

IV. Pronóstico

El Manual de Ordenamiento Ecológico de la SEMARNAT (p.34) concibe al pronóstico como el procedimiento que permite proyectar el comportamiento futuro del territorio bajo estudio, para lograr un equilibrio entre los usos del suelo de todos los sectores. Para ese propósito, propone elaborar visiones sobre el pasado y presente del territorio que nos permitan imaginarnos cómo será el futuro. El objetivo del pronóstico es examinar la posible evolución de los conflictos ambientales, considerando su impacto en las variables naturales, sociales y económicas, de forma que puedan influenciar en el patrón de ocupación territorial del área de ordenamiento ecológico.

Previo a la presentación de escenarios, se describen los elementos necesarios para construir el modelo socioambiental que representa la integralidad del territorio. Con ese ejercicio se busca cuáles son y serán los intereses sectoriales en el sentido que se entienden en el Manual de Ordenamiento Ecológico. Esto es, se identifican las posibilidades de máximo aprovechamiento del territorio, concebidas por cada uno de los sectores a través de sus aspiraciones de crecimiento y las expectativas que tienen sobre las condiciones de los elementos naturales que facilitan el desempeño de sus actividades, así como los factores que influyen en la competencia por dichos elementos y su desgaste. Esas posibilidades se concretan en el ejercicio de la imagen objetivo que enfatiza la caracterización del territorio como piso común de todos los seres vivos bióticos y abióticos.

Para ese propósito partimos del concepto madre tierra¹ que nos remonta a raíces culturales más allá del racionalismo modernista que nos remontan a la idea de recursos naturales de los que se hace un inventario para medir hasta donde se pueden explotar o aprovecharse. La madre tierra como concepto diferente se enfoca a comprender la integralidad de los pueblos y pobladores originarios que conviven en su territorio dado que se sienten culturalmente arraigados a su terruño. Esta visión se acerca al concepto de identidad cultural zapotlense propuesto por Juan José Arreola, uno de los grandes de Zapotlán, que de esa forma busca reflejar el sentido cultural de los zapotlenses. Desde esa perspectiva, es posible ver que a la madre tierra se le respeta porque la tenemos que compartir con todos los seres vivos y no podemos apropiárnosla para sobreexplotarla sin considerar los intereses y posibilidades de los otros seres bióticos y abióticos con quienes compartimos a la madre tierra.

Entonces otra manera de entender esa base material que nos permite vivir y dialogar con otros seres vivos acerca de lo que garantiza nuestra alimentación y mejores condiciones de vida, es entender un contexto de convivencia entre sujetos naturales para conservar espacios que nos garanticen un hábitat natural que nos permita compartir o disputar un suelo en el cual la mayoría pueda construir un hogar donde vivir y desarrollar cualquier actividad humana. Eso nos lleva a considerar a la madre tierra como el territorio que sustenta cualquier actividad y hace viable el diálogo entre humanos y seres vivos. Bajo la óptica del concepto madre tierra como lo propone

¹ Ver Giraldo, Omar Felipe (2012) El discurso moderno frente al "pachamamismo": La metáfora de la naturaleza como recurso y el de la tierra como madre, revista Polis, 33 p.9

Giraldo (2012:9) se concibe que desde el punto de vista de una madre lo que le interesa es mantener el diálogo entre sujetos vivientes y naturales y no sólo hacer un recuento de recursos naturales o materiales que hay que explotar o usar al máximo. De esa forma, se tiene una perspectiva que más fácilmente integra los intereses de los sectores que se puede abrir hasta una tercera generación.

Por ello, los seres humanos que habitan un territorio municipal como el de Zapotlán El Grande necesitan concertar acuerdos para garantizar las bases mínimas para el ordenamiento y sobrevivencia de su territorio municipal. Eso es crucial, porque se trata de asegurar la protección del piso común, detener su deterioro y trascender la postura de inventariar los “recursos naturales” para explotarlos y controlarlos. Si se piensa en sujetos naturales y seres vivientes como el agua, la tierra, los árboles se puede imaginar otra visión para sustentar todas las actividades que se realizan en el territorio. En consecuencia, el equilibrio y los mejores usos del territorio son esenciales para mantener las condiciones de vida que hacen viable las actividades productivas y la salud ambiental de los núcleos de población. Por lo mismo, la salud de la madre tierra y sus medios vitales como el agua, la condición del suelo, el aire, la productividad y el ambiente social, son el principal contenido de la sustentabilidad que se relaciona con un proceso de planeación territorial que por su naturaleza debe incluir a los tres niveles de gobierno, las organizaciones comunitarias y a los ciudadanos agrupados y no agrupados pero que debieran estar interesados en las políticas públicas que se diseñan para atraer a los ciudadanos y comunidades que aspiran a tener mejores condiciones de vida.

En realidad, en las distintas zonas de Zapotlán El Grande, no existen conflictos álgidos entre sectores que estén peleándose por el agua o por espacios clave del territorio en donde puedan realizar con mayor ventaja una actividad productiva relevante para sus intereses. Sin embargo, hay relaciones que tienden a deteriorarse porque no existen suficientes formas de control que impidan que los intereses económicos predominen sobre los ambientales.

IV.1. Imagen Objetivo

En la tabla 56 se plasman los puntos que favorecen el equilibrio en el territorio y que convergen desde las aspiraciones de los distintos sectores. Se destacan puntos de consenso en el sentido de la preservación de las áreas con mayor riqueza ambiental (nevado y volcán de Colima, laguna de Zapotlán, tierras de mayor calidad y con mayores recursos hídricos, así como el uso de terrenos con pendientes más favorables (menos de 15°) para la producción agrícola. En este sentido, se bosqueja la visión del POEL ZEG que dará la pauta para trazar una Imagen Objetivo centrada en el equilibrio del territorio de la zona de estudio.

La ocupación actual de las actividades productivas y la presión por el aprovechamiento intensivo de los elementos naturales registrados durante la última década en Zapotlán El Grande, se convierten en indicadores que debieran funcionar como límites y restricciones para los cambios y usos del suelo futuros. De hecho, al trascender esos umbrales que a la vez funcionan como impactos ambientales acumulativos que marcan líneas irreversibles en cuanto al deterioro de recursos vitales como el agua, los arroyos,

la laguna Zapotlán y de las mejores tierras productivas que han ido perdiendo condiciones obligan a proponer alternativas de uso complementarias de acuerdo con la vocación natural y la mejor aptitud de las distintas zonas.

La vida económica de Zapotlán El Grande se ha diversificado de manera importante y es insuficiente mantener la idea de que los sectores económicos se van a seguir acomodando por sí mismos. Se impone considerar la combinación de actividades agroindustriales y la diversidad de usos de la tierra, pero sin degradarla completamente o llevar a un extremo el crecimiento a toda costa de monocultivos que agotan exhaustivamente el agua y sus aplicaciones productivas. Conviene mantener cierto equilibrio entre actividades agrícolas tradicionales (en ciertas locaciones especiales) con las pecuarias para proteger los bosques de montaña. También hay que ver por la integralidad del territorio y desarrollar actividades productivas como la minería, industria (en sus nichos apropiados), la pesca y acuacultura. Así como favorecer actividades alternativas con la prestación de servicios y comercio dentro de los centros de población. En menor escala, pero se puede promover actividades rurales como festividades y turismo religioso y de manera moderada un aprovechamiento forestal viable. A mediano plazo, restaurar actividades de pesca y actividades ecoturísticas, que se relacionen con cierto grado de aprovechamiento sustentable de las Áreas Naturales Protegidas existentes de nivel federal, estatal y municipal.

La imagen objetivo ofrece una visión de integralidad del territorio que resume la filosofía del POEL Zapotlán El Grande y que sintetiza las aspiraciones de los sectores presentes en el área de estudio, tomando en cuenta la necesidad de mantener e incrementar los bienes y servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas vigentes. Esta visión se tendrá que confirmar en el proceso de consulta pública de este 2021. La “restauración de esta imagen objetivo municipal”, tendrá validez si efectivamente representa los intereses de los diferentes actores sociales y productivos del municipio y, si es consecuente con los nuevos lineamientos, estrategias y criterios de regulación que permitan alcanzar nuevos objetivos del ordenamiento. En el ejercicio de talleres participativos de este mes de diciembre con los representantes de los diferentes sectores, se tratará de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del territorio municipal para los próximos cinco años.

Como fortalezas se identifican las organizaciones productivas (agrícolas, de *berries* y aguacateras entre otras, así como usuarios de riego y desarrollos agroindustriales e industriales. Aunque las empresas ganaderas se han reducido, siguen siendo una base confiable y eficiente para la economía municipal. De igual forma, el municipio posee una riqueza ambiental importante con sus áreas naturales, la laguna de Zapotlán y otras riquezas paisajísticas. En materia de recursos naturales, el territorio tiene buen suelo para la producción agrícola y pecuaria, buen clima y biodiversidad.

Se identifica como debilidad la mala conservación de una parte del patrimonio histórico y de los recursos naturales. Ha crecido la deforestación tanto por el incremento de huertas de aguacate que substituyen bosques, además de la tala clandestina y efectos de los incendios. Además, se ha incrementado la sobreexplotación de los recursos

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

hídricos subterráneos y se ha presentado la modificación de cauces que acarrea altos volúmenes de escurrimientos descontrolados y azolve hacia la laguna. La sustitución de siembras de agricultura tradicional (maíz principalmente) por *berries* y mezcaleras de agave, demuestra significa el debilitamiento de la agricultura tradicional. Existe una problemática de incremento de riesgos de inundaciones y remoción de suelos por ocupación urbana de áreas con grietas sísmicas, además de incremento de la contaminación del agua de la laguna y el abatimiento de los arroyos y ocupación de sus cauces con ollas de agua. Asimismo, se siguen utilizando paquetes de agroquímicos y pesticidas que contaminan ambientalmente suelos y aguas de la laguna y otros dos cuerpos de agua. Es importante señalar que en el municipio no funcionan al 100% las tres plantas de tratamiento de aguas residuales; asimismo el relleno sanitario está rebasado y no se lleva un manejo integral de residuos sólidos urbanos y rurales.

Las áreas de oportunidad identificadas son de corte social por ser la ciudad media más importante de la región sur y estar en medio de la zona metropolitana de Guadalajara y el puerto de Manzanillo, que son puntos clave para la comercialización de la producción agrícola y la frecuencia de visitantes favorables para desarrollar el ecoturismo en las cercanías de las áreas naturales protegidas. Así mismo, la relativa cercanía con el centro del estado facilita el acceso a programas de apoyos federales y estatales. En el caso de los recursos naturales, el municipio tiene especies nativas, que además de asegurar la sustentabilidad son claves para la conservación y restauración de los suelos.

Sin embargo, existen **amenazas identificadas** que pueden aumentar los riesgos en el caso de un crecimiento urbano descontrolado que ocupe tierras menos aptas para urbanizarse que se localizan en zonas de grietas, zonas inundables y que sean propensas a los procesos de remoción de suelos y rocas sobre áreas urbanas densificadas. La ocupación imparable de tierras de mejor calidad en cultivos rentables o en zonas de urbanización periférica sin posibilidades de asegurar servicios y asentamientos estables crea más posibilidades de afectación a efectos del cambio climático, que se relacionan con la baja conciencia ambiental. Se identificó que existe pérdida de suelo, sequías, tala clandestina, azolve y contaminación en la Laguna de Zapotlán y abatimiento de los cauces de arroyos tributarios y los otros dos cuerpos de agua (la Paleta y el Calaque).

Todos estos factores que se identificaron se concentran de manera sintética en sus interrelaciones en la imagen objetivo que indica las tres condiciones posibles de presentarse: 1) de sostenibilidad (condición alta); 2) de oportunidad (condición media), de amenaza (condición baja) en el proceso que enfrentan los diversos componentes del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local de Zapotlán 2021. Ver tabla 56.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Tabla 56. Imagen Objetivo del POEL ZEG 2021

Meta aspiracional	Riqueza ambiental; ecosistemas, biodiversidad y conectividad biológica	Aptitud de suelo conforme usos predominantes; instalación de infraestructura y AH	Frontera agrícola y posibilidades de restauración áreas deforestadas	Efectos cambio climático y horizonte precautorio
Bosques sustentables y con posibilidades de restauración	media	media	baja	alta
Agua subterránea y superficial suficiente en calidad y cantidad para todos los usos predominantes	media	baja	baja	media
Aprovechamiento de aguas tratadas y evitar sobreexplotación de aguas de buena calidad	baja	media	baja	baja
Contar con relleno sanitario con suficiente capacidad y manejo integral de residuos.	baja	baja	baja	media
Acciones significativas para prevención de incendios	media	media	baja	media
Desarrollo comunitario autogestivo y con visión de largo plazo	media	media	media	media
Reducir tala forestal y evitar sustitución de bosque de alta montaña que aporta servicios ambientales	baja	media	baja	media
Nuevos desarrollos inmobiliarios e industriales con sistemas separados de aprovechamientos de aguas residuales y pluviales	media	baja	media	media
Conservación de paisajes y belleza ambiental	media	media	media	alta
Incremento de huertas de traspatio y acopio de agua de lluvia	media	baja	baja	media
Disminuir contaminación del agua derivada de agroquímicos y pesticidas	media	media	media	alta

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Disminuir vulnerabilidad de flora y fauna	baja	baja	baja	media
Promover diversidad de cultivos y superar monocultivos	baja	media	baja	media
Impedir crecimiento de frontera agrícola hacia bosques	media	media	media	alta
Adoptar medidas vs. Cambio climático y proteger agricultura alimentaria y viviendas vulnerables	alta	media	media	alta
Manejo integral de excretas de granjas y establos, ecotecnia y lombricultura	media	baja	baja	media
Crear zonas de amortiguamiento para ANP's y UGA de preservación	alta	media	media	alta
Controlar erosión hídrica y de suelos con prácticas de conservación.	media	media	media	media
Protección de cuerpos de agua	alta	media	media	media
Fortalecer programas de manejo de ANP's y el sitio Ramsar laguna de Zapotlán	alta	media	media	alta

Fuente: elaboración propia.

IV.2. Modelo socio-ambiental

El modelo socioambiental busca establecer rutas de ida y vuelta en las interacciones comprendidas que se identifican en el territorio, que comprenden todos los factores internos y externos y que consideran todo tipo de impacto de las actividades en el territorio. También se incluyen los factores poblacionales y los planes y proyectos gubernamentales, que es la variable externa. El diagrama de flujos que se presenta en el mapa socioambiental, refleja líneas positivas y negativas que proyectan las rutas de impacto intensas moderadas o bajas. En el caso de los factores transversales también se consideran de tipo alto, medio y bajo.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Figura 27. Sistema socioambiental de Zapotlán El Grande



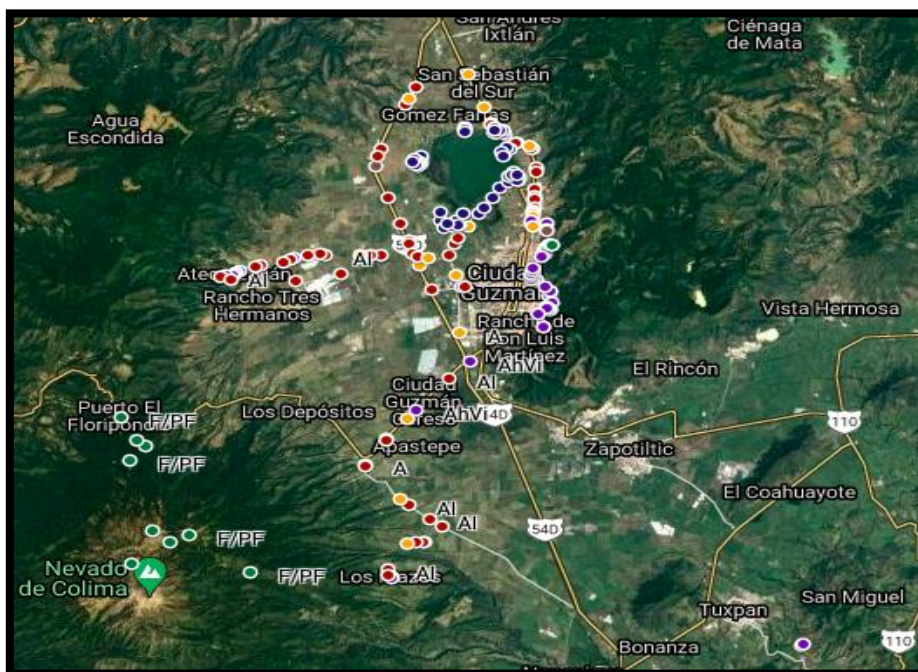
Fuente: Elaboración propia

IV.3. Mapa fotográfico interactivo en el circuito periférico de Zapotlán El Grande

El mapa interactivo que se presenta como primer punto del pronóstico del POEL ZEG hace las veces de modelo conceptual secuenciado, que permite hacer una primera aproximación a los cambios de uso del suelo y al surgimiento y evolución de los conflictos ambientales. En todo caso se usa para tratar de encontrar patrones de distribución de los usos del suelo en las distintas áreas de ordenamiento. El ejercicio tiene como objetivo contextualizar y relacionar los diferentes tipos de territorio y las circunstancias en que han ocurrido las modificaciones en los usos de suelo que nos encontramos en los recorridos realizados entre los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2021 en el trayecto del “circuito periférico de Zapotlán El Grande” que nos permitió contextualizar y ubicar la problemática socio-ambiental del POEL ZEG 2021.

El mapa sirve para aprovechar al máximo el acervo fotográfico desarrollado para el POEL en distintos momentos de acercamiento al territorio y en un intento de ubicar sistemáticamente cada registro fotográfico, montando las fotografías en el mapa de la plataforma Google MyMaps, con el fin de identificar indicios de modificaciones del territorio retratadas en las respectivas coordenadas con sus datos o momentos de temporalidad del cambio. Cada fotografía, o serie fotográfica, está representada con un ícono puntual, en un color y clasificación distintivos. Se trata de un recurso visual, cuyo formato facilita la consulta y fomenta la interacción didáctica con el Sistema de información geográfica y los usos actuales de las áreas señaladas en el texto.

Mapa 49. Fotografías desde distintos puntos del circuito periférico de Zapotlán El Grande que identifican posibles modificaciones o cambios de uso de suelo



Elaboración propia a partir de Google MyMaps,

<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1mhVs3rLzJ3aOtmSdvyopLYzNbMq50vhq&ll=19.73015966443571%2C-103.4917609552977&z=11>

Para interpretar lo identificado en las fotografías como situación de cambio y/o permanencia se utilizó la siguiente simbología:

Tabla 56. Clasificación de áreas de Cambio de uso de suelo

A	Áreas de agricultura
AI	Cambio a áreas de agricultura industrial
AhVi	Asentamientos humanos y vivienda
F/PF	Forestal/Preferentemente forestal
Mi	Minero
Pe	Pecuario

Fuente: elaboración propia

A la par del registro fotográfico, se realizaron ejercicios etnográficos de entrevistas y relatos testimoniales con actores conocedores de distintos puntos clave del territorio. Se concretaron entrevistas y/o grupos focales con algunos actores y sectores sociales relevantes del municipio: vecinos de colonias, ejidatarios, trabajadores y funcionarios del municipio, empresarios y académicos, quienes, desde su experiencia en la región, dieron cuenta de los procesos que han ocurrido a lo largo del tiempo, y sustentaron lo observado en las fotografías.

