojamientos internacionales, respectivamente.

Sitios mineros

A través del Servicio Geológico Mexicano (SGM), organismo federal coordinado sectorialmente por la Secretaría de Economía, se publicó el estudio sobre el Panorama Minero del Estado de Hidalgo. Este documento es importante al recopilar y discutir información acerca de la infraestructura geológica y minera con la que cuenta la entidad, el volumen y valor de la producción minera estatal, la propiedad minera, compañías mineras en exploración y explotación, plantas metalúrgicas, programas y avances de las actividades de cartografía geológico-minera, geoquímica y magnética, entre otros. El panorama presentado por el SGM denota que el Estado ha demostrado una actividad minera importante para la nación.

Entre los datos reportados por el SGM se encuentran el volumen y valor de la producción minera estatal para los años 2011 a 2015. Particularmente para el año 2015 el Estado participó con una producción en el rubro de minería metálica de 217,466 ton de manganeso, 786,774 ton de zinc, 263,772 ton de plomo, 5,955,151 ton de plata, 594,451 ton de cobre y 134,759 ton de oro, lo cual llevó a tener un valor de producción total de 1,583.2 millones de pesos. Por otro lado, el valor total para la producción en minería no metálica para el año 2015 fue de 4,191.1 millones de pesos. Estos dos valores dan una idea general de la importancia del sector minero para la economía estatal. En este orden de ideas, es de utilidad realizar una proyección y análisis tendencial a 10 y 35 años, sobre todo porque a pesar de la derrama económica del sector, son los recursos naturales los que presentan un impacto negativo que debe revisarse con precisión.

De las variables analizadas por el SGM, las de mayor interés para el presente estudio son la superficie utilizada para la exploración y explotación minera. En este sentido la SGM a través de la dirección general de minas, publicó la siguiente información.

Tabla 9. Propiedad Minera

Año	Exploración		Explotación		Total		Cobertura Estatal (%)
	Superficie (ha)	No. de títulos	Superficie (ha)	No. de títulos	Superficie (ha)	No. de títulos	
2000	321,193.17	113	50,782.57	331	371,975.74	464	17.70
2001	115,668.14	114	56,821.65	289	172,489.79	403	8.21
2002	112,645.00	109	59,275.25	300	171,920.25	409	8.22
2003	107,909.84	98	32,581.79	323	140,491.63	421	6.72
2004	71,584.82	99	33,094.39	327	104,679.21	426	5.00
2005	23,719.99	83	73,928.32	333	97,648.31	416	4.67
2006					173,727.31	406	7.40
2007					114,105.47	410	5.45
2008	De acuerdo con las modificaciones a la Ley				122,071.71	422	5.85
2009	Minera, publicada en el Diario Oficial de la				106,177.74	420	5.07
2010	Federación de fecha 21 de abril de 2005,				118,325.51	435	5.08
2011	actualmente se considera el modelo de la				10,355.90	14	0.50
2012	Concesión Única, por lo tanto, para el año				681.50	3	0.03
2013	2007 se señalan las siguientes cifras.				7,374.00	8	0.35
2014					2,417.00	3	0.12
2015					0.00	0	0.00

Fuente. Elaboración propia con datos del SGM.

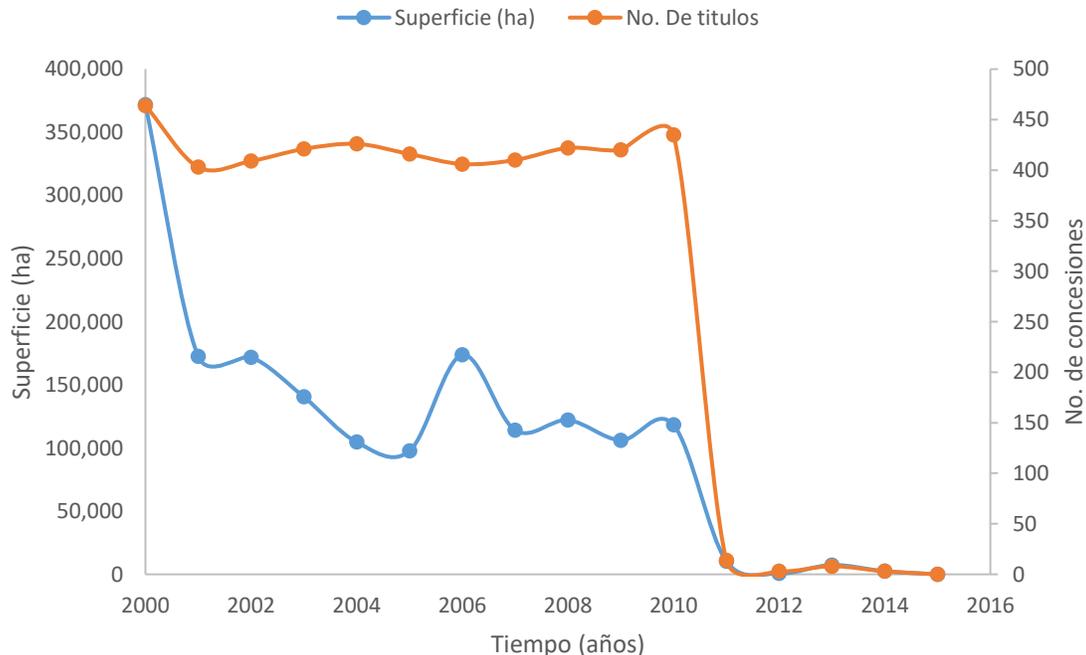


Figura 52. Datos históricos sobre la superficie y concesiones mineras en el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con datos de SGM.

Hasta antes del 2005 se tomaba en cuenta una concesión para la exploración y otra para la extracción. No obstante, después del 21 de abril del 2005 se homologó el criterio de clasificación para referirse a estos dos tipos de concesiones como concesión única. El número de concesiones, así como la superficie de estas tiene un verdadero dato histórico, el cual puede observarse en la figura anterior.

Se observa una tendencia de decremento en las variables analizadas, tanto en superficie como en número de concesiones. Resalta el incremento para la superficie concesionada en el año 2006 que representa un incremento derivado del alza en la bolsa de valores para los minerales extraídos y explotados en el Estado. Lo que se debe entender de este análisis es que la actividad minera ha disminuido de forma muy importante la cantidad de concesiones de minería metálica, lo cual significa que se busca redensificar las concesiones ya asignadas y que para 2043 se busca tener un aprovechamiento adecuado de las mismas.

El decremento en las variables de estudio para el sector minería metálica puede sugerir diferentes fenómenos socioambientales. En primer lugar, es posible que el sector se encuentre limitado ante la selección o decreto de las áreas prioritarias con importancia para la protección, conservación y restauración o bien como resultado de una falta de exploración, la cual requiere de costos de inversión elevados, toda vez que la federación tiene altamente regulado el sector de minería metálica. En otro sentido la actividad minera data de cientos de años, en los cuales se realizaron las explotaciones de las minas superficiales y ante la disminución de los minerales de importancia, los mineros se ven en la necesidad de realizar trabajos de exploración.

Del análisis anterior, se puede concluir que el territorio ocupado en las actividades mineras tiene un número de concesiones que ha llegado a un máximo. La prospección sobre el desarrollo de la minería sugiere que los sitios donde actualmente hay concesiones serán los lugares con mayor actividad, mientras que en otras zonas con alta aptitud para este sector económico se podrá realizar desarrollo minero siempre y cuando las empresas en alianza con gobierno y la academia tengan el compromiso de realizar una minería que favorezca el medio ambiente y los recursos naturales.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



La prospección de la minería es difícil de exponer en relación a los cambios de superficie en los siguientes años, ya que, en la mayoría de los casos, las empresas tienen bien definidas las zonas en las que se hará explotación de minerales, como resultado de las estrategias de planeación. Los análisis de aptitud territorial mostraron que la superficie explotada es mayor a las zonas de alta y muy alta aptitud territorial.

Las zonas que presentan mediana aptitud territorial para la minería, son el tipo de superficie que podrá emplearse para la actividad minera en tanto haya estrategias sólidas y bien planeadas de sustentabilidad, en este contexto se encuentran a los cantereros de Huichapan, la zona de influencia en torno a la construcción del aeropuerto de Santa Lucía del cual se prevé un aumento en la explotación de material canterero

2.4 Crecimiento poblacional y demanda futura de recursos

2.4.1 Crecimiento de la población

Las proyecciones de la población son una valiosa herramienta para estimar requerimientos futuros de educación, salud, empleo, vivienda, infraestructura de asentamientos humanos, entre otras necesidades sociales que la planeación exige dimensionar; todo esto permite anticipar situaciones, prevenir riesgos y aprovechar las ventajas del cambio demográfico y con ello aportar insumos relevantes en el diseño de estrategias, políticas, planes y programas para la construcción del Estado que se desea (CONAPO, 2012).

Se debe calcular de alguna manera cómo ha evolucionado la población desde el último censo realizado (que suele ser un periodo de 10 años). Para ello se proyectan en el tiempo las tendencias de las variables que componen la ecuación compensadora (nacimientos, defunciones y migraciones). Para que esta proyección sea más utilizable, debe realizarse por separado para ambos sexos y sus distintas edades (Pérez, 2010).

Los datos obtenidos para la proyección son de COESPO Hidalgo y CONAPO en 2013, del año 2010 a 2030 y de 2030 a 2043 con la tasa de crecimiento anual aplicada a cada municipio.

Según CONAPO, la población total del Estado de Hidalgo para el año 2010 era de 2,690,086 habitantes y los resultados sugieren una proyección para 2043 de 3,992,901 habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.22% anual. De acuerdo con la CONAPO 2018, la proyección de 2016-2050 sugiere una proyección semejante. Sin embargo, tomando en cuenta el censo de población y vivienda 2020, en el cual la población del estado es de 3,082,841 habitantes, la tasa de crecimiento Hidalgo 2010-2015 fue de 1.47, la de 2015-2020 fue de 1.5 y la de 2010-2020 fue de 2.4

En la siguiente figura se presenta la población total estatal desde el año 2010 y su proyección hasta 2043 dividida por sexo, en donde se aprecia que hay mayor cantidad de habitantes de sexo femenino que de sexo masculino, siendo una diferencia por arriba de las 100,000 personas.

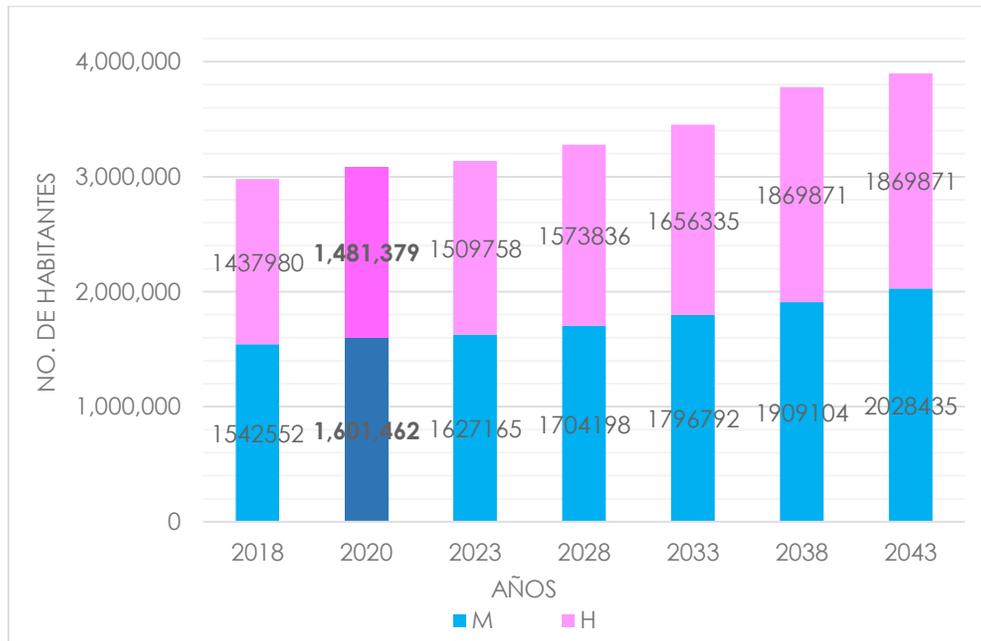


Figura 53. Proyección de la población clasificada por sexo en el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con base en COESPO Hidalgo y las proyecciones de 2010 -2043 y CONAPO 2013. En colores más intensos aparecen los datos del Censo de Población y vivienda 2020.

A continuación, se muestra la proyección de la población estatal por edades.

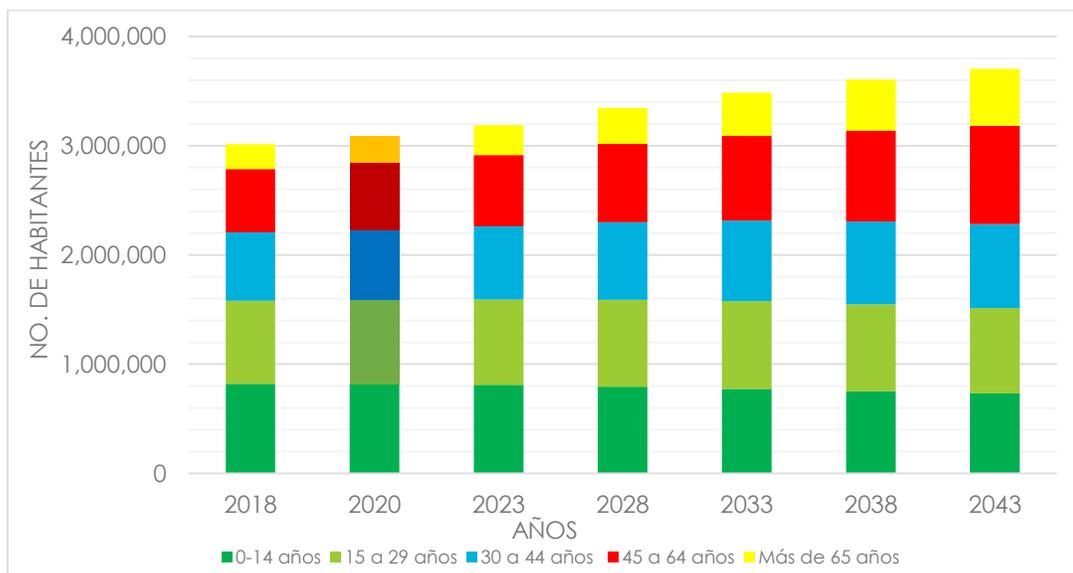


Figura 54. Proyección de la población por clasificadas por edad en el Estado de Hidalgo. En color más intenso esta el dato INEGI 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en COESPO Hidalgo y las proyecciones de 2010 -2043. CONAPO 2013, INEGI 2015, INEGI 2020.



En la figura anterior se dividió a la población en 5 grupos de edades: 0 a 14, 15 a 29, 30 a 44, 45 a 64 y mayores de 65 años. Con respecto al grupo de población entre 0 y 14 años su porcentaje con respecto a la población total presenta un incremento de 2010 a 2014, y a partir de 2015 se observa una disminución. En el año 2010 este grupo representaba 30% de la población, para el 2030 representará el 24%, lo que refleja una disminución de 6%. De acuerdo al Censo de población y Vivienda 2020, los grupos de edad son de 791,418 de 00-14 años, 741,817 de 15 a 29 años, 656,684 de 30 a 44 años, 624,970 de 45 a 64 años y 267,952 para mayores de 65 años.

Este fenómeno es explicado por la reducción paulatina de la fecundidad y el incremento de la esperanza de vida, que son factores que dieron origen al proceso de envejecimiento poblacional, que se manifiesta en un aumento relativo de la población de mayor edad, y en una menor población porcentual de niñas y niños (INEGI, 2010, 2015, 2020).

Por otro lado, la población de entre 15 y 29 años presenta una disminución del 3% para 2030. Con respecto a lo antes mencionado de los adultos, el crecimiento será mayor y el grupo de población de niños disminuirá, el aumento se verá reflejado para todos aquellos de entre 45 y 64 y los mayores de 65 años los cuales representaban 16% y el 7% de la población total con 176,781 y 435,306 habitantes respectivamente y en la proyección para el año 2030 se espera tener el 22 y 10% con aumentos de 6 y 3%, respectivamente.

Los municipios que cuentan con una mayor cantidad de habitantes son Pachuca, Tulancingo de Bravo, Mineral de la Reforma, Huejutla de Reyes y Tula de Allende, teniendo valores por arriba de los 100,000 habitantes en cada uno, en comparación con el resto de los municipios que tienen valores por debajo de esta cifra. En estos 5 municipios se encuentra alrededor de un tercio de toda la población estatal.

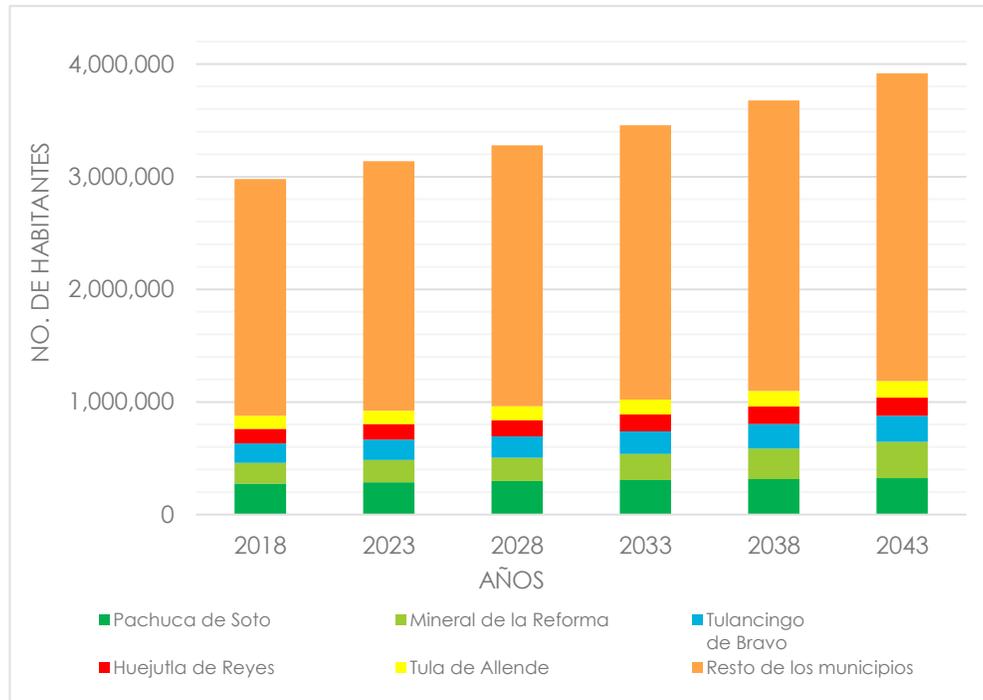


Figura 55. Población por municipios más habitados del Estado de Hidalgo

Fuente: Elaboración propia con base en COESPO Hidalgo y las proyecciones de 2010 -2043, CONAPO 2013 y datos de INEGI 2020.

La figura anterior se muestra la proyección de los 5 municipios con más densidad demográfica de manera individual y el resto de los municipios agrupados.

Lo anterior sugiere que hay mayor actividad económica en estos 5 municipios, razón por la cual es mayor la densidad poblacional comparada con el resto de los municipios (indicados con color naranja). El análisis tendencial para el año 2043 muestra que el crecimiento para los 5 municipios de mayor densidad poblacional será menor en comparación con el crecimiento poblacional del resto de los municipios.

Al obtener las líneas de tendencia central de los datos sobre población, la comparación entre ellos es de carácter cuantitativo. El ajuste de las líneas de tendencia central a los datos reportados por la CONAPO y COESPO se valora en función del factor de correlación (r^2), a mayor valor de r^2 es mayor la representación de los datos con una línea y su ecuación ($y=mx+b$), solo aquellos valores mayores a 0.900 se consideran aceptables para el análisis. Los valores de la pendiente (m) de la línea se obtuvieron a través de ajustes

lineales en hoja de cálculo y fueron utilizados para su comparación. En la siguiente tabla se muestran los valores de m .

Tabla 10. Parámetros de líneas ajustadas a los datos sobre población en el Estado de Hidalgo.

POR EDADES		
	m	r^2
0-14	1,050.8	0.953
15-29	3,095.4	0.916
30-44	7,079.8	0.992
45-64	20,369	0.969
65	10,847	0.981
POR SEXO		
Hombres	16,488	0.992
Mujeres	19,009	0.993
POR MUNICIPIO		
Pachuca de Soto	1,795.8	0.993
Mineral de la Reforma	5,188.5	0.935
Tulancingo de Bravo	2,278.6	0.989
Huejutla de Reyes	1,223.9	0.997
Tula de Allende	1,206.1	0.993
Resto de los municipios	24,385	0.994
Ajuste global a 2020	17,089	0.991

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010, 2015 y ajuste global de 2020.

El grupo de población que se encuentra entre 0-14 años es el único que tiene una m negativa, lo que representa un decremento para la proyección al año 2043. Tomando en cuenta que el valor de la pendiente está directamente relacionado y es directamente proporcional con la velocidad a la que crecen las poblaciones, en general se puede decir que la población con el grupo de edad que mayormente crece es el de 30 a 44 años. Las mujeres crecen en forma más acelerada. El municipio de Mineral de Reforma es de entre los municipios de mayor población el que tiene una velocidad de crecimiento mayor, este último es superado solo por la velocidad a la que crecen en conjunto los otros 79 municipios del Estado.

2.4.2 Tendencias de crecimiento de los centros de población

En el Estado existen para 2018 un total de 5,371 localidades, según proyecciones del Consejo Estatal de Población, de las cuales más de 5,220 tienen un tamaño de población menor a 2,500 habitantes, es decir, de acuerdo con la clasificación de INEGI son localidades rurales. De acuerdo al Censo de población y vivienda 2020, existen 4,829 localidades (INEGI, 2020). Lo anterior se debe a la conurbación y fusión de localidades.

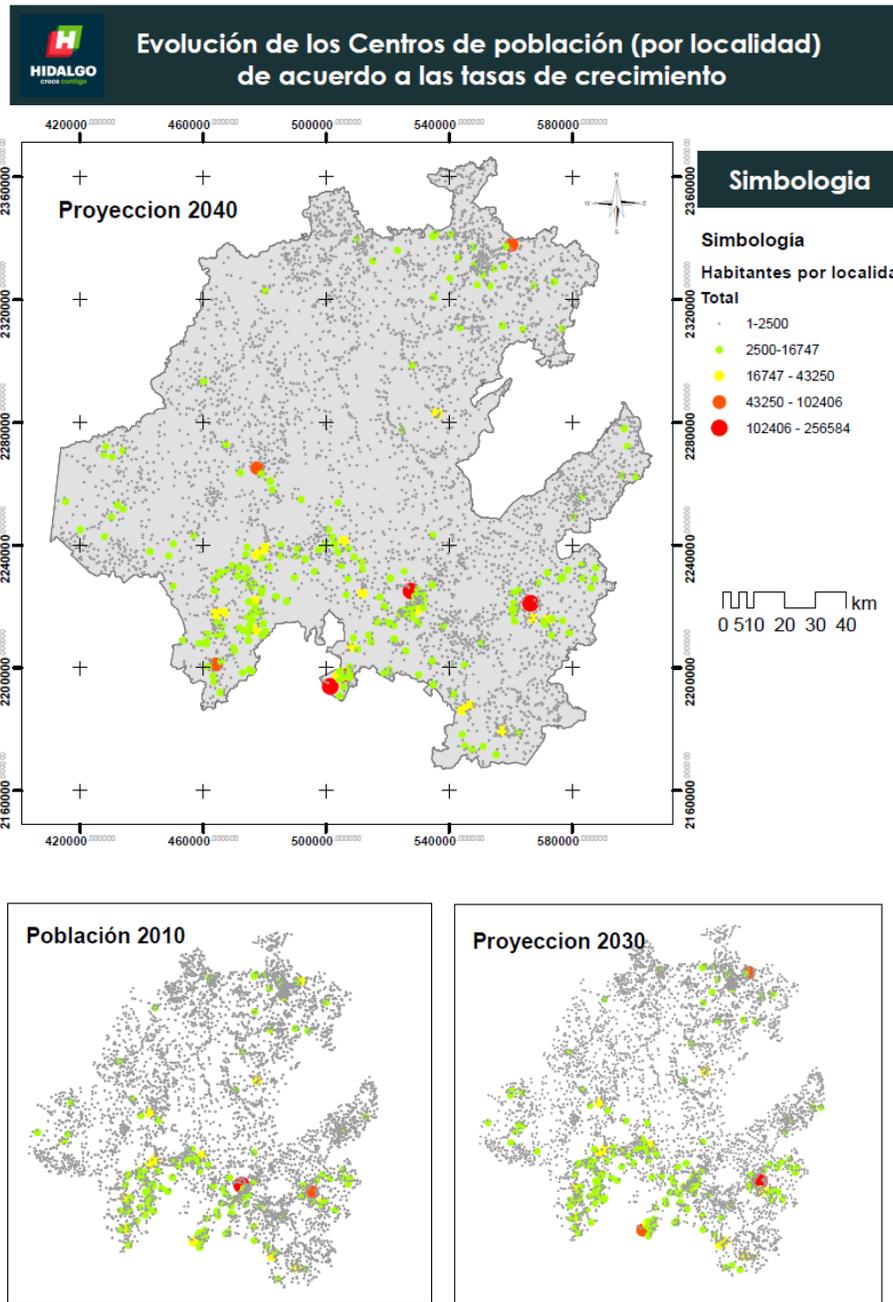


Figura 56. Proyección de los centros de población.

Fuente: Elaboración propia con base a la encuesta Intercensal e INEGI 2010, 2015 y 2020.

Se utilizaron las proyecciones por municipio de CONAPO a fin de estimar prospectivamente cómo crecerán las localidades. Se utilizó la tasa de crecimiento a nivel municipal, ya que las localidades en muchos casos se dividen, o bien conjuntas y su dinámica es difícil de seguir entre un corte y

otro (censo o encuesta Intercensal 2015, y se eliminaron localidades de acuerdo al Censo de Población y vivienda 2020).

2.4.3 Demanda de infraestructura y equipamiento urbano

Para el análisis de infraestructura urbana necesaria en prospectiva, se utilizaron los manuales que definen qué tipo de infraestructura es requerida en cada uno de los tomos del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la SEDESOL:

- Recreación y deporte
- Comercio y abasto
- Educación y cultura
- Salud y asistencia
- Comunicación y cultura
- Administración pública y servicios urbanos

A partir de dichos tomos se consideró el estatus de obligatoriedad de la infraestructura: condicionada (C), no necesaria (NN), e indispensable (IN), para saber qué cantidad de localidades van a requerir cada tipo de infraestructura de acuerdo con las tasas de cambio poblacional.

Tabla 11. Demanda de infraestructura y equipamiento.

SERIE SEDESOL	INFRAESTRUCTURA O EQUIPAMIENTO URBANO	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001
Recreación y deporte	Plaza cívica	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Juegos infantiles	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Jardín vecinal	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Parque de barrio			IN	IN	IN	IN
	Parque urbano	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Áreas de ferias y exhibiciones	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Cine	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Espectáculos deportivos	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Modulo deportivo	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Centro deportivo	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Unidad deportiva	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Ciudad deportiva	NN	NN	NN	NN	NN	IN
	Gimnasio deportivo	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Alberca deportiva	NN	NN	C	IN	IN	IN
Salón deportivo	C	IN	IN	IN	IN	IN	
Comercio y abasto	Plaza de usos múltiples (tianguis o mercado sobre ruedas)	C	IN	IN	IN	IN	IN

SERIE SEDESOL	INFRAESTRUCTURA O EQUIPAMIENTO URBANO	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001
	Mercado público	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Tienda Conasupo	IN	C	C	IN	IN	C
	Tienda rural regional	NN	IN	IN	NN	NN	NN
	Tienda Infonavit-Conasupo	NN	NN	IN	IN	IN	IN
	Centro comercial	NN	C/NN	IN	IN	IN	IN
	Farmacia	NN	NN	IN	IN	IN	IN
	Unidad de abasto mayoristas	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Unidad de abasto mayorista para aves	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Almacén	IN	NN	NN	IN	IN	IN
	Rastro de aves	C	C	C	C	C	C
	Rastro de bovinos	C	Cs	C	C	C	C
	Rastro de porcinos	C	Cs	C	C	C	C
	Jardín de niños	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Centro de desarrollo infantil (CENDI)	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Centro de atención preventiva de educación preescolar (CAPEP)	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Escuela especial para atípicos (centro múltiple único)	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Escuela primaria	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Centro de capacitación para el trabajo (CECAT)	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Telesecundaria	IN	C	C	C	C	C
	secundaria general	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Secundaria técnica	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Preparatoria general	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Preparatoria por cooperación	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Colegio de bachilleres	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro de estudios de bachillerato	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios CBTIS	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro de bachillerato tecnológico agropecuario CBTA	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro de estudios tecnológicos del mar	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Instituto tecnológico	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Instituto tecnológico agropecuario	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Instituto tecnológico del mar	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Universidad estatal	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Universidad pedagógica nacional	NN	NN	NN	IN	IN	IN

SERIE SEDESOL	INFRAESTRUCTURA O EQUIPAMIENTO URBANO	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001
Salud y asistencia social	Biblioteca pública municipal	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Biblioteca pública regional	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Biblioteca pública central estatal	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	museo local	NN	NN	IN	IN	IN	IN
	museo regional	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Biblioteca de sitio	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Casa de cultura	C/NN	IN	IN	IN	IN	IN
	Museo de arte	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Teatro	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Escuela integral de artes	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro social Popular	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Auditorio municipal	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Centro de salud urbano	NN	NN	IN	IN	IN	IN
	Centro de salud con hospitalización	NN	NN	IN	NN	NN	NN
	Hospital general	NN	NN	IN	IN	IN	IN
	Unidad de medicina familiar	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Módulo resolutivo (unidad de urgencias)	NN	NN	C	C	C	NN
	Clínica de medicina familiar (CMF)	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Clínica hospital	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Hospital regional	NN	NN	NN	NN	NN	IN
	Puesto de socorro	NN	IN	IN	C	C	C
	Centro de urgencias	NN	NN	IN	C	C	C
	Hospital de 3er nivel	NN	NN	NN	C	C	C
	Casa cuna	NN	NN	NN	NN	C	IN
	Casa hogar para menores	NN	NN	NN	NN	C	IN
	Casa hogar para ancianos	NN	NN	NN	NN	C	IN
	Casa de asistencia de desarrollo infantil (CADI) guardería	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Centro de desarrollo comunitario (CDC)	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Centro de rehabilitación	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Centro de integración juvenil	NN	NN	NN	C	IN	IN
Guardería	NN	NN	NN	IN	IN	IN	
Velatorio	NN	NN	NN	NN	C	IN	
Estancia de bienestar y desarrollo infantil (EBDI)	NN	NN	NN	IN	IN	IN	
Comunicaciones y transporte	Agencia de correos	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Sucursal de correos	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro integral de servicios	NN	NN	C	IN	IN	IN
	Administración de correos	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Centro postal autorizado	NN	NN	NN	NN	C	IN

SERIE SEDESOL	INFRAESTRUCTURA O EQUIPAMIENTO URBANO	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001
Administración pública y servicios urbanos	Oficina radiofónica o telefónica	IN	IN	NN	NN	NN	NN
	Administración telegráfica	NN	NN	IN	IN	NN	NN
	Centro de servicios integrados	NN	NN	NN	NN	IN	IN
	Unidades remotas de líneas	NN	IN	IN	IN	IN	IN
	Central digital	NN	IN	IN	IN	IN	IN
	Centro de trabajo	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Oficina comercial	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Central de autobuses de pasajeros	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Central de servicios de carga	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Aeropista	C/NN	IN	NN	NN	NN	NN
	Aeropuerto de corto alcance	NN	NN	C	IN	IN	NN
	Aeropuerto de mediano alcance	NN	NN	NN	NN	NN	IN
	Aeropuerto de largo alcance	NN	NN	NN	NN	NN	IN
	Administración local de recaudación fiscal	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Centro tutelar para menores infractores	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Centro de readaptación social CERESO	C	C	C	C	C	C
	Agencia de ministerio público federal	NN	C	C	C	C	C
	Delegación estatal	NN	NN	NN	IN	IN	IN
	Oficinas de gobierno federal	NN	C	C	IN	IN	IN
	Palacio municipal	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Delegación municipal	IN	IN	C	NN	NN	IN
	Palacio de gobierno estatal	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Oficinas de gobierno estatal	NN	C	IN	IN	IN	IN
	Oficinas de hacienda estatal	NN	C	C	IN	IN	IN
	Tribunales de justicia del Estado	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Ministerio público estatal	C/NN	C	IN	IN	IN	IN
	Palacio legislativo estatal	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Cementerio(panteón)	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	central de bomberos	NN	NN	NN	C	IN	IN
	Comandancia de policía	C	IN	IN	IN	IN	IN
	Basurero municipal	IN	IN	IN	IN	IN	IN
	Estación de servicio (gasolinera)	NN	NN	IN	IN	IN	IN

Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la SEDESOL.

Las localidades fueron extraídas del catálogo único de localidades de Hidalgo, a las cuales se les aplicó la tasa de crecimiento para determinar el incremento exponencial de la población en determinado tiempo.

Tabla 12. Cambio de tamaño de localidades en 2030 y 2043.

NO. DE POBLADORES	NO. DE LOCALIDADES	
	2030	2043
Rangos		
2.500-5.000	113	145
5,001-10,000	49	58
10,001-50,000	28	43
50,001-100,000	1	4
100,001-500,000	2	3
(+) de 500,000	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Número de elementos de infraestructura urbana necesaria en 2043.

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Recreación y deporte	Plaza cívica	72	58	43	4	3	0	180
Recreación y deporte	Juegos infantiles	145	58	43	4	3	0	253
Recreación y deporte	Jardín vecinal	72	58	43	4	3	0	180
Recreación y deporte	Parque de barrio	0	0	43	4	3	0	50
Recreación y deporte	Parque urbano	0	0	0	4	3	0	7
Recreación y deporte	Áreas de ferias y exhibiciones	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Cine	0	29	43	4	3	0	79
Recreación y deporte	Espectáculos deportivos	0	0	22	4	3	0	29
Recreación y deporte	Modulo deportivo	145	58	43	4	3	0	253
Recreación y deporte	Centro deportivo	0	0	0	4	3	0	7
Recreación y deporte	Unidad deportiva	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Ciudad deportiva	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Gimnasio deportivo	0	0	21	4	3	0	28
Recreación y deporte	Alberca deportiva	0	0	21	4	3	0	28
Recreación y deporte	Salón deportivo	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Plaza de usos múltiples (tianguis o mercado sobre ruedas)	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Mercado público	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Tienda Conasupo	145	29	21	4	3	0	202
Comercio y abasto	Tienda rural regional	145	29	21	4	3	0	202
Comercio y abasto	Tienda Infonavit-Conasupo	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Centro comercial	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Farmacia	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Unidad de abasto mayoristas	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Unidad de abasto mayorista para aves	0	0	0	2	3	0	5
Comercio y abasto	Almacén	145	0	0	4	3	0	152
Comercio y abasto	Rastro de aves	0	0	21	2	3	0	26
Comercio y abasto	Rastro de bovinos	0	0	10	1	1	0	12
Comercio y abasto	Rastro de porcinos	0	0	0	2	1	0	3
Educación y cultura	Jardín de niños	145	58	43	2	3	0	251
Educación y cultura	Centro de desarrollo infantil (CENDI)	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de atención preventiva de educación preescolar (CAPEP)	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Escuela especial para atípicos (centro múltiple - único)	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Escuela primaria	145	58	43	4	3	0	253
Educación y cultura	Centro de capacitación para el trabajo (CECAT)	0	0	21	4	3	0	28

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Educación y cultura	Telesecundaria	145	29	21	2	3	0	200
Educación y cultura	secundaria general	0	29	43	4	3	0	79
Educación y cultura	Secundaria técnica	0	29	43	4	3	0	79
Educación y cultura	Preparatoria general	0	0	20	4	3	0	27
Educación y cultura	Preparatoria por cooperación	0	0	20	4	3	0	27
Educación y cultura	Colegio de bachilleres	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Colegio Nacional de Educación Profesional	0	0	0	1	3	0	4
Educación y cultura	Técnica (CONALEP)							
Educación y cultura	Centro de estudios de bachillerato	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de bachillerato Tecnológico, Industrial y de servicios (CBTIS)	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de bachillerato tecnológico agropecuario (CBETA)	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Centro de estudios tecnológicos del mar	0	0	0	0	0	0	0
Educación y cultura	Instituto tecnológico	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Instituto tecnológico agropecuario	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Instituto tecnológico del mar	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Universidad estatal	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Universidad Pedagógica nacional	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Biblioteca pública municipal	0	58	43	4	3	0	108
Educación y cultura	Biblioteca pública regional	0	0	43	4	3	0	50
Educación y cultura	Biblioteca pública central estatal	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Museo local	0	0	43	4	3	0	50
Educación y cultura	Museo regional	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Biblioteca de sitio	145	58	43	4	3	0	253
Educación y cultura	Casa de cultura	0	58	43	4	3	0	108
Educación y cultura	Museo de arte	0	0	21	4	3	0	28
Educación y cultura	Teatro	0	0	21	4	3	0	28
Educación y cultura	Escuela integral de artes	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Centro social Popular	72	58	43	2	3	0	178
Educación y cultura	Auditorio municipal	0	0	21	4	3	0	28
Salud y asistencia social	Centro de salud urbano	0	0	43	4	3	0	50
Salud y asistencia social	Centro de salud con hospitalización	0	0	43	0	0	0	43
Salud y asistencia social	Hospital general	0	0	43	4	3	0	50
Salud y asistencia social	Unidad de medicina familiar	0	29	43	4	3	0	79
Salud y asistencia social	Módulo resolutivo (unidad de urgencias)	0	0	21	2	1	0	24
Salud y asistencia social	Clínica de medicina familiar (CMF)	0	0	0	0	3	0	3
Salud y asistencia social	Clínica hospital	0	0	0	0	3	0	3
Salud y asistencia social	Hospital	0	0	0	0	0	0	0
Salud y asistencia social	regional							
Salud y asistencia social	Puesto de socorro	145	58	43	2	1	0	249
Salud y asistencia social	Centro de urgencias	0	0	43	2	1	0	46
Salud y asistencia social	Hospital de 3er nivel	0	0	0	2	1	0	3
Salud y asistencia social	Casa cuna	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Casa hogar para menores	0	0	0	0	1	0	1

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Salud y asistencia social	Casa hogar para ancianos	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Casa de asistencia de desarrollo infantil (CADI) guardería	0	29	43	4	3	0	79
Salud y asistencia social	Centro de desarrollo comunitario (CDC)	72	58	43	4	3	0	180
Salud y asistencia social	Centro de rehabilitación	0	0	0	4	3	0	7
Salud y asistencia social	Centro de integración juvenil	0	0	0	2	3	0	5
Salud y asistencia social	Guardería	0	0	0	4	3	0	7
Salud y asistencia social	Velatorio	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Estancia de bienestar y desarrollo infantil (EBDI)	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Agencia de correos	145	58	43	4	3	0	253
Comunicaciones y transporte	Sucursal de correos	0	0	0	2	3	0	5
Comunicaciones y transporte	Centro integral de servicios	0	0	21	4	3	0	28
Comunicaciones y transporte	Administración de correos	0	29	21	4	3	0	57
Comunicaciones y transporte	Centro postal autorizado	0	0	0	0	1	0	1
Comunicaciones y transporte	Oficina radiofónica o telefónica	145	58	0	0	0	0	203
Comunicaciones y transporte	Administración telegráfica	0	0	43	4	3	0	50
Comunicaciones y transporte	Centro de servicios integrados	0	0	43	4	3	0	50
Comunicaciones y transporte	Unidades remotas de líneas	0	58	43	4	3	0	108
Comunicaciones y transporte	Central digital	0	58	43	4	3	0	108
Comunicaciones y transporte	Centro de trabajo	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Oficina comercial	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Central de autobuses de pasajeros	0	29	43	4	3	0	79
Comunicaciones y transporte	Central de servicios de carga	0	0	0	2	3	0	5
Comunicaciones y transporte	Aeropista	0	58	43	0	0	0	101
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de corto alcance	0	0	21	4	3	0	28
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de mediano alcance	0	0	0	0	0	0	0
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de largo alcance	0	0	0	0	0	0	0
Administración pública y servicios urbanos	Administración local de recaudación fiscal	0	0	0	4	3	0	7
Administración pública y servicios urbanos	Centro tutelar para menores infractores	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Centro de readaptación social (CERESO)	10	10	5	1	1	0	27
Administración pública y servicios urbanos	Agencia de ministerio público federal	0	0	5	4	2	0	11
Administración pública y servicios urbanos	Delegación estatal	0	0	0	4	3	0	7
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de gobierno federal	0	10	20	4	3	0	37

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500, 001	Requerimiento total
Administración pública y servicios urbanos	Palacio municipal	0	0	0	4	3	0	7
Administración pública y servicios urbanos	Delegación municipal	145	58	21	0	0	0	224
Administración pública y servicios urbanos	Palacio de gobierno estatal	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de gobierno estatal	0	0	43	4	3	0	50
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de hacienda estatal	0	0	20	4	3	0	27
Administración pública y servicios urbanos	Tribunales de justicia del Estado	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Ministerio público estatal	0	0	43	4	3	0	50
Administración pública y servicios urbanos	Palacio legislativo estatal	0	0	20	2	3	0	25
Administración pública y servicios urbanos	Cementerio (panteón)	145	58	43	4	3	0	253
Administración pública y servicios urbanos	Central de bomberos	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Comandancia de policía	0	27	43	4	3	0	77
Administración pública y servicios urbanos	Basurero municipal	145	58	43	4	3	0	253
Administración pública y servicios urbanos	Estación de servicio (gasolinera)	0	0	43	4	3	0	50
Recreación y deporte	Plaza cívica	72	58	43	4	3	0	180
Recreación y deporte	Juegos infantiles	145	58	43	4	3	0	253
Recreación y deporte	Jardín vecinal	72	58	43	4	3	0	180
Recreación y deporte	Parque de barrio	0	0	43	4	3	0	50
Recreación y deporte	Parque urbano	0	0	0	4	3	0	7
Recreación y deporte	Áreas de ferias y exhibiciones	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Cine	0	29	43	4	3	0	79
Recreación y deporte	Espectáculos deportivos	0	0	22	4	3	0	29
Recreación y deporte	Modulo deportivo	145	58	43	4	3	0	253
Recreación y deporte	Centro deportivo	0	0	0	4	3	0	7
Recreación y deporte	Unidad deportiva	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Ciudad deportiva	0	0	0	0	3	0	3
Recreación y deporte	Gimnasio deportivo	0	0	21	4	3	0	28
Recreación y deporte	Alberca deportiva	0	0	21	4	3	0	28
Recreación y deporte	Salón deportivo	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Plaza de usos múltiples (tianguis o mercado sobre ruedas)	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Mercado público	72	58	43	4	3	0	180
Comercio y abasto	Tienda Conasupo	145	29	21	4	3	0	202
Comercio y abasto	Tienda rural regional	145	29	21	4	3	0	202
Comercio y abasto	Tienda Infonavit-Conasupo	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Centro comercial	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Farmacia	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Unidad de abasto mayoristas	0	0	43	4	3	0	50
Comercio y abasto	Unidad de abasto mayorista para aves	0	0	0	2	3	0	5
Comercio y abasto	Almacén	145	0	0	4	3	0	152
Comercio y abasto	Rastro de aves	0	0	21	2	3	0	26

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Comercio y abasto	Rastro de bovinos	0	0	10	1	1	0	12
Comercio y abasto	Rastro de porcinos	0	0	0	2	1	0	3
Educación y cultura	Jardín de niños	145	58	43	2	3	0	251
Educación y cultura	Centro de desarrollo infantil (CENDI)	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de atención preventiva de educación preescolar (CAPEP)	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Escuela especial para atípicos (centro múltiple - único)	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Escuela primaria	145	58	43	4	3	0	253
Educación y cultura	Centro de capacitación para el trabajo (CECAT)	0	0	21	4	3	0	28
Educación y cultura	Telesecundaria	145	29	21	2	3	0	200
Educación y cultura	secundaria general	0	29	43	4	3	0	79
Educación y cultura	Secundaria técnica	0	29	43	4	3	0	79
Educación y cultura	Preparatoria general	0	0	20	4	3	0	27
Educación y cultura	Preparatoria por cooperación	0	0	20	4	3	0	27
Educación y cultura	Colegio de bachilleres	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)	0	0	0	1	3	0	4
Educación y cultura	Centro de estudios de bachillerato	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de bachillerato Tecnológico, Industrial y de servicios (CBTIS)	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Centro de bachillerato tecnológico agropecuario (CBETA)	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Centro de estudios tecnológicos del mar	0	0	0	0	0	0	0
Educación y cultura	Instituto tecnológico	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Instituto tecnológico agropecuario	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Instituto tecnológico del mar	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Universidad estatal	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Universidad Pedagógica nacional	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Biblioteca pública municipal	0	58	43	4	3	0	108
Educación y cultura	Biblioteca pública regional	0	0	43	4	3	0	50
Educación y cultura	Biblioteca pública central estatal	0	0	0	4	3	0	7
Educación y cultura	Museo local	0	0	43	4	3	0	50
Educación y cultura	Museo regional	0	0	0	0	3	0	3
Educación y cultura	Biblioteca de sitio	145	58	43	4	3	0	253
Educación y cultura	Casa de cultura	0	58	43	4	3	0	108
Educación y cultura	Museo de arte	0	0	21	4	3	0	28
Educación y cultura	Teatro	0	0	21	4	3	0	28
Educación y cultura	Escuela integral de artes	0	0	0	2	3	0	5
Educación y cultura	Centro social Popular	72	58	43	2	3	0	178
Educación y cultura	Auditorio municipal	0	0	21	4	3	0	28
Salud y asistencia social	Centro de salud urbano	0	0	43	4	3	0	50
Salud y asistencia social	Centro de salud con hospitalización	0	0	43	0	0	0	43
Salud y asistencia social	Hospital general	0	0	43	4	3	0	50
Salud y asistencia social	Unidad de medicina familiar	0	29	43	4	3	0	79
Salud y asistencia social	Módulo resolutivo (unidad de urgencias)	0	0	21	2	1	0	24
Salud y asistencia social	Clínica de medicina familiar (CMF)	0	0	0	0	3	0	3

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Salud y asistencia social	Clínica hospital	0	0	0	0	3	0	3
Salud y asistencia social	Hospital	0	0	0	0	0	0	0
Salud y asistencia social	regional							
Salud y asistencia social	Puesto de socorro	145	58	43	2	1	0	249
Salud y asistencia social	Centro de urgencias	0	0	43	2	1	0	46
Salud y asistencia social	Hospital de 3er nivel	0	0	0	2	1	0	3
Salud y asistencia social	Casa cuna	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Casa hogar para menores	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Casa hogar para ancianos	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Casa de asistencia de desarrollo infantil (CADI) guardería	0	29	43	4	3	0	79
Salud y asistencia social	Centro de desarrollo comunitario (CDC)	72	58	43	4	3	0	180
Salud y asistencia social	Centro de rehabilitación	0	0	0	4	3	0	7
Salud y asistencia social	Centro de integración juvenil	0	0	0	2	3	0	5
Salud y asistencia social	Guardería	0	0	0	4	3	0	7
Salud y asistencia social	Velatorio	0	0	0	0	1	0	1
Salud y asistencia social	Estancia de bienestar y desarrollo infantil (EBDI)	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Agencia de correos	145	58	43	4	3	0	253
Comunicaciones y transporte	Sucursal de correos	0	0	0	2	3	0	5
Comunicaciones y transporte	Centro integral de servicios	0	0	21	4	3	0	28
Comunicaciones y transporte	Administración de correos	0	29	21	4	3	0	57
Comunicaciones y transporte	Centro postal autorizado	0	0	0	0	1	0	1
Comunicaciones y transporte	Oficina radiofónica o telefónica	145	58	0	0	0	0	203
Comunicaciones y transporte	Administración telegráfica	0	0	43	4	3	0	50
Comunicaciones y transporte	Centro de servicios integrados	0	0	43	4	3	0	50
Comunicaciones y transporte	Unidades remotas de líneas	0	58	43	4	3	0	108
Comunicaciones y transporte	Central digital	0	58	43	4	3	0	108
Comunicaciones y transporte	Centro de trabajo	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Oficina comercial	0	0	0	4	3	0	7
Comunicaciones y transporte	Central de autobuses de pasajeros	0	29	43	4	3	0	79
Comunicaciones y transporte	Central de servicios de carga	0	0	0	2	3	0	5
Comunicaciones y transporte	Aeropista	0	58	43	0	0	0	101
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de corto alcance	0	0	21	4	3	0	28
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de mediano alcance	0	0	0	0	0	0	0
Comunicaciones y transporte	Aeropuerto de largo alcance	0	0	0	0	0	0	0
Administración pública y servicios urbanos	Administración local de recaudación fiscal	0	0	0	4	3	0	7

	Infraestructura o equipamiento urbano	2,500 a 5,000	5,001 a 10,000	10,001 a 50,000	50,001 a 100,000	100,001 a 500,001	(+) de 500,001	Requerimiento total
Administración pública y servicios urbanos	Centro tutelar para menores infractores	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Centro de readaptación social (CERESO)	10	10	5	1	1	0	27
Administración pública y servicios urbanos	Agencia de ministerio público federal	0	0	5	4	2	0	11
Administración pública y servicios urbanos	Delegación estatal	0	0	0	4	3	0	7
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de gobierno federal	0	10	20	4	3	0	37
Administración pública y servicios urbanos	Palacio municipal	0	0	0	4	3	0	7
Administración pública y servicios urbanos	Delegación municipal	145	58	21	0	0	0	224
Administración pública y servicios urbanos	Palacio de gobierno estatal	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de gobierno estatal	0	0	43	4	3	0	50
Administración pública y servicios urbanos	Oficinas de hacienda estatal	0	0	20	4	3	0	27
Administración pública y servicios urbanos	Tribunales de justicia del Estado	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Ministerio público estatal	0	0	43	4	3	0	50
Administración pública y servicios urbanos	Palacio legislativo estatal	0	0	20	2	3	0	25
Administración pública y servicios urbanos	Cementerio (panteón)	145	58	43	4	3	0	253
Administración pública y servicios urbanos	Central de bomberos	0	0	0	2	3	0	5
Administración pública y servicios urbanos	Comandancia de policía	0	27	43	4	3	0	77
Administración pública y servicios urbanos	Basurero municipal	145	58	43	4	3	0	253
Administración pública y servicios urbanos	Estación de servicio (gasolinera)	0	0	43	4	3	0	50

Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de la SEDESOL.

2.4.4 Demanda de suelo agrícola

Para determinar la demanda de suelo para uso agrícola, se tomó en consideración la media de territorio requerido por una persona para alimentarse, es decir, 0.22 ha per cápita (FAO, 2011). Para esta aproximación se tomaron en cuenta datos del año 2000 y del año 2016 a fin de conocer el comportamiento del crecimiento de la población con respecto al total de la superficie usada para fines agrícolas.

Los valores de la siguiente figura muestran que existe una disminución en la superficie agrícola utilizable para cada persona, esto con base en el crecimiento exponencial de la población y la disminución de la superficie agrícola. Una de las causas de este decremento en la superficie agrícola son los procesos de cambio de uso de suelo, es decir, el crecimiento urbano toma como principal insumo el suelo con aptitud o con uso agrícola, ya que éste está desprovisto de cobertura vegetal arbolada.

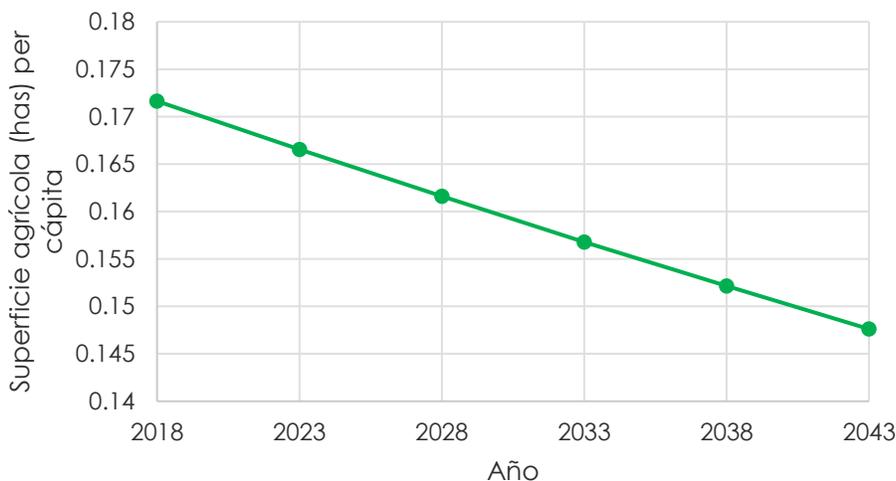


Figura 57. Disponibilidad de superficie agrícola per cápita en el Estado de Hidalgo.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 Demanda de suelo urbano

Como se señaló en el apartado del crecimiento de los centros de población y de acuerdo con las proyecciones de población generadas, se observa que existirá una mayor demanda de suelo urbano. Sin embargo, la demanda de población no es homóloga, cierta población demanda una vivienda de alta densidad y otra población demanda vivienda de mayor tamaño que tiene menor densidad.

De acuerdo con el diagnóstico, la superficie con muy alta aptitud para uso urbano fue de 214,940.71 ha. Estas zonas que hoy no están urbanizadas son las proclives a urbanizarse en el futuro y deberán ser precisamente éstas.

Para este análisis se consideraron las medias de densidad definidas por los artículos citados en la siguiente tabla. Para este ejercicio de proyección se

está utilizando la densidad bruta, la cual incluye usos no residenciales, como carreteras, parques y aeropuertos.

Tabla 14. Densidad urbana bruta.

Densidad baja (bruta)	Densidad alta (bruta)	Fuente
53.52 hab./ha	114 hab./ha	Piovano & Mesa, (2017)
68 viv./ha	136 viv./ha	ONU-Hábitat, 2014.
272 hab./ha	544 hab./ha	
50 viv./ha	100 viv./ha	Lamela <i>et al.</i> , 2011
200 hab./ha	400 hab./ha	

Fuente: Elaboración propia con las fuentes referidas.

Para realizar una aproximación a la demanda de suelo urbano hacia 2030 y 2043, se utilizaron las proyecciones de población del Consejo Nacional de población por municipio y se agruparon por las regiones definidas para este ejercicio.

A continuación, se presenta el cambio en las necesidades de superficie para uso urbano por región en cuanto a las bajas y altas densidades del crecimiento de la población, así como el suelo con muy alta aptitud dentro de la misma.

1. Altiplanicie Pulquera

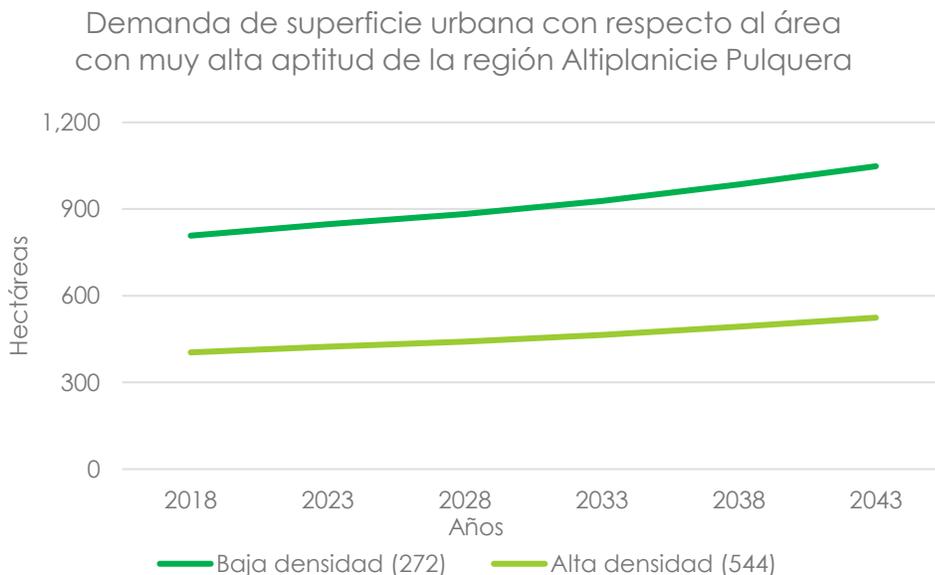


Figura 58. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Altiplanicie Pulquera.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 6.8% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 808 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 1048 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 404 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 524 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 13,060.08 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano tendrá la capacidad para albergar hasta 12 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 24 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

2. Comarca Minera

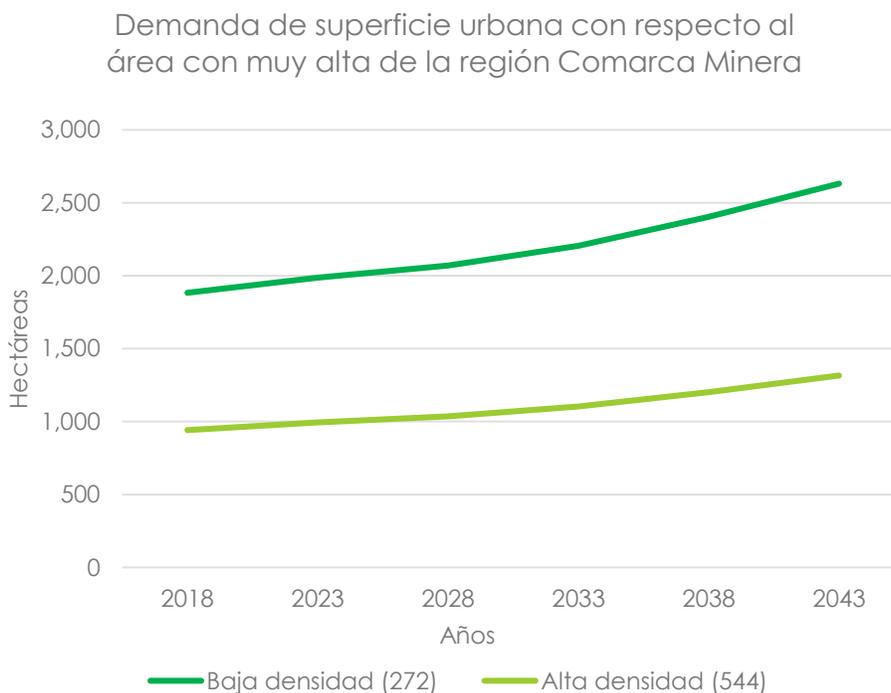


Figura 59. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región
Altiplanicie Comarca Minera

Fuente: Elaboración propia

Del total de esta región el 21.6% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 1,882 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 2,631 ha; con respecto a la población de alta

densidad, la cual emplea 941 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 1,315 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 19,360.5 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad para albergar hasta 7 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 14 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

3. Cuenca de México

Demanda de superficie urbana con respecto al
área con muy alta aptitud de la región Cuenca de
México

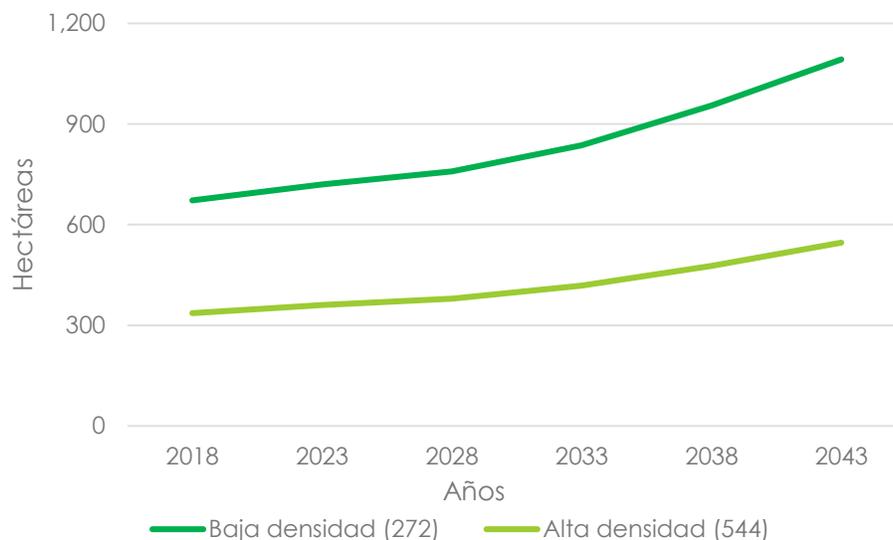


Figura 60. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Cuenca de México.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 17.97% es apto para el desarrollo urbano.

Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 672 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 1,092 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 336 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 546 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener

7,212.245 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad para albergar hasta 6 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 13 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

4. Huasteca

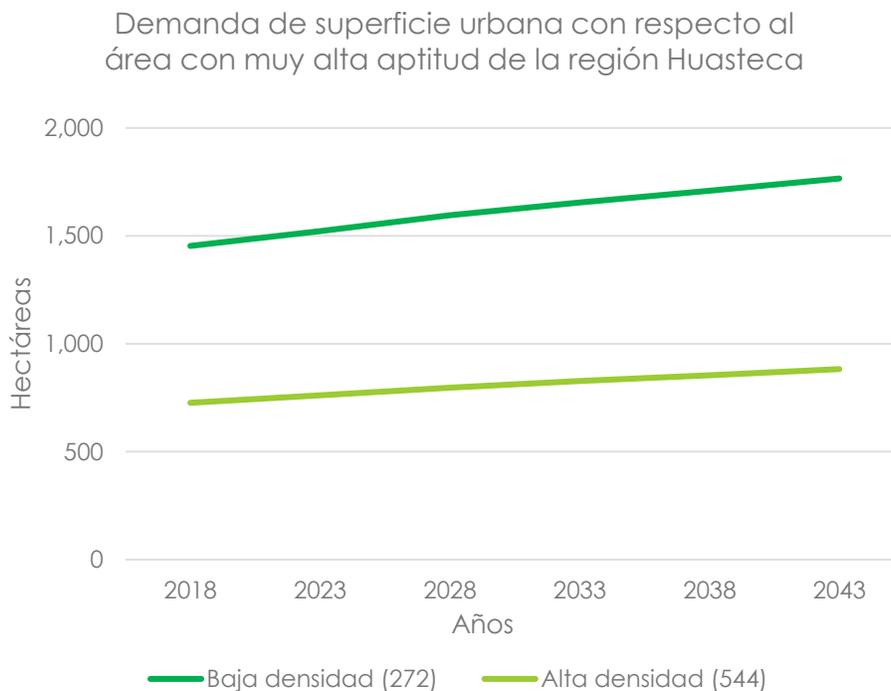


Figura 61. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Huasteca.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 3.2% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 1453 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 1765 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 726 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 882 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 8,808.318 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 4 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la

población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 9 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

5. Sierra Alta

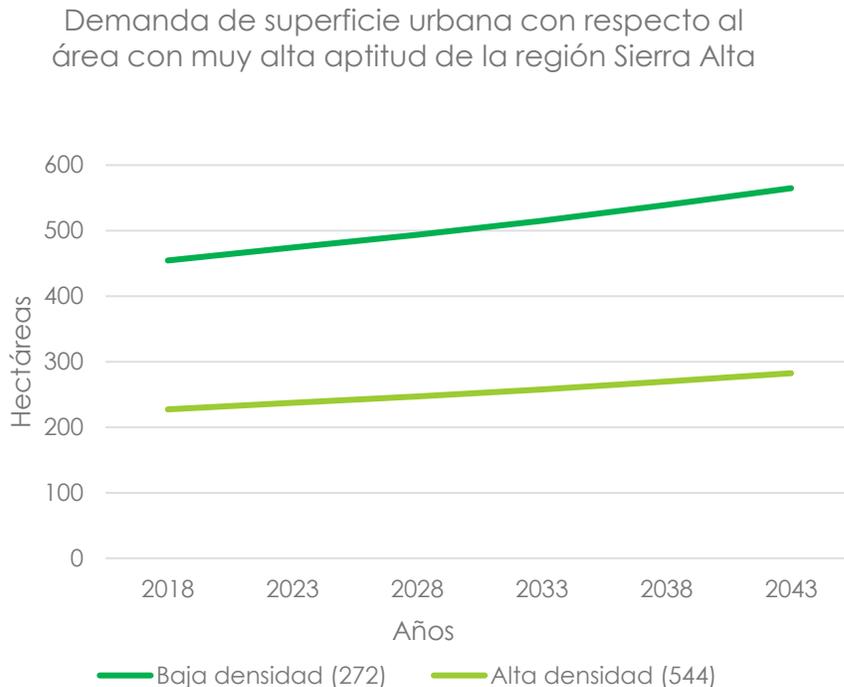


Figura 62. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Sierra Alta.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 2.3% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 454 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 564 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 227 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 282 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 5,606.91 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 9 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 19 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

6. Sierra Baja

Demanda de superficie urbana con respecto al área con muy alta aptitud de la región Sierra Baja

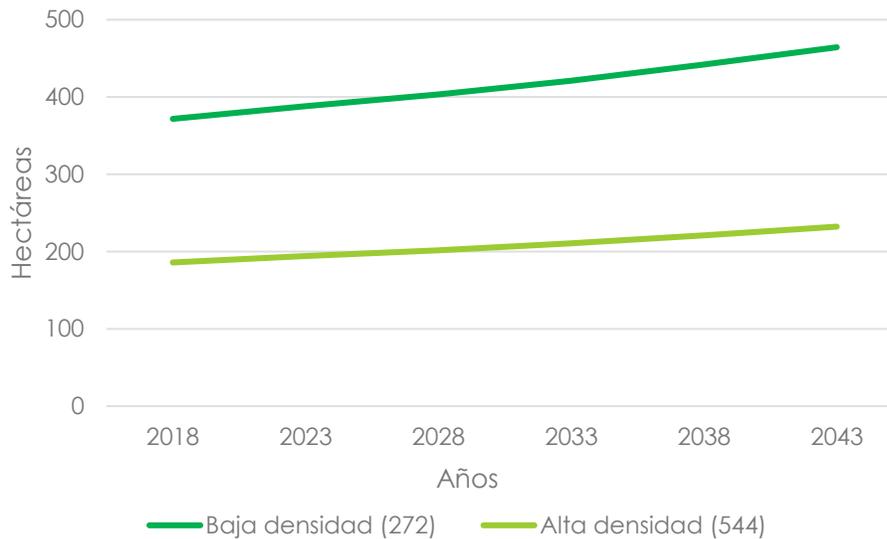


Figura 63. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Sierra Baja.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 8.65% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 371 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 464 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 185 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 232 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 20,327.20 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 43 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 87 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

7. Sierra de Tenango

Demanda de superficie urbana con respecto al
área con muy alta aptitud de la región Sierra de
Tenango

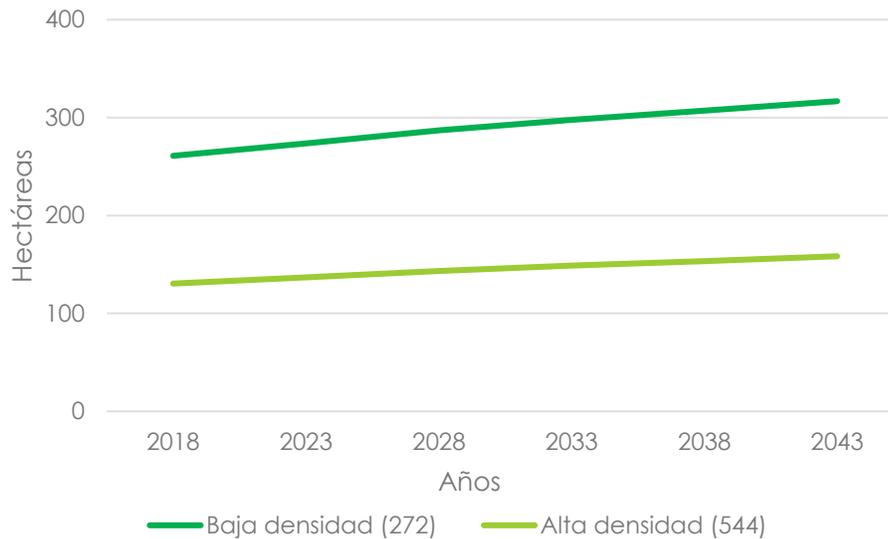


Figura 64. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Sierra de Tenango.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 3.8% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 261 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 316 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 130 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 158 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 3,268.18 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 10 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 20 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

8. Sierra Gorda

Demanda de superficie urbana con respecto al
área con muy alta aptitud de la región Sierra Gorda

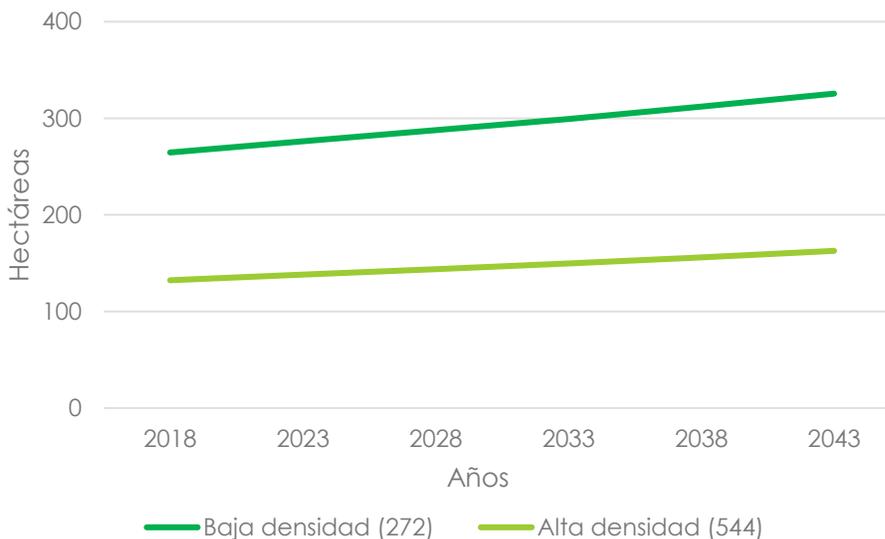


Figura 65. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Sierra Gorda.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 3.2 % es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 264 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 325 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 132 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 162 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 6,159.2 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 18 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 37 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

9. Valle de Tulancingo

Demanda de superficie urbana con respecto al
área con muy alta aptitud de la región Valle de
Tulancingo

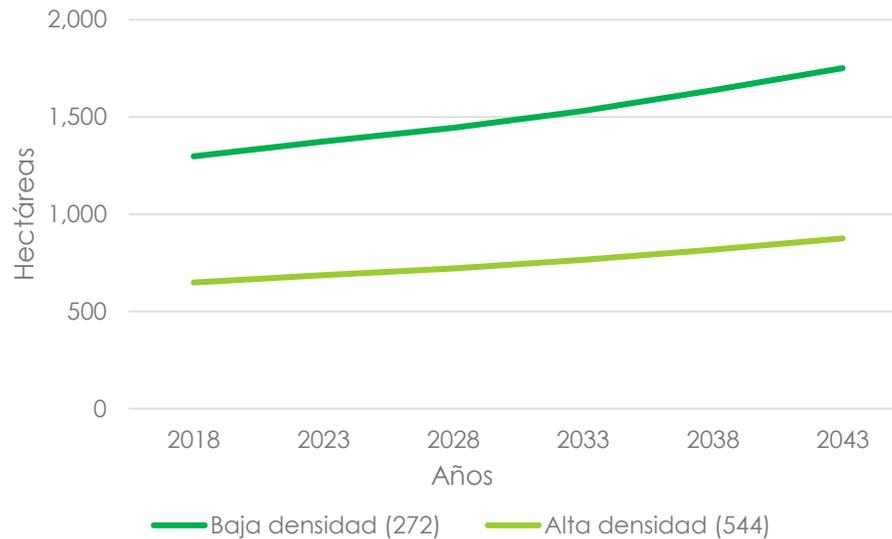


Figura 66. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Valle de Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 22.8 % es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 1297 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 1750 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 648 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 875 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 29,559.6 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 16 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 33 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

10. Valle del Mezquital

Demanda de superficie urbana con respecto al
área con muy alta aptitud de la región Valle del
Mezquital

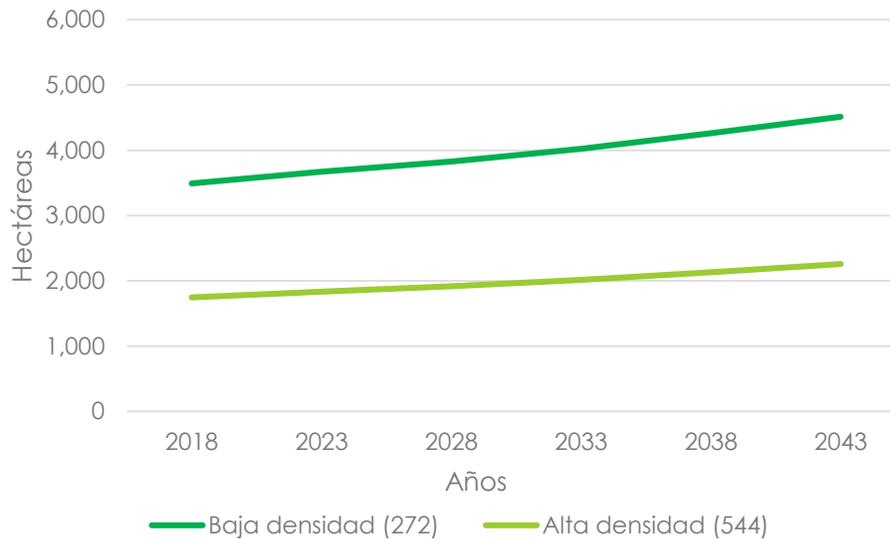


Figura 67. Cambio en las necesidades de la superficie urbana para la región Valle del Mezquital.