Es preciso mencionar que tanto el mapa fotográfico, como la recolección de testimonios y otros datos, fueron herramientas empleadas para suplir la falta de acceso a los documentos legales y la información que acompaña los permisos otorgados para autorizar cambios de usos de suelo, de parte de autoridades federales, estatales y municipales en las distintas zonas del municipio.

IV. 3.1. El recorrido del circuito periférico de Zapotlán El Grande

1. Ladera Oeste: Autopista, Atequizayán, El Fresno

A partir del 11 de junio de 2021 se comenzaron los recorridos fotográficos de forma sistemática, relacionados con la etnografía desarrollada en tres comunidades: Atequizayán, El Fresno y Chuluapan. Se utilizó una cámara Canon EOS Rebel T6 con lente EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 III para realizar las fotografías siguiendo un primer trazo en el circuito.

Figura 28. Pasaje del valle, 11 de junio, 2021.



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

El circuito comienza en dirección norte-sur, sobre la autopista Guadalajara-Colima. En este tramo de la autopista hay algunos puntos panorámicos donde puede apreciarse el paisaje del valle casi en su totalidad. Llama la atención la abundancia de lona y plásticos utilizados para invernaderos en distintos puntos, tanto en los alrededores de la laguna de Zapotlán como en el valle intermontano hacia la confluencia con Zapotiltic y el Nevado-volcán de Colima.

Figura 29. Camino a Atequizayán, 11 de junio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Al doblar hacia el oeste, sobre la carretera a Ciudad Guzmán con destino al poblado de Atequizayán, continúa el patrón de predominancia de las huertas de aguacate e invernaderos.

En Atequizayán se realizó un grupo focal con las “Mujeres Unidas por Atequizayan” (Carmen y Emilia), quienes junto con otras ocho mujeres se constituyeron como grupo en el 2002, para trabajar la tierra con ayuda de recursos aportados por el gobierno municipal.

A la par de un cambio drástico en los cultivos predominantes por el desplazamiento del maíz y las áreas boscosas en la comunidad de Atequizayan y su entorno, lo que observaron Carmen y Emilia como positivo fue una reducción de la migración de hombres a Estados Unidos en busca de trabajo. Esto debido a que, gracias a la expansión de la agricultura, hubo más trabajo en la localidad y menos necesidad de salir en su búsqueda. Expresaron que algunos ejidatarios optaron por rentar sus tierras a grandes aguacateros, como a la empresa “Cerritos”, en un inicio (fueron los primeros hace unos 15 años), esto le representaba una mayor ganancia a diferencia de trabajar sus propias tierras con especies de temporada como el maíz. También señalaron que hubo una disminución de la ganadería en la región y una baja en los ejemplares de fauna silvestre. Eso lo atribuyeron a las dinámicas de mantenimiento de las huertas y al incremento del uso de agroquímicos propios de la agricultura intensiva. Asimismo, señalaron un incremento en la deforestación dado que en algunos días se registran hasta tres camiones cargados de trozas de madera aparentemente sin marcar, que pasan por el centro del pueblo provenientes de la sierra de la media luna.

2. Ladera sur La Mesa, Los Mazos y el Nevado

Retomando la Autopista Guadalajara-Colima hacia el sur, nos encontramos con la carretera estatal El Grullo-Ciudad Guzman. Desde el límite de Ciudad Guzmán y hasta el poblado de La Mesa, donde pudimos observar amplias extensiones de tierra destinadas a huertas de aguacate, naves industriales de almacenamiento e invernaderos vistos desde ambos lados y cercanos a la zona industrial de Ciudad Guzmán y el reclusorio estatal. Además, se observan diferentes tipos de “ollas” utilizadas para la captación de agua y que soportan el riego de huertas. Este patrón continua hasta llegar al poblado de Los Mazos.

Figura 30. Olla de agua 1, camino al Fresnito, 11 de junio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 31. Olla de agua 2, camino del Fresnito a Los Mazos, 11 junio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

El día 25 de junio por la tarde realizamos un grupo focal con habitantes y ejidatarios del ejido El Fresnito en el centro comunitario de la localidad. Don Manuel, ejidatario de alrededor de 60 años, y su sobrino Carlos, quien ronda los 30 años, habían migrado a Estados Unidos en busca de trabajo y volvieron a El Fresnito para hacerse cargo de sus tierras. Carlos, quien regresó en 2009, identifica un cambio drástico en el tipo de uso de suelo en los últimos diez años de agricultura de temporal a monocultivo de aguacate. Ellos también cultivan el aguacate de forma independiente para después venderlo a alguna de las empresas que les ofrece lo que consideran mejor paga. Su motivación es

tener un bienestar económico cerca de sus familias, para no tener que migrar de nuevo en busca de trabajo.

Al igual que las mujeres de Atequizayán, Carlos y don Manuel recuerdan que, a raíz de la llegada de aguacateros de Michoacán, hace 11 años según hicieron memoria, hubo un grupo de primeros ejidatarios que prefirieron rentar sus parcelas de tierra a grandes aguacateras en lugar de cultivarlas por ellos mismos. La razón era porque les resultaba más lucrativo. Ambos expresaron preocupación porque la expansión de las granjas de aguacate ya alcanza a un 80% de las tierras ejidales de El Fresno y también incluyen de las que son propietarios. Consideran que de seguir esa tendencia El Fresno puede convertirse en una zona vulnerable a la mala administración de la tierra y perder la riqueza y abundancia de sus recursos. Encuentran el crecimiento exponencial de la agricultura intensiva como amenazante para la salud pública y los recursos hídricos del poblado y del municipio.

Asimismo, manifestaron entusiasmo ante el inicio de proyectos o formas más sustentables de agricultura, que se trabaja junto con profesores de la Universidad de Guadalajara (Alejandro Macias y Claudio Palma), con quienes han iniciado un huerto agroecológico que se intenta que sirva como escuela para los demás productores.

Figura 32. Huertas de aguacate en las faldas del Nevado, 11 de junio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 33. Panorámica desde el pico del nevado y su contorno, 16 de febrero, 2013



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Para las fotos que ilustran el Nevado de Colima y El Floripondio se usaron dos cámaras; una Canon PowerShot G6 de 7.2-28.8 mm y una Canon EOS REBEL T3 con lente EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS. Asimismo, se presentan fotos cedidas del acervo personal del Dr. Viacheslav Shalisko que se tomaron entre febrero de 2013 y abril de 2021. En ellas se observa el bosque, la montaña y, de manera general, el estado del área forestal en un año de nevadas en el pico, que contrastan con la situación de deforestación y la expansión aguacatera de tiempos recientes.

3. Ladera este: Chuluapan, Cristo Rey, Campanario, Las Peñas y Los Ocotillos

Para las fotografías del 1, 6 y 16 de julio, 2021 se utilizó una cámara Canon EOS REBEL T2i, con lente EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS II, a la par de un iPhone 11 para marcar la geolocalización.

Al igual que en el oeste, el acceso comienza en la Autopista Guadalajara-Colima, pero entrando por San Sebastián del Sur. En el camino sobre la autopista se observan puntos de agricultura tradicional o de temporal combinados con huertas de aguacate e invernaderos en dos distintos planos, el más bajo de los invernaderos de *berries* y el de ladera mediana de huertos de aguacate. Continuando en dirección norte-sur, en el camino paralelo a la laguna de Zapotlán, JAL 401, tomando como referencia el mirador de La Fortuna y el arroyo La Catarina, sobresale la agricultura intensiva que se observa como uso de suelo predominante en esa área.

Fotografía 34. Huertas de aguacate en el oriente, 16 de julio, 2021



Figura 35. Invernaderos en el oriente, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

A partir del arroyo La Catarina, la carretera JAL 401 se desvía en dirección oeste. Entonces continuamos de forma recta, donde el camino toma el nombre de calle Libertad. Desde este punto comenzamos a observar algunos asentamientos humanos que fueron irregulares y campos no cultivados, que parecen estar destinados a la

agricultura de temporal. Las huertas de aguacate e invernaderos, siguen presentes en los planos medio y alto (aguacate) y en las partes bajas y planas los invernaderos de *berries*.

Continuando hacia el sur sobre la calle Libertad, y con la montaña oriente al fondo, es posible observar el proyecto de fraccionamiento de multifamiliares “Las Lomas”, detrás se visualiza una huerta de aguacate. El fraccionamiento ya está en sus etapas finales de construcción, entre campos de agricultura de temporal e invernaderos.

Figura 36. Fraccionamiento Las Lomas e invernaderos, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Continuando hacia el sur, sobre la calle Ignacio Mariscal, accedimos a la colonia Chuluapan, que se ubica sobre las faldas de la montaña oriente y se caracteriza por sus terrenos irregulares con pendientes elevadas. Por el testimonio de sus pobladores pudimos conocer su trayectoria como asentamiento irregular plagada de riesgos derivados de la inundación y situaciones conflictivas con los operadores de huertas de aguacate.

El día 16 de julio conocimos testimonios de don Francisco Zambrano, en la entrada de su casa. Zambrano, pintor jubilado de la CFE de alrededor de 65 años, vecino y miembro fundador, nos contó un poco de la historia del asentamiento. Chuluapan fue establecido como colonia en 1985 por la A.C. “Solicitantes de tierra y vivienda”. Fueron entre 107 y 117 personas las que en 1985 adquirieron de un particular 14 hectáreas de propiedad privada y ahí se pusieron a construir sus casas en terrenos de difícil acceso. Hoy en día, algunos propietarios, miembros de la A.C., apenas están logrando concluir el proceso de escrituración iniciado desde los 80’s.

Figura 37. Barrio Chuluapan, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Continuando hacia el sur, aún sobre la zona urbana, están las colonias Cristo Rey, Lomas del Valle y De la Cruz. En ellas se observan calles con sentido oriente-poniente, con pendientes elevadas. Durante el temporal de lluvias se observa la tierra que se deslava de la montaña sobre las calles de concreto, así como los grandes torrentes de agua que bajaban de la montaña oriente.

Figura 38. Calle del barrio Cristo Rey, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Seguimos nuestro recorrido hacia el sur, hasta llegar a las áreas de las ANP municipales las Peñas y Los Ocotillos. Colindando con el Parque Ecológico Las Peñas, se observan las planchas de tierra y maquinarias desmontando y trazando calles que hacen presumir un cambio de uso de suelo, no identificado. A las afueras del Parque Ecológico Los Ocotillos, encontramos fraccionamientos ya establecidos y paredones de concreto muy gruesos para detener posibles deslaves de la montaña.

Figura 39. Un posible cambio de uso de suelo no identificado en zona colindante al ANP Mpal. Las Peñas, 16 de julio, 2021



Figura 40. Rastros de un posible cambio de uso de suelo en los linderos del parque Las Peñas 2, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 41. Paredones de concreto en fraccionamiento en área colindante del ANP municipal Los Ocotillos, 16 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

4. Laguna de Zapotlán

El recorrido culmina en la zona pecuaria de la laguna de Zapotlán. Para tener un acercamiento más preciso al cuerpo de agua y los terrenos circundantes se utilizaron dos técnicas fotográficas: una a nivel de suelo con una cámara Canon EOS REBEL T2i y lente EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS II, y otra a nivel aéreo, utilizando un dron DJI FC330.

Las fotografías panorámicas nos permiten apreciar sectores de la laguna desde adentro, gracias a ello se pudo identificar el muelle que tiene varios meses en construcción durante el 2021 y al que no es posible acceder, además de la infraestructura utilizada durante los juegos panamericanos en 2011, que aún no ha sido retirada completamente y se encuentra semidañada por las reiteradas inundaciones que se presentan en años muy lluviosos como el presente.

También destacan los rellenos a base de escombros y materiales existentes en algunos puntos de la laguna para aprovechamiento de la zona federal, así como corrales y bebederos inundados y abandonados, que en algún momento fueron utilizados para alimentar ganado y que formaban parte de granjas de ganado vacuno o porcino.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Figura 42. Corrales inundados en la zona federal de la laguna, 19 de agosto, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 43. Construcción del muelle e infraestructura en la laguna, 19 de agosto, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 44. Rellenos e infraestructura en el contorno de la laguna, 19 de agosto, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Figura 45. Rellenos del camino al mirador puesto fuera de circulación por inundaciones en la zona federal de la Laguna de Zapotlán, 1 de julio, 2021



Fuente: Álbum fotográfico POEL ZEG, 2021.

Conclusión

Los ejercicios etnográficos y el registro fotográfico han sido de gran utilidad para el grupo de investigadores del POEL ZEG 2021 en el sentido de lograr un reconocimiento directo de los territorios que componen el municipio de Zapotlán El Grande y explorar las visiones que tiene la sociedad que lo habita. Hablar con las personas involucradas en los distintos sectores, conocer sus historias, conflictos y puntos de vista, fueron factores importantes que permitieron un acercamiento a la realidad compleja del territorio desde diversas esferas. Además, dicho proceso de conocimiento se vio enriquecido por las aportaciones de profesionales e investigadores que compartieron materiales de gran relevancia para la comprensión integral del municipio, sus transformaciones y cambios de uso de suelo y algunos puntos o escenarios de conflicto.

La integración del material fotográfico completó un circuito del municipio y sobrepuso distintas capas para entender las interrelaciones problemáticas dentro de una misma zona o de una zona respecto a otras. Este recurso también resultó en una familiarización por parte del grupo de investigadores sobre la riqueza natural y ambiental del municipio y una mayor conciencia sobre su conservación y los daños que se acarrearán por su deterioro.

Tanto la recopilación de testimonios, como la integración del álbum fotográfico, fueron ejercicios complementarios e interdependientes. El producto final del mapa fotográfico sobre la cobertura del territorio y usos de suelo en el circuito periférico de Zapotlán el Grande; además de ser un recurso visual interactivo, ha resultado de gran utilidad consultiva, dado que en muchos sentidos complementa y cubre la falta de acceso a los documentos legales que podrían informar acerca de la realidad territorial del municipio en un momento específico.

IV.4 Paralelismo con Michoacán debido a los cambios de uso de suelo

Muchas historias locales y regionales nos explican que los grandes cambios y transformaciones tecnológicas que definen los usos de suelo y estilos de producción agrícola, así como la aplicación de tecnología propia para la agricultura intensiva e industrial, vienen del norte hacia el sur. Eso se debe sobre todo a las mayores posibilidades de importación y adaptación de paquetes tecnológicos y maquinaria que respaldan esa tendencia. Sin embargo, en el caso del aguacate, su introducción y expansión al municipio de Zapotlán El Grande, parece seguir un proceso inverso. En efecto, ese estilo de producción, capitales e iniciativas productivas, maquinaria y recetas prácticas, vienen del sur y específicamente partieron de las regiones indígenas de Michoacán hacia Jalisco. A partir de 1970 y hasta 2005 la producción de aguacate michoacano ha crecido en forma exponencial y ha triplicado la superficie ocupada hasta en tres ocasiones.

La historia de Michoacán es por ello doblemente significativa para el caso de Zapotlán El Grande. Carlos Arredondo León (2016) establece que Michoacán es una de las entidades federativas del país más afectadas por los cambios no planificados de uso de suelo (Maserá, 1996; Semarnat, 1998; Bocco *et al.*, 1999). Entre los años 70's y 90's del siglo pasado llegó a perderse 513 644 has de bosques templados, en tanto que la superficie con disturbio ascendió a 1 355 878 has (21.51 % del total de los bosques

michoacanos), tan sólo superada por el área destinada a la agricultura y los pastizales (24.61 %). El área ocupada por cultivos semipermanentes aumentó 13 veces (de 39 784 a 508 009 has), en tanto que la de bosques se redujo en 28.40 % (de 1 811 232 a 1 297 188 has) (Inegi-Semarnat, 2000).

El diagnóstico y la crisis visualizada de los bosques de Michoacán se relaciona con un mayor deterioro ambiental a mediano y largo plazo. De hecho, el aguacate se convirtió en uno de los monocultivos que más crecieron. Garibay y Bocco (2011) identifican como causas: la tala clandestina y tolerada u oficializada, las presiones demográficas, los intereses de la agroindustria y el cultivo de exportación, que se combinan para acelerar la pérdida de los bosques de montaña y provocar un acelerado cambio de uso del suelo que se concreta en un ritmo anual de 509 hectáreas de bosque pérdidas (hablando de la experiencia de la meseta purépecha). En esa zona, hacia los años 60's, prácticamente no había huertas de aguacate como monocultivo. Para el año 1976 hubo un primer empuje hasta alcanzar 34 606 hectáreas; en el año 2000 subieron a 55 627 y en 2005 hasta 67 181 has. Para ese cambio se substituyeron 8 752 has que se sembraban de maíz y 8 707 ocupadas con bosque, según los datos que proporcionan Garibay y Bocco (2011 89-90). Estos autores identifican una cierta disminución del crecimiento y expansión económica, sobre todo en la meseta purépecha. Aun así, su vaticinio de la pérdida de bosques para el 2020 indicaba que se deforestarían otras 6 mil hectáreas.

Lo que ha sucedido en Michoacán es que ya tocaron fondo y ahora empiezan a vivir la necesidad de sentar las bases de una restauración a fondo de las áreas de bosque para la economía agrícola y, sobretodo, para la condición social de los grupos indígenas y para el manejo de su territorio y de los recursos naturales que tienden a disminuirse o definitivamente a escasear, como el agua y la biodiversidad. En Michoacán ya se está llegando a puntos de deterioro inaceptables que significan el desmantelamiento completo del esquema de sobrevivencia de los pueblos originarios, basado en el ciclo maíz-ganado. Esa condición se asocia cada vez más a un cambio microclimático que se significa por el dato de que los aguacates infiltran menos agua y tienden a agravar la sequedad en temporadas de poca lluvia. El cambio en el régimen hídrico puede agravar la falta de infiltración y recarga que afecta la humedad y riqueza de los suelos.

Esa historia de Michoacán anticipa en muchos sentidos lo que se vive actualmente en Zapotlán el Grande donde, en contraste, parece verse la situación como de crecimiento y bonanza imparable para los próximos 30 años.