Fuente: Elaboración propia.

Del total de esta región el 17.04% es apto para el desarrollo urbano. Como se observa en la gráfica anterior, la población de baja densidad demanda cada vez más área, es decir, se ocupan 3,491 ha en el año 2018 y para el año 2043 serán necesarias 4,513 ha; con respecto a la población de alta densidad, la cual emplea 1,745 ha actualmente, para el año 2043 tendrá una demanda de 2,256 ha. De acuerdo con este análisis, la región al tener 101,578.5 ha con alta aptitud para el desarrollo urbano, tiene la capacidad de albergar hasta 22 veces más la demanda de superficie urbana de la población de baja densidad para el año 2043, y para el caso de la población de alta densidad esta demanda tendrá la capacidad de albergar hasta 45 veces más de la superficie urbana para el mismo año.

2.4.6 Demanda de agua para uso doméstico

El consumo de agua para uso doméstico es de alrededor del 10% de la cantidad total utilizada para el resto de las diferentes actividades. El

consumo doméstico de agua es la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo y que son esenciales para su día a día, ya sea aseo, limpieza, riego, etc. El consumo de agua a nivel estatal en 2015 fue de 488,597 hm³, teniendo un consumo per cápita de 155 l/habitante por día. Haciendo la proyección a 2043 y considerando el crecimiento poblacional que habrá para dicho año se considera que se necesitarán 650,100 hm³, a una tasa de crecimiento de 0.87%, tal como se muestra en la siguiente figura.

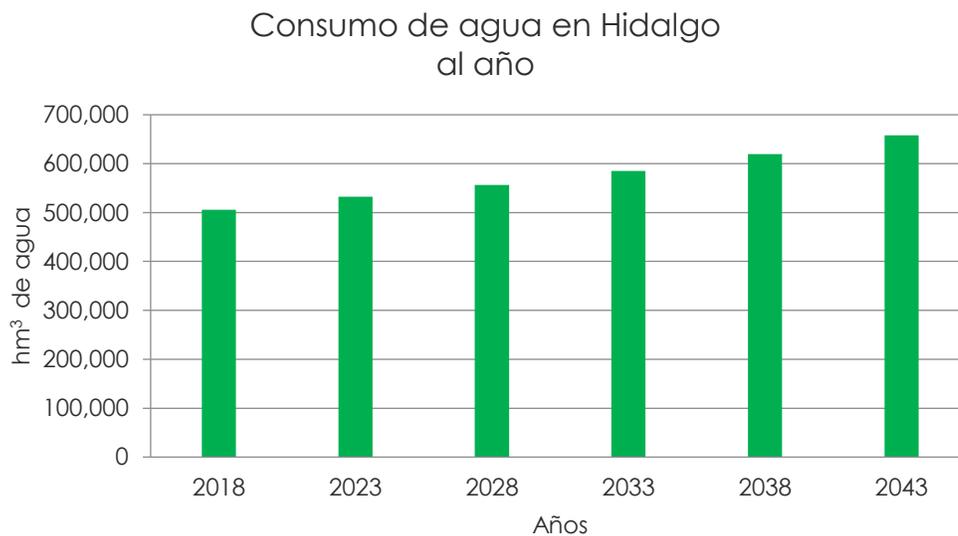


Figura 68. Consumo per cápita del agua para uso doméstico.
Fuente: Elaboración propia.

2.4.7 Demanda de agua para uso industrial

La industria por lo general suele necesitar una cantidad importante de agua para sus distintos procesos y usos (su uso como fuente de energía, como materia prima para productos, producción de vapor, transmisión de calor o refrigeración, en sanitarios, entre otras actividades). Se estima que las industrias utilizan cerca del 20% del agua utilizada a nivel mundial, de la cual las industrias de papel y cartón utilizan el 27% de este recurso, las químicas 25%, las agroalimentarias y explotaciones ganaderas 17% la producción y transformación de metales 13% y la de minerales 7%, el consumo de disolventes orgánicos 5% y la gestión de residuos 1% (López, 2018).

El consumo de agua de los datos estadísticos a nivel estatal de industria autoabastecida en el Estado (representado por la industria que se abastece directamente de ríos, arroyos, lagos o acuíferos del país) tuvo un consumo de agua de 32,600 hm³/año en el año 2016 a partir de los volúmenes concesionados por usos agrupados consuntivo extraído de los datos estadísticos de agua en México (CONAGUA 2017).

Consumo de agua en Hidalgo en el sector industrial

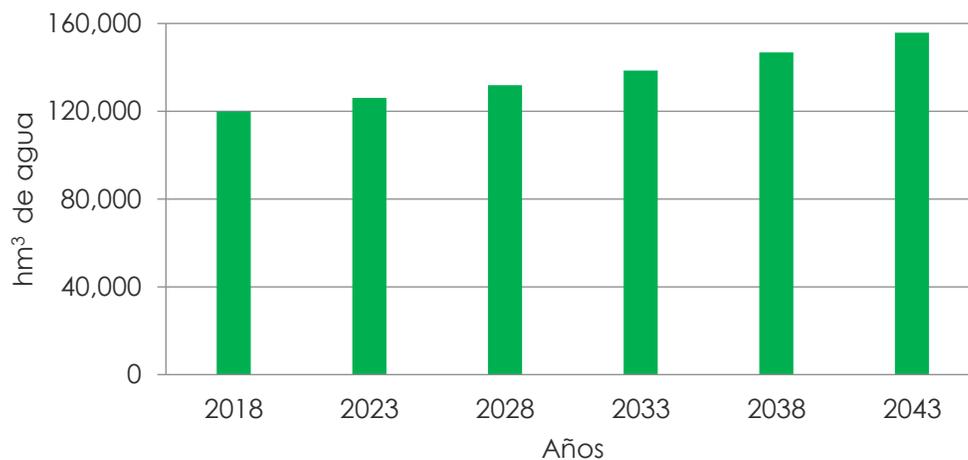


Figura 69. Consumo per cápita del agua para la industria.

Fuente: Elaboración propia.

Los volúmenes para cada caso se obtuvieron de los volúmenes inscritos que tiene el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), encontrados en la página del SINA de CONAGUA al año 2017, donde presentan los datos de los volúmenes concesionados para usos consultivos en el Estado de Hidalgo (agrícola, industria autoabastecida sin termoeléctrica, termoeléctrica y abastecimiento público). El total de agua para uso industrial se dividió entre la cantidad de la población proyectada para el año determinado. La figura anterior muestra que la proyección realizada del año 2015 al 2043 es de 115,744.9 hm³ y 155,875 hm³ respectivamente, obteniendo una tasa de crecimiento anual de 0.9%. En particular para la región de la Altiplanicie Pulquera y Cuenca de México hay que tomar en cuenta que habrá un uso extraordinario dada la implementación de dos macroproyectos: la Cervecería Grupo Modelo ubicada en el municipio de Apan y la instalación del aeropuerto de Santa Lucía que estará en el Estado de México y se piensa

pueda impactar en el municipio de Tizayuca, el uso de agua que se estimada para estos proyectos es de 4.2 hm³/año y 6.0 hm³/año, respectivamente. Es posible que las proyecciones mostradas en la figura anterior sean mayores para las regiones naturales implicadas. La cantidad de agua demandada por estos dos megaproyectos afectará los balances hídricos de los acuíferos de Cuautitlán Pachuca, y Apan, que tendrán una demanda adicional en su sector industrial, dichos acuíferos se encuentran en condiciones de sobre y subexplotación, como se describe en el apartado “Megaproyectos” abordado en la parte final de este documento.

2.4.8 Demanda de agua para producción de energía

Según la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Hidalgo está considerado dentro de los 25 estados del país en los que hay plantas eléctricas que alimentan de energía al país, con dos centrales generadoras de energía, una en el municipio de Zimapán (hidroeléctrica que usa agua turbinada) y la otra en Tula (termoeléctrica de vapor convencional que usa combustible y gas natural) (Huerta, 2014).

El consumo de agua a nivel estatal para generación de energía eléctrica en Hidalgo para el año 2016 fue de 82,600 hm³/año, a partir de los volúmenes concesionados por usos agrupados consuntivos (son aquellos en los que por características del proceso existen pérdidas volumétricas de agua, misma que se determina por la diferencia del volumen de una cantidad de agua determinada) (Hernández-Rodríguez, 2005), extraído de los datos estadísticos de agua en México (CONAGUA, 2017). En la siguiente figura se observa el consumo per cápita del agua para la energía eléctrica excluyendo el de la hidroeléctrica, mostrando su escenario tendencial del año 2015 al año 2043, teniendo 237,785 hm³ y proyectando 320,227 hm³ respectivamente con una tasa de crecimiento de 0.89%.

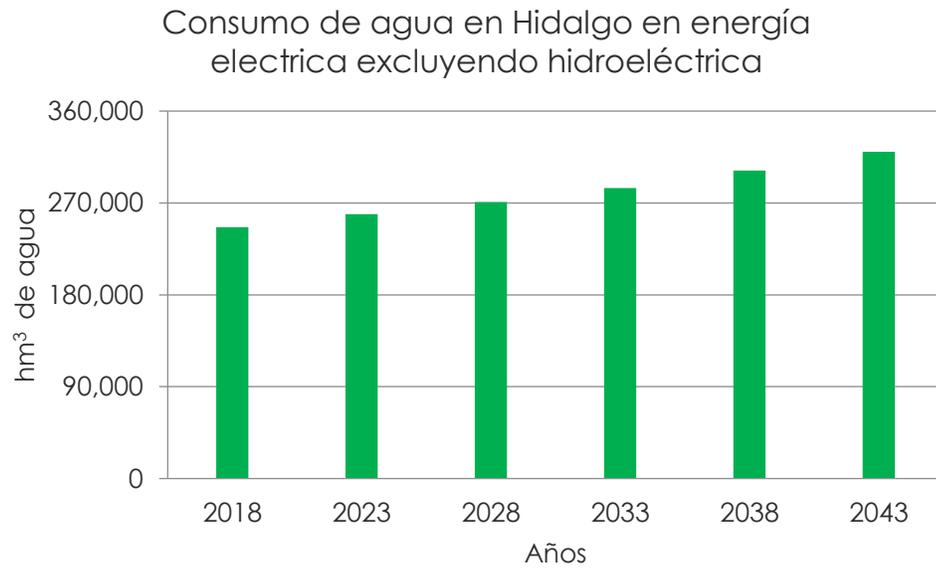


Figura 70. Demanda de agua para la energía eléctrica excluyendo hidroeléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

3 Escenarios tendencial, contextual y estratégico previstos en el Estado.

3.1 Introducción al Modelo KSIM

3.1.1 Fundamento del modelo KSIM

Para el análisis del conjunto de variables del modelo socioambiental, se propuso el método de KSIM, el cual se programó en lenguaje Python; el método permite la evaluación de diferentes hipótesis únicamente con el cambio de los valores iniciales de las variables que describe los procesos del sistema socio-ambiental.

La ventaja de utilizar este tipo de modelo es que, en un ambiente de retroalimentación entre la simulación y el investigador, el modelo se puede modificar fácilmente para volver a simular el proceso hasta que el resultado logra un consenso entre los especialistas participantes.

Ya que todas las variables del sistema están unidas y cambian de acuerdo con el impacto neto del resto de las otras variables, la respuesta de una variable a un impacto dado se dirige hacia cero, conforme la variable se aproxima a cualquier unión. Cuando todas las demás tienen el mismo valor, una variable tiene grandes efectos sobre el sistema y las interacciones complejas se describen por un arreglo de interacciones binarias. A continuación, se enlistan las propiedades del modelo KSIM que se usó:

(1) "Las variables del sistema están acotadas, de tal manera que no pueden crecer o decrecer indefinidamente. Por lo que los valores de su límite máximo y mínimo se incluyen dentro del intervalo 0 a 1.

(2) Una variable aumenta o disminuye en función de si el efecto neto de las otras variables es positiva o negativa.

(3) La respuesta de una variable a un impacto dado disminuye a cero tanto esa variable se acerca a su límite superior o inferior. Esto confiere un comportamiento sigmoideal (progresión en el tiempo de niveles bajos acercándose a un clímax superior o inferior cuya característica es una fuerte aceleración intermedia) a la respuesta de una variable a sus límites.

(4) Todas las demás cosas son iguales, una variable producirá mayor impacto en el sistema a medida que se haga más grande.

(5) Las interacciones complejas pueden describirse mediante redes o matrices de interacciones binarias.

Bajo las consideraciones anteriores se plantea la siguiente estructura matemática. Mientras que las variables están delimitadas por encima y por debajo, estas se pueden reajustar al rango de cero a uno. Así, para cada variable que se tiene:

$$0 < x_i(t) < 1 \quad \text{para todo } i = 1, 2, \dots, N \text{ y todo } t > 0 \quad (1)$$

Para preservar la acotación, $x_i(t + \Delta t)$ se calcula por la transformación

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t)^{p_t} \quad (2)$$

Donde la exponente p_t está dada por

$$p_t(t) = \frac{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^N (|\alpha_{ij}| - \alpha_{ij}) x_j}{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^N (|\alpha_{ij}| + \alpha_{ij}) x_j} \quad (3)$$

Donde α_{ij} son elementos dados de la matriz del impacto de x_j en x_i y Δt es el periodo de tiempo de una interacción.

La ecuación (3) garantiza que $p_i(t) > 0$ para todo $i = 1; 2, \dots, N$ y todo $t = 0$. Por lo tanto, la transformación (2) mapea el intervalo abierto (0,1) sobre sí misma, preservando la acotación de las variables de Estado (condición 1 anterior). La ecuación (3) se puede hacer más clara si se escribe de la siguiente forma:

$$p_i(t) = \frac{1 + \Delta t | \text{suma de impactos negativos sobre } x_i |}{1 + \Delta t | \text{suma de impactos positivos sobre } x_i |} \quad (4)$$

Cuando los impactos negativos son mayores que los positivos, $p_i > 1$ y X disminuye; mientras que, si los impactos negativos son menores que los positivos, $p_i < 1$ y x aumenta. Finalmente, cuando los impactos negativos y positivos son iguales, $p_i = 1$ y x_j permanece constante. Así, la segunda condición se cumple. Para demostrar las condiciones 3-5 se debe primero observar que para Δt pequeños, las ecuaciones (2) y (3) describen la solución de la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{dx_i}{dt} = - \sum_{j=1}^N \alpha_{ij} x_i x_j \ln x_i \quad (4)$$

De la ecuación (5) es claro que como x_i toma los valores 0 o 1, se cumple que $\frac{dx_i}{dt} = 0$ (condición 3). Por lo tanto, se puede decir que la expresión $x_i \ln(x_i)$ modula la respuesta de la variable x_i al impacto que recibió de x_j . Considerando a x_j de forma individual, se observa que a medida que aumenta o disminuye la magnitud del impacto de x_j sobre cualquier x_i , incrementa o disminuye x_i (condición 4). Por último, se observa que la condición (5) se cumple desde que el comportamiento del sistema es modelado a través de los coeficientes a_{ij} , los cuales describen la interacción binaria de x_j sobre x_i . "(Kane, 2002)

Los resultados se expresan de manera gráfica, y la interpretación se basa en las formas de las curvas, es decir, que el énfasis se pone en examinar las relaciones entre el comportamiento de las distintas variables.

3.1.2 Insumos para el modelo

Con base en los modelos conceptuales, se generó una matriz de impactos en la cual se dieron tres valores cualitativos (alto, medio y bajo), es decir; atributos vitales (alto impacto), atributos necesarios (impacto medio) y atributos deseables (impacto bajo). Estos valores son válidos tanto para positivos y negativos.

Tabla 15. Ponderación para el modelo KSIM

TIPO DE IMPACTO	VALOR NUMÉRICO	NIVEL	CONCEPTO
Positivo	3	Alto	A interactúa sobre B y/o el impacto sobre B es vital para su funcionamiento
	2	Medio	A interactúa sobre B y/o el impacto sobre B no es indispensable para su funcionamiento
	1	Bajo	A interactúa sobre B y B se ve levemente beneficiado
Equilibrio	0	Equilibrio	La capacidad de recuperación de los sistemas es ligeramente mayor a la presión que recibe
Negativo	-1	Bajo	A interactúa sobre B, B se encuentra presionado, pero aun así funciona
	-2	Medio	A interactúa sobre B y B se encuentra con alta presión
	-3	Alto	A interactúa sobre B y B deja de funcionar

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Justificación de valores iniciales

Para la elaboración de los modelos KSIM, en los escenarios tendencial, contextual y estratégico, se utilizaron valores iniciales en un rango de 0 a 1 los cuales fueron ponderados con base en la opinión de la consulta

ciudadana y el análisis de cada variable proveniente del apartado de modelo conceptual.

En la siguiente tabla se presentan los valores iniciales asignados a los sectores económicos y al sector conservación. Adicionalmente se indican valores de aptitud y de conflicto territorial, que en suma justifican el valor inicial asignado, estos datos fueron calculados en el diagnóstico del OETH.

Tabla 16. Valores iniciales para los sectores económicos y el sector conservación

Sectores	Valor inicial
Agricultura	0.98
Industria	0.85
Desarrollo urbano	0.81
Turismo	0.75
Minería	0.55
Conservación	0.50
Forestal	0.43

Fuente: Elaboración propia

- Para el sector agricultura el valor inicial es de 0.98. El Estado presenta una aptitud territorial de 52.22%, un conflicto territorial de 60.34% con otros sectores.
- Para el sector industria el valor inicial es de 0.85. El Estado presenta un 4.22% de aptitud territorial, un 58.2% de conflicto con otros sectores.
- Para el sector desarrollo urbano el valor inicial es de 0.81. El Estado presenta un 10.45% de aptitud territorial, un 50.17% de conflicto con otros sectores. La tasa de crecimiento poblacional 2010-2020 es 2.4.
- Para el sector turismo el valor inicial es de 0.75. El Estado cuenta con un 17.12% de aptitud territorial, un 61.29% de conflicto con otros sectores.
- Para el sector minería el valor inicial es de 0.55. El Estado cuenta con un 0.23% de aptitud territorial, un 37.46% de conflicto territorial.
- Para el sector conservación el valor inicial es de 0.50. El Estado tiene un 30.94% de aptitud territorial, un 52.71% de conflicto con otros sectores.
- Para el sector forestal el valor inicial es de 0.43. El Estado tiene un 10.88% de aptitud territorial, un 77.46% de conflicto con otros sectores.

De la misma manera se asignaron valores a los recursos naturales, mostrados en la tabla siguiente.

Tabla 17. Valores iniciales para los recursos naturales

Recursos naturales	Valor inicial
Suelo	0.97
Agua	0.85
Cobertura vegetal	0.83
Fauna	0.6

Fuente: Elaboración propia

El suelo es el recurso natural en el que se desarrollan las actividades de aprovechamiento, por lo cual se le asignó un valor inicial de 0.97. El recurso natural agua es un insumo necesario para todos los sectores económicos, razón por la cual el valor asignado a éste fue de 0.85. Al recurso natural cubierta vegetal se le asignó un valor inicial de 0.83, debido a que éste tiene relaciones positivas con otros sectores y además la preservación de este recurso permite que otros servicios ambientales se mantengan en funcionamiento. El valor inicial para la fauna es de 0.6, debido a que representan el reto más importante de la conservación animal, y aunque las dependencias correspondientes tienen un importante control sobre éstos, el efecto negativo a su hábitat implica una disminución del nivel de protección y conservación.

Tabla 18. Valores iniciales para las áreas protegidas y las áreas sin riesgo

Áreas	Valor inicial
áreas protegidas	0.66
áreas sin riesgo	0.42

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la tabla anterior se presentan los valores iniciales para las áreas protegidas y sin riesgo. Para las áreas protegidas el valor inicial es de 0.66 debido a que la superficie destinada para la conservación de 428,868.34 ha, para la protección de recursos naturales y la biodiversidad es de 126,288.75 ha y para la restauración es de 108,134.25. Mientras que para las áreas sin riesgo el valor inicial es de 0.42, puesto que éstas se refieren a las áreas que tienen menos posibilidad de la ocurrencia de un fenómeno hidrológico, geológicos y antrópicos, los cuales en general suman aptitud



para los sectores en los que hay alta presencia de individuos, tales como el sector urbano y la industria.

1. Lectura de la matriz de impactos del modelo socioambiental

Para cada uno de los tres escenarios (tendencial, contextual y estratégico), se obtuvo una matriz de impactos del sistema socio ambiental. En las columnas de dichas matrices se encuentra el componente que genera un impacto positivo o negativo, el cual está representado por su respectivo signo, mientras que en las filas se indica el componente impactado. Los números que están en la intersección entre columnas y filas indican el nivel y sentido del impacto, estos valores fueron obtenidos de la consulta ciudadana y estuvieron en un rango de -3 a 3. Por ejemplo, el sector forestal impacta positivamente a la agricultura en un nivel de 1, los valores en 0 indican la ausencia de impacto.

3.2 Escenario tendencial mediante el modelo KSIM

Este escenario pretende mostrar la prospección de todos los componentes del modelo socioambiental global que tendrían lugar en el Estado en caso de que al sistema no incluyan los PPPyA para el desarrollo social, rural y ambiental.

En la prospección se incluyen los elementos que resaltaron en el diagnóstico del territorio hidalguense, en cuanto al deterioro ambiental, bienes y servicios ambientales, la limitación de los recursos naturales, las propuestas para las áreas de conservación, protección y restauración, así como la aptitud y conflictos territoriales de los sectores económicos.

En la tabla 19, se presenta la matriz de impactos de los componentes del modelo socioambiental para este escenario, también se incluyen los valores iniciales justificados en la introducción de este apartado. Se puede observar que la variable que tiene mayor impacto negativo sobre las demás es el desarrollo urbano, seguido por la industria, minería y agricultura. Mientras que las variables con mayor impacto positivo sobre las demás son suelo, agua, cobertura vegetal y conservación.

Aquellos sectores y recursos que más se ven afectados negativamente debido al impacto de las demás variables son cobertura vegetal, conservación, minería y fauna. A su vez, las variables que se ven más beneficiadas debido al impacto positivo de las demás son el turismo, el desarrollo urbano, la agricultura y la minería.

Tabla 19. Matriz de impactos para el escenario tendencial.

Valor inicial		Agricultura	Forestal	Minería	Conservación	Industria	Turismo	Desarrollo urbano	Cobertura vegetal	Agua	Suelo	Fauna	Áreas protegidas	Áreas sin riesgo
0.98	Agricultura	0	1	-1	1	-2	0	-3	1	3	3	1	-2	1
0.43	Forestal	-2	0	-2	2	-2	-1	-3	3	2	3	2	-1	1
0.55	Minería	-1	-3	0	-2	2	-1	0	-2	2	3	0	-3	1
0.5	Conservación	-2	-2	-2	0	-3	-2	-3	3	3	3	2	3	0
0.85	Industria	-1	1	2	-2	0	1	-2	-1	3	3	0	-2	2
0.75	Turismo	0	2	1	2	1	0	2	2	2	1	2	1	0
0.81	Desarrollo urbano	2	-1	2	-1	-1	2	0	2	3	3	1	-2	2
0.83	Cobertura vegetal	-3	-1	-3	2	-3	-1	-3	0	3	3	2	2	0
0.85	Agua	-2	2	-2	2	-2	-1	-3	3	0	0	0	1	0
0.97	Suelo	-2	2	-2	2	-1	0	-2	3	-1	0	2	1	0
0.6	Fauna	-2	-1	-2	3	-2	-1	-3	3	3	1	0	2	0
0.66	Áreas protegidas	-1	-1	-1	3	-2	-1	-1	3	3	3	2	0	0
0.42	Áreas sin riesgo	0	1	-2	2	-2	0	-2	3	-1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo

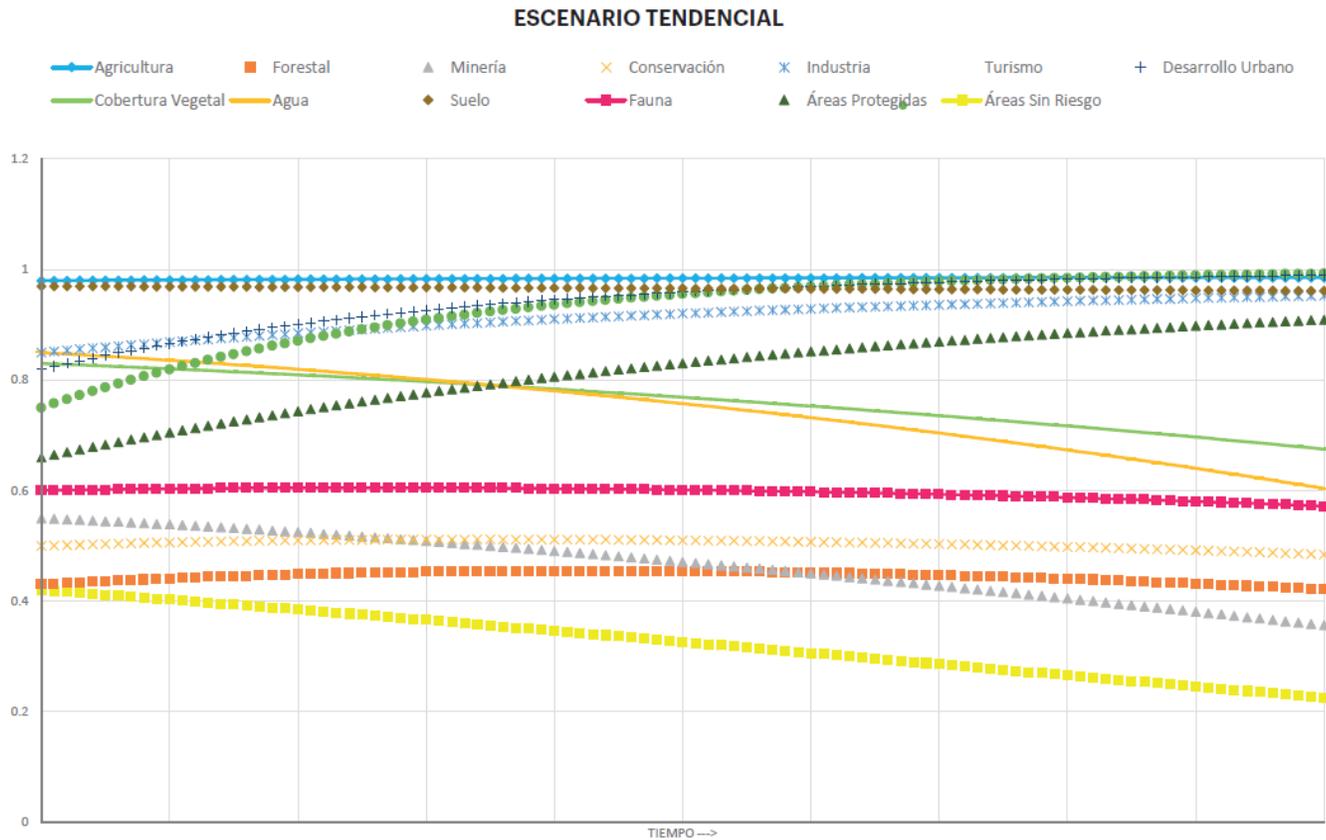


Figura 71. Escenario tendencial.

Fuente: Elaboración propia como resultado de modelo KSIM.

1. Sector agrícola en el escenario tendencial

El sector agrícola presenta un comportamiento consistente en el escenario tendencial. Su crecimiento es apenas perceptible, estabilizándose rápidamente en la cercanía de su límite superior.

De acuerdo a las tendencias del sector, definida en el diagnóstico, se observa a través del cambio de uso del suelo tuvo un aumento de 36.84% a 37.21%, y se observa debido a este incremento que la tendencia de demanda de uso de suelo agrícola para la alimentación aumentará en el sentido del crecimiento de la población, de acuerdo a lo acotado en el tema “Demanda de uso del suelo urbano”, que proyecta una disminución en la superficie agrícola con alta aptitud que se encuentra disponible hacia 2043.

Estos incrementos se presentan principalmente en las regiones que más área agrícola tienen, principalmente Valle del Mezquital, la Altiplanicie Pulquera, y la Cuenca de México, que cambió en un 3.8%, mientras que en Valle de Tulancingo cambió un 3.46%, siendo el principal cambio de bosque a agricultura, en tanto que en la Huasteca el cambio total fue de 2.48 y el cambio principal fue de selva a agricultura.

2. Sector forestal en el escenario tendencial

El sector forestal describe una función semiparabólica, en la cual tiene un incremento inicial, que alcanza su máximo en las 70 iteraciones, para posteriormente decrecer, para volver a un punto similar al valor inicial.

Esto se refuerza con los datos del cambio de uso del suelo a forestal, donde se observa que la cobertura de bosque aumentó de 27.99% a 28.63%, lo que implica más materia prima para los aprovechamientos forestales.

El sector forestal se proyecta de acuerdo con lo definido en el diagnóstico, donde se presentan un total de 975 planes de manejo forestal registrados, que se distribuyen en las regiones naturales de Valle de Tulancingo (280), Sierra de Tenango (346), Altiplanicie Pulquera (277), la Comarca Minera (53) y la Sierra Alta (16) y el resto en la Sierra Baja y Sierra Gorda. Este empuje se prevé a corto plazo mientras que, para el largo plazo, de acuerdo al modelo, se espera un abatimiento de la actividad.

3. Sector minería en el escenario tendencial

En el caso de la minería, tendencialmente se tiene un decrecimiento en su comportamiento, cuyo descenso tiende hasta casi un diez por ciento de la escala total. Tal comportamiento se infiere que se debe al déficit de concesiones mineras que se han registrado desde 2001 y que en 2015 llegaron hasta 0, de acuerdo con lo reportado por el Servicio Geológico Mexicano (2016).

Este decrecimiento en las actividades mineras demuestra como el número de concesiones que ha llegado a un máximo. Por lo que es altamente probable que en los sitios donde actualmente hay concesiones mineras se intensificará la actividad, mientras que la prospección se realizará bajo mayores parámetros de control ambiental y de deterioro del paisaje.

4. Sector conservación en el escenario tendencial

El sector conservación tiene una tendencia que va en decrecimiento, debido al deterioro de diversos recursos naturales a causa de las actividades antrópicas que demandan cada vez más recursos naturales en el Estado y que invaden zonas que mantenían cierto grado de conservación.

Lo que ilustra estas tendencias como el fuerte desarrollo urbano que se ha registrado en el Estado de acuerdo al análisis del cambio de uso del suelo de 1.4% anual a nivel estatal y que se acentúa en la Comarca Minera y La Cuenca de México, la expansión del suelo agrícola de hasta el 0.4% en la Altiplanicie Pulquera, la Cuenca de México y el Valle de Tulancingo, además del incremento de áreas desprovistas o con poca vegetación detectable, que aumentaron en un 0.2%.

5. Sector industria en el escenario tendencial

El sector industrial tiene un comportamiento semejante a la hipérbola, cuyo desarrollo tiene un empuje aproximadamente a las 40 iteraciones para posteriormente seguir creciendo de forma más discreta. El aumento total está en el rango de los 4 decimales.

El comportamiento de la industria es de incremento, sin embargo, cada tipo de industria tiene una tasa de cambio distinta. Por ejemplo, la industria metalmeccánica, la del cemento y cal y la de la madera. Las regiones con este desarrollo se concentran de acuerdo al DENU (INEGI, 2014) en las regiones de, Comarca Minera, Valle de Tulancingo, Tula y Altiplanicie Pulquera.

6. Sector turismo en el escenario tendencial

El sector turismo es uno de los que muestra un comportamiento prospectivo al alza dentro del modelo. El turismo tiene un impulso en su crecimiento casi hasta las 50 iteraciones, desde donde se estabiliza y mantiene un crecimiento, pero más reservado.

El sector turismo, tal como se describió previamente, el número de establecimientos para la elaboración de alimentos y bebidas incrementó 11.45% entre 2012 y 2017 y el de sitios de alojamiento ha crecido en un 32.06%. De la misma forma, los visitantes han incrementado de 2015 a 2017

en casi 10 mil. Estas tendencias muestran las razones del comportamiento del sector.

Los principales sitios que atraen el turismo se localizan en Valle del Mezquital, Comarca Minera, Huasteca y Sierra Gorda, aunque en casi todo el Estado existen nodos atractores del turismo de distinta índole.

7. Sector desarrollo urbano en el escenario tendencial

La línea que describe el comportamiento del desarrollo urbano en el escenario tendencial es también uno de los que tienen un comportamiento con mayor incremento, siendo más pronunciado hasta las 50 iteraciones y estabilizándose desde entonces.

El Estado ha tenido un incremento importante en el desarrollo urbano que ha alcanzado altas tasas de cambio anual debido a una tasa de crecimiento 2010-2020 de 2.4% (INEGI, 2020). Por esta razón el valor inicial es de 0.81. Sin embargo, estas tendencias se agudizan dentro de las regiones, ejemplo de ello son las regiones de la Comarca Minera, Cuenca de México, Valle del Mezquital y Valle de Tulancingo.

3.2.2 Comportamiento de los atributos ambientales asociados

1. Cobertura vegetal en el escenario tendencial

El comportamiento de la cubierta vegetal de acuerdo al escenario tendencial es decreciente hasta en un 10% del total de la escala, su decrecimiento sucede en forma de una curva suavizada a partir del valor inicial.

Esto se observa en datos del diagnóstico, en los datos de cambio de uso del suelo, se observa que el bosque tuvo un leve crecimiento de 27.99% a 28.63%, al igual que el pastizal, mientras que el matorral decreció de 17.42% a 15.09%; al igual que la selva tuvo un decrecimiento de 7.71% a 6.68%. De acuerdo con el apartado degradación, se observa que la disminución de la vegetación causa también un abatimiento en la captura de dióxido de carbono, los principales afectados son municipios como Huejutla, Lolotla, Pisaflores, Tianguistengo, Zacualtipán, Huehuetla, La Misión y San Bartolo Tutotepec, correspondientes a las regiones de la Huasteca, Sierra Gorda, Sierra de Tenango y Sierra Alta.

2. Agua en el escenario tendencial

El comportamiento del agua dentro del escenario tendencial muestra que el decrecimiento más importante de todos los elementos analizados. Su función decrece en casi el 17% de su escala total y dicha tendencia es uniforme.

De acuerdo a lo observado en este estudio, haciendo la proyección a 2043 y considerando el crecimiento poblacional que habrá para dicho año se la demanda de agua domestica requerirá de 650,100 hm³, a una tasa de crecimiento de 0.87%. La demanda de agua para la industria de acuerdo a la proyección realizada del año 2015 al 2043 es de 115,744.9 hm³ y 155,875 hm³ respectivamente, obteniendo una tasa de crecimiento anual de 0.9%.

Dentro de las regiones, los acuíferos que tienen un estatus de sobre explotación son los de Cuautitlán-Pachuca, Huichapan-Tecoautla, Acaxochitlán, Metztitlán, Tulancingo y Tepeji del Río, estos dos últimos presentando una condición de déficit con disponibilidad nula, presentando este último parte de su territorio una condición de veda, mientras que los acuíferos de Atlapexco-Candelaria, Atotonilco-Jaltocán, Calabozo, Chapantongo-Alfajayucan, El Astillero, Orizatlán y Xochitlán-Huejutla se encuentran en equilibrio y por lo tanto su disponibilidad es nula.

3. Suelo en el escenario tendencial

El comportamiento del factor suelo dentro del escenario tendencial muestra un decremento del 1% con una tendencia que es uniforme. Esto significa que la disponibilidad de suelo para los sectores decrece de forma constante, aunque baja.

De acuerdo con lo observado en este estudio, haciendo la proyección a 2043 y considerando el crecimiento poblacional en el apartado de "crecimiento poblacional y demanda de los recursos", se observa una tendencia en el crecimiento de los centros urbanos que a su vez demanda la disponibilidad del recurso, este crecimiento afecta, pues influye en el establecimiento futuro de infraestructura y equipamiento; el desarrollo urbano compite con otros sectores como la agricultura por el recurso, sin embargo, al contrario del desarrollo urbano, en el apartado se observa un

decremento de superficie para la agricultura. Otros sectores que compiten por el recurso de manera significativa son la industria y este se puede ver limitado dado que constituye un sistema natural formado a partir de la dinámica y procesos en los cuales intervienen numerosos factores, tanto bióticos como abióticos, hecho por el cual estos mismos procesos son extremadamente lentos y pueden pasar hasta miles de años para que éste llegue a su maduración y sea factible para la instalación de industrias.

4. Fauna en el escenario tendencial

El comportamiento de la fauna dentro del escenario tendencial muestra un decremento del 3% de su escala total, el cual sucede en forma de una curva suavizada a partir del valor inicial, a lo largo de la línea de tendencia se mantiene, pero disminuye discretamente al llegar al año final.

De acuerdo con el apartado de degradación, se observa que el cambio de uso de suelo de la vegetación causa también un abatimiento de la cubierta vegetal y por lo tanto en el hábitat de animales mamíferos, aves, entre otros. Esto se observa en datos del diagnóstico de cambio de uso del suelo, en el que la cubierta vegetal sufre un cambio, es por tal razón que existe un decrecimiento de fauna en el escenario tendencial en el Estado.

3.2.3 Impactos ambientales acumulativos y sinérgicos para los proyectos del Estado de Hidalgo

Todos los cambios ambientales (modificaciones en la vegetación, cambio de uso de suelo, entre otros) causados por una acción natural en combinación con actividades humanas, se consideran impactos ambientales acumulativos. Los impactos sinérgicos se producen cuando existe un efecto conjunto y simultáneo de varios agentes que causan un impacto mayor que la suma de los impactos individuales (Perevochtchikova, 2013).

En este apartado, se utilizó la metodología propuesta por ConCol by WSP para la determinación del potencial de los VEC (Componentes Valiosos del Ecosistema, por sus siglas en inglés), el método consiste en recopilar estudios ambientales realizados para las unidades funcionales (proyectos), con el fin de identificar y listar los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos significativos en cada uno de los procesos de evaluación de los proyectos.

La metodología utilizada para la evaluación de impactos ambientales identificó impactos residuales, los cuales se utilizaron para establecer los niveles de potencial de los VECs; dicho nivel corresponde con los impactos que se perdurarían en el medio una vez aplicadas las medidas de manejo; de esta manera, el valor de 1 significa que no existe alteración sobre el componente valioso del ecosistema, mientras que 10 indica una alteración total sobre el componente valioso del ecosistema (Vicepresidencia de Estudios Ambientales y Sociales, 2018).

En la siguiente tabla se muestran los componentes de alto, medio y bajo impacto para el Estado, de acuerdo con los diferentes componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos para la realización de proyectos, los cuales se evalúan por fases y ponderaciones.

Tabla 20. Proyectos de alto impacto para el Estado de Hidalgo.

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
	Platah (Desarrollo Industrial)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	4	5	6	4

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	4	5	5	5
	Usos y usuarios	6	7	8	4
	Calidad de agua	4	5	5	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	3	4	4	3
	Calidad de agua subterránea	3	4	4	3
Medio biótico	Hábitats naturales	4	5	6	5
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	7	8	8	5
	Actividades comerciales	7	8	8	5
	Embotelladora Mixquiahuala	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	1	1	1	1
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	3	3	5	4
	Usos y usuarios	1	2	4	3
	Calidad de agua	2	3	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	1	1	1
	Calidad de agua subterránea	1	1	1	1
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	2	2	3	2
	Actividades comerciales	2	3	6	5
	Grupo Modelo (Apan, Hidalgo)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	4	4	6	4
	Usos y usuarios	4	4	6	4
	Calidad de agua	3	4	5	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	2	3	4	3
	Calidad de agua subterránea	2	3	4	3
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	4
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	4	4	6	4
	Actividades comerciales	4	4	6	4

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
	Complejo científico tecnológico (Litoteca, LANAE, sismológico) (Hidalgo)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	4	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	4	4	5	4
	Usos y usuarios	4	4	5	4
	Calidad de agua	3	4	5	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	2	3	4	3
	Calidad de agua subterránea	2	3	4	3
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	4
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	5	5	7	5
	Actividades comerciales	5	5	7	5
	Great Wolf Lodge (Parque turístico, Hidalgo)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	5	6	7	5
	Usos y usuarios	5	5	8	5
	Calidad de agua	5	6	7	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	5	5	5	4
	Calidad de agua subterránea	5	5	5	4
Medio biótico	Hábitats naturales	3	3	3	2
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	4	5	6	4
	Actividades comerciales	4	5	6	4
	Sincrotrón (Hidalgo)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	2	2	3	3
	Usos y usuarios	2	2	4	3
	Calidad de agua	1	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	2	1

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
Medio biótico	Calidad de agua subterránea	1	2	2	1
	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	3	6	7	5
	Actividades comerciales	2	3	3	2
	Explanada (Pachuca, Hidalgo)	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	3
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	3	4	5	3
	Usos y usuarios	2	3	6	3
	Calidad de agua	4	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	3	2
	Calidad de agua subterránea	1	2	3	2
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	2	3	6	4
	Actividades comerciales	2	3	6	4
	Centro de Distribución (CEDIS) de Farmacias Guadalajara	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	2	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	3	3	4	3
	Usos y usuarios	3	3	5	4
	Calidad de agua	3	4	6	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	1	1	1
	Calidad de agua subterránea	1	1	1	1
Medio biótico	Hábitats naturales	1	1	1	1
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	2	2	3	2
	Actividades comerciales	2	3	7	6
	Envases Universales	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	2	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	3	3	4	3

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
	Usos y usuarios	3	3	5	4
	Calidad de agua	3	4	6	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	1	1	1
	Calidad de agua subterránea	1	1	1	1
Medio biótico	Hábitats naturales	1	1	1	1
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	2	2	3	2
	Actividades comerciales	2	3	7	6
	Corredor Biológico del Puma	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	1	1	1	1
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	1	1	1	1
	Usos y usuarios	1	1	1	1
	Calidad de agua	1	1	1	1
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	1	1	1
	Calidad de agua subterránea	1	1	1	1
Medio biótico	Hábitats naturales	1	1	1	1
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	1	1	1	1
	Actividades comerciales	1	1	1	1
	Carretera a Huejutla	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	4	4	6	4
	Usos y usuarios	4	4	6	4
	Calidad de agua	3	4	5	5
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	2	3	4	3
	Calidad de agua subterránea	2	3	4	3
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	4
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	4	4	6	4
	Actividades comerciales	4	4	6	4
	Macroplanta de aguas residuales	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites	Establecer la condición de línea	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos –

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
		espaciales y temporales:	base de los VEC		diseño e implementación
Medio abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	2	2	3	3
	Usos y usuarios	2	2	4	3
	Calidad de agua	1	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	2	1
	Calidad de agua subterránea	1	2	2	1
Medio biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	3	6	7	5
	Actividades comerciales	2	3	3	2
	Atlas Renewable	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio Abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	2	2	3	3
	Usos y usuarios	2	2	4	3
	Calidad de agua	1	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	2	1
	Calidad de agua subterránea	1	2	2	1
Medio Biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	3	6	7	5
	Actividades comerciales	2	3	3	2
	Central de Abastos Miguel Hidalgo	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio Abiótico	Uso de suelo	3	4	5	3
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	3	4	5	3
	Usos y usuarios	2	3	6	3
	Calidad de agua	4	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	3	2
	Calidad de agua subterránea	1	2	3	2
Medio Biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	2	3	6	4

Componente	Proyecto	Fase de evaluación			
		2	3	6	4
	Actividades comerciales	2	3	6	4
	Aeropuerto de Santa Lucía	Fase de evaluación preliminar I – VEC, límites espaciales y temporales:	Establecer la condición de línea base de los VEC	Evaluación de impactos acumulativos sobre los VEC	Gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación
Medio Abiótico	Uso de suelo	3	4	5	4
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua superficial	2	2	3	3
	Usos y usuarios	2	2	4	3
	Calidad de agua	1	2	3	2
	Disponibilidad en calidad y cantidad de agua subterránea	1	2	2	1
	Calidad de agua subterránea	1	2	2	1
Medio Biótico	Hábitats naturales	2	3	4	3
Medio socioeconómico	Asentamientos humanos	3	6	7	5
	Actividades comerciales	2	3	3	2

Fuente: Elaboración propia con datos de VEC.

Con esta información se da a conocer los proyectos y alternativas para el Estado. Los proyectos más representativos son: Platah (Desarrollo Industrial), Embotelladora Mixquiahuala, Grupo Modelo (Apan), Complejo Científico Tecnológico (Litoteca, LANAE, sismológico), Great Wolf Lodge (Parque turístico), Sincrotrón, Explanada (Pachuca de Soto) y Centro de Distribución (CEDIS) de Farmacias Guadalajara. Estos proyectos tienen la finalidad de apoyar a la población hidalguense, con actividades socioeconómicas, científicas y tecnológicas.

En la tabla siguiente, se muestran los componentes del ecosistema, al igual que su magnitud e importancia, con el fin de valorar los cambios e impactos presentes sobre diferentes unidades territoriales.

Tabla 21. Magnitud e importancia sobre los componentes del ecosistema

	Magnitud	Importancia
1	Ninguna alteración sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema no relacionado con la calidad del medio.
2	Alteración muy leve sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema poco relevante con la calidad del medio. Efecto puntual sobre el VEC.
3	Alteración leve sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema relevante con la calidad del medio. Efecto local (máximo 1 unidad territorial menor) sobre el VEC.

	Magnitud	Importancia
4	Alteración moderada sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema relevante con la calidad del medio. Efecto trasciende lo local (varias unidades territoriales menores, pero únicamente 1 unidad territorial mayor) sobre el VEC.
5	Alteración entre moderada y fuerte sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema relevante con la calidad del medio. Efecto regional (hasta 3 unidades territoriales mayores) sobre el VEC.
6	Alteración fuerte sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema relevante con la calidad del medio. Efecto regional (más 3 unidades territoriales mayores) sobre el VEC.
7	Alteración muy fuerte sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema muy relevante con la calidad del medio. Efecto regional (hasta 3 unidades territoriales mayores) sobre el VEC.
8	Alteración entre fuerte y extremadamente fuerte sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema muy relevante con la calidad del medio. Efecto regional (más 3 unidades territoriales mayores) sobre el VEC.
9	Alteración extremadamente fuerte sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema extremadamente importante para mantener la calidad del medio local, regional y nacional. Efecto que trasciende los límites del país y podría afectar a otro país limítrofe.
10	Alteración total sobre el componente valioso del ecosistema	Componente Valioso del Ecosistema extremadamente importante para mantener la calidad del medio local, regional y nacional. Efecto que trasciende los límites del país.

Fuente: Elaboración propia con base en los proyectos estratégicos del Estado.

3.3 Escenario contextual mediante el modelo KSIM

Este escenario pretende mostrar la prospección de todos los componentes del modelo socioambiental global que tendrían lugar en el Estado, pero a diferencia del tendencial se incluyen en el sistema los PPPyA de los tres órdenes de gobierno, así como los megaproyectos que inciden directamente en el uso de suelo del territorio.

En la prospección se incluyen a los PPPyA que interaccionan con los elementos que resaltaron en el diagnóstico del territorio hidalguense a fin de conocer los efectos en cuanto al deterioro ambiental, bienes y servicios ambientales, la limitación de los recursos naturales, las propuestas para las áreas de conservación, protección y restauración, así como la aptitud y conflictos territoriales de los sectores económicos.

En la tabla 22 se presenta la matriz de impactos de los componentes del modelo socioambiental para este escenario, también se incluyen los valores iniciales justificados en la introducción de este apartado. Los valores de impacto entre las variables son los mismos que la del escenario tendencial, solo con la diferencia de que en este se le agrega un impacto positivo de 1 a todas las variables debido a la presencia de los programas de desarrollo rural, social y ambiental.

Tabla 22. Matriz de Impactos dirigida a la imagen objetivo.

Valor inicial		Agricultura	Forestal	Minería	Conservación	Industria	Turismo	Desarrollo urbano	Cobertura vegetal	Agua	Suelo	Fauna	Programas desarrollo rural	Programas desarrollo social	Programas desarrollo ambiental	Áreas protegidas	Áreas sin riesgo
0.98	Agricultura	0	1	-1	1	-2	0	-3	1	3	3	1	1	1	1	-2	1
0.43	Forestal	-2	0	-2	2	-2	-1	-3	3	2	3	2	1	1	1	-1	1
0.55	Minería	-1	-3	0	-2	2	-1	0	-2	2	3	0	1	1	1	-3	1
0.5	Conservación	-2	-2	-2	0	-3	-2	-3	3	3	3	2	1	1	1	3	0
0.85	Industria	-1	1	2	-2	0	1	-2	-1	3	3	0	1	1	1	-2	2
0.75	Turismo	0	2	1	2	1	0	2	2	2	1	2	1	1	1	1	0
0.81	Desarrollo urbano	2	-1	2	-1	-1	2	0	2	3	3	1	1	1	1	-2	2
0.83	Cobertura vegetal	-3	-1	-3	2	-3	-1	-3	0	3	3	2	1	1	1	2	0
0.85	Agua	-2	2	-2	2	-2	-1	-3	3	0	0	0	1	1	1	1	0
0.97	Suelo	-2	2	-2	2	-1	0	-2	3	1	0	2	1	1	1	1	0
0.6	Fauna	-2	-1	-2	3	-2	-1	-3	3	3	1	0	1	1	1	2	0
0.95	Programas desarrollo rural	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	Programas desarrollo social	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0.7	Programas desarrollo ambiental	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0.66	Áreas protegidas	-1	-1	-1	3	-2	-1	-1	3	3	3	2	1	1	1	0	0
0.42	Áreas sin riesgo	0	1	-2	2	-2	0	-2	3	-1	0	0	1	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Impacto de los PPPyA en los componentes

1. Planes y programas

El impacto de los PPPyA en los sectores económicos y los recursos naturales generó utilizando los resultados del diagnóstico y la información sobre los proyectos estratégicos para el Estado.

De acuerdo con los análisis realizados en el diagnóstico, del porcentaje total de PPPyA 57.69% son para el desarrollo urbano, 14.10% para el sector conservación de los recursos naturales y biodiversidad, 7.58% para residuos sólidos, 5.45% para turismo, 4.43% para agricultura, 4.43% para el sector pecuario, 2.98% para el sector forestal, 2.56% para el sector industria y menos del 1% para los sectores acuícola y minería. Con base en el análisis sobre el índice de congruencia el 73.81% de los municipios presentan congruencia con las políticas ambientales, el 11.90% de éstos presentaron incongruencias porque tienen un elevado número de PPPyA, además 7.14% tienen poca congruencia dado el bajo número de PPPyA, así mismo el 5.95% son poco congruentes por un elevado número de PPPyA, finalmente se tiene que el 1.19% son incongruentes a causa del bajo número de PPPyA.

Adicionalmente se analizó la información sobre la relación que hay de los sectores con las dependencias gubernamentales del Estado con base en la siguiente figura.



Figura 72. Relación entre las dependencias y los sectores económicos para su desarrollo.

Fuente: Elaboración propia.

2. Concurrencia de los principales programas que impactan territorialmente

Los programas generados implementados en la actual administración del Estado y relacionados con el OETH se clasificaron considerando un posible impacto directo al área a ordenar y el concepto de sustentabilidad en: 1) dependencias y programas para el desarrollo rural, 2) las dependencias y programas para el aspecto ambiental y 3) dependencias y programas de impacto social.

Las instituciones que apoyan el desarrollo rural son SEDAGRO, SAGARPA e INHIFE, con programas para infraestructura para la urbanización rural, educativa, vivienda y carreteras, además de apoyos para el sector agrícola y ganadero, entre ellos para la creación de viveros.

Por otro lado, en el ámbito ambiental la SEMARNAT (federal), SEMARNATH, CONABIO, CONAZA y CONANP son, las instituciones que de acuerdo a los



análisis previos realizados en la etapa de diagnóstico de este OETH son las encargadas de programas para el desarrollo y cuidado ambiental. Entre los programas más representativos se mencionan a los siguientes: I) conservación de recursos naturales, II) ordenamientos ecológicos territoriales, III) programas federales de agua potable y saneamiento, IV) la reactivación de plantas de tratamiento de agua residual, V) PRODERS, VI) permanencia de la diversidad biológica de cada región, VII) reducción en el consumo de plásticos de un solo uso, VIII) riesgos por el manejo de materiales peligrosos en instalaciones para la prevención de accidentes y VIII) verificación para no contaminar.

Finalmente, para el desarrollo social las instituciones encargadas de los programas de mayor impacto son SEDESO, SEMOT, INADEM, SECTUR, SOPOT y SEPH. En su gran mayoría cuentan con programas de infraestructura y urbanización además del impulso turístico como el programa de pueblos mágicos, por mencionar algunos.

En el diagrama siguiente se puede observar a través de un esquema de Venn, como las diferentes instituciones interviene en los temas de interés, de manera que se encuentra que el desarrollo social podría ser complementario con el desarrollo ambiental y rural apoyándose de las instituciones tales como CONACYT, CONAGUA y SEDATU creando programas como PROCAPTAR, PROAGUA, PRAH proyectos de investigación ambiental, infraestructura para el hábitat, prevención de riesgos, modernización de los registros públicos de la propiedad y catastros, mejoramiento urbano "Mi México Late" y fomento al desarrollo agrario.

Los programas de desarrollo ambiental interceptan con los de desarrollo rural a través de las instituciones como CONAFOR para realizar programas que incentivan la explotación de los recursos naturales en forma responsable y la regeneración de la cubierta vegetal, o los programas de Proárbol, desarrollo forestal sustentable y viveros, corresponden a las aseveraciones anteriores.

La SEDECO tiene una participación en la inserción con el desarrollo rural y social. Los programas que la SEDECO implementa están enfocados en el emprendimiento, el apoyo a los pequeños, medianos y grandes empresarios, los que implica que el desarrollo social y rural están

convergiendo en una economía, es decir las propuestas de emprendimiento están tomando en cuenta desarrollos básicos y de sustento científico, mientras que en los medios rurales se aumenta la responsabilidad para el cuidado del medio ambiente.

No obstante, la consulta ciudadana demuestra que hace falta una mejor articulación entre programas para generar procesos proactivos en los cuales los recursos y esfuerzos de las instituciones y secretarías tengan un impacto de mayor relevancia.



Figura 73. Diagrama de Venn relación de los programas
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la información sobre los proyectos estratégicos se indica a continuación.

3. Proyectos estratégicos

Se analizaron los proyectos estratégicos y relevantes para el Estado que impactarán directamente en el OETH y darán un giro al desarrollo de los

diferentes sectores económicos, entre los proyectos más destacados, entre estos se encuentran:

- 1. Macroplaza Explanada:** este centro comercial será de entretenimiento con servicios integrados como lo es salud, alojamiento y educación, se encuentra en el municipio de Zempoala impulsando al crecimiento del desarrollo urbano, turismo e industria.
- 2. PLATAH:** Este proyecto se localiza en el municipio de Villa de Tezontepec intersección del Arco Norte con la Carretera México-Pachuca. Se trata de una zona industrial, logística, comercial y de servicios que proporcionará un cambio en la tendencia del crecimiento del sector industria, conservación y desarrollo urbano. El proyecto busca ser sustentable y amigable con el medio ambiente generando áreas verdes, implementando el uso de PTAR y producción de gas natural.
- 3. Parque científico tecnológico:** Este proyecto de desarrollo empresarial, de ciencia e innovación con espacios para conglomerar los sectores académico y empresariales impulsará al desarrollo urbano e industria con la construcción de litoteca, LANAE y sismológico, laboratorios que serán de gran impacto para la ciencia. El proyecto se ubicará en el municipio de Mixquiahuala de Juárez.
- 4. Embotelladora Mixquiahuala:** Este proyecto plantea una expansión de la planta actual con su consecuente impacto territorial, ecológico y urbano.
- 5. Grupo MODELO:** Con el desarrollo de esta gran empresa de industria alimentaria con producción y envase de bebidas gaseosas alcohólicas en el municipio de Apan, se generará un cambio en el crecimiento tendencial de la industria y agricultura, así como en la demanda del recurso hídrico.
- 6. Corredor Biológico del Puma:** Tras la generación de la Estrategia Estatal de Biodiversidad, y el avistamiento de grandes felinos en las partes montañosas de la zona limítrofe del municipio de Actopan con los Municipios de Santiago de Anaya y San Agustín Metzquitlán.
- 7. Sincrotrón:** Es un proyecto de infraestructura de gran ciencia basada en el análisis de la materia a través de la producción de radiación, esto impulsará principalmente a la ciencia biotecnológica, al estudio

de materiales con niveles de resolución superiores a las técnicas convencionales y se prevé que cambiará el crecimiento tendencial del desarrollo urbano aumentando la infraestructura del Estado, con una posible construcción en la zona metropolitana de Pachuca.

8. **Envases Universales.** El anuncio del emplazamiento de la empresa en el municipio de Villa de Tezontepac se inicia en 2019 con tres divisiones: alimentos, PET y aluminio. Se define que dicha empresa será ubicada en las inmediaciones de PLATAH.
9. **CEDIS Farmacias del Ahorro.** El Centro de Distribución de Farmacias del Ahorro se anuncia en 2019, como una infraestructura necesaria para las tiendas de dicha cadena.
10. **Carretera Huejutla:** El proyecto de la interconexión de la cabecera municipal de Huejutla busca tener una mayor comunicación con los municipios aledaños y mejorar el acceso de bienes y servicios como consecuencia de la comunicación vial.
11. **Atlas Renewable Energy:** El proyecto pretende poder generar energía eléctrica mediante el uso de energías renovables buscando reducir costos y reducir las emisiones contaminantes causadas al generar la energía eléctrica de manera convencional, de igual manera prestar el servicio eléctrico de una manera más eficiente.
12. **Aeropuerto de Santa Lucía.** Tras la definición de Gobierno Federal de realizar el Aeropuerto Internacional en la Base Aérea de Santa Lucía, en el Estado de Hidalgo, por ser zona colindante, se espera impacto territorial, urbano y ecológico debido a que este proyecto necesita una cantidad considerable de recurso.
13. **Macroplanta de tratamiento de aguas residuales:** El proyecto de tratamiento de agua residual en Tulancingo de Bravo el cual pretende encontrar un uso extra al agua recolectada de la planta.
14. **Central de abastos:** Este proyecto impactará directamente al comercio y al sector desarrollo urbano prometiendo ser la central de abasto más moderna de Latino América generando infraestructura para el municipio de Zapotlán de Juárez.
15. **Great Wolf Lodge:** Es un parque acuático temático de alto nivel que se realizará en el municipio de Tepeji del Río. Impulsará el crecimiento del sector turismo y desarrollo urbano, prometiendo tener turistas nacionales e internacionales que apoyarán a la economía del Estado.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Finalmente, la solución del modelo se presenta mediante la matriz de impacto y una figura que muestra el comportamiento de los sectores y recursos naturales, que consideran el análisis de PPPyA.

3.3.2 Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo

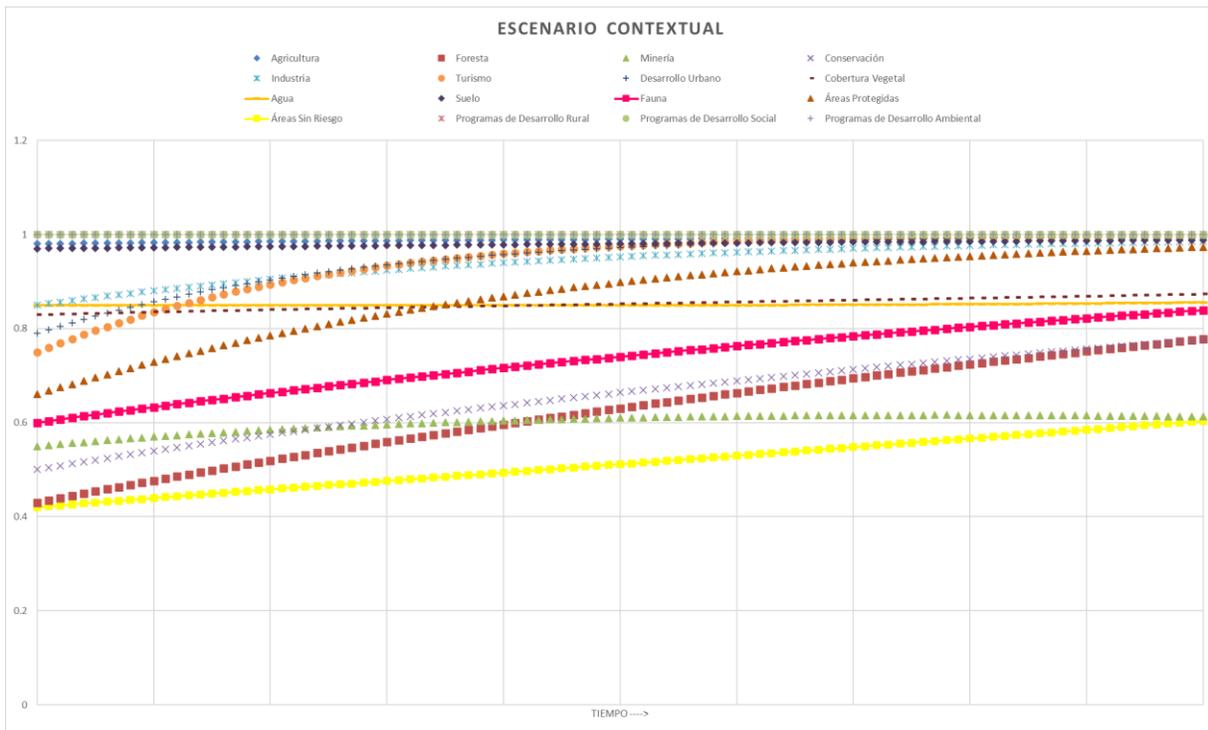


Figura 74. Escenario contextual a 25 años.

Fuente: Elaboración propia como resultado de Modelo KSIM.

1. Sector agrícola en el escenario contextual

El sector agrícola presenta un comportamiento creciente en el escenario contextual. Su crecimiento es apenas perceptible, estabilizándose rápidamente en la cercanía de su límite superior. El incremento para este sector fue mayor en comparación con el proyectado para el escenario tendencial en un 1%. El aumento se debe a que existen 4.43% de PPPyA enfocados a este sector relacionados con el aumento de la productividad, los seguros de pérdida de cultivo por riesgos hidrometeorológicos, acompañamiento técnico para pequeños productores, por mencionar algunos, para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH. No obstante, el deterioro ambiental y la regulación de las tierras de cultivo es un aspecto que debe considerarse en la propuesta estratégica.

2. Sector forestal en el escenario contextual

El sector forestal se describe mediante una función creciente en la cual aún en la última interacción sigue creciendo. En comparación con el escenario tendencial su crecimiento es mayor en un 35%. Cabe resaltar que para dicho sector hay 2.98% de PPPyA a nivel estatal. Algunos de los programas de alto impacto que pueden estar relacionados con este incremento son los de reforestación, manejo forestal y la restauración de microcuencas, por mencionar algunos. Para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

3. Sector minería en el escenario contextual

El sector minería lo describe una función semiparabólica alcanzando un máximo en la iteración 70, posteriormente decrece. En comparación con el escenario tendencial en la cual el escenario es decreciente para todas las iteraciones, se muestra que el sector con los PPPyA reportados puede mejorar su condición de desarrollo. Cabe resaltar que para dicho sector hay menos del 1% de PPPyA a nivel estatal, un dato importante es que el sector cuenta con sus propios programas. Es muy probable que los programas en beneficio para el sector conservación y forestal sean la causa del incremento en el desarrollo de este sector, lo anterior tiene congruencia con la opinión pública en la que se manifiesta que existe la explotación de minerales aunada a la aplicación acciones sobre reforestación o recuperación de la belleza escénica, no obstante, para mayor detalle se requiere consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

4. Sector conservación en el escenario contextual

El sector conservación se describe mediante una función creciente hasta la última iteración analizada. En comparación con el escenario tendencial su crecimiento es mayor en un 29%. Cabe resaltar que para dicho sector hay 14.10% de PPPyA a nivel estatal. Algunos de programas los de alto impacto que pueden estar relacionados con este incremento son los que definen el establecimiento de UMAs, reforestación, restauración, protección de especies de acuerdo a la norma 059, el decreto de las ANP, por mencionar algunos, para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

5. Sector industria en el escenario contextual

El sector industria lo describe una función parabólica la cual alcanza un máximo al final de las iteraciones. En comparación con el escenario tendencial su crecimiento es mayor en un 3%. Cabe resaltar que para dicho sector hay 2.56% de PPPyA a nivel estatal. Algunos de los programas de alto impacto que pueden estar relacionados con este incremento están relacionados con el emprendimiento, generación de redes empresariales, programas para la incorporación de personal altamente capacitado en la industria, por mencionar algunos, para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

6. Sector turismo en el escenario contextual

El sector turismo lo describe una función parabólica la cual alcanza un máximo en la iteración 70. En comparación con el escenario tendencial no hay una diferencia en el crecimiento, lo cual indica que el escenario tendencial se proyecta con el impacto que tienen los PPPyA existentes, los cuales son de un 5.45% a nivel estatal, estos programas están relacionados con la incorporación de algunos municipios a la lista de los pueblos mágicos en los que Zimapán tuvo una participación importante, con la promoción de ferias locales, ferias gastronómicas, festivales de cultura, por mencionar algunos, para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

7. Sector desarrollo urbano en el escenario contextual

El sector desarrollo urbano lo describe una función parabólica la cual alcanza un máximo en la iteración 80. En comparación con el escenario tendencial hay una diferencia antes de alcanzar el valor máximo, para posteriormente converger con los valores, lo cual implica que el escenario tendencial se proyecta con el impacto que tienen los PPPyA existentes, que representan un 57.69% a nivel estatal, y se considera el impacto de la tasa de crecimiento 2010-2020 de 2.4%. Estos programas están relacionados con la infraestructura básica, habitacional, restauración de vialidades, por mencionar algunos, para mayor detalle consultar el catálogo de PPPyA federales, estatales y municipales presentados en el diagnóstico del OETH.

3.3.3 Comportamiento de los atributos ambientales

1. Cobertura vegetal en el escenario contextual.

En este apartado se analiza la interacción entre sectores económicos, PPPyA y atributos ambientales, con el enfoque de cómo cada uno de los sectores afecta o beneficia al atributo ambiental principal, así como la incidencia de cada uno de los planes, proyectos, programas y acciones.

El comportamiento de las áreas protegidas, el sector forestal y el turismo, de acuerdo con el escenario contextual incrementan considerablemente. Esto se observa de acuerdo con los programas de desarrollo rural existentes en el Estado, es decir, en algunas zonas forestales se tienen programas de manejo forestal y proyectos de reforestación, los cuales ayudan para que este sector se vea incrementado, de esta manera, para el caso de las áreas protegidas, se tiene programas de manejo, es por tal motivo que sus proyecciones tienen un incremento, el turismo incrementa en su proyección debido a las áreas protegidas y al sector forestal, es decir, el sector turismo se ve sumamente beneficiado por los dos componentes antes mencionados.

2. Agua en el escenario contextual

El comportamiento del agua dentro del escenario contextual muestra un ligero crecimiento en la disponibilidad de este recurso, sin embargo, esto no significa que sea adecuada para las actividades diarias (domésticas, industriales, agrícolas, entre otras) ya que los megaproyectos afectarán considerablemente a la contaminación de este recurso tan importante. De esta manera se tiene la necesidad de implementar más PPPyA para una mejor gestión del agua, se refleja en la falta de evaluación de los contaminantes en los cuerpos de agua y el bajo nivel de infraestructura para el tratamiento de agua residual, es por lo anterior que en el modelo conceptual se indicó una relación desequilibrada con los programas de desarrollo social, ambiental y rural, sin embargo, desde el punto de vista contextual es necesario contar con una mayor infraestructura de plantas tratadoras de agua para que la disponibilidad de este recurso no se vea mermada, ya que los megaproyectos demandarán en gran medida agua para cubrir sus necesidades.

De acuerdo con el escenario contextual el acuífero Cuautitlán-Pachuca será el más afectado debido al exceso de proyectos en esa zona, pudiendo ocasionar un desabasto del recurso. En el caso de los proyectos como Great Wolf Lodge y la embotelladora de Mixquiahuala de Juárez, brindarán requerirán así de un servicio hídrico el cual será brindado sin problemas de afectación en el acuífero del Valle del Mezquital, es decir, ambos proyectos provocarán un impacto bajo en ella.

3. Suelo en el escenario contextual

El comportamiento del suelo dentro del escenario contextual muestra un ligero crecimiento en la disponibilidad de este recurso, esto es por el cambio de uso de suelo causado por diversas actividades. Este crecimiento representa el 1% lo cual significa una inclusión de programas en la restauración de suelos.

Sin embargo, la principal causa de este ligero aumento se debe principalmente a los programas de vivienda, los cuales son un insumo para que el cambio de uso de suelo cambie y en este caso se vea incrementado el recurso suelo, de esta manera se tiene que el desarrollo urbano compite con otros sectores como la agricultura, la industria, entre otros por este recurso, sin embargo, al contrario del desarrollo urbano, en el apartado se observa un decremento de superficie para la agricultura.

4. Fauna en el escenario contextual

El comportamiento de la fauna dentro del escenario contextual muestra un incremento, su función crece un 20% de su escala total, el crecimiento sucede en forma exponencial a partir del valor inicial a lo largo de la línea de tendencia aumenta al llegar al año final.

El motivo del incremento de la fauna se debe a la aplicación de programas como el establecimiento de UMA's que está relacionado con la conservación de flora y fauna, en el Estado se observa en la etapa de Diagnóstico que la mayoría de las UMA's son para la conservación de la fauna como reptiles, aves y mamíferos, además de programas como la restauración o reforestación que aumentan las áreas de vegetación lugares donde la fauna incide asignando estos sitios como hábitat para su establecimiento.

3.4 Escenario estratégico mediante el modelo KSIM

Este escenario muestra la prospección de todos los componentes del modelo socioambiental global que tendrían lugar en el Estado partiendo del escenario tendencial y contextual. En la prospección se incluyen estrategias que inhiban las tendencias no deseadas y que sean viables de aplicar a través de programas estratégicos. Es decir, es la manera de construir un escenario deseable y plausible para los sectores económicos.

En la tabla siguiente tabla, se presenta la matriz de impactos de los componentes del modelo socioambiental para el escenario estratégico y se incluyen los valores iniciales PPPyA con mayor peso. Se utilizó toda la información de del escenario contextual más la imagen objetivo, construida mediante un ejercicio de consulta ciudadana, en la que se definieron las prioridades de los sectores económicos y los recursos naturales, junto con una serie de soluciones a los problemas prioritarios.

Tabla 23. Matriz de impactos para el escenario estratégico.

Valor inicial		Agricultura	Forestal	Minería	Conservación	Industria	Turismo	Desarrollo urbano	Cobertura vegetal	Agua	Suelo	Fauna	Programas desarrollo rural	Programas desarrollo social	Programas desarrollo ambiental	Áreas protegidas	Áreas sin riesgo
0.98	Agricultura	0	1	0	2	-1	0	-3	1	3	3	1	2	0	0	-2	1
0.43	Forestal	0	0	-2	2	1	3	-3	3	2	3	2	2	0	1	-1	1
0.55	Minería	-1	-1	0	-1	2	2	1	-2	2	3	0	0	0	0	-3	1
0.5	Conservación	1	2	-1	0	1	2	-3	3	3	3	2	0	0	1	3	0
0.85	Industria	-1	1	2	-1	0	1	2	-1	3	3	0	1	2	0	-2	2
0.75	Turismo	0	2	2	2	1	0	2	2	2	1	2	0	2	1	1	0
0.81	Desarrollo urbano	1	1	2	1	0	3	0	2	3	3	1	0	2	0	-2	2
0.83	Cobertura vegetal	-1	2	-2	2	-1	3	-3	0	3	3	2	-2	-1	1	2	0
0.85	Agua	-1	2	-2	2	1	2	-3	3	0	0	0	-2	-1	1	1	0
0.97	Suelo	1	2	-2	2	-1	1	-3	3	-1	0	2	-2	-2	1	1	0
0.6	Fauna	1	2	-1	3	0	2	-3	3	3	1	0	-2	-1	1	2	0
0.8	Programas desarrollo rural	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.85	Programas desarrollo social	0	0	1	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9	Programas desarrollo ambiental	0	1	1	2	1	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.66	Áreas protegidas	0	1	-1	3	1	2	-1	3	3	3	2	-1	-1	1	0	0
0.42	Áreas sin riesgo	0	1	-1	2	-1	1	-2	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente Elaboración propia.

La tabla anterior muestra los valores iniciales y el nivel de impacto entre variables, se leen de la misma manera que se presentó al inicio del capítulo. La diferencia de esta matriz con respecto a la de los otros escenarios es que incluyen al análisis la estrategia que el Estado, la ciudadanía y los especialistas proponen para conseguir el equilibrio del sistema socio ambiental. El principal resultado que deriva de esta tabla es el comportamiento del sistema socio ambiental, presentado a través de la solución del modelo K-SIM mostrado más adelante (ver siguiente figura)

3.4.1 Imagen objetivo

Como parte de la estrategia, En la siguiente tabla se observan las imágenes objetivo-recabadas durante los talleres de opinión ciudadana, las cuales se dividen con base en los sectores económicos. Las regiones donde se realizaron los talleres se identificaron como I.- Altiplanicie-Pulquera, II.- Otomí-Tepehua, III.- Tula, IV.- Valle del Mezquital, V.- Sierra Gorda, VI. - Pachuca-Tizayuca, VII.- Sierra y VIII.- Huasteca, cabe mencionar que los resultados se presentan con base a las regiones naturales del Estado.

Tabla 24. Recopilación de las imágenes objetivos provenientes de la consulta ciudadana.

Sector	Región	Imagen Objetivo
Desarrollo Urbano	Altiplanicie Pulquera	Trabajar en conjunto el desarrollo urbano ordenado y el ordenamiento ecológico territorial enfocándolo a la sustentabilidad.
	Otomí-Tepehua	Establecer que el desarrollo urbano sea sustentable y sostenible.
	Tula	Establecer un marco normativo para el reglamento, vigilancia y correcta aplicación de los planes de ordenamiento.
	Valle Del Mezquital	Que el desarrollo urbano ordenado este enfocado a la sustentabilidad, y que conlleve al mejoramiento de la calidad de aire aunado con la conservación y restauración del medio ambiente.
	Pachuca-Tizayuca	Que haya una correcta aplicación de normativas y programas de desarrollo actual, de igual manera que exista un óptimo desarrollo de la infraestructura, pensado en proyectos de corto, mediano y largo plazo. Y que todo esto se trabaje en conjunto de los tres órdenes de gobierno.
	Sierra Gorda	Dar el mantenimiento y ampliación de las vías de comunicación y hacerlo apuntando hacia la sustentabilidad. Y regular la contaminación provocada por la actividad minera.
	Sierra	Establecer un desarrollo urbano sustentable, reducir la contaminación en el agua.
	Huasteca	Generar un plan de desarrollo urbano tomando en consideración el ordenamiento ecológico territorial.
	Altiplanicie Pulquera	Disminución de la contaminación ambiental (suelo, agua, aire) proliferación de la fauna nociva a través del control de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo con la participación del sector público, privado y población en general.
	Otomí-Tepehua	
Residuos Sólidos	Tula	Manejo integral de los residuos sólidos
	Valle Del Mezquital	Implementar el manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos.
	Pachuca-Tizayuca	Disminuir la cantidad de residuos sólidos urbanos que se disponen inadecuadamente.
	Sierra Gorda	Reducción de hasta un 90% de residuos inorgánicos y el aprovechamiento al 100% de los orgánicos. Así como la implementación de medidas de protección en la actividad minera al momento de tratar los R.S.M.M.
	Sierra	Manejar integralmente los Residuos Sólidos, mediante la disposición valoración aprovechamiento y educación ambiental, para disminuir la contaminación, mejorar la calidad de vida y recuperar las zonas de impacto ambiental.
	Huasteca	Manejar integralmente los Residuos Sólidos Urbanos mediante la disposición separación, reciclaje y aprovechamiento para la conservación del medio ambiente.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Sector	Región	Imagen Objetivo
Conservación de los recursos y Biodiversidad	Altiplanicie Pulquera	Hacer estudios para identificar potenciales áreas naturales para su protección y así garantizar la disponibilidad del agua para futuras generaciones, restaurarlas y a través de esto generar empleos. De igual manera contribuir a la conservación generando menor cantidad de residuos.
	Otomí-Tepéhua	Incentivar el correcto aprovechamiento de los recursos naturales.
	Tula	Hacer énfasis en la restauración, protección y conservación de los cuerpos de agua.
	Valle Del Mezquital	Mantener las áreas de conservación presentes y mejorar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
	Pachuca-Tizayuca	Conservar la biodiversidad de la región mediante la protección, restauración y aprovechamiento sustentable, para que estos impulsen el desarrollo económico y el bienestar social.
	Sierra Gorda	Incrementar las áreas naturales protegidas para tener un aprovechamiento sustentable de estas.
	Sierra	Evitar la continua degradación de los ecosistemas mediante un plan de acción que evite la pérdida de la cobertura vegetal. Obtener en la conservación una mayor inversión por parte del gobierno y sector público.
	Huasteca	Proponer acciones y estrategias para el aprovechamiento de los recursos naturales y la biodiversidad de la región.
	Altiplanicie Pulquera	Correcto aprovechando de la minería, aplicar estrictamente la normativa con el fin de minimizar las afectaciones al medio ambiente. Así como impulsar el desarrollo minero y todo lo aunado a él.
	Otomí-Tepéhua	Aplicación de la normatividad pertinente hacia la minería y así tener un óptimo aprovechamiento sustentable de esta.
Minero	Tula	Aprovechamiento sustentable de la minería. Coadyuvar, incrementar y fomentar la estabilidad de esta.
	Valle Del Mezquital	Aprovechar los recursos mineros no metálicos de manera sustentable.
	Pachuca-Tizayuca	Incentivar que la minería sea responsable social-ambientalmente.
	Sierra Gorda	Potencializar la actividad minera en forma responsable a corto, mediano y largo plazo con un crecimiento de un 70% a un 95%.
	Sierra	Fomentar una minería sostenible mediante la regulación para detonar la economía regional.
	Huasteca	Potencializar la actividad minera regulada y sostenible para detonar la economía regional.
	Altiplanicie Pulquera	Potenciar la zona turística de la laguna de Tecocomulco, fomentar la conservación y promoción de la cultura del maguey, rescatar la charrería e impulsar el turismo colonial.
	Otomí-Tepéhua	Diagnosticar y seleccionar áreas de atracción para que a través de la difusión se atraiga al turismo en la región.
	Tula	Conservar, restaurar y potencializar el valor turístico a través de los recursos culturales y naturales de la región para impulsar el Desarrollo Económico.
	Valle Del Mezquital	Creación de rutas turísticas en conjunto con los prestadores de servicio, mantenimiento y ampliación de las vías de comunicación, correcta señalización de las zonas turísticas. Así como Rescatar la cultura mediante la capacitación y así impulsar el turismo, implementar seguridad en las zonas turísticas, así como potenciar la conservación de los recursos naturales.
Turismo	Pachuca-Tizayuca	Impulso y desarrollo del sector a través de la modernización y especialización de los principales destinos turísticos.
	Sierra Gorda	Detonar el Parque Nacional Los Mármoles como un producto ancla para la región, incentivar la cultura turística, elaborar un inventario turístico, impulsar el turismo hacia el extranjero.
	Sierra	Promover la cultura turística mediante un comité turístico, reforzado por autoridades municipales y difundir las zonas turísticas potenciales.
	Huasteca	Identificar los proyectos y productos turísticos que sean sustentables, promover la cultura turística para así impulsar económicamente la región.

Sector	Región	Imagen Objetivo	
Forestal	Altiplanicie Pulquera	Realizar un diagnóstico de las zonas a restaurar, para reconocer las necesidades de cada zona con aptitud forestal. Hacer un aprovechamiento sustentable de los recursos, para garantizar la permanencia de las especies. Definir las áreas de conservación, de protección y restauración y reconocer la dimensión de cada área para su preservación y restauración	
	Otomí-Tepehua	Mantener los recursos naturales bajo un esquema de manejo forestal sustentable que tenga por efecto el mejoramiento ambiental, económico y social.	
	Tula	Reforestación de zonas en degradación. Evitar la deforestación.	
	Valle Del Mezquital	Preservar culturalmente especies forestales no maderables (maguey, lechuguilla, orégano, biznaga). Diseñar programas de sanidad y reforestación en ecosistemas forestales. Implementar una estrategia de conservación y restauración de áreas de recarga de acuíferos.	
	Pachuca-Tizayuca	Mejorar y mantener los ecosistemas forestales sanos y productivos generando bienes y servicios ambientales para un desarrollo social y económico.	
	Sierra Gorda	Incorporar áreas de manejo forestal sustentable mediante programas de difusión y capacitación.	
	Sierra	Potencializar las zonas forestales sustentables para mantener la biodiversidad y lograr un desarrollo económico que sea reflejado en el bien social.	
	Huasteca	Unificar criterios de las instituciones gubernamentales encargados del medio ambiente.	
	Altiplanicie Pulquera	Conservar la fertilidad de suelo agrícola mediante el zanjeo y reforestación de los bordos para evitar la erosión del suelo y deslaves. Aumentar el volumen de líquido en los cuerpos de agua en relación mediante el desazolve de presas, jagüeyes y bordes para mejorar el desarrollo de la actividad agropecuaria.	
	Otomí-Tepehua	Preservar los recursos naturales a través de biotecnologías amigables con el medio ambiente para asegurar la demanda de consumo.	
Agricultura	Tula	Impulsar la productividad agropecuaria mediante el uso de biotecnologías sustentables para asegurar y garantizar alimentos sanos, además de la generación de un ingreso económico mayor para los productores.	
	Valle Del Mezquital	Producción de alimentos inocuos a través del uso responsable de los recursos para mejorar el posicionamiento tanto en mercados nacionales como internacionales y aumentar la calidad de vida de los productores.	
	Pachuca-Tizayuca	Aumentar la productividad de los sectores mediante técnicas y aprovechamiento sustentable de recursos, para conservar el ambiente y mejorar la calidad de vida de la población.	
	Sierra Gorda	Aumentar la producción y el desarrollo del sector mediante la tecnificación, así como el control y cuidado del suelo para obtener mejores productos para que las personas tengan una mejor calidad de vida.	
	Sierra	Lograr la sustentabilidad del sector mediante un manejo adecuado del suelo y la implementación de nuevas tecnologías.	
	Huasteca	Incrementar la producción del sector mediante el uso de tecnologías sustentables para mejorar la calidad de vida de los productores.	
	Altiplanicie Pulquera	Establecer o definir las áreas o zonas de vocación industrial a través de un programa de ordenamiento territorial. Identificar los alcances para la instalación de la industria adecuada de la región y su desarrollo sustentable.	
	Industria	Otomí-Tepehua	Identificar zonas industriales y el uso de suelo adecuado para el desarrollo del sector. Definir las áreas industriales, consolidar la infraestructura.
		Tula	Cumplir con la legislación ambiental, tanto estatal como federal. Generación de energía eléctrica propia como generador de gas natural, para mejoras ambientales y económicas. Desarrollo adecuado mediante planes de acción para llevar acabo el desarrollo ambiental, económico y social.

Sector	Región	Imagen Objetivo
	Valle Del Mezquital	Incorporar criterios de sustentabilidad en el desarrollo de proyectos industriales de total manera que minimice o mitiguen los efectos ambientales adversos.
	Pachuca-Tizayuca	Hacer coincidir el plan de ordenamiento ecológico estatal con el ordenamiento ecológico regional, incentivar la protección ambiental.
	Sierra Gorda	Generar mayor economía a través de empleos y siguiendo una normatividad utilizando ecotecnologías para reducir el impacto al medio ambiente. Reutilizar los residuos industriales.
	Sierra	Generar una industria sustentable que cumpla una normatividad. Y que esta tenga un adecuado tratamiento del agua y utilice los recursos de forma adecuada.
	Huasteca	Establecer una zona industrial sustentable en la Huasteca, pero sin afectar medio ambiente, y así generar oportunidades de empleo.

Fuente: Elaboración propia con datos recopilados de talleres de participación ciudadana.

En el año 2043 uno de los atributos que más ha cambiado es el uso de suelo debido a actividades sectoriales, sin embargo, se ha logrado con políticas y estrategias la mitigación, restauración, así como la conservación de sitios con usos importantes en el campo de la minería, la agricultura, la ganadería y el uso de recursos naturales.

A continuación, se muestran las metas y datos previstos para el año 2043 en conjunto con las estrategias para cada sector en el Estado de Hidalgo.

Tabla 25. Imagen objetivo, de acuerdo a las metas para el año 2043.

Sector	Imagen Objetivo
Urbano e infraestructura	En el año 2043 el desarrollo de centros urbanos se elevará en comparación con el año 2010, se tomarán medidas estratégicas para planear el proceso de urbanización, cuya tasa de crecimiento anual serán del 2% promedio en todo el Estado (ONU-Hábitat, 2019) y se han aplicado efectivamente la mitigación definida en las manifestaciones de impacto ambiental, que corresponden al 90% de todas las obras de expansión urbana.
Urbano e infraestructura	Se habrá logrado la disminución de la huella de carbono mediante la modificación al estilo de vida sustentable, generando una disminución en la producción de gases de efecto invernadero de acuerdo a reducir el 22% de sus emisiones de gases de efecto invernadero al 2030 y 51% sus emisiones de carbono negro (SEMARNAT, 2019).
Urbano e infraestructura	Además, se ha logrado la correcta aplicación de los programas de desarrollo urbano, debido a que existe al menos en el 80% de los municipios cuentan con este instrumento de planeación territorial.
Urbano e infraestructura	Se prioriza la utilización de materiales ecológicos en la construcción del desarrollo urbano en conjunto con la implementación de los programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial con énfasis en las zonas de expansión. Hasta el 86% de los municipios cuentan con reglamentos urbanísticos claros, los cuales señalan entre sus prioridades el crecimiento vertical de los asentamientos, la redensificación urbana y el aumento de espacios para la movilidad no motorizada (ONU-Hábitat, 2019).

Sector	Imagen Objetivo
Urbano e infraestructura	<p>Se consideran 2 escenarios en 2043 a partir del 20.8% de urbanización actual (ONU-Hábitat, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 66.8.% con una tasa de pérdida del 2% anual b) 43.8% con una tasa de incremento del 1% anual
Industrial pasado y ligero	<p>En 2043 en la industria existe un alza en las actividades de industria sustentable. Se han modificado drásticamente los valores desde 2003, cuando el sector terciario aportaba un 58% al PIB estatal y el sector secundario un 36%; en 2043 las actividades terciarias aportaran 75% y las secundarias 26%, esto se da debido a que actividades como servicios inmobiliarios, servicios educativos, las actividades legislativas, comercios al por mayor y al por menor, y sobre todo han aumentados los servicios relacionados con la ciencia y la tecnología debido al impulso que se ha dado a las actividades basadas en el conocimiento, tanto en la industria que ha integrado procesos sustentables, como en el sector de servicios (INEGI, 2017).</p>
Industrial pasado y ligero	<p>El crecimiento industrial es inminente, sin embargo para el año 2043 se habrán adoptado las medidas estratégicas correspondientes tales como la delimitación de áreas destinadas para la industria así como la realización de auditorías ambientales de forma periódica, además que se habrá generalizado en el 80% de las empresas la práctica de la Cédulas de Operación Anual, para el control de emisión de CO₂ a través de estudios de emisiones a la atmósfera para disminuir el impacto al medio en conjunto con el manejo de residuos sólidos y aguas residuales correspondiente así como la inclusión de elementos de economía circular.</p>
Industrial pasado y ligero	<p>Se fomentará tanto el cuidado de áreas verdes dentro y fuera de las instalaciones como el uso de una calculadora para la determinación de la huella de carbono y así mantener la constante evaluación y control de las emisiones generadas en conjunto de la descarga de aguas residuales producidas por las industrias.</p>
Minería metálica y no metálica	<p>En la actualidad el uso de suelo para minería (metálica y no metálica) se encuentra delimitado por las 403 concesiones en el Estado de Hidalgo, con una superficie de 84789.154 ha para minería metálica y 50486.471 ha para minería no metálica, de los cuales se han explotado 314.734 ha y 5987.182 ha respectivamente.</p>
Minería metálica y no metálica	<p>Para 2043, como en años recientes, no se aumentará el número de concesiones por lo cual no aumenta territorialmente el espacio minero en el estado, evitando así los daños al medio y asegurando el correcto manejo y explotación de yacimientos explotados con anterioridad.</p>
Minería metálica y no metálica	<p>La extensión de terreno que haya sido explotada para 2043 contará con restauración paisajística en al menos el 70% de las explotaciones a cielo abierto. Esta se dará en dos rubros: ecológica y antrópica, donde el contexto ecológico buscará la restauración del suelo para introducir especies con el fin de recuperar interacciones biológicas y en el sentido antrópico se encuentra el ajuste y reparación de sitios explotados por la minería con motivo estético, buscando sitios de recreación y esparcimiento.</p>
Agricultura, pecuario y Acuícola	<p>Los recursos vegetales dentro del Estado cambian por la perturbación producida por distintos factores tales como el crecimiento de las zonas de actividades agropecuarias y los</p>

Sector	Imagen Objetivo
Agricultura, pecuario y Acuícola	<p>cuerpos de agua se ven modificados por el manejo acuícola de la región.</p> <p>En el 2043 la perturbación resultante de dichos factores se verá disminuida gracias a la implementación de programas, políticas y estrategias.</p>
Agricultura, pecuario y Acuícola	<p>Se restringirá el uso de agroquímicos dañinos reportados por la FAO y se promoverá el uso de sustancias orgánicas en lugar de agroquímicos.</p>
Agricultura, pecuario y Acuícola	<p>Se incrementará el número de las brigadas forestales además de fortalecimiento económico para la creación de infraestructura para el sector acuícola creando nuevos mercados para el sector acuícola buscando eliminar sus efectos negativos.</p>
Forestal	<p>La superficie estatal que correspondía a áreas de bosque para 2010 era de 582,356.02 ha y en 2043 aumentará hasta 638,511.78 ha, mientras que en la superficie de selvas se espera la restauración de su superficie hasta igualar la extensión que se tenía en 2010 un total de 160,413.18 ha, llevando a cabo distintas estrategias fundamentales para la restauración de sitios con este tipo de vegetación (SEMARNAT, 2012).</p>
Forestal	<p>Para ello se han reforestado zonas que habían sido invadidas por el pastoreo para obtención de forraje y material maderable además de la incorporación de forraje modificado altamente nutritivo para reducir el consumo silvestre y destinar áreas idóneas para el desarrollo de las actividades pecuarias, tomando en cuenta la importancia los recursos naturales en conjunto con el esfuerzo de equilibrar las acciones que se llevan a cabo en la agricultura, minimizando el uso de los recursos naturales, o bien utilizar programas para un desarrollo sustentable.</p>
Forestal	<p>Se optimizarán los recursos forestales, con la finalidad de que sean sustentables las actividades de aprovechamiento de los mismos.</p>
Forestal	<p>Se habrán establecido planes de manejo en el 80% de las zonas forestales que no cuenten con este instrumento técnico este, así como la correcta implementación de este.</p>
Forestal	<p>Se han establecido reservas forestales en los municipios con más actividad forestal de aprovechamiento, con el fin de tener siempre plántulas de árboles a sembrar.</p>
Forestal	<p>Se han logrado conservar los sitios prioritarios para la biodiversidad mediante su delimitación e integración de actores de los tres niveles de gobiernos, así como su correcta identificación y ubicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 24.47% con una tasa de pérdida del 0.1% anual b) 30.07% con una tasa de incremento del 0.1% anual
Forestal	<p>Para selva se cuenta con 16.5% de superficie actual (SEMARNAT, 2012 ONU, 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 14.2% con una tasa de pérdida del 0.1% anual b) 18.8% con una tasa de incremento del 0.1% anual
Conservación	<p>La región de matorral se verá beneficiada por políticas de conservación las cuales permitirán que el uso de suelo de su superficie sea mitigado hasta ser restaurado en el año 2043, cumpliendo con la meta de estar por encima de las 362,438.08 ha de superficie de matorral reportadas en 2010 (SEMARNAT, 2012), en cuanto a regiones de pastizal los esfuerzos de restauración permitirán la disminución de pastizales cultivados,</p>

Sector	Imagen Objetivo
	<p>sitios donde la reforestación será prioritaria para recuperar las interacciones biológicas de estos lugares. Dar seguimiento y actualización de la información de recursos vegetales que se tiene, así mismo con un uso sustentable e integral de los ecosistemas de estos tipos de vegetación prevendrá la degradación y permitirá la conservación de las zonas que se encuentren con algún grado de degradación.</p>
Conservación	<p>Se consideran 2 escenarios en 2043 a partir del 38.8% de matorral y pastizal natural actual (SEMARNAT, 2012) a) 24.3% con una tasa de pérdida del 0.5% anual b) 47.3% con una tasa de incremento del 0.5% anual</p>
Conservación	<p>Los cuerpos de agua en 2043 se verán beneficiados pues se contarán con políticas y estrategias para el uso de este valioso recurso, Identificación de las zonas de recarga así como la localización de posibles fuentes de contaminación permitirá su conservación, además del debido mantenimiento de pozos de agua existentes, se implementará un monitoreo riguroso de cumplimiento normativo ambiental en el 80% de las empresas que más utilizan el agua, para regular el uso y destino de agua en la región (SEMARNAT, 2012).</p>
Residuos sólidos	<p>La producción de residuos sólidos se verá reducida por las prácticas de menos uso de plástico de un solo uso, programas como "Yo sin Bolsa, Yo sin popote" han establecido la normatividad para eliminar todos los tipos de residuos de un solo uso, además de los plásticos.</p>
Residuos sólidos	<p>Se han detectado y eliminado el 70% de los tiraderos clandestinos en el Estado, logrando abatir los lixiviados procedentes de los residuos sólidos urbanos.</p>
Residuos sólidos	<p>La composición de los residuos sólidos habrá cambiado a una mayor cantidad de residuos orgánicos (8% más), una menor cantidad de plásticos y metales (12% menos), una mayor cantidad de madera, mayor cantidad de vidrio (2%) y mayor cantidad de papel y cartón.</p> <p>Fuente: elaboración propia.</p>

Con base en lo anterior, se espera que el territorio ocupe superficies altamente aptas para el desarrollo sostenible, en este sentido se presenta la imagen objetivo del Estado de Hidalgo.

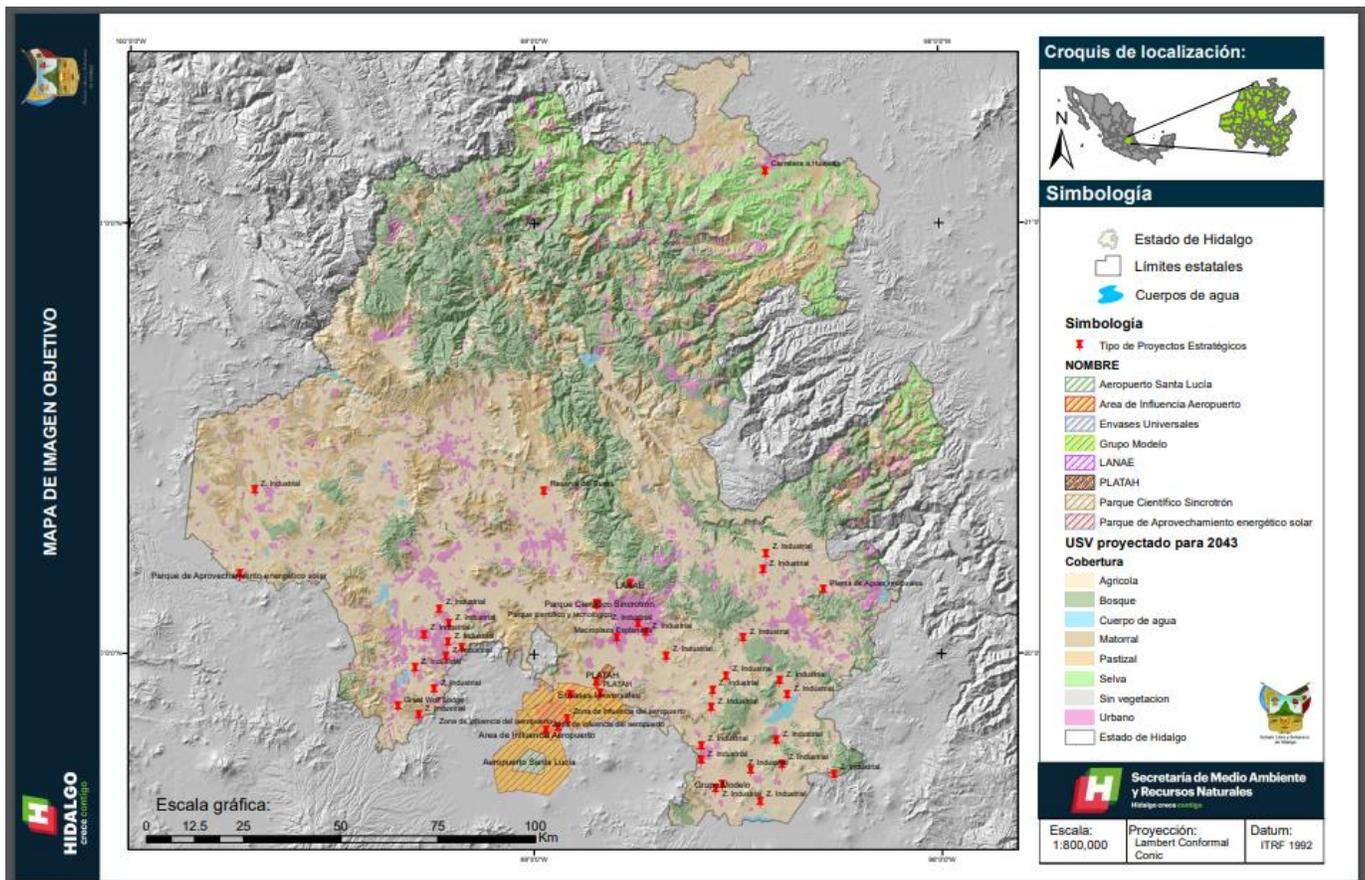


Figura 75. Imagen objetivo del Estado de Hidalgo.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Superficie por USyV para el año 2043

USyV	Superficie (ha)
Bosque	527,153.70
Cuerpo de agua	11,487.76
Matorral	148,554.14
Pastizal	236,410.63
Selva	138,471.05
Sin vegetación	1,198.85
Urbano	172,904.41
Agrícola	

Fuente: Elaboración propia.

Los proyectos estratégicos se comentarán con detalle en un apartado específico para éstos.

3.4.2 Comportamiento de los sectores de acuerdo con el modelo

En la siguiente figura, se puede observar que la mayoría de las variables incrementan a lo largo del tiempo, mientras que algunas permanecen prácticamente constantes, otras como relativas a la agricultura, agua, suelo, áreas sin riesgo y programa de desarrollo rural poseen un comportamiento lineal, todos los demás factores tienen un comportamiento parabólico, mismo que se observa en la siguiente figura.

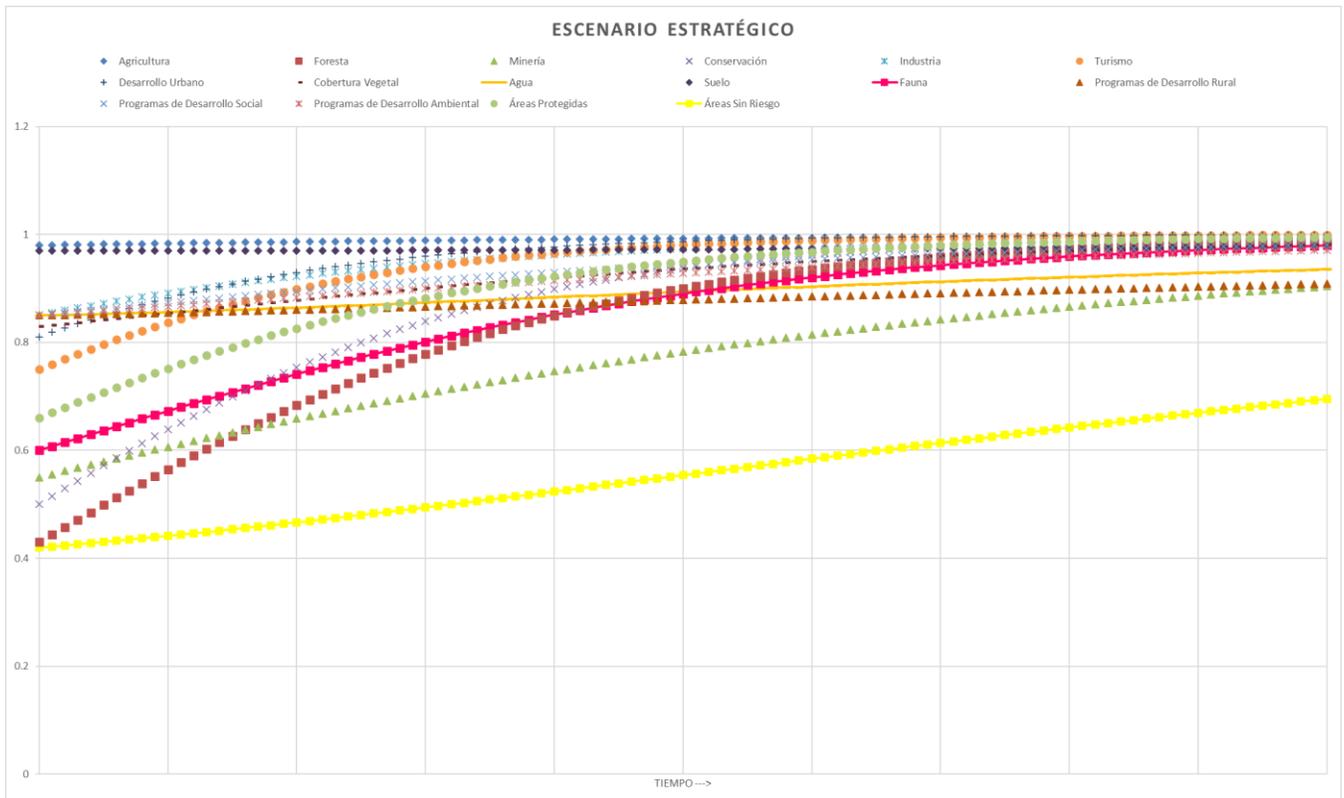


Figura 76. Escenario Estratégico a 25 años.
Fuente Elaboración propia con base en el modelo KSIM

1. Sector agrícola en el escenario estratégico

A lo largo del tiempo, este sector no sufre cambios relevantes, por lo que prácticamente permanece constante, manteniéndose muy cerca del valor máximo posible del modelo (uno). Numéricamente se puede observar un incremento muy leve a través del tiempo y que su rango va de 0.98 en su punto más bajo hasta 0.997 en su valor máximo, por lo que es el sector que posee el tercer valor final más alto.



El sector para la agricultura es un caso especial en todos los escenarios pues no se perciben incrementos significativos en ninguno de estos. El sector agricultura es considerado del ámbito del desarrollo social, junto con el desarrollo urbano y la industria. Restringir su crecimiento favorece las políticas ambientales. Es evidente que el sector agricultura requiere de mejoras importantes. La consulta ciudadana sugiere un crecimiento para este sector solo bajo el entendido de que se puedan tecnificar las actividades de la agricultura (regiones IV, V, VI, VII y VIII), se pueda garantizar el uso racional de agroquímicos (regiones VI y VII) y que se incorporen alternativas biotecnológicas para mejorar los cultivos (regiones II, III y VIII).

2. Sector forestal en el escenario estratégico

El sector forestal es la variable que tiene cambios más notorios a través del tiempo. Su comportamiento es parabólico y tiene una tendencia positiva a uno. La función que describe a este sector posee la pendiente más alta, ya que a pesar de tener uno de los valores iniciales más bajos, se puede observar que desde las primeras iteraciones tiene un incremento relevante hasta llegar a resultados muy cercanos del valor máximo. Su rango de valores es el más grande de todos los factores, ya que va de 0.43 hasta 0.989.

El escenario estratégico mejora significativamente este sector, pues es de los ámbitos que están altamente relacionados con el ordenamiento ecológico territorial, con la conservación de los recursos naturales y con la aplicación e incorporación de programas que favorecen al medio ambiente. Este crecimiento en el sector solo es posible si se incorporan las regiones que la ciudadanía sugirió como áreas para la conservación y protección debido a la presencia de cubierta vegetal forestal (regiones de la I a la VIII) e incorporación de áreas de manejo forestal sustentables (I, II, IV, VI, VII), como principales aspectos dentro de la imagen objetivo.

3. Sector minería en el escenario estratégico

Se puede observar un incremento notorio de este factor a través del tiempo. Su comportamiento es parabólico, aunque sus datos tienen un ajuste muy cercano al lineal. Tiene una pendiente leve, así como una tendencia positiva por debajo de su valor máximo posible. Ya que su rango va de 0.55 hasta 0.904, su valor inicial y final es el cuarto y tercero más bajo, respectivamente.



La minería estratégica consiste en impulsar al desarrollo del sector forestal en el mismo orden de crecimiento, lo cual se refleja en el aumento de la cobertura vegetal, el recurso natural del agua, así como el sector de la conservación la minería estratégica implica el fomento de actividades sostenibles y sustentables, tales como la explotación de minerales presentes en jales (regiones II, III, IV, VII y VIII). También se ha indicado a través de la consulta ciudadana la necesidad de restaurar el paisaje turístico y los recursos naturales, previamente degradados por la explotación de minerales (región I) y que la normatividad sea respetada conforme a lo establecido en las leyes (regiones I y II).

4. Sector conservación en el escenario estratégico

Este sector aumenta notoriamente a través del tiempo. Tiene un comportamiento parabólico muy parecido al sector forestal, así como una de las pendientes más altas. Su tendencia es hacia el máximo valor posible, y su valor inicial es el tercero más bajo. Su rango de valores va de 0.5 hasta 0.995, lo que lo hace el quinto sector con mayor valor final

El desarrollo máximo de este sector se encuentra en el escenario estratégico, básicamente porque el instrumento del OETH persigue dicho objetivo y a su vez se empató con la percepción de la opinión pública. En este escenario deben reflejarse las aportaciones de los actores sociales sobre la sugerencia de zonas prioritarias para la conservación, protección y restauración. En el diagnóstico se identificaron dichas zonas, y fueron validadas. En todas las regiones donde se realizaron talleres de participación se indicaron sitios que los SIG no identificaron. El seguimiento de la información capturada de los ciudadanos permite generar un escenario que es estrategia para la conservación.

5. Sector industria en el escenario estratégico

El sector industria posee un comportamiento parabólico con baja pendiente similar al de "Programas de Desarrollo Social", cuyos valores a lo largo del tiempo son muy parecidos. Su rango no es muy amplio, ya que va de 0.85 a 0.996, sin embargo, es notorio su incremento y tendencia al valor máximo posible.



Su comportamiento es muy semejante al del desarrollo urbano, como se ha indicado en la sección de escenario contextual. Es decir, su desarrollo esta aunado al aumento de los programas sociales, ambientales y rurales. El crecimiento del sector mediante argumentos estratégicos es posible si se toma en cuenta que la ciudadanía solicita que los empresarios se hagan responsable de los efectos nocivos que puedan perjudicar al medio ambiente (región VII), que acaten las normatividades de regulación ambiental (regiones III, V, VI y VII), que se incorpore ecotecnias a los procesos industriales (región VI) y que se utilicen zonas de alta aptitud para el sector (regiones I, II y VIII).

6. Sector turismo en el escenario estratégico

Se puede observar que tiene un incremento notorio a través del tiempo, teniendo el segundo valor final más alto después del sector “desarrollo urbano”. Su rango de valores va de 0.75 hasta 0.9991. Si bien no es el factor con la mayor tasa de cambio a través del tiempo, alcanza una estabilidad cercana a su valor máximo en pocas iteraciones.

El escenario estratégico para el sector turismo plantea incidir positivamente sobre los diferentes sectores, por medio de la vinculación entre diferentes actores como lo son los prestadores de servicios para complementar y diversificar la oferta desde el hospedaje y en consecuencia la derrama económica en diferentes zonas, de igual forma, entre los tres niveles de gobierno para promover la actividad turística. Así como la academia y la concientización de la cultura turística generada desde la misma población. Haciendo contacto con la industria, minería y agricultura pueden generar turismo vivencial, en sus espacios. El ecoturismo es un área para desarrollar de gran valor si se desea apoyar y promover el cuidado del medio ambiente y la biodiversidad. El escenario tendencia, contextual y estratégico para el sector turismo no varían tanto como los sectores antes descritos, en el escenario contextual se indicaron algunos razonamientos al respecto.

7. Sector desarrollo urbano en el escenario estratégico

Posee un comportamiento parabólico muy parecido al del sector “turismo”, alcanzando una estabilidad cercana a su valor máximo al mismo tiempo que el sector anterior. Su rango va de 0.81 a 0.9993, lo que lo hace el sector con el valor final más cercano al valor máximo posible del modelo.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



El desarrollo urbano debe mantenerse conforme el escenario contextual, pues un aumento mayor sin lugar a duda potencia la degradación y uso de los recursos naturales. En la figura anterior se puede apreciar que los programas de desarrollo ambiental y social crecen tanto como lo hace el sector del desarrollo urbano. En este orden de ideas, se estima que puede existir un crecimiento sustentable del sector urbano siempre y cuando al mismo tiempo existan la creación de programas que favorezcan el medio ambiente y el ámbito social. La consulta ciudadana solicita para las regiones I, II, IV, VI, VII y VIII que el ordenamiento territorial urbano se empate con el ordenamiento ecológico territorial para encontrar un equilibrio que genere sustentabilidad.

3.4.3 Comportamiento de los atributos ambientales asociados

1. Cobertura vegetal en el escenario estratégico

Este atributo posee un comportamiento lineal con pendiente leve y una tendencia al valor máximo posible del modelo. A pesar de que su rango no es muy amplio (0.83-0.981), es visible su incremento a través del tiempo. Esta variable alcanza su estabilidad cerca de su valor máximo en largos tiempos, por lo que los efectos positivos en este sector no se ven reflejados inmediatamente.

El enfoque de sustentabilidad está guiando a los actores sociales a promover un turismo con enfoques de conservación, el uso de biotecnologías que mejoren los espacios con cubiertas vegetales, entre otros. Resalta en este escenario una ponderación de importancia de impacto negativo para el sector industria y minería, en la que se invita a las empresas a incorporar las políticas de protección, conservación y restauración en apego de la ley, y que, si ante ellas se incurre en actos de deterioro al medio ambiente, se tomen las acciones adecuadas para que las empresas sean responsables de restaurar los espacios dañados. Se hace énfasis en que deben incorporarse elementos de seguimiento y observancia de las políticas que favorecen al medio ambiente ya que con frecuencia el ciudadano se percata de que las industrias no acatan con responsabilidad social y ambiental.

2. Agua en el escenario estratégico

La tasa de cambio de este atributo a través del tiempo no es muy grande, por lo que posee un comportamiento lineal positivo con una baja pendiente. Ya que el rango de valores no es muy amplio, se puede decir que los efectos positivos en este sector se ven reflejados en tiempos grandes.

Las estrategias abordadas por los actores sociales de las 8 regiones de participación señalan que en la prospección el tema de agua debe estar contemplado en proyectos de sustentabilidad. Entre los que fueron coincidentes en la opinión de los actores sociales destacan el tratamiento del agua residual que actualmente es un problema, ya que existen plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) inhabilitadas o no funcionales.



El mantenimiento de las PTAR está a cargo de los municipios y los recursos necesarios para dicha actividad son un tema de debate. Ante estos problemas, las soluciones sugeridas por los grupos sociales se enfocan en planes de capacitación de mantenimiento y reúso del agua tratada, con el propósito de generar una reintegración económica a los municipios y, por otro lado, la contratación de personal cualificado para el mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua.

3. Fauna en el escenario estratégico

Se puede observar un incremento relevante en esta variable a través del tiempo. Tiene un comportamiento parabólico parecido al de áreas protegidas y alcanza una estabilidad cerca de su valor máximo en tiempos parecidos al del sector forestal. En un principio tiene una alta tasa de cambio, mientras que, a partir de la mitad de las iteraciones, dicha tasa baja. Los efectos positivos en este sector se ven reflejados en tiempos relativamente cortos.

Las ponderaciones en la matriz de impacto para el escenario estratégico tienen los mismos valores, debido a que estos elementos son menos afectados por las actividades antrópicas, o por lo menos su manejo tiende a su conservación. Básicamente las estrategias sugeridas en la tabla que muestran las imágenes objetivo indican que los actores sociales desean una implementación de la sostenibilidad en todas sus actividades. Los impactos deben ser disminuidos al incorporar sustentabilidad en las actividades industriales, mineras, el tratamiento de residuos sólidos, entre otros.

4. Suelo en el escenario estratégico

Este es el único atributo que ve un decremento a través del tiempo. Dicha tendencia se mantuvo hasta las 16 iteraciones, posteriormente, hubo un incremento muy leve, llegando a un último valor muy cercano a la inicial. Ya que su rango de valores es el más pequeño de todos los factores (0.97-0.977), se puede decir que prácticamente se mantiene constante a través del tiempo.

Aunque el escenario estratégico no contempla programas para la recuperación del suelo como iniciativas directas, están implícitas en los demás sectores al observar los impactos negativos que puede causar una



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



minería con prácticas inadecuadas, en la agricultura con la falta de tecnificación y en la ganadería con prácticas de pastoreo deficientes, entre otros.

Es necesario implementar estudios que apoyen la caracterización del suelo, para determinar las potencialidades de riesgo a la salud pública, tal como en su momento la Agencia Ambiental de Norteamérica generó un análisis en una parte importante del territorio norteamericano que generó la mayoría de las políticas para restringir el uso o manejo de sustancias nocivas para salud y el medio ambiente. Es indispensable que las autoridades de medio ambiente promuevan la rehabilitación del suelo degradado como parte de las estrategias de sustentabilidad.

La imagen objetivo para el suelo fue elaborada a partir de los proyectos, estrategias y programas que se recopilaron en los talleres de consulta ciudadana. En comparación con el problema del agua, se menciona que los actores sociales identifican con facilidad los problemas de deterioro del agua, en mayor medida que los de deterioro del suelo.

Los problemas de contaminación del suelo son situaciones de riesgo que a corto y largo plazo generan problemas graves de salud, por lo que su atención merece la integración de las tecnologías emergentes para su restauración.

3.4.4 Puntos de coincidencia y discordancia entre los escenarios

A continuación, se presentan de manera gráfica los puntos de coincidencia y discordancia entre el escenario tendencial, contextual y el estratégico para cada sector del territorio hidalguense.

1. Agricultura

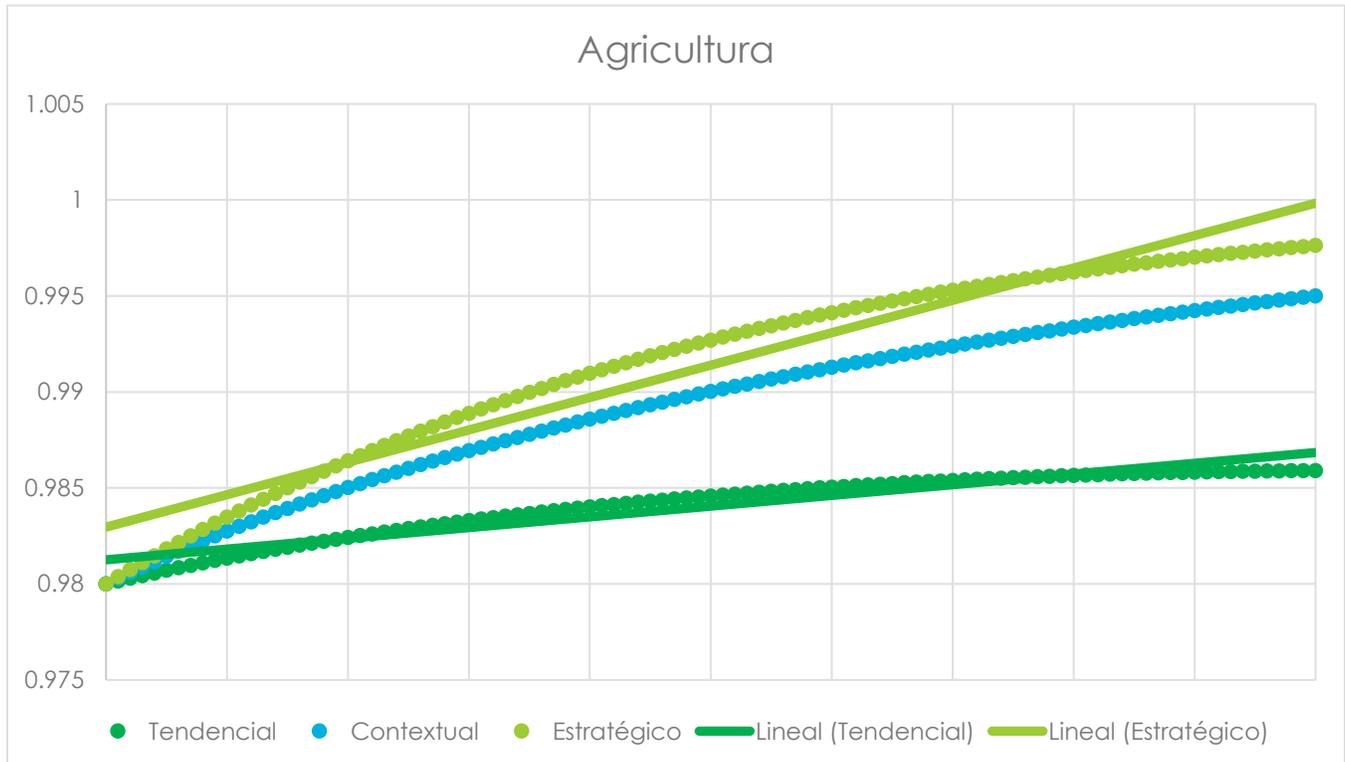


Figura 77. Comparativo del comportamiento del sector agricultura en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Comparación del sector agrícola entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
La tendencia de este escenario es hacia el crecimiento desde el inicio ya que su valor inicial es de 0.98, quedándose cercano a este en todos los ciclos, llegando a su valor óptimo en los 80 ciclos aproximadamente, sin llegar a tener valores superiores a 1 aumentando muy levemente teniendo su valor máximo en el ciclo 100 con 0.985.	En este escenario se aprecia que el sector sigue la tendencia a crecer y mantenerse, llegando a su óptimo en el ciclo 82 en donde comienza a mantenerse, se acerca hacia el valor de 1 pero aun manteniéndose por debajo del 1 teniendo su valor máximo en el ciclo 100 con 0.995.	En comparación con los otros 2 sectores este es el que más crecimiento tiene llegando a su óptimo y mantenerse en el ciclo 81 y llegando a su valor máximo en el ciclo 100 con 0.997.

Fuente: Elaboración propia

2. Forestal

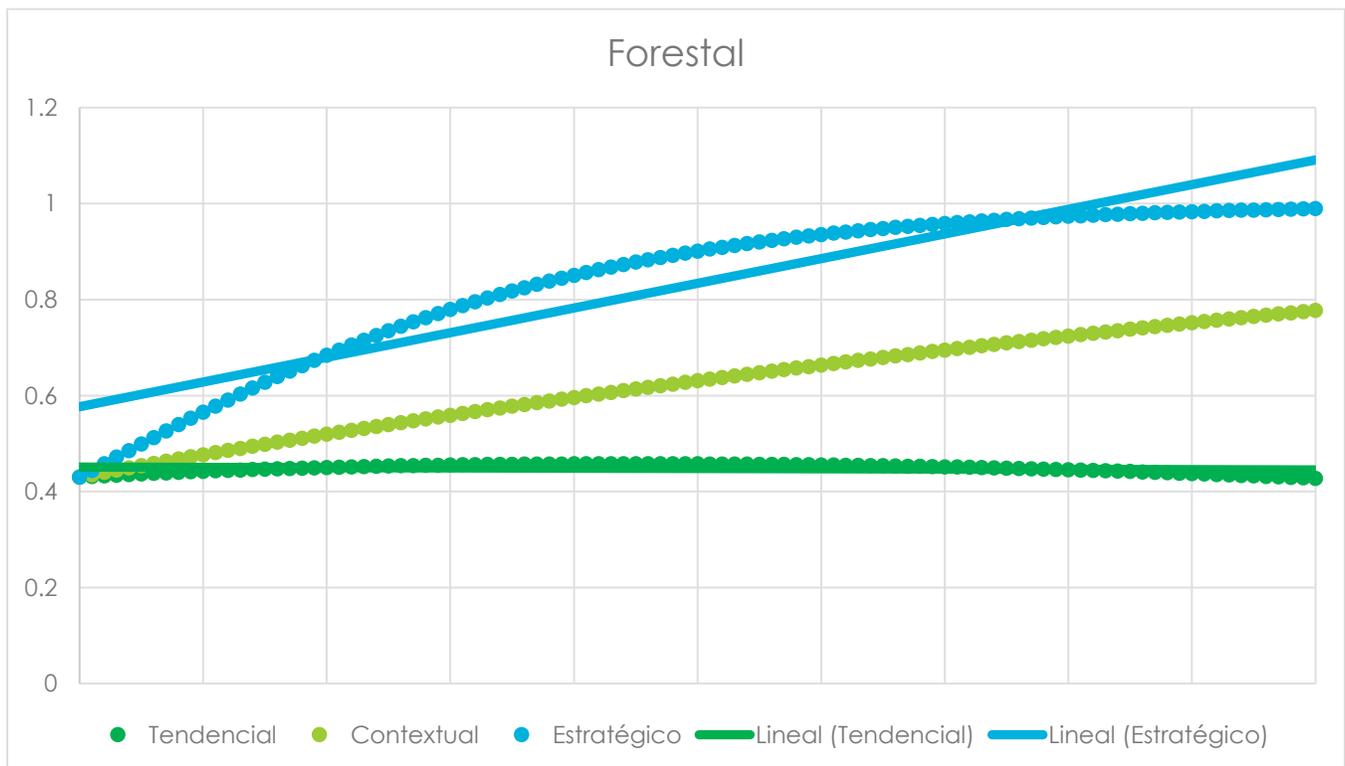


Figura 78. Comparativo del comportamiento del sector forestal en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Comparación del sector forestal entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
En este escenario en particular tiene una tendencia a mantenerse en el óptimo a lo largo de los ciclos y al final decrecer levemente hacia 0.42, su estabilidad se presenta en el ciclo 50 con un valor de 0.45.	Este escenario sigue la tendencia a crecer desde el inicio y en el ciclo 71 se comienza a mantener, pero aun así sigue creciendo, llegando a un valor máximo en el ciclo 100 con 0.77.	Este escenario es el que presenta el mayor crecimiento, llegando a su óptimo y mantenerse en el ciclo 71 con un valor de 0.96 y llegando a un máximo de 0.98 en el ciclo 100.

Fuente: Elaboración propia

3. Minería

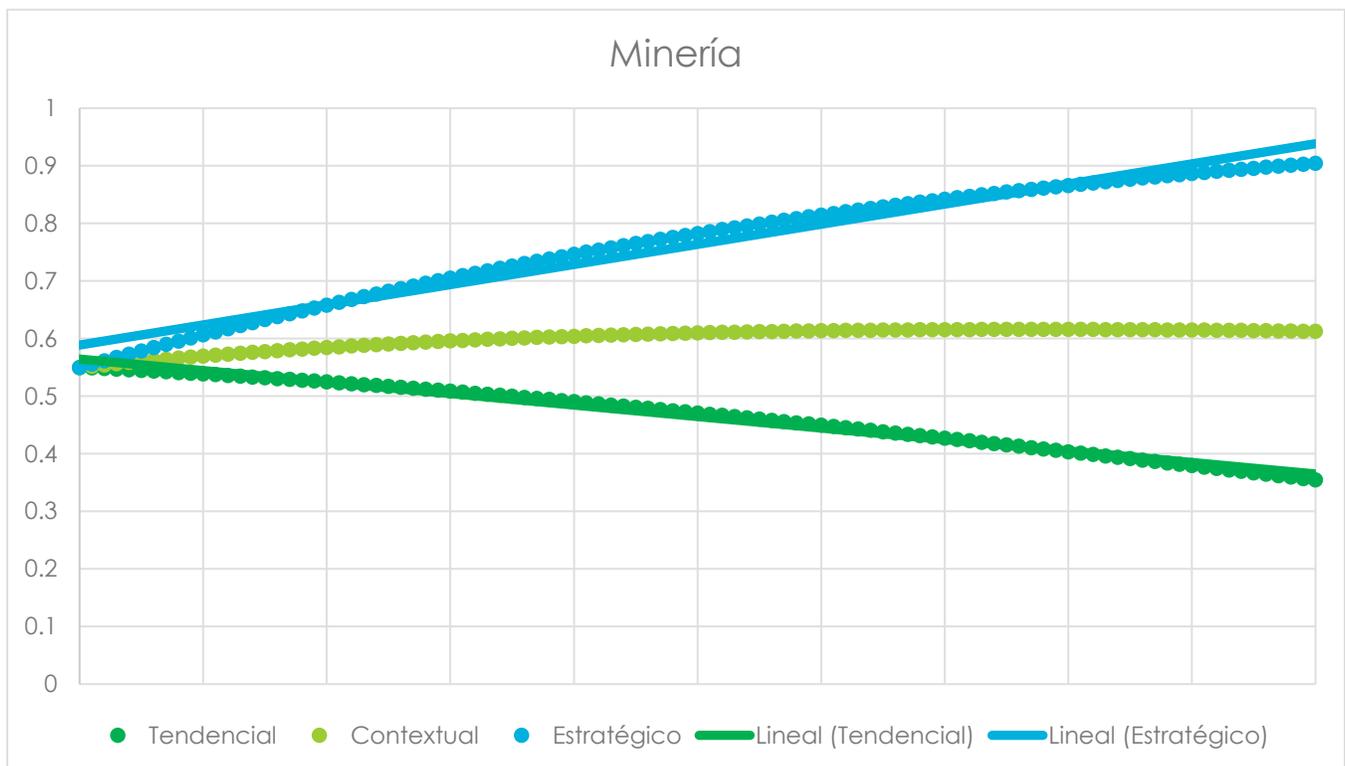


Figura 79. Comparativo del comportamiento del sector minero en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Comparación del sector minero entre los tres.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
Este escenario presenta un comportamiento hacia el decrecimiento, teniendo un valor inicial de 0.55 y decreciendo hacia 0.35 en el ciclo 100, también se aprecia que seguirá decreciendo ya que no presenta un punto en el que se mantenga.	Este escenario se mantiene desde un inicio acercándose pronto al óptimo en el ciclo 61 con un valor de 0.61 y manteniéndose así hasta el ciclo 100.	En contraste con los otros escenarios este crece mucho más hacia un máximo de 0.90 en el ciclo 100 y presentando su óptimo a partir del ciclo 91 con un valor de 0.88 sin mantenerlo aún, denotando que seguirá creciendo.

Fuente: Elaboración propia

4. Conservación

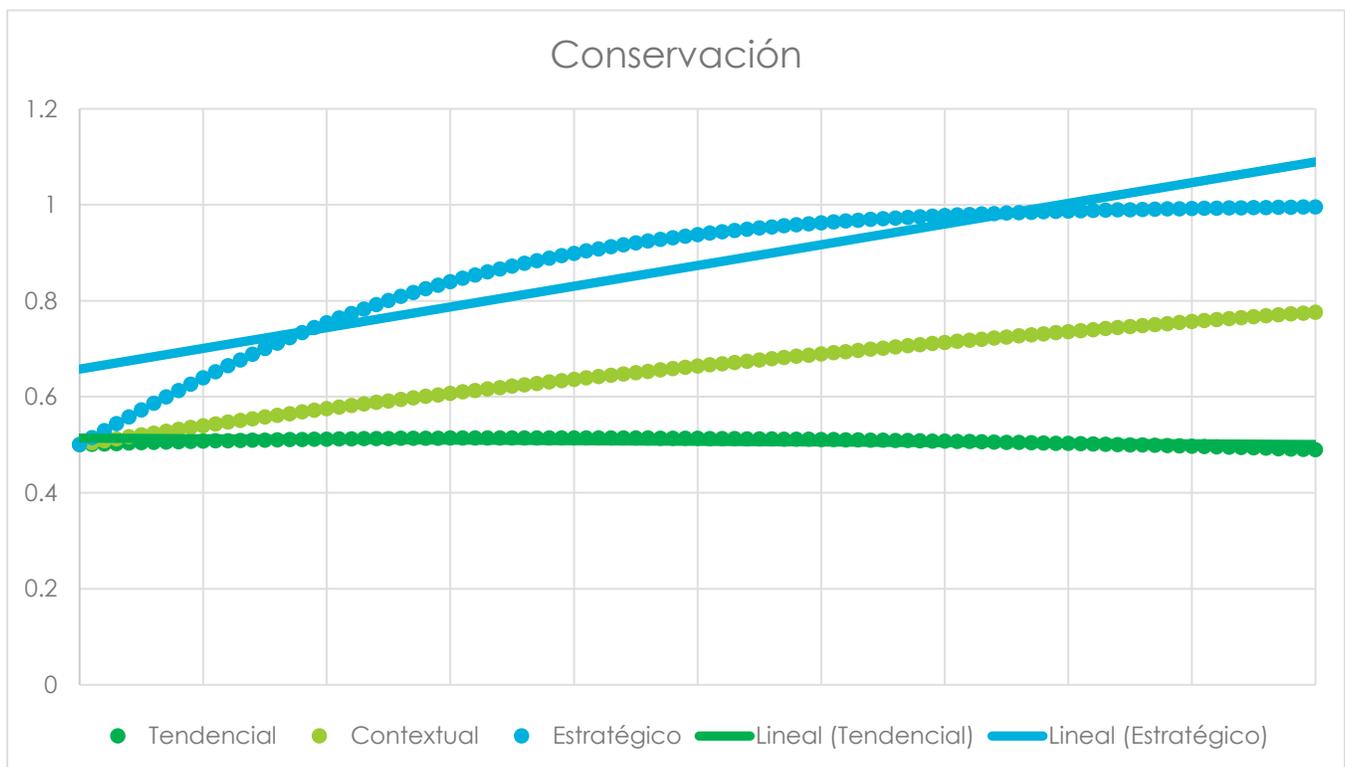


Figura 80. Comparativo del comportamiento del sector conservación en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Comparación del sector conservación entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
La tendencia de este escenario tiende hacia un paulatino decrecimiento, su valor inicial es de 0.50 y llegando a un mínimo de 0.48 en el ciclo 100.	Este escenario presenta un crecimiento tendencial, teniendo un valor máximo de 0.77 en el ciclo 100 y comenzando a mantenerse estable desde el ciclo 91 con un valor de 0.75.	Este escenario tiende a crecer hasta 0.99 como su valor máximo en el ciclo 100, y su óptimo se puede apreciar desde el ciclo 68 con un valor de 0.97.

Fuente: Elaboración propia

Figura 81. Comparación del sector conservación entre los tres escenarios durante un periodo de 10 años.

Fuente: Elaboración propia

5. Industria

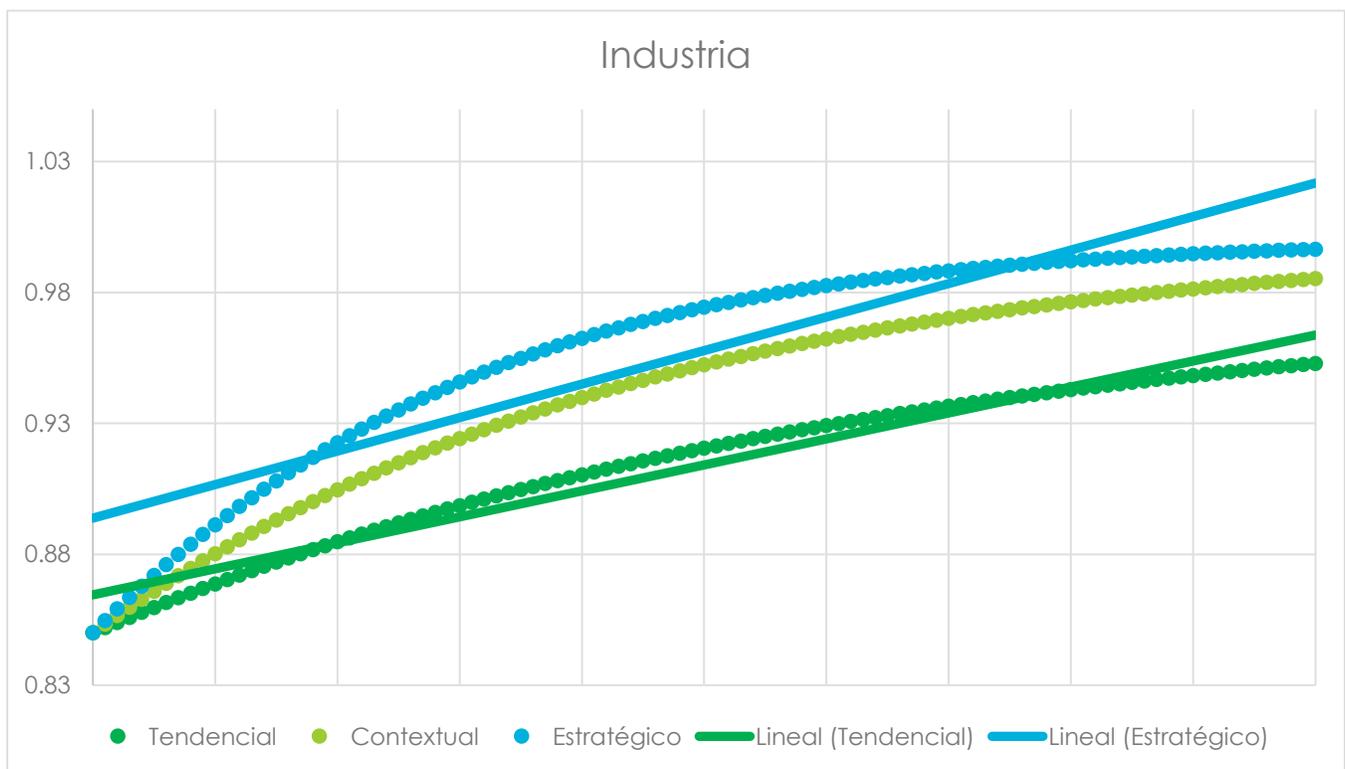


Figura 82. Comparativo del comportamiento del sector industria en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Comparación del sector industria entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
En general este escenario tiende a crecer sin tener un punto en el cual se mantenga, teniendo un valor inicial de 0.85 y un valor máximo de 0.95 en el ciclo 100.	Este escenario presenta un crecimiento hacia un valor máximo de 0.98 en el ciclo 100 y comenzando a mantenerse desde el ciclo 65 con un valor de 0.96	A diferencia de los otros dos sectores este presenta el mayor crecimiento con un valor máximo de 0.99 en el ciclo 100 y comenzando a mantenerse constante desde el ciclo 50 con un valor de 0.97.

Fuente: Elaboración propia

6. Turismo

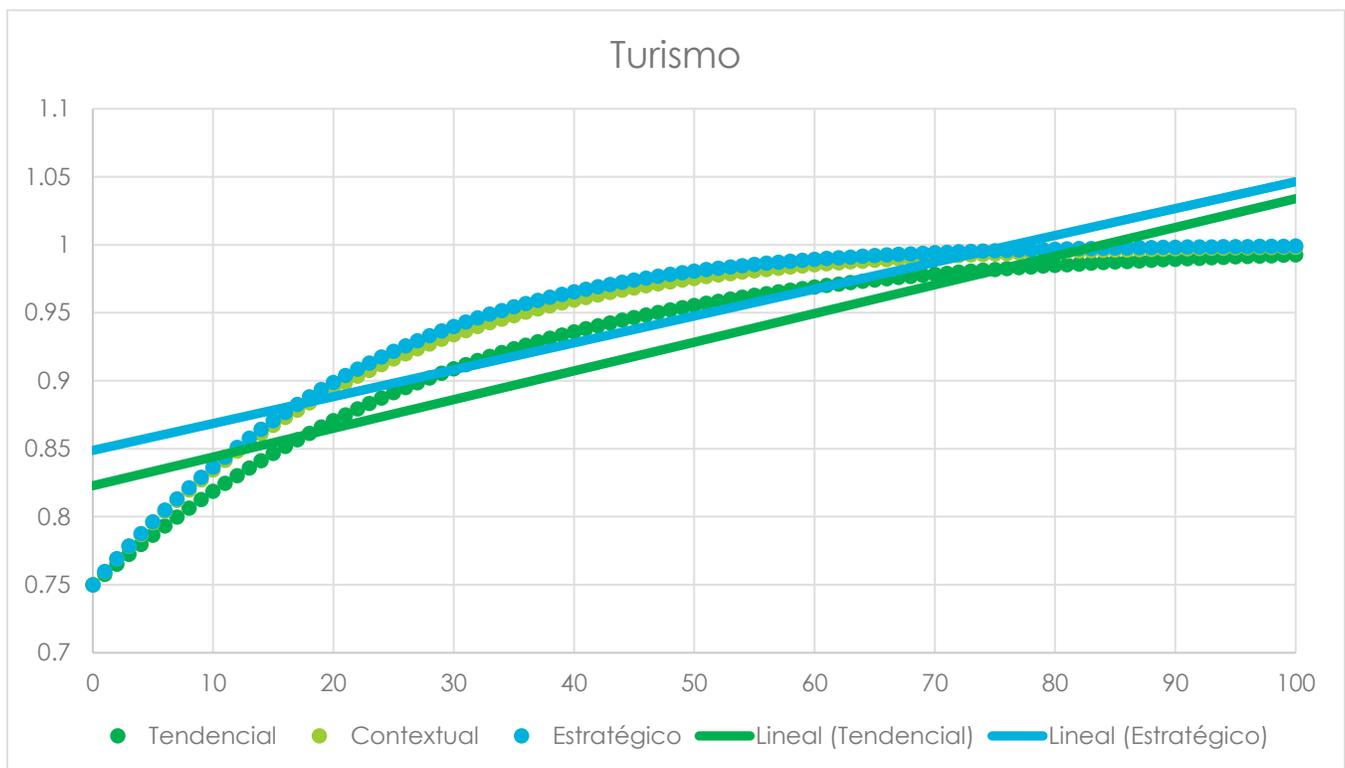


Figura 83. Comparativo del comportamiento del sector turismo en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Comparación del sector turismo entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
Partiendo desde un valor inicial de 0.75 este escenario presenta una tendencia hacia el crecimiento llegando a un valor máximo de 0.99 en el ciclo 100 y manteniéndose constante en el óptimo desde el ciclo 51 con un valor de 0.97.	Este escenario presenta un crecimiento hacia un valor máximo de 0.99 en el ciclo 100 y teniendo su óptimo mantenido desde el ciclo 47 con un valor de 0.97.	El escenario estratégico en este sector se comporta muy similar a los otros 2 escenarios llegando a un valor de 0.99 en el ciclo 100 y manteniendo su óptimo desde el ciclo 43 con un valor de 0.97.