IV.5 La condición forestal del municipio de Zapotlán El Grande

El extracto que se presenta en este apartado corresponde a la respuesta de la solicitud de información que se planteó por parte de la dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad del municipio de Zapotlán El Grande a la CONAFOR. Cabe señalar que, a nivel institucional, CONAFOR cumplió con proporcionar la información solicitada con fecha del 4 de agosto, 2021, sobre cambios de uso de suelo y temas relacionados. En el documento se incluyen temas globales de Jalisco y de los acuerdos de México y su cumplimiento con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Al respecto

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Como parte de la mejora de insumos para el monitoreo continuo de la cobertura forestal del país, la CONAFOR a través del Sistema Nacional de Monitoreo Reporte y Verificación (SNMRV) ha generado distinta cartografía de mayor resolución asistida por percepción remota. Dichos productos atienden la necesidad de obtener mapas de cobertura y cambios de cobertura a menor escala que permita identificar espacialmente los procesos de cambios de cobertura a mayor detalle y con menor incertidumbre en el país.

Uno de los productos obtenidos hasta el momento es el mapa de cambios de coberturas 2014-2016 para el estado de Jalisco que se encuentra disponible en: <http://idefor.cnf.gob.mx/mviewer/samof>. Cabe señalar que, además de dicho mapa, se encuentran también los mapas de cambios generados para los periodos 2000-2003, 2003-2011 y 2011-2014. El mapa referido contiene los atributos de cambios sucedidos en el territorio jalisciense en el periodo 2014-2016 y el tipo de cambio de acuerdo con las clases del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Este mapa fue generado con una resolución mayor que los mapas convencionales y se integra con unidades mínimas *mapeables* de 1 hectárea que satisfacen las necesidades para obtener estadísticas de cambio a mayor detalle (ver mapa 51).

Mapa 51. Cambio de coberturas a nivel de clases IPCC en el periodo 2014-2016, para el estado de Jalisco



Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

Dichos mapas no han sido finalizados para todo el territorio nacional y en este momento solamente existen para cinco estados entre los que se incluye: Chiapas, Campeche, Jalisco, Quintana Roo y Yucatán. Es importante mencionar también que el procesamiento y los recursos invertidos para la generación de esta información a nivel estatal es grande, en muchos de los casos se ha tenido participación de autoridades estatales para fortalecer el producto y distribuir el esfuerzo de *posprocesamiento* y validación de las capas finales. En el caso de Jalisco la generación de mapas finales se realizó en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET). A nivel municipal no existen estudios independientes, por lo que es recomendable usar los mapas mencionados para generar las estadísticas correspondientes a los municipios considerados.

IV.5.3. Actividades de manejo, conservación y restauración de Zapotlán el Grande

La CONAFOR, a través de sus reglas de operación, aplica recursos a todas las superficies forestales del país en sus distintos componentes. Este procedimiento tiene como objetivo general apoyar a las personas propietarias, legítimas poseedoras y habitantes de las zonas forestales para que implementen acciones que contribuyan a la protección, conservación, restauración e incorporación al manejo forestal sustentable, de los terrenos forestales, preferentemente forestales y temporalmente forestales; así como para fortalecer las cadenas de valor para que a su vez contribuyan a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

Las reglas de operación establecen lineamientos para la aplicación general que deberán observarse en la operación, asignación y ejecución de los recursos federales en cinco componentes. Particularmente, para el municipio de Zapotlán, podemos enlistar los siguientes:

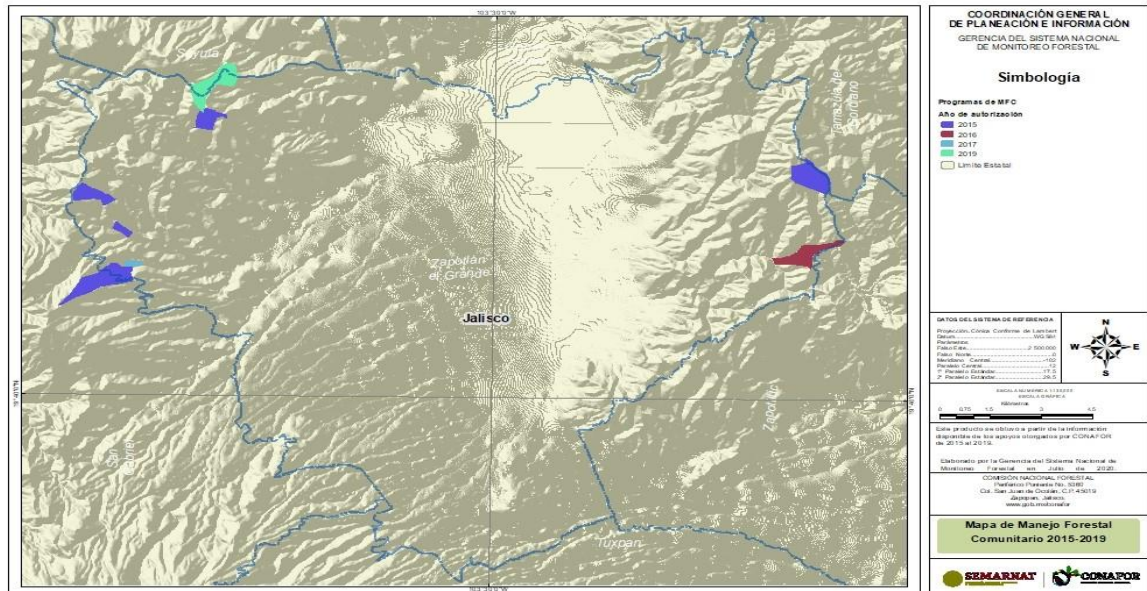
IV.5.3.1 Manejo forestal comunitario y cadenas de valor

Los apoyos otorgados para este concepto tienen como objetivo apoyar a las personas propietarias, legítimas poseedoras y habitantes de las zonas forestales para que implementen acciones que les permita fortalecer la gobernanza, el desarrollo de capacidades sociales, técnicas y culturales, la transferencia de tecnología; la ordenación, cultivo, aprovechamiento y certificación de los recursos forestales maderables y no maderables; el fortalecimiento de los procesos de abasto, transformación y mercados de las materias primas y productos forestales.

En el periodo 2015-2019 se identificaron siete proyectos autorizados en el municipio de Zapotlán el Grande que significaron apoyos para el aprovechamiento forestal maderable. Dichos proyectos se encuentran localizados en distintos puntos extremos de la superficie municipal en el mapa 52.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Mapa 52. Proyectos de manejo forestal comunitario Zapotlán El Grande, periodo 2015-2020



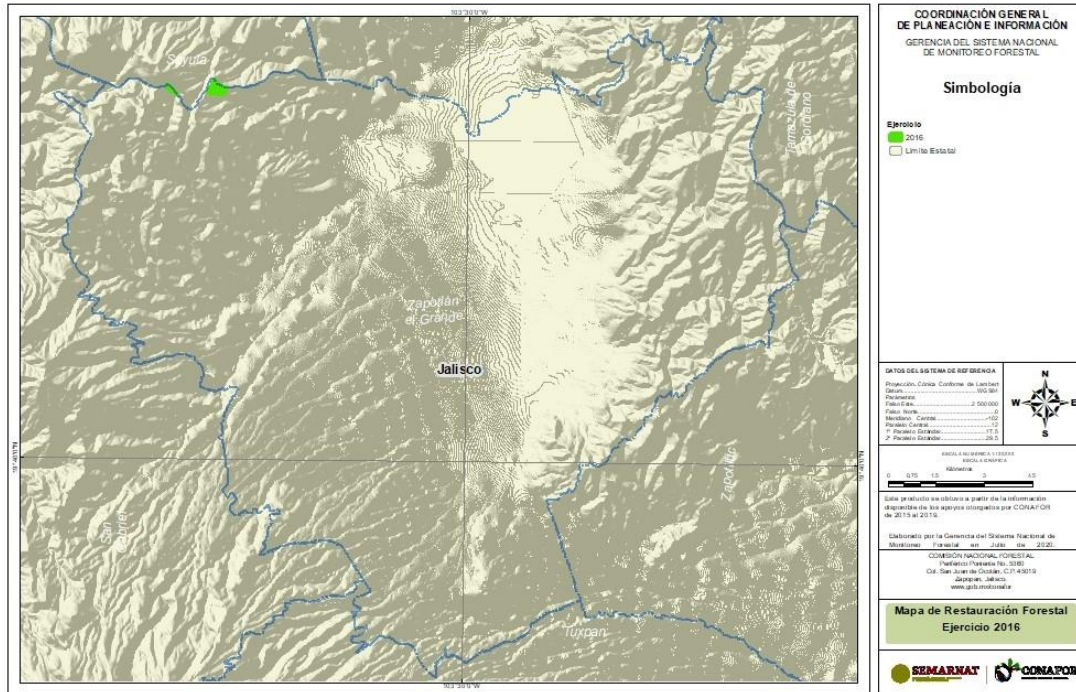
Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

IV.5.3.2 Restauración forestal de microcuencas y regiones estratégicas

Los proyectos de restauración tienen como objetivo apoyar a las personas propietarias y poseedoras legítimas de terrenos forestales y de aptitud preferentemente forestal, a ejecutar proyectos de restauración forestal integral en microcuencas y regiones estratégicas del país con enfoque en el Manejo Integrado del Territorio (MIT), mediante prácticas que contribuyan a recuperar la productividad de los ecosistemas forestales degradados, así como generar empleo y mejorar el bienestar de los ejidos, comunidades, pueblos indígenas y pequeños propietarios, contribuyendo así, con acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

Para el municipio se identificó que durante el año 2016 se apoyó la incorporación de 21 hectáreas para la reforestación integral de un predio casi en los límites con el municipio de Sayula (ver mapa 53).

Mapa 53. Proyectos de restauración en Zapotlán el Grande, periodo 2015-2020



Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

IV.5.3.3 Servicios ambientales

El pago por servicios ambientales que CONAFOR otorga como incentivo económico dirigido a las personas propietarias y legítimas poseedoras de terrenos forestales, y preferentemente forestales por los beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas forestales, tales como la captación de agua, el mantenimiento de la biodiversidad, la captura y conservación del carbono, los cuales benefician a centros de población y al desarrollo de actividades productivas. Con color azul oscuro se identificaron 5 proyectos autorizados en el 2015. Con color rojo se distingue un proyecto autorizado en 2016. Con color azul claro se distingue un proyecto de 2017 y con color verde se distingue otro proyecto autorizado en 2019 en la cercanía de la media luna. De acuerdo a la información con la que cuenta la CONAFOR, y disponible en el enlace: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor?idiom=es>, el municipio de Zapotlán no ha tenido apoyos de servicios ambientales a través de reglas de operación, debido a que la región municipal no se encuentra dentro de las áreas elegibles para este concepto.

IV.5.3.4 Presencia de incendios forestales

De acuerdo a la información proporcionada por la Gerencia de Manejo del Fuego y disponible en el sitio <http://idefor.cnf.gob.mx/mviewer/> para el periodo 2015-2019 en el municipio ocurrieron 41 incendios que afectaron aproximadamente 13 242 has. La superficie reportada por la CONAFOR corresponde a la superficie total afectada en el evento, la cual abarca parte de la superficie contigua a otros municipios. La superficie afectada y el número de eventos ocurridos en el municipio se presentan en la tabla 57.

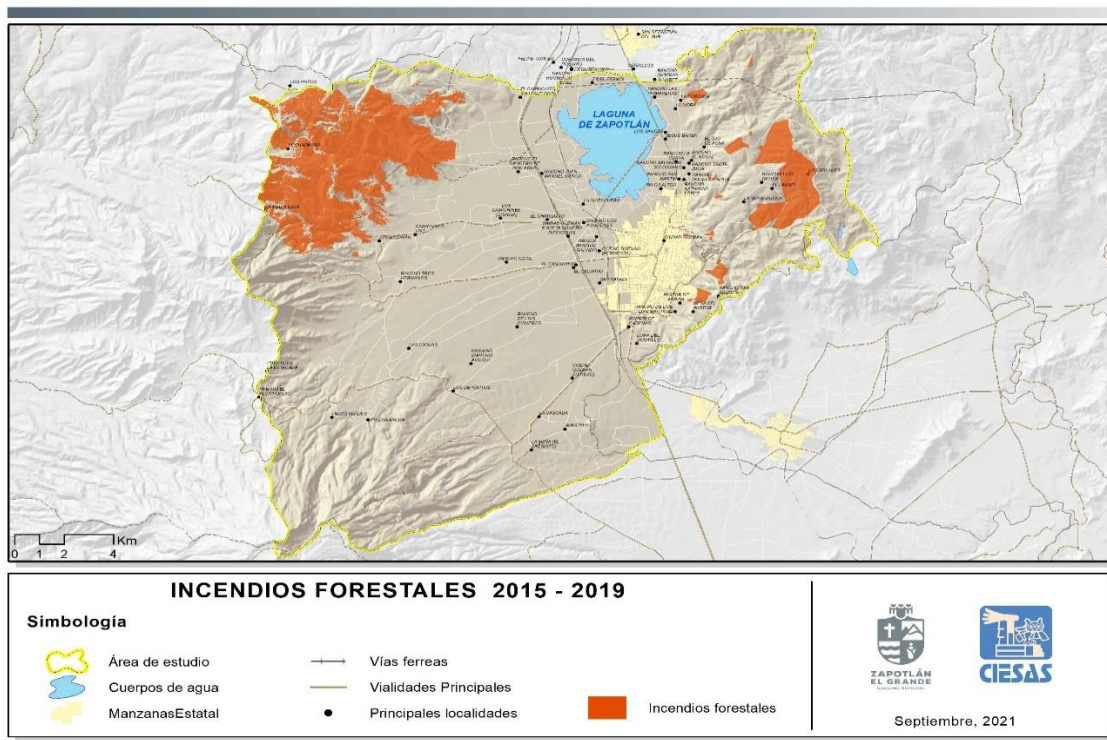
Tabla 57. Número de incendios y superficie afectada por año en Zapotlán el Grande

Año	Superficie afectada en hectáreas	No. de igniciones
2015	1	2
2016	1 634	10
2017	76	8
2018	58	13
2019	11 472	8
Total	13 242	41

Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

La distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales se presenta en el mapa 5, donde se pueden distinguir dos eventos de amplia magnitud ocurridos en 2016 y 2019, los de mayor impacto en la superficie municipal (ver mapa 54).

Mapa 54. Incendios forestales por año en Zapotlán el Grande



Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

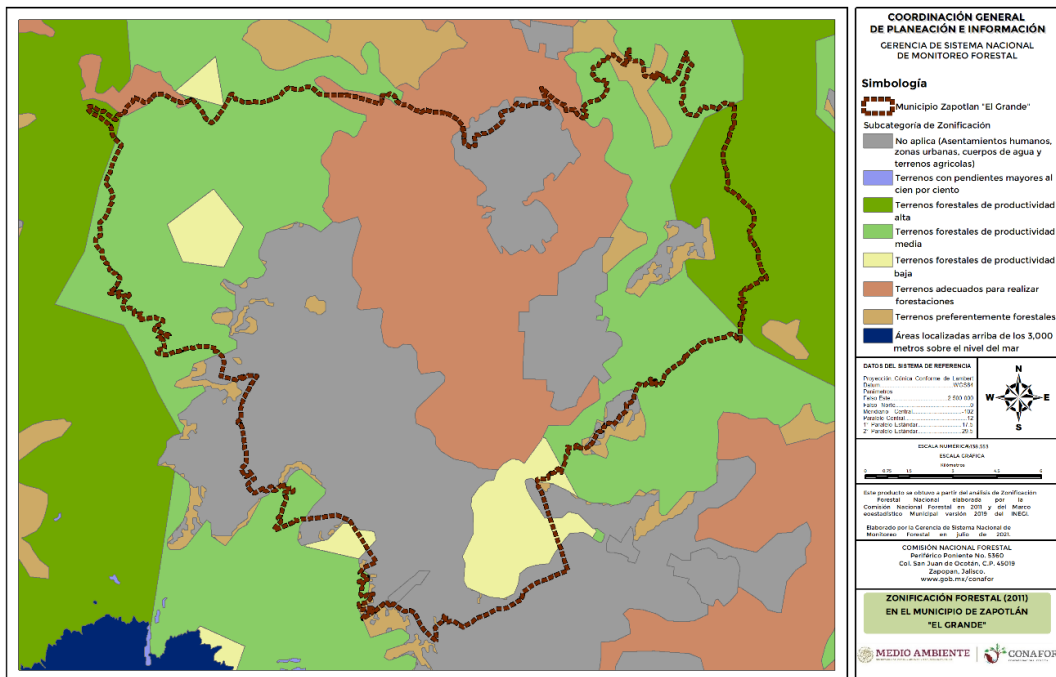
IV.5.3.5 Zonificación forestal de Zapotlán el Grande

La zonificación forestal es una categorización que permite establecer una división del territorio nacional por unidades territoriales homogéneas y diferenciales conforme a ciertos criterios que permitan clasificar áreas de conservación, de producción y de restauración forestal. Esa división, cuando se logra establecer y diferenciar, sirve para la planeación y gestión de la política pública forestal. A quien le toca implementar la zonificación forestal es a la Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (GSNMF) y es una de las encomiendas principales que se establecieron en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento.

El proceso metodológico para generar la zonificación forestal comprende el uso de insumos nacionales (escala nacional) como lo es la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, el conjunto de datos de erosión del suelo, Serie I, que sirve de línea base nacional de degradación de tierras y desertificación, entre otras.

Para el caso de Zapotlán el Grande la zonificación forestal data del 2011 y comprende las divisiones incluidas en los datos del mapa 5. Entre otros se incluyen: superficies en color morado relacionado con terrenos con pendientes mayores al cien por ciento; terrenos forestales de alta productividad que se distinguen con el color verde oscuro; terrenos forestales de productividad media que se identifican con el color verde limón; terrenos forestales de productividad baja que se identifican con el color amarillo; terrenos identificados con el color encarnado que se consideran adecuados para realizar forestaciones; terrenos preferentemente forestales que se identifican con el color café y, finalmente; áreas arriba de 3 000 msnm que se identifican con el color azul oscuro.

Mapa 55. Zonificación forestal de Zapotlán El Grande



Fuente: CONAFOR, Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal.

Otros puntos a destacar del informe compartido por la GSNMF en el mapa 5 nos permite observar que la superficie ocupada por la categoría de “no aplica”, que se identifica con el color gris, corresponde a áreas de asentamientos humanos, zonas urbanas, cuerpos de agua y terrenos agrícolas que representa la mayor superficie municipal, seguida de la de terrenos adecuados para realizar forestaciones. En cuanto a las categorías de uso forestal, podemos identificar dos zonas forestales de productividad media y otra baja en el occidente y hacia la montaña oriente del municipio, que se pueden ver en las UGA 6, 25 y 31. Aparte de las áreas que corresponden a las ANP federal UGA 26, estatal UGA 27 y municipal UGA 6.