Fuente: Elaboración propia

7. Desarrollo Urbano

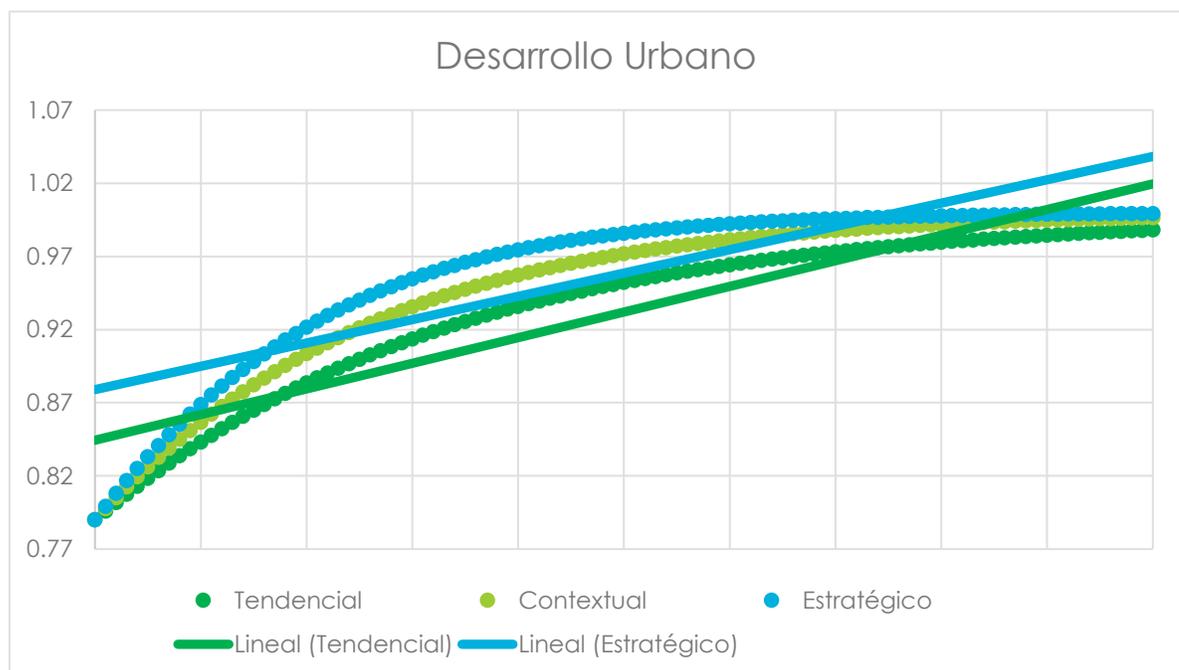


Figura 84. Comparativo del comportamiento del sector desarrollo urbano en los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Comparación del sector desarrollo urbano entre los tres escenarios.

Escenario Tendencial	Escenario Contextual	Escenario Estratégico
Este escenario presenta una tendencia al crecimiento del sector, iniciando con un valor de 0.81 y llegando a un valor máximo de 0.98 en el ciclo 100, con un óptimo mantenido desde el ciclo 57 con un valor de 0.96.	El valor máximo de este escenario se presenta en el ciclo 100 con un valor máximo de 0.98 siguiendo la tendencia hacia el crecimiento, mientras que su valor óptimo mantenido es de 0.96 en el ciclo 44.	Este escenario al igual que los otros presenta una tendencia hacia el crecimiento, con un valor máximo de 0.99 en el ciclo 100 y teniendo su óptimo mantenido con un valor de 0.97 desde el ciclo 39.

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Escenario tendencial y contextual vs expectativas sociales de desarrollo

Tabla 34. Comparación entre el objetivo general de cada sector y como se desarrollará de acuerdo con los escenarios

Sector	Objetivo general	Desarrollo del sector de acuerdo con los escenarios
Agricultura	Aumentar la productividad mediante técnicas y aprovechamiento sustentable de recursos, para conservar el ambiente.	Se prevé que el sector agricultura siga creciendo en los primeros años y después se mantenga constante
Forestal	Potencializar las zonas forestales sustentables para mantener la biodiversidad y lograr un desarrollo económico	Mediante la comparación de los escenarios se puede observar que el sector aún puede tener un crecimiento
Minero	Fomentar una minería sostenible mediante la regulación para detonar la economía	Se prevé que el sector minero tenga un crecimiento en los próximos años y después este se mantenga constante
Conservación	Mantener las áreas de conservación presentes y mejorar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	Este sector se prevé que siga creciendo, aunque en un futuro próximo llegara a su constante donde se mantendrá
Industria	Generar una industria sustentable que cumpla una normatividad. Y que esta tenga un adecuado tratamiento del agua y utilice los recursos de forma adecuada	Este sector tendrá un crecimiento considerable dentro de los primeros años llegando a estabilizarse en un futuro próximo de 5 años en donde se mantendrá
Turismo	Conservar, restaurar y potencializar el valor turístico a través de los recursos culturales y naturales de la región	Para este sector los escenarios pronostican que se está aproximando a su constante donde se mantendrá, sin embargo, podría potenciarse mediante la diversificación

para impulsar el Desarrollo
Económico

Desarrollo Urbano	Establecer un desarrollo urbano sustentable, reducir la contaminación	Mediante la comparación de los escenarios se prevé que este sector tenga un crecimiento mínimo ya que el uso de suelo destinado para el sector está próximo a agotarse, por lo cual se sugiere un óptimo aprovechamiento de uso de suelo que tiene actualmente
--------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de los talleres de participación ciudadana y los escenarios generados.

3.4.6 Medidas de corrección, mitigación o prevención

Las principales medidas de corrección, mitigación o prevención para el deterioro del sistema socioambiental las podemos clasificar en 2: 1) estrategias generales: que son las condiciones generales que se deben seguir para que el sistema funcione de manera óptima. Estas estrategias son aplicables a cualquier sector y recurso ya que minimizan el impacto que estos ejercen sobre el ambiente, así como aligerar el impacto que se ejerce sobre los recursos naturales. 2) estrategias sectoriales: son las que deben ser aplicadas particularmente en cada sector para que estos se desarrollen de manera eficaz y con el menor impacto hacia el medio ambiente.

1. Estratégicas generales

Algunas estrategias generales para el óptimo desarrollo del sistema socioambiental son la correcta aplicación y cumplimiento de la normatividad existente, así como el respeto de los convenios ambientales internacionales, la actualización y seguimiento de los programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, así como la difusión y correcta aplicación de los programas ya existentes. De igual manera, fortalecer los programas ya existentes haciendo énfasis en los de desarrollo rural. Y finalmente que todos los planes y programas se encuentren realizados de forma conjunta por los tres órdenes de gobierno.

2. Estratégicas sectoriales

A continuación, se presenta un concentrado de estas estrategias propuestas en los talleres de participación ciudadana.

Tabla 35. Estrategias propuestas en los talleres de participación ciudadana.

DESARROLLO URBANO		
Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Plan de desarrollo urbano Estatal y para cada municipio	Ordenar en los tres niveles de gobierno, para la búsqueda de la autonomía municipal.	Falta de planes de ordenamiento territorial alineados al ordenamiento ecológico
Consolidar los espacios urbanos existentes mediante la redensificación urbana para controlar la expansión.	Control de los asentamientos urbanos.	Crecimiento desordenado e inadecuado en lugares no aptos.
Construcción y mantenimiento de plantas tratadoras de agua.	Evitar el crecimiento urbano irregular.	Vías de comunicación inadecuadas para la ciudadanía.
Construcción de infraestructura para vías de comunicación.	Tener vías de comunicación dignas y estables para su manejo.	Contaminación, deforestación y mal control del uso de suelo.
Control y regulación del uso del suelo.	Evitar, mitigar y controlar la contaminación del agua.	Contaminación y mal uso del agua
RESIDUOS SÓLIDOS		
Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Implementación de nuevas tecnologías para un manejo de los residuos sólidos.	Mejorar la gestión de los residuos sólidos	Problemas de disposición final de residuos sólidos
Fortalecer la supervisión de centros de acopio por parte de los municipios.	Disminuir la contaminación del suelo y los mantos acuíferos.	Contaminación del agua y suelo.
Regulación y control de plásticos como bolsas, popotes, envases de unicel.	Concientizar a la ciudadanía para el control y el manejo de residuos.	Contaminación del agua y suelo.
Elaboración de compostas y lixiviados con residuos orgánicos.	Controlar y regular los lixiviados para evitar una mayor contaminación del suelo y mantos acuíferos.	Contaminación del agua y suelo.
Eliminación de tiraderos clandestinos y a cielo abierto.		Contaminación del agua y suelo.
INDUSTRIA		
Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Vincular estrategias de industria con universidades.	Mejorar el ecosistema de emprendimiento en el Estado	Fuga de cerebros y falta de trabajo en recién egresados.
Apoyo por parte de las industrias para recuperar áreas verdes.	Impulsar un crecimiento económico para la sociedad y la industria.	Deterioro de la imagen pública



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Optimizar recursos naturales y económicos.	Evitar la degradación ambiental y remediar la ya existente.	Expropiaciones de forma sustentable y sostenible.
Capacitación de los trabajadores y productores para que trates sus residuos.	Tener capacitados a los trabajadores para resolver problemas relacionados con la contaminación, riesgos y al medio ambiente.	Falta e nuevas tecnologías y conocimientos con las universidades y la sociedad en general.
Involucrar a la sociedad para consulta de normas de gobierno aplicadas a la industria.	Aumento en la aplicación de la normatividad de planeación	Falta de articulación en las decisiones de los ciudadanos

CONSERVACIÓN

Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Aplicación de planes de ecoturismo.	Incrementar el turismo de conservación	Efectividad en la conservación de sitios de importancia ecológica
Unidades de manejo de la vida silvestre.	Concientizar a la población acerca de los recursos naturales y la importancia de conservación.	Las unidades de manejo ambiental no son consideradas un tema de importancia en el modelo socio-ambiental
Reforestación.	Mitigar el impacto ambiental con reforestación.	Deterioro de la imagen pública y disminución de la captura de carbono.
Comités técnicos de aguas subterráneas de los acuíferos.	Incentivar a la población para mejorar en temas de conservación.	Explotación de recursos de forma inadecuada e inconsciente.
Apoyos a propietarios para motivar a conservar.	Proteger especies en peligro de extinción, prioritario y susceptible ante alguna amenaza.	Contaminación de mantos acuíferos.
Implementar UMA´s mixtas de especies prioritarias.	Aumento de las estrategias de protección	Baja generación de recursos por servicios ecosistémicos.
Pago por servicios ecosistémicos.	Disminuir el consumo desmedido de algunos recursos naturales.	Sobreexplotación de recursos naturales.

MINERÍA

Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Aplicar medidas de reforestación con especies endémicas.	Recuperar la imagen paisajística de los pasivos ambientales para incremental los servicios ambientales	Elevado número de pasivo ambientales
Aprovechamiento regularizado normado, minimizando las afecciones de la minería.	Evitar la sobre explotación de los recursos naturales, o tener un control más adecuado.	Contaminación del suelo y agua.
Crear una unidad o ente de gobierno y sociedad que verifique la minería para que cumpla con las medidas de mitigación, reforestación y ayuda social.	Controlar los residuos y vertientes de expropiaciones mineras hacia el medio ambiente.	Extinción de especies en peligro y en riesgo a causa de la minería.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Mezcla de recursos públicos y privados para impulsar proyectos de educación ambiental.	Concientización de la población en general.	Contaminación y sobreexplotación de recursos naturales.
Programas de restauración y aprovechamiento de materiales.	Concientización, preparación y capacitación de la población en general.	Contaminación por residuos sólidos.

AGRICULTURA

Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Incentivos porcentuales para productores en capacitación y con recursos económicos	Apoyar a pequeños productores	Reactivar el sector primario con enfoque sustentable
Vincular estrategias de industria con universidades.	Apoyar a pequeños productores para tener un desarrollo integral mediante ciencia y tecnología	Técnicas de producción agrícola de baja productividad
Programas para reforestación y conservación.	Apoyo ante plagas y enfermedades que impliquen cosechas temporales.	Deterioro de la imagen pública y afectación de cultivos.
Programas de cultivo en invernaderos y financiamiento	Concientización para una mejor calidad en los productos y su comercialización.	El suelo agrícola esta explotado extensivamente, se necesita disminuir el suelo agrícola sin disminuir la productividad de los agricultores
Implementar la agricultura tecnificada con el correspondiente asesoramiento de los agricultores	Mejorar las condiciones de producción en el campo	Se utilizan técnicas inadecuadas para pequeños productores.

TURISMO

Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Ley de protección de aves y especies en peligro de extinción.	Conservación de especies (aves).	El número de aves que se incorporan a la NO-19 en algún nivel de riesgo va en aumento
Incentivar el sector empresarial del ramo turístico.	Incrementar el capital destinado para el turismo.	Falta de empleo y recursos para un desarrollo integral y social.
Restaurar la infraestructura hotelera.	Creación de nuevas fuentes de empleo.	Falta de oportunidades laborales.
Difusión de talleres turísticos, culturales y gastronómicos.	Dar a conocer la gastronomía regional a distintas zonas para impulsar el comercio.	Nuevos recursos para impulsar proyectos con relación al desarrollo económico.
Mantener atractivos naturales.	Proteger, resguardar y conservar la diversidad biológica.	Deterioro de la imagen pública y disminución del turismo.



**Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado
de Hidalgo: Etapa de Pronóstico**



FORESTAL		
Estrategias	Finalidad de la estrategia	Problema para resolver
Realizar reforestación en lugares sobre explotados	Recuperar espacios afectados por deforestación.	La reforestación aumento en los últimos años
Implementar programas de vigilancia forestal.	Evitar la tala inmoderada y clandestina.	Deterioro de bosques.
Uso de energías alternativas.	Evitar el calentamiento global y la contaminación ambiental.	Aumento de la huella de carbono
Protección y restauración de zonas de recarga.	Evitar la contaminación de mantos acuíferos y recuperar los ya afectados.	Recuperación de espacios dañados.
Identificación de plagas y enfermedades de interés económico.	Evitar la pérdida de especies forestales.	Las plagas forestales reducen la cantidad y calidad de los productos maderables

Fuente: Elaboración propia

4 Mecanismos, atributos vitales necesarios y deseables del sistema socio-ambiental.

Con el fin de que todos los sectores coexistan en el territorio hidalguense en armonía con los recursos naturales vitales para la vida y preservando las unidades de paisaje, se proponen los siguientes atributos vitales, necesarios y deseables.

Los atributos vitales son aquellos cuya degradación o desaparición colapsa el sistema; los necesarios son aquellos cuya transformación modifica drásticamente el sistema; y los deseables, se relacionan con la calidad o valor del sistema.

Con relación a los atributos vitales, necesarios y deseables se tomaron en cuenta los atributos ambientales definidos en los talleres participativos con siete de los ocho sectores socioeconómicos, así como la información propuesta por los especialistas en las diferentes áreas, además de los criterios que se establecen en las leyes, reglamentos y normas oficiales referentes a cada una de las actividades económicas. Se establecen criterios con parámetros comunes principalmente topográficos y propiedades y características de los recursos naturales necesarios de proteger, conservar, restaurar y aprovechar sustentablemente.

En la tabla siguiente se pueden observar los atributos vitales, necesarios y deseables para cada uno de los sectores socioeconómicos del municipio, que en su mayoría están definidos por parámetros cualitativos comunes principalmente topográficos, así como propiedades y características de los recursos naturales, como el suelo, agua, cobertura vegetal y fauna.

Figura 85. Atributos vitales, necesarios y deseables.

SECTORES	VITALES	ATRIBUTOS NECESARIOS	DESEABLES
Agricultura	Agua, tipos de suelo, pendiente, clima y precipitación	Infraestructura carretera y servicios básicos	Distancia a canales y arroyos y distancia a infraestructura carretera
Forestal	Agua, suelo y tipo de vegetación	Infraestructura y servicios básicos	Distancia a carreteras
Minero	Agua, tipo de roca,	Infraestructura y servicios básicos	Distancia a carreteras

SECTORES	VITALES	ATRIBUTOS NECESARIOS	DESEABLES
	cauces de ríos y arroyos		
Industria	Agua, tipo de suelo y pendiente	Infraestructura y servicios básicos	Distancia a carreteras
Desarrollo urbano	Agua y disponibilidad de suelo tipo urbano	Infraestructura y servicios básicos	Distancia de vialidades y principales áreas verdes
Turismo	Calidad del agua, vegetación y paisaje	Infraestructura y servicios básicos	Distancia a carreteras
Conservación	Cobertura vegetal, especies de flora y fauna prioritarias		Zonas de vegetación en buen estado

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, el sistema socioambiental está integrado por los recursos naturales vitales (agua, suelo, sustrato geológico, vegetación y el relieve, a través de los cuales se obtienen una gran variedad de servicios y bienes ambientales. Por otra parte, para su aprovechamiento son necesarios atributos relacionados con la infraestructura (vías de comunicación, energía, suministro de agua, salud, centros de abasto, educación, entre otros). Finalmente, lo deseable radica en la proximidad o accesibilidad que se tiene a la infraestructura y a la vegetación como proveedora de bienes y servicios ambientales.

De esta forma, los mecanismos que hacen funcionar al sistema están ligados a la participación del Estado tanto en la regulación del uso del suelo y administración de los recursos naturales, promoción y gestión del desarrollo en coordinación con la iniciativa privada en la implementación de la infraestructura y servicio, lo anterior con una sociedad civil participante en el sentido propositivo de necesidades y vigilante en la denuncia de los desequilibrios que pudieran generarse.

5 Umbrales de aprovechamiento y capacidad de carga

El concepto de capacidad de carga ha sido utilizado en diferentes ramas de la ciencia y se conoce como el número de personas u organismos que un territorio o recurso puede albergar sin tener daños irreversibles (Aymerich, 2015).

Es claro que existe un límite ambiental que retiene el crecimiento de los sectores; por eso, conocerlo es de suma importancia en una realidad tan dinámica como la de la población humana que continuamente se acerca y amplía los límites que la restringen, por lo tanto, este término se vuelve fundamental en la planeación de todo desarrollo (Herrera, 2014).

De manera general, la capacidad de carga depende de la disponibilidad natural del recurso limitante y del consumo per cápita del recurso tal y como se muestra a continuación (Bunge, 2010).

$$\text{Capacidad de carga} = \frac{\text{Disponibilidad del recurso limitante}}{\text{Consumo per cápita}}$$

El objeto de este apartado es dar a conocer la capacidad de carga para agua, suelo agrícola y urbano y vegetación.

Los atributos que se mencionan anteriormente fueron analizados con el fin de conocer una aproximación en el consumo o uso de estos y compararlo con la disponibilidad del recurso limitante. Se describen a continuación estos atributos y sus umbrales de aprovechamiento (aproximación de capacidad de carga).

5.1 Capacidad de carga del agua

Para determinar la capacidad de carga del agua, son necesarios los datos de disponibilidad de agua para abastecimiento público. Por tal motivo se empleó la fórmula propuesta por Bunge (2010), la cual se calcula con base en la oferta natural media por el coeficiente de sustentabilidad del agua (obtenido del Consejo Mundial del Agua) y multiplicado por el porcentaje del volumen concesionado. Traducido en la fórmula siguiente:

Disponibilidad de agua para consumo público-urbano = $(ONM) \times (CSA) \times (\%VC)$

Donde:

ONM= Oferta natural media

CSA= Coeficiente de Sustentabilidad del Agua

%VC= Porcentaje de volumen concesionado



Los valores asignados para determinar la disponibilidad de agua para uso público en el Estado se representan en la siguiente ecuación:

Disponibilidad de agua = $2,633.7 \text{ hm}^3/\text{año} \times 0.4 \times 0.25\% = 263.37 \text{ hm}^3$.

La oferta natural media (ONM) resulta de la recarga en el acuífero, en este caso, se realizó sumando las recargas de cada acuífero en el Estado.

Para determinar el porcentaje volumen concesionado se realiza la sumatoria del volumen concesionado de agua subterránea de los acuíferos, el cual resulta en un volumen de $838.88 \text{ hm}^3/\text{año}$. Debido a que los usos público urbano y agrícola varían, se consideró un promedio del 25% para uso público urbano y un 75% para uso agrícola. Dando el resultado siguiente: $25\%=209.71 \text{ hm}^3$ y $75\%= 629.14 \text{ hm}^3$.

Ahora bien, tomando en cuenta que la población en el Estado es de 2,980,532 habitantes al año de 2018 (de acuerdo con las proyecciones de CONAPO) y considerando que el volumen concesionado para uso público urbano es de 127.7 hm^3 de acuerdo con la CONAGUA (2018), se obtiene que el consumo de agua per cápita es de 42.84 m^3 anuales es decir 117 litros por día.

Si existe una disponibilidad de 263.37 hm^3 tendremos que restarle la utilizada actualmente que corresponde a 127.7 hm^3 , resultando en una disponibilidad de 135.67 hm^3 .

Para calcular el número exacto de población que el recurso hídrico puede soportar o la capacidad de carga, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{No. máximo de personas} = \frac{\text{Disponibilidad de agua para consumo público - urbano}}{\text{Consumo per cápita}}$$

Si la disponibilidad de agua para uso público urbano es igual a 135.67 hm^3 y el consumo per cápita es de 42.843 m^3 por habitante por año, entonces el resultado del número máximo que el recurso soporta es de 3,166,900 habitantes (actualmente se estima que hay 2,980,532), por lo que se podría abastecer a 186,365 personas más o lo que es lo mismo 1/16 más de la población actual.

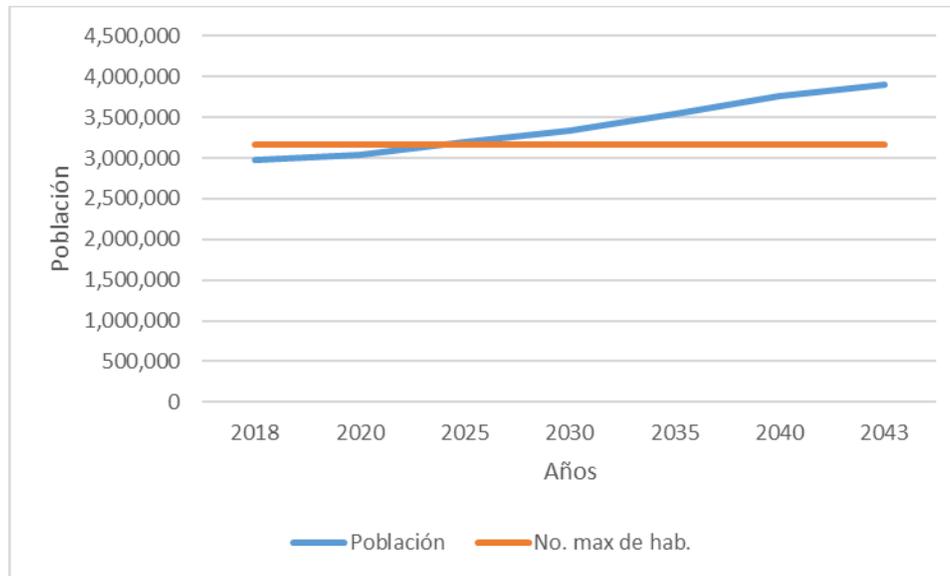


Figura 86. Comparación de la proyección de la población contra el número máximo de habitantes que se puede abastecer de agua (Capacidad de carga).

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CONAPO (2012) y metodología para la capacidad de carga de Bunge (2010).

Como se observa en la gráfica anterior, según los datos de las proyecciones de población, que se encuentran en el apartado de los escenarios tendenciales, no se sobrepasan el umbral del recurso en el corto plazo.

Sin embargo, de seguir las tendencias actuales de consumo y abasto de agua, así como de crecimiento poblacional, el recurso puede alcanzar su capacidad de carga y obligar a reducir considerablemente el consumo de agua per cápita a 40.32 m^3 , es decir, 110.47 litros por habitante al día.

5.2 Capacidad de carga en suelo agrícola y urbano

Con el fin de mantener un desarrollo sustentable, de los sectores, principalmente en aquellos que tienen un fuerte impacto como la agricultura y el desarrollo urbano sobre los recursos, resulta necesario calcular la capacidad de carga del uso de suelo para posteriormente compararlo con la proyección de la población.

Para obtener la capacidad de carga fue necesario calcular dos insumos: consumo per cápita y disponibilidad del área de uso de suelo.

De acuerdo con Bunge (2010) la disponibilidad de área para cada uno de los usos es necesario considerar el área apta menos la superficie prioritaria para conservación de la biodiversidad y los recursos.

A partir de los mapas de aptitud de los sectores agrícola y desarrollo urbano se obtuvo el área para los niveles “muy alta” y “alta” para el caso de la agricultura, y “muy alta” para uso urbano, esto porque no se cuenta con una aptitud “alta”; posteriormente se consideró el área de nivel “muy alta” y “alta” de aptitud para la conservación de la biodiversidad y los recursos; finalmente para obtener el área disponible del recurso limitante, al área de aptitud de los sectores se le restó el área que interceptó con los polígonos de aptitud de la conservación.

Tabla 36. Se presenta el consumo per cápita de suelo agrícola, urbano y la población de 2018 a 2043.

Consumo per cápita			
Años	Agrícola	Urbano	Población proyectada
2018	0.171	0.0321	2,980,532
2023	0.166	0.0305	3,136,923
2028	0.161	0.0292	3,278,034
2033	0.156	0.0277	3,494,998
2038	0.152	0.0261	3,668,430
2043	0.147	0.0246	3,897,372

Fuente: Elaboración propia

El consumo per cápita para ambos sectores se obtuvo del apartado “demanda para uso de suelo agrícola y urbano” y se muestra en la anterior tabla.

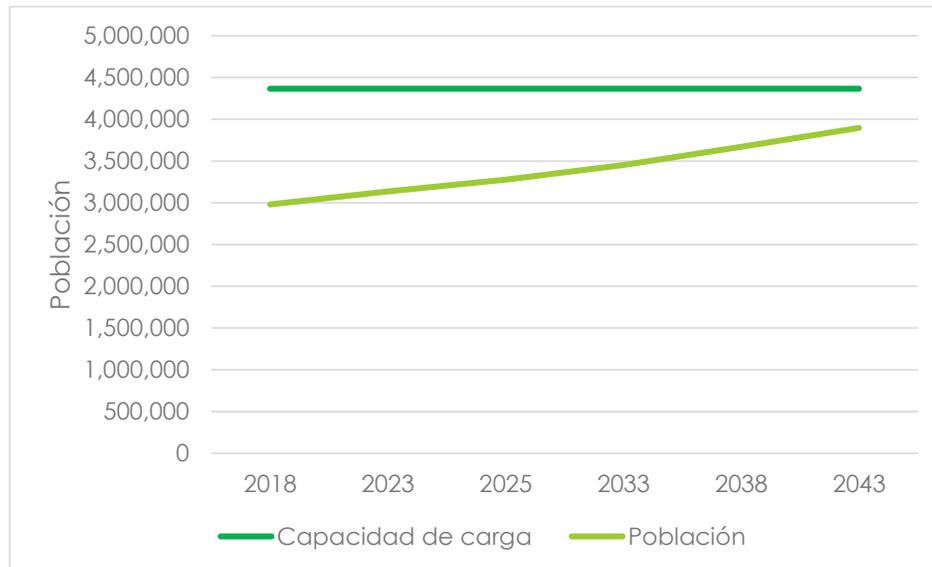


Figura 87. Comparación de la proyección de la población contra la capacidad de carga para uso de suelo agrícola.

Fuente: Elaboración propia

El área total de la disponibilidad del recurso limitante agrícola fue de 750,967 ha para 2018. Dividiéndola entre el consumo per cápita (0.171 hab./ha) resulta una capacidad de carga de 4,366,089 habitantes, lo que indica que el área disponible del recurso puede soportar 1.46 veces de la población proyectada para 2018. Sin embargo, para 2043 la población proyectada no alcanza la capacidad de carga todavía tal y como se muestra en la siguiente figura.

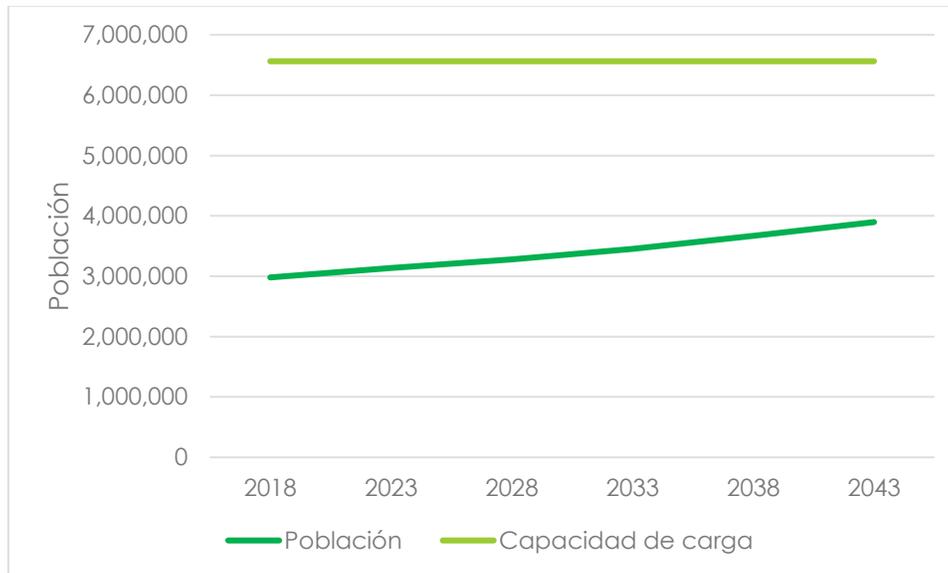


Figura 88. Comparación de la proyección de la población contra la capacidad de carga para uso de suelo urbano.

Fuente: Elaboración propia.

El total de la disponibilidad del recurso limitante para el desarrollo urbano fue de 210,722 ha para 2018. Considerando un consumo per cápita de 0.03 hab/ha la capacidad de carga es de 6,562,263 habitantes. El cálculo indica que el área disponible puede soportar 2.20 veces la población proyectada para 2018, sin embargo, para 2043 la población proyectada no alcanza la capacidad de carga todavía tal y como se muestra en la gráfica anterior.

5.3 Capacidad de carga de la vegetación

Como se ha venido mencionando en las diferentes etapas del ordenamiento, la vegetación en el Estado juega un rol importante para la biodiversidad debido a la prestación de bienes y servicios ambientales (Lomas *et al.* 2005).

Varios autores indican la constante presión antrópica sobre los bosques, la selva y el matorral, que provocan su deterioro y destrucción. Se requieren estudios para cuantificar y aproximarse a la capacidad de carga de estos recursos (Zelada, 2007).

Uno de los factores que más dañan o deterioran este recurso es el antrópico, ya que en México existen actividades de pastoreo, tala clandestina, cambios de uso de suelo y por supuesto, el uso de este recurso para autoconsumo, ya que en localidades rurales es utilizado como fuente de

energía en la necesidad de cocer sus alimentos, protección contra bajas temperaturas, etc. (Salgado-Terrones, 2017).

Debido a lo anterior, se vuelve necesario estimar la disponibilidad del recurso y la demanda que puede satisfacer sin verse severamente afectado. En este apartado se realiza un cálculo en el consumo de leña per cápita por municipio siguiendo la hoja metodológica de indicadores del DANE. Como ya se mencionó, las localidades rurales son las que más leña ocupan, es por eso por lo que, para fines de este ejercicio, solo éstas se tomaron en cuenta.

De acuerdo con INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes, es por eso que del Censo de Población y Vivienda (2010) se obtuvieron las estadísticas de la población rural por municipio, además, retomando las tasas de crecimiento de las proyecciones de la CONAPO (2010), se homologaron a fin de que sean relacionables ambos valores, proyectando las poblaciones rurales de INEGI con las tasas de crecimiento por municipio de la CONAPO en los futuros 25 años, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 37. Crecimiento de la población rural por municipio.

Municipio	Pob. rural (2018)	Pob. rural (2023)	Pob rural (2028)	Pob. rural (2033)	Pob. rural (2038)	Pob. rural (2043)
Acatlán	20,077	21,332	22,665	24,082	25,587	27,187
Acaxochitlán	23,661	25,140	26,711	28,381	30,155	32,040
Actopan	16,380	17,404	18,492	19,648	20,876	22,181
Agua Blanca de Iturbide	8,994	9,556	10,154	10,788	11,463	12,179
Ajacuba	5,584	5,933	6,304	6,698	7,117	7,561
Alfajayucan	18,879	20,059	21,313	22,645	24,061	25,565
Almoloya	6,492	6,898	7,329	7,787	8,274	8,791
Apan	15,921	16,916	17,974	19,097	20,291	21,559
El Arenal	14,441	15,344	16,303	17,322	18,404	19,555
Atitalaquia	5,109	5,428	5,768	6,128	6,511	6,918
Atlapexco	19,452	20,668	21,960	23,332	24,791	26,340
Atotonilco el Grande	19,679	20,909	22,216	23,605	25,080	26,648
Atotonilco de Tula	14,584	15,496	16,464	17,493	18,587	19,749
Calnali	10,065	10,694	11,363	12,073	12,827	13,629
Cardonal	18,427	19,579	20,803	22,103	23,484	24,952
Cuautepec de Hinojosa	27,575	29,299	31,130	33,076	35,143	37,340
Chapantongo	12,271	13,038	13,853	14,719	15,639	16,616
Chapulhuacán	18,259	19,400	20,613	21,901	23,270	24,725
Chilcuautla	17,436	18,526	19,684	20,914	22,222	23,611



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Municipio	Pob. rural (2018)	Pob. rural (2023)	Pob rural (2028)	Pob. rural (2033)	Pob. rural (2038)	Pob. rural (2043)
Eloxochitlán	2,800	2,975	3,161	3,359	3,568	3,792
Emiliano Zapata	4,635	4,925	5,233	5,560	5,907	6,276
Epazoyucan	10,662	11,328	12,037	12,789	13,588	14,438
Huasca de Ocampo	17,182	18,256	19,397	20,610	21,898	23,267
Huautla	18,866	20,045	21,298	22,629	24,044	25,547
Huazalingo	12,779	13,578	14,426	15,328	16,286	17,304
Huehuetla	20,742	22,039	23,416	24,880	26,435	28,087
Huejutla de Reyes	72,618	77,157	81,980	87,104	92,549	98,334
Huichapan	28,371	30,144	32,029	34,031	36,158	38,418
Ixmiquilpan	45,842	48,707	51,752	54,987	58,424	62,076
Jacala de Ledezma	8,389	8,913	9,471	10,062	10,691	11,360
Jaltocán	4,732	5,028	5,342	5,676	6,031	6,408
Juárez Hidalgo	3,193	3,393	3,605	3,830	4,069	4,324
Lolotla	9,843	10,458	11,112	11,807	12,545	13,329
Metepéc	11,429	12,143	12,902	13,709	14,566	15,476
San Agustín Metzquitlán	9,364	9,949	10,571	11,232	11,934	12,680
Metztitlán	18,498	19,654	20,883	22,188	23,575	25,049
Mineral del Chico	7,980	8,479	9,009	9,572	10,170	10,806
Mineral del Monte	2,849	3,027	3,216	3,417	3,631	3,858
La Misión	10,452	11,105	11,799	12,537	13,321	14,153
Mixquiahuala de Juárez	14,556	15,466	16,433	17,460	18,551	19,711
Molango de Escamilla	6,944	7,378	7,839	8,329	8,850	9,403
Nicolás Flores	6,614	7,027	7,467	7,933	8,429	8,956
Nopala de Villagrán	15,666	16,645	17,686	18,791	19,966	21,214
Omitlán de Juárez	8,963	9,523	10,119	10,751	11,423	12,137
San Felipe Orizatlán	24,887	26,443	28,095	29,852	31,718	33,700
Pacula	5,049	5,365	5,700	6,056	6,435	6,837
Pachuca de Soto	5,349	5,683	6,039	6,416	6,817	7,243
Pisaflores	18,244	19,384	20,596	21,883	23,251	24,705
Progreso de Obregón	4,731	5,027	5,341	5,675	6,029	6,406
Mineral de la Reforma	60,400	64,175	68,187	72,449	76,977	81,789
San Agustín Tlaxiaca	18,931	20,114	21,372	22,707	24,127	25,635
San Bartolo Tututepec	15,569	16,542	17,576	18,675	19,842	21,082
San Salvador	27,035	28,725	30,520	32,428	34,455	36,609
Santiago de Anaya	16,014	17,015	18,079	19,209	20,409	21,685
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	11,331	12,039	12,792	13,591	14,441	15,344
Singuilucan	10,775	11,449	12,164	12,924	13,732	14,591
Tasquillo	13,121	13,941	14,813	15,738	16,722	17,767
Tecoautla	29,223	31,050	32,990	35,053	37,244	39,572
Tenango de Doria	17,206	18,281	19,424	20,638	21,928	23,299
Tepeapulco	7,864	8,356	8,878	9,433	10,022	10,649
Tepehuacán de Guerrero	29,125	30,946	32,880	34,935	37,119	39,439
Tepeji del Río de Ocampo	25,147	26,719	28,389	30,163	32,049	34,052
Tepetitlán	9,940	10,561	11,221	11,923	12,668	13,460
Tetepango	2,407	2,557	2,717	2,887	3,068	3,259
Villa de Tezontepec	3,648	3,876	4,118	4,376	4,649	4,940
Tezontepec de Aldama	16,560	17,595	18,695	19,863	21,105	22,424
Tiangustengo	14,037	14,914	15,847	16,837	17,890	19,008

Municipio	Pob. rural (2018)	Pob. rural (2023)	Pob rural (2028)	Pob. rural (2033)	Pob. rural (2038)	Pob. rural (2043)
Tizayuca	7,338	7,797	8,284	8,802	9,352	9,937
Tlahuelilpan	1,980	2,104	2,235	2,375	2,523	2,681
Tlahuiltepa	9,753	10,363	11,010	11,699	12,430	13,207
Tlanalapa	2,730	2,901	3,082	3,275	3,479	3,697
Tlanchinol	31,183	33,132	35,203	37,404	39,742	42,226
Tlaxcoapan	1,244	1,322	1,404	1,492	1,585	1,685
Tolcayuca	2,616	2,780	2,953	3,138	3,334	3,542
Tula de Allende	30,056	31,935	33,931	36,052	38,305	40,700
Tulancingo de Bravo	18,675	19,842	21,083	22,400	23,801	25,288
Xochiatipan	19,067	20,259	21,525	22,871	24,300	25,819
Xochicoatlán	7,320	7,778	8,264	8,780	9,329	9,912
Yahualica	19,429	20,643	21,934	23,305	24,762	26,309
Zacuallipán de Ángeles	9,312	9,894	10,513	11,170	11,868	12,610
Zapotlán de Juárez	146	155	165	175	186	198
Zempoala	21,293	22,624	24,038	25,541	27,137	28,833
Zimapán	25,273	26,853	28,531	30,315	32,209	34,223
TOTAL	1,261,263	1,340,100	1,423,866	1,512,867	1,607,431	1,707,906

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda de INEGI (2010).

Como se observa en la tabla anterior, Huejutla de Reyes es el municipio que mayor población rural concentra, seguido de Mineral de la Reforma. En contraste, el municipio que menor población rural concentra es Zapotlán de Juárez.

Se estimó el consumo de leña per cápita en el Estado mediante la metodología establecida por Masera y colaboradores (2004). El total de leña consumida dentro de cada municipio en poblaciones rurales menores de 2,500 habitantes, de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER, 2017) a nivel nacional es de 250.308 petajoules, esto es equivalente a 8,540,719.81 toneladas de leña. De esta manera el promedio de leña consumida per cápita en el 2017 fue de 0.4154 ton/año (415.4 kg/año), no obstante, en Hidalgo el consumo fue ligeramente superior al promedio reportado por la SENER (2017) teniendo un valor de 0.427 toneladas consumidas por persona para ese año.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de leña per cápita proyectada por el total de población rural en cada municipio del Estado.

Tabla 38. Proyección del consumo de leña per cápita expresado en toneladas.

Municipio	Consumo de leña per cápita (2018)	Consumo de leña per cápita ton (2023)	Consumo de leña per cápita ton (2028)	Consumo de leña per cápita ton (2033)	Consumo de leña per cápita ton (2038)	Consumo de leña per cápita ton (2043)
Acatlán	8,574	9,110	9,679	10,284	10,927	11,610
Acaxochitlán	10,104	10,736	11,407	12,120	12,877	13,682
Actopan	6,995	7,432	7,897	8,390	8,915	9,472
Agua Blanca de Iturbide	3,841	4,081	4,336	4,607	4,895	5,201
Ajacuba	2,385	2,534	2,692	2,860	3,039	3,229
Alfajayucan	8,062	8,566	9,101	9,670	10,275	10,917
Almoloya	2,772	2,946	3,130	3,325	3,533	3,754
Apan	6,799	7,224	7,675	8,155	8,665	9,206
El Arenal	6,167	6,552	6,962	7,397	7,859	8,351
Afitalaquiá	2,182	2,318	2,463	2,617	2,781	2,954
Atlapexco	8,307	8,826	9,378	9,964	10,587	11,248
Atotonilco el Grande	8,404	8,929	9,487	10,080	10,710	11,380
Atotonilco de Tula	6,228	6,617	7,031	7,470	7,937	8,433
Calnali	4,298	4,567	4,852	5,156	5,478	5,820
Cardonal	7,869	8,361	8,883	9,439	10,029	10,656
Cuautepec de Hinojosa	11,776	12,512	13,294	14,125	15,007	15,946
Chapantongo	5,240	5,568	5,916	6,285	6,678	7,096
Chapulhuacán	7,797	8,285	8,802	9,353	9,937	10,558
Chilcuautla	7,446	7,911	8,406	8,931	9,489	10,083
Eloxochitlán	1,196	1,270	1,350	1,434	1,524	1,619
Emiliano Zapata	1,979	2,103	2,234	2,374	2,523	2,680
Epazoyucan	4,553	4,838	5,140	5,461	5,803	6,165
Huasca de Ocampo	7,337	7,796	8,283	8,801	9,351	9,936
Huautla	8,056	8,560	9,095	9,664	10,268	10,909
Huazalingo	5,457	5,798	6,161	6,546	6,955	7,390
Huehuetla	8,857	9,411	10,000	10,625	11,289	11,994
Huejutla de Reyes	31,010	32,949	35,008	37,197	39,522	41,992
Huichapan	12,115	12,873	13,677	14,532	15,441	16,406
Ixmiquilpan	19,576	20,800	22,100	23,481	24,949	26,509
Jacala de Ledezma	3,582	3,806	4,044	4,297	4,566	4,851
Jaltocán	2,021	2,147	2,281	2,424	2,575	2,736
Juárez Hidalgo	1,364	1,449	1,539	1,636	1,738	1,846
Lolotla	4,203	4,466	4,745	5,042	5,357	5,692
Metepec	4,881	5,186	5,510	5,854	6,220	6,609
San Agustín Metzquitlán	3,999	4,249	4,514	4,796	5,096	5,415
Metzquitlán	7,899	8,393	8,918	9,475	10,067	10,697
Mineral del Chico	3,408	3,621	3,847	4,088	4,343	4,615
Mineral del Monte	1,217	1,293	1,373	1,459	1,551	1,647
La Misión	4,463	4,742	5,039	5,354	5,688	6,044



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Municipio	Consumo de leña per cápita (2018)	Consumo de leña per cápita ton (2023)	Consumo de leña per cápita ton (2028)	Consumo de leña per cápita ton (2033)	Consumo de leña per cápita ton (2038)	Consumo de leña per cápita ton (2043)
Mixquiahuala de Juárez	6,216	6,604	7,017	7,456	7,922	8,417
Molango de Escamilla	2,965	3,151	3,348	3,557	3,779	4,015
Nicolás Flores	2,824	3,001	3,189	3,388	3,600	3,825
Nopala de Villagrán	6,690	7,108	7,552	8,024	8,526	9,059
Omitlán de Juárez	3,828	4,067	4,321	4,591	4,878	5,183
San Felipe Orizatlán	10,628	11,292	11,998	12,748	13,545	14,391
Pacula	2,156	2,291	2,434	2,586	2,748	2,920
Pachuca de Soto	2,284	2,427	2,579	2,740	2,911	3,093
Pisaflores	7,791	8,278	8,795	9,345	9,929	10,550
Progreso de Obregón	2,020	2,147	2,281	2,423	2,575	2,736
Mineral de la Reforma	25,793	27,405	29,118	30,938	32,872	34,927
San Agustín Tlaxiaca	8,084	8,590	9,126	9,697	10,303	10,947
San Bartolo Tutotepec	6,649	7,064	7,506	7,975	8,473	9,003
San Salvador	11,545	12,267	13,033	13,848	14,714	15,633
Santiago de Anaya	6,839	7,266	7,720	8,203	8,715	9,260
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	4,839	5,141	5,463	5,804	6,167	6,552
Singuilucan	4,601	4,889	5,195	5,519	5,864	6,231
Tasquillo	5,603	5,953	6,325	6,721	7,141	7,587
Tecozautla	12,479	13,259	14,088	14,969	15,904	16,898
Tenango de Doria	7,348	7,807	8,295	8,813	9,364	9,950
Tepeapulco	3,358	3,568	3,791	4,028	4,280	4,547
Tepehuacán de Guerrero	12,437	13,215	14,041	14,919	15,851	16,842
Tepeji del Río de Ocampo	10,739	11,410	12,123	12,881	13,686	14,541
Tepetitlán	4,245	4,510	4,792	5,092	5,410	5,748
Tetepango	1,028	1,092	1,160	1,233	1,310	1,392
Villa de Tezontepec	1,558	1,655	1,759	1,869	1,985	2,109
Tezontepec de Aldama	7,072	7,514	7,983	8,482	9,013	9,576
Tianguistengo	5,994	6,369	6,767	7,190	7,640	8,117
Tizayuca	3,134	3,329	3,538	3,759	3,994	4,243
Tlahuailpan	846	898	955	1,014	1,078	1,145
Tlahuilltepa	4,165	4,425	4,702	4,996	5,308	5,640
Tlanalapa	1,166	1,239	1,316	1,398	1,486	1,579
Tlanchinol	13,316	14,149	15,033	15,973	16,971	18,032
Tlaxcoapan	531	564	600	637	677	719
Tolcayuca	1,117	1,187	1,261	1,340	1,424	1,513
Tula de Allende	12,835	13,637	14,490	15,395	16,358	17,380
Tulancingo de Bravo	7,975	8,473	9,003	9,566	10,164	10,799
Xochiatipan	8,142	8,651	9,192	9,767	10,377	11,026



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Municipio	Consumo de leña per cápita (2018)	Consumo de leña per cápita ton (2023)	Consumo de leña per cápita ton (2028)	Consumo de leña per cápita ton (2033)	Consumo de leña per cápita ton (2038)	Consumo de leña per cápita ton (2043)
Xochicoatlán	3,126	3,321	3,529	3,749	3,984	4,233
Yahualica	8,297	8,815	9,367	9,952	10,574	11,235
Zacuatlipán de Ángeles	3,977	4,225	4,489	4,770	5,068	5,385
Zapotlán de Juárez	62	66	70	75	79	84
Zempoala	9,093	9,661	10,265	10,907	11,589	12,313
Zimapán	10,793	11,467	12,184	12,945	13,755	14,614
TOTAL	538,601	572,271	608,042	646,048	686,431	729,337

Fuente: Elaboración propia con datos de la SENER (2017) y proyecciones de población rural obtenidos del Censo de Población y Vivienda del INEGI (2010).

Con en la tabla anterior, el consumo de leña para el 2018 per cápita total de la población rural es de 538,601 toneladas. Cabe mencionar que el consumo incrementa a lo largo de los años, ya que el crecimiento de la población rural también incrementa y por ende la demanda del recurso se vuelve mayor. Este recurso no es de vital importancia para la población rural del Estado, sin embargo, los pobladores de las zonas rurales y comunidades lo implementan para autoconsumo en sus actividades cotidianas, como la cocción de los alimentos y calefacción en épocas de frío, entre otras.

Aunado a lo anterior, la leña es utilizada también para actividades del sector industrial, maderero y hasta para la construcción. Por tal motivo, es necesario el cuidado y control de manera sustentable, o implementar alternativas en algunos municipios para el uso de la leña, como el uso del bagazo de caña, por mencionar un ejemplo. También son alternativas los programas que ha llevado la SENER para la implementación de estufas en localidades rurales y zonas marginadas o la incorporación de tecnologías de aprovechamiento de energía solar o eólica como fuentes alternas de energía.

6 Transversalidad del agua en la fase de pronóstico

6.1 Como cambiara el agua

6.1.1 Recarga

La recarga de un acuífero puede darse naturalmente debido a la precipitación, a las aguas superficiales, es decir, a través de ríos y lagos, o por medio de transferencias desde otras unidades hidrogeológicas o acuíferos; pero también puede darse de manera artificial producto de actividades como la irrigación, fugas de redes de abastecimiento o por infiltraciones de embalses y depósitos (Balek, 1988; Custodio, 1997; Simmers, 1990; Lerner, 1990; Samper, 1997).

La metodología propuesta en este apartado toma en consideración la carencia de datos para generar una proyección con elevada certidumbre, semejante a la que se obtuvo en otros apartados de este pronóstico.

En primer lugar, se usaron los datos de la recarga de acuíferos, disponibles en los estudios de la CONAGUA (2018) sobre la actualización de la disponibilidad media anual de agua para los 23 acuíferos del Estado de Hidalgo (ver siguiente tabla).

Tabla 39. Recarga de acuíferos (hm³/año)

CLAVE	ACUÍFERO	2009	2018
1301	ZIMAPÁN	7.6	7.6
1302	ORIZATLÁN	2.0	185.4
1303	ATOTONILCO- JALTOCÁN	2.0	12.8
1304	XOCHITLÁN- HUEJUTLA	3.0	39.1
1305	ATLAPEXCO- CANDELARIA	6.0	192.7
1306	CALABOZO	5.0	81.1
1307	HUICHAPAN- TECOZAUTLA	56.7	56.7
1308	EL ASTILLERO	2.5	3.3
1309	CHAPATONGO- ALFAJAYUCAN	7.0	136.9
1310	VALLE DEL MEZQUITAL	664.6	515.0
1311	AJACUBA	10.8	25.7
1312	IXMIQUILPAN	78.0	150.1
1313	ACTOPAN- SANTIAGO DE ANAYA	171.9	208.1
1314	METZTITLÁN	62.5	62.5
1315	HUASCA-ZOQUITAL	52.1	52.1

CLAVE	ACUÍFERO	2009	2018
1316	TEPEJI DEL RIO	17.0	46.3
1317	VALLE DE TULANCINGO	39.1	103.0
1318	ACAXOCHTLÁN	7.0	19.9
1319	TECOCOMULCO	27.8	27.8
1320	APAN	156.6	30.3
1321	AMAJAC	1.0	166.0
1508	CUAUTILÁN-PACHUCA	356.7	356.7

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAGUA, (2018).

Con los datos de la tabla anterior, se generó una línea de tendencia central y la ecuación que la representa, con esta última se proyectaron los valores de la recarga de acuíferos hasta el año 2043. Las ecuaciones generadas, también llamadas funciones de comportamiento de las líneas de tendencia central, se concentran en la tabla que a continuación se presenta.

Tabla 40. Funciones de comportamiento

Acuífero	Función de comportamiento
ZIMAPÁN	$y = 7.6$
ORIZATLÁN	$y = 30.567 x - 61406$
ATOTONILCO-JALTOCÁN	$y = 1.8 x - 3614.2$
XOCHITLÁN-HUEJUTLA	$y = 6.0167 x - 12084$
ATLAPEXCO-CANDELARIA	$y = 31.117 x - 62507$
CALABOZO	$y = 12.683 x - 25476$
HUICHAPAN-TECOZAUTLA	$y = 56.7$
EL ASTILLERO	$y = 0.1333 x - 265.37$
CHAPATONGO-ALFAJAYUCAN	$y = 21.65 x - 43488$
VALLE DEL MEZQUITAL	$y = -24.933 x + 50756$
AJACUBA	$y = 2.4833 x - 4978.2$
IXMIQUILPAN	$y = 12.017 x - 24063$
ACTOPAN-SANTIAGO DE ANAYA	$y = 6.0333 x - 11949$
METZITLÁN	$y = 62.5$
HUASCA-ZOQUITAL	$y = 52.1$
TEPEJI DEL RÍO	$y = 4.8833 x - 9793.6$
VALLE DE TULANCINGO	$y = 10.65 x - 21357$
ACAXOCHTLÁN	$y = 2.15 x - 4312.4$
TECOCOMULCO	$y = 27.8$
APAN	$y = -21.05 x + 42446$
AMAJAC	$y = 27.5 x - 55247$
CUAUTILÁN-PACHUCA	$y = 356.7$
ÁLAMO TUXPAN	$y = 18.267 x - 36653$

Fuente: Elaboración propia

Los datos de CONAGUA al igual que las funciones de comportamiento se graficaron (color azul-lineal) para cada uno de los acuíferos. Es importante mencionar que existe un mayor número de datos de 2018 con respecto al

año 2009, es decir, existe un mayor número de concesiones. Es probable que los incrementos en la recarga de acuíferos estén más relacionados al mayor número de datos que a la naturaleza de la su recarga.

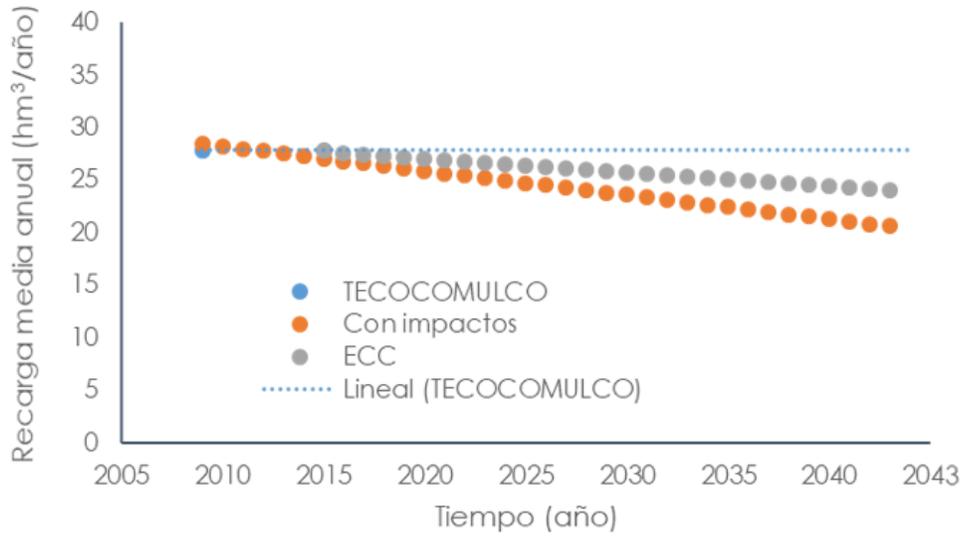
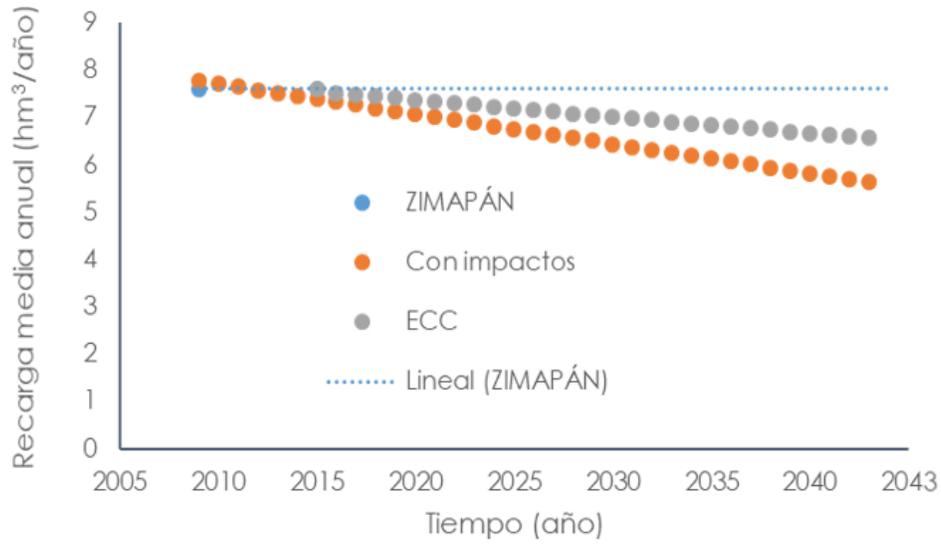
En segundo lugar, Monterroso y colaboradores (2008) citando a McGregor y Nieuwolt, (1998) mencionan el impacto porcentual en la recarga de los acuíferos debido al cambio climático. El comportamiento de las variables climáticas, bajo escenarios de cambio climático fluctúa dependiendo del modelo aplicado, inglés o norteamericano. En el caso del modelo inglés, que sugiere que la precipitación pluvial disminuirá, se observa una reducción en la cantidad de agua que escurre de 26% y 35% y de la cantidad de agua infiltrada de 26% y 32% para los escenarios al 2020 y 2043, respectivamente. Tomando en cuenta lo anterior, se generó una segunda tendencia basada en una función asintótica (color naranja-con impactos), que se describe brevemente a continuación. Con los valores de CONAGUA (2018), se calculó un tercer valor para el año 2043, que contiene una disminución del 32%. Los tres valores se ajustaron a una función asintótica, ya que la recarga de acuíferos es finita y tiene un valor máximo, una vez calculada a través de las siguientes ecuaciones (Terrazas, 2006).

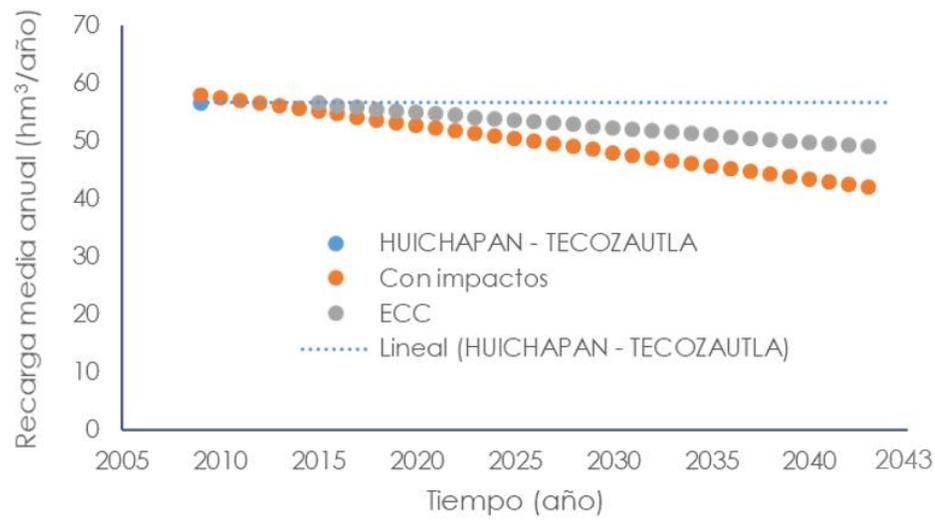
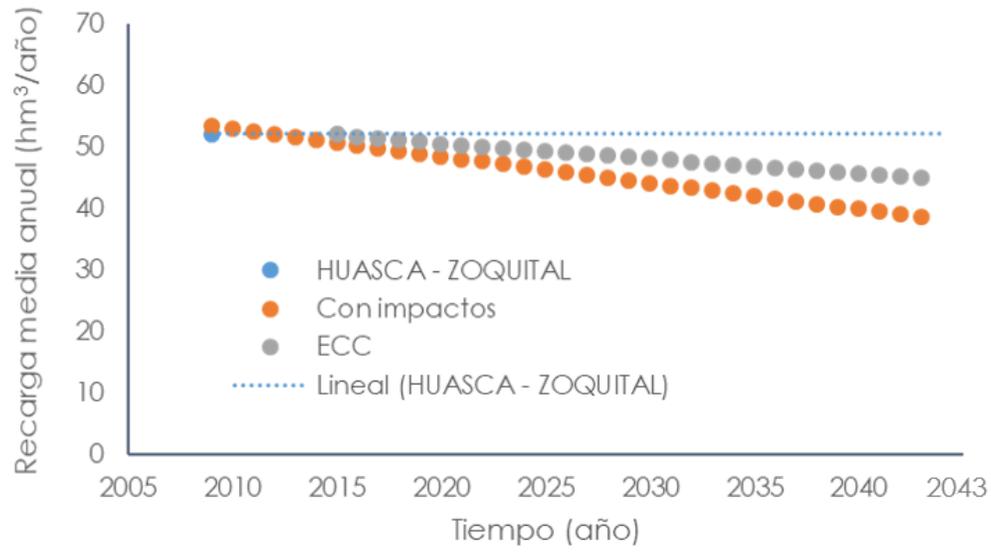
$$y = a - \frac{b}{x} \quad (1)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum \left(\frac{-1}{x}\right)}{n} \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum \left(\frac{-1}{x}\right) \sum y - n \sum \left(\frac{-1}{x}\right) y}{\left(\sum \frac{-1}{x}\right)^2 - n \sum \left(\frac{-1}{x}\right)^2} \quad (3)$$

En tercer lugar, se generó una proyección mediante tasas de cambio usando como valor inicial el del año 2015 de la CONAGUA, y una tasa de decaimiento generada a partir de las consideraciones del cambio en los acuíferos que se propusieron en el modelo del cambio climático norteamericano (puntos de color gris-ECC; escenario con cambio climático). Las tres líneas se ubicaron en una figura y fueron comparados.





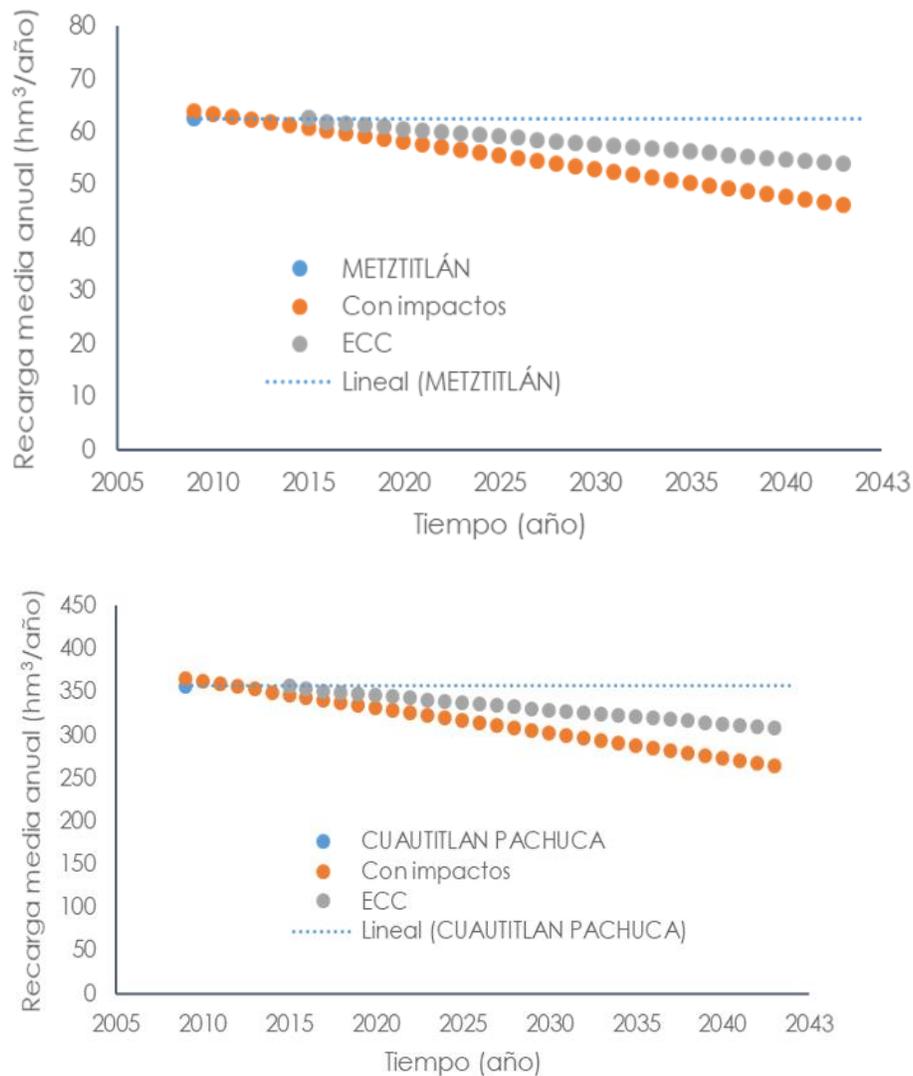
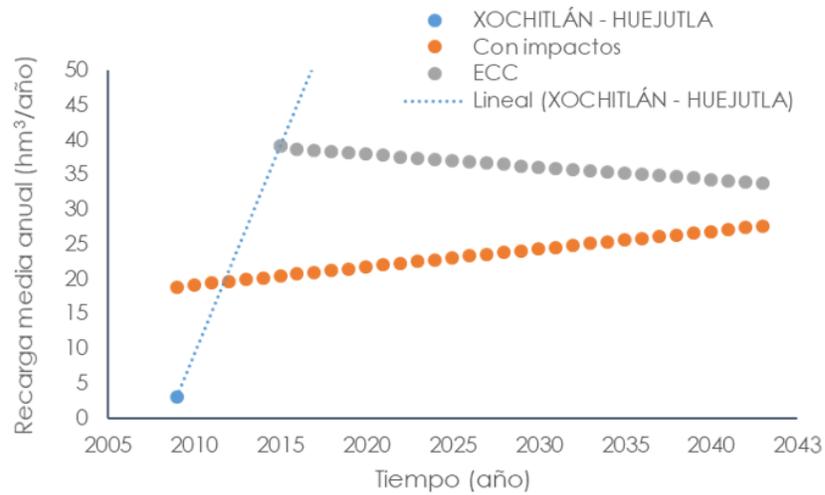
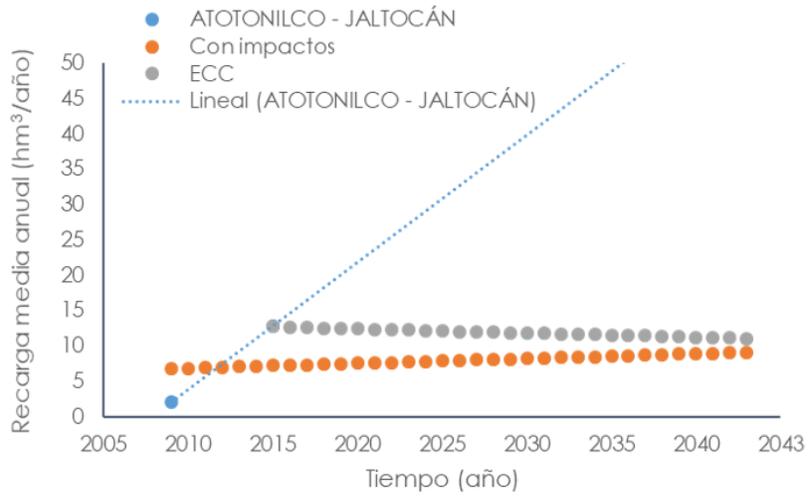
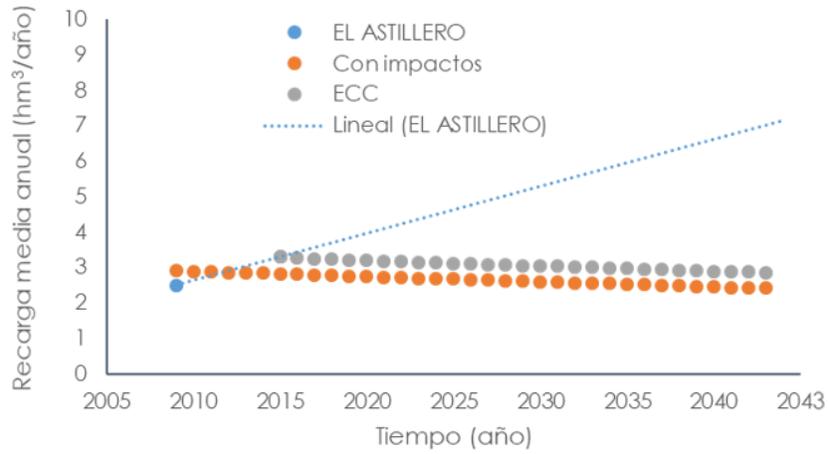
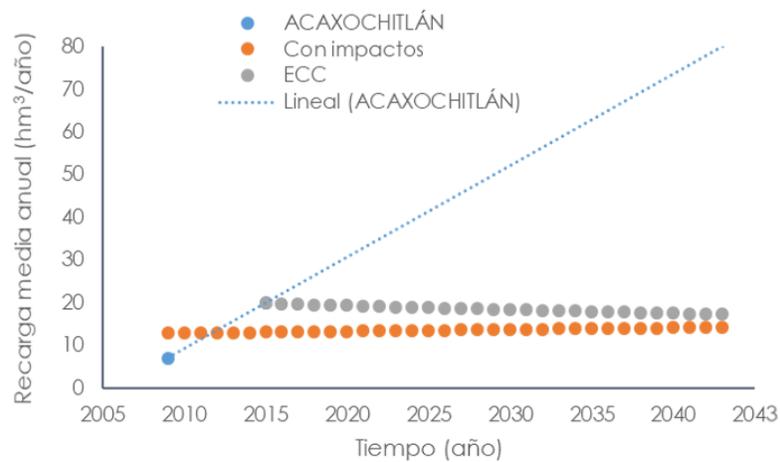
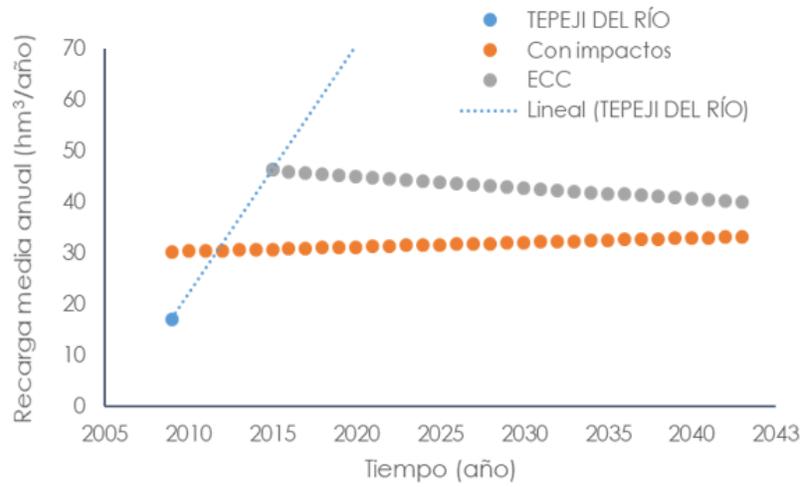
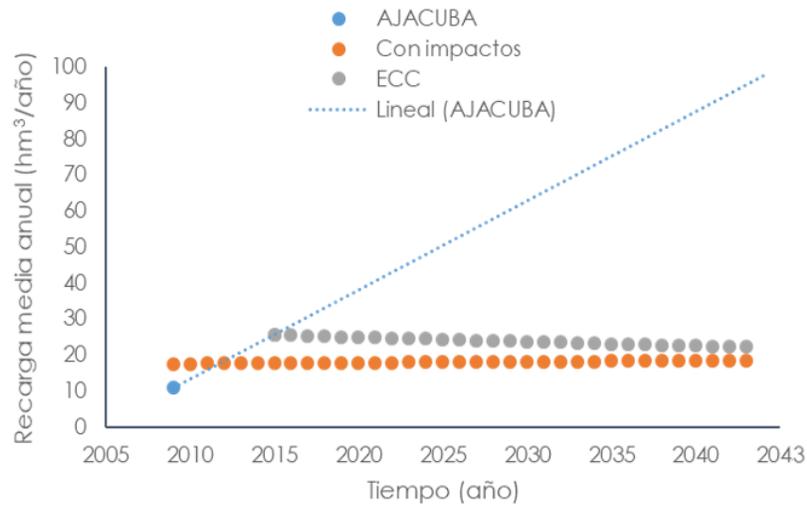
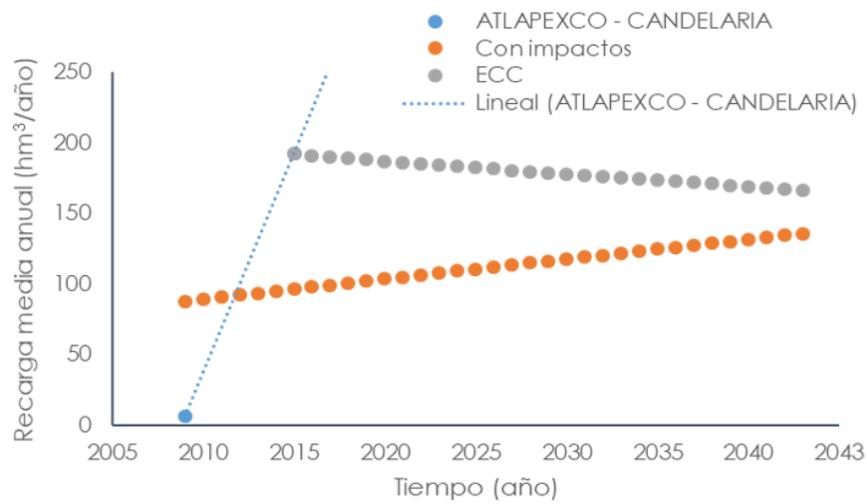
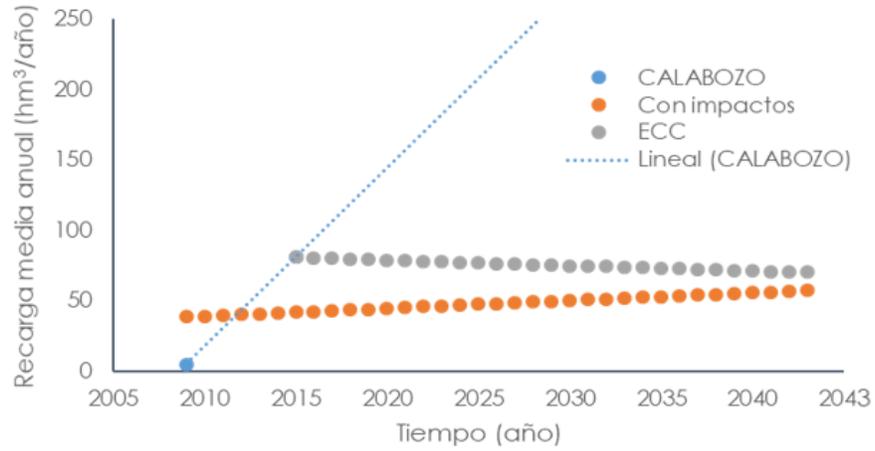


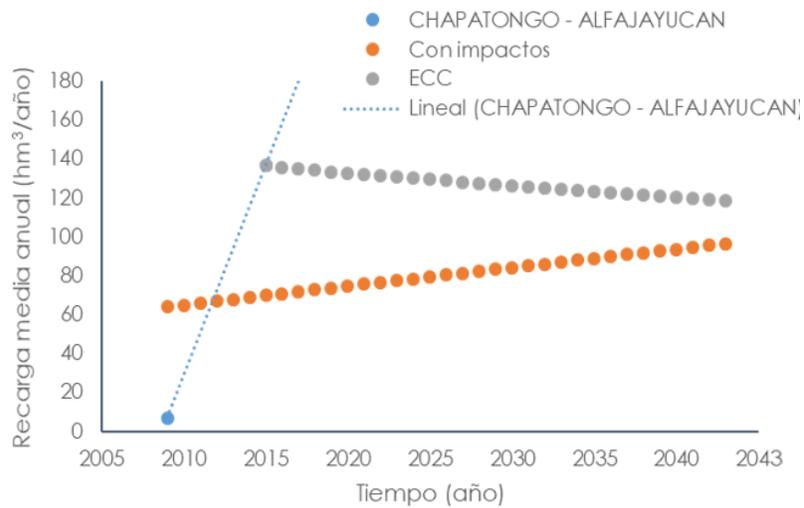
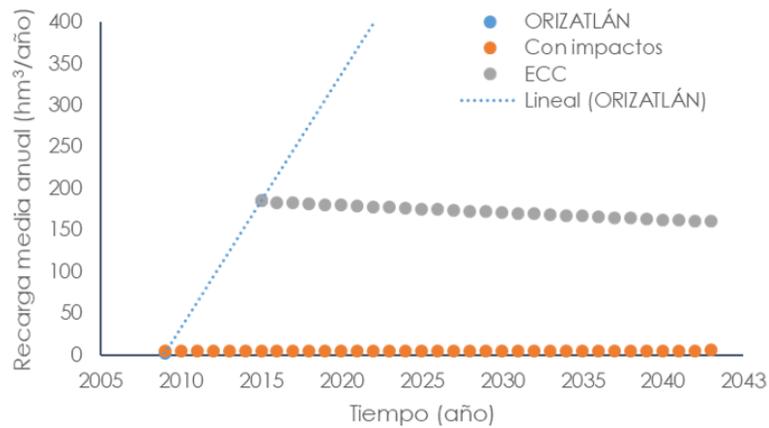
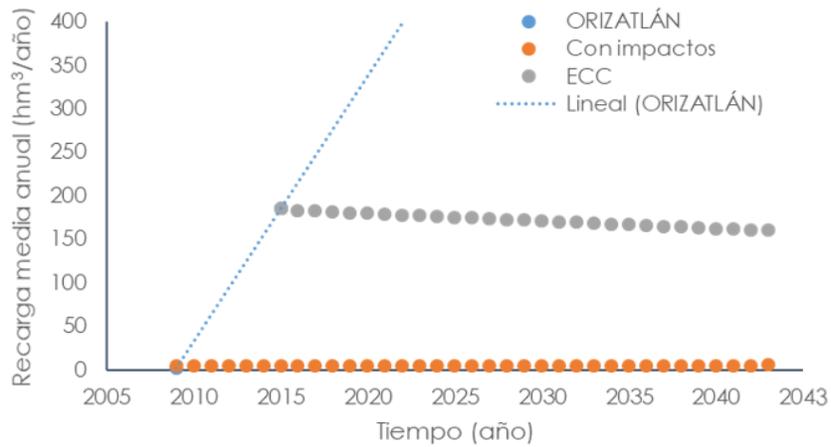
Figura 89. Proyecciones de la recarga media anual que permanecen constantes
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2009-2018) y reportes en literatura.

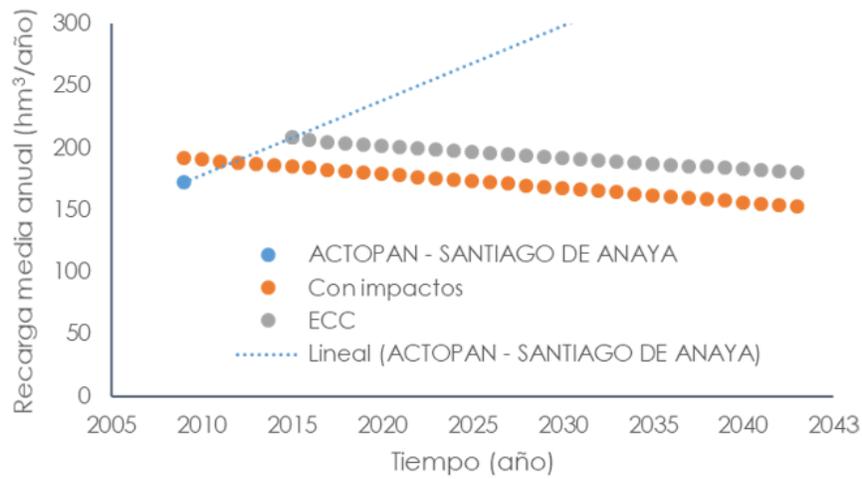
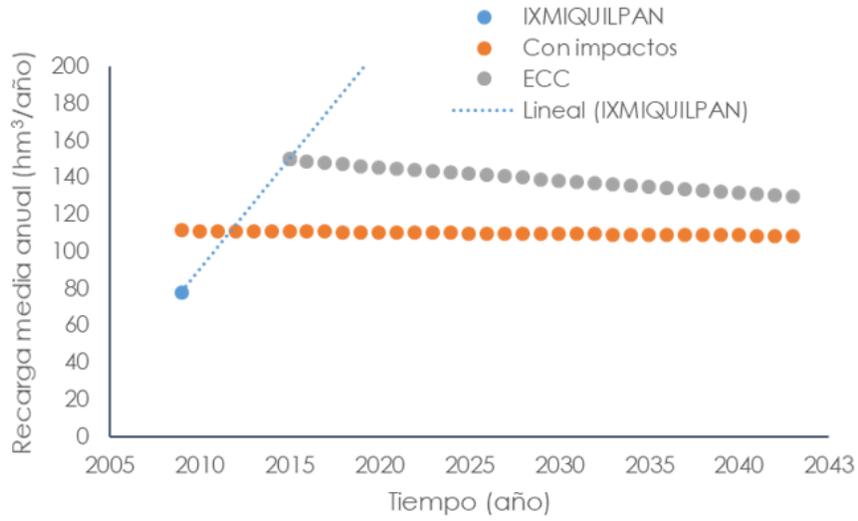
En la figura anterior se muestran las gráficas que presenta las proyecciones con líneas de tendencia para los acuíferos de: Zimapán, Tecocomulco, Huasca-Zoquital, Huichapan-Tecozautla, Metztitlán y Cuautitlán-Pachuca, las cuales representan los cambios tendenciales calculados hasta el año 2043, tomando como referencia de partida la recarga media anual de los años 2009 y 2018. Se observa que para estos acuíferos la recarga se mantendrá constante. Aunque las tendencias con impactos y con el ECC muestran que para el año 2043 habrá una disminución proporcional a la capacidad de recarga.

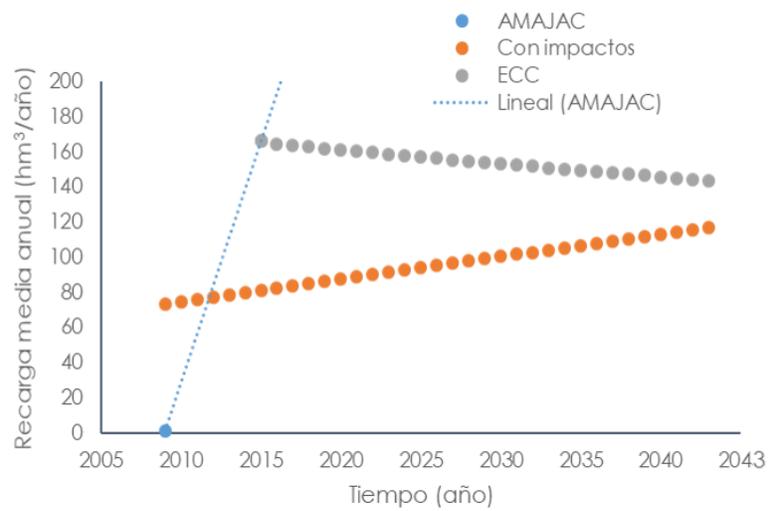
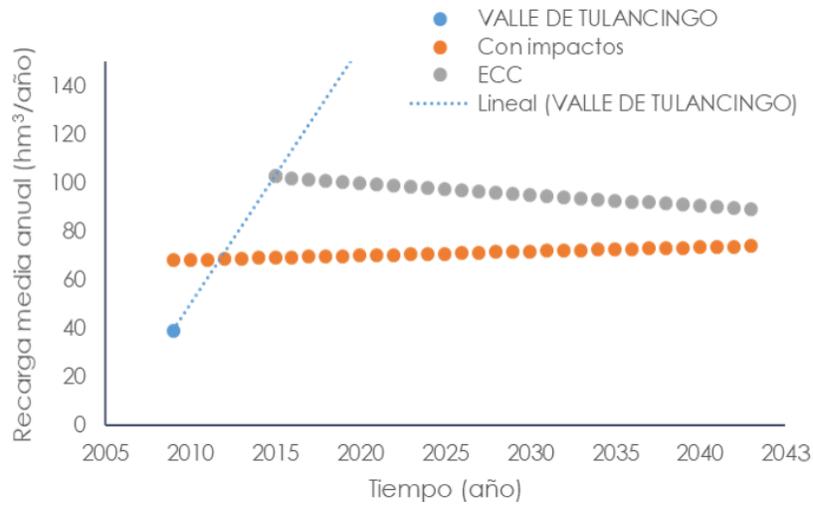












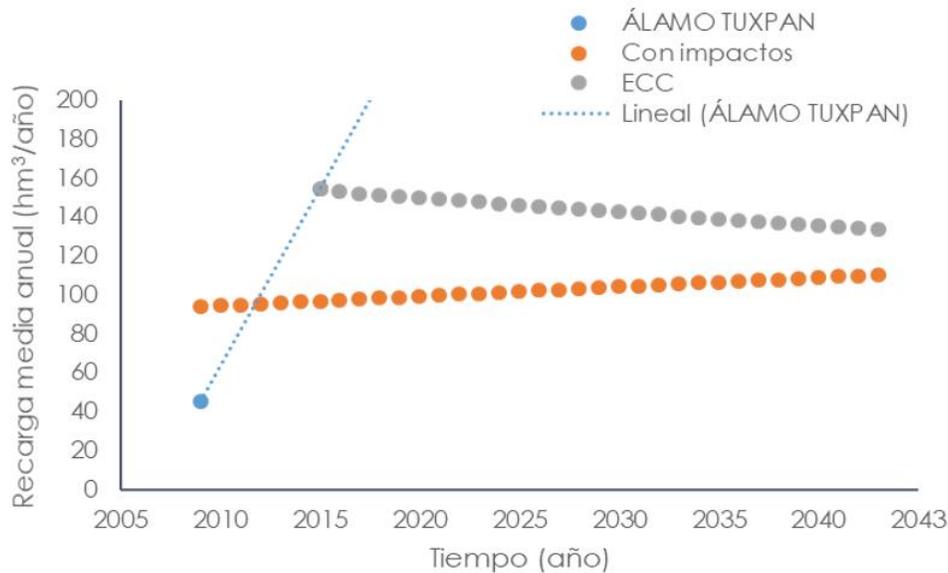


Figura 90. Proyecciones de la recarga media anual que incrementan

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2009-2018) y reportes en literatura.

En la figura anterior se muestran las gráficas que presentan las proyecciones para los acuíferos: El Astillero, Atotonilco Jaltocán, Xochitlán-Huejutla, Ajacuba, Tepeji del Río, Acaxochitlán, Calabozo, Atlapexco-Candelaria, Orizatlán, Chapantongo-Alfajayucan, Ixmiquilpan, Actopan-Santiago de Anaya, Valle de Tulancingo, Amajac y Álamo-Tuxpan, las cuales representan los cambios tendenciales calculados hasta el año 2043, tomando como referencia de partida la recarga media anual de los años 2009-2018. Se observa que para estos acuíferos el valor de la recarga aumentará en años futuros. Para el caso de las tendencias con impactos se aprecia que para los acuíferos de Atotonilco Jaltocán, Xochitlán-Huejutla, Tepeji del Río, Calabozo, Atlapexco-Candelaria, Chapantongo-Alfajayucan, Valle de Tulancingo, Amajac y el Álamo-Tuxpan hubo un incremento en concordancia con las líneas de tendencia que se generaron de los datos de CONAGUA (2018), sin embargo, vale la pena resaltar que los incrementos no son tan elevados como en el caso de las tendencias lineales. Los incrementos de las líneas de tendencia son difíciles de explicar mediante los fenómenos relacionados con la recarga de acuíferos, mientras que los generados por la tendencia con impacto parecen correlacionarse con las diferentes variables de las que depende la recarga. Por otro lado, los acuíferos de El Astillero, Ajacuba, Acaxochitlán, Orizatlán, Ixmiquilpan,

Actopan-Santiago de Anaya y Álamo-Tuxpan se contraponen a la línea de tendencia (color azul), es decir presentan decrementos en la recarga de acuíferos. En todos los casos la línea que se generó para el ECC muestra decrementos en la recarga de los acuíferos.

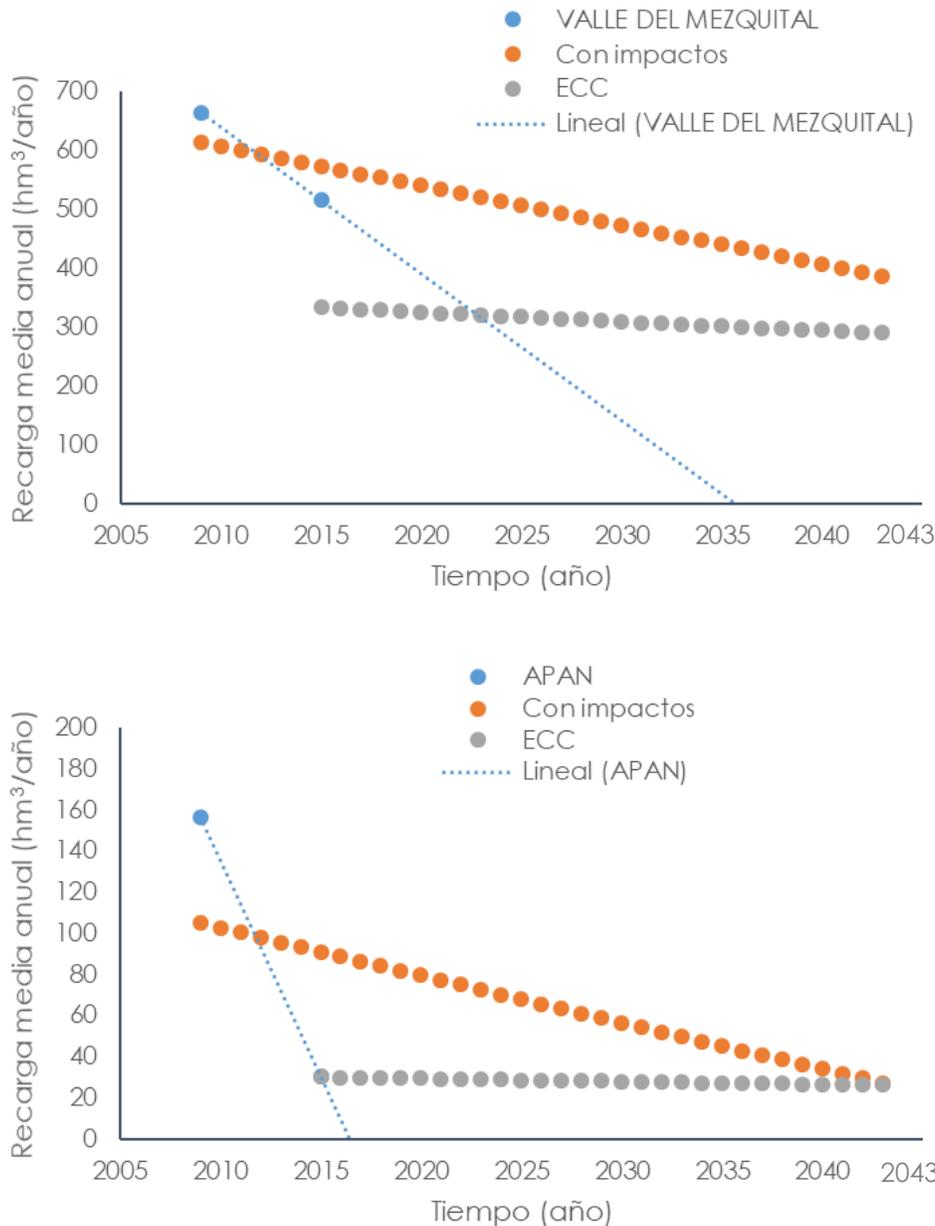


Figura 91. Proyecciones de la recarga media anual que decremantan

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2009-2018) y reportes en literatura.

En la figura anterior se muestran las gráficas que presentan las proyecciones para el acuífero Valle del Mezquital y el de Apán, las cuales representan los



cambios tendenciales calculados hasta el año 2043, tomando como referencia de partida la recarga media anual de los años 2009 y 2018. Se observa que para estos acuíferos el valor de la recarga disminuirá en años futuros. En este caso, tanto la tendencia con impactos y la de ECC decrecen como la línea de tendencia. Los cambios sugeridos por la línea de tendencia son mucho mayores en comparación con los de las otras tendencias.

Los datos anteriores muestran tres posibilidades de la recarga de acuíferos, con certeza no se puede indicar cual representa con mayor detalle a cada uno, aunque las tres se basan en datos reportados en literatura y su determinación está ampliamente justificada. La toma de decisiones fundada en los datos de este apartado deberá considerar otras variables como la disponibilidad y la generación de agua residual, por mencionar algunas.

6.1.2 Disponibilidad

La disponibilidad natural del agua depende fundamentalmente del balance entre el agua que entra al sistema por medio de la precipitación y de lo que se pierde por la evaporación de los cuerpos de agua y por evaporación vegetal. (CONAGUA, SEMARNAT, 2014).

Uno de los factores determinantes de diversas actividades sectoriales (la salud humana, el desarrollo económico, el riesgo hacia el medio ambiente, etc.) es la disponibilidad de agua. El crecimiento poblacional y la expansión de actividades antrópicas como son la agricultura y la industria provocan un radical aumento en la demanda humana de agua, las principales fuentes de agua son los ríos, lagos, etc., y acuíferos, los cuales provienen de otros ecosistemas, principalmente montañas y bosques.

En la siguiente tabla se muestra una proyección de la disponibilidad de agua en las tres regiones hidrológicas administrativas presentes en el Estado. Esta proyección muestra que, en el caso particular de la RHA X Golfo Centro disminuye un 8.82% la capacidad de disponibilidad del 2003 al 2030. Cabe mencionar que para la región hidrológica administrativa XIII disminuirá el 18.68% de la disponibilidad per cápita, esto es, la densidad poblacional en esta región hidrológica es mayor que en cualquier otra región hidrológica del país. CONAGUA (2004 y 2010) determinó el cálculo de la disponibilidad

de agua para cada una de estas regiones hidrológicas con base en datos de población reportados por CONAPO en 2003 y 2007, respectivamente.

Tabla 41. Disponibilidad hidrológica de las regiones hidrológicas administrativas presentes en el Estado de Hidalgo.

Región Administrativa	DNM per cápita 2003 (m ³ /hab/año)	DNM per cápita 2010 (m ³ /hab/año)	DNM per cápita 2025 (m ³ /hab/año)	DNM per cápita 2030 (m ³ /hab/año)
IX Golfo Norte	4,685	5,132	4,200	5,013
X Golfo Centro	10,604	9,907	9,853	9,659
XIII Aguas del Valle de México	182	163	156	148

Fuente: Tomado de Estadísticas del Agua en México (CONAGUA, 2004 y 2010). DNM= disponibilidad nacional media.

El manejo del agua resulta ser complejo debido a que los impactos provocados por el cambio climático (sequías, inundaciones, etc.) son cada vez mayores, así como la mala administración del uso de agua.

En el Estado existen dos instancias gubernamentales (CEAAH y CONAGUA) encargadas del estudio y monitoreo de los acuíferos en el territorio estatal en diferentes años, con el propósito de actualizar los datos para cada uno de los acuíferos. En la siguiente tabla se comparan los datos reportados por dependencia en cada acuífero de acuerdo con la disponibilidad de agua. De esta manera se tienen variaciones significativas para cada uno de estos como se muestra a continuación

Tabla 42. Comparativa de los datos de CONAGUA (2018) y CEAAH en diferentes años.

Nombre	Disponibilidad hm ³ (CONAGUA, 2018)	Disponibilidad hm ³ (CEAA)
Acaxochitlán	2.37	-0.55
Amajac	1.30	8.56
Atlapexco-Candelaria	8.85	0.00
Atotonilco-Jaltocán	4.14	0.00
Calabozo	9.24	0.00
El Astillero	2.63	0.10
Huasca-Zoquital	10.57	2.48
Metztitlán	16.55	-1.57
Orizatlán	6.11	0.00
Tecocomulco	25.96	16.46
Valle del Mezquital	30.86	32.39
Xochitlán-Huejutla	7.06	0.00

2013

Nombre	Disponibilidad hm ³ (CONAGUA, 2018)	Disponibilidad hm ³ (CEAA)	
Zimapán	1.79	3.25	
Actopan-Santiago de Anaya	83.62	21.60	
Chapantongo-Alfajayucan	16.07	3.83	2008
Cuautitlán-Pachuca	-106.04	-217.80	
Ixmiquilpan	21.31	13.15	
Ajacuba	9.4	5.12	
Apan	11.10	3.53	2007
Tepeji del Río	-2.92	-2.74	
Huichapan-Tecozautla	-12.85	-10.44	2006
Valle de Tulancingo	-20.11	-9.78	
Álamo-Tuxpan	49.34	S/D	S/D

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018) y CEAA (2006,2007,2008 y 2013).

Como se observa en la tabla anterior, de acuerdo con la CEAH reportan datos muy inferiores para la disponibilidad de agua a comparación de los reportados por CONAGUA (2018), a excepción de los acuíferos: Amajac, Huichapan-Tecozautla, Zimapán, Valle del Mezquital, Valle de Tulancingo y en menor proporción Tepeji del Río.

Para observar el aumento o disminución de la disponibilidad de agua para este estudio se calculó la tasa de crecimiento con datos de los 23 acuíferos existentes en el Estado hasta el año 2043 reportados por CONAGUA (2018) Las unidades en millones de metros cúbicos anuales (hm³) que describen los cambios en los acuíferos fueron los datos que se utilizaron.

Para observar el comportamiento de la disponibilidad se requiere la proyección de más de un año, por lo que se contemplan los años 2018, 2023, 2028, 2033, 2038 y 2043. Se utilizó la ecuación 2.

En la tabla que se muestra a continuación se observa la tasa de crecimiento de la disponibilidad de agua de los acuíferos del Estado, en donde 4 de los acuíferos de acuerdo con su déficit está siendo sobreexplotados, tal es el caso de los acuíferos Huichapan-Tecozautla (-12.85 hm³), Valle de Tulancingo (-20.11 hm³), Tepeji del Río (-2.92 hm³) y Cuautitlán-Pachuca (-106.04 hm³).

Tabla 43. Tasa de crecimiento de la disponibilidad hidrológica de los acuíferos de Estado de Hidalgo.

Nombre del acuífero	Disponibilidad (hm ³)		Función de comportamiento
	2015	2018	
ZIMAPÁN	1.864	1.796	$y = -45.54\ln(x) + 348.36$
ORIZATLÁN	6.400	6.117	$y = -190.3\ln(x) + 1454.4$
ATOTONILCO-JALTOCÁN	4.114	4.144	$y = 20.351\ln(x) - 150.73$
XOCHITLÁN-HUEJUTLA	7.156	7.060	$y = -64.55\ln(x) + 498.3$
ATLAPEXCO-CANDELARIA	8.949	8.850	$y = -67\ln(x) + 518.7$
CALABOZO	9.500	9.244	$y = -172.2\ln(x) + 1319.7$
HUICHAPAN-TECOZAUTLA	-9.555	-12.857	$y = -2220\ln(x) + 16878$
EL ASTILLERO	3.300	2.638	$y = -445\ln(x) + 3389.3$
CHAPANTONGO-ALFAJAYUCAN	19.702	16.075	$y = -2438\ln(x) + 18571$
VALLE DEL MEZQUITAL	60.497	30.857	$y = -19923\ln(x) + 151645$
AJACUBA	9.407	9.407	$y = 3E-08\ln(x) + 9.4068$
IXMIQUILPAN	23.282	21.314	$y = -1323\ln(x) + 10088$
ACTOPAN-SANTIAGO DE ANAYA	87.269	83.628	$y = -2447\ln(x) + 18704$
METZITILÁN	16.227	16.554	$y = 219.8\ln(x) - 1656.1$
HUASCA-ZOQUITAL	12.382	10.578	$y = -1213\ln(x) + 9240.9$
TEPEJI DEL RÍO	1.464	-2.926	$y = -2950\ln(x) + 22449$
VALLE DE TULANCINGO	-6.843	-20.118	$y = -8923\ln(x) + 67884$
ACAXOCHITLÁN	4.914	2.374	$y = -1707\ln(x) + 12994$
TECOCOMULCO	25.978	25.963	$y = -10.65\ln(x) + 107.03$
APAN	10.928	11.106	$y = 119.95\ln(x) - 901.67$
AMAJAC	1.373	1.309	$y = -43.37\ln(x) + 331.39$
CUAUTILÁN-PACHUCA	-58.375	-106.040	$y = -32039\ln(x) + 243709$
ÁLAMO TUXPAN	59.014	49.344	$y = -6499\ln(x) + 49509$

Fuente: Elaboración propia con base en la actualización de la disponibilidad media anual de agua de los acuíferos CONAGUA, 2018.

De acuerdo con la tendencia en las funciones para cada uno de los acuíferos el más vulnerable a ser sobreexplotado en un futuro próximo es el de Acaxochitlán ya que su disponibilidad bajó en un 48.30% en los últimos 3 años. Algunos acuíferos presentan una disponibilidad menor a los 2 hm³, tal es el caso para los acuíferos Zimapán y Amajac. Esto asume que están más próximos al riesgo de ser sobreexplotados, sin embargo, la disminución de la capacidad de disponibilidad para estos acuíferos es de 3.64 y 4.66% respectivamente.

De acuerdo con la CONAGUA (2018) los 19 acuíferos restantes se encuentran subexplotados, es decir, a pesar de la recarga y descarga que presentan, existe disponibilidad de agua.

A continuación, se muestran los gráficos con la proyección de la disponibilidad del agua en los distintos acuíferos del Estado desde el año 2018 al 2043.

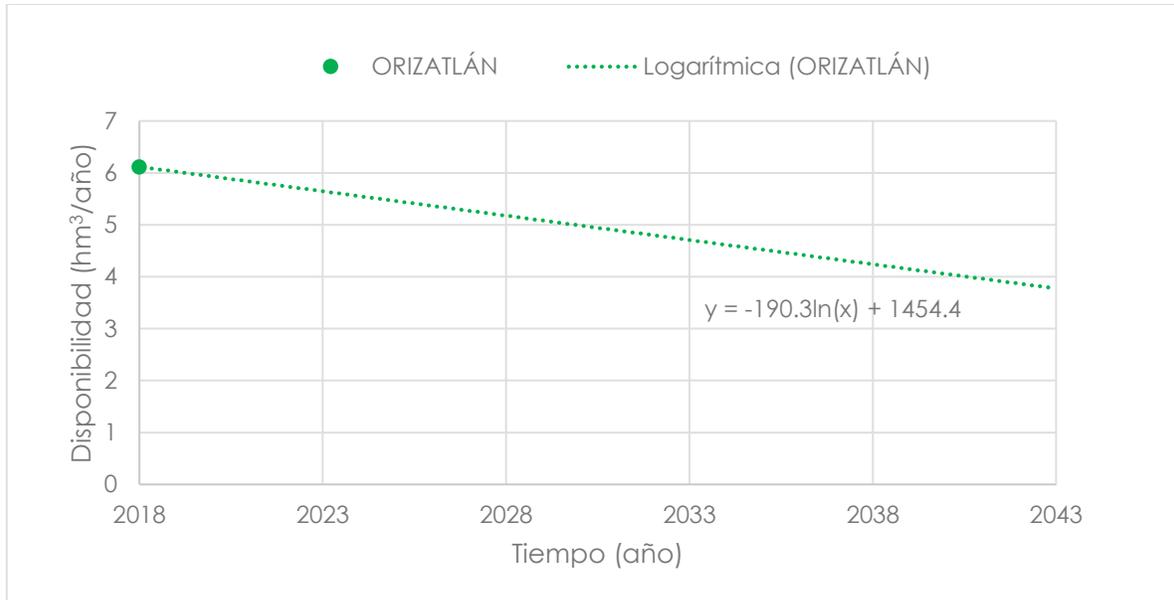


Figura 92. Proyección de la disponibilidad del acuífero Orizatlán del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Orizatlán, en el cual se registró que los valores decrecerán para los años futuros (entre el lapso del 2018 al 2043), sin embargo, en este acuífero no se llegará a sobreexplotar por lo menos hasta el año 2043. Se observa una pérdida en los usos de suelo de pastizal y matorral en la superficie que comprende este acuífero, los cuales se sustituyeron en su mayoría para uso de suelo urbano lo cual implica que estas estructuras impiden la infiltración de agua y por tanto no hay recarga adecuada en los acuíferos.

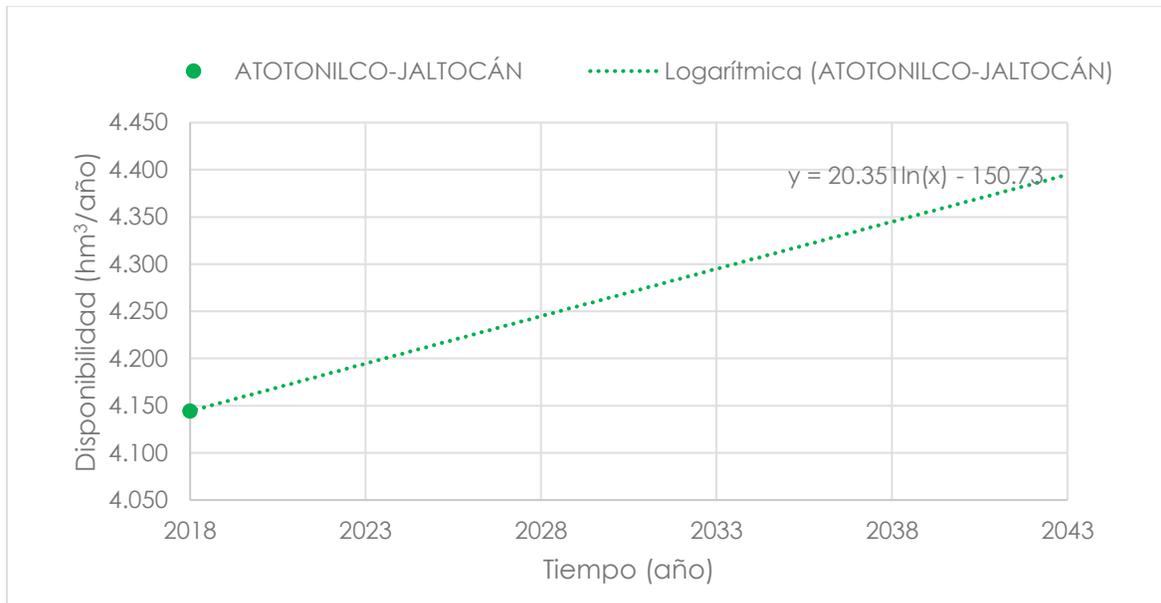


Figura 93. Proyección de la disponibilidad del acuífero Atotonilco-Jaltocán del Estado de Hidalgo de una forma creciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Atotonilco-Jaltocán, en el cual se registró que los valores crecerán para los años futuros (entre el lapso del 2018 al 2043). Sin embargo, este acuífero aumenta la disponibilidad de agua en 0.3 hm³ para el año 2043. Se observa una ganancia en los usos de suelo de matorral y bosque en la superficie que comprende este acuífero, es decir, gracias al incremento en la cobertura de la vegetación se recargará más volumen de agua y por ende la disponibilidad también aumentará.

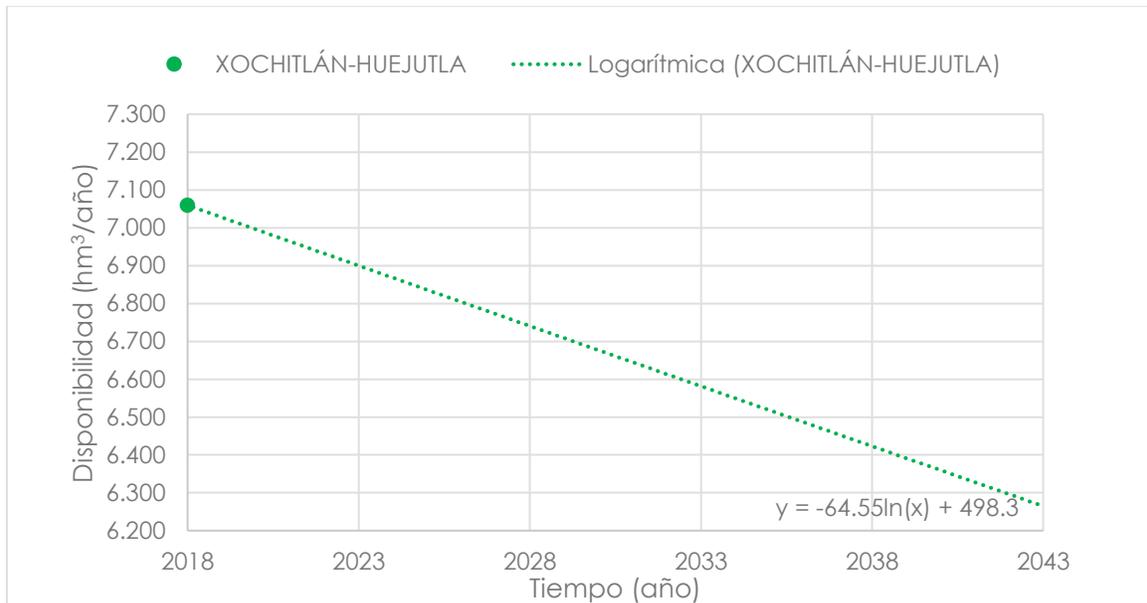


Figura 94. Proyección de la disponibilidad del acuífero Xochitlán-Huejutla del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Orizatlán, en el cual se registró que los valores decrecerán para los años futuros (entre el lapso del 2018 al 2043). Sin embargo, en este acuífero no se llegará a sobreexplotar por lo menos hasta el año 2043. Se observa una pérdida en los usos de suelo de tipo selva y bosque a causa del incremento de uso de suelo agrícola.

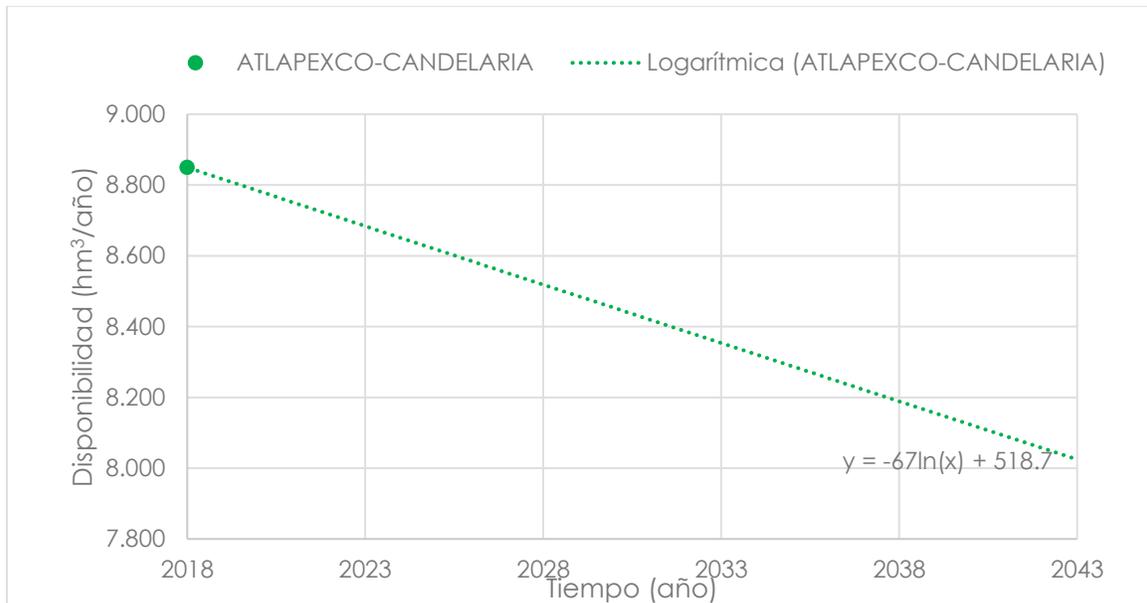


Figura 95. Proyección de la disponibilidad del acuífero Atlapexco–Candelaria del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2015 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección del acuífero Atlapexco-Candelaria. Se registró que los valores fueron decreciendo para en el lapso del 2015 al 2043. Sin embargo, la disponibilidad de agua para este período de 25 años disminuye apenas de cerca 0.80 hm³. De acuerdo con el cambio de uso de suelo, se registra una pérdida poco considerable de uso de suelo de bosque y selva a de suelo agrícola.

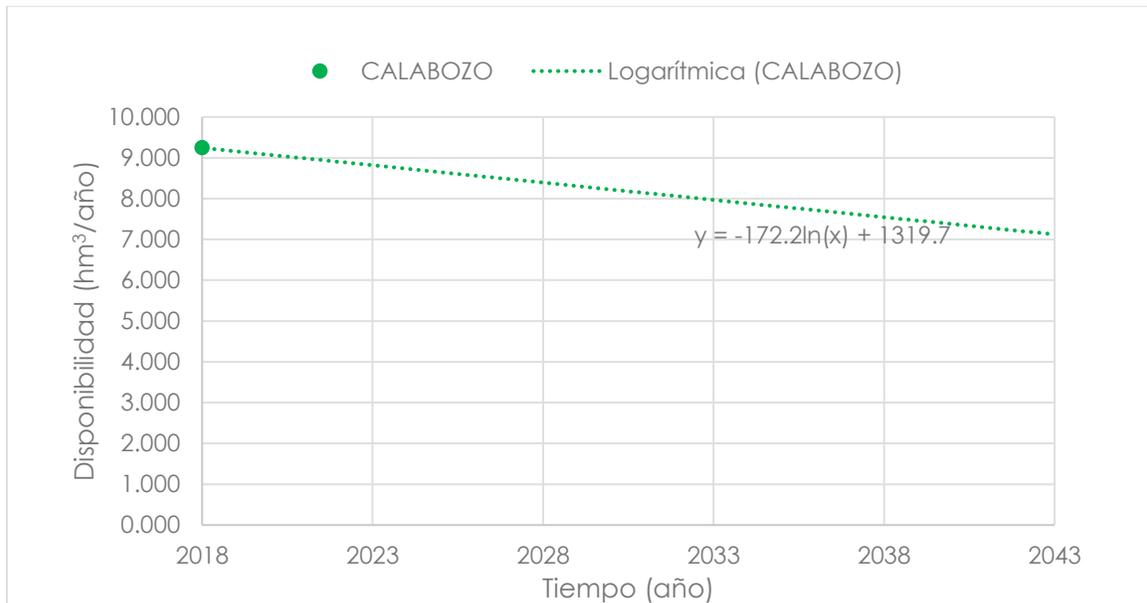


Figura 96. Proyección de la disponibilidad del acuífero Calabozo del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero Calabozo. Se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán entre el 2015 al 2043. Este acuífero disminuye más de 2 hm³ de acuerdo con la tendencia en este período de 25 años, sin embargo, no se llega a sobreexplotar. Se observa con datos obtenidos del cambio de uso de suelo que el uso de suelo forestal ha disminuido mientras que ha incrementado el suelo agrícola.

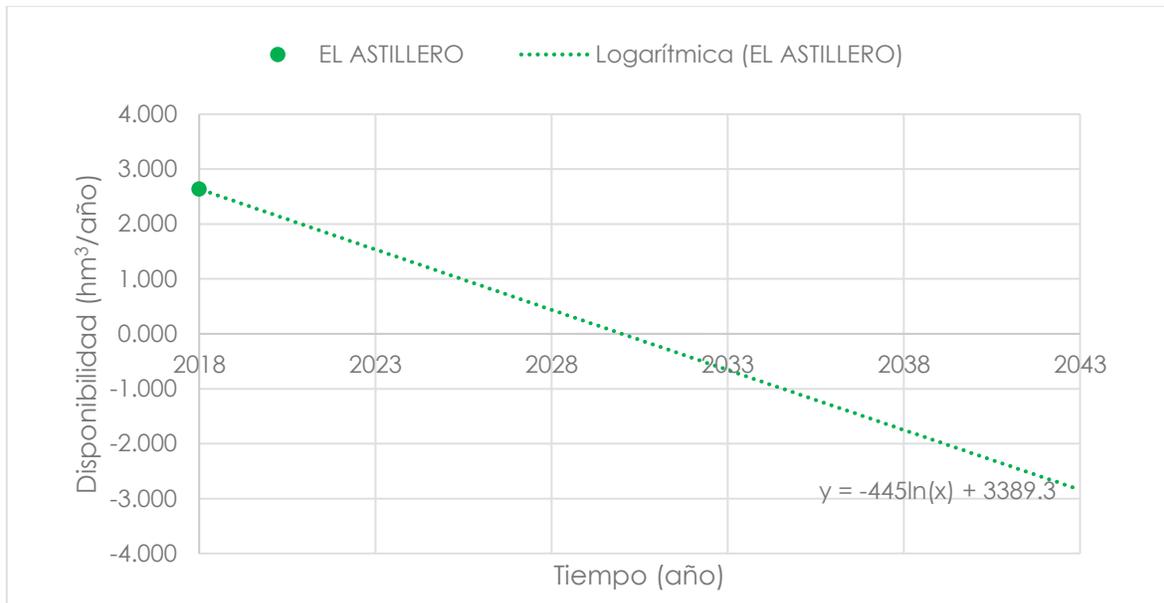


Figura 97. Proyección de la disponibilidad del acuífero El Astillero del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero El Astillero. Se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán considerablemente en el lapso del 2018 al 2043. De acuerdo con datos obtenidos en la tendencia de disponibilidad de agua este acuífero pasa de ser subexplotado a ser sobreexplotado desde el año 2030. A través del cambio de uso de suelo y vegetación se observa que ha disminuido el uso de suelo de pastizal, provocando un incremento de uso de suelo agrícola y suelo urbano.

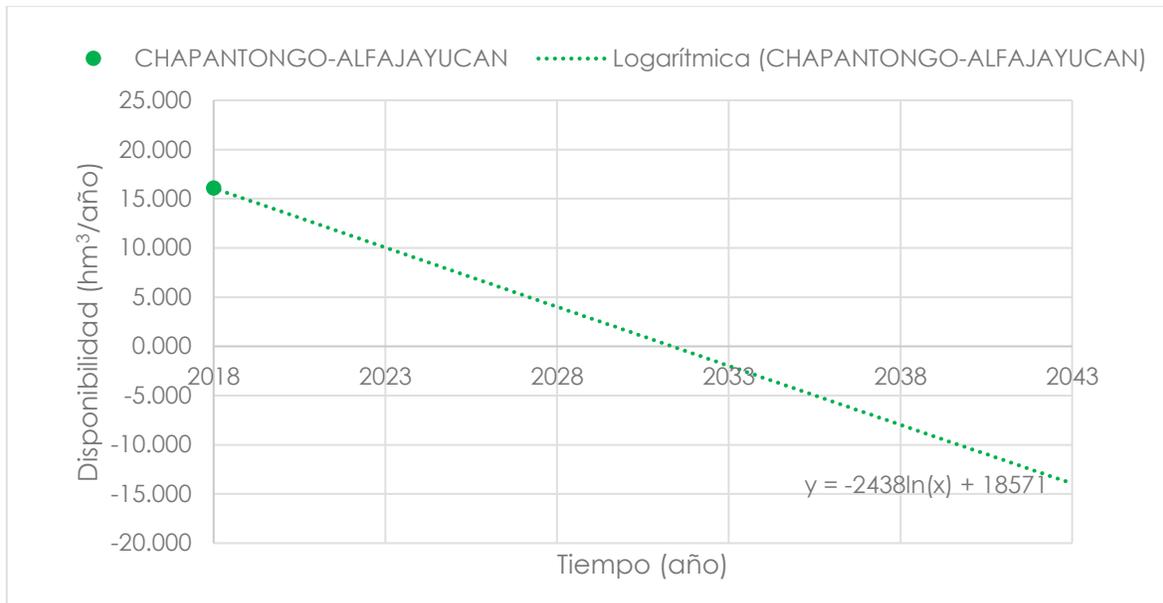


Figura 98. Proyección de la disponibilidad del acuífero Chapantongo-Alfajayucan del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se observa la proyección para el acuífero Chapantongo–Alfajayucan. Se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán en un 200% en el lapso del 2018 al 2043, ya que pasa de 15 hm³ a -15 hm³. Debido al crecimiento poblacional la disponibilidad de agua disminuye considerablemente. Aunado a esto existe un incremento en el suelo agrícola y en suelo urbano debido a esto existe una disminución de la cubierta vegetal que ayuda a obtener un volumen mayor en la recarga del acuífero y por ende a que exista una mayor disponibilidad de este vital líquido.

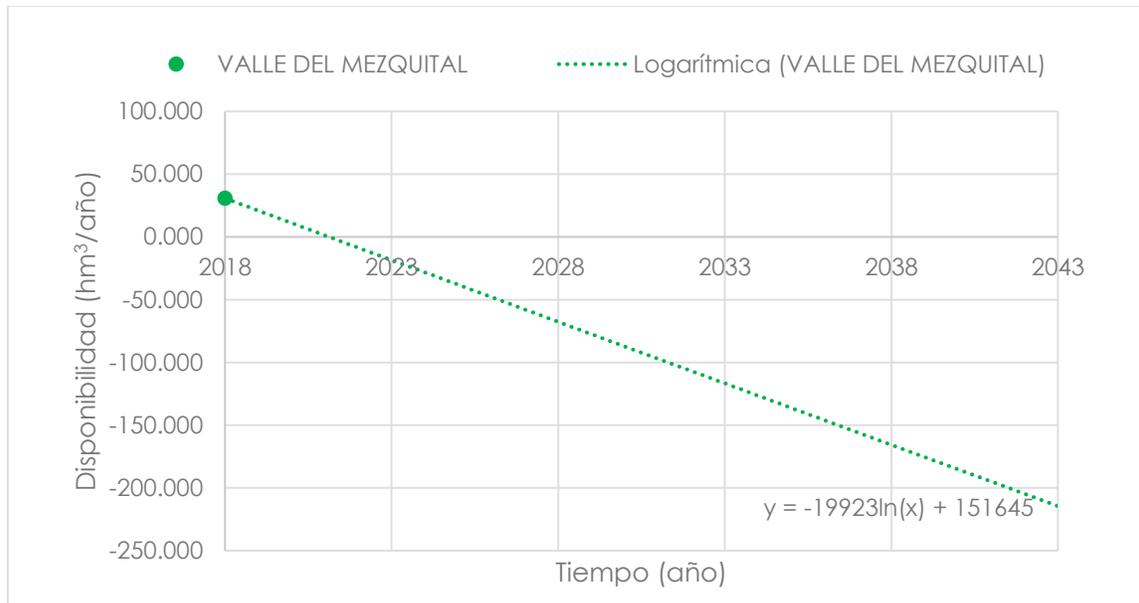


Figura 99. Proyección de la disponibilidad del acuífero Valle del Mezquital del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Valle del Mezquital, en el cual se registró que los valores van decreciendo dramáticamente para en el lapso del 2018 al 2043. Cabe mencionar que este acuífero es uno de los que más concesiones tiene en el Estado. Sin embargo, aún está en la categoría de subexplotado, de acuerdo con la tendencia de disponibilidad de agua para este acuífero en el año 2021 pasará a ser sobreexplotado, es decir, ya tendrá un déficit en la disponibilidad. En el uso de suelo y vegetación existe un cambio significativo de cambio de uso de matorral y pastizal a uso de suelo urbano y agrícola, esto trae consigo a la disminución de la recarga y en efecto a la disminución de la disponibilidad.

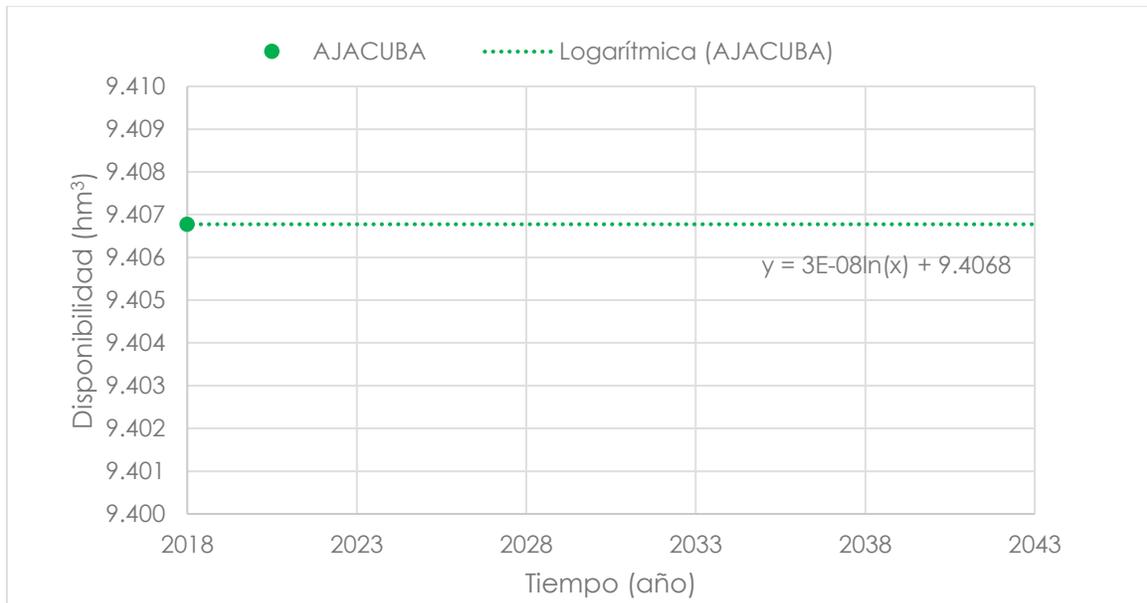


Figura 100. Proyección de la disponibilidad del acuífero Ajacuba del Estado de Hidalgo de una forma lineal desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

Para el caso particular del acuífero de Ajacuba, se muestra en el anterior gráfico y de acuerdo con los datos reportados por CONAGUA (2018) que su disponibilidad será la misma en el período de 2018 a 2043. Sin embargo, con datos obtenidos del cambio de uso de suelo se observa que ha disminuido el uso de suelo tipo pastizal, provocando un incremento de suelo agrícola, a través de estos datos se verá afectada posiblemente la recarga y por consiguiente la disponibilidad de agua, esto no puede ser representado en este gráfico ya que los datos reportados para este acuífero tienen los mismos valores en un lapso de 2 años (2015 y 2018) de acuerdo con CONAGUA (2018).

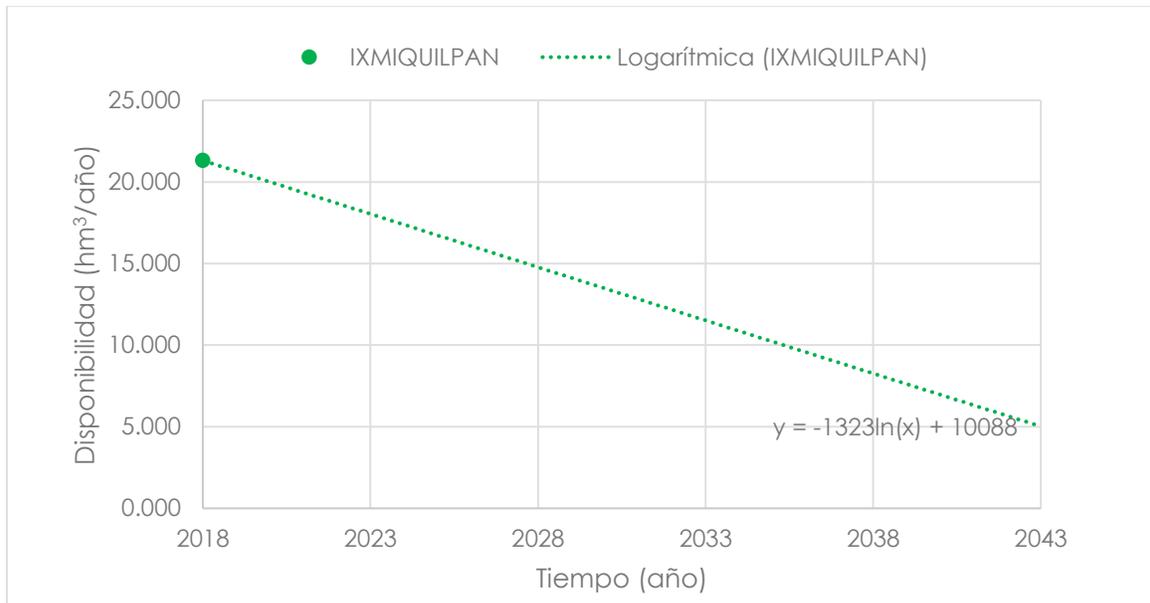


Figura 101. Proyección de la disponibilidad del acuífero Ixmiquilpan del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

Para el acuífero Ixmiquilpan, como se muestra la gráfica anterior, se registró que los valores para la disponibilidad decrecerán aproximadamente en un 75% para los años futuros (entre el lapso del 2005 al 2043), es decir, de tener una disponibilidad en el año 2018 de 23.28 hm³ pasa a tener 5 hm³ para el 2043, de acuerdo con datos obtenidos del cambio de uso de suelo, han disminuido los suelos tipo bosque, provocando un incremento de suelo agrícola y urbano.

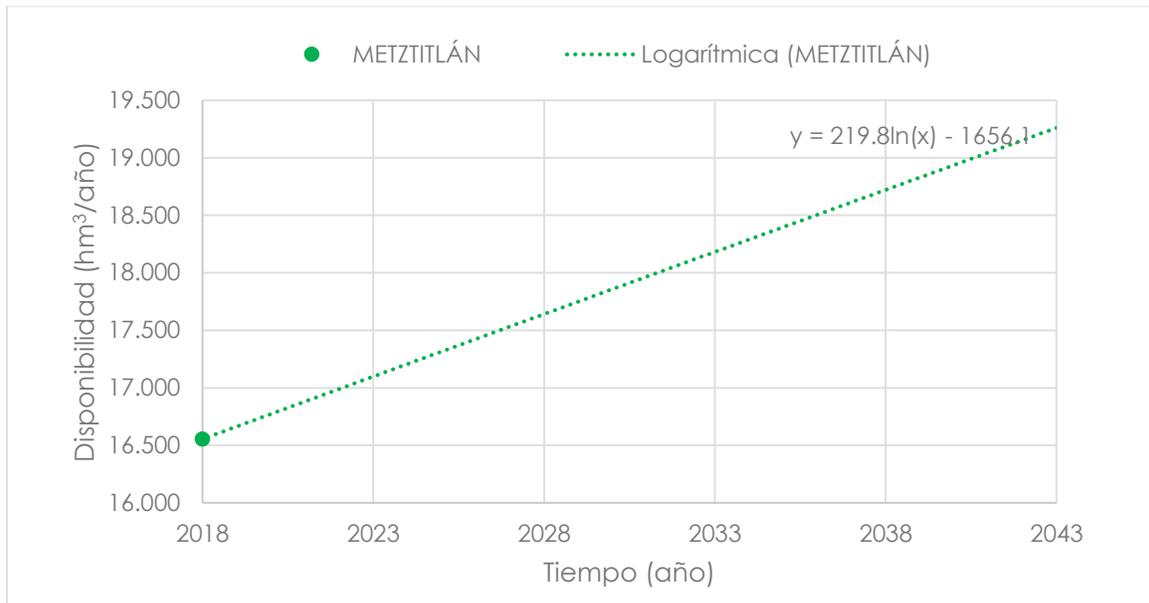


Figura 102. Proyección de la disponibilidad del acuífero Metztlán del Estado de Hidalgo de una forma creciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

Como se muestra en la figura anterior, para el acuífero Metztlán, existe un incremento en la disponibilidad de agua aproximadamente de 3.2 hm³ en el lapso de 2018-2043. De acuerdo con datos obtenidos del cambio de uso de suelo, han incrementado los suelos de tipo matorral y pastizal, provocando un incremento en un futuro de la recarga y por ende de la disponibilidad del recurso agua.

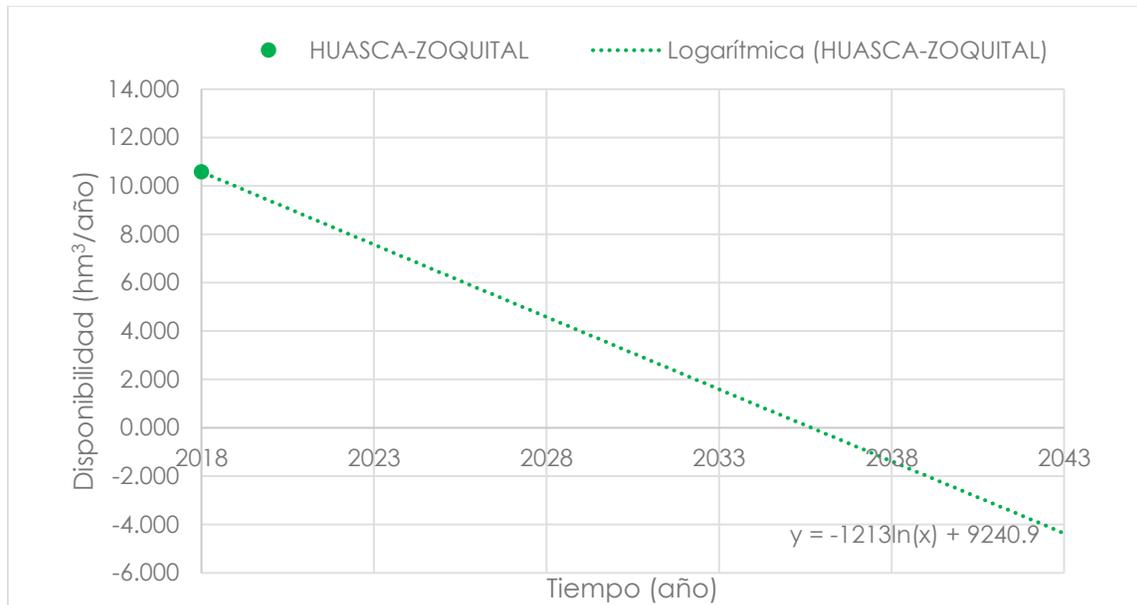


Figura 103. Proyección de la disponibilidad del acuífero Huasca-Zoquital del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

Para el acuífero Huasca-Zoquital, se sugiere en la gráfica anterior un decrecimiento de disponibilidad. De acuerdo con datos obtenidos del cambio de uso de suelo, han disminuido los suelos tipo bosque y pastizal por el incremento de suelo agrícola y matorral, lo cual provoca una mayor necesidad de agua para los cultivos.



Figura 104. Proyección de la disponibilidad del acuífero Tepeji del Río del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.
Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

Como se muestra en la gráfica anterior para el acuífero Tepeji del Río, se registró que los valores para la disponibilidad de agua en el año 2018 de acuerdo con datos de CONAGUA para ese mismo año indican que ya existe un déficit, esto es, actualmente la disponibilidad para este acuífero es de -2.92 hm³, es decir, los valores decrecerán para los años futuros (entre el lapso del 2018 al 2043). De acuerdo con datos obtenidos del cambio de uso de suelo han disminuido los suelos tipo matorral por el incremento de suelo agrícola y urbano.

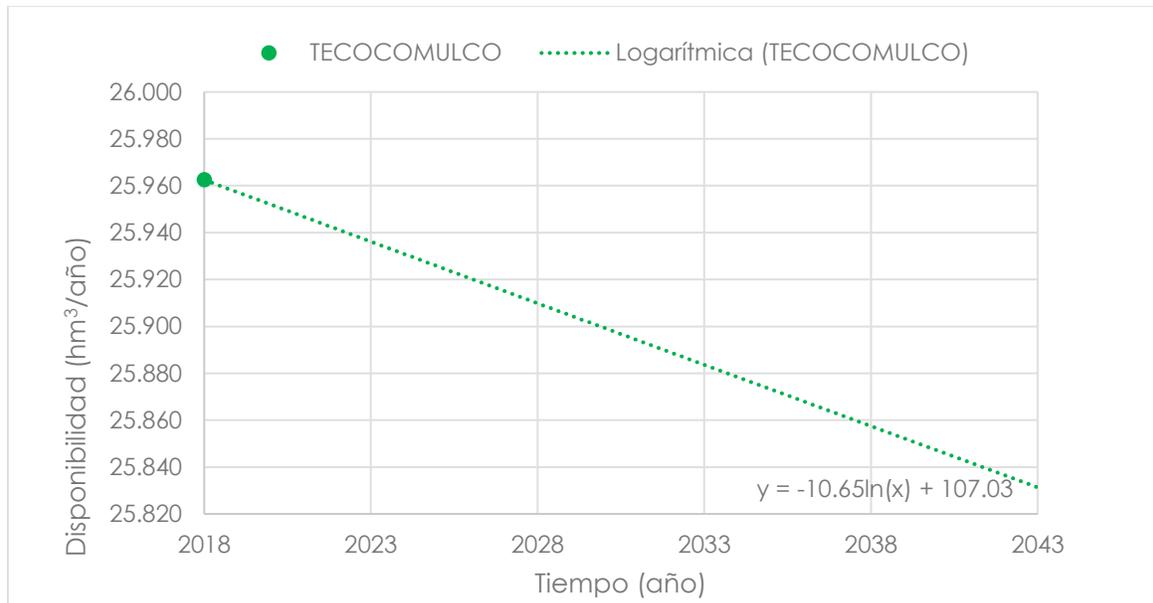


Figura 105. Proyección de la disponibilidad del acuífero Tecocomulco del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Tecocomulco, en el cual se observa que los valores decrecerán para en el lapso del 2018 al 2043. Sin embargo, no se ve disminuida en gran medida la disponibilidad de agua para este acuífero, es decir, se registra una disminución de 0.13 hm³ en los 25 años proyectados. La disminución es baja en comparación con otros acuíferos. Es posible que este decremento de deba al aumento de la actividad ganadera e industrial de dicha zona o bien a las variaciones inminentes al cambio climático.

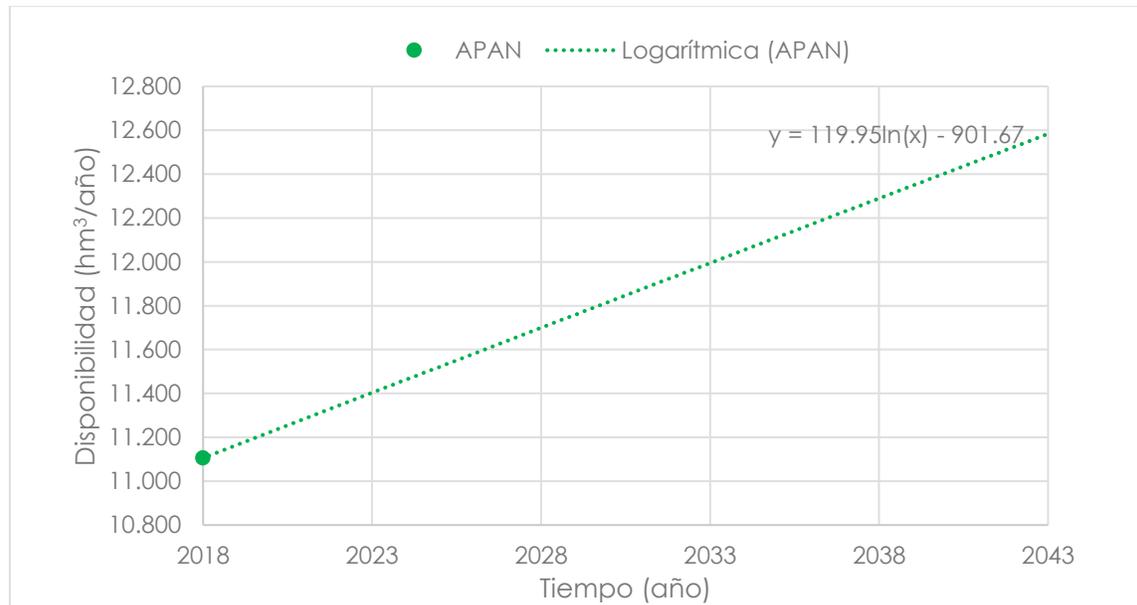


Figura 106. Proyección de la disponibilidad del acuífero Apan del Estado de Hidalgo de una forma creciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra que para el acuífero Apan la proyección con base en los registros, los valores incrementan para los años futuros (entre el lapso del 2018 al 2043), es decir, se puede observar que la disponibilidad aumentará en 1.5 hm³ durante este período de 25 años. De acuerdo con el cambio de uso de suelo se observa una pérdida poco significativa en el uso de suelos de tipo pastizal y matorral, sin embargo, los datos reportados muestran un aumento en la disponibilidad, por los otros factores considerados en el cálculo.