IV.6 Balance del cambio de uso del suelo en Zapotlán el Grande

A partir de las imágenes satelitales de 2003, 2015 y 2021 y sus respectivos datos interpretativos, se puede corroborar la mayor incidencia y velocidad del cambio de uso del suelo entre 2015 y 2021. En la primera imagen de 2003 (ver mapa 7) los invernaderos y huertos de aguacate se encontraban en una situación de desarrollo incipiente si se mira la referencia respecto a su situación en 2021. En 2003 apenas se registraba el 0.21% (82 has) de invernaderos respecto del total de las 39 416 has de la superficie municipal. En el caso de las huertas de aguacate y otros frutales como duraznos, se ocupaba el 2.34%, esto es 924 has (ver tabla 2 y mapa 7). Cabe señalar que desde 2003 se registraba una tendencia de ocupación con huertos de frutas en lo que ahora se identifica como la UGA 25 (Ladera oriente del Nevado).

Tabla 58. Tipos de uso de suelo al 2003

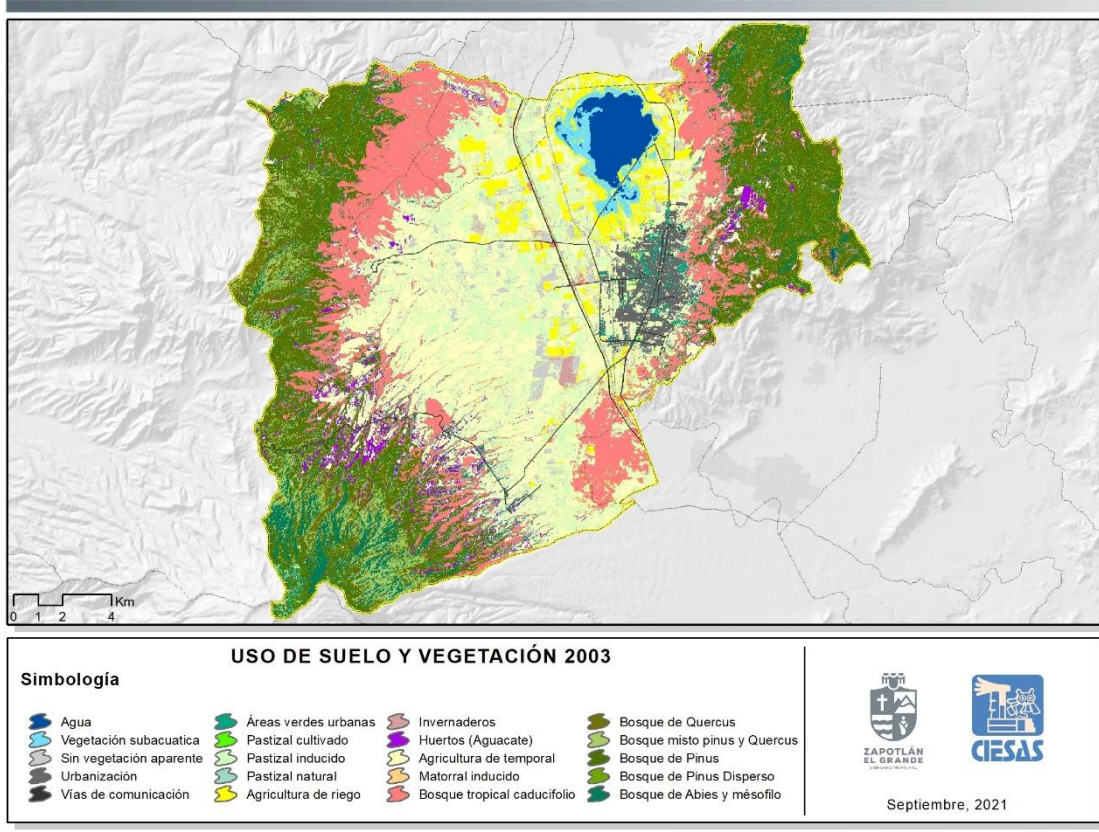
Clase	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Agua	772 6275	772.62	1.96%
Vegetación subacuática	5 092 425	509.24	1.29%
Sin vegetación aparente	12 299 400	1 229.94	3.12%
Urbanización	8 408 250	840.82	2.13%
Vías de comunicación	3 355 200	335.52	0.85%
Áreas verdes urbanas	11 493 450	1 149.34	2.92%
Pastizal cultivado	0	0	0.00%
Pastizal inducido	55 057 725	5 505.77	13.97%
Pastizal natural	1 595 925	159.59	0.40%
Agricultura de riego	15 484 275	1 548.42	3.93%
Invernaderos	823 725	82.37	0.21%
Huertos (frutales y aguacate)	9 241 875	924.18	2.34%
Agricultura de temporal	72 009 675	7 200.96	18.27%
Matorral inducido	3 051 675	305.16	0.77%
Bosque tropical caducifolio	66 048 750	6 604.87	16.76%
Bosque de Quercus	19 551 375	1 955.13	4.96%
Bosque mixto de Pinus y Quercus	16 627 725	1 662.77	4.22%
Bosque de Pinus	65 074 500	6507.45	16.51%

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Bosque de Pinus disperso	8 691 750	869.17	2.21%
Bosque de Abies y mesófilo	12 528 000	1 252.8	3.18%
TOTAL	394 161 950	39 416.19	100.00%

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 03 19 2003.

Mapa 56. Uso de suelo y vegetación al 2003



Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 7,2003-03-19.

Tabla 59. Tipos de ecosistemas al 2003

Tipos de hábitat	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Acuático	1 281.87	3.25%
Artificial	6 110.61	15.50%

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Inducido	13 011.90	33.01%
Natural	19 011.80	48.23%
	39 416.19	100.00%

Fuente: elaboración propia a partir de Imagen Landsat 7,2003-03-19.

Tabla 60. Tipos de hábitat al 2003

Grupo de superficies	Grupos (Ha)	Grupos (%)
Ecosistemas acuáticos	1 281.87	3.25%
Sin vegetación aparente	1 229.94	3.12%
Urbano	2 326	5.90%
Pastizal y matorral	5 971	15.15%
Agricultura	9 756	24.75%
Bosque tropical	6 604.87	16.76%
Bosque templado	12 247.33	31.07%
	39 416.19	100.00%

Fuente:

elaboración propia a partir de imagen Landsat 03 19 2003.

Tabla 61. Clasificación de uso del suelo al 2015

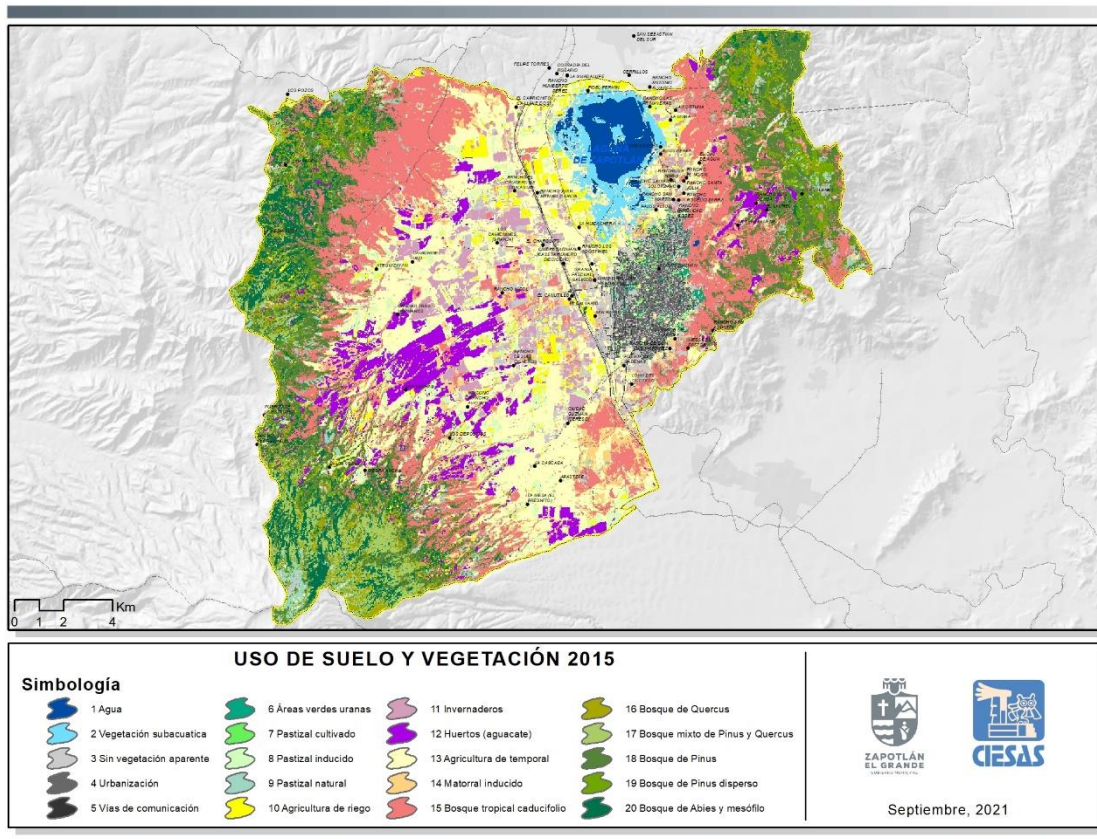
Clase	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Agua	8 036 100	803.61	2.04%
Vegetación subacuática	7 402 500	740.25	1.88%
Sin vegetación aparente	17 487 900	1 748.79	4.44%
Urbanización	6 129 900	612.99	1.56%
Vías de comunicación	2 744 100	274.41	0.70%
Áreas verdes urbanas	1 479 600	147.96	0.38%
Pastizal cultivado	848 700	84.87	0.22%
Pastizal inducido	16 524 900	1 652.49	4.19%
Pastizal natural	14 199 300	1 419.93	3.60%
Agricultura de riego	11 025 900	1 102.59	2.80%
Invernaderos	13 159 800	1 315.98	3.34%
Huertos (aguacate)	22 830 300	2 283.03	5.79%
Agricultura de temporal	72 726 300	7 272.63	18.45%
Matorral inducido	24 080 400	2 408.04	6.11%
Bosque tropical caducifolio	71 902 800	7 190.28	18.24%
Bosque de Quercus	11 505 600	1 150.56	2.92%

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Bosque mixto de Pinus y Quercus	12 058 200	1 205.82	3.06%
Bosque de Pinus	47 718 000	4 771.8	12.11%
Bosque de Pinus disperso	13 104 000	1 310.4	3.32%
Bosque de Abies y mesófilo	19 181 700	1 918.17	4.87%
TOTAL	394 146 000	39 414.60	

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 8, 2015 02 24.

Mapa 57. Uso del suelo y vegetación al 2015



Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 8, 02 24 2015.

En la evolución entre 2003 y 2015 las superficies de Invernaderos y huertas de aguacate suben a 3.34% (1 315 has del total de la superficie municipal) y 5.79 % (2 283 has de la superficie municipal) lo que significa que duplican la superficie ocupada con todas sus implicaciones sobre todo de consumo de agua considerando que por cada kilogramo de *berries* se consumen 1 mil litros de agua y por cada kilogramo de aguacate 600 litros.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Tabla 62. Tipos de ecosistemas al 2015

Grupo de superficies	Grupos (Ha)	Grupos (%)
Ecosistemas acuáticos	1 543.86	3.92%
Sin vegetación aparente	1 748.79	4.44%
Urbano	1 035.36	2.63%
Pastizal y matorral	5 565	14.12%
Agricultura	11 974	30.38%
Bosque tropical	7 190.28	18.24%
Bosque templado	10 356.75	26.28%

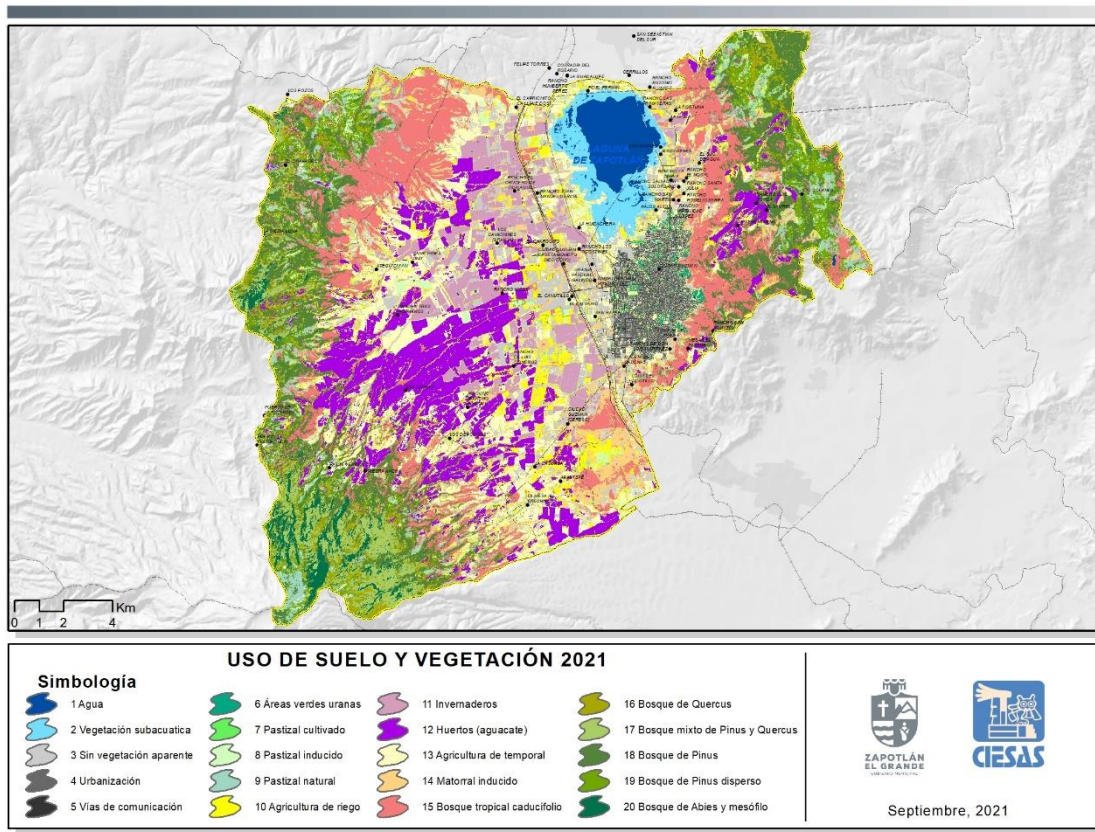
Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 8, 02 24 2015.

Tabla 63. Tipos de hábitat al 2015

Tipos de hábitat	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Acuático	1 543.86	3.92%
Artificial	7 570.62	19.21%
Inducido	11 333.16	28.75%
Natural	18 966.96	48.12%

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Landsat 8 02 24 2015.

Mapa 58. Cambio de uso del suelo al 2021



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Tabla 64. Clasificaciones de uso del suelo al 2021

Clase	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Agua	9 511 600	951.16	2,41%
Vegetación subacuática	8 907 300	890.73	2,26%
Sin vegetación aparente	33 031 400	3 303.14	8,38%
Urbanización	7 519 100	751.91	1,91%
Vías de comunicación	3 245 700	324.57	0,82%
Áreas verdes urbanas	951 600	95.16	0,24%
Pastizal cultivado	1 070 500	107.05	0,27%
Pastizal inducido	6 410 300	641.03	1,63%
Pastizal natural	20 532 300	2 053.23	5,21%
Agricultura de riego	23 498 200	2 349.82	5,96%
Invernaderos	20 352 100	2 035.21	5,16%
Huertos (aguacate)	47 455 300	4 745.53	12,04%
Agricultura de temporal	43 077 300	4 307.73	10,93%
Matorral inducido	19 538 700	1 953.87	4,96%
Bosque tropical caducifolio	55 537 900	5 553.79	14,09%
Bosque de Quercus	11 912 800	1 191.28	3,02%
Bosque mixto de Pinus y Quercus	14 151 700	1 415.17	3,59%
Bosque de Pinus	43 498 000	4 349.8	11,04%
Bosque de Pinus disperso	18 162 500	1 816.25	4,61%
Bosque de Abies y mesófilo	5 796 300	579.63	1,47%
TOTAL	394 160 600	39 416.06	

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Sentinel 2 2021 03 18.

La tabla 64 aporta el dato de que se volvió a duplicar la superficie de invernaderos y huertos de aguacate sin que se tenga clara la condición de los permisos o autorizaciones legales de esos cambios de uso del suelo.

Tabla 65. Tipos de ecosistemas al 2021

Grupo de superficies	Grupos (Ha)	Grupos (%)
Ecosistemas acuáticos	1 841.89	4.67%
Sin vegetación aparente	3 303.14	8.38%
Urbano	1 171.64	2.97%
Pastizal y matorral	4.755	12.06%
Agricultura	13.438	34.09%
Bosque tropical	5 553.79	14.09%
Bosque templado	9 352.13	23.73%

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Sentinel 2 2021 03 18.

Tabla 66. Tipos de hábitat al 2021

Tipos de hábitat	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Acuático	1 841.89	4.67%
Artificial	13 712.39	34.79%
Inducido	6 902.63	17.51%
Natural	16 959.15	43.03%

Fuente: elaboración propia a partir de imagen Sentinel 2, 2021 03 18.

V.7 Tendencias de cambio de uso de suelo y vegetación: proyección futura

Para realizar este apartado se utilizaron dos capas resultantes del análisis satelital de coberturas para hacer las proyecciones de cambio de uso de suelo, la primera con la temporalidad del año 2015 y la segunda del año 2021, se realizó una re-clasificación de los usos del suelo a grupos ecosistémicos, los cuales fueron los siguientes: 1) ecosistemas acuáticos; 2) sin vegetación aparente; 3) urbano; 4) pastizal - matorral; 5) agrícola; 6) bosque tropical; 7) bosque templado. Las dos capas antes mencionadas, se trabajaron en formato raster (rst) compatible con el programa TERSET, esto para realizar el álgebra de mapas requerida para el cálculo de proyección de cambio en el uso de suelo.

V.7.1 Modelador de cambios en el terreno (MCT)

En el programa TERSET, se generó un análisis cuantitativo de los Raster de los años 2015 y 2021, mediante una tabulación cruzada. El MCT permitió generar una Matriz de tabulación cruzada, en la cual se visualizan, persistencias, ganancias, pérdidas, cambio neto y contribuciones entre categorías. (Eastman, 2012). La precisión de la matriz se validó con el comando "Crosstab", el cual genera un dato estadístico Kappa (K). El índice kappa (K) representa la proporción de acuerdos observados más allá del azar respecto del máximo acuerdo posible y más allá del azar.

V.7.2 Autómatas celulares (CA-Markov)

Con el módulo CA-Markov de TERSET se construyeron escenarios espaciales calibrados a partir de la combinación de dos mapas de uso del suelo (2015 y 2021). Se ejecutó con 10 interacciones y un filtro de continuidad de 5*5 píxeles para predecir cambios a partir de una matriz de probabilidad generada por el análisis de similitud y tendencia (Markov chain, TERSET). (Eastman, 2012; Reynoso et al., 2016).

El álgebra de mapas y proyecciones generadas se realizaron de la siguiente manera:

- 2015 – 2021 Proyección a 2030
- 2015 – 2021 Proyección a 2040

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

La evaluación de la similitud entre mapas base y escenarios proyectados se realizó con la función “validate”.

Esta matriz permite saber hacia dónde se orientan los cambios o las tendencias del uso de suelo. A continuación, se muestran los resultados de las proyecciones:

V.7.2.1 Análisis del año 2021 a 2030

Se construyó una matriz de tabulación cruzada para ver las transiciones de superficie en metros cuadrados entre los grupos de usos de suelo antes mencionados, como se muestra a continuación:

Gráfica 20. Matriz de Cambios ecosistémicos 2021-2030

MATRIZ DE CAMBIOS ECOSISTEMICOS 2021 - 2030 [metro ²]								
Tipo 2030								
Tipo 2021	Ecosistemas acuáticas	Sin vegetación aparente	Urbano	Pastizal y matorral	Agricultura	Bosque tropical	Bosque templado	Total
Ecosistemas acuáticas	18987300	0	0	0	232500	0	7700	19227500
Sin vegetación aparente	822600	57793900	4637900	4703200	2912600	968800	17400	71856400
Urbano	0	254800	19487000	167800	0	0	0	19909600
Pastizal y matorral	112100	6546400	1763800	112642100	30624200	592200	154800	152435600
Agricultura	3009700	23753100	2882700	6929900	211903400	50900	9400	248539100
Bosque tropical	1700	12100	64200	17505000	13037500	110598400	894500	142113400
Bosque templado	0	446400	4700	19111800	12553600	555300	240199100	272870900
Total	22933400	88806700	28840300	161059800	271263800	112765600	241282300	926952500

Como se observa en la matriz, se obtuvieron los resultados de las transiciones proyectadas del año 2021 al año 2030 y la permanecía de usos de suelo en la región según las tendencias de comportamiento.

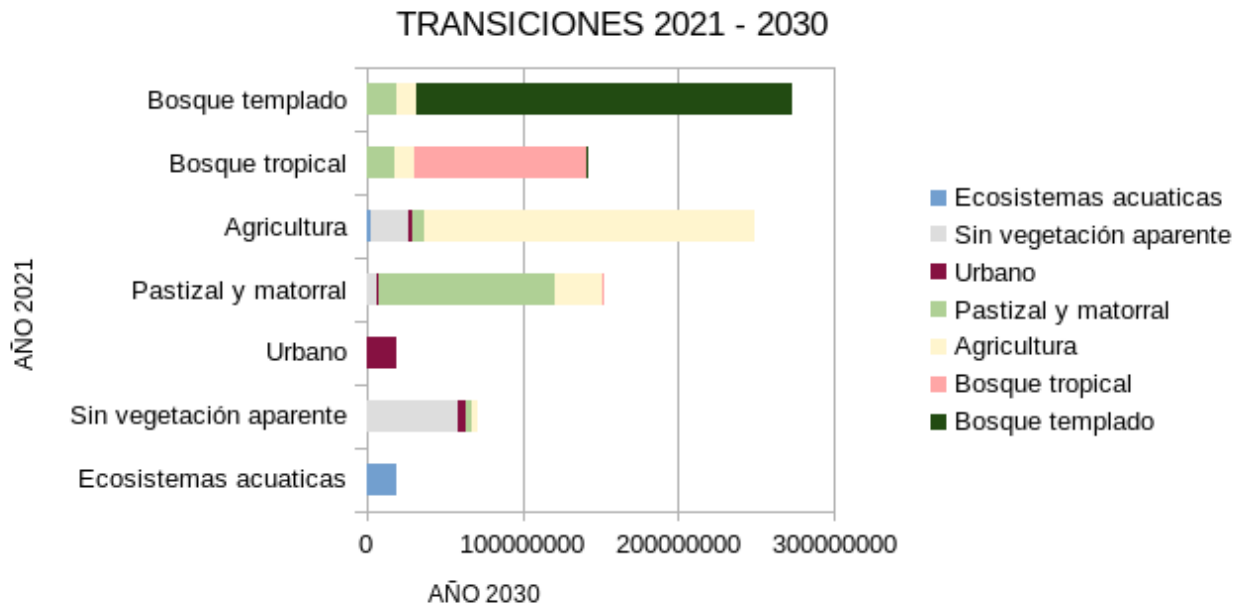
zonas de permanencias del 2021 al 2030

Tabla 67. Áreas Permanentes 2021-2030

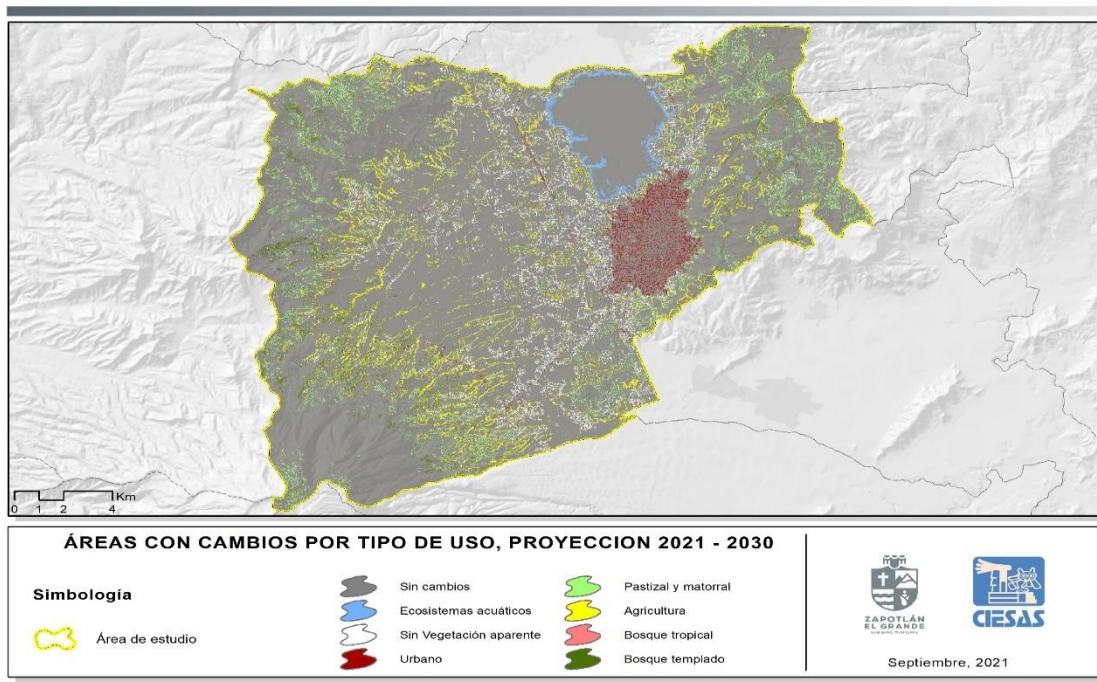
Ecosistemas acuáticos	1898.73
Sin vegetación aparente	5779.39
Urbano	1948.7
Pastizal y matorral	11264.21
Agricultura	21190.34
Bosque tropical	11059.84
Bosque templado	24019.91
Total	77161.12

y la composición de los cambios de cobertura en el periodo quedó de la manera siguiente:

Gráfica 21. Transiciones 2021-2030



Mapa 59. Cambios por tipo de uso de suelo Proyección 2021-2030



Fuente: Elaboración propia

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Las transiciones que en proporción más ocurren hacia el 2030, son la conversión a usos agrícolas que tiene un crecimiento esperado de 745 hectáreas, mientras que la consolidación urbana se proyecta en solamente 482 hectáreas. Estos incrementos representan 5.5% y 41% respecto al área de referencia de cada categoría en 2021. Ese dato representa 1.89% para el uso agrícola y 1.22% de área urbana en el total del área de estudio.

V.7.2.2 Análisis del año 2030 a 2040

La matriz de tabulación cruzada para el periodo simulado 2030 –2040 indica una disminución en la cantidad de superficies que cambian respecto a las dos fechas, esto es debido a que las posibilidades de crecimiento de cada cobertura se están llegando al límite y se van a ver frenadas por las condiciones topográficas que dificultan o vuelven incosteable la expansión de coberturas como la agrícola y la urbanización dado que no es viable seguir creciendo en las mismas condiciones de la década anterior. Más en el caso urbano que cuenta con menos terrenos de mayor aptitud por lo que la tendencia es a contraerse y no seguir creciendo al ritmo que se había urbanizado en la década previa.

Gráfica 22. Matriz de Cambios Ecosistémicos 2021-2040

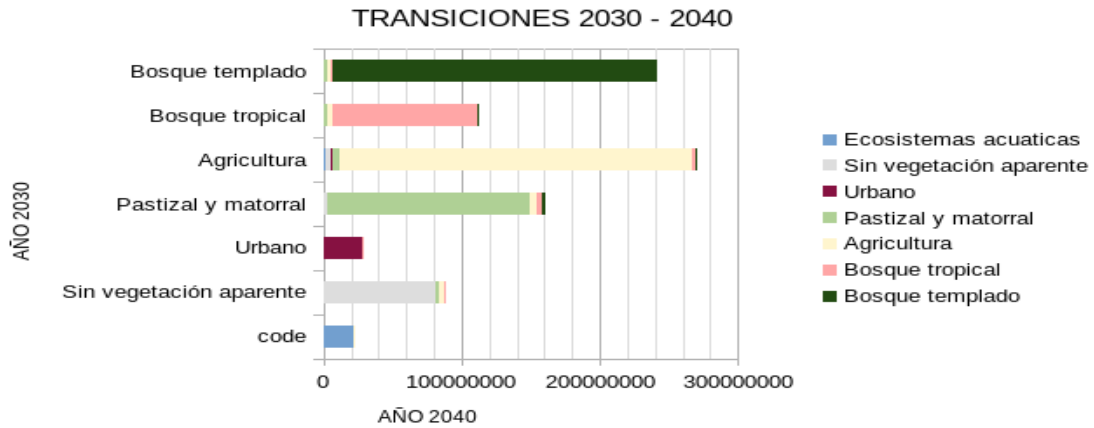
MATRIZ DE CAMBIOS ECOSISTEMICOS 2021 - 2040 [metre ²]								
Tipo 2040								
Tipo 2021	Ecosistemas acuáticas	Sin vegetación aparente	Urbano	Pastizal y matorral	Agricultura	Bosque tropical	Bosque templado	Total
Ecosistemas acuáticas	18983500	0	0	0	232600	0	11400	19227500
Sin vegetación aparente	974900	58987000	4438300	4079900	2616400	753200	6700	71856400
Urbano	0	184700	19648600	76300	0	0	0	19909600
Pastizal y matorral	125200	6000300	1571400	114656200	29729300	330900	22300	152435600
Agricultura	3691500	23448400	3076800	6654300	211605300	60300	2500	248539100
Bosque tropical	900	2300	29500	16962800	13061800	111308000	728100	142113400
Bosque templado	0	183700	4700	18629800	13174000	356900	240521800	272870900
Total	23776000	88806400	28769300	161079300	270419400	112809300	241292800	926952500

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la matriz, los resultados de las transiciones proyectadas entre el año 2030 y 2040 tuvieron cierta detención en su crecimiento eso es congruente con la tendencia de permanecía en los usos de suelo en la región, conforme las tendencias observadas y la dificultad de mantener un crecimiento constante y siempre más elevado.

V.7.2.3 zonas de permanencias del 2030 al 2040

Gráfica 23: Transiciones 2030-2040



Fuente: Elaboración propia

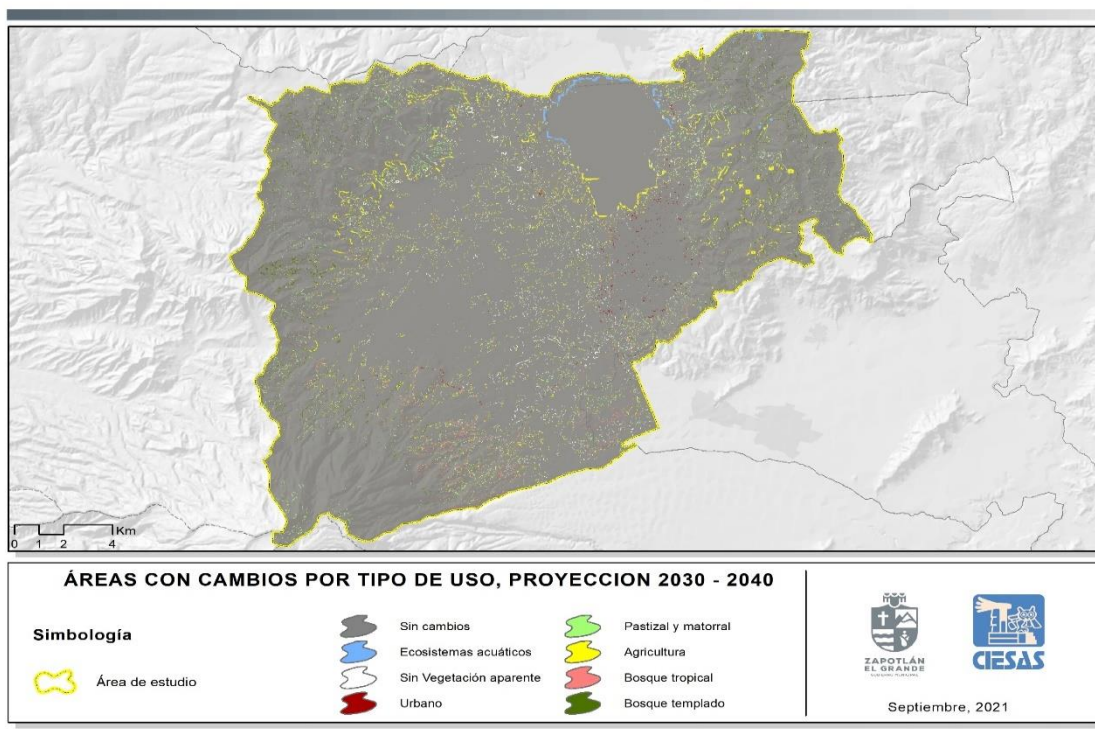
Tabla 68. Áreas permanentes 2030 a 2040 has

Ecosistemas acuáticos	2209.15
Sin vegetación aparente	8048.36
Urbano	2737.1
Pastizal y matorral	14676.23
Agricultura	25424.02
Bosque tropical	10560.85
Bosque templado	23499.98
Total	87155.69

Fuente: Elaboración propia

La composición de los cambios de cobertura en el periodo se presenta en el mapa 11.

Mapa 60. Proyección de cambios de uso del suelo 2030-2040



La buena noticia es, que si se encuentran saludables los ecosistemas naturales y se evita la fragmentación de las áreas de bosques, se podrán mantener posibilidades de un desarrollo sustentable en la mayor parte del territorio y detener el deterioro creciente.

V.8 La construcción de escenarios

El Modelo socioambiental que sirvió para presentar las variables claves, ahora nos sirve para dar otro paso en la comprensión de la dinámica territorial de Zapotlán el Grande que se caracteriza por las interrelaciones complejas que existen entre todos los elementos que concurren y se identifican en las cinco columnas principales (ver figura 27. p. 7) 1) base territorial o sistema de cuencas; 2) componentes naturales; 3) factores socioambientales; 4) componente urbano-rural; y 5) las actividades de los seis sectores determinantes del cambio o contención de los usos de suelo: agroecología, agricultura protegida, agricultura con movimiento de tierras, crecimiento urbano, industria contaminante y conservación.

Las relaciones complejas entre sectores, elementos naturales y los distintos componentes se manejan en cinco ejes partiendo del lado izquierdo de la figura que identifica al sistema de cuencas (punto que marca la base territorial): cuenca alta, cuenca media, y cuenca baja; en el segundo eje se representan las interrelaciones de los cinco elementos naturales clave: agua superficial, agua subterránea, suelos, atmósfera y biodiversidad [los cuáles pueden registrar variables (+ o =)]. En el tercer eje se identifican los factores transversales: conservación, cambio climático, gobernabilidad y resiliencia, que pueden registrar variables (+ 1; + - 2; +- 3), Así como las políticas ambientales que definen la mejor manera de cuidar las distintas zonas del territorio: protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable. En el cuarto eje se representa el componente urbano y rural, así como el factor poblacional, y el rol especial que se concede a los planes y programas gubernamentales. En el quinto eje se presentan las actividades socioeconómicas relevantes desarrolladas por los sectores del municipio y en especial los más determinantes para los cambios de uso de suelo y que detonan conflictos ambientales en varias partes del municipio. Para el caso del municipio de Zapotlán se consideran: la agricultura con movimiento de suelos (huertas de aguacate), agricultura protegida (berries) agroecología (sin movimiento de tierras), crecimiento urbano, industria contaminante y conservación.

Para efectos de simplificación del modelo, se compactaron lo más posible los puntos de interrelación para evitar el factor de dispersión. En ese sentido el modelo socioambiental, se concentra en establecer rutas de ida y vuelta con la idea de incluir el espectro del mayor número posible de interacciones e impactos entre sectores, sus actividades e intereses comprendidos en todas las columnas que comprenden el impacto de las actividades en el territorio., aparte del dato de ponderación sobre el estado actual de cada elemento o componente.

V.8.1 Proceso metodológico

Para ajustar el manejo de las proyecciones se requiere establecer las principales variables o factores ambientales y naturales que definen las relaciones entre sectores y actores dentro del territorio municipal. Para cada variable, se busca diferenciar la condición o estado actual respecto del estado «deseado», además de establecer variables a combinar en los cinco ejes del modelo socioambiental. Con base en ello se construye una matriz de impactos pareados que se interrelacionaron entre sí.

Posteriormente, se aplica un método deductivo para definir y cuantificar las relaciones entre las diferentes variables ambientales, naturales y las representaciones del territorio. Se calificaron como positivos o negativos, según su origen y el tipo de impacto generado hacia la variable que lo recibe. Como negativos se consideraron aquellos puntos cuya degradación o transformación afecta algunas de las variables del modelo socioambiental, además se consideró la competencia territorial que existe entre los sectores y se definió si había o no compatibilidad. Al ser compatibles se asignó el signo positivo y al ser incompatibles el signo negativo, donde no se encontraron relaciones obligadas para la interacción se consideró neutra.

Con base en el método de asignación de valores con criterios preestablecidos (Druinker, Beans), se estableció un sistema dentro de un parámetro de +1 a +3 y de -1 a -3, para determinar el nivel y la tendencia de relación a considerar en cada cruzamiento. Finalmente, se calificó la fortaleza intrínseca de cada variable como el punto de arranque o condición inicial del pronóstico con unos valores normalizados.