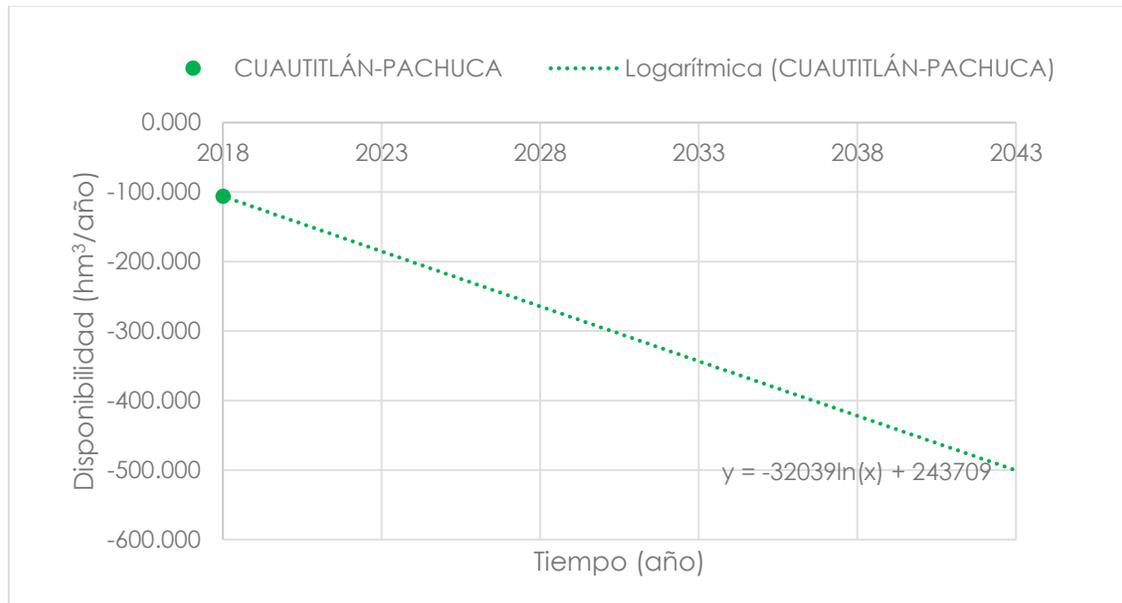


Figura 107. Proyección de la disponibilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se muestra la proyección de la disponibilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca, en el cual se registró que los valores decrecerán en el lapso del 2018 al 2043. De acuerdo con el cambio de uso de suelo se observa la pérdida en los usos de suelo de pastizal y matorral, los cuales se sustituyeron para uso de suelo urbano cuyas estructuras impiden la infiltración de agua y por tanto no hay una recarga adecuada de los acuíferos.

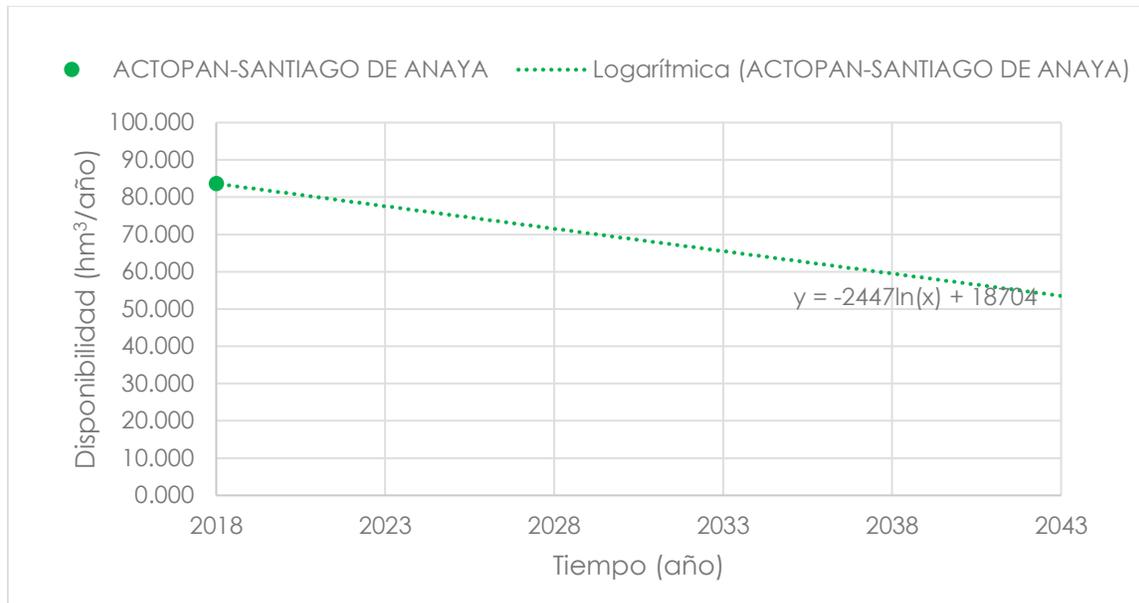


Figura 108. Proyección de la disponibilidad del acuífero Actopan-Santiago de Anaya del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero Actopan-Santiago de Anaya, se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán en el lapso del 2015 al 2043. Este acuífero disminuye más de 25 hm³ de acuerdo con la tendencia en este período de 25 años, sin embargo, no se llega a sobreexplotar, ya que la disponibilidad está por encima de los 50 hm³ para el año 2043. Se observa con datos obtenidos del cambio de uso de suelo que el uso de suelo forestal ha disminuido mientras que ha incrementado el suelo agrícola.



Figura 109. Proyección de la disponibilidad del acuífero Zimapán del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero Zimapán. Se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán para el lapso del 2015 al 2043. Este acuífero disminuye más de 0.5 hm³, de acuerdo con la tendencia en este período de 25 años. Sin embargo, no se llega a sobreexplotar a pesar de la baja disponibilidad. Se observa con datos obtenidos del cambio de uso de suelo que el uso de suelo forestal ha disminuido mientras que se han incrementado el suelo agrícola y el uso de suelo urbano.

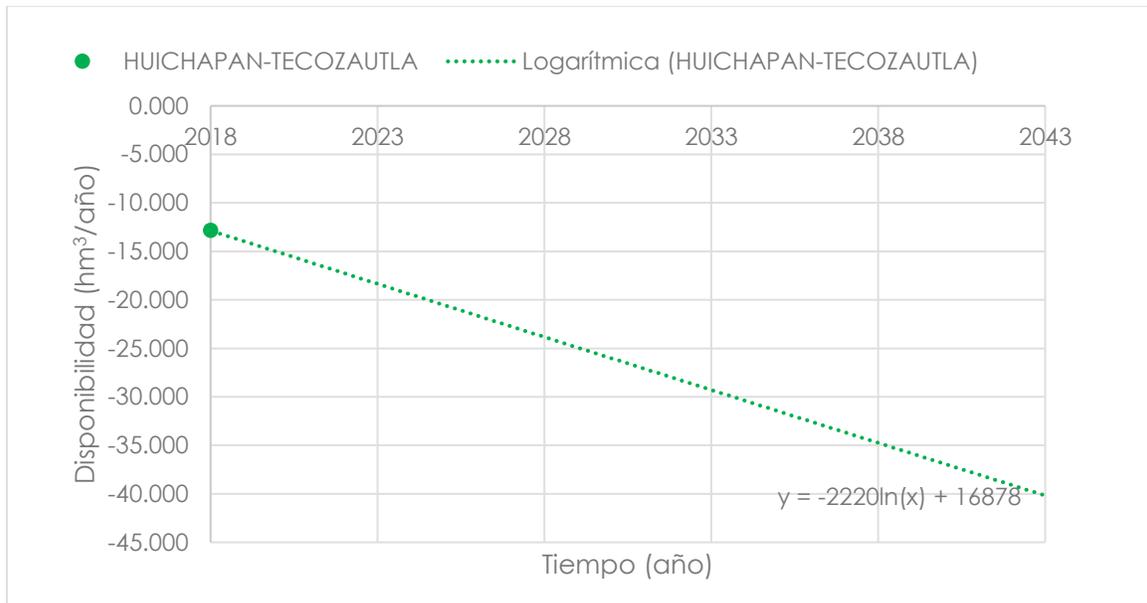


Figura 110. Proyección de la disponibilidad del acuífero Huichapan-Tecoautla del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero Huichapan-Tecoautla. Se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán entre el lapso del 2015 al 2043. Este acuífero para el año 2018 ya se encuentra en la categoría de sobreexplotado, es decir, su disponibilidad de agua tiene un déficit de 12.85 hm³. En otras palabras, este acuífero disminuirá hasta llegar a tener un déficit de 40 hm³. En dado caso de que se siga sobreexplotando por lo menos para el año 2043 por lo menos con la tendencia en este período de 25 años. De acuerdo con el cambio de uso de suelo se observa que el uso de suelo forestal ha disminuido mientras que ha incrementado el suelo agrícola por lo que la demanda del recurso agua es mucho mayor.

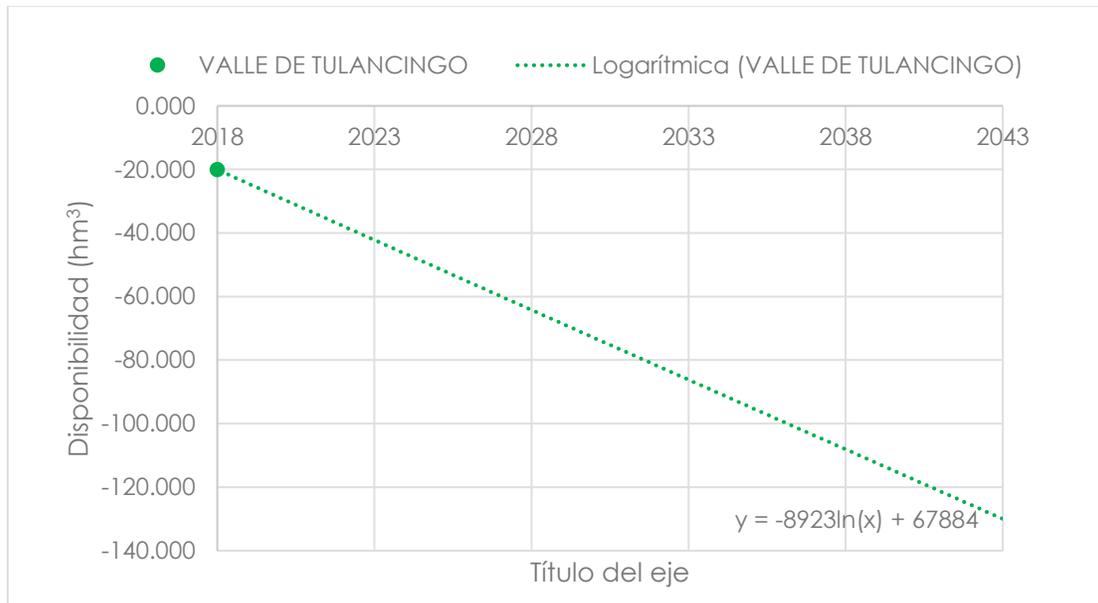


Figura 111. Proyección de la disponibilidad del acuífero Valle de Tulancingo del Estado de Hidalgo de una forma decreciente desde el año 2018 al 2043.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2018).

En la gráfica anterior se presenta la proyección para el acuífero Huichapan-Tecozautla, se registró que los valores para la disponibilidad de agua decrecerán en el lapso del 2015 al 2043 en un 600%. Este acuífero para el año 2018 ya se encuentra en la categoría de sobreexplotado, es decir, su disponibilidad de agua tiene un déficit de 20.11 hm³. En otras palabras, este acuífero disminuirá hasta llegar a tener un déficit de 130 hm³ en dado caso de que se siga sobreexplotando por lo menos para el año 2043 con la tendencia en este período de 25 años. De acuerdo con el cambio de uso de suelo se observa que el uso de suelo forestal ha disminuido mientras que ha incrementado el suelo agrícola por lo que la demanda del recurso agua es mucho mayor.

6.2 Comportamiento respecto al uso del territorio

En esta sección se menciona el comportamiento del recurso hídrico en el Estado, con respecto a los sectores económicos que utilizan el agua como uno de los principales recursos.

6.2.1 Cambio de acuerdo con las aptitudes sectoriales

La metodología utilizada se describe a continuación:

- 1) Selección de los datos de las regiones naturales basados en el cálculo de la superficie de mayor aptitud sectorial mediante un análisis cuantitativo
- 2) Análisis tipo Delphi con una mesa integrada por expertos
- 3) Determinación de la cantidad de agua concesionada por municipio mediante datos históricos del Sistema Integral de Información de Agua (SINA) de CONAGUA del año 2014 al año 2017, en donde se encuentran los volúmenes de aguas nacionales concesionados o asignados a los usuarios que se inscriben en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), y para el año 2018 se utilizaron datos recolectados del REPDA.
- 4) Calcular la cantidad de agua que se utiliza en las diferentes regiones naturales y por cada sector económico que utilice el recurso hídrico mediante un proxy con los datos de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado (CEAA) obtenidos del Periódico Oficial del Estado de Hidalgo acerca de los usos del agua:
 - Uso consuntivo, agrícola con el 42.22%, el pecuario 0.05% y acuícola 1.57%
 - Abastecimiento público con 6.08%
 - Industria con 3.67% (CONAGUA, 2016; CONAGUA, 2017; CONAGUA, 2018; CEEA Hidalgo, 2018)

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de algunos sectores económicos del Estado, es por eso la importancia de proyectar el comportamiento que esta tendrá en los sectores económicos.

Las regiones tienen diferentes sectores con mayor aptitud territorial, los cuales se mencionan a continuación:

- 1) Altiplanicie Pulquera (agricultura, industria y pecuario)

- 2) Comarca Minera (acuícola, conservación, minería, residuos sólidos, desarrollo urbano y turismo)
- 3) Cuenca de México (agrícola, industria, desarrollo urbano y residuos sólidos)
- 4) Huasteca (agricultura, conservación, pecuario y turismo)
- 5) Sierra Alta (conservación, minería, pecuario y forestal)
- 6) Sierra Baja (acuícola, agrícola, conservación, pecuario turismo y forestal)
- 7) Sierra de Tenango (agricultura, conservación, pecuario y forestal)
- 8) Sierra Gorda (conservación, minería y turismo)
- 9) Valle de Tulancingo (agricultura, conservación, residuos sólidos, pecuario, desarrollo urbano, turismo y forestal)
- 10) Valle del Mezquital (agricultura, conservación, industria, minería, residuos sólidos, desarrollo urbano y turismo)

Cabe mencionar que de los 10 sectores económicos que se desarrollan en el Estado (aquellos utilizados en el OETH), solo 5 de ellos fueron considerados para calcular el proxy de agua, siendo la agricultura, pecuario, acuícola, industria y desarrollo urbano los que utilizan el recurso hídrico como un recurso indispensable, mostrándolos en la tabla siguiente. Sin embargo, a pesar de que algunas regiones tienen los sectores de residuos sólidos, conservación de los recursos y de la biodiversidad, forestal, turismo y minería con una alta aptitud, no dependen en un muy alto porcentaje del agua para desarrollar el sector por lo que no fueron considerados en este apartado.

Tabla 44. Proxy de agua por sector en hm³

	2014	2015	2016	2017	2018
Ag	1883.53	1857.52	1867.19	1881.31	2873.42
Pe	2.23	2.20	2.21	2.23	413.79
Ac	70.04	69.07	69.43	69.96	106.85
I	163.73	161.47	162.31	163.53	249.77
DU	271.24	267.50	268.89	270.92	3.40

Fuente: Elaboración propia con base en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo 2018 y REPDA. Ag: agricultura, Pe: pecuario, Ac: acuícola, I: industria y DU: desarrollo urbano (El mismo escenario se espera para el sector Turismo).

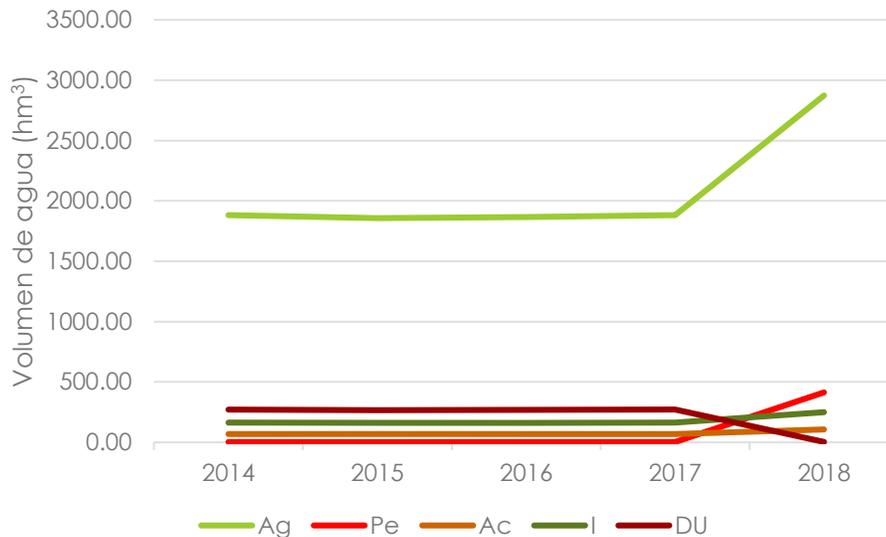


Figura 112. Total, de agua por sector al año 2018.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CEEA 2018 y REPDA 2018.

En la figura anterior se muestra el uso de las concesiones de agua, de las cuales en los primeros 4 años analizados (2014-2017) los datos mantienen un comportamiento con cambios poco relevantes. En el transcurso del año 2017-2018 la extracción por sector tuvo un cambio drástico en casi todos los sectores siendo el cambio más extremo en el sector agrícola rebasando los 2,500 hm³ en el último año, mientras que el resto de los sectores no rebasaron 500 hm³. En el sector desarrollo urbano se calcula que incrementa hasta 276.9 hm³ de acuerdo a la tendencia que describe la gráfica de 2014 a 2017 (a pesar de lo señalado en el REPDA, pues existe un sesgo por el cambio de mediciones), mientras que la industria incrementó el consumo de 163.53 hm³ a 249.77 hm³, el sector acuícola de 69.96 m³ a 106.85 hm³ y el sector pecuario de 2.23 a 413.79 hm³. Estos cambios tan repentinos y llamativos son atribuibles a la cantidad de pozos que entraron a registro del REPDA, a cambios de medición en los niveles piezométricos y obturaciones, es decir, es poco posible que se deba a una variación anual importante, sino a los instrumentos de medición tales como cambios del propio registro REPDA.

6.2.2 Cambio de acuerdo con las políticas ambientales

La recarga de acuíferos es uno de los múltiples servicios ambientales que nos proveen los ecosistemas. Este proceso se da por diversos factores que



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



intervienen para que la lluvia se percole a través del suelo y así depositarse en aguas subterráneas, por lo tanto, es de vital importancia identificar las áreas de recarga de los acuíferos para aplicar políticas de conservación, protección, restauración y aprovechamiento, pues el incremento de las actividades antropogénicas, la deforestación, perturbación y el cambio de uso de suelo han afectado de manera significativa la calidad de este principal servicio ambiental.

En el proceso de recarga de acuíferos intervienen diversos factores como evapotranspiración, escorrentía, infiltración entre otros. A su vez estos tres factores están relacionados de manera positiva o negativa con la cobertura vegetal que juega un papel importante para la recarga de acuíferos en la que dependerá el tipo de vegetación y las especies principalmente.

Por ejemplo: la infiltración aumenta directamente con el área de la cobertura vegetal, además de considerar características como las raíces que generan canales por donde navega con mayor facilidad el agua tomando en cuenta esto los bosques generan una mayor infiltración, además la vegetación contribuye a una mayor permeabilidad del suelo pues existe un aporte de materia orgánica.

En la etapa de diagnóstico se definieron áreas prioritarias para la conservación, protección y restauración, para el Estado de Hidalgo, en donde se desea realizar un aprovechamiento sustentable, planes, proyectos, programas y acciones, para los ecosistemas y la biodiversidad, atendiendo cada una de las políticas designadas.

Se realizó una proyección con datos históricos, tomando en cuenta las ANP como áreas para la protección y la capa de conservación y restauración del Inventario Estatal Forestal y de Suelos del Estado de Hidalgo (2014), con ello se determinó el área de cada política que correspondía a los acuíferos que hay en el Estado.

En las siguientes gráficas se observa de manera general que la tasa de cambio es positiva por lo que existe un incremento de las áreas en las cuales aplicar alguna política de protección, conservación y restauración incluidas en el área de recarga de algún acuífero.

A continuación, se observa en la gráfica que de las áreas proyectadas para la protección solo se encuentran en 20 de los 23 acuíferos del Estado. Los

acuíferos más beneficiados de acuerdo con la proyección para 2043 para asignar una política de protección son el acuífero Actopan-Santiago de Anaya, Valle del Mezquital, Atlapexco-Candelaria y el acuífero Calabozo.

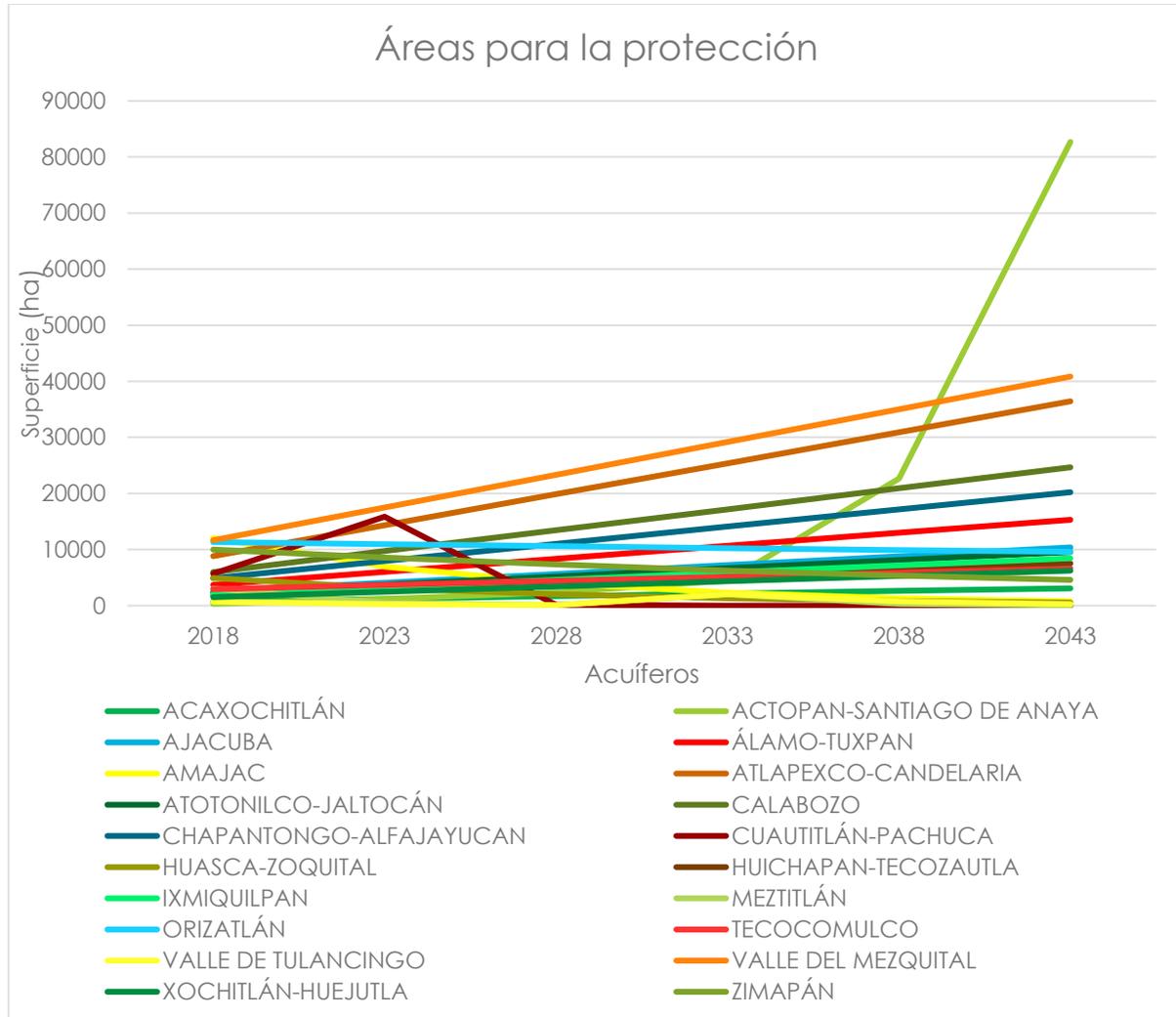


Figura 113. Proyección de las áreas para la protección que corresponden a cada uno de los acuíferos en el Estado.

Fuente: Elaboración propia.

Las áreas para la conservación se sobreponen a 23 acuíferos y se observa que también existe un incremento para 2043. Los acuíferos con mayor área para la conservación son el acuífero Orizatlán, Álamo-Tuxpan, Zimapán y Atlapexco-Candelaria.

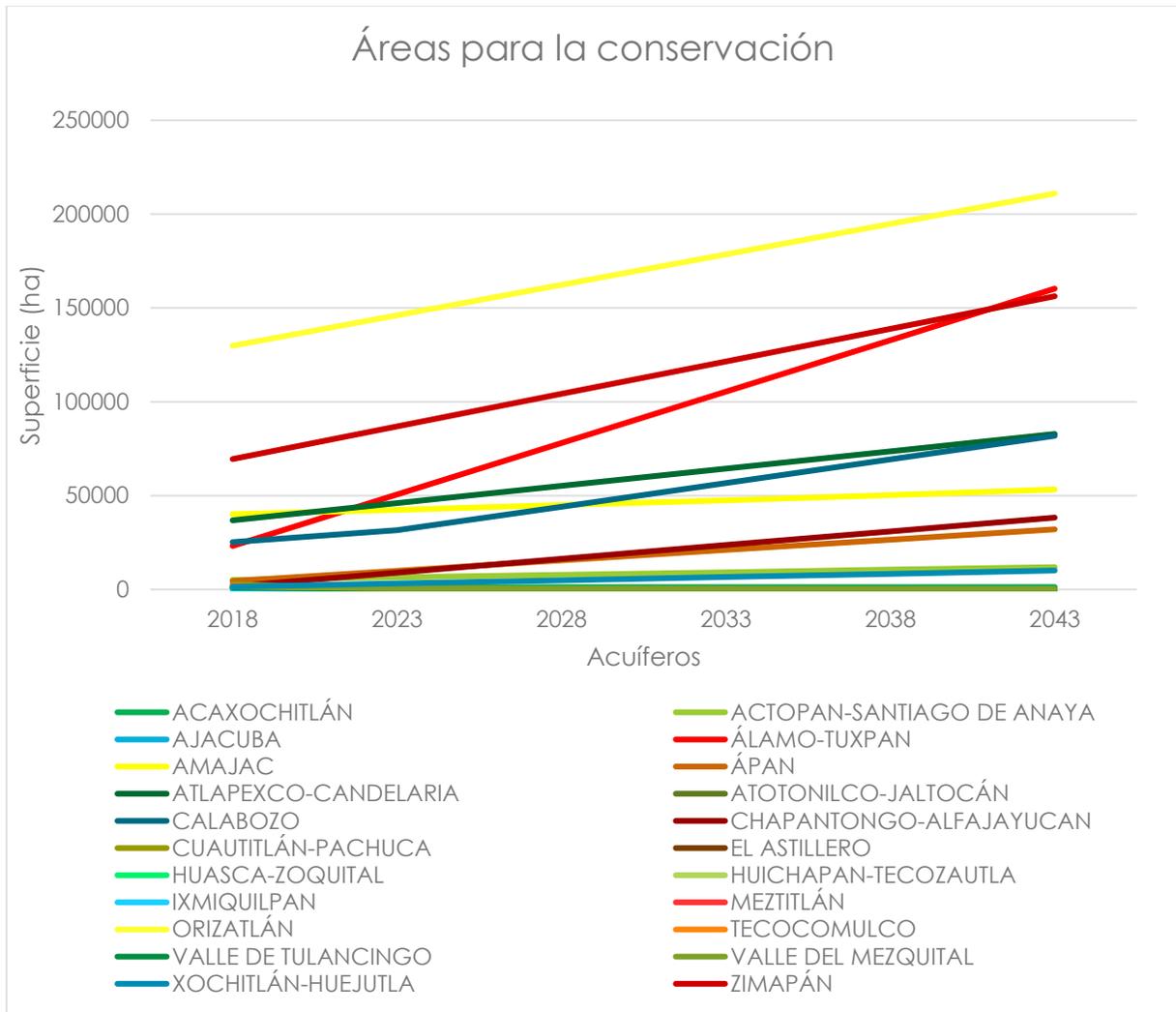


Figura 114. Proyección de las áreas para la conservación que corresponden a cada uno de los acuíferos en el Estado.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los 23 acuíferos presentan áreas de restauración. Se observa un incremento de las áreas para la restauración desde 2018 hasta 2043 y aquellos acuíferos con mayor superficie para la restauración son Orizatlán, Zimapán, Valle del Mezquital e Ixmiquilpan.

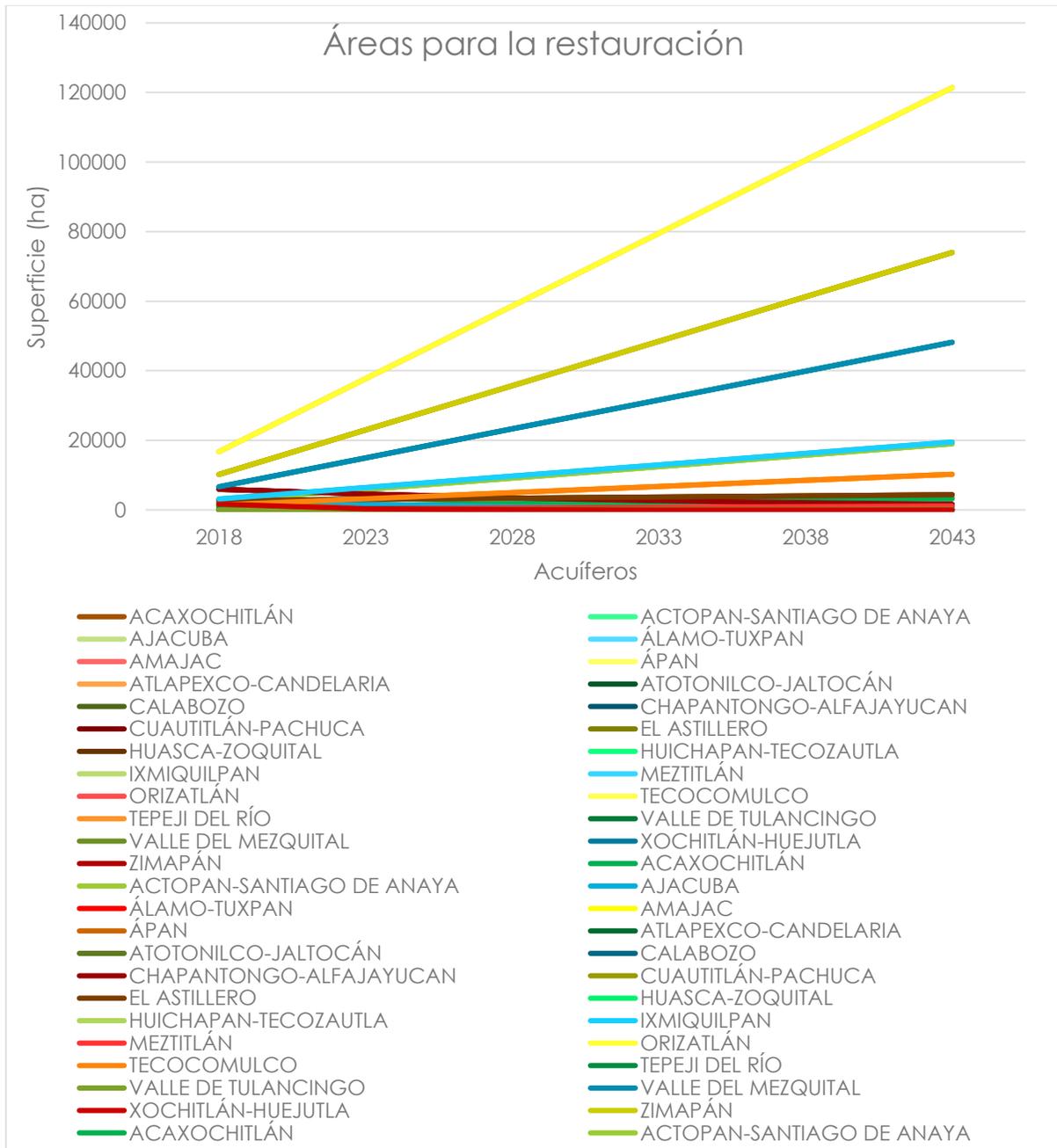


Figura 115. Proyección de las áreas para la restauración que corresponden a cada uno de los acuíferos en el Estado.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe resaltar que en estas áreas existen diferentes tipos de vegetación. Como se mencionó anteriormente la cobertura vegetal es un elemento importante que beneficia a la recarga de acuíferos, ya que mejora la estructura del suelo facilitando el movimiento del agua dentro del suelo. La

hojarasca en la superficie disminuye el escurrimiento ayudando a que se infiltre más agua. El incremento de las áreas prioritarias conlleva al aumento de la cobertura vegetal que a su vez impacta de manera positiva a la recarga de acuíferos.

Por lo tanto, también se determinó el tipo de vegetación actual de acuerdo con las áreas que correspondían a las políticas de cada uno de los acuíferos del presente trabajo en la etapa de diagnóstico, que a continuación se presenta en las gráficas.

En las áreas para la protección el tipo de vegetación que predomina es el bosque, en segundo lugar, el matorral y por último la selva. En los acuíferos con mayor área para la protección (Amajac, Valle del Mezquital, Orizatlán y Zimapán) predomina el bosque, excepto en el Valle del Mezquital en donde el mayor tipo de vegetación corresponde a matorral.

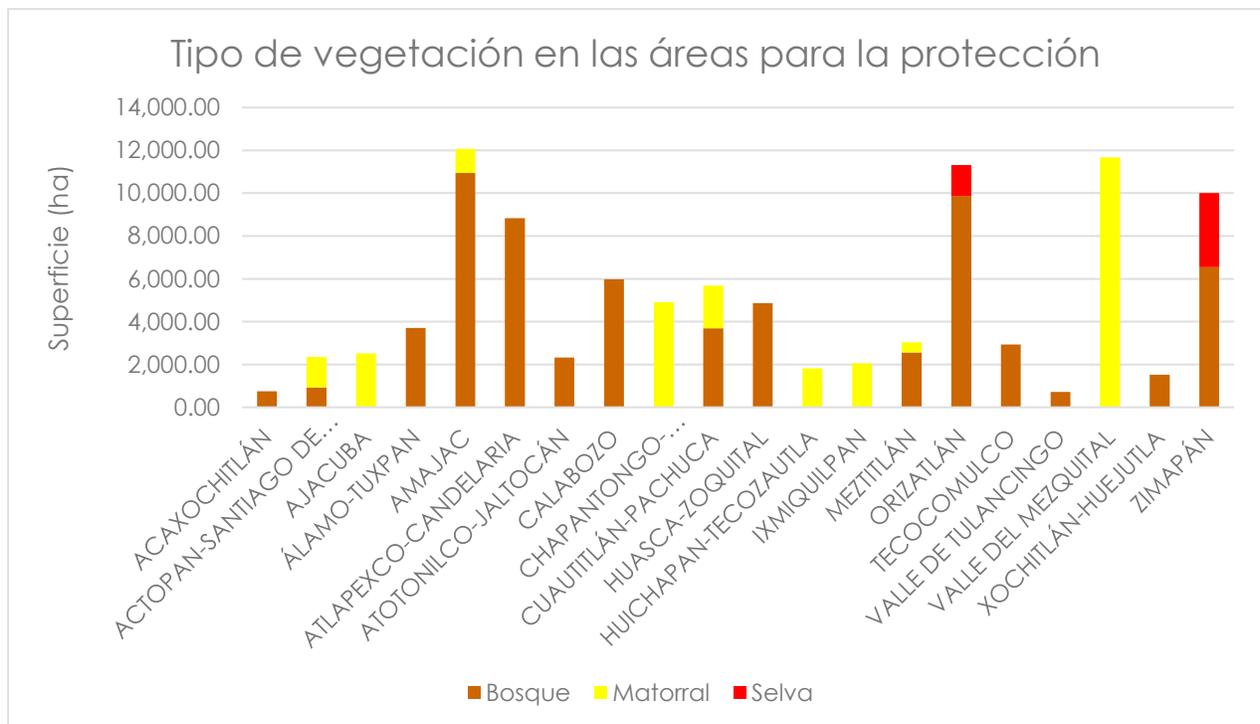
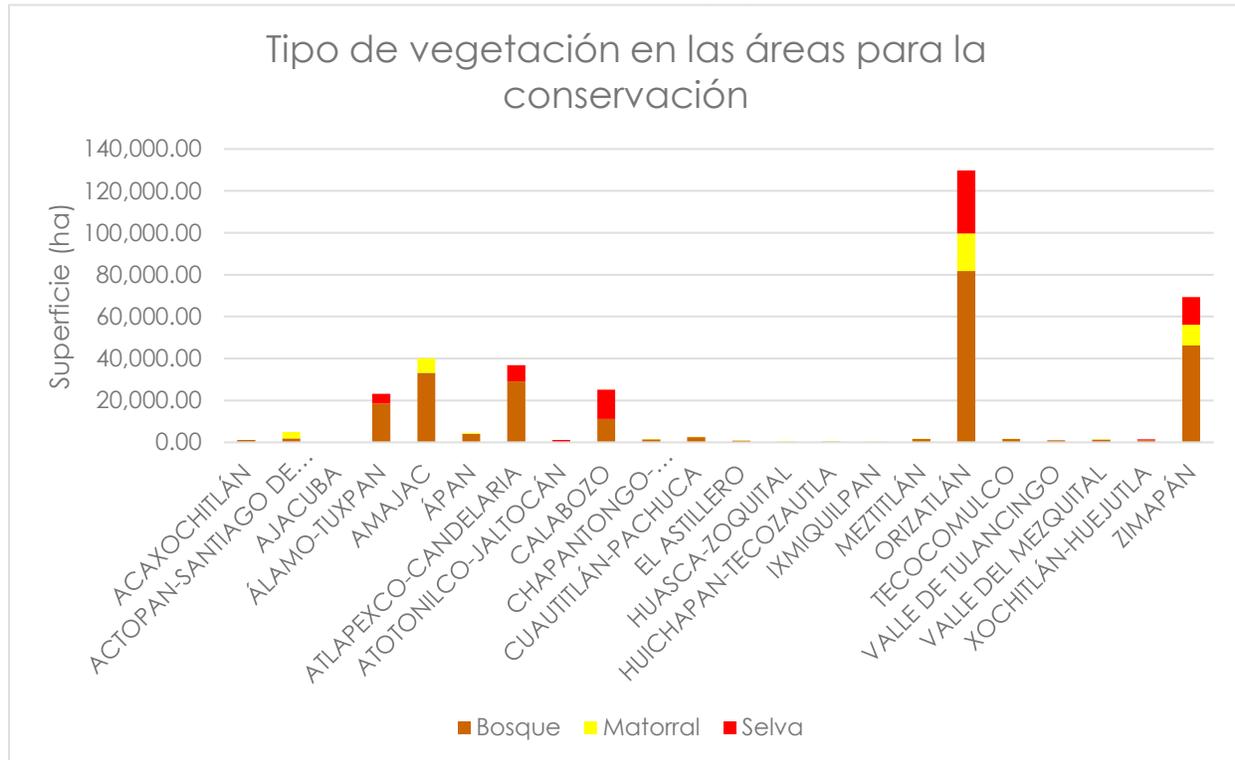


Figura 116. Tipo de vegetación por acuífero para las áreas de protección
Fuente: Elaboración propia

EN los acuíferos Orizatlán, Zimapán, Amajac y Atlapexco-Candelaria en los cuales existen extensas áreas con política de conservación también domina una cobertura vegetal de bosque.

Figura 117. Tipo de vegetación por acuífero para las áreas de conservación
Fuente: Elaboración propia



Finalmente, en los acuíferos con extensas áreas para la restauración predomina una cobertura vegetal de matorral, como es el caso de Zimapán, Chapantongo y Valle del Mezquital, excepto por el acuífero Orizatlán en el cual domina la vegetación de bosque.

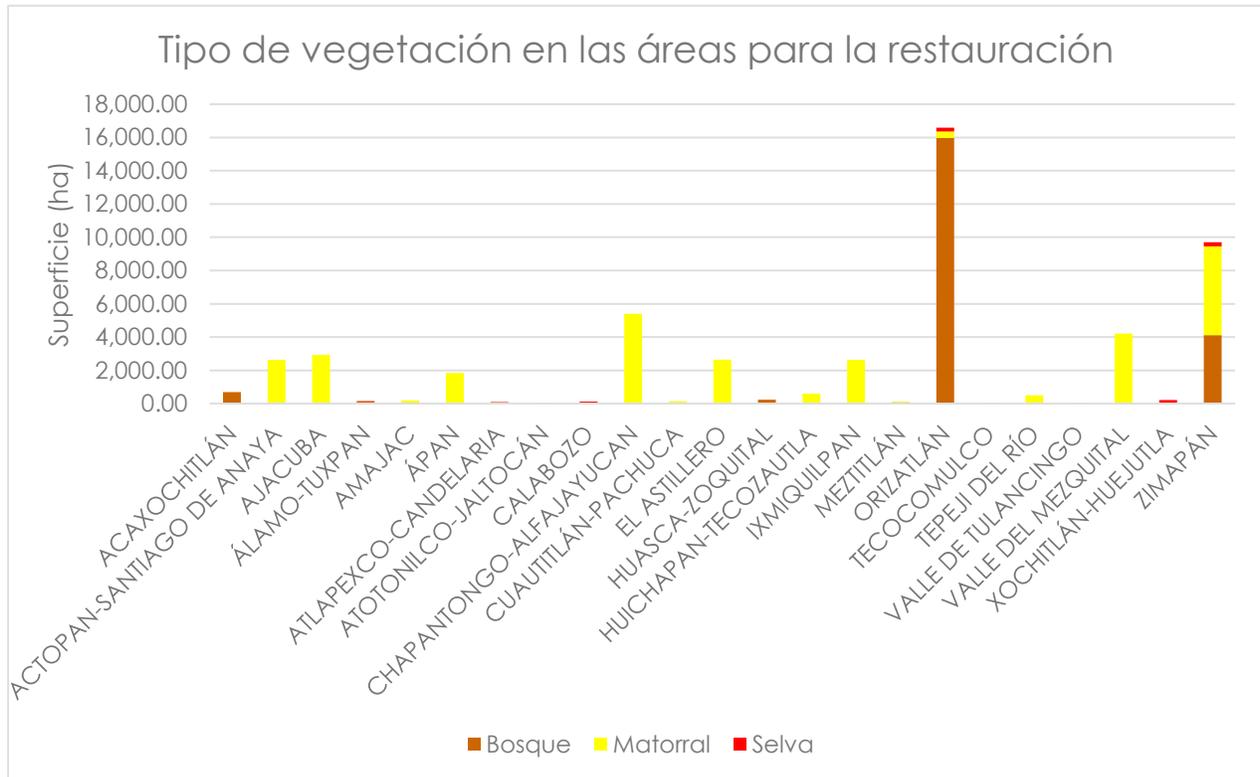


Figura 118. Tipo de vegetación por acuífero para las áreas de restauración
Fuente: Elaboración propia

Es importante considerar la cobertura vegetal para cada una de las políticas y la recarga de acuíferos, aunque se ha documentado que los bosques tienen un alto índice de infiltración de acuerdo con la especie. No hay que dejar de lado que el matorral presenta especies clave para la infiltración. Tomando en cuenta la distribución del tipo de vegetación en los diferentes acuíferos se puede analizar el papel de la reforestación en la recarga de éstos.

6.3 Tendencias en el tratamiento de agua

Importancia del tratamiento de agua

El agua salubre y de fácil acceso es importante para la salud pública. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza (OMS, 2018).

En la actualidad sabemos que la disposición, saneamiento y tratamiento de agua son desafíos fundamentales de la urbanización. El aumento de la población, sobre todo en las áreas urbanas, incrementa la cantidad de agua residual y a su vez la mala disposición genera graves problemas de contaminación ambiental (Paillard *et al.*, 2005). Por otro lado, en las zonas rurales, el aumento de aguas residuales lleva a la contaminación del ambiente (Vaillant Nathalie *et al.*, 2004), ya que contienen numerosos microorganismos, algunos de los cuales son patógenos (Paillard Delphine *et al.*, 2005).

La mala disposición de agua residual genera una gran cantidad de problemas que justifican su tratamiento mediante procesos físicos, químicos y biológicos para disminuir su riesgo al medio ambiente y a la salud pública.

En este apartado se analizan los caudales de tratamiento de cada municipio y región natural, así como el nivel en que la infraestructura reduce la cantidad de agua contaminada generada.

6.3.1 Caudales de agua residual

La determinación de los caudales de agua residual a eliminar de una determinada población es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación (Lahera, 2010).

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de fuente que las origina, así como del sistema de recolección empleado. De acuerdo con la fuente, las aguas residuales pueden dividirse en aguas residuales domésticas, industriales, filtraciones y aportaciones controladas y aguas pluviales (CONAGUA, 2007).

Los caudales de agua residual se pueden obtener a partir del análisis de los datos de población y de las dotaciones de agua previstas, así como a partir de estimaciones de los caudales de agua residual per cápita en poblaciones de características similares (CONAGUA, 2007).

El objetivo particular de este apartado fue calcular los caudales de agua residual por municipio para los años de 2000 a 2043, con el fin de proyectar la cantidad de agua residual que se generará de acuerdo con el crecimiento poblacional tendencial hasta el año 2043. Más adelante se incluyen los cálculos para la obtención de la capacidad de tratamiento de agua residual instalada y la real (plantas de tratamiento en funcionamiento). Finalmente, se realizó una comparación entre el caudal de agua residual y la capacidad de tratamiento, lo anterior para obtener una prospección de cuánto será necesario incorporar al caudal de tratamiento de agua residual al 2043, con el propósito de contener los problemas de contaminación de agua a causa del desarrollo urbano e industrial.

En primer lugar, se calcularon los consumos de agua para uso doméstico, servicios y para el sector industrial. El consumo doméstico se obtuvo mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Población total} * \% \text{ clase} * \text{ConClima}}{1000} \quad (4)$$

La población total (habitantes) por municipio de 2000 a 2043 se usó de los datos del INEGI y de los generados en este estudio en la proyección de población tendencial. Basados en datos del INEGI, se calculó el porcentaje de clase (% de clase), a partir de la clasificación de la población con base

en los niveles de ingresos económicos: clase baja de menos de 1 salario mínimo, clase media de 1 a 5 salarios mínimos y clase alta con más de 5 salarios mínimos. Por otro lado, de acuerdo con la CONAGUA, el tipo de clima influye en el consumo de agua (ConClima), por lo que se incluyó esta consideración. El número 1,000 del denominador se usa para convertir las unidades a m³/día. La siguiente tabla muestra a detalle el consumo de agua por clase y por tipo de clima.

Tabla 45. Consumo por tipo de clima (ConClima)

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l / HAB / DÍA)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CÁLIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100
ÁRIDO	220	186	87
SEMIÁRIDO	202	180	76

Fuente: Elaborada con datos de la CONAGUA y con proyecciones estimadas por el grupo de trabajo.

El consumo para uso doméstico se obtuvo sumando el consumo-clase baja, consumo-clase media y consumo-clase alta.

Posteriormente, se calculó el consumo que genera la zona comercial, entre los sectores que lo integran están los comercios, las oficinas, los hoteles, restaurantes y colegios. En primer lugar, se obtuvieron datos sobre el total municipal de la población ocupada del año 2000 al 2043. Con la información disponible se calcularon los datos para los años proyectados. Posteriormente se usaron los valores de consumo de agua para cada sector de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 46. Consumo de agua del sector comercial

Unidades (l/hab/día)	
Oficinas	50.0
Centros comerciales	48.0
Hoteles	220.0
Restaurantes	200.0
Colegios	40.0
Total	558.0
Promedio	111.6

Fuente: Elaborada con datos de la CONAGUA.

El número de habitantes en estatus de ocupados se multiplicó por 111.6 (l/hab/día), y posteriormente se convirtió a m³/día para homologar las

unidades con las cuales se obtuvieron los consumos de agua para otros sectores.

El consumo por zona industrial se obtuvo al extraer los datos del año 2000 sobre personas ocupadas en el sector secundario y fueron proyectados hasta el año 2043. Los datos anteriores organizados por municipio se multiplicaron por el promedio del caudal generado por el sector industrial, el cual de acuerdo con el INEGI es de 238.5 l/hab/día, y se realizaron conversiones para tener los datos en m³/día.

Finalmente, se sumó el consumo de agua doméstico (CAD), el consumo de agua del sector comercial (CAC) y el consumo de agua del sector industrial (CAI), por lo que se refirió al consumo total (CAT). Sabiendo que el flujo de agua residual producido por una población representa del 60 al 70% del suministro de agua potable de la misma (Clark *et al.*, 1971), por ello se usó el factor de 0.65 para indicar que, del consumo de agua total, solo el 65% es convertida a agua residual tratable. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla por municipio, así como la cantidad de agua que cada uno de ellos generó en el 2020.

Tabla 47. Consumo de agua por sectores y generación de agua residual para el año 2020

Municipio	Población total (habitantes)	CAD (m ³ /día)	CAC (m ³ /día)	CAI (m ³ /día)	CAT (m ³ /día)	Agua residual municipal (m ³ /día)
Acatlán	22,268	2,588.6	607.1	359.2	3,554.9	2,310.7
Acaxochitlán	46,065	5,763.8	1,172.1	643.0	7,578.9	4,926.3
Actopan	61,002	8,024.5	1,784.3	1,105.0	10,913.7	7,093.9
Agua Blanca de Iturbide	10,313	1,304.5	246.2	139.5	1,690.3	1,098.7
Ajacuba	18,872	2,235.1	467.5	473.7	3,176.2	2,064.6
Alfajayucan	19,162	2,211.8	499.0	278.3	2,989.1	1,942.9
Almoloya	12,546	1,622.0	361.9	238.7	2,222.6	1,444.7
Apan	46,681	6,773.5	1,526.7	1,201.1	9,501.2	6,175.8
Atitalaquia	31,525	3,482.3	844.0	777.7	5,104.1	3,317.7
Atlapexco	19,812	3,594.8	544.8	93.7	4,233.4	2,751.7
Atotonilco de Tula	62,470	4,619.1	888.2	939.7	6,447.0	4,190.6
Atotonilco el Grande	30,135	4,147.9	700.0	389.0	5,236.9	3,404.0
Calnali	16,150	2,440.1	559.5	119.3	3,118.8	2,027.3
Cardonal	19,431	2,498.8	431.8	276.7	3,207.3	2,084.7
Chapantongo	12,967	1,562.0	374.5	262.4	2,198.9	1,429.3
Chapulhuacán	22,903	3,087.7	673.2	220.4	3,981.2	2,587.8
Chilcuautla	18,909	1,970.0	453.9	210.8	2,634.7	1,712.5
Cuautepec de Hinojosa	60,421	7,538.6	1,545.9	1,416.2	10,500.7	6,825.5
El Arenal	19,836	2,413.8	502.4	405.5	3,321.7	2,159.1
Eloxochitlán	2,593	340.5	84.0	22.9	447.4	290.8
Emiliano Zapata	15,175	2,140.7	457.0	470.1	3,067.8	1,994.0
Epazoyucan	16,285	1,694.2	433.0	347.5	2,474.7	1,608.5



Estado Libre y Soberano de Hidalgo

Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Hidalgocreecontigo

Municipio	Población total (habitantes)	CAD (m ³ /día)	CAC (m ³ /día)	CAI (m ³ /día)	CAT (m ³ /día)	Agua residual municipal (m ³ /día)
Francisco I. Madero	36,248	4,299.2	921.8	348.9	5,570.0	3,620.5
Huasca de Ocampo	17,607	2,417.2	381.7	229.2	3,028.1	1,968.3
Huautla	20,673	4,552.3	800.1	88.7	5,441.1	3,536.7
Huazalingo	12,766	1,555.1	356.7	56.8	1,968.5	1,279.5
Huehuetla	22,846	4,904.4	1,044.8	83.0	6,032.2	3,920.9
Huejutla de Reyes	126,781	23,047.0	3,567.2	1,169.6	27,783.8	18,059.5
Huichapan	47,425	5,700.9	1,287.3	1,166.3	8,154.4	5,300.4
Ixmiquilpan	98,654	10,785.3	2,610.2	1,041.8	14,437.3	9,384.3
Jacala de Ledezma	12,290	2,181.9	397.4	167.7	2,746.9	1,785.5
Jaltocán	10,523	2,029.8	315.5	126.6	2,471.9	1,606.7
Juárez Hidalgo	2,895	410.5	103.7	29.1	543.2	353.1
La Misión	9,819	1,631.8	346.5	87.8	2,066.1	1,343.0
Lolotla	9,474	1,282.8	337.6	112.6	1,733.0	1,126.4
Metepec	13,078	1,637.3	352.1	214.9	2,204.3	1,432.8
Metzquitlán	20,962	2,902.5	547.7	263.8	3,714.0	2,414.1
Mineral de la Reforma	202,749	7,275.6	1,798.8	996.9	10,071.3	6,546.4
Mineral del Chico	8,878	1,093.8	249.8	179.6	1,523.2	990.1
Mineral del Monte	14,324	2,311.5	501.6	375.9	3,189.0	2,072.9
Mixquiahuala de Juárez	47,222	5,181.7	1,262.0	724.8	7,168.5	4,659.5
Molango de Escamilla	11,578	1,536.1	359.5	128.3	2,023.9	1,315.5
Nicolás Flores	6,265	903.6	135.7	74.7	1,113.9	724.0
Nopala de Villagrán	16,948	2,270.7	516.7	334.4	3,121.8	2,029.2
Omitlán de Juárez	9,295	1,339.5	245.0	169.1	1,753.6	1,139.8
Pachuca de Soto	314,331	41,699.0	11,049.9	5,648.9	58,397.8	37,958.6
Pacula	4,748	624.2	117.1	58.2	799.4	519.6
Pisaflores	18,723	3,240.7	490.0	139.5	3,870.2	2,515.7
Progreso de Obregón	23,641	2,918.0	738.0	374.2	4,030.2	2,619.6
San Agustín Metzquitlán	9,449	1,375.0	320.7	221.1	1,916.8	1,245.9
San Agustín Tlaxiaca	38,891	3,708.9	860.0	846.4	5,415.3	3,520.0
San Bartolo Tutotepec	17,699	2,784.4	754.4	134.5	3,673.3	2,387.6
San Felipe Orizatlán	38,492	7,478.7	1,099.7	288.3	8,866.7	5,763.4
San Salvador	36,796	4,244.3	1,037.3	536.9	5,818.5	3,782.0
Santiago de Anaya	18,329	2,084.7	471.6	277.4	2,833.7	1,841.9
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	39,561	4,699.3	1,110.6	1,039.6	6,849.6	4,452.2
Singuilucan	15,142	2,129.8	466.7	341.3	2,937.8	1,909.6
Tasquillo	17,441	2,177.9	429.4	184.1	2,791.5	1,814.5
Tecoautla	38,010	4,175.8	922.9	655.9	5,754.6	3,740.5
Tenango de Doria	17,503	2,352.5	566.1	216.8	3,135.4	2,038.0
Tepeapulco	56,245	8,993.9	1,960.5	1,738.2	12,692.6	8,250.2
Tepehuacán de Guerrero	31,235	3,725.6	813.9	198.9	4,738.4	3,079.9
Tepeji del Río de Ocampo	90,546	12,498.7	2,654.6	3,248.4	18,401.7	11,961.1
Tepetitlán	10,830	1,375.4	268.8	182.5	1,826.7	1,187.4
Tetepango	11,768	1,441.9	298.9	328.7	2,069.4	1,345.1
Tezontepec de Aldama	55,134	5,440.6	1,403.7	682.3	7,526.7	4,892.3
Tiangustengo	14,340	2,077.6	468.8	186.3	2,732.7	1,776.3
Tizayuca	168,302	8,652.6	1,925.5	1,642.5	12,220.7	7,943.5
Tlahuelilpan	19,067	2,078.5	535.3	262.4	2,876.2	1,869.5
Tlahuiltepa	9,086	1,219.8	328.7	72.0	1,620.5	1,053.3
Tlanalapa	11,113	1,766.2	384.4	386.1	2,536.7	1,648.9
Tlanchinol	37,722	4,734.2	1,127.7	250.9	6,112.8	3,973.3
Tlaxcoapan	28,626	3,442.5	830.6	514.9	4,788.1	3,112.3
Tolcayuca	21,362	2,012.3	465.1	483.9	2,961.4	1,924.9
Tula de Allende	115,107	14,232.5	3,257.5	2,774.7	20,264.7	13,172.1
Tulancingo de Bravo	168,369	21,942.5	5,127.9	3,347.8	30,418.2	19,771.8
Villa de Tezontepec	13,032	1,416.0	344.8	252.1	2,012.9	1,308.4

Municipio	Población total (habitantes)	CAD (m ³ /día)	CAC (m ³ /día)	CAI (m ³ /día)	CAT (m ³ /día)	Agua residual municipal (m ³ /día)
Xochiatipan	18,260	3,233.0	494.9	72.5	3,800.5	2,470.3
Xochicoatlán	7,015	977.4	258.9	89.0	1,325.3	861.4
Yahualica	24,674	3,960.2	622.2	90.4	4,672.8	3,037.3
Zacualtipán de Ángeles	38,155	4,404.9	1,019.4	1,068.7	6,493.0	4,220.5
Zapotlán de Juárez	21,443	2,359.4	647.6	771.3	3,778.3	2,455.9
Zempoala	57,906	3,826.5	952.2	991.2	5,769.9	3,750.4
Zimapán	39,927	5,467.6	1,102.9	766.3	7,336.8	4,768.9

Fuente: Elaboración propia.

El mismo análisis proyectado para el 2043 por región natural se indica en la siguiente figura.

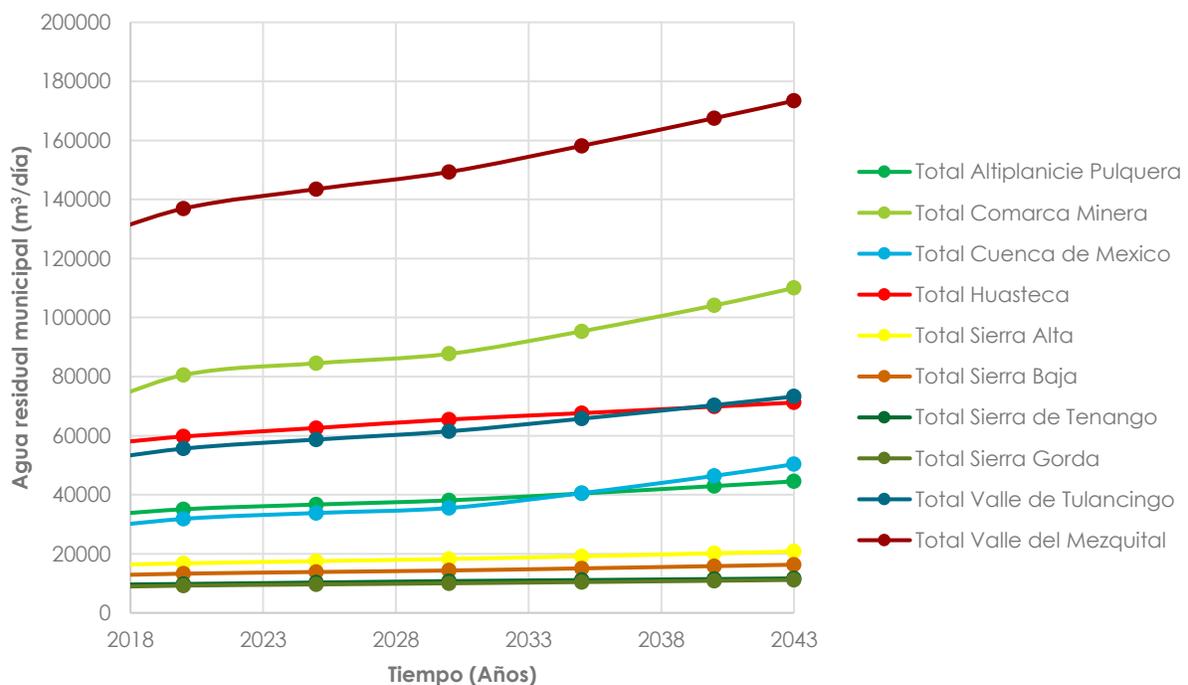


Figura 119. Proyecciones para la generación de agua residual por municipio.

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la mayor cantidad de agua residual que llega al Estado de Hidalgo es importación proveniente del Valle de México, es necesario hacer la distinción de las zonas que más producen agua residual. Estas son el Valle de Mezquital y la Comarca Minera. De estas regiones se estima que al año 2043 se producirán aproximadamente 173,424.1 y 110,010 m³/día, respectivamente, debido a que concentran zonas de riego y zonas metropolitanas. Las regiones naturales de Valle de Tulancingo y la Huasteca



presentan una tendencia semejante, de tal manera que la generación de agua residual para el año 2043 será de aproximadamente 70,000 m³/día. También hubo semejanza en los perfiles de tendencia de la generación de agua residual para las regiones de la Altiplanicie Pulquera y la Cuenca de México, aunque en el 2043 se aprecia una diferencia que indica que la Cuenca de México producirá alrededor de 6,000 m³/día más que la Altiplanicie Pulquera. El resto de las regiones naturales producirá una cantidad semejante de agua residual a la que actualmente produce, es el caso de las regiones Sierra Alta, Sierra Baja, Sierra de Tenango y la Sierra Gorda. Una cuestión importante, es saber si esta cantidad de agua residual está recibiendo un tratamiento, hecho que garantizará la calidad del agua necesaria para su reutilización o bien, evitará problemas asociados a la contaminación de agua. En el siguiente apartado se abordará la demanda que se estima para el año 2043 en materia de tratamiento de agua residual.

6.3.2 Demanda de tratamiento de agua

Actualmente el Estado de Hidalgo cuenta con una infraestructura total de 123 PTAR de acuerdo con el Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en operación en 2020.

En este apartado se obtuvieron datos sobre la capacidad instalada (CAPI) y la capacidad de tratamiento (CAPT), ambas en unidades de m³/día, que refieren a dos variables que describen la funcionalidad de las plantas de tratamiento de agua residual, la primera relativa únicamente a la construcción de las plantas de tratamiento y la segunda indica la cantidad real que cada planta puede tratar. Estos datos fueron comparados con la cantidad de agua residual (GAR) producida en cada región natural. Se determinó el tratamiento de agua residual que debió efectuarse con la infraestructura instalada y en funcionamiento al 100% (T-CAPI) y así como el tratamiento de agua residual que se generó con la capacidad de tratamiento, que representa el agua realmente tratada (T-CAPT). Finalmente se calculó el déficit de tratamiento, es decir, el porcentaje de agua residual no tratada porque no existe la infraestructura o la capacidad de tratamiento adecuadas. Los datos se calcularon para el año 2000, 2010 y 2018 y se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 48. Déficit de tratamiento de agua residual por región natural

Región natural	CAPI (m3/día)	CAPT (m3/día)	T-CAPI-2000	T-CAPI-2010	T-CAPI-2018	T-CAPT-2000	T-CAPT-2010	T-CAPT-2018	Deficit-T-CAPI-2000	Deficit-T-CAPI-2010	Deficit-T-CAPI-2018	Deficit-CAPT-2000	Deficit-CAPT-2010	Deficit-CAPT-2018
Altiplanicie Pulquera	7948.8	2877.1	8942.3	23202.0	24030.5	14014.0	28273.7	29102.2	52.9	74.5	75.1	83.0	90.8	91.0
Comarca Minera	13392.0	8856.0	7501.1	55254.9	53176.1	12037.1	59790.9	57712.1	35.9	80.5	79.9	57.6	87.1	86.7
Cuenca de México	41670.7	21859.2	-32871.8	-17827.6	-14355.6	-13060.3	1983.9	5455.9	-373.6	-74.8	-52.6	-148.4	8.3	20.0
Huasteca	14731.2	9849.6	8665.2	41700.8	41209.2	13546.8	46582.4	46090.8	37.0	73.9	73.7	57.9	82.5	82.4
Sierra Alta	2453.8	1589.8	10323.5	12744.2	13344.3	11187.5	13608.2	14208.3	80.8	83.9	84.5	87.6	89.5	89.9
Sierra Baja	38.9	38.9	7587.4	11979.4	12345.8	7587.4	11979.4	12345.8	99.5	99.7	99.7	99.5	99.7	99.7
Sierra de Tenango	544.3	544.3	5772.6	8741.3	8867.5	5772.6	8741.3	8867.5	91.4	94.1	94.2	91.4	94.1	94.2
Sierra Gorda	1909.4	432.0	3913.1	6596.9	6641.5	5390.5	8074.3	8118.9	67.2	77.6	77.7	92.6	94.9	94.9
Valle de Tulancingo	4104.0	1455.8	13466.0	44290.9	45844.7	16114.2	46939.1	48492.9	76.6	91.5	91.8	91.7	97.0	97.1
Valle del Mezquital	2024706.2	786870.7	1970352.4	1902874.1	1901099.8	732516.9	665038.5	663264.3	-3625.0	-1561.9	-1538.0	-1347.7	-545.9	-536.6

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2000, 2010 y 2018) y CONAGUA (2000, 2010 y 2018).

A partir de la información de la tabla anterior, para el año 2018 se puede decir que en la Altiplanicie Pulquera se trató únicamente el 7% del agua residual y aunque todas las plantas instaladas estuvieran en correcto funcionamiento su capacidad de tratamiento sería del 24.9%. En la Comarca Minera el déficit basado en la capacidad de tratamiento real fue del 86.7%, para la Huasteca del 82.4% y para la Sierra Alta fue de 89.9%. Un escenario de mayor déficit se obtuvo en las regiones de la Sierra Baja, Valle de Tulancingo, Sierra Gorda y la Sierra de Tenango, con 99.7%, 97.1%, 94.9% y 94.2%, respectivamente.

El caso contrario, se puede observar para las regiones de la Cuenca de México (20%) y el Valle del Mezquital (-536.6%), en las cuales se presenta un déficit. Esto indica que en la Cuenca de México se trata alrededor del 80% del agua residual que generan los municipios que la conforman y si las PTAR instaladas funcionaran correctamente se eliminaría este déficit hasta rebasarlo de un 20%. En el caso del Valle del Mezquital se trata alrededor de 5.3 veces más agua residual que la que genera el municipio. Es posible que en este último caso la capacidad de tratamiento esté rebasada debido a la presencia del Río Tula, el cual contiene contaminantes que no aportan los municipios del Estado de Hidalgo, sino que provienen del Estado de México y de la Ciudad de México, por lo que es necesario realizar un análisis que considere estas fuentes de contaminación de agua.

Lo anterior sugiere una demanda de tratamiento para el año 2018 y que incrementará al 2043 con base en la perspectiva abordada en el apartado



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



de caudales de agua residual. Vale la pena mencionar que en orden de importancia y basado en el déficit calculado en la tabla anterior, las regiones naturales que requieren de instalación de PTAR son los siguientes:

1. Sierra Baja
2. Valle de Tulancingo
3. Sierra Gorda
4. Sierra de Tenango
5. Altiplanicie Pulquera
6. Sierra Alta
7. Comarca Minera
8. Huasteca

En el caso de la Cuenca de México es probable que al poner en marcha las plantas de tratamiento instaladas, el déficit de tratamiento se elimine.

Lo anterior concuerda con los datos obtenidos de la participación ciudadana en el cual se identificó que en todas las regiones se demanda la construcción, mantenimiento o rehabilitación de PTAR.

6.4 Estrategias

Las estrategias para lograr un uso adecuado del recurso hídrico se dan en los planes, programas, proyectos y acciones establecidos por instancias nacionales gubernamentales mexicanas como es el caso de CONAGUA la cual busca abarcar todos o la mayoría de los requerimientos necesarios para satisfacer que el servicio de agua potable cumpla con todas las normatividades correspondientes.

Además de abastecer el recurso del agua a la población en general, a la industria, al campo, etc., esta entidad nacional se propone la realización de una agenda de acciones a beneficio social, tales como:

- Alivio de la pobreza y las enfermedades
- Conservación y reutilización del agua
- Desarrollo urbano sostenible
- Producción agrícola y suministro de agua rural
- Resolver los conflictos del agua

Las acciones van dirigidas a los municipios, estados y la República Mexicana en general para homologar y estandarizar las técnicas de cuidado del agua dentro del territorio nacional.

La principal estrategia con la cual se establecerán programas y acciones es el presente instrumento de gestión del territorio, el cual a través de la definición de Unidades de Gestión ambiental (UGAS), que priorizará buenas prácticas de manejo hídrico en zonas con regiones hidrológicas prioritarias, AICAS, zonas de alta recarga de acuíferos, y zonas con contaminación de los cuerpos de agua.