Se siguió el programa predictivo denominado Ksim (Kane, 2004), cuya base matemática es fundamental para pronosticar dentro de un marco de simulación las tendencias de la base territorial, los elementos naturales, los factores transversales, los elementos rural-urbanos y las actividades de los nueve sectores (simplificados en los de mayor impacto) para el ejercicio, como: 1) agroecología, 2) agricultura protegida, 3) agricultura con movimiento de tierras, 4) crecimiento urbano, 5) industria no contaminante y 6) conservación. Dichas actividades sectoriales dentro de un contexto del sistema de cuencas (unidades de paisaje) y factores ambientales. A fin de cuentas, se generaron los tres escenarios de la cuenca del lago Zapotlán (tendencial, contextual y estratégico) y se corrió para cada uno de los escenarios que representaban el corto plazo (10 años), luego el de mediano (25 años) y finalmente el de largo plazo (50 años).

Para el ejercicio se describen y aprecian las tendencias actuales tal cual son, sin ninguna intervención significativa (escenario tendencial). En un segundo paso, en vías de modificar las tendencias actuales, se considera el impacto de los programas de gobierno (escenario contextual). En un tercer ejercicio se busca proyectar el estado deseable a partir de los contenidos de los talleres participativos. Con estos elementos bosquejados en la Imagen Objetivo y el modelo socioambiental para realizar las proyecciones propias del escenario estratégico.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

V.8.2 Escenario tendencial

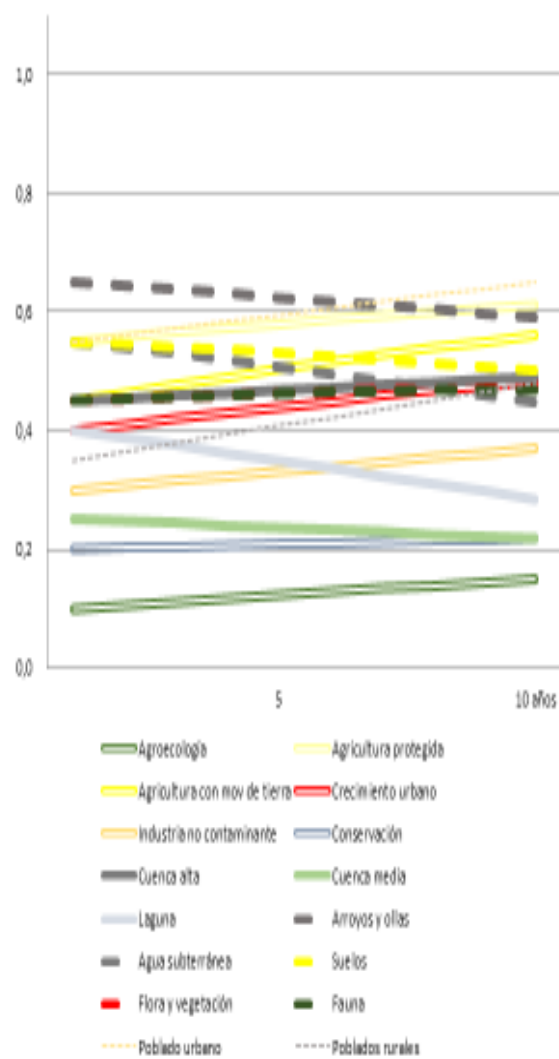
Tabla 69 escenario Tendencial a 10 años

Escenario tendencial 10 años

Variable Ambiental	Condición Inicial (0 a 1)	Interacción de variables (rango de -3 a 3)																		
		Agropecuaria protegida	Agropecuaria sin proteger	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyos y ríos	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Reserva	Poblado urbano	Poblado rural	Programa de Gobierno		
Agropecuaria	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1		
Agropecuaria protegida	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	1	1	0	
Agropecuaria sin proteger	0.45	-1	-1	0	0	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	1	0	0	
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Conservación	0.20	0	0	0	0	-2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Arroyos y ríos	0.55	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	0	
Agua subterránea	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Suelos	0.55	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	
Flora y vegetación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0	
Reserva	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1	
Poblado rural	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1	
Programa de Gobierno	0.35																			
	Condición Inicial	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.55	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35		
	Condición Final	0.23	0.68	0.68	0.59	0.47	0.23	0.54	0.14	0.19	0.10	0.47	0.22	0.38	0.45	0.43	0.79	0.67		
	El tendencial a 10 años	0.13	0.13	0.23	0.19	0.17	0.03	0.09	-0.11	-0.11	-0.30	-0.18	-0.33	-0.17	-0.00	-0.02	0.24	0.32		

Gráfica 29. Escenario Tendencial a 10 años

Escenario tendencial 10 años



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

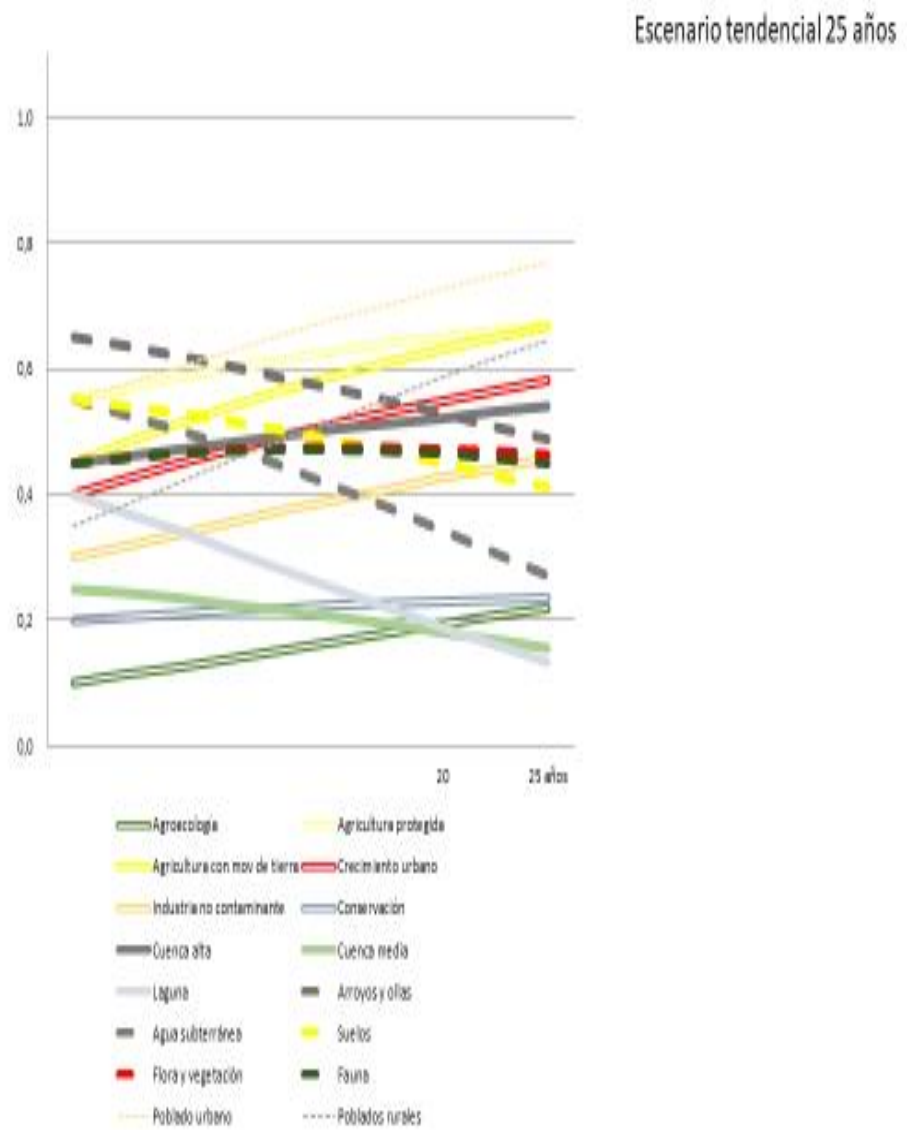
Tabla 70. Escenario Tendencial a 25 años

Escenario tendencial 25 años

Variable Ambiental	Condición base (0 a 1)	Influencia de variables tiempo (t-1 a 3)																	
		Agropecuaria	Agricultura protegida	Agricultura sin riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Pausa	Poblado urbano	Poblado rural	Programa de Gobierno
Agropecuaria	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Agricultura protegida	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	1	1	0
Agricultura con riego de tierra	0.45	-1	-1	0	0	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	1	0	0
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Conservación	0.20	0	0	0	0	-2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Arroyo y riego	0.65	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	0
Agua subterránea	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Suelos	0.55	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0
Flora y vegetación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	0
Pausa	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1
Poblado rural	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1
Programa de Gobierno	0.35																		
		Agropecuaria	Agricultura protegida	Agricultura sin riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Pausa	Poblado urbano	Poblado rural	
	Condición base	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.65	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35	
	Condición Real	0.32	0.73	0.76	0.68	0.63	0.20	0.59	0.01	0.05	0.00	0.16	0.00	0.06	0.17	0.13	0.95	0.91	
	Diferencia a 25 años	0.22	0.18	0.31	0.28	0.33	-0.00	0.14	-0.24	-0.25	-0.40	-0.49	-0.55	-0.49	-0.28	-0.32	0.40	0.56	

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Gráfica 30 Escenario tendencial a 25 años



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

V.8.2 Escenario contextual

Tabla 71. Escenario contextual a 10 años

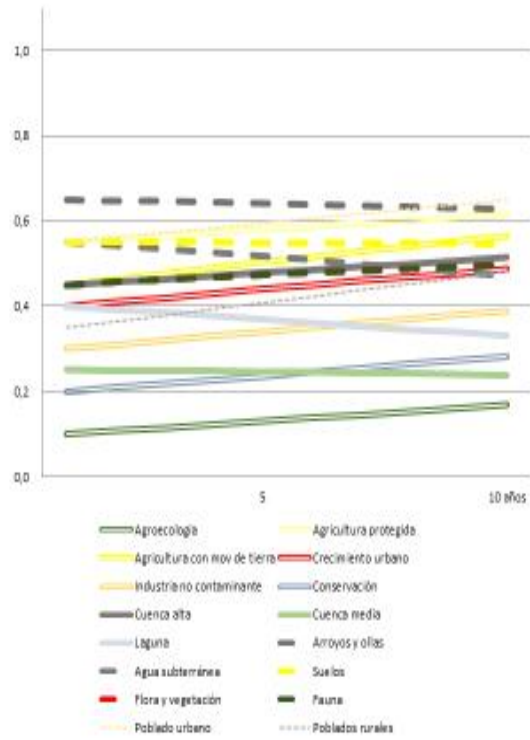
Escenario contextual 10 años

Variable Ambiental	Condición inicial (0 a 1)	Iniciación de variables tiempo (t+10)																	
		Agropecuaria protegida	Agropecuaria con modelo tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyos y ríos	Agua subterránea	Suelos	Forestal y vegetación	Forestal	Poblado urbano	Poblado rurales	Programa de Gobierno	
Agropecuaria	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Agropecuaria protegida	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	1	1	0
Agropecuaria con modelo tierra	0.45	-1	-1	0	0	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	1	0	0
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Conservación	0.20	0	0	0	0	-2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	3
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Arroyos y ríos	0.65	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	2
Agua subterránea	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Suelos	0.55	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	2
Forestal y vegetación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	1
Forestal	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1
Poblado rurales	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1
Programa de Gobierno	0.35																		
		Agropecuaria protegida	Agropecuaria con modelo tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyos y ríos	Agua subterránea	Suelos	Forestal y vegetación	Forestal	Poblado urbano	Poblado rurales		
Condición Inicial	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.65	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35		
Condición Final	0.31	0.68	0.70	0.60	0.51	0.43	0.62	0.20	0.26	0.20	0.57	0.28	0.52	0.55	0.54	0.79	0.68		
El tendiente a 10 años	0.21	0.13	0.25	0.20	0.21	0.23	0.17	-0.05	-0.04	-0.20	-0.08	-0.27	-0.03	0.10	0.09	0.24	0.33		

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Gráfica 31. Escenario Contextual a 10 años

Escenario contextual 10 años



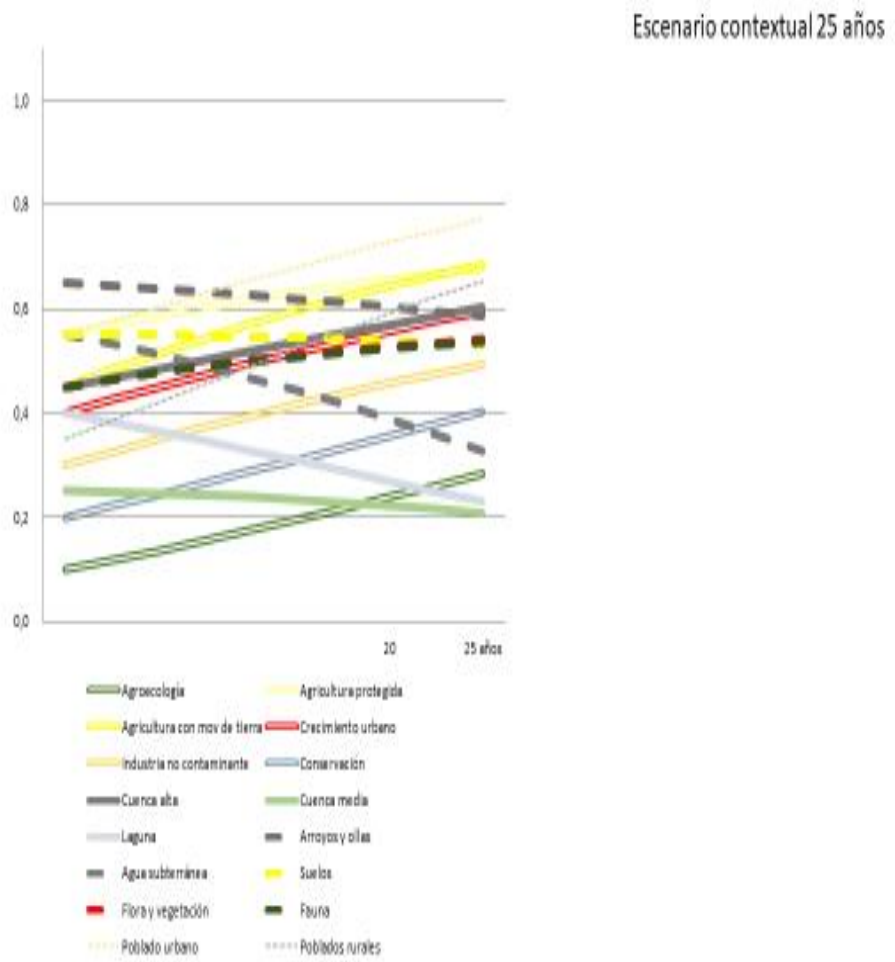
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Tabla 72. Escenario Contextual a 25 años

Escenario contextual 25 años

Variable Ambiental	Condición inicial (0 a 1)	Horizonte de análisis (tempo de 1 a 3)																	
		Agricultura protegida	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Fauna	Poblado urbano	Poblado rurales	Programa de Gobierno	
Agricultura protegida	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Agricultura con riego de tierra	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	1	1	0
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Conservación	0.20	0	0	0	0	-2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	3
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Arroyo y riego	0.65	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	2
Agua subterránea	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Suelos	0.55	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	2
Flora y vegetación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	1
Fauna	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1
Poblado rurales	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1
Programa de Gobierno	0.35																		
		Agricultura protegida	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Fauna	Poblado urbano	Poblado rurales		
Condición Inicial	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.65	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35		
Condición Final	0.58	0.73	0.85	0.76	0.61	0.70	0.81	0.08	0.20	0.03	0.41	0.01	0.44	0.58	0.56	0.95	0.92		
Tendencia a 25 años	0.48	0.18	0.40	0.36	0.31	0.50	0.36	-0.17	-0.10	-0.37	-0.24	-0.54	-0.11	0.13	0.11	0.40	0.57		

Gráfica 32. Escenario Contextual a 25 años



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

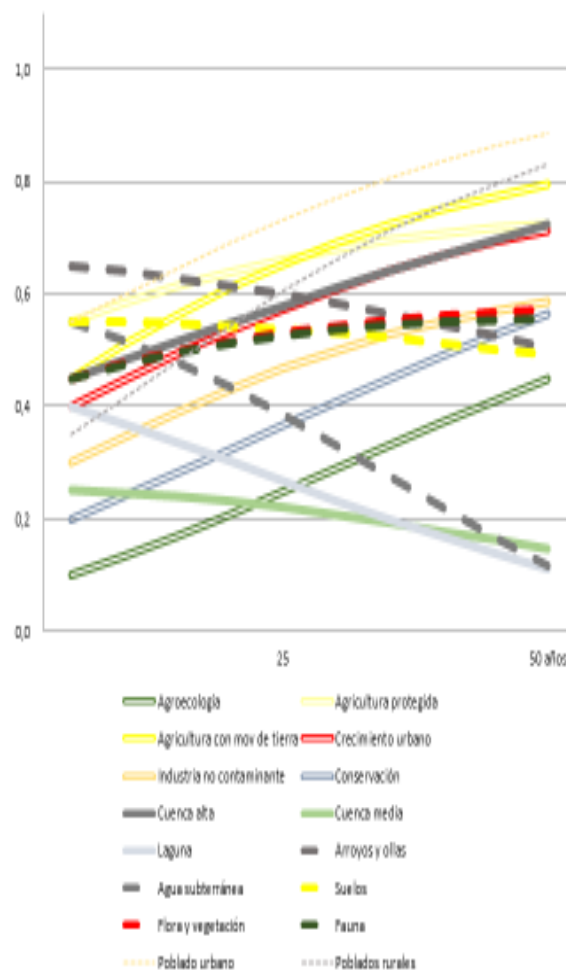
Tabla 73. Escenario Contextual a 50 años

Escenario contextual 50 años

Variable Ambiental	Condición base (0 a 1)	Iniciación de variables (rango de -3 a 3)																	
		Agricultura protegida	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Aguas subterráneas	Suelo	Forestación	Forestación	Poblado urbano	Poblado turístico	Programa de Gobierno	
Agricultura protegida	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Agricultura con riego de tierra	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	0	-1	-1	1	1	0
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	0
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Conservación	0.20	0	0	0	0	-2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	3
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Arroyo y riego	0.65	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	2
Aguas subterráneas	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Suelo	0.65	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	2
Forestación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	0	1
Forestación	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1
Poblado turístico	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1
Programa de Gobierno	0.35																		
		Agricultura protegida	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyo y riego	Aguas subterráneas	Suelo	Forestación	Forestación	Poblado urbano	Poblado turístico		
Condición base	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.65	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35		
Condición Final	0.79	0.71	0.92	0.87	0.59	0.90	0.95	0.01	0.17	0.00	0.16	0.00	0.36	0.54	0.54	0.99	0.99		
Tendencia a 50 años	0.69	0.16	0.47	0.47	0.29	0.70	0.50	-0.24	-0.13	-0.40	-0.49	-0.55	-0.19	0.09	0.09	0.44	0.64		

Gráfica 33, Escenario contextual a 50 Años

Escenario contextual 50 años



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

V.8.3 Escenario estratégico

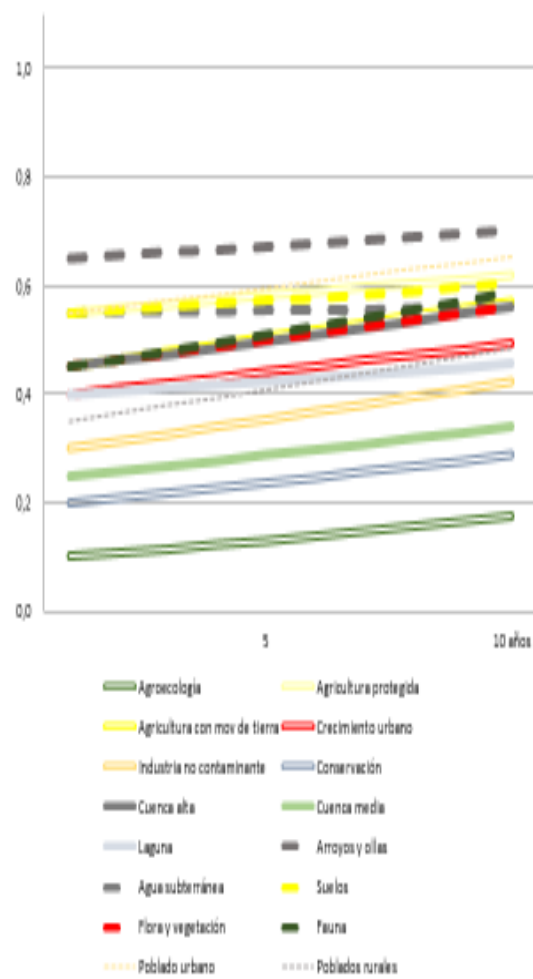
Tabla 74. Escenario Estratégico a 10 años

Escenario estratégico 10 años

Variable Ambiental	Condición basal (0 a 1)	Horizonte de análisis (año de 1 a 3)																	
		Agricultura estratégica	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyos y ríos	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Fuera	Poblado urbano	Poblado rurales	Figuras de Gobierno	
Agricultura	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Agricultura protegida	0.55	-1	0	-1	0	1	-1	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	1	1	0	
Agricultura con riego de tierra	0.45	-1	-1	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	1	0	0	
Crecimiento urbano	0.40	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	-1	0	
Industria no contaminante	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Conservación	0.20	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	2	3	3	3	0	0	3	
Cuenca alta	0.45	0	0	1	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	0	1	
Cuenca media	0.25	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	
Cuenca baja	0.30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	
Laguna	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
Arroyos y ríos	0.65	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	-1	1	1	-1	0	2
Agua subterránea	0.55	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Suelos	0.55	1	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0	2	
Flora y vegetación	0.45	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	0	2	0	1	
Fuera	0.45	0	-1	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Poblado urbano	0.55	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	1	1
Poblado rurales	0.35	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Programa de Gobierno	0.35																		
		Agricultura estratégica	Agricultura con riego de tierra	Crecimiento urbano	Industria no contaminante	Conservación	Cuenca alta	Cuenca media	Cuenca baja	Laguna	Arroyos y ríos	Agua subterránea	Suelos	Flora y vegetación	Fuera	Poblado urbano	Poblado rurales		
	Condición basal	0.10	0.55	0.45	0.40	0.30	0.20	0.45	0.25	0.30	0.40	0.65	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.35	
	Condición Final	0.36	0.73	0.75	0.65	0.62	0.47	0.75	0.53	0.58	0.60	0.79	0.58	0.72	0.76	0.81	0.81	0.71	
	La tendencia (0 a 1)	0.26	0.18	0.30	0.25	0.32	0.27	0.30	0.28	0.28	0.20	0.14	0.03	0.17	0.31	0.36	0.26	0.36	

Gráfica 34. Escenario estratégico a 10 años

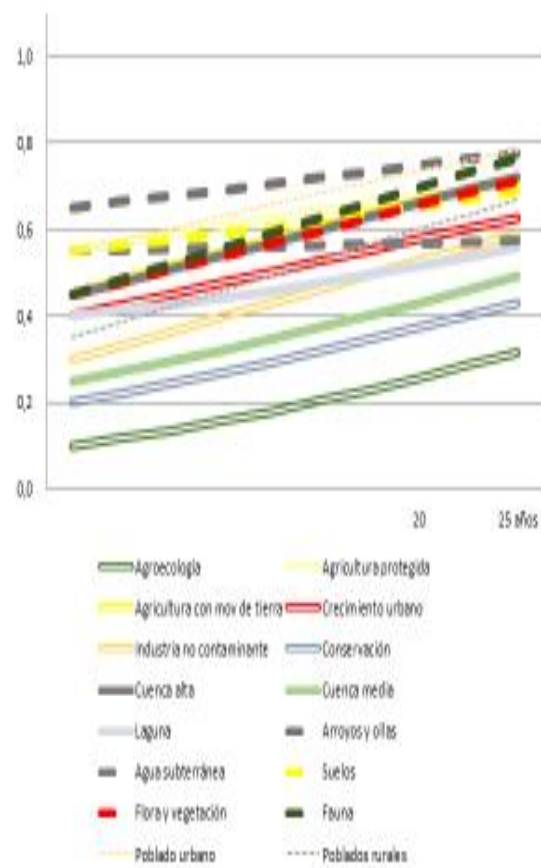
Escenario estratégico 10 años



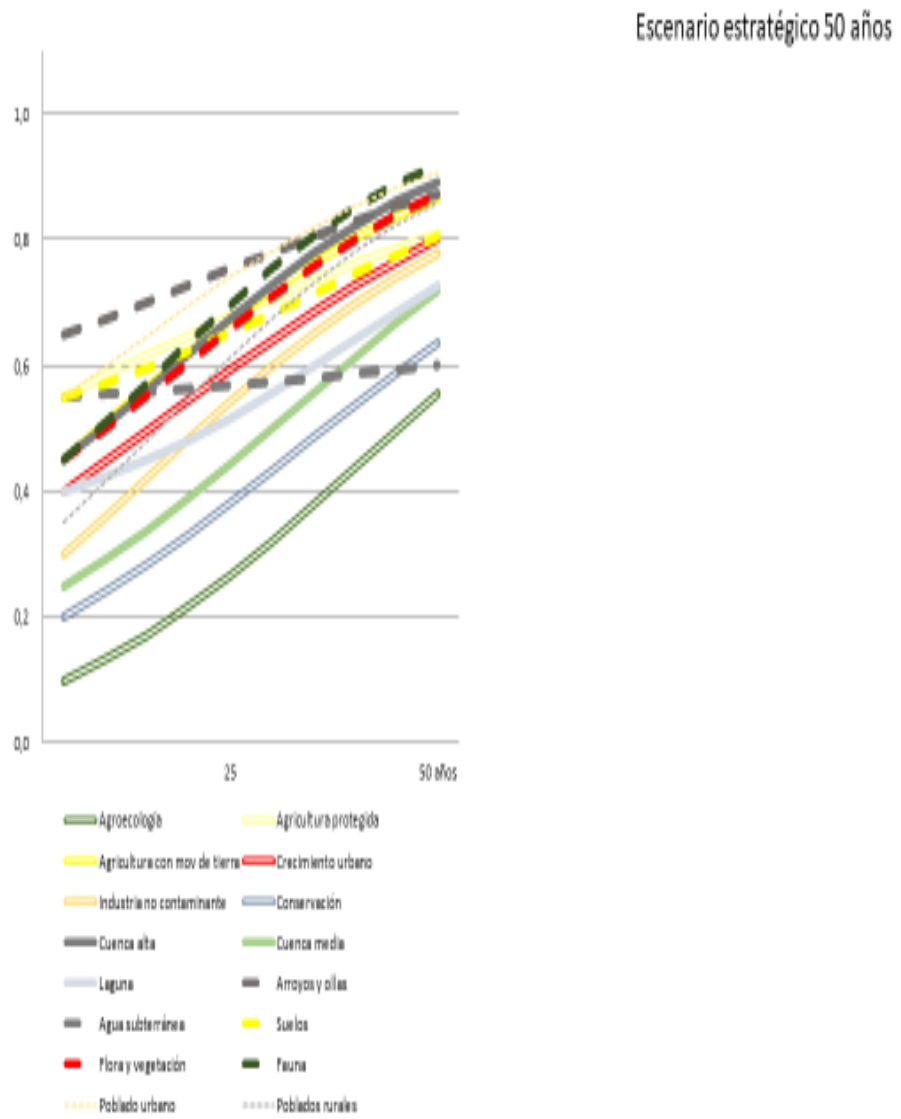
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Gráfica 35. Escenario estratégico a 25 años

Escenario estratégico 25 años



Grafica 36. Escenario estratégico a 50 años



V.9 Proyección a futuro de consumo de agua por habitante en Zapotlán el Grande.

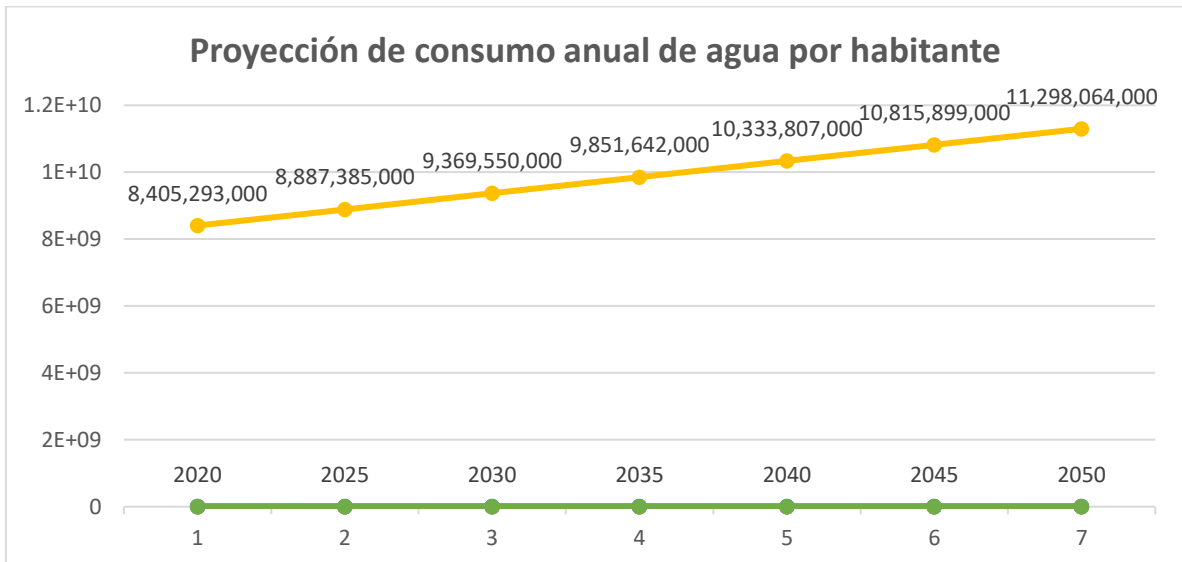
Para la siguiente proyección de consumo de agua por habitante en el municipio de Zapotlán el Grande, se utilizó la proyección de población a futuro presentada en la sección II.8.1 Tendencia demográfica, y considerando un consumo de 200 litros diarios por ciudadano. La proyección de los quinquenios es por 30 años.

Tabla 79. Consumo de agua por habitante al año

Quinquenio	Población	Consumo Hab. Lts. /día	Proyección del Consumo por habitante/Año		
			Lts. / Año	m ³ /Año	Hm ³ / Año
2020	115141	200	8,405,293,000	8,405,293	8.41
2025	121745	200	8,887,385,000	8,887,385	8.89
2030	128350	200	9,369,550,000	9,369,550	9.37
2035	134954	200	9,851,642,000	9,851,642	9.85
2040	141559	200	10,333,807,000	10,333,807	10.33
2045	148163	200	10,815,899,000	10,815,899	10.82
2050	154768	200	11,298,064,000	11,298,064	11.30

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 37. Consumo de agua anual por habitante



Fuente. Elaboración propia

V.9.1 Proyección a futuro de consumo de agua por hectárea de aguacate en Zapotlán el Grande.

En las siguientes tablas se muestra la producción anual de aguacate por hectárea. Para esta proyección se han tomado tres fuentes: *Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate en Michoacán*, elaborado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIPAF); “Estudio técnico de aguacateras en el estado de Jalisco” del Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco (IIEG); y de la información histórica recaba de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Como los datos de cada una de ellas difieren en cantidad de hectárea sembrada, se ha elaborado tres escenarios de proyección. Uno crítico, obtenido de la información de IFIPAP; uno moderado proveniente del documento del IIEG; y finalmente uno bajo, sacado de la información proveída del SIAP. En los dos primeros escenarios, la proyección se realizó conforme a los datos previos del SIAP: se tomó la variación de los quinquenios expuestos por SIAP. La razón corresponde a que no se cuentan datos para realizar la variación del IIEG ni del IFIPAP. En estas proyecciones se tomó como base la información del documento citado del IFIPAP en donde indica que para cada hectárea de aguacate sembrada se utilizan 700m³ de agua.

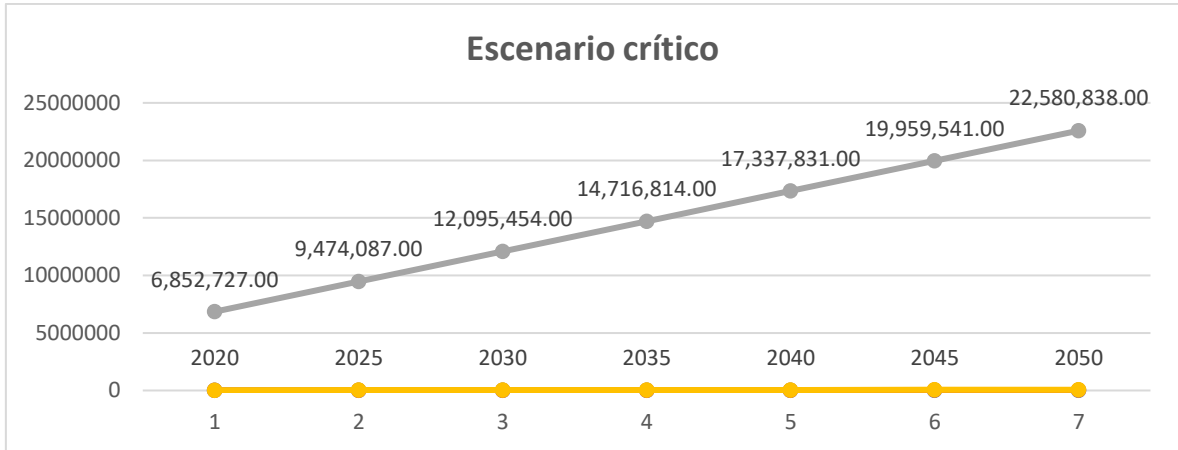
La tabla siguiente muestra el escenario crítico en torno a la siembra de aguacate en Zapotlán el Grande. Los datos muestran que el consumo anual de metros cúbicos asciende a 6,852,727, lo que representa un consumo diario de 18,774.59 m³. En un lapso de 30 años que presenta la proyección, el consumo tenderá a subir a un 329%:

Tabla 80. Escenario crítico de consumo de agua por aguacate.

INIFAP			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual m ³	Consumo diario m ³
2020	9,789.61	6,852,727.00	18,774.59
2025	13,534.41	9,474,087.00	25,956.40
2030	17,279.22	12,095,454.00	33,138.23
2035	21,024.02	14,716,814.00	40,320.04
2040	24,768.33	17,337,831.00	47,500.91
2045	28,513.63	19,959,541.00	54,683.67
2050	32,258.34	22,580,838.00	61,865.31

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 38. Escenario crítico por consumo de agua por aguacate



Fuente. Elaboración propia

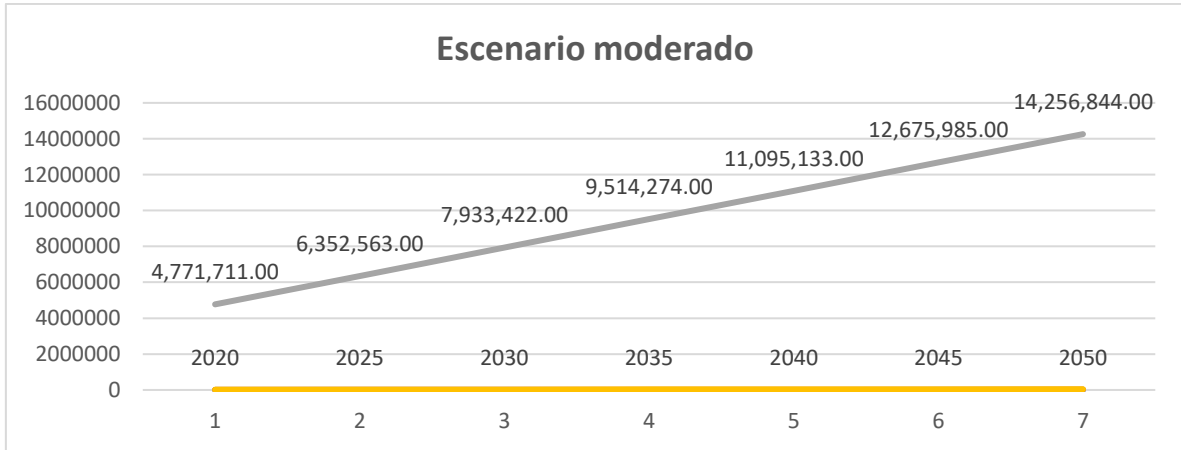
La tabla del escenario moderado del IIEG es el escenario moderado. En éste, el punto de partida nos indica las hectáreas anuales sembradas son 6,816.73, lo que asciende a consumo de 4,771,711 m³ anual. En el periodo de 30 años se incrementará un 208%:

Tabla 81. Escenario Moderado de consumo de agua por aguacate

IIEG			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual m³	Consumo diario m³
2020	6,816.73	4,771,711.00	13,073.18
2025	9,075.09	6,352,563.00	17,404.28
2030	11,333.46	7,933,422.00	21,735.40
2035	13,591.82	9,514,274.00	26,066.50
2040	15,850.19	11,095,133.00	30,397.62
2045	18,108.55	12,675,985.00	34,728.73
2050	20,366.92	14,256,844.00	39,059.85

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 39. Escenario Moderado por consumo de aguacate



Fuente. Elaboración propia

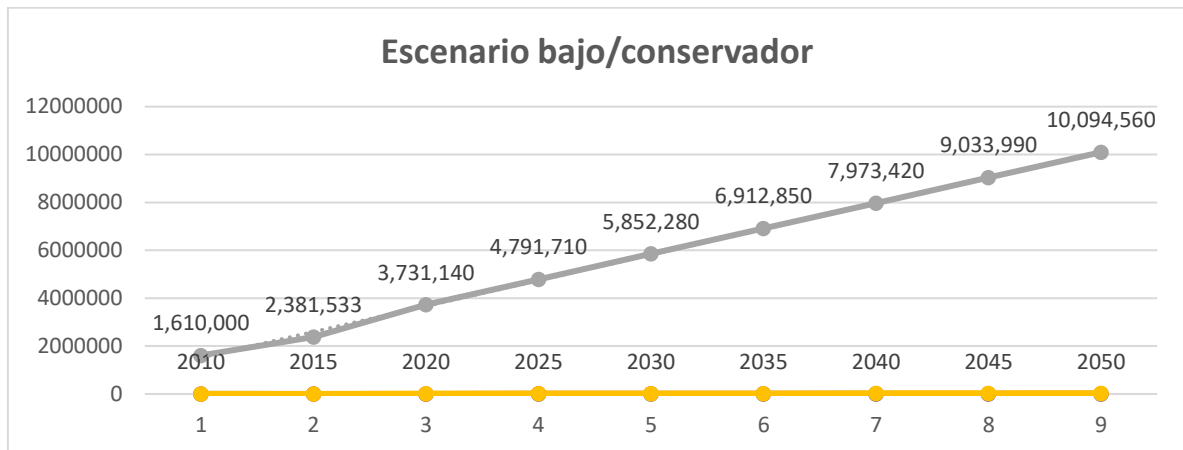
El escenario bajo o conservador representa un aumento de un 147% respecto al periodo 2020 que asciende a 1,610,000 m³ de consumo anual. La proyección, al igual que las tablas anteriores, estima un periodo de 30 años, finalizando en 10, 094, 560 de m³ de consumo hacia el 2050:

Tabla 82. Escenario bajo de consumo de agua por cultivo de aguacate

SIAP			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual m ³	Consumo diario m ³
2010	2,300.00	1,610,000	4,410.96
2015	3,402.19	2,381,533	6,524.75
2020	5,330.20	3,731,140	10,222.30
2025	6,845.30	4,791,710	13,127.97
2030	8,360.40	5,852,280	16,033.64
2035	9,875.50	6,912,850	18,939.32
2040	11,390.60	7,973,420	21,844.99
2045	12,905.70	9,033,990	24,750.66
2050	14,420.80	10,094,560	27,656.33

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 40. Escenario Bajo de Consumo de agua por aguacate



Fuente. Elaboración propia

Proyección a futuro de consumo de agua por hectárea de frambuesa en Zapotlán el Grande.