6.4.1 Planes, programas, proyectos y acciones

Tabla 49. Programas en beneficio del agua

Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	<p>Con esta estrategia se pretende disminuir el nivel de contaminación de las aguas residuales que son vertidas a los afluentes. Esta estrategia puede hacer uso de los recursos que ofrece SEMARNAT mediante los programas Gestión de Residuos, Fortalecimiento de Capacidades y Programa de Empleo Temporal.</p>	<p>De manera general, el proyecto implementará estrategias referentes a la prevención de contaminación del agua, creando una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que será utilizada durante la etapa de operación y mantenimiento con el objetivo de tratar biológicamente el agua generada de los procesos productivos, para posteriormente ser enviadas al canal El Papalote y así como también cierta cantidad de agua pueda ser reutilizada en los sistemas de servicios.</p>	<p>Estatal</p>
FOMENTO DEL AHORRO DE AGUA	<p>Estrategia orientada a optimizar el uso del agua en todos los ámbitos sociales, urbano, rural e industrial. Esta estrategia puede hacer uso de los recursos que ofrece SEMARNAT mediante el programa de apoyo al Fortalecimiento de Capacidades.</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>
INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA	<p>Con esta estrategia se busca mejorar el aprovechamiento del agua para disminuir el déficit existente y el que se prevé al futuro. Esta estrategia puede hacer uso de los recursos que ofrece SEMARNAT mediante los programas de Fortalecimiento de Capacidades, Programa de Empleo Temporal; los componentes de Conservación y Restauración y Servicios Ambientales del Programa Nacional Forestal de CONAFOR; los programas de SAGARPA de Infraestructura, Desarrollo de Capacidades, Sustentabilidad de Recursos Naturales.</p>	<p>El proyecto contará con un sistema de recuperación para poder ser utilizada dentro de sus instalaciones en áreas de servicios con lo que se reducirá el consumo de agua de primer uso.</p>	<p>NA</p>
Programa de Cultura del Agua	<p>Contribuir a consolidar en la sociedad una cultura del buen uso del agua, a través de la concertación y promoción de acciones educativas y culturales en coordinación con las entidades federativas que permitan difundir la importancia del recurso</p>	<p>NA</p>	<p>Municipios, organismos operadores y figuras de participación social previstas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, a través de los</p>



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
	hídrico en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica para lograr el desarrollo humano y sustentable de la nación.		gobiernos de las entidades federativas (comisiones estatales de agua, medio ambiente o salud).
Programa de Agua Limpia (PAL)	Fomentar y apoyar: el desarrollo de acciones para ampliar la cobertura de infraestructura de desinfección del agua para consumo humano en los sistemas de abastecimiento y distribución, mediante diversos procesos físicos, químicos u otros; la instalación, rehabilitación y mantenimiento de equipos de desinfección; el suministro y distribución eficiente de desinfectantes y la capacitación y adiestramiento de operadores.	NA	El universo de población a atender serán los municipios con mayor índice de marginación, preferentemente los del Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre. También podrán participar los demás siguiendo un orden descendente, de mediano a muy bajo índice de marginación. La población objetivo serán los habitantes de los municipios que se concreten en los anexos del programa.
Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)	Impulsar acciones tendientes al mejoramiento e incremento de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para beneficio de los habitantes de las comunidades urbanas del país, a través de apoyo financiero y técnico a las entidades federativas, municipios y sus organismos operadores.	NA	La población de localidades con más de 2,500 habitantes, que son atendidas a través de organismos operadores que prestan con deficiencia los servicios de agua potable, alcantarillado o saneamiento y están programados para beneficiarse en el ejercicio.
Programa de Asignación de Recursos Derivados del Pago de Derechos de Agua (PRODDER)	Contribuir a la realización de acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en municipios, mediante la devolución, a los prestadores de los servicios de agua potable	NA	Todos aquellos prestadores del servicio que, habiendo cubierto los derechos federales por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales por



Estado Libre y Soberano de Hidalgo

Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Hidalgo crece contigo

Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
	y saneamiento, de los ingresos federales que se obtengan por la recaudación de los derechos por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.		servicio público urbano, con poblaciones mayores a 2,500 habitantes, soliciten su adhesión presentando para ello, un programa de acciones donde se comprometan a invertir, junto con los recursos federales devueltos, al menos otra cantidad igual, e indiquen en que se aplicarán los recursos económicos.
Programa de Mejoramiento de Eficiencias de Organismos Operadores (PROME)	Mejorar las eficiencias de los organismos operadores participantes por medio de asistencia técnica y financiamiento.	NA	Organismos operadores de agua potable y saneamiento que abastecen a localidades de más de 20 mil habitantes, interesados en mejorar la prestación de los servicios para lograr su autosuficiencia.
Programa de Saneamiento de Aguas Residuales (PROSANEAR)	<ul style="list-style-type: none"> Promover y apoyar la ejecución de acciones de saneamiento para remover los contaminantes presentes en las aguas residuales mediante el control o tratamiento de las descargas, a efecto de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente. Condonar los créditos fiscales que hayan causado los contribuyentes municipales hasta el ejercicio 2007, de acuerdo con lo establecido en la Ley Federal de Derechos. <ul style="list-style-type: none"> Asignar el pago de derechos cubierto por los contribuyentes para ejercerlo en acciones de saneamiento. 	NA	Contribuyentes municipales que hayan efectuado el pago de los ejercicios de 2008 en adelante, por concepto del derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales y que tengan créditos fiscales a su cargo.
Programa de Tratamiento de Aguas	Otorgar apoyos para el diseño, construcción, ampliación y rehabilitación	NA	Todos los organismos operadores de



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
Residuales (PROTAR)	de plantas de tratamiento de aguas residuales con el fin de incrementar el volumen tratado o mejorar sus procesos de tratamiento. Además, ofrece un esquema de apoyos dedicado a la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales que cumplan con los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) y sólidos suspendidos totales (SST) establecidos en su permiso de descarga.		agua potable, alcantarillado y saneamiento que cuenten con plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal que requieren incrementar la cobertura de tratamiento y concreten las acciones a realizar en los anexos de ejecución y técnicos de acuerdo con las reglas de operación vigentes. Aquellos organismos que manifiesten su necesidad de apoyo para operación y mantenimiento y se incorporen al programa.
Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS)	Apoyar el incremento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades rurales, mediante la construcción y ampliación de infraestructura, con la participación comunitaria organizada, a fin de inducir la sostenibilidad de los servicios.	NA	Localidades rurales del país con población menor o igual a 2,500 habitantes, cuyas acciones se concreten en los anexos de ejecución y técnicos.
Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA)	Brindar apoyo a los prestadores de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, con el fin de incrementar la calidad de los servicios con la participación del capital privado como complemento a los recursos no recuperables que otorga el programa.	NA	Preferentemente a todos aquellos organismos operadores que prestan los servicios municipales de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades de más de 50 mil habitantes o intermunicipales.
Programa de Adecuación de Derechos de Uso de Agua (PADUA)	El Programa de Adecuación de Derechos de Uso de Agua (PADUA) tiene como objetivo recuperar volúmenes de	NA	Asociaciones civiles de usuarios de distritos de riego cuyos volúmenes de



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
	<p>agua concesionados a las asociaciones civiles de usuarios de distritos de riego mediante la entrega de un apoyo económico a aquellos usuarios que renuncien a sus derechos de agua de sus parcelas.</p>		<p>agua concesionados para riego sean superiores en un 20% a la disponibilidad sustentable de las fuentes de abastecimiento. Las acciones de este programa se dirigen a los productores agropecuarios y usuarios de 23 distritos de temporal</p>
<p>Programa de Conservación y Rehabilitación de Áreas de Temporal</p>	<p>1. Rehabilitar y conservar la infraestructura hidroagrícola federal de los Distritos de Temporal Tecnificado para aminorar los efectos que causan las inundaciones en los terrenos de cultivo de las zonas del trópico húmedo del país.</p> <p>2. Conservar sistemáticamente en condiciones funcionales las obras de infraestructura hidroagrícola, con recursos propios de las asociaciones civiles de usuarios y con apoyo de los gobiernos federal, estatal y municipal.</p>	<p>NA</p>	<p>temporal tecnificado del país, establecidos o en proceso de establecimiento, agrupados en asociaciones civiles o en proceso de integrarse en los estados de Campeche, Chiapas, Nayarit, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.</p>
<p>Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego</p>	<p>Contribuir al uso eficiente y sustentable del agua en cuencas y acuíferos, mediante acciones de modernización de la infraestructura hidroagrícola, mediante la entrega de apoyos a los usuarios hidroagrícolas de las unidades de riego con aprovechamientos subterráneos y superficiales y a los propietarios de pozos particulares ubicados dentro de los distritos de riego.</p>	<p>NA</p>	<p>Asociaciones civiles de usuarios, sociedades de responsabilidad limitada y usuarios hidroagrícolas que utilicen aguas superficiales y/o subterráneas y tengan planeado modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar la superficie agrícola de las unidades de riego; también se considera a los usuarios hidroagrícolas propietarios de pozos particulares ubicados dentro de los distritos de riego.</p>



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego	Contribuir a lograr un uso eficiente y sustentable del agua mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidroagrícola de los distritos de riego y la tecnificación del riego, desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, mejorando la calidad y oportunidad del servicio de riego para incrementar la producción agrícola y el desarrollo económico de la población rural.	NA	<ul style="list-style-type: none"> • A las Asociaciones Civiles de Usuarios (ACU) o Sociedades de Responsabilidad Limitada (SRL) que administran o tienen concesionada infraestructura hidroagrícola. • A las ACU y/o SRL que tienen concesionada la red principal e infraestructura hidroagrícola a cargo de la Comisión Nacional del Agua.
Programa de Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego	Preservar la infraestructura hidroagrícola existente, concesionada a los distritos de riego, que forma parte del Inventario de Bienes Nacionales y constituye el patrimonio nacional, a fin de procurar que se encuentre en condiciones de servicio, evitando el deterioro paulatino que pone en riesgo su funcionamiento.	NA	Las ACU o SRL, que conformen los distritos de riego, que soliciten el apoyo y cumplan con los requisitos generales y específicos.
Programa de Rehabilitación, Modernización y Equipamiento de Distritos de Riego	Mantener en condiciones óptimas de servicio y funcionamiento la infraestructura hidráulica para apoyar la agricultura, así como la adquisición de maquinaria y equipamiento necesario para realizar la conservación de las obras existentes y mejorar el servicio de riego, incrementar el uso eficiente del agua a nivel parcela a través de la nivelación de tierras y el bombeo para auxilio del servicio de riego.	NA	Productores agrícolas organizados en ACU o SRL, a quienes se les concesionó infraestructura de los distritos de riego.
Programa Estabilización de Cuencas y Acuíferos	Perfeccionar la precisión de la medición del agua extraída en fuentes de abastecimiento y puntos de entrega en canales, por las asociaciones civiles de usuarios y sociedades de responsabilidad limitada en los distritos de riego.	NA	Distritos de riego



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
Programa Estabilización de Cuencas y Acuíferos	Mantener en condiciones óptimas de servicio y funcionamiento la infraestructura no concesionada en los distritos de riego.	NA	Distritos de riego
Programa Infraestructura de Riego	Apoyar a los productores en la creación de nuevas zonas de riego o en la ampliación de las existentes para incrementar la producción agrícola, siempre y cuando exista disponibilidad de agua.	NA	Productores agrícolas ejidatarios, colonos, comuneros y pequeños propietarios organizados en asociaciones de productores o sociedades de producción mercantil dedicadas a la agricultura
Programa Infraestructura de Temporal	Apoyar la creación de nuevos distritos de temporal tecnificado para incrementar la producción agrícola.	NA	Productores agrícolas ejidatarios, colonos, comuneros y pequeños propietarios organizados en asociaciones de productores o sociedades de producción mercantil dedicados a la agricultura.
Programa Infraestructura de Temporal. Riego Suplementario	Impulsar las actividades agropecuarias en los distritos de temporal tecnificado, mediante el desarrollo de proyectos de riego suplementario que permitan asegurar mejores rendimientos en los cultivos e incrementar la superficie de riego en épocas de estiaje.	NA	Los productores de los distritos de temporal tecnificado de los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán, San Luis Potosí y Nayarit, que cuenten con infraestructura hidráulica de drenaje y caminos y la precipitación anual sea mayor a los 750
Programa Operación y Conservación de Presas y Estructuras de Cabeza	Rehabilitar y mantener en condiciones de servicio y seguridad hidráulica a estructuras, presas y estructuras de cabeza, manteniendo la infraestructura en	NA	Usuarios y población en general.



**Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado
de Hidalgo: Etapa de Pronóstico**



Programa	Descripción	Vinculación/Estrategia	Dirigido a
	condiciones óptimas para su funcionamiento y evitar posibles contingencias en su seguridad y operación.		
Programa Protección a Centros de Población y Áreas Productivas	Mitigar los riesgos de inundación y atender los efectos causados por fenómenos hidrometeorológicos extremos a centros de población y áreas productivas.	NA	Población en general, organismos de cuenca, direcciones locales, gobiernos estatales y municipales.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA 2018

Algunas entidades internacionales como las Naciones Unidas mencionan algunos otros planes a considerar sobre el agua y su tratamiento. La mayoría de estos programas nacionales no abarcan las siguientes acciones importantes a considerar como:

- Protección contra desastres naturales
- Protección de los ecosistemas acuáticos
- Creación de un entorno propicio (ideal)
- Creación de una base de conocimientos
- Creación de capacidad (capacitación)

La falta de conocimiento sobre cómo actuar ante estas situaciones y el no considerarlas dentro de los programas establecidos sobre el cuidado y/o tratamiento del agua adecuado, genera importantes pérdidas económicas en todos los niveles de gobierno; además, la experiencia ha demostrado que el progreso hacia la implementación de las acciones y el logro de los objetivos de los programas de agua requiere mecanismos de seguimiento para evaluaciones periódicas a nivel nacional e internacional, esto, con el fin de mantenerse actualizados e informados sobre algunos cambios importantes a nivel global.

6.5 Megaproyectos: el uso del agua y otros recursos naturales

Los megaproyectos que se tienen planteados para el Estado de Hidalgo tienen la visión estratégica de propiciar las condiciones para el desarrollo sustentable del Estado, sin embargo, requieren distintos elementos en forma de recursos naturales como suelo, agua y aire, los cuales son necesarios tener en consideración como parte de la visión prospectiva de éstos. A continuación, se hace una aproximación a las demandas de los principales recursos para la consolidación de dichos proyectos.

Un análisis de los megaproyectos en diferentes estatus de ejecución permite ubicar cuales son los que impactarán el recurso hídrico y por ello deberán recibir una atención mayor dada la importancia del recurso natural en el Estado de Hidalgo. En la tabla que a continuación se presenta, se identifican los megaproyectos, una breve descripción y la ubicación definida o probable. Cabe mencionar que varios de ellos siguen en la fase de propuesta y por lo tanto no se cuenta aún con información específica que permita realizar un mayor diagnóstico de los mismos, por otro lado, los planes parciales y ordenamientos territoriales locales, así como los manifiestos de impacto ambiental, serán los documentos indicados para hacer una aproximación más precisa sobre el impacto de dichos proyectos.

Tabla 1. Megaproyectos en el Estado de Hidalgo

Proyecto	Descripción	Localización definida o probable
Macroplaza	Centro comercial y de entretenimiento con distintos servicios integrados de salud, alojamiento y educación.	Zempoala
Proyecto PLATAH	Zona Industrial, Logística, Comercial y de Servicios.	Villa de Tezontepec
Parque Científico Tecnológico	Centro de desarrollo Empresarial, de Ciencia e Innovación, además de espacios para conglomerar los sectores académicos o empresariales.	San Agustín Tlaxiaca
Embotelladora Mixquiahuala	Empresa de envase de bebidas gaseosas no alcohólicas	Mixquiahuala de Juárez
Grupo Modelo	Industria alimentaria de producción y envase de bebidas gaseosas alcohólicas	Apan
Great Wolf Lodge	Parque acuático temático de alto nivel	Tepeji del Río de Ocampo
Sincrotrón Mexicano	Proyecto de infraestructura de Gran ciencia basado en el análisis de la	Zona Metropolitana de Pachuca de Soto

Proyecto	Descripción	Localización definida o probable
	materia a través de producción de radiación sincrotrón.	
Envases Universales	Empresa de producción de envases y empaques	Tizayuca
Centro de Distribución (CEDIS) de Farmacias Guadalajara	Centro de distribución de Farmacias Guadalajara	Villa de Tezontepec
Carretera a Huejutla	Interconexión carretera con la Cabecera Municipal de Huejutla	Mineral del Monte, Huasca de Ocampo, Atotonilco El Grande, San Agustín Metzquititlán, Zacualtipán de Ángeles, Tianguistengo, Calnali, Yahualica, Huazalingo, Huautla, Jaltocán y Huejutla de Reyes (sujeto a cambios por el diseño de la ruta).
Macro planta tratamiento de aguas residuales	Planta de tratamiento de aguas residuales	Tulancingo de Bravo
Impacto por la construcción de un aeropuerto con capacidad internacional en la base aérea militar no. 1 (Santa Lucía, Estado de México).	Aeropuerto de la actual administración Federal.	Zumpango, Tequixquiác, Huahuetoca, Teoloyucan, Tecámac y Tizayuca
Atlas renewable energy	Planta de energía solar	Nopala de Villagrán

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1 Demanda de agua en los megaproyectos

Unos de los requerimientos de alta demanda para los megaproyectos del Estado de Hidalgo es el agua, por lo que su análisis en cuanto al consumo deberá ser previsto. En la siguiente tabla se describen los megaproyectos, tales como: la macroplaza, PLATAH, parque científico tecnológico, embotelladora de Mixquiahuala, Grupo Modelo, Great Wolf Lodge, Sincrotrón, Envases Universales, CEDIS de Farmacia Guadalajara, carretera a Huejutla, macro planta de tratamiento de aguas residuales, el Atlas renewable energy y proyecto Santa Lucía se prevé que demandaran 0.25, 0.25, 0.03, 1.78, 4.20, 24.00, 0.01, 0.42, 0.38, 0.001, 0.11, 0.007 y 6 hm³/año de agua respectivamente.

Los proyectos que se describen a continuación, son aquellos definidos en los instrumentos de Planeación del Estado, mientras que en la tabla de impactos (con y sin megaproyectos) se definen aquellos que generan una huella hídrica.

Tabla 2. Megaproyectos en el Estado de Hidalgo

Proyecto	Descripción	Año de inicio	Demanda estimada en hm ³ al año	Localización definida o probable
Macroplaza	Centro comercial y de entretenimiento con distintos servicios integrados de salud, alojamiento y educación.	Finales 2019 e Inicios 2020	0.259	Pachuca y Zempoala, Hidalgo
Proyecto PLATAH	Zona Industrial, Logística, Comercial y de Servicios.	2019	0.259	Villa de Tezontepec, Hidalgo
Parque Científico Tecnológico	Centro de desarrollo Empresarial, de Ciencia e Innovación, además de espacios para conglomerar los sectores académicos o empresariales.	2017	0.035	San Agustín Tlaxiaca
Embotelladora Mixquiahuala	Empresa de envase de bebidas gaseosas no alcohólicas	2017	1.788	Mixquiahuala de Juárez
Grupo Modelo	Industria alimentaria de producción y envase de bebidas gaseosas alcohólicas	2019	4.2	Apan
Great Wolf Lodge	Parque acuático temático de alto nivel	2021	ND	Tepeji del Río de Ocampo
Reserva Corredor Biológico del Puma	Área Protegida de competencia estatal	2019	ND	Actopan, Santiago de Anaya, Metztitlán y Atotonilco el Grande.
Sincrotrón Mexicano	Proyecto de infraestructura de Gran ciencia basado en el análisis de la materia a través de producción de radiación sincrotrón.	2025-2029	0.015	Zona Metropolitana de Pachuca
Envases Universales	Empresa de producción de envases y empaques	2020	0.42	Villa de Tezontepec
Centro de Distribución (CEDIS) de Farmacias Guadalajara	Centro de distribución de Farmacias Guadalajara	2020	0.387	Villa de Tezontepec
Carretera a Huejutla	Interconexión carretera con la Cabecera Municipal de Huejutla	2018	0.001	Mineral del Monte, Huasca de Ocampo, Atotonilco

Proyecto	Descripción	Año de inicio	Demanda estimada en hm ³ al año	Localización definida o probable
				El Grande, San Agustín Metzquitlán, Zacualtipán de Ángeles, Tianguistengo, Calnali, Yahualica, Huazalingo, Huautla, Jaltocán y Huejutla de Reyes (sujeto a cambios por el diseño de la ruta).
Macroplanta tratamiento de aguas residuales	Planta de tratamiento de aguas residuales	2020	0.11	Tulancingo de Bravo
Atlas renewable energy	Planta de energía solar	2019	0.007	Nopala de Villagrán
Central de Abastos Miguel Hidalgo	Central de Abastos	2021	0.18	Zempoala
Proyecto Santa Lucía	Aeropuerto Santa Lucía	2021	6	Zona aledaña a Tizayuca

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de la siguiente tabla se utilizó el consumo de agua por año, proveniente de los datos del REPDA (2018), considerando la ubicación en donde se realizan o realizarán los megaproyectos. El consumo de agua de los megaproyectos se sumó al consumo municipal (ver siguiente tabla).

Tabla 3. Consumo de agua de los municipios con megaproyectos (hm³/año)

Municipios con y sin megaproyectos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	2043
Apan + Grupo Modelo	11.38	15.6	15.6	15.63	15.65	15.67	15.68	15.7	15.72	15.73	15.77	15.8	15.83	15.87	15.9	15.94	15.97	16
Apan	11.38	11.4	11.4	11.43	11.45	11.47	11.48	11.5	11.52	11.53	11.57	11.6	11.63	11.67	11.7	11.74	11.77	11.8
Zempoala + Macroplaza	2.57	2.89	2.95	3.02	3.09	3.16	3.23	3.3	3.38	3.46	3.62	3.78	3.96	4.15	4.34	4.54	4.76	4.98
Zempoala	2.57	2.63	2.69	2.76	2.83	2.9	2.97	3.04	3.12	3.2	3.36	3.52	3.7	3.89	4.08	4.29	4.5	4.72
Pachuca + Sincrotrón	1.03	0.98	0.94	0.9	0.86	0.82	0.79	0.77	0.74	0.71	0.65	0.59	0.54	0.5	0.46	0.42	0.39	0.35
Pachuca	1.03	0.98	0.94	0.9	0.86	0.82	0.79	0.75	0.72	0.69	0.63	0.58	0.53	0.48	0.44	0.4	0.37	0.34
Villa de Tezontepec + Envases universales	8.89	8.88	9.69	9.68	9.67	9.67	9.66	9.66	9.65	9.65	9.64	9.63	9.61	9.6	9.59	9.58	9.57	9.56
Villa de Tezontepec + CEDIS farmacias Guadalajara	8.89	8.88	8.88	8.87	8.87	8.86	8.86	8.85	8.85	8.84	8.83	8.82	8.81	8.8	8.79	8.77	8.76	8.75
Villa de Tezontepec + PLATAH	2.87	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13	3.13
Villa de Tezontepec	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
San Agustín Tlaxiaca + Parque científico Tecnológico	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06
San Agustín Tlaxiaca	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02
Mixquiahuala de Juárez + Embotelladora	128	127.8	127.5	127.3	127.1	126.9	126.6	126.4	126.2	126	125.5	125.1	124.6	124.2	123.7	123.3	122.9	122.4
Mixquiahuala de Juárez	126.24	126.01	125.79	125.56	125.33	125.11	124.88	124.66	124.43	124.21	123.76	123.32	122.88	122.43	121.99	121.56	121.12	120.68
Tepeji del Río de Ocampo + Great Wolf Lodge	32.71	32.71	32.72	32.72	32.73	32.73	32.74	32.74	32.75	32.75	32.76	32.77	32.78	32.79	32.8	32.81	32.82	32.83
Tepeji del Río de Ocampo	32.71	32.71	32.72	32.72	32.73	32.73	32.74	32.74	32.75	32.75	32.76	32.77	32.78	32.79	32.8	32.81	32.82	32.83
Zapotlán de Juárez	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09	16.09
Municipios de carretera Huejutla + Megaproyecto	5.46	5.47	5.49	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.68	5.72	5.81	5.91	6.02	6.14	6.27	6.41	6.56	6.75
Municipios de carretera Huejutla	5.45	5.47	5.49	5.52	5.55	5.57	5.61	5.64	5.68	5.72	5.81	5.91	6.02	6.14	6.27	6.41	6.56	6.72
Tulancingo de Bravo + Macro planta de tratamiento de aguas residuales	50.04	49.89	49.85	49.7	49.55	49.4	49.25	49.1	48.95	48.81	48.51	48.22	47.93	47.64	47.35	47.07	46.79	46.51
Tulancingo de Bravo	50.04	49.89	49.74	49.59	49.44	49.29	49.14	48.99	48.84	48.7	48.4	48.11	47.82	47.53	47.24	46.96	46.68	46.39
Nopala de Villagrán + Atlas renewable energy	16.18	15.97	15.76	15.55	15.35	15.15	14.95	14.75	14.56	14.37	13.99	13.63	13.28	12.93	12.59	12.27	11.95	11.64
Nopala de Villagrán	16.18	15.97	15.76	15.55	15.35	15.15	14.95	14.75	14.56	14.37	13.99	13.63	13.27	12.93	12.59	12.26	11.95	11.63
Zempoala + Macroplaza	2.57	2.89	2.95	3.02	3.09	3.16	3.23	3.3	3.38	3.46	3.62	3.78	3.96	4.15	4.34	4.54	4.76	4.98
Zempoala	2.57	2.63	2.69	2.76	2.83	2.9	2.97	3.04	3.12	3.2	3.36	3.52	3.7	3.89	4.08	4.29	4.5	4.72
Zumpango de Ocampo, Nextlalpan, Santa María Ajoloapan, Temascalapa, Tizayuca, San Juan Zitaltepec+Megaproyecto	117.884 9173	134.058 0907	150.223 4043	166.380 8656	182.530 4826	198.672 2629	214.806 2143	230.932 3445	247.050 6613	263.161 1723	295.35 8808	327.52 5313	359.660 7487	391.76 5176	423.838 6559	455.881 2492	487.893 0164	519.87 4018
Zumpango de Ocampo, Nextlalpan, Santa María Ajoloapan, Temascalapa, Tizayuca, San Juan Zitaltepec	110.984 9173	126.858 0907	142.723 4043	158.580 8656	174.430 4826	190.272 2629	206.106 2143	221.932 3445	237.750 6613	253.561 1723	285.15 8808	316.72 5313	348.260 7487	379.76 5176	411.238 6559	442.681 2492	474.093 0164	505.47 4018

Fuente: Elaboración propia en base del consumo de agua por municipio de la REPDA.

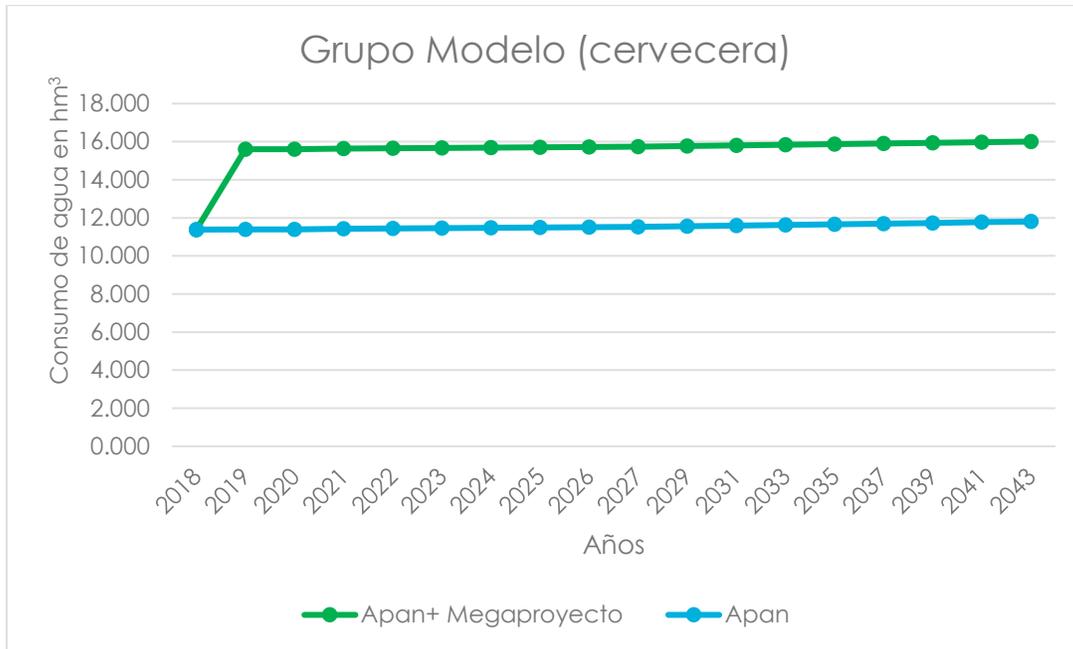


Figura 120. Proyección de consumo de agua del municipio de Apan con y sin el consumo del megaproyecto de Grupo Modelo.

Fuente: Elaboración propia.

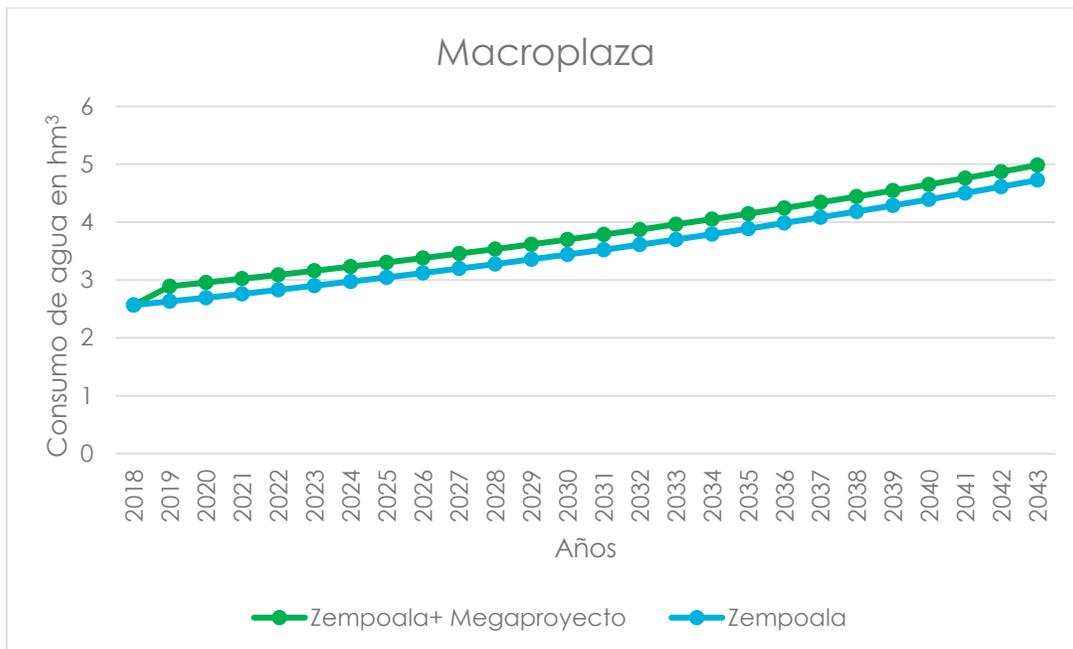


Figura 121. Proyección de consumo de agua del municipio de Zempoala con y sin el consumo del megaproyecto Macroplaza.

Fuente: Elaboración propia.

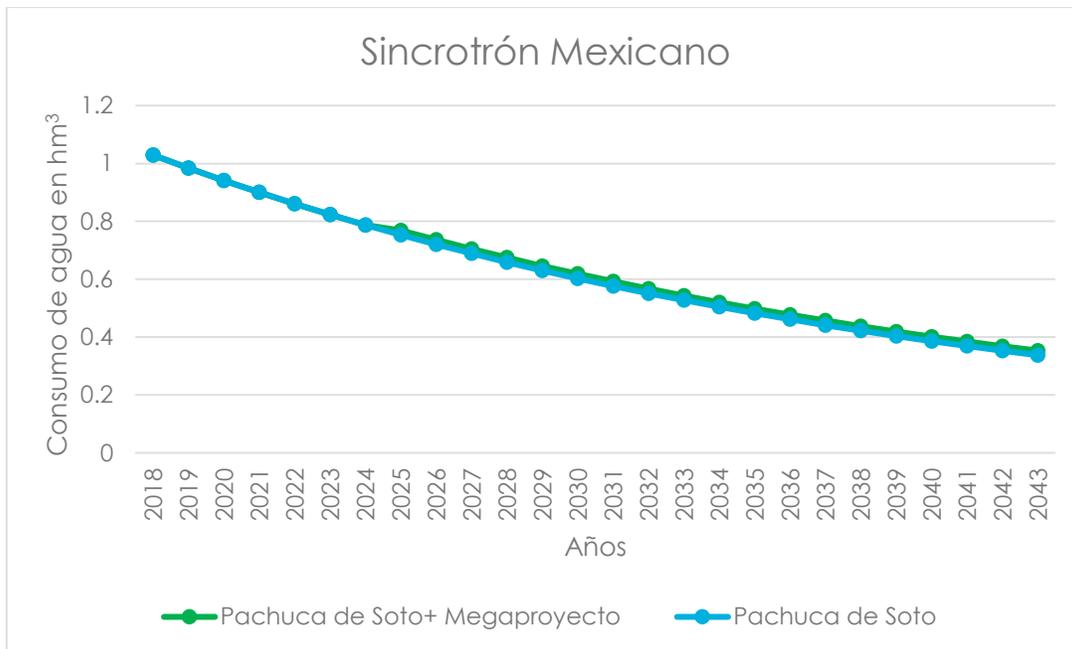


Figura 122. Proyección de consumo de agua del municipio de Pachuca de Soto con y sin el consumo del megaproyecto Sincrotrón Mexicano

Fuente: Elaboración propia.

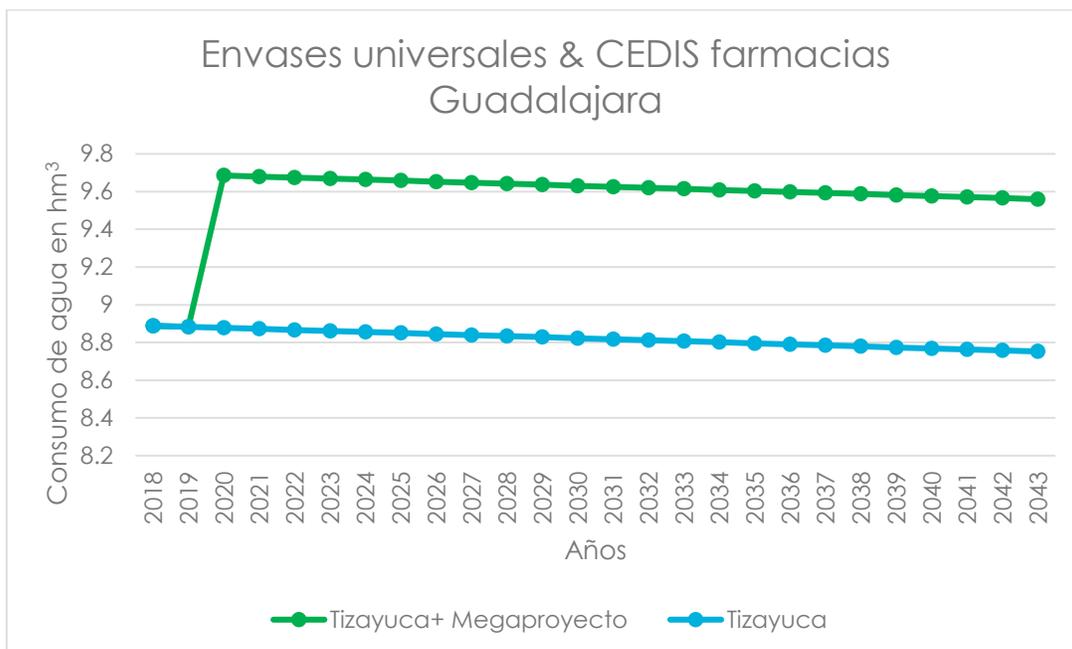


Figura 123. Proyección de consumo de agua del municipio de Villa de Tezontepec con y sin el consumo de los megaproyectos Envases universales y CEDIS farmacias Guadalajara.

Fuente: Elaboración propia.

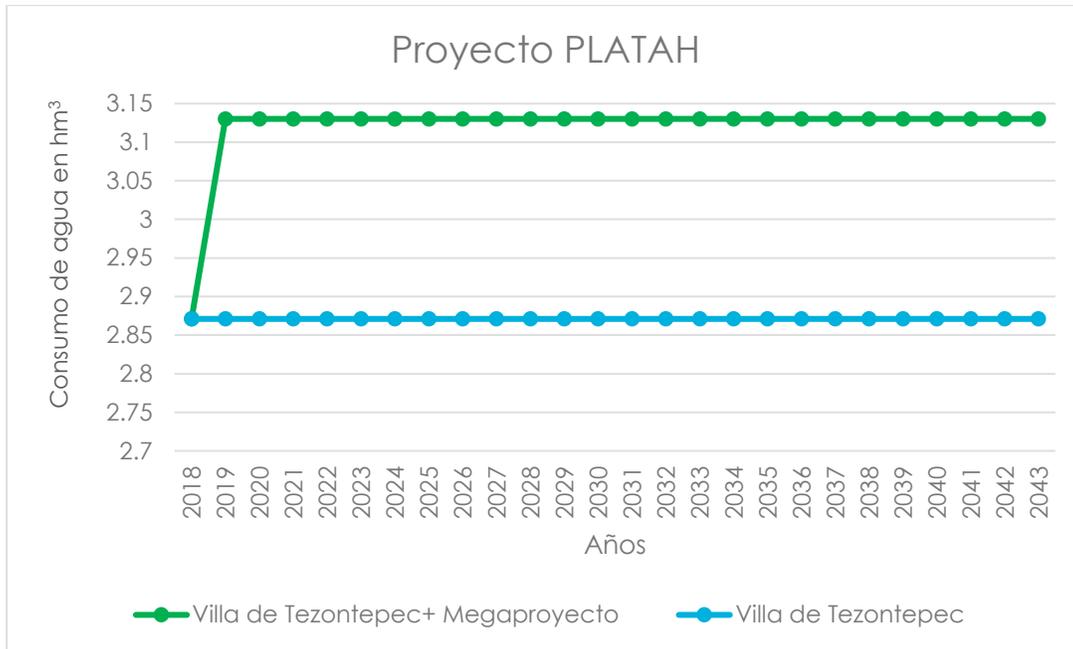


Figura 124. Proyección de consumo de agua del municipio de Villa de Tezontepec con y sin el consumo del megaproyecto PLATAH.

Fuente: Elaboración propia.

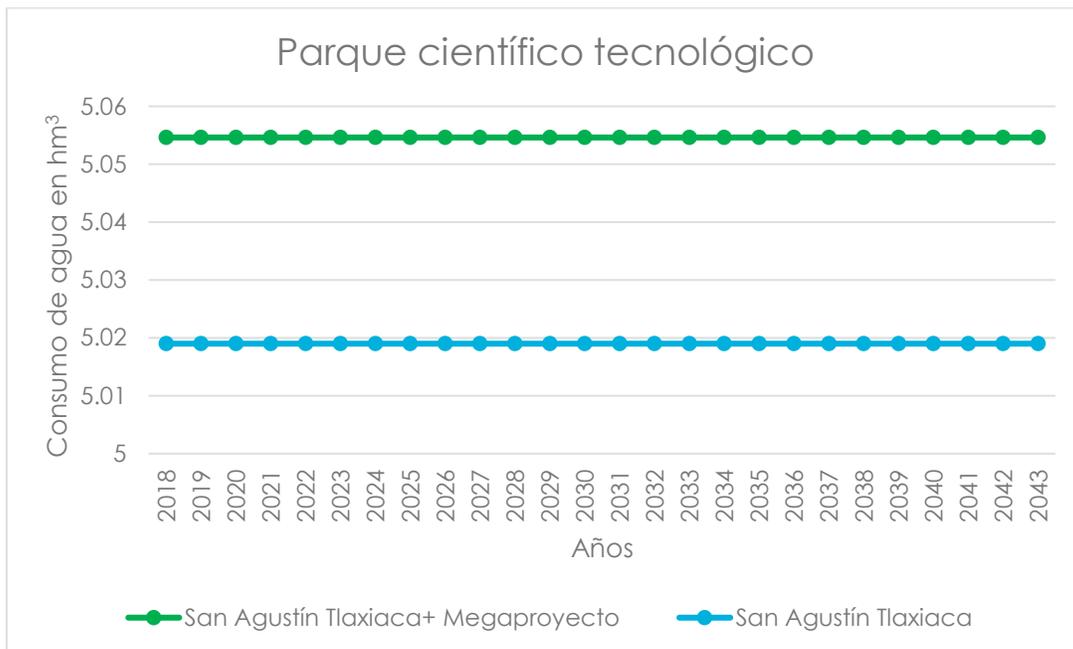


Figura 125. Proyección de consumo de agua del municipio de San Agustín Tlaxiaca con y sin el consumo del megaproyecto Parque científico y tecnológico.

Fuente: Elaboración propia.

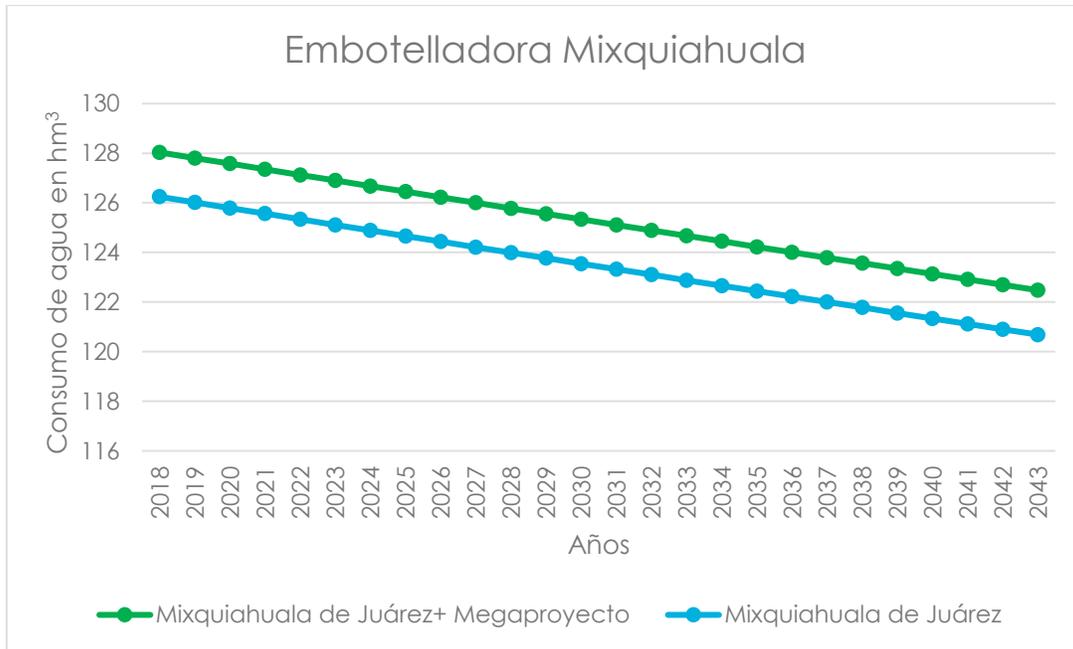


Figura 126. Proyección de consumo de agua del municipio de Mixquiahuala de Juárez con y sin el consumo del megaproyecto Embotelladora.

Fuente: Elaboración propia.

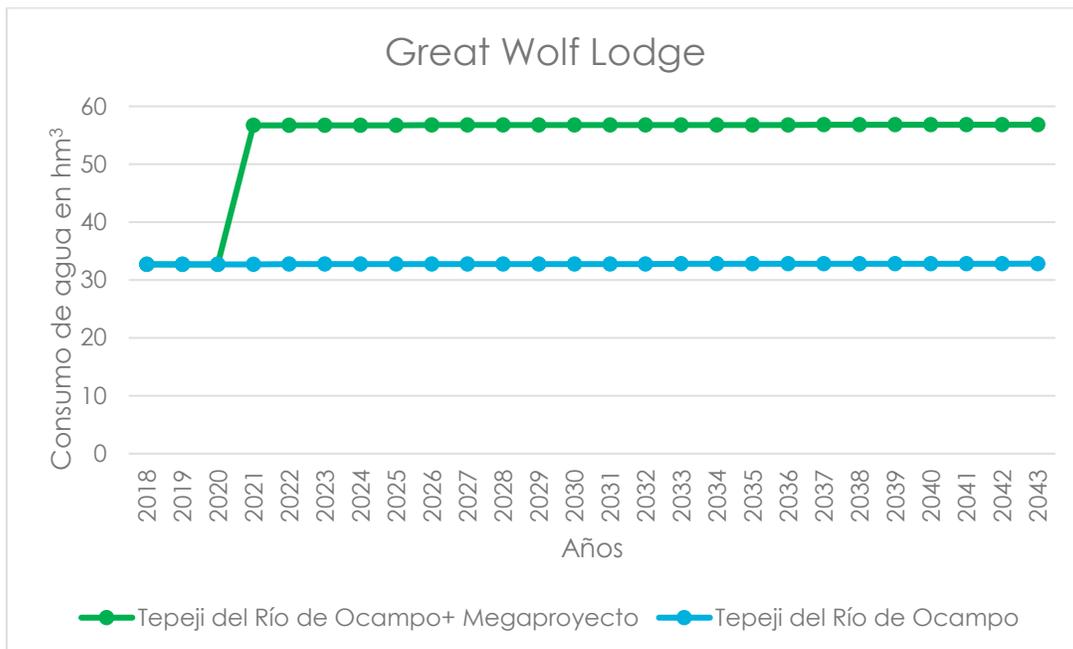


Figura 127. Proyección de consumo de agua del municipio de Tepeji del Río de Ocampo con y sin el consumo del megaproyecto Great Wolf Lodge.

Fuente: Elaboración propia.

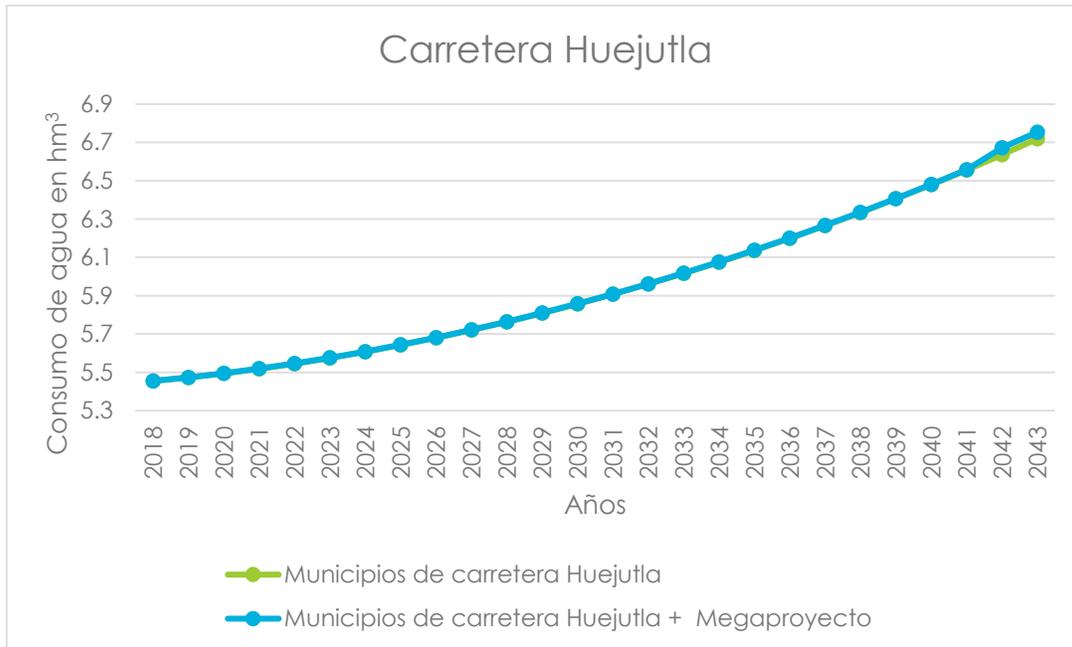


Figura 128. Proyección de consumo de agua de los municipios de la construcción de la carretera con y sin el consumo del megaproyecto.

Fuente: Elaboración propia.

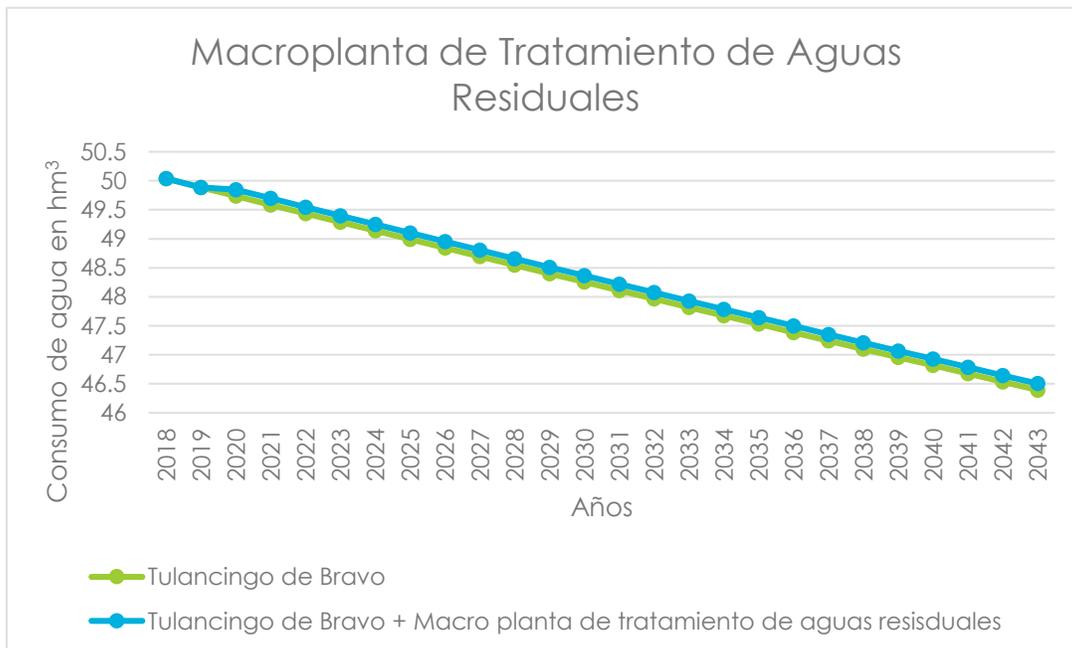


Figura 129. Proyección de consumo de agua del municipio de Tulancingo de Bravo con y sin el consumo del megaproyecto de la macro planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia.

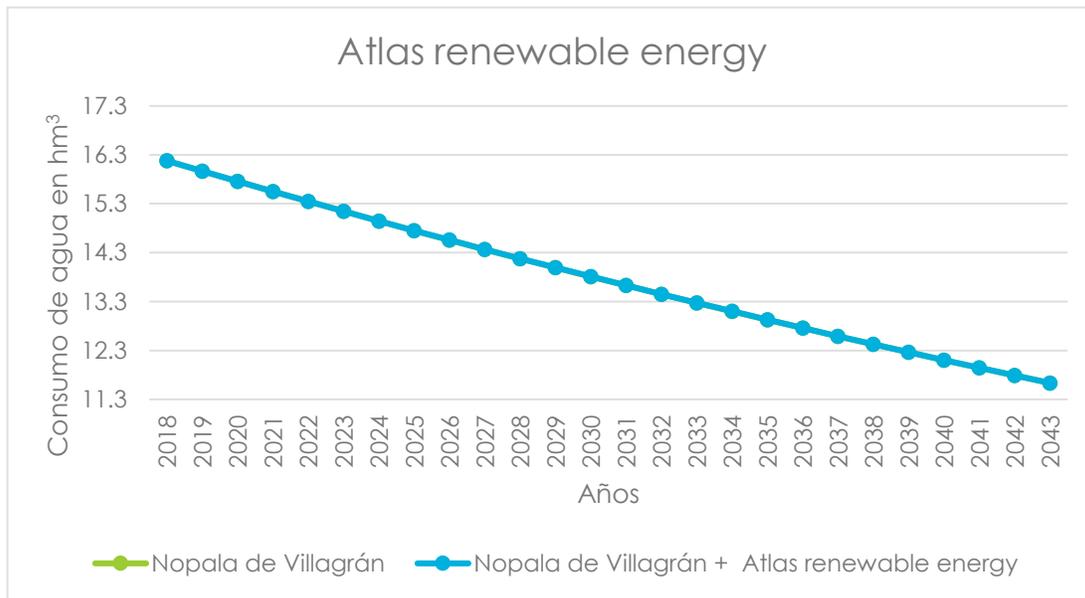


Figura 130. Proyección de consumo de agua del municipio de Nopala de Villagrán con y sin el consumo del megaproyecto Atlas renewable energy.

Fuente: Elaboración propia.

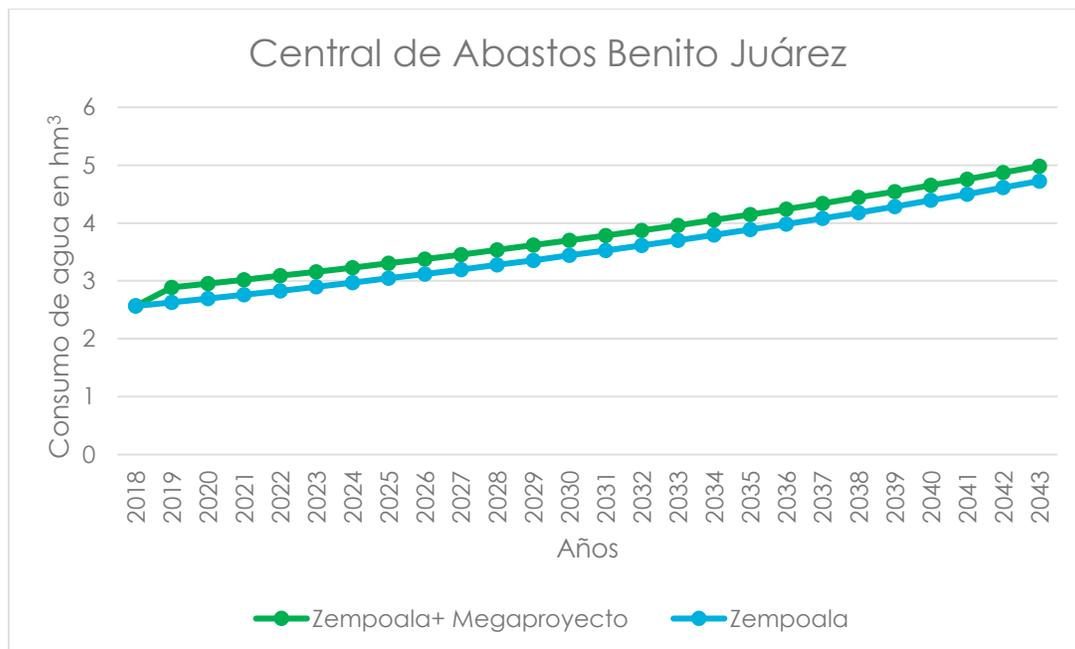


Figura 131. Proyección de consumo de agua del municipio de Zempoala con y sin el consumo del megaproyecto Central de Abastos Miguel Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia.

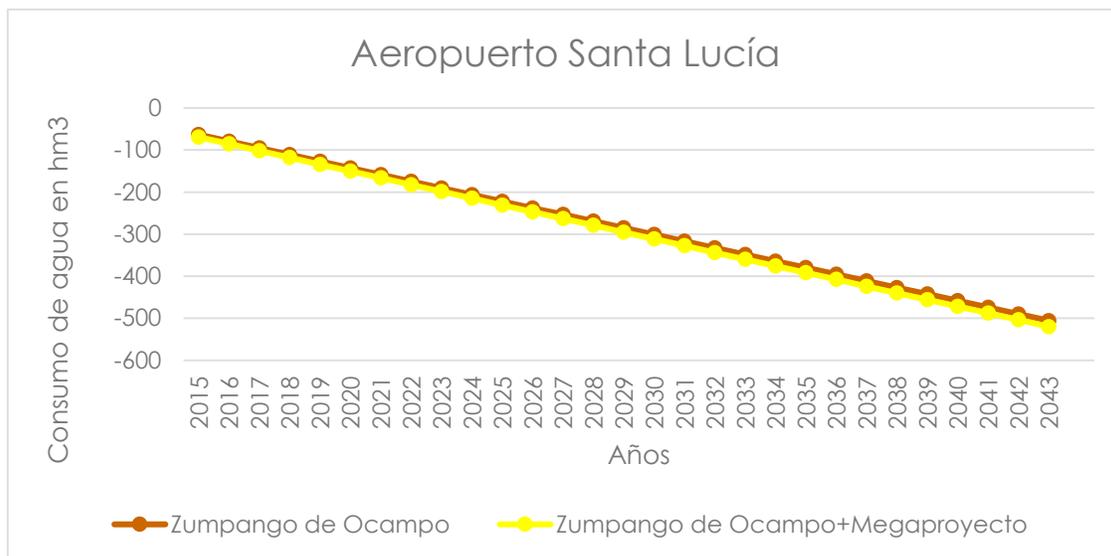


Figura 132. Proyección de consumo de agua del municipio de Zumpango de Ocampo con y sin el consumo del megaproyecto Aeropuerto Santa Lucía.

Fuente: Elaboración propia con parámetros de uso de agua en aeropuerto de Baxter³ et al (2019) y proyectada con base en el Balance hídrico de CEEA (2006-2016)

En las figuras anteriores se observa la comparación de la proyección de consumo de agua de los megaproyectos con el consumo de agua municipal. El proyecto que presentará mayor incremento en el consumo de agua es el proyecto Great Wolf Lodge del cual se espera alrededor de 24.0 hm³/año, debido a que se trata de un parque acuático lo que implica altos requerimientos en el recurso hídrico. El segundo lugar en consumo de agua fue para el aeropuerto de Santa Lucía con un consumo de 6 hm³ más el 5% del mismo cada año, la situación de este aeropuerto es particular, ya que no se encontrará dentro del Estado de Hidalgo, sin embargo, al ser un proyecto nacional presenta un alto impacto regional, como lo es en el acuífero compartido por el Estado de México e Hidalgo Cuautitlán-Pachuca. El tercer proyecto previsto de alto impacto es la cervecera de grupo Modelo, el cual aumenta el consumo de agua municipal 4.4 hm³/año. El cuarto proyecto de impacto sobre el consumo de agua será el de Embotelladora las Margaritas con 1.78 hm³/año, seguido de Envases Universales & CEDIS farmacias Guadalajara con 0.8 hm³/año.

³ Baxter, Glenn; Srisaeng, Panarat; Wild, Graham. 2019. "An Assessment of Airport Sustainability: Part 3—Water Management at Copenhagen Airport." Resources 8, no. 3: 135.



Es importante considerar el cuidado del agua con respecto a los megaproyectos y buscar estrategias para reducir el consumo de agua.

6.5.2 Demanda de territorio por parte de los megaproyectos

Los megaproyectos en el estado de Hidalgo requieren de espacios donde desarrollarse lo cual en muchos casos demanda una parte importante de superficie que podría ser utilizada para los sectores económicos, pero como proyectos estratégicos e integradores, estos buscan el bien superior del desarrollo sustentable de las regiones del estado.

A continuación, se describe la demanda de territorio de los proyectos estratégicos de los cuales se encontró o se brindó información disponible, obteniendo una superficie aproximada. En el mapa posterior a la tabla, se ubican los centroides de los megaproyectos.

Megaproyecto	Superficie en (km ²)	Superficie (ha)
Aeropuerto Santa Lucía	37.68	3,767.62
Envases Universales	2.32	231.81
PLATAH	13.53	1,353.38
Grupo Modelo	2.56	256.04
LANAE	0.10	9.67
Parque Científico Sincrotrón	0.46	46.32
Parque de Aprovechamiento energético solar	5.60	560.07
Área de Influencia Aeropuerto	478.34	47,834.40

Fuente: elaboración propia. Nota: Los proyectos que no están incluidos no tienen aún una superficie total asignada.

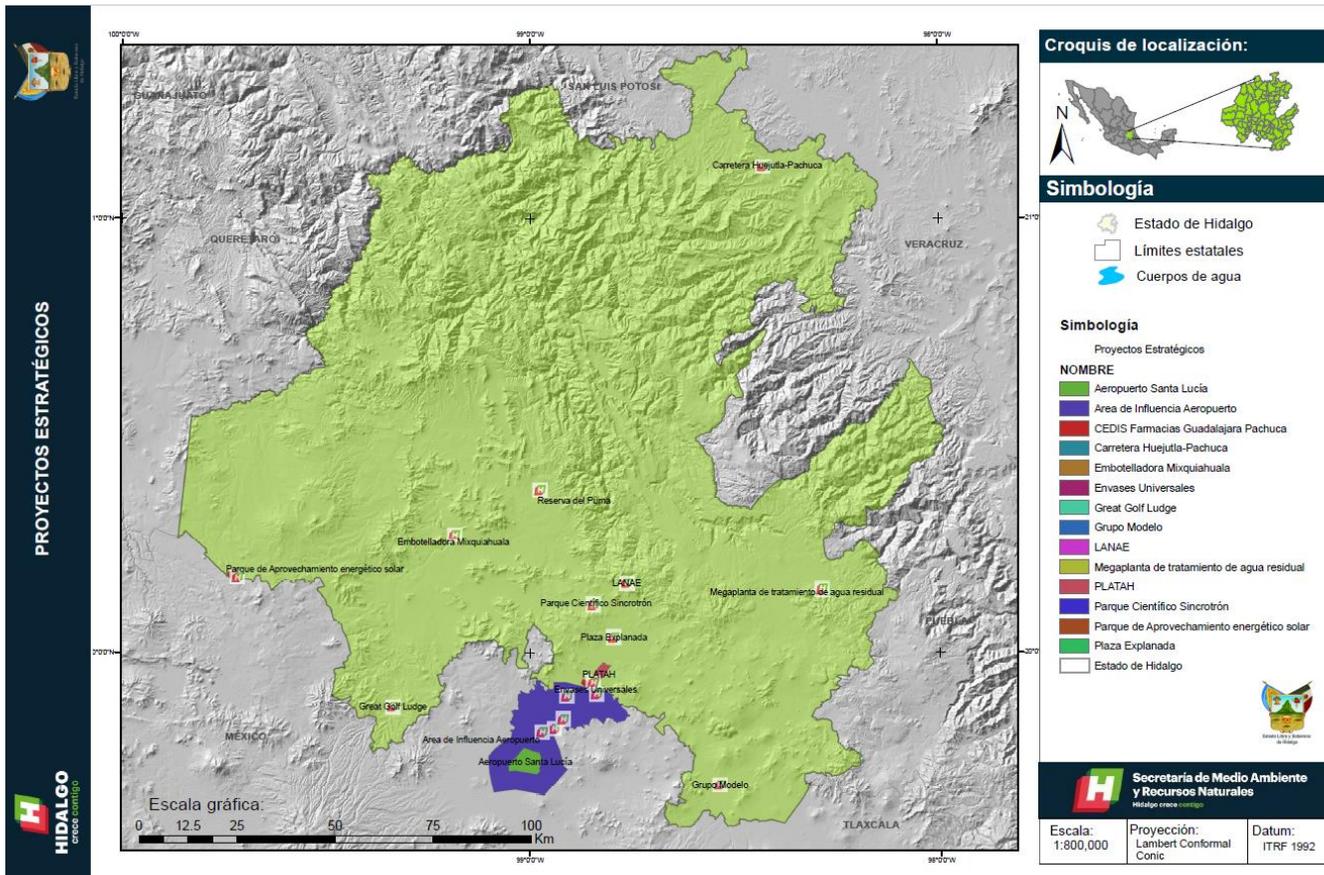


Figura 133. Ubicación estratégica de los macroproyectos de alto impacto para el Estado de Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia con datos de la consulta pública.

1. El caso de Santa Lucía y su impacto regional

En 2019 se dio a conocer que el Aeropuerto Internacional ya no se realizaría en Texcoco, sino que se construiría en las inmediaciones Base Aérea de Santa Lucía. El impacto urbano y ambiental que tendrá un proyecto de tales magnitudes fue estimado a través de un Manifiesto de Impacto Ambiental realizado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, denominado "manifestación de impacto ambiental modalidad regional, del proyecto Construcción de un aeropuerto mixto civil / militar con capacidad internacional en la base aérea militar no. 1 (Santa Lucía, estado de México), su interconexión con el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y reubicación de instalaciones militares".

A partir de dicho documento, se tiene a continuación un resumen de los siguientes aspectos:

- Infraestructura de servicios
- Infraestructura de Apoyo
- Bancos de material
- Impacto económico y empleo

Infraestructura de servicios

Tabla 4. Impactos de la infraestructura de servicios en el proyecto ASL.

Componente	Impacto inmediato	Impacto a largo plazo
Servicio de suministro de electricidad	La red eléctrica existente de media tensión (23 kv) es apta para cumplir con la demanda de actividades para el desarrollo y edificación del aeropuerto, además se espera un ahorro del 15% del consumo eléctrico en viviendas e instalaciones militares, ya que el proyecto considera cambiar la dirección del suministro eléctrico con un sistema subterráneo en conjunto con la inclusión de dispositivos que permitan optimizar la energía eléctrica. Se considera la construcción de subestaciones. (switchero y transformación reductora) para regular el servicio, además se planea trasladar torres de alta tensión, si es posible.	La energía eléctrica estará dada por la CFE. Se tiene en cuenta que la operación del aeropuerto puede causar inestabilidad del servicio para todo el AID. Sin embargo, el Centro Nacional de Control de Energía manifestó que la capacidad de las líneas de alta tensión ubicadas en las inmediaciones del predio, tienen la capacidad suficiente para soportar la nueva carga que representará el aeropuerto en operación
Servicio de suministro de agua	La fuente de suministro de recurso hídrico para el proyecto en las etapas de preparación y construcción está dada por pozos existentes in situ, esto supone que no se extraerá recurso hídrico de otras fuentes como la red municipal. Conforme al Manifiesto de Impacto Ambiental, el impacto de la extracción en el acuífero, será benéfico medianamente significativo ya que, aunque se tenga el recurso por lógica al extraer del acuífero le estará quitando volumen de extracción a los pozos colindantes.	El abastecimiento de recurso hídrico para la operación del aeropuerto está asegurado al menos a mediano plazo, La incidencia de la operación del aeropuerto sobre este factor dependerá de la cantidad que se trate mediante una planta que se construirá. Así mismo, el hecho de que utilice el acuífero podría implicar competencia por el recurso con las localidades del AID. El problema con la competencia es la cantidad del recurso, ya que entre sus usuarios se encuentran agricultores y pobladores, problema que podría agudizarse con el tiempo.
Gestión de residuos	Conforme al Manifiesto de Impacto Ambiental, se han reportado una gran parte de tiraderos a cielo abierto en los cuales se realiza la quema de residuos sólidos, por ello se esperan espacios adecuados para el manejo	Dentro del proyecto existen planes para el tratamiento y reúso de aguas residuales, en conjunto con el almacenaje idóneo de residuos no peligrosos y el manejo seguro de residuos peligrosos. Sin embargo, la falta del manejo integral de residuos y la ausencia de



Componente	Impacto inmediato	Impacto a largo plazo
	y disposición de residuos de todo tipo derivados del proyecto. El proyecto considera que para sus diferentes etapas se generará y manejará aguas residuales sanitarias, residuos peligrosos y no peligrosos, incluyendo los de manejo especial.	rellenos sanitarios en los municipios del AID, se desarrolla un escenario ambiental negativo. La gestión del gobierno estatal/municipal promete la disposición adecuada de residuos.

Fuente: Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, del proyecto "construcción de un aeropuerto mixto civil / militar con capacidad internacional en la base aérea militar no. 1 (Santa Lucía, estado de México), su interconexión con el aeropuerto internacional de la ciudad de México y reubicación de instalaciones militares". All: Área de influencia inmediata, AID: Área de influencia directa, PEA: Población económicamente activa, SAR: Sistema ambiental regional, AISL: Aeropuerto Internacional de Santa Lucía, PDU: Programa de desarrollo urbano.

Infraestructura de apoyo

Tabla 5. Impactos de la infraestructura de apoyo en el proyecto ASL.

Componente	Impacto inmediato	Impacto a largo plazo
Infraestructura Vial	Las vías primarias son altamente proclives a ser afectadas por la realización del proyecto: La carretera México – Pachuca, el circuito Exterior Mexiquense Bicentenario, la México – Tizayuca; que comunican a las vialidades secundarias como son: Morelos, Industria, Los Reyes, el Tephé Reyes-Zumpango, Zumpango–Apaxco y Hacienda Santa Inés. Estas últimas pasan entre las diferentes localidades alrededor del aeropuerto. De acuerdo al manifiesto de Impacto ambiental, el impacto generado es Adverso moderadamente significativos.	Las vialidades que serán más afectadas durante la operación del aeropuerto son las vías primarias que comunican a la Ciudad de México con Pachuca, Hidalgo, y la zona norte de la Ciudad de México con su área conurbada como son: la carretera México – Pachuca, el circuito Exterior Mexiquense Bicentenario, la México – Tizayuca; que comunican a las vialidades secundarias como son: Morelos, Industria, Los Reyes, el Tephé Reyes-Zumpango, Zumpango–Apaxco y Hacienda Santa Inés. Estas últimas pasan entre las diferentes localidades alrededor del aeropuerto. La conectividad entre el AICM y el AISL es la puesta en marcha del sistema de transporte que permitirá la movilidad entre los dos aeropuertos. Al ser un sistema independiente de las vialidades existentes, no se tendrá interferencia con estas, lo que provoca que el impacto sea benéfico significativo.
Planeación urbana	En la preparación del sitio se dará un uso intensivo a la infraestructura, principalmente por presión del tráfico. Por lo que se prevé que se tengan que generar adecuaciones, vigilancia y que son un parteaguas que al cambio que se generará en cuanto concluya la obra e inicie la operación del proyecto. La adquisición de predios para el aeropuerto lo que modificará el	El aeropuerto, como centro de concentración de población en transición, provoca a su alrededor un campo potencialmente fértil para que se instalen hoteles, restaurantes, servicios y comercios que no estaban considerados en la planeación original municipal. Asociado a lo anterior, la dinámica del aeropuerto provocara un flujo constante de vehículos que lleguen o salgan de la terminal aérea, sea por el transporte de materiales e



**Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado
de Hidalgo: Etapa de Pronóstico**



Componente	Impacto inmediato	Impacto a largo plazo
	<p>planteamiento desarrollado en: el PDU del municipio de Zumpango, PDU de Tecámac y el PDU municipal de Nextlalpan. Situación similar se visualiza con la obra de interconexión con el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, por lo que implica que es un impacto adverso significativo que comienza a transformar el escenario actual.</p>	<p>insumos, o por los pasajeros, para tomar una referencia se tienen proyectado un estacionamiento con 4,000 cajones. Por lo que el impacto en este caso se calificó como adverso moderadamente significativo.</p>
<p>Usos de suelo</p>	<p>La etapa de preparación del sitio y construcción, generará una presión sobre el precio de los terrenos y sobre sus usos autorizados actualmente. El efecto sobre los precios de los terrenos se espera que sea en el corto plazo, pero es difícil de controlar y constituye un impacto adverso moderadamente significativo. Que en teoría sería controlado por las autoridades, argumentando que existe un Programa de Desarrollo Urbano Municipal.</p> <p>En resumen, con la construcción del Proyecto se detonará la compra-venta de terrenos en el AID. Entre ellos la adquisición de los terrenos aledaños a la Base Aérea Militar No. 1 Santa Lucia, requeridos para reservarlos como zona de amortiguamiento del aeropuerto.</p>	<p>La situación de la demanda de terrenos comienza y verse como un riesgo para un crecimiento anárquico en el entorno al aeropuerto proyectado, generando nuevos centros comerciales, de hospedaje e incluso de diversión nocturna y sus implicaciones sociales que pueden ser nocivos para la población local. Este impacto no es secundario e independiente a las acciones del proyecto, sin embargo, se el aeropuerto se presenta como un agente acelerador del cambio de uso de suelo actual, que se evalúa como un impacto adverso significativo.</p>
<p>Medios de transporte</p>	<p>La etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto generará viajes relativos al transporte de materiales de construcción e insumos que deberán trasladarse desde su origen (almacenes, bancos de materiales o locales comerciales) hasta el predio del proyecto.</p> <p>Se asume, por la magnitud y el plazo de la obra, que estos traslados ocuparán vehículos locales y foráneos de empresas transportistas y hombres-camión del AID y del All.</p>	<p>Se asume, por la magnitud y la vida útil del proyecto, que estos traslados ocuparán vehículos locales y foráneos de empresas transportistas y hombres-camión del AID y del All. Se estima que durante esta etapa de operación del proyecto se dará empleo a la población de las localidades del AID, por lo tanto, la mayor parte del traslado de ese personal se realizará a través de vehículos de transporte público local o en vehículos privados.</p> <p>Durante la saturación del transporte público de pasajeros en horas pico, se podrá determinar si el requerimiento adicional podrá ser satisfecho con las unidades existentes o si se requiere una ampliación en términos de nuevas unidades.</p>

Fuente: Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, del proyecto "construcción de un aeropuerto mixto civil / militar con capacidad internacional en la base aérea militar no. 1 (Santa Lucía, estado de México), su interconexión con el aeropuerto internacional de la ciudad de México y reubicación de instalaciones militares". All: Área de influencia inmediata, AID: Área de influencia directa, PEA: Población económicamente activa, SAR: Sistema ambiental regional, AISL: Aeropuerto Internacional de Santa Lucía, PDU: Programa de desarrollo urbano.