De acuerdo con el documento “La agricultura por contrato: Berries en Jalisco” (Cih, Moreno, Sandoval: 2016) en cita de Benavides (2012), los *berries* contienen un subgrupo el cual está dividido en fresa (*strawberry*), la frambuesa (*raspberry*), los arándanos (*blueberry*) y la mora o zarzamora (*blackberry*). Para las siguientes proyecciones, se han tomado dos perspectivas. La primera consiste en tomar cada siembra del subgrupo de berrie, esto es, frambuesa y zarzamora. La segunda estará tratada en su conjunto como berries, es decir, frambuesa y zarzamora juntos. Los casos de la fresa y arándano no presentan datos en 2020, por lo que la proyección estará enfocada los subgrupos en crecimiento, i. e., la frambuesa y la zarzamora. Esto nos permitirá tener un mejor panorama del avance o retroceso de siembra en cada *berrie*. Así también, al igual que en la proyección del aguacate, se presentarán dos escenarios de proyección: uno alto (con un consumo de 16,800 litros por hectárea) y otro moderado (con un consumo de 1,200 litros por hectárea). El escenario crítico corresponde, por su parte, a un cultivo hidropónico; mientras que el moderado a un cultivo por goteo en tierra. Esta información ha sido proporcionada con los datos de Productores Ocegueda de Zapotlán el Grande.

Se presenta el primer escenario bajo con tipo de siembra por goteo en tierra. Como las tablas lo indican, la frambuesa es la que ha incrementado enormemente su cultivo, iniciando con un estimado de 500 hectáreas anuales en 2015 y cerrando con 10,282.80 en 2050. Por su parte, tanto el arándano como la fresa no presentan datos desde 2020.

Tabla 82. Consumo de agua por frambuesa escenario bajo

FRAMBUESA ESCENARIO BAJO			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts.
2015	500.00	600,000.00	1,643.84
2020	2,570.71	3,084,852.00	8,451.65
2025	3,856.05	4,627,260.00	12,677.42
2030	5,141.40	6,169,680.00	16,903.23
2035	6,426.75	7,712,100.00	21,129.04
2040	7,712.10	9,254,520.00	25,354.85
2045	8,997.45	10,796,940.00	29,580.66
2050	10,282.80	12,339,360.00	33,806.47

Fuente. Elaboración propia

Le sigue en número la zarzamora que, aunque ha presentado incremento, pero se ha mantenido en 120 hectáreas sembradas los últimos dos años; sin embargo, la proyección ha sido posible por los datos de los años 2017 y 2018 que si variaron.

Tabla 83. Consumo de agua por zarzamora escenario bajo

ZARZAMORA ESCENARIO BAJO			
Año	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts.
2017	93.20	111,840.00	306.41
2018	115.00	138,000.00	378.08
2019	120.00	144,000.00	394.52
2020	120.00	144,000.00	394.52
2025	200.00	240,000.00	657.53
2030	267.00	320,400.00	877.81
2035	334.40	401,280.00	1,099.40
2040	401.00	481,200.00	1,318.36
2045	468.40	562,080.00	1,539.95
2050	535.40	642,480.00	1,760.22

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, tanto el arándano como la fresa no presentan datos desde 2020.

Tabla 84. Consumo de agua por Fresa Escenario bajo

FRESA ESCENARIO BAJO			
Año	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2010	140	168,000.00	460.27
2015	350	420,000.00	1,150.68
2019	75	90,000.00	246.58
2020	S.D.		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 85. Consumo de agua por Zarzamora escenario bajo

ARÁNDANO ESCENARIO BAJO			
Año	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2010	26	31,200.00	85.48
2015	400	480,000.00	1,315.07
2020	S.D.	S.D.	S.D.

Fuente. Elaboración propia

El segundo escenario corresponde a uno en que el consumo por hectárea sería de 16,800 litros. Según este cálculo, el alarmante incremento de consumo mayor se da en la frambuesa, mostrando como proyección de 30 años en un total de 172,751,040 litros anuales.

Tabla 86. Consumo de agua por frambuesa escenario alto

FRAMBUESA ESCENARIO ALTO			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2015	500.00	8,400,000.00	23,013.70
2020	2,570.71	43,187,928.00	118,323.09
2025	3,856.05	64,781,640.00	177,483.95
2030	5,141.40	86,375,520.00	236,645.26
2035	6,426.75	107,969,400.00	295,806.58
2040	7,712.10	129,563,280.00	354,967.89
2045	8,997.45	151,157,160.00	414,129.21
2050	10,282.80	172,751,040.00	473,290.52

Fuente. Elaboración propia

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

La zarzamora no presenta un incremento tan acelerado como la frambuesa, pues se ha mantenido en 120 hectáreas al año en el 2019 y 2020; no obstante, la proyección sí presenta un ligero aumento en su siembra:

Tabla 87. Consumo de agua del cultivo de Zarzamora escenario alto

ZARZAMORA ESCENARIO ALTO			
Año	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2017	93.20	1,565,760.00	4,289.75
2018	115.00	1,932,000.00	5,293.15
2019	120.00	2,016,000.00	5,523.29
2020	120.00	2,016,000.00	5,523.29
2025	200.00	3,360,000.00	9,205.48
2030	267.00	4,485,600.00	12,289.32
2035	334.40	5,617,920.00	15,391.56
2040	401.00	6,736,800.00	18,456.99
2045	468.40	7,869,120.00	21,559.23
2050	535.40	8,994,720.00	24,643.07

Fuente. Elaboración propia

Al igual que las proyecciones bajas recién expuestas, la fresa y arándano no presentan datos en el 2020:

Tabla 88. Consumo de agua por Fresa escenario alto

FRESA ESCENARIO ALTO			
Año	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2010	140	2,352,000.00	6,443.84
2015	350	5,880,000.00	16,109.59
2019	75	1,260,000.00	3,452.05
2020	S.D.		

Fuente. Elaboración propia

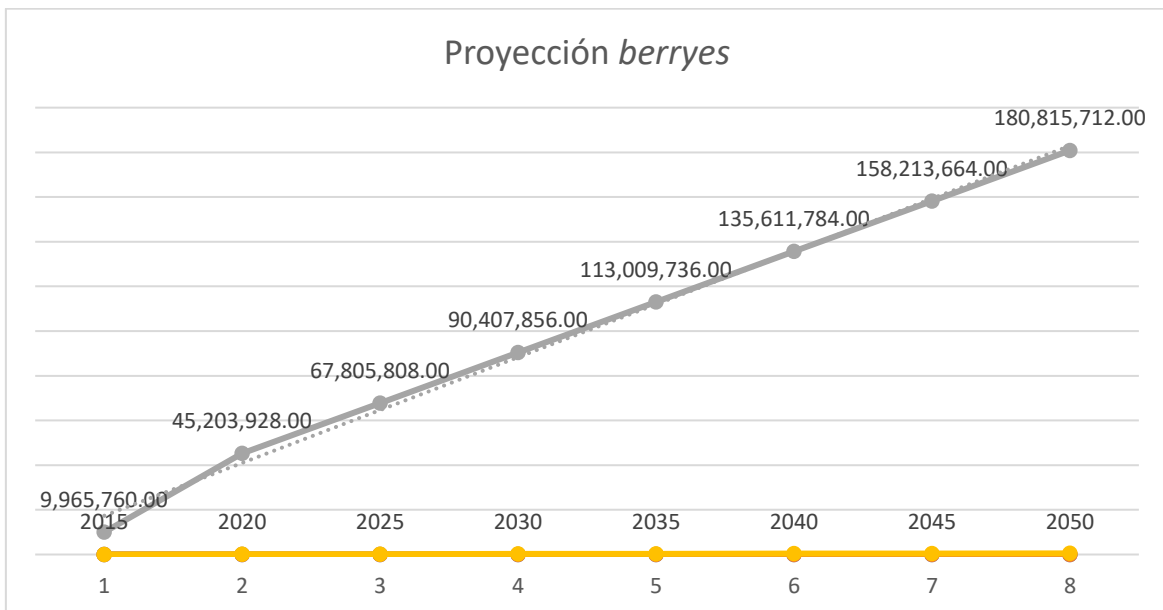
Las siguientes dos tablas muestran la suma de las berries de frambuesa y zarzamora, mismas que han mantenido un notable crecimiento según las proyecciones arriba presentadas. La primera tabla corresponde al escenario alto; en este apartado, si bien los cambios no parecen tan dispares en hectáreas sembradas a, por ejemplo, las de frambuesa, sí existe un cambio significativo en el uso de agua hacia el final de la proyección en 2050 que suma un total de 8,064,672 de litros más respecto a su par de la frambuesa sola en el mismo año.

Tabla 89. Consumo de agua por Fresa y Zarzamora escenario alto

BERRIES (FRAMBUESA Y ZARZAMORA) ESCENARIO ALTO			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2015	593.20	9,965,760.00	27,303.45
2020	2,690.71	45,203,928.00	123,846.38
2025	4,036.06	67,805,808.00	185,769.34
2030	5,381.42	90,407,856.00	247,692.76
2035	6,726.77	113,009,736.00	309,615.72
2040	8,072.13	135,611,784.00	371,539.13
2045	9,417.48	158,213,664.00	433,462.09
2050	10,762.84	180,815,712.00	495,385.51

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 41. Proyección de Consumo de agua general por cultivos de berrys



Fuente. Elaboración propia

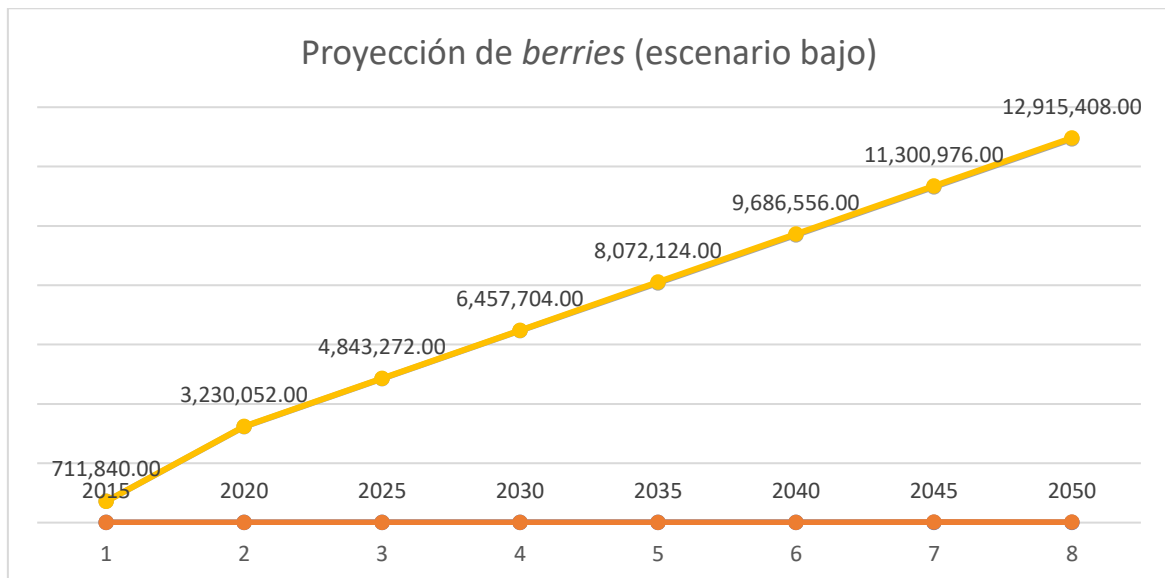
La última tabla de este apartado corresponde al escenario bajo de la siembra de berries. Al igual que la anterior tabla, se han tomado las frambuesas y zarzamoras para la proyección; así también, el cambio significativo se observa en el quinquenio 2030:

Tabla 90. Consumo de agua de Frambuesa y Zarzamora escenario bajo

BERRIES (FRAMBUESA Y ZARZAMORA) ESCENARIO BAJO			
Quinquenio	Hectáreas anuales sembradas	Consumo anual lts.	Consumo diario lts
2015	593.20	711,840.00	1,950.25
2020	2,691.71	3,230,052.00	8,849.46
2025	4,036.06	4,843,272.00	13,269.24
2030	5,381.42	6,457,704.00	17,692.34
2035	6,726.77	8,072,124.00	22,115.41
2040	8,072.13	9,686,556.00	26,538.51
2045	9,417.48	11,300,976.00	30,961.58
2050	10,762.84	12,915,408.00	35,384.68

Fuente. Elaboración propia

Gráfica 42. Proyección de consumo de agua por berries en general consumo bajo



Fuente. Elaboración propia

IV.10 Conclusión

Los datos de disponibilidad de agua en el acuífero Ciudad Guzmán que presenta la CONAGUA al 2020 (3) se resumen de la manera siguiente: 1) la disponibilidad de agua subterránea global es de 0.000000 y 2) subsiste un déficit de -20.946823 hm³. Pero de manera contradictoria se informa que hay 135.1811469 hm³ para nuevas concesiones. Se informa que también existen 600 aprovechamientos autorizados (no se dice nada si son muchos o pocos o cuánto es el ideal que deben existir, ni cuántas más se pueden autorizar) sólo se da el dato de que extraen en conjunto 105.6 hm³ 72.6 % para uso agrícola y 26.5% para uso público urbano y 5.9% para los servicios y la industria. Esta contradictoria información parece confirmar que no hay condiciones para hacer una medición precisa del agua que se extrae del subsuelo y tampoco se sabe a ciencia cierta cuánta agua se recarga al acuífero.

El problema es que no está claro el precio justo del agua y una medida real que nos garantice precisar la posibilidad de hasta dónde puede alcanzarnos, porque además existen diferentes usos y desperdicios de volúmenes importantes. Se tiene que considerar que lo que existe como agua subterránea son flujos y por tanto que se trata de volúmenes que se mueven. No existen como debiera registros o formas de contar y cobrar que orienten a considerar volúmenes gastados en cálculos precisos y de forma constante.

Es importante contar con registros históricos para poder hacer previsiones de futuro. En esas previsiones históricas, que debieran empezar a hacerse desde los propios usuarios del agua y los organismos municipales como los más preocupados por conservar el agua hay que aproximar datos para valorar con sentido precautorio. En el análisis que se ofrece desde las organizaciones las previsiones se relacionan con el crecimiento productivo y de esa manera como se mostró en las tablas hay dos factores clave. 1) el agua como derecho humano que debe alcanzar para todos los zapotlenses que hacia el año 2050 debiera incluirse al menos 1' de hm³ al año de manera que se asegure para los 154,000 habitantes previstos para el incremento de población al año 2050 y se tenga asegurado el acceso de 11.30 hm³ al año y el equivalente a 35 millones de metros cúbicos hasta el 2050.

Respecto del consumo de agua subterránea para diversos cultivos el problema de fondo es que prevalece la mentalidad de un crecimiento siempre constante de la superficie sembrada de aguacate y de todo tipo de berries. Con esa idea de un crecimiento sin medida, la situación puede salirse de control antes de una década. En ese sentido, el ejercicio de tres escenarios se realizó con la idea de que el escenario bajo sirviera de pauta para retrasar el punto más crítico de escasez de agua. Para el caso del aguacate será clave mantener un crecimiento muy moderado de superficie sembrada que hasta el año 2050 no exceda de 10,000 hectáreas sembradas como superficie total lo que en términos de consumo de agua equivaldría a un volumen entre 7 y 10 millones de metros cúbicos de agua al año. (esto equivaldría a un volumen total de 1,000'000 Millones de metros cúbicos por cada 10 años y considerando al año 2050 se estima un consumo de 3,000'000 millones de metros cúbicos de agua.

3 Ver CONAGUA (2015 y 2020) Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua del acuífero Ciudad Guzmán (1406) estado de Jalisco. Publicada en el diario oficial de la Federación. Introducción y págs. 13 y 14. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE PRONÓSTICO 223 En cuanto a los berries, para que no haya crisis de escasez de agua se requiere idealmente mantener una superficie de hectáreas sembradas por debajo de 8,000 has en todo el municipio.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ZAPOTLÁN EL GRANDE
PRONÓSTICO

Circunstancia que dada la saturación de algunas zonas se tiene que restringir más el crecimiento de superficies ocupadas con berries en algunas UGA ya saturadas como la #1. El consumo de agua para berries en todo el territorio se estima en 172' millones de metros cúbicos al año. Para el 2050 el consumo para berries se estima en 3,360' millones de metros cúbicos de agua.