Impactos generados a causa del uso de bancos de materiales

En la etapa de preparación del Proyecto, se realizarán las actividades de desmantelamiento de las estructuras existentes (infraestructura militar que será reubicada), desmonte y despalme de la vegetación existente, así como excavaciones, movimiento de tierras y nivelaciones de terreno. Como resultado de las actividades mencionadas, se generarán polvos fugitivos y partículas, que pueden ser levantados por el viento, ocasionando un deterioro potencial en la calidad del aire ambiente en el entorno.

Los impactos que se presentan por la realización de estas actividades se consideran adversos medianamente significativos, porque sus efectos son puntuales, a corto plazo y mitigables con acciones simples.

Por otra parte, en la construcción se requerirán diversos materiales de construcción como grava, arena, cemento, varilla, etc., así como algunos insumos propios de este tipo de instalaciones, que serán transportados por camiones pesados.

En todos los casos los efectos son mitigables por lo siguiente:

- Los vehículos que transporten agregados pétreos podrán colocar una cubierta (lona) que prevenga la dispersión de polvos
- Los vehículos automotores deben acatar las disposiciones de los programas de verificación vehicular federales, estatales y municipales (en su caso)
- La maquinaria y equipo empleado en la construcción de las obras debe sujetarse a programas de mantenimiento periódico.

Aun cuando SEDENA contrate los servicios de una empresa especializada en el suministro de concretos dosificados, cabe la posibilidad de que pueda adquirir los agregados pétreos directamente de los bancos de materiales para la preparación de concreto.

La adquisición de los materiales se realizaría directamente de los bancos autorizados, y se requeriría su abastecimiento durante el período que se desarrollarán las obras civiles del proyecto. El efecto que se presentaría en los bancos de materiales por la adquisición de los agregados pétreos consistiría únicamente en la disminución de su vida útil, ya que las afectaciones en la geomorfología local se han contemplado con la



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



autorización de su explotación. El efecto se puede considerar mitigable, en virtud de que para la ejecución del Proyecto no se requerirá la explotación de nuevos bancos de materiales, ya que se realizará la adquisición de los agregados de bancos autorizados.

Por las características descritas, el impacto que se presenta se considera adverso significativo por el volumen de materiales a explotar, dado que los cambios se presentan en los bancos de materiales durante la etapa de construcción de las obras. Además, el hecho de que existan bancos en las cercanías del predio del proyecto hace más rápido el transporte y menor el precio de adquisición de los agregados pétreos

Actualmente se está llevando a cabo un estudio de bancos de préstamo en los sitios más cercanos a la obra, teniendo como avance los siguientes sitios:

- Grupo Constructor SCAFF, S.A. de C.V. ubicado en la calle Magdalena No. 18, Pueblo de San Lucas Xolox, Tecámac, Estado de México.
- Grupo Constructor DG, S.A. de C.V. ubicado en calle Dalia No. 6, Manzana 5, Lote 6, Nuevo Tizayuca, en el Estado de México.
- Constructora 28, S.A. de C.V. ubicado en avenida Centenario de la Educación No. 3, Tecámac, Estado de México.
- Sindicato Nacional de Trabajadores Emprendedores de la Industria del Transporte CTM Sección 32, Tecámac, Estado de México.

Aunado al estudio que se está realizando, existe la posibilidad de que se sigan explotando los bancos de materiales que se utilizaban durante la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (recientemente suspendido), siempre y cuando cumplan con la calidad que se requiere para este tipo de obras y los permisos vigentes.

En general en la MIA no se indica el requerimiento de bancos de materiales del Estado de Hidalgo, sin embargo, los bancos de materiales identificados en etapas previas del OETH más cercanas pueden tener una relación con el proyecto.

Impacto económico y en el empleo

Tabla 6. Impactos económicos en el proyecto ASL.

Factor	Impacto inmediato	Impacto en la operación
<p>Calidad de Vida</p>	<p>La medición de la calidad de vida se dificulta por su gran número de variables y atributos dentro de la población. La marginación es uno de los indicadores que puede medir la calidad de vida. La mayoría de los municipios del SAR y, por consiguiente, las localidades del AID y del All poseen niveles bajos a muy bajos de marginación, lo que indica que esas partes de la población cuentan con lo imprescindible para vivir. Sin embargo, cuando se estudia a esa misma población de acuerdo al nivel socioeconómico, da como resultado que la mayoría se ubica en el rango de clase media baja, y una menor proporción se ubica como clase media o pobre. Al contratar personal del SAR y del AID, el impacto será positivo hacia este sector de la población, por lo que será benéfico moderadamente significativo para los trabajadores. Es de suma importancia informar que el bienestar o aumento en la calidad de vida se da de forma indirecta.</p>	<p>La calidad de vida en el AID mejorará, por la actividad económica a desarrollarse, pues activará y aumentará las relaciones comerciales y por consiguiente la derrama económica, se tiene en cuenta que la vida útil mínima del proyecto es de 30 años, lo que generará un impacto benéfico significativo, es importante aclarar que en el proyecto se requerirá de personal especializado que posiblemente no vivía en el AID o All, se consideran trabajos a personal de labores de mantenimiento, vigilancia y atención al cliente de diferentes servicios. En la fase de operación del proyecto las poblaciones de: San Miguel Jaltocán, Los Reyes Acozac y Santa María Ajoloapan se verán afectadas por la modificación a su presente ambiente sonoro (ruido y vibraciones), por ello se impactará la calidad de vida a largo plazo, en una zona puntual del AID, que está dentro de una franja de 3 km de ancho desde el aeropuerto. En ciertos momentos se esperaría que el nivel de ruido aumente más de 65 dBA, llegando a estar entre 80-90 dBA, en las zonas más cercanas, ruido que es intermitente y que persistiría durante el día y parte de la noche, esta condición puede afectar la salud de las personas, desencadenando Estrés, problemas de sueño, falta de descanso, hipertensión, ansiedad, dolor de cabeza, etc., y con esto posibles conflictos personales al interactuar con la familia, en el trabajo o en general la comunidad. El ruido provocado por un avión en el despegue es de alrededor de 130-150 dBA, ruido que se disipa con la distancia, pero en el caso del cono de despegue se tiene que la población está en el límite noreste del predio y es esta la que sería mayormente afectada.</p>
<p>Salud Laboral</p>	<p>Dentro de las acciones en las etapas de preparación y construcción se tiene la posibilidad de afectar a los trabajadores con accidentes involuntarios u omisión de medidas de seguridad establecidas. En pro de brindar seguridad, se observará y cumplirá la normatividad vigente y se les dotará de los equipos de seguridad necesarios a los trabajadores.</p>	<p>Durante la operación del aeropuerto se espera contar con la contratación de personal que viva en el AID o All, esto será una gran oportunidad de empleo a largo plazo, situación que beneficiaría al bienestar de los trabajadores, ya que se les otorgará seguro social, mismo que les dará acceso a los empleados a un servicio adecuado de salud. Este impacto se</p>



Factor	Impacto inmediato	Impacto en la operación
<p>Empleo</p>	<p>Sin embargo, el cumplirlo no eliminará la posibilidad de accidentes, por lo que impacto es adverso poco significativo. Se cuenta con la certeza de que el trabajador será acreedor al seguro social, además el proyecto contará con instalaciones médicas de atención primaria, convirtiéndolo en un escenario favorable</p> <p>Dentro del aspecto económico, una de las causas de su desarrollo es el empleo. Se espera la contratación de localidades del SAR y externas al mismo. Dentro de las etapas de preparación y construcción la contratación será menor. Sin embargo, la oferta de empleo debe plantearse claramente a la población, como un trabajo temporal a mediano plazo y atractivo en términos de ingresos y de prestaciones laborales. Considerando que los empleos están relacionados con la PEA municipal de los ayuntamientos involucrados en el área de Influencia Directa hace que este sea considerado como un impacto benéfico significativo, ya que la derrama económica se expresará también en términos del incremento en los ingresos de la población empleada.</p>	<p>calificó como benéfico significativo, pues durante la operación del aeropuerto también habrá tareas que involucren riesgos para los trabajadores. La contratación implica contar con las cláusulas de riesgo, de seguridad social y atención médica que garanticen la integridad y promuevan la vigilancia de la salud del trabajador, aspectos que disminuyen el impacto de cualquier eventualidad que afecte al trabajador, cumplir con el plan de seguridad no exenta la posibilidad de ocurrencia de accidentes por lo que impacto se evaluó como adverso poco significativo.</p> <p>El desarrollo económico en las diferentes etapas del AISL, se presentará por varios factores, entre los más importantes se encentra el empleo, ya que se espera la contratación de trabajadores provenientes de las localidades del SAR y externas a éste. Con la ejecución del aeropuerto se detonará la contratación de personal especializado, así como, el surgimiento de actividades comerciales y de servicios, se espera contraten a pobladores del AID y del AI. La expectativa es que la derrama económica incremente los ingresos de la población empleada. Así, el impacto de la operación del aeropuerto, será significativamente benéfico para la población.</p>

Fuente: Manifestación de impacto ambiental modalidad regional, del proyecto "construcción de un aeropuerto mixto civil / militar con capacidad internacional en la base aérea militar no. 1 (Santa Lucía, estado de México), su interconexión con el aeropuerto internacional de la ciudad de México y reubicación de instalaciones militares". AI: Área de influencia inmediata, AID: Área de influencia directa, PEA: Población económicamente activa, SAR: Sistema ambiental regional, AISL: Aeropuerto Internacional de Santa Lucía, PDU: Programa de desarrollo urbano.

7 Elementos del pronóstico para el modelo de ordenamiento

El desarrollo de cada uno de los sectores productivos depende de la disponibilidad y la calidad de los recursos naturales. Si bien en la primera parte de este trabajo se realiza un dictamen de las condiciones de los recursos naturales, es necesario realizar la estimación de las tendencias que siguen dichos recursos.

Conocer las condiciones esperadas para el suelo, el agua, el aire, la vegetación y la fauna, nos permite tomar decisiones para gestionar el territorio donde estos recursos se encuentran. Establecer políticas adecuadas y las estrategias de desarrollo para cada una de las zonas del Estado de Hidalgo es la base para establecer los criterios adecuados de uso de suelo conforme a su aptitud, derivada de la heterogeneidad que existe en el territorio hidalguense.

1. Ocupación del territorio en el futuro (corto, mediano y largo).

- a. En el corto plazo (1 año)** el uso del suelo se ha modificado mínimamente, por lo que los cambios no son significativos y el cambio dentro de cada sector representan menos del 0.1% de la superficie estatal.
- b. En el mediano plazo (5 años)** el suelo urbano ha crecido 149,201.19 ha, el agrícola hasta en 748,916.97 ha, el de bosques ha llegado hasta 591,118.44 ha, las selvas 122,027.55 ha, cuerpos de agua 12,521.18 ha, los pastizales 152,319.82 ha, los matorrales 287,463.86 ha y las áreas sin vegetación 5,198.91 ha.
- c. En el largo plazo (más de 10 años)** el suelo urbano ha crecido 162,001.6 ha, el agrícola se reduce a 746,127.28 ha, el de bosques a 597,099.50 ha, las selvas disminuyen a 119,916.42, los cuerpos de agua se a 12,138.25 ha, los pastizales se contraen a 149,211.01 ha, los matorrales disminuyeron a 272,590.90 ha y las áreas sin vegetación se incrementan a 5,845.91 ha.

- 2. Impacto de los proyectos estratégicos.** El impacto más importante se dará a través del cambio del uso del suelo y el consumo hídrico (el cual se describe más adelante).



Los megaproyectos en el Estado de Hidalgo requieren de espacios donde desarrollarse lo cual, en muchos casos, como proyectos estratégicos e integradores, buscan el bien superior del desarrollo sustentable de las regiones del Estado. Su superficie alcanza las 2, 457 hectáreas para el establecimiento de estos proyectos. Además de las 3,767.62 ha del área destinada al establecimiento del Aeropuerto de Santa Lucía.

3. Imagen objetivo de la demanda de recursos.

- a. **Vegetación.** En el modelo KSIM del escenario estratégico este atributo posee un comportamiento lineal con pendiente leve y una tendencia al valor máximo posible del modelo. A pesar de que su rango no es muy amplio (0.83-0.981), es visible su incremento a través del tiempo. Esto es porque la recuperación de la vegetación, bosques, selvas y matorral, sucederá lentamente.

Algunas de las estrategias para llegar a este escenario han sido aplicar el enfoque de sustentabilidad en todos los sectores, el uso de biotecnologías, el apego a la normatividad ambiental y las pocas imprecisiones de la misma, a través de instrumentos que operen las políticas ambientales necesarias, en cada área.

Para cada una de las problemáticas relativa a la vegetación, tales como deforestación, pérdida de especies de plantas con alguna categoría de riesgo, detectadas en el diagnóstico, se establecerán estrategias que son específicas para cada unidad territorial, lo cual se plasmará en el modelo de ordenamiento propuesto.

- b. **Agua.** La tasa de cambio de este atributo, de acuerdo al modelo KSIM, a través del tiempo posee un comportamiento lineal positivo con una baja pendiente. Los efectos positivos en este sector se ven reflejados en el largo plazo, dado que la



recuperación de la recarga de los acuíferos sucede de forma lenta.

Las estrategias han sido el fortalecimiento de los órganos reguladores del agua, se ha dado mantenimiento a los pozos de agua. Se ha implantado un programa efectivo para poner en marcha la rehabilitación de las plantas de tratamiento, los actores definidos en el modelo conceptual se han capacitado en mantenimiento y reúso del agua tratada, se han identificado las fuentes de contaminación y se han remediado. Por otro lado, las políticas ambientales han protegido zonas de infiltración y recarga de los acuíferos, y en áreas de aprovechamiento se han implantado acciones de inyección somera.

Para cada una de las problemáticas relativa a la vegetación, tales como deforestación, pérdida de especies de plantas con alguna categoría de riesgo, (descritas en el apartado 2.2 y 3.2 del diagnóstico), el sobrepastoreo, se establecieron estrategias que son específicas para cada unidad territorial, lo cual se plasmará en el modelo de ordenamiento propuesto.

- c. Fauna.** En el escenario estratégico de acuerdo al modelo KSIM, hay un incremento relevante en esta variable en el tiempo. Esto se debe a que la recuperación de poblaciones y comunidades de fauna se da una vez que se crean los incentivos para ello. Tiene un comportamiento parabólico parecido al de áreas protegidas y alcanza una estabilidad cerca de su valor máximo en tiempos parecidos al del sector forestal. En un principio tiene una alta tasa de cambio, mientras que, a partir de la mitad de las iteraciones, se estabiliza.

Estrategias como el incremento de las áreas protegidas y con operación de sus programas de manejo, la actualización de dichos programas, así como la preservación de especies prioritarias que mantiene el pool génico de las poblaciones



animales y la protección de especies de fauna en riesgo que están incluidas en la NOM-059 de la SEMARNAT.

Para cada una de las problemáticas relativa a la pérdida de la fauna, tales como la extracción, la caza ilegal (descritas en el apartado 2.2 de este pronóstico), se establecieron estrategias que son específicas para cada unidad territorial, lo cual se plasmará en el modelo de ordenamiento propuesto.

- d. Suelo.** De acuerdo al modelo KSIM, este es el único atributo que ve un decremento a través del tiempo. Esto es porque la cantidad de suelo a nivel territorial y como recurso natural es limitado. Su rango de valores es el más pequeño de todos los factores (0.97-0.977), varía poco a través del tiempo. Esto es porque su degradación y ocupación del territorio va variando lentamente a lo largo del tiempo.

Para llegar a este escenario se han implementado estudios que apoyen la caracterización del suelo, lo cual permitiría aplicar políticas para restringir el uso o manejo de sustancias nocivas para salud y el medio ambiente. También se han aplicado acciones de rehabilitación del suelo degradado como parte de las estrategias de sustentabilidad. Además, se han integrado tecnologías emergentes para su remediación, y las políticas de planeación territorial.

Para cada una de las problemáticas relativa a la pérdida del suelo tales como la ampliación de la frontera agrícola, la remoción de la vegetación, la urbanización, los subproductos de la actividad industrial (descritas en el apartado 2.2.1 de este pronóstico), se establecieron estrategias que son específicas para cada unidad territorial, lo cual se plasmará en el modelo de ordenamiento propuesto.

Uno de los objetivos de este tipo de estudios es poder plantear un modelo de ordenamiento ecológico donde se establecen estrategias, lineamientos



y criterios ecológicos, basadas en la tendencia que se espera en el Estado y basado en un comportamiento de un sistema de factores que ahora sabemos cómo va a funcionar con base en el modelo K-SIM, y que está sujeto a cambios

A continuación, se realiza la acotación de aspectos que abonan a definir el escenario del Estado, principalmente en los aspectos de:

- **Cambio en los atributos ambientales y su posible impacto en la aptitud del territorio de cada sector.** En este trabajo se realizó la modelación de cambio de uso del suelo, que es uno de los atributos ambientales que se encuentra presente en varios de los sectores, cuya aptitud territorial fue estimada a través del método de análisis multicriterio en la etapa de diagnóstico. Dado que se espera un incremento en el uso del suelo urbano, agrícola y de suelo sin vegetación, así como un leve incremento de suelo forestal, entre otros.
 - Sector desarrollo Urbano. La superficie estatal que correspondía a áreas de uso urbano para 2010 era de 2.9% del total de la superficie estatal, en cambio, para el 2018 corresponde a 4.1%, mientras que, hablando de crecimiento absoluto de la superficie estatal, ésta aumentó en 41.37%. Con este nivel de crecimiento se espera que para 2043 supere el 11% del territorio estatal. Sin embargo, de acuerdo a los lineamientos definidos por ONU hábitat, se buscaría que, en lugar de una expansión de las ciudades, se logre una redensificación de las mismas. Dichos cambios se deben impactar mayormente en la Cuenca de México, Comarca Minera, Valle de Tulancingo, Valle del Mezquital, donde la aptitud alta y muy alta tienen mayor porcentaje (63.39%, 26.43%, 22.91% y 17.1%), respectivamente (ver tabla 91 del Diagnóstico).
 - Sector Agricultura. Los valores cambios esperados para el Estado son de 34% para 2010, 35.8% para 2018 y de 40.58% para 2043. Dichos cambios deben impactar mayormente en la Altiplanicie Pulquera, Valle del Mezquital, Valle de Tulancingo y Cuenca de México, donde la aptitud alta y muy alta tienen



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



mayor porcentaje (86.51, 81.22%, 79.18%, 78.64% y 17.1%), respectivamente (ver tabla 94 del diagnóstico).

- Sector Pecuario. Los valores cambios esperados en pastizales para el Estado son 7.5% para 2010, 8.3% para 2018 y de 11.36% para 2043. Dichos cambios deben impactar mayormente en las zonas de pastizal inducido de la Sierra de Tenango, Sierra Alta, Huasteca, Sierra Baja y Valle del Mezquital, donde la aptitud alta y muy alta tienen mayor porcentaje (25.86%, 14.57%, 13.76%, 12.36% y 6.49%), respectivamente (ver tabla 97 del diagnóstico).
- Sector forestal. Los valores cambios esperados para el Estado (en bosques y selvas) son de 34.7% para 2010, 33.97% para 2018 y 31.99% para 2043. La tendencia de este uso del suelo se debe revertir promoviéndose principalmente en las regiones que tienen más aptitud forestal: Huasteca, Sierra Alta, Sierra de Tenango, Sierra Gorda y Valle de Tulancingo, donde la aptitud alta y muy alta tienen mayor porcentaje (64.52%, 63.63%, 59.91%, 56.12%, 20.39%) respectivamente (ver tabla 103 del diagnóstico).
- Sector conservación. Los valores cambios esperados para el Estado son de 1'105, 934.36 ha para 2010, 994, 757.06 ha para 2018 (bosques, selvas, matorral) y de 814,178.89 ha para 2043. La tendencia de la reducción de áreas de bosques, selvas y matorral se debe revertir, para promoverse en las regiones que tienen más aptitud: Sierra Gorda, Sierra Alta, Huasteca, Sierra Baja y Sierra de Tenango, donde la aptitud alta y muy alta tienen mayor porcentaje (68.53%, 67.52%, 59.65%, 67.52% y 54.55%), respectivamente (tabla 106 del diagnóstico).
- Sector Industrial. En el año 2003 las actividades secundarias generaron una aportación al PIB, con \$65,078 MDP y se espera para el año 2043 una aportación al PIB de \$137,857, en tanto las



actividades terciarias aportaban al PIB de \$104,441 MDP, se espera para el año 2043 una aportación al PIB de \$389,301. Este sector se encuentra comprendido dentro del aumento de la superficie urbana, que para el 2018 corresponde a 4.1%, con cuyo nivel de crecimiento se espera que para 2043 supere el 11%.

Dichos cambios se deben impactar mayormente en la Cuenca de México, Valle del Mezquital, Comarca Minera y Altiplanicie Pulquera, donde la aptitud alta y muy alta tienen mayor porcentaje (20.07%, 16.04%, 13.68% y 12.48%).

- o Sector turismo. De 2012 a 2017, el número de establecimiento de hospedaje incrementó en un 32.06%, por alojamiento nacionales e internacionales de un 162.84%. El número de establecimientos para la elaboración de alimentos y bebidas incrementó 11.45% para el año 2017. El sector turismo se ubica en los usos del suelo urbano y el turismo de naturaleza se centra en bosques y selvas. El uso del suelo urbano se espera que para 2043 alcance casi el 11%; en tanto que las áreas naturales de bosque y selvas, que han cambiado de 33.97% para 2018 y 31.99% para 2043.

La modificación del atributo uso del suelo, cambiaría la aptitud territorial de acuerdo a la nueva configuración del uso del suelo. Esto sucedería principalmente en las áreas que más experimentan cambio de uso del suelo: las periferias urbanas, principalmente en las zonas metropolitanas de Pachuca, Tula, Tulancingo y Huejutla, la ampliación de fronteras agrícolas principalmente en las zonas de valles: El Mezquital, Barranca de Metztitlán y en la región de la Huasteca.

Otro componente o atributo ambiental que podría modificar la aptitud territorial sería la creación de nuevas vías de comunicación, principalmente aquellas de gran calado, como lo puede ser la carretera a Huejutla y otras vías de comunicación importantes. Aunque no existe un trazo oficial de la carretera en estos momentos,



la carretera tendrá que atravesar parte del bosque mesófilo de montaña que se encuentra entre las ciudades de Huejutla y Pachuca, a las que tiene como objetivo conectar, además de la Reserva de la Biosfera “Barranca de Mezquitlán”.

El establecimiento de esta carretera en este tipo de bosque significará fragmentación del ecosistema, limitando el espacio de especies, y modificando su distribución. El manifiesto de impacto ambiental (MIA) deberá definir las acciones de mitigación necesarias para absorber el impacto de la obra una vez que se conozca el trazo definitivo. También al no conocerse la longitud definitiva del trazo es difícil estimar el área que se volverá impermeable a la infiltración del agua, pero nuevamente el MIA deberá precisar las acciones de infraestructura para que la carretera cuente con elementos de resiliencia, entre los cuales se puede contemplar materiales que permitan infiltración, además de evitar la modificación de cauces y escurrimientos naturales.

La cercanía a cuerpos de agua es un atributo que también de acuerdo al modelo de cambio de uso del suelo prospectivo, puede tener impacto en la aptitud territorial. Principalmente en la agricultura y ganadería, ya que las represas y norias que han sido creadas para abastecer al ganado y a los cultivos de temporal se verían afectadas por la cercanía de abastecimiento del agua. También el sector acuacultura, ya que en muchos casos utilizan cuerpos de agua para abastecer su actividad, la desaparición, o la creación de más infraestructura de cuerpos de agua puede modificar la aptitud territorial de estos sectores.

- **Conocer si la aptitud por sector se modifica en el tiempo y dónde puede suceder esto, por ende, el cambio en las zonas de conflicto.** Debido a que el conflicto ambiental se presenta mayormente en zonas donde dos o más actividades sectoriales cuentan con altos valores de aptitud territorial. De acuerdo con la referido en el apartado 5.1 y 5.2 del diagnóstico, las zonas con nivel de conflicto mayor a 4 son Comarca minera (<18.14% de su área con conflicto



tiene nivel 4 o mayor), Sierra Gorda (<5.28%), Sierra Alta (<5.38%) y Valle del Mezquital (<4.57%). Sin embargo, la mayoría de los proyectos estratégicos definidos en la imagen objetivo mantiene a la Altiplanicie Pulquera, Valle del Mezquital y la Cuenca de México. Esto puede cambiar la dinámica de los conflictos, cuando los proyectos estratégicos tengan un impacto territorial, lo cual puede suceder a corto o mediano plazo.

Si en el futuro se modifica la aptitud territorial, por ende, se modificarían las zonas de conflicto. Las mayores probabilidades de cambio por atributos ambientales están en el cambio de uso del suelo, la cercanía a vías de comunicación, cuerpos de agua o tipo de que mayormente sucede en la franja sur del Estado de Hidalgo, en las regiones Cuenca de México, Altiplanicie Pulquera, Comarca Minera y Valle del Mezquital.

Estas consideraciones se deben tomar en cuenta para la generación de Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) donde estos cambios en el uso del suelo están sucediendo, para definir en ellas las políticas ambientales que ayuden a gestionar dichos cambios sin afectar en niveles altos sus recursos naturales.

- **Prospectiva del agua.** Actualmente tenemos en el Estado de Hidalgo cuatro acuíferos con nivel de sobreexplotación: el Acuífero Cuautitlán-Pachuca (-217.8 hm³), el Huichapan-Tecozautla (-10.57 hm³), Tepeji del Río (-2.75 hm³) y Valle de Tulancingo (-9.78 hm³). Esto suma un déficit de -240.9 hm³.

De acuerdo al análisis prospectivo, se observa que en la mayoría de los acuíferos se espera una demanda mayor de agua, principalmente para uso agrícola, doméstico e industrial. En el Estado de Hidalgo se ha logrado un récord de más de 60 mil MDP de inversión en el sector industrial, lo cual tendrá su respectiva demanda de recurso hídrico.

La demanda del sector industria incrementó el consumo de 163.53 hm³ a 249.77 hm³, el sector acuícola de 69.96 m³ a 106.85 hm³ y el



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



sector pecuario de 2.23 a 413.79 hm³. Todo esto de acuerdo a datos del REPDA hasta 2018. En tanto que el sector desarrollo urbano se calcula que incrementaría hasta 276.9 hm³.

En el análisis de proyectos estratégicos se vislumbra que esta demanda será alta, pues para 2043 aumentará en el Estado hasta en 54.47 hm³ en total sobre los acuíferos Cuautitlán- Pachuca, Valle de Tulancingo, Tepeji, Huichapan y Apan, si se siguen las tendencias que se tienen hasta hoy.

Por esta razón en las zonas de recarga de los acuíferos se requieren políticas ambientales adecuadas que permitan establecer criterios para restaurar las áreas e recarga y permitir que los acuíferos tengan un mayor nivel de recarga.

Otro tipo de estrategias hídricas incluyen: localización de fuentes de contaminación hídrica, uso de sustancias orgánicas para el control de plagas y la fertilización en aguas de uso agrícola, monitoreo del cumplimiento normativo ambiental con respecto al vertido de aguas, medición y monitoreo de niveles de contaminación e cuerpos de agua, remediación de agua en contacto con suelos contaminados, promover los tratamientos en los afluentes, implementación de ecotecnias para la captación y almacenamiento pluvial, entre otras.

- **Prospectiva del cambio climático y la vulnerabilidad que causa.** Casi todos los sectores productivos analizados en este trabajo tienen una producción de gases de efecto invernadero y otros forzadores radiactivos que causan el cambio climático. Además de ello al Estado de Hidalgo le corresponde un parte de los compromisos firmados en la Cumbre de París COP20 en el cual México país se compromete a disminuir en 30% las emisiones de gases de invernadero.

Los modelos climáticos de Hidalgo que se han estimado muestran que la afectación en precipitación y temperatura pueden tener cambios importantes, de acuerdo a lo señalado en la sección 2.3.2 de este pronóstico donde se señala se tiene en el Estado una diferencia en la



variación de la temperatura de 2025 a 2050, mostrando una variación del rango de la precipitación (de 2.9 a 7 mm), mayor en la región de la Huasteca y la Sierra Alta. En otras palabras, mientras que en la mayoría de los municipios la variación de la precipitación es de 2.8 mm, en la parte norte del Estado disminuye, pasando de muy alta a alta.

Lo anterior afectaría varias zonas en el Estado que desafortunadamente, por sus condiciones socioeconómicas se verían afectadas, donde muestra que las regiones de la Huasteca, Sierra de Tenango y Sierra Gorda tienen las mayores afectaciones por este tema, en específico los municipios Atlapexco, Huautla, Huazalingo, Juárez Hidalgo, La Misión, Metepec, Pacula, Pisaflores, San Felipe Orizatlán, Tlahuiltepa y Yahualica que más constantemente han recurrido a los esquemas de aseguramiento por catástrofes naturales del Estado por las afectaciones climáticas que han tenido. Por esta razón es necesario considerar el aspecto del cambio climático dentro de las unidades de gestión ambiental, en forma de un indicador que defina, ya sea el nivel de vulnerabilidad del municipio o bien el nivel de producción de gases de invernadero.

- **Cambios en la cubierta vegetal y elementos para reforzar la conservación.** El deterioro del Estado de las selvas en las Regiones de la Huasteca y Sierra de Tenango, de hasta el 0.2% del total estatal, es un ejemplo muy importante de la necesidad de aplicación de políticas ambientales de conservación y protección. De acuerdo al modelo KSIM, la conservación es uno de los sectores que más va a la baja en el escenario tendencial.

La definición de UGAS en el ordenamiento territorial que tengan la política ambiental de conservación es de especial atención en el ordenamiento territorial, pues permitirá que el mantenimiento del patrimonio natural sea la base no solo el soporte de las actividades productivas, sino un elemento para el bienestar de las comunidades.



- **¿Cómo se pone en práctica el modelo conceptual y cómo lo afectan los PPPyA?**

El modelo conceptual se pone en práctica a partir de las tendencias marcadas por cada uno de los sectores económicos y los otros componentes dentro del modelo KSIM. Las interacciones que se producen entre ellos causa que, bajo distintos supuestos, actúen en distintas formas a través del tiempo.

Los PPPyA son un componente capaz de modificar el escenario contextual a través de la incidencia directa en cada uno de los sectores y otros componentes, ya que, si las políticas públicas se dirigen a las necesidades territoriales, pueden optimizar el comportamiento del sector al cual va dirigido.

Para ello es necesario que dichos PPPyA sean consistentes con las necesidades territoriales que tienen los sectores. El índice de congruencia describe esto en tres dimensiones las dedicadas a las políticas ambientales.

Considerando los datos anteriores, con el valor del IConA se demuestra que 36.29% de los municipios son completamente congruentes con las estrategias empleadas por parte de los gobiernos para desarrollar los sectores incluyendo acciones de protección y conservación ambiental, consistentes con las variables del sistema socio ambiental propio del territorio.

El cuanto al IConR se observa que 10.71% de los municipios presenta completa congruencia. Este indicador permite definir la falta de PPPyA relativos a la agricultura, ganadería y piscicultura.

En el caso del IConU 4.76% de los municipios que tienen completa congruencia, este valor es bajo, considerando que dicho ámbito alberga la mayoría de los PPPyA implementados en el territorio.



Además, 17.86% de los municipios tiene poca congruencia debido a que hay **Suficientes PPPyA-Pocos sitios con aptitud**, lo que denota incentivos a la actividad de determinados sectores donde no hay aptitud para ellos.

- **Los principales recursos limitantes y en qué regiones representan un reto.**

La siguiente sección sintetiza el apartado 7.1 del diagnóstico y se describen los principales recursos limitantes de acuerdo a la demanda y la disponibilidad.

En la región de Altiplanicie Pulquera existen limitantes para el sector agricultura, que podría verse afectado debido al alto porcentaje que representa en cuanto al uso de agua disponible para la región (3.53 hm³). En el sector conservación la región posee extensas áreas con características propias para la conservación y protección, definidas por la CONAMP, en comparación con la cantidad de áreas efectivamente declaradas como de conservación o protegidas que tiene la región.

La Comarca Minera tiene poca superficie con alta aptitud para uso forestal, aun así, se le está dando este uso a través de reforestaciones. Mientras que hay alta aptitud para los sectores de agricultura, turismo y desarrollo urbano. También el recurso hídrico es una limitante ya que tiene una extracción de 747,9 hm³/año, de la cual el 62% es para el sector agrícola.

En la región Cuenca de México, existen limitantes para los sectores de agricultura y desarrollo urbano, principalmente por el agua consumida por estos sectores con respecto al recurso disponible (-217.8 hm³) en la región, la limitante hídrica tiene una extracción de 747,9 hm³/año, de la cual el 62% es para el sector agrícola ya que es parte del mismo acuífero Pachuca-Tizayuca.

La Huasteca, posee un déficit en cuanto a la demanda de leñas *per cápita*, con respecto al límite de extracción, dado que la población rural en estas zonas es mayoría y utiliza este recurso. La agricultura es



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



otro de los sectores afectados debido al alto consumo de agua con respecto a su recarga, lo cual deja a la región con una disponibilidad de 0 hm³ de acuerdo a CEEA, 2009 en el caso del acuífero Xochitlán-Huejutla, así como en el Atotonilco-Jaltocán, también con 0 hm³. El sector turismo no tiene factores limitantes.

En la región de Sierra Alta, de acuerdo al balance de agua extraída y restante, hay poca disponibilidad para la región (10.56 hm³). El sector forestal tiene mayor extensión de áreas con actividades forestales que las que resultaron con alta aptitud, probablemente por la ampliación de zonas con plantaciones comerciales.

La Sierra Baja, posee limitantes para la conservación porque hay más áreas prioritarias definidas por CONABIO y otras instituciones con características idóneas para la conservación y protección (2, 361.89 ha) que zonas protegidas (ya que solo le toca una fracción de la Reserva de la Biosfera, y áreas protegidas en los municipios de Atotonilco de Tula que llegan a 1, 128 ha). En el caso de turismo porque la producción de RSU del sector es mayor que la capacidad de gestión de RSU (29, 066.28 ton/año).

Sierra de Tenango tiene como recursos limitantes para el sector agricultura, el recurso agua, cuya disponibilidad es limitada y se encuentra de acuerdo a CONAGUA en el orden de los (49.34 hm³), dado el capítulo de crecimiento de población descrito en el apartado 2.4, la demanda en los próximos años superará la disponibilidad actual del agua en el acuífero Álamo-Tuxpan.

En la Sierra gorda existe una limitante de nivel medio en el sector minería, a pesar de tener alta aptitud para este, cumple también con las características idóneas para la conservación, debido a la importancia y abundancia de especies que se encuentran en la región natural.

En el Valle de Tulancingo hay limitantes para el sector agricultura ya que la demanda (100 hm³) se acerca a la disponibilidad (130 hm³), y en el sector forestal ya que la demanda de uso para el sector forestal es de 32,597.34 ha supera a la zona con alta aptitud para este uso, que es de solo 26,489 ha.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



En cuanto al Valle del Mezquital, se tiene posibles limitantes en la agricultura por la demanda del sector y su disponibilidad (1757 hm³/año), sin embargo, en esta región natural la suficiencia de agua y suelo no son lo más grave de los recursos limitantes, sino más bien su calidad. En el apartado 8.4 del diagnóstico se catalogan los principales contaminantes que impactan la calidad de suelo y agua en esta región natural.

Con estos elementos sobre los cambios esperados en el territorio hidalguense, podemos configurar y justificar la necesidad de cada una de las políticas ambientales, pues están basadas en el comportamiento de las actividades sectoriales que se desarrollan en cada unidad territorial (o unidad de gestión ambiental) que se definan.

Estos instrumentos de prospectiva son básicos para el modelo de ordenamiento que se desarrolla en la etapa siguiente.

8 Glosario

8.1 Glosario de Abreviaturas

- A:** Agricultura.
- Ac:** Acuícola.
- AHP:** Método de las jerarquías analíticas.
- AICA:** Áreas Importantes para la Conservación de las aves.
- ANP:** Áreas Naturales Protegidas.
- As:** Arsénico.
- BA:** Bosque de Oyamel.
- Baq:** Bosque de oyamel-encino.
- BC:** Bosque cultivado.
- Bc:** Bosque de cupressus.
- BI:** Bosque inducido.
- Bj:** Bosque de juníferos.
- BJ:** Bosque de táscate.
- BM/Bmm:** Bosque mesófilo de montaña.
- BP:** Bosque de pino.
- BPQ:** Bosque de pino-encino.
- BQ:** Bosque de encino.
- BQP:** Bosque de encino-pino.
- Btc:** Bosque tropical caducifolio.
- C:** Conservación de los recursos naturales y de la biodiversidad.
- Ca:** Calcio.
- CAPASAZIM:** Comisión de agua de Zimapán.
- CAPI:** Capacidad Instalada
- CAPT:** Capacidad de Tratamiento
- Cd:** Cadmio.
- CEAA:** Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado.
- CFE:** Comisión Federal de Electricidad.
- CH₄:** Metano.
- CNA:** Consejo Nacional Agropecuario.
- CO:** Monóxido de carbono.
- CO₂:** Dióxido de carbono.
- COESPO:** Consejo Estatal de Población.
- CONABIO:** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONACYT:** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal.
- CONAGUA:** Comisión Nacional del Agua.
- CONANP:** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- CONAPO:** Consejo Nacional de Población.
- COS:** Sulfuro de Carbonilo.
- COV:** Compuestos Orgánicos Volátiles.
- COVDM:** Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano.
- Cr:** Cromo.
- Cu:** Cobre.
- CAD:** Consumo de Agua Doméstico.
- CAC:** Consumo de Agua Comercial.
- CAI:** Consumo de Agua Industrial.
- CAT:** Consumo de Agua Total.
- DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



DOF: Diario Oficial de la Federación.
DQO: Demanda Química de Oxígeno.
DU: Desarrollo Urbano.
EMC: Evaluación multicriterio.
Et al.; procede de la expresión latina *et alii*, que significa 'y otros'.
F: Forestal.
FAO: Food and Agriculture Organization, o sea, Organización de Alimentos y Agricultura.
GCOS: Sistema de Observación Climática Global.
GEI: Gases Efecto Invernadero.
GOD: Groundwater occurrence, Overall and Deepth, o sea, Presencia de Agua Subterránea, general y profundidad.
H₂SO₄: Ácido sulfúrico.
HCFC: Hidroclorofluorocarbonos.
HFC: Hidrofluorocarbonos.
Hg: Mercurio.
HPAs: Hidrocarburos aromáticos policíclicos.
HTP: Hidrocarburos.
I: Industria.
ICo: Índice de congruencia.
INAFED: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.
INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
INHIFE: Instituto Hidalguense de la Infraestructura Física Educativa.
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, o sea, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.
IUCN: International Union for Conservation of Nature, o sea, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
LGEEPA: Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
LPAEH: Ley para la Protección al Ambiente en el Estado de Hidalgo.
M: Minería no metálica.
MC: Matorral crasicaule.
MDM: Matorral desértico micrófilo.
MDR: Matorral desértico rosetófilo.
MIPYMES: Micro, Pequeñas y Medianas Empresas.
MK: Bosque de Mezquite.
MM: Minería metálica.
Mn: Manganeso.
MSM: Matorral sarcocrasicaule de neblina.
Msm: Matorral submontano.
Mx: Matorral xerófilo
N₂O: Óxido de Nitrógeno.
NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada.
NH₃: Amoniaco.
Ni: Níquel.
NOx: Óxidos de nitrógeno.
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
OETH: Ordenamiento Ecológico Territorial.
P: Pecuario.
Pb: Plomo.
PEACC: Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático
PEACCH: Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo.
PM: Material Particulado.



PN: Pastizal Natural.
PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
Pz: Pastizal.
REANP: Registro Estatal de Áreas Naturales Protegidas.
REPDA: Registro Público de Derechos de Agua
RHP: Regiones hidrológicas prioritarias.
RLGEEPA: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección ambiental.
RS: Residuos Sólidos.
RSU: Residuos sólidos Urbanos.
RUSLE: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada.
SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SAP: Selva alta perennifolia.
SBC: Selva baja caducifolia.
SDT: Sólidos Disueltos Totales.
SEDATU: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDECO: Secretaría de Desarrollo Económico.
SEGOB: Secretaría de Gobernación.
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SEMARNATH: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Hidalgo.
SGM: Servicio Geológico Mexicano.
SIG: sistemas de información geográfica.
SIGEH: Sistema de Información Georreferenciada del Estado de Hidalgo.
SMO: Sierra Madre Occidental.
SMQ: Selva alta subperennifolia.
SO²: Dióxido de azufre.
SPC: Sitios Prioritarios para la Conservación.
T: Turismo.
TNC: The Nature Conservancy-Programa México.
UAEH: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
UMA: Unidad de Manejo ambiental.
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, es decir, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
USCUSS: Acrónimo utilizado para las emisiones de Uso de Suelo – Cambio en el uso del Suelo y Silvicultura.
USLE: "Universal Soil Loss Equation", es decir, Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.
UTM: Universal Transversal de Mercator.
VT: Tular.
Zn: Zinc.

8.2 Glosario de Tecnicismos

Acrisol: Deriva del vocablo latino *acris* que significa agudo o muy ácido, haciendo alusión a su carácter ácido y su baja saturación en bases, son suelos que se desarrollan principalmente sobre productos de alteración de rocas ácidas, con elevados niveles de arcillas muy alteradas.

Actividad Turística: Ofrece al turista la posibilidad de ocupar su tiempo ocio y/o vacacional, forman parte de la oferta turística y comprende toda una serie de productos, servicios y actividades en los que el propio turista es agente activo y pasivo de la propia actividad turística a desarrollar.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Acuífero: Masa de rocas permeables que permite la circulación y la acumulación del agua subterránea en sus poros o grietas.

Adaptación: Proceso por el cual un Organismo, población, ecosistema o comunidad se desarrollan ajustándose a ciertos cambios en el medio ambiente.

Agricultura: Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.

Aguas residuales: Son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas, domésticas, urbanas y los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales).

Ambiente: Conjunto de elementos físicos, sociales, económicos, etc., que rodean a los seres vivos, es decir, no solamente es todo lo que nos rodea, sino que también se debe tomar en cuenta todas las interrelaciones entre los diferentes factores que lo conforma.

Análisis: Examen detallado de una cosa para conocer sus características o cualidades con el fin de extraer conclusiones.

Andosol: Palabra compuesta de los vocablos japoneses *an do* que significa "suelo oscuro" y de la raíz latina *sol* que significa "suelo", agrupa suelos de origen volcánico de color oscuro y muy poroso, se desarrollan a partir de cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos.

Anfibios: Son animales vertebrados que se caracterizan por tener su piel desnuda, sin escamas y tienen metamorfosis.

Antrópico: Todo aquello que tiene que ver con los seres humanos y su posición en cuanto a lo natural, ya que engloba a todas las modificaciones que sufre la naturaleza por causa de la acción humana.

Anuarios Estadísticos: Publicación emitida por medio de análisis estadísticos referentes a un tema en particular para valorar o emitir algún diagnóstico.

Anuarios Geográficos: Texto de información referente a características propias de una región, relieve, condiciones territoriales, tipo de suelo y características de la litosfera.

Aprovechamiento turístico: Acción estratégica en la cual se aprovechan los recursos naturales para uso turístico de forma sustentable.

Aptitud: Capacidad de algo para realizar adecuadamente cierta actividad, función o servicio.

Áreas protegidas: Espacios destinados para proteger cierto tipo de diversidad biológica, en esta se alojan especies endémicas o en peligro de extinción que están en normas de protección.

Áreas sin riesgo: Espacios en los cuales existe un cierto tipo de vegetación o diversidad faunística la cual no tiene problemas para ser utilizado de forma sustentable ya que el impacto dado no es significativo.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Atmósfera: Manto gaseoso que se encuentra rodeando un planeta u otro tipo de objeto astronómico, es decir, la capa de gases que está alrededor de la Tierra.

Atributo: Propiedades, características o cualidades de algo.

Biodiversidad: Diversidad de especies vegetales y animales que viven en un espacio determinado.

Biomasa: Cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema.

Biosfera: Del griego *bios* que significa vida, y *sphaira*=esfera, es la capa del planeta Tierra en donde se desarrolla la vida.

Biotecnología: Se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

Bosque mesófilo de Montaña: Son un grupo de comunidades distribuidas en las montañas, las cuales poseen estructura, afinidad florística y composición de especies diversas, se caracteriza principalmente por la presencia frecuente o persistente de nubes a nivel de la vegetación.

Calcisol: Deriva del vocablo latino *calx* que significa cal, haciendo alusión a la sustancial acumulación de carbonatos secundarios, son suelos asociados con un clima árido o semiárido

Calentamiento global: Aumento en el tiempo de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos.

Cambio climático: Alude a una variación del clima del planeta Tierra generada por la acción del ser humano. Es producido por el proceso conocido como efecto invernadero, que provoca el llamado calentamiento global.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Cambisol: Son suelos que se caracterizan por formación de minerales de arcilla y óxidos de hierro o por remoción de carbonatos o yeso.

Cartografía: Se encarga de reunir, realizar y analizar medidas y datos de regiones de la tierra, para representarlas gráficamente con diferentes dimensiones lineales.

Certificación TIF: es un reconocimiento que otorga SAGARPA a las empresas dedicadas al sacrificio y procesamiento de carne y productos cárnicos que dan cumplimiento a normas y requerimientos del gobierno mexicano.

Chernozem: Es un tipo de suelo negro rico en humus, potasio, fósforo y microelementos.

Ciclo hidrológico: Conjunto de transferencias de agua entre la atmósfera, tierra y mar en sus tres estados: Sólido, líquido y gaseoso en el que el motor de este movimiento es el Sol.

CIPAMEX: Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Cobertura vegetal: Capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales, agrícolas,

Combustible: Cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor, supone la liberación de una energía de su forma potencial dejando como residuo calor (energía térmica), dióxido de carbono y algún otro compuesto químico.

Conflicto ambiental: Se refiere a problemas originados debido a que grupos de individuos contaminan el ambiente, provocando de esta manera un impacto en la vida de los demás, lo cual afecta tanto al equilibrio ambiental como a la calidad de vida de dichas personas.

Coníferas: Árboles o pequeños arbustos cuyas estructuras reproductivas son llamadas conos (por la forma que tienen) y que son también conocidas como piñas, pertenecen a la división Pinophyta y a la clase Pinopsida.

Conservación: Es el cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Contaminación del agua: Se dice que el agua está contaminada cuando los agentes contaminantes repercuten negativamente en su calidad para el consumo humano, para usos posteriores o para el bienestar de los ecosistemas

Contaminante: Materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido que, al incorporarse y actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento del ambiente alteran o modifican su composición o afectan la salud.

Coordenadas UTM: Sistema basado en la proyección cartográfica de Mercator, sus unidades son los metros a nivel del mar, que es la base del sistema de referencia.

Cosmovisión: Manera de ver e interpretar el mundo.

Crecimiento poblacional: Es el cambio en la población en un cierto plazo, y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población por unidad de tiempo para su medición.

Cubierta vegetal: Cobertura de flora salvaje o cultivada que crece sobre una superficie de suelo.

Cuenca: Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río, en un lago o en el mar.

Cuerpos de agua: Extensiones de agua que se encuentran por la superficie terrestre o en el subsuelo.

Datum: Sirve para hacer que un Sistema de Coordenadas Geográficas represente fielmente la superficie de la Tierra y salve las irregularidades de esta, ya que esta no es esférica; las



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



coordenadas geográficas no suelen ser universales, sino que son relativas al Datum de referencia elegido.

Deforestación: Extinción de las plantas forestales de un terreno.

Degradación: Reducción de algo o cambios en la estabilidad de un sistema, de tal forma que existe una disminución en la productividad.

Densidad poblacional: Número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación con una unidad de superficie dada.

Desarrollo sustentable: Es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Desarrollo Urbano: Proceso de transformación, mediante la consolidación de una adecuada ordenación territorial en sus aspectos físicos, económicos y sociales, y un cambio estructural de los asentamientos humanos en los centros de población (urbana o rural), encaminadas a la protección y conservación del medio ambiente, de incentivos para que las empresas inviertan en tecnología encaminado a un desarrollo sustentable, a la promoción de servicios de las ciudades en condiciones de funcionalidad, y al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Desertificación: Es un proceso de degradación en zonas áridas semiáridas y subhúmedas que es producido por alteraciones climáticas o por actividades realizadas por el hombre, las causas de la degradación de la tierra es el sobre pastoreo, tala indiscriminada, compactación del suelo, incendios forestales, uso indiscriminado de los recursos hídricos, explotación de petróleo o minas en el caso de actividades generadas por el hombre.

Desertificación: Proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil y productivo pierde total o parcialmente el potencial de producción.

Deterioro: Empeoramiento del Estado, calidad, valor, etc., de una cosa.

Durisol: Deriva del vocablo latino *durus* que significa duro, haciendo alusión al endurecimiento provocado por la acumulación secundaria de sílice.

Ecosistema: Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven.

Ecoturismo: Turismo que se realiza en zonas rurales o en parajes naturales.

Edafología: Estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

Efluente: Corresponde a un curso de agua, que se desprende de un lago o río como una derivación menor, ya sea natural o artificial.

Emisiones: Son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Energía: Recurso natural para poder extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Erosión: Desgaste y modelación de la corteza terrestre causados por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

Escala gráfica: Se representa mediante una línea recta graduada dividida en partes iguales, en la cual la unidad de medida representa la longitud o distancia en la realidad, y muestra cuantas unidades en la realidad equivalen a unidades del dibujo.

Escala: Es la relación que existe entre las dimensiones reales y las del dibujo que representa la realidad sobre un plano o un mapa. Es la relación de proporción que existe entre las medidas de un mapa con las originales.

Escorrentía: Lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

Espacios geográficos: Es un concepto que se utiliza por la ciencia geográfica para definir al espacio físico organizado por la sociedad o bien a la organización de la sociedad vista desde una óptica espacial.

Especie endémica: Es aquella que solo se distribuye en una zona y que no se puede encontrar en otro.

Evapotranspiración: Cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.

Fauna: Conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico.

Fertilizante: Sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc.

Fijación de carbono: Conversión de carbono inorgánico (en forma de dióxido de carbono) en compuestos orgánicos, a través de organismos vivos.

Fitosanitario: Adjetivo que se vincula con prevenir y tratar las diversas enfermedades que pueden padecer las plantas.

Flora: Conjunto de especies vegetales que nacen de forma natural o cultivada por las personas que pueblan una región determinada.

Fluvisol: Suelos formados a partir de sedimentos aluviales recientes.

Forestal: Actividad que se ocupa de estudiar, fomentar y gestionar la práctica de las plantaciones, especialmente de los bosques.

Freático: Que está acumulado en el subsuelo sobre una capa impermeable y puede aprovecharse mediante pozos.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Gases de efecto invernadero: Gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo.

Georreferenciación: Es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y Datum específicos.

Hábitat: Lugar donde vive una comunidad.

Herbicida: Producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas, algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

Heterogéneo: Componente de la naturaleza en la cual están implicados diferentes componentes haciéndolo variado tanto en flora y fauna.

Hidrocarburos: Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno en combinaciones muy variadas, se encuentran especialmente en los combustibles fósiles, algunos de estos compuestos son contaminantes peligrosos del aire por ser carcinógenos.

Hidrología: Estudio de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en el suelo y en la atmósfera.

Industria: Actividad que tiene como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados utilizando una fuente de energía. Además de materiales, para su desarrollo la industria necesita maquinaria y recursos humanos organizados habitualmente en empresas por su especialización laboral.

Infiltración: Acción de introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

Interacciones: Acción recíproca entre dos o más objetos, sustancias, personas o agentes.

Jerarquía: Orden de elementos de acuerdo con su valor y se trata de la gradación de personas, animales u objetos según criterios de clase, tipología, categoría u otro tópico que permita desarrollar un sistema de clasificación.

Kastanozem: Deriva del vocablo latino *castanea* que significa castaño y del ruso *zemlja* que significa tierra, haciendo alusión al color pardo oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica.

Latifoliadas: Especies de hoja ancha.

Leptosol: Suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo.

Litología: Parte de la geología que estudia las rocas.

Lixiviado: Líquido resultante de un proceso de paso lento de un fluido a través de un sólido.

Luvisol: Se desarrollan dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas. El término deriva del vocablo latino *luere* que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.

Mamífero: Son una clase de vertebrados de sangre caliente que poseen glándulas mamarias productoras de leche con las que alimentan a las crías.

Manantial: Fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas, puede ser permanente o temporal y se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud.

Mancha urbana: Fenómeno de propagación de una ciudad y sus barrios hacia la tierra rural en la periferia de una zona urbana.

Mastozoología: Parte de la zoología que estudia los mamíferos.

Matorral xerófilo: Es un ecosistema conformado por matorrales en zonas de escasas precipitaciones, por lo que predomina la vegetación xerófila (vegetación adaptada para la vida en un medio seco).

Matorral: Campo caracterizado por una vegetación dominada por arbustos y matas, que a menudo incluye céspedes, plantas de porte herbáceo.

Matriz: Molde que se emplea para darle forma a algo. En este marco, la matriz es un soporte o un modelo.

Metales pesados: Miembros de un grupo de elementos químicos que exhibe propiedades metálicas, principalmente metales de transición, algunos semimetales, lantánidos, y actínidos. Muchas definiciones diferentes han propuesto basarse en la densidad, otras en el número o peso atómicos, y algunas en sus propiedades químicas o de toxicidad.

Metalúrgicas: Es la técnica de la obtención y tratamiento de los metales a partir de minerales metálicos.

Mitigar: Atenuar o suavizar una cosa negativa.

Nivel /manto freático: Nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general.

NOM-001-ECOL-1996: NORMA Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-003-STPS-1999: NORMA Oficial Mexicana, que establece Actividades agrícolas: el uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes- Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-027-SSA1-1993: NORMA Oficial Mexicana, que establece los bienes y servicios, productos de la pesca, pescados frescos-refrigerados y congelados y especificaciones sanitarias.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



NOM-059-SEMARNAT-2010: NORMA Oficial Mexicana, que establece Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

NOM-083-Semarnat-2003: NORMA Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

NOM-143-SEMARNAT-2003: NORMA Oficial Mexicana, que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.

NOM-147-SEMARNAT/SSAI-2004: NORMA Oficial Mexicana, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

NOM-EM-138-ECOL-2002: NORMA Oficial Mexicana, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración.

Pastizales: Son aquellos ecosistemas donde predomina la vegetación herbácea. Estos ecosistemas pueden ser de origen natural constituyendo extensos biomas, o ser producto de la intervención humana con fines de la crianza de ganado o recreación

Pendiente: Declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente.

PEPGIR: Programas de Entidades Federativas para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Permeabilidad: Capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Perturbación del ambiente: Modificación a la estructura o funcionalidad de las poblaciones o comunidades de un ecosistema son cambios perceptibles, que se pueden o no predecir.

Perturbación: Alteración o trastorno que se produce en el orden o en las características permanentes que conforman una cosa o en el desarrollo normal de un proceso.

Pesticida/Plaguicida: Sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales.

Phaeozem: Grupo de Suelos caracterizado por poseer una marcada acumulación de materia orgánica dentro del suelo mineral y por estar saturados en bases en su primer metro.

Piezometría: Estudio del espesor de un manto freático.

Planosol: Deriva del vocablo latino *planus* que significa llano, haciendo alusión a su presencia en zonas llanas, estacionalmente inundadas. Se caracterizan por un horizonte eluvial degradado que sobreyace abruptamente sobre un denso subsuelo.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



PLATAH: Es una zona industrial, logística, comercial, y de servicios que permite vincular al mercado más grande de México con mercados a nivel nacional e internacional, ubicado en la intersección del arco Norte con la carretera-México-Pachuca.

PMPGIR: Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

PNPGIR: Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Política Ambiental: Se refiere a las acciones que el gobierno toma como resultado de la interacción de los intereses políticos económicos y sociales, para conservar las bases naturales de la vida humana y conseguir un desarrollo sostenible.

Porosidad: Medida de espacios vacíos en un material, y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total.

Precipitación: Se refiere a cualquier fenómeno hidrológico que tiene lugar en la atmósfera y que cae de ella para llegar a la superficie terrestre; se genera en las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación, en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar una masa en que se precipitan por la fuerza de gravedad.

PROAGRO: Programa de Fomento a la Agricultura.

PROAGUA: Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento.

PROCAPTAR: Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecias en Zonas Rurales.

Programa: Proyecto o planificación ordenada de las distintas partes o actividades que componen algo que se va a realizar.

PROSAN: Programa de Tratamiento de Aguas Residuales.

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Proyección cartográfica: Es un sistema de representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla.

RAMSAR: Es el tratado intergubernamental que ofrece el marco para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La Convención se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar (de ahí su nombre) en 1971 y entró en vigor en 1975.

Recurso limitante: Son factores ambientales o ecológicos que actúan directamente sobre los seres vivos de una población, limitando su tamaño, ya que estos factores determinan su natalidad, mortalidad, migraciones, etc., regulan el crecimiento y la expansión de una especie.

Recursos naturales: Son bienes o servicios que nos proporciona la naturaleza, los cuales regularmente son utilizados para satisfacer las necesidades vitales de la especie humana



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



debido a que ayudan al bienestar y desarrollo permitiendo el crecimiento de los sectores económicos.

Redes tróficas: Es la interconexión natural de las cadena alimenticias y generalmente es una representación gráfica de quién se come a quién en una comunidad ecológica.

Reflectancia: Capacidad de un cuerpo de reflejar la luz.

Región: Hace referencia a una porción de territorio determinada por ciertas características comunes o circunstancias especiales.

Regosol: Suelos desarrollados sobre materiales no excesivamente consolidados y que presentan una escasa evolución, fruto generalmente de su reciente formación sobre aportes recientes no aluviales o localizarse en zonas con fuertes procesos erosivos que provocan un continuo rejuvenecimiento de los suelos.

Relación simbiótica: Es la interacción conjunta que tienen dos organismos diferentes, un proceso de asociación íntima, producto de una historia evolutiva entrelazada.

Relieve: Parte que sobresale en una superficie plana.

Relleno Sanitario: Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los RSU y de manejo especial, con el fin de controlar a través de la compactación e infraestructura adicional, los impactos ambientales.

Réptiles: Es un animal vertebrado que carece de patas o que las tiene muy cortas, por lo que, al caminar, roza el suelo con su vientre. Se trata de animales que pueden ser ovíparos u ovovivíparos y que presentan una temperatura variable.

Reserva: Es la guarda o custodia que se hace de algo, se cuida o se preserva con la intención de que pueda ser utilizado en el futuro o en caso de alguna contingencia.

Resiliencia: Capacidad de las comunidades y ecosistemas de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha cesado.

Restauración: Conjunto de actividades encaminadas a recuperar parcial o totalmente su dinámica ecológica.

Río: Corriente natural de agua que fluye permanentemente y va a desembocar en otra, en un lago o en el mar.

Roca sedimentaria: Se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidas a procesos físicos y químicos que dan lugar a materiales consolidados.

Saneamiento: Conjunto de obras, técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de un edificio, una población, etc.

Senescencia: Cambios relacionales entre los elementos del sistema por el paso del tiempo en relación con los sistemas materiales que presentan una cierta estructura u organización.



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



Servicios ambientales/Servicios naturales: Utilidades que la naturaleza proporciona a la humanidad que son beneficios que la población obtiene de manera directa o indirecta.

Sincrotrón: Proyecto de infraestructura de gran ciencia basada en el análisis de la materia a través de la producción de radiación, esto impulsará principalmente a la ciencia biotecnológica.

Sistemas agrosilvopastoriles: Es la combinación de árboles con pasturas y animales dentro de una parcela.

Topografía: Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno.

Umbrisol: Deriva del vocablo latino *umbra* que significa sombra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial y se desarrollan principalmente sobre materiales de alteración de rocas silíceas, predominantemente en depósitos del Pleistoceno y Holoceno.

Unidades de paisaje: Corresponden a la delimitación de una porción del territorio con una coherencia visual y estructura definida.

Urbanización: Conjunto de viviendas situadas generalmente en un antiguo medio rural junto a otras poblaciones.

Vertedero: Lugar donde se vierte basuras, residuos o escombros, generalmente situado a las afueras de una población.

Vertisol: Suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias.

Vulnerabilidad: Riesgo que una persona, sistema u objeto puede sufrir frente a peligros inminentes.

Zonas áridas: Son zonas en las que la precipitación anual es inferior a 300 ml.

Zonas prioritarias: Son aquellas que corresponden a los intereses nacionales y a las necesidades de la población, (educación, salud, vivienda, ecología, alimentación, empleo, procuración de justicia y seguridad nacional).



9 Referencias

- Aymerich, J. P. (2015). La capacidad de carga: conceptos y usos. Recursos Naturales y Ambiente/no. 63, 47-53.
- Balek, J. (1988). Groundwater recharge concepts. In Estimation of natural groundwater recharge (pp. 3-9). Springer, Dordrecht.
- Bunge, V. (2019). La capacidad de carga en la planeación territorial: una propuesta para su análisis. Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología, México. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/descargas/ord_ecol/2010_doc_trabajo_capacidad_carga.pdf.
- CEAA. (2018). Periódico Oficial del Estado de Hidalgo. Programa institucional de desarrollo de la comisión estatal del agua y alcantarillado 2017-2022. Disponible en: <http://ceaa.hidalgo.gob.mx/doc-ceaa/2018/pid/PID.pdf> [Fecha de consulta: 18 de Abril del 2019]
- Ciudadanía Express. (2017). Disminuye la población infantil en México: INEGI. Disponible en: <https://www.ciudadania-express.com/2017/04/28/diminuye-la-poblacion-infantil-en-mexico-inegi/>. [Fecha de consulta: 07 de enero del 2018].
- Clark, S. W., & Yochim, J. M. (1971). Lactic dehydrogenase in the rat uterus during progestation, its relation to intrauterine oxygen tension and the regulation of glycolysis. *Biology of reproduction*, 5(2), 152-160.
- CONABIO. (2015). Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/spt1mgw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&indent=no [Fecha de consulta: el 10 de Diciembre del 2018].
- CONAGUA. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. 1-367.
- CONAGUA. (2010). Tabla Maestra de Acuíferos, cierre al 31 de diciembre de 2009. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. México.
- CONAGUA. (2015). Disponibilidad por acuíferos. Febrero 15, 2019, de Gobierno de México. Sitio web: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/12122> [Fecha de consulta: 10 de Diciembre del 2018].
- CONAGUA. (2017). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA)/ Volúmenes Inscritos. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=mapa&o=1&n=nacional#&ui-state=dialog> [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2019].
- CONAGUA. (2018). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA): Usos del agua; Capítulo 3. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua> [Fecha de consulta: 11 de marzo del 2019].



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



- CONAPO. (2012). Proyecciones de la población de México 2010-2050. Prospectiva demográfica. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63977/Documento_Metodologico_Proyecciones_Mexico_2010_2050.pdf. [Fecha de consulta: 08 de enero del 2018].
- Cuevas, M. L., Garrido, A., Pérez, J. L., & Irujo, D. (2010). Las cuencas hidrográficas de México. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. pp. 96-103.
- Custodio, E., Llamas, M. R., & Samper, J. (1997). La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica. Asociación Internacional de Hidrogeólogos.
- Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales Cuenta ambiental y económica del bosque: Flujos de productos del bosque, en unidades físicas y monetarias.
- FAO. (2011). Dubois, Olivier. The state of the world's land and water resources for food and agriculture: managing systems at risk. Earthscan.
- Herrera, A. V. (2014). Estimación de la capacidad de carga animal en agostaderos usando un índice de vegetación de pendientes normalizadas. *agrocencia*, 599-612.
- Huerta, J. (2014). Hidalgo, uno de los 25 Estados que dan electricidad al país. Disponible en: <http://www.unionhidalgo.mx/articulo/2014/12/01/gobierno/hidalgo-uno-de-los-25-Estados-que-dan-electricidad-al-pais>. [Fecha de consulta: el 21 de febrero de 2019].
- INECC. (2007). Capítulo séptimo. El suelo. Obtenido de publicaciones de SEMARNAT. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/109/cap7.html> [Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2018].
- INEGI (2017). Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095093.pdf [Fecha de consulta: 02 de diciembre del 2018].
- INEGI. (2010). Anuario de estadísticas por entidad federativa 2010. México. Disponible en: http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/anuario_estadisticas_2010.pdf [Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2018].
- INEGI. (2013). Anuario de estadísticas por entidad federativa 2010. México Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_multi/2013/hgo/Ref_grals_13.pdf [Fecha de consulta: 09 de diciembre del 2018].
- INEGI. (2014). Anuario de estadísticas por entidad federativa. México Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/anuario_14/702825066192.pdf [Fecha de consulta: 14 de enero del 2019]
- INEGI. (2015). Anuario de estadísticas por entidad federativa. México Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825077143.pdf [Fecha de consulta: 25 de febrero del 2019]



- INEGI. (2016). Anuario de estadísticas por entidad federativa. México Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825083748.pdf [fecha de consulta: 05 de diciembre del 2018]
- Kane, J. (1972). A Primer for a New Cross Impact Language- KSIM. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 4, No. 2, 129-142.
- Lahera, V. (2010). Infraestructura sustentable: las plantas de tratamiento de aguas residuales. Quivera 2010-2. 58-69.
- Lamela, A., Moliní, F., & Salgado, M. (2011). En búsqueda de unas recomendaciones urbanísticas mundiales de densidad y espacios verdes. Nimbus, nº 27-28, ISSN 1139-7136, 2011, 95-118.
- Lerner, D. N. (1990). Groundwater recharge: a guide to understanding and estimating natural recharge (Vol. 8, pp. 99-228). Hannover: Heise.
- Lomas, P. L., Martín, B., Louit, C., Montoya, D., Montes, C., & Álvarez, S. (2005). Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. Fundación Interuniversitaria Fernanda González Bernáldez. España.
- López, F. M. (2018). El uso racional del agua. Pp.1-10
- Masera, O., Guerrero, G., Ghilardi, A., Velázquez, A., Mas, J., Ordonez, M.d.J., Drigo, R., Trossero, M., 2004. Fuelwood hot spots in Mexico: a case study using WISDOM- Woodfuel Integrated Supply-Demand Overview Mapping.
- McGregor, G.R. & S. Nieuwolt. (1998). Tropical climatology: an introduction to the Climate of the Low Latitudes. 2th edition. John Wiley and Sons, Inglaterra. 352 pp.
- Monterroso-Rivas, A. I., Gómez-Díaz, J. D., & Tinoco-Rueda, J. Á. (2009). Servicios ambientales hidrológicos bajo escenarios de cambio climático en el Parque Nacional " El Chico", Hidalgo. Madera y bosques, 15(2), 5-26.
- Naturalista. (2018). disponible en: <http://www.naturalista.mx> Descarga de registros 25 de enero de 2019[Fecha de consulta:15 de febrero del 2019].
- Navalón-Burgos, B. (2008). Agua para la energía. Expo Zaragoza 2008. Disponible en: https://zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/S2-P1-Baldomero_NavalonACC.pdf. [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2019].
- NOM, N. O. M. 083-SEMARNAT-2003. ". Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, 20.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- OMS. (2018). Organización Mundial de la Salud. Reporte de datos y cifras de Agua", Asamblea general de las Naciones Unidad, Disponible en:



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



- <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> [Fecha de consulta: 12 de noviembre del 2018].
- ONU. Hábitat. (2014). Planteamiento para autoridades locales. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat). 1 edición. Ediciones Screen, Bogotá, Colombia.
- Otazo-Sánchez, E. M., Pavón, N. P., Bravo-Cadena, J., Pulido, M., López-Pérez, S., Razo-Zárate, R., & Rodríguez-Laguna, R. (2013). Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Paillard, D., Dubois, V., Thiebaut, R., Nathier, F., Hoogland, E., Caumette, P., & Quentin, C. (2005). Occurrence of *Listeria* spp. in effluents of French urban wastewater treatment plants. *Appl. Environ. Microbiol.*
- Paillard, T., Montoya, R., & Dupui, P. (2005). Influence of postural regulation in male judokas' direction of falls. *Perceptual and motor skills*, 101 (3), 885-890.
- PEACC. (2013). Programa Estatal de Acción ante el Cambio climático del Estado de México. Disponible en: http://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/PEACC/PEACC_EDOMEX.pdf [Fecha de consulta: 20 de diciembre del 2018].
- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312.
- Pérez-Díaz, J. (2010). Proyecciones de Población. Instituto de Economía, Geografía y Demografía. Disponible en: <https://apuntesdedemografia.com/curso-de-demografia/temario/tema-8-proyecciones-de-poblacion/>. [Fecha de consulta: 08 de enero del 2018].
- Piovano, J. G., & Mesa, A. (2017). Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área metropolitana de Mendoza, Argentina. *Revista de Urbanismo*, (36).
- Rosas, S., Mosquera, A., Satizabal, M., Delgado, Y., & Narvaez, D. (2015). Diseño de escenarios. Popayán, Cauca: Universidad del Cauca.
- Salgado-Terrones, O., Borda-Niño, M., & Ceccon, E. (2017). Uso y disponibilidad de leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero y sus implicaciones en la unidad ambiental. *Madera y bosques*, 23(3), 121-135.
- Samper, J. (1997). Métodos de evaluación de la recarga por la lluvia por balance de agua: utilización, calibración y errores. In *La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica* (pp. 41-82). Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Secretaría de Energía (SENER). (2017). Balance Nacional de Energía.
- SEMARNAT. (2014). Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Valle Pachuca-Tizayuca.
- SGM. (2011). Servicio Geológico Mexicano. "Panorama Minero del Estado de Hidalgo".



Actualización del Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo: Etapa de Pronóstico



- SGM. (2016). Servicio Geológico Mexicano. "Panorama Minero del Estado de Hidalgo".
- Shabbir, A. (2010). "The long-run Fisher effect in developing economies" *Studies in Economics and Finance*, Vol. 27.
- Simmers, I. (1990). Aridity, groundwater recharge and water resources management. Lener, Issar and Simmers (Eds). *Groundwater Recharge: A Guide to Understanding and estimating natural recharge*, 8, 1-20.
- SINA. (2017). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) / Volúmenes Inscritos: Volúmenes concesionados para usos consuntivos. CONAGUA. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua&ver=grafica&o=0&n=estatal>. [Fecha de consulta: 21 de enero de 2019].
- Terrazas, R. (2006). La linealización de curvas para la proyección de la demanda. *Perspectivas*. 9 (18), 73-100.
- Vaillant, N., Monnet, F., Sallanon, H., Coudret, A., & Hitmi, A. (2004). Use of commercial plant species in a hydroponic system to treat domestic wastewaters. *Journal of Environmental Quality*, 33(2), 695-702.
- Vicepresidencia de Estudios Ambientales y Sociales. (2018). *Ruta del Cacao*. Colombia: ConCol by WSP.
- Zelada Estraver, W. (2007). Capacidad de carga ecológica del bosque cachil (la libertad), en función de los factores abióticos, bióticos y antrópicos.