



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Diagnóstico Ambiental de la Localidad El Tular Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

MONTAÑEZ LEÓN IRVING HUMBERTO

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. TIZOC ADRIÁN ALTAMIRANO ÁLVAREZ



LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA DE BAZ, ESTADO DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Sinodales:

Presidente: Dra. Norma Angélica Navarrete Salgado.

Vocal: Mtro. Jonathan Franco López.

Secretario: Mtro. Tizoc Adrián Altamirano Álvarez.

Suplente: Biol. Marisela Soriano Sarabia.

Suplente: Biol. Carlos Manuel Bedia Sánchez.

"Hemos nacido de la comunidad terrestre y de su infinita creatividad, deleite y aventura. Nuestro estado natural es la intimidad con la Comunidad que nos rodea. Nuestra herencia genética nos permite tener lazos profundos con las treinta millones de especies de vida, así como con los componentes no vivos del universo. Cualquier separación definitiva de esta gran comunidad es imposible, y cualquier ideología que se proponga que el universo no es sino un conjunto de materias primas y mercaderías, solo puede ser mantenida a un precio espantoso."

Brian Swimme
Físico-cosmólogo estadounidense

Dedicado A...

A mi Madre por todo el esfuerzo invertido hacia mi persona, por cada valor inculcado, por cada desvelada, por cada preocupación, por cada permiso, por cada refrigerio, por cada comida, por cada peso invertido en mi salud, educación y recreación. Este esfuerzo en el que te has empeñado constantemente sin descanso ha brindado frutos mamá, este trabajo también es para ti y por ti, siéntete orgullosa porque en mí siempre encontrarás un apoyo incondicional en los tiempos buenos y no tan buenos; así como yo lo he encontrado en ti durante toda mi vida. Te quiero mucho mamá, porque tú has sido la persona que me ha sacado adelante con o sin apoyo absoluto, te valoro mucho y no sabes cómo admiro ese espíritu libre y luchador que veo en tus ojos cuando se comete una injusticia. Eres muy especial en mi vida, ocupas un gran lugar en mi corazón que será irremplazable en el momento en que alguno de los dos tenga que decir adiós. Mamá te amo con toda el alma.

A mi Padre porque a pesar de no vivir conmigo me inculcaste y cultivaste en mí buenos valores que parecerá mentira, pero en las pocas horas que te veía al día se quedaron muy grabados en mí. Te agradezco por esos buenos consejos que me diste y por haberme mantenido una gran parte de mi vida. Nuestra relación nunca fue muy cercana pero entiendo que hacías un esfuerzo por verme aunque sea una vez a la semana. No soy quien para juzgar la situación familiar en la que crecimos, es más, hasta estoy agradecido por encontrar en ti un apoyo y responsabilidad absoluta. Quisiera verte aunque sea una vez más para que pudieras ver que logré terminar una carrera y ser profesionalista como tú lo eres papá; sin embargo, el destino es el que decidirá si nuestros caminos se tienen que unir de nuevo. A pesar de todo, este trabajo también es para ti papá porque contribuiste en una gran parte de mi vida para concluir en este camino. Te quiero mucho y te mando un fuerte abrazo en donde quiera que estés.

A mi hermana Fabiola, mi única y querida hermana por ese apoyo incondicional que me has mostrado al paso del tiempo. Eres una persona muy especial en mi vida porque en ti puedo compartir cosas y desahogar cosas que con otras personas sería un poco complicado. Nuestra relación siempre ha sido buena porque así nosotros lo hemos querido y forjado y yo espero que siga así por siempre. Yo he visto por todas las cosas que has pasado en tu vida y aunque no logro comprenderlo todo, sabes que en mí siempre encontrarás apoyo, confianza y cariño. Lo que te puedo decir es que nada es para siempre, que hay que aprender a soltar las cosas y cambiar de página de vez en cuando para seguir creciendo como individuos. Precio mucho cada sonrisa que me has dado, cada consejo brindado, cada cumpleaños compartido, cada risa o enojo porque también eso hay que agradecerlo aunque no nos guste. Vuelvo a reiterar que nuestra relación siempre perdure así; estemos casados, lejos, vivamos bajo el mismo techo o ya estemos pasando pensión. Te quiero demasiado hermana y así como mi mamá ocupas un enorme lugar en mi vida, en mi corazón y en mi alma. ¡Ánimo! que tú también eres grande y puedes hacer las cosas y tomar decisiones, sólo enfócate sin mirar hacia atrás.

A mi familia en general que incluye abuelita, primos (as), tíos (as), sobrinos (as), los quiero mucho y quiero decirles que desde mi punto de vista, la familia no se escoge, la familia siempre nos seguirá a todos lados y por lo tanto hay que incluirla en nuestros planes. Yo sé que hemos pasado todos por tiempos y cosas difíciles, pero eso no quiere decir que no vengan tiempos mejores. A veces no logro entender por qué tantos pleitos, envidias, chismes;

si tan sólo lográramos respetarnos e incluirnos seríamos más unidos y por ende más fuertes. Como lo dije en un principio, la familia no se elige, y esto no quiere decir que ya no hay remedio, sino que hay que trabajar con las personas que nos tocó convivir de una manera más cercana, ya que hay que recordar que todos venimos a la vida a cumplir un papel y una función. La familia es de lo más valioso y sagrado que existe, es el primer pacto social que se conformó en las antiguas culturas y es una parte importante del desarrollo personal de cada uno de nosotros. Es triste pensar que a la familia no hay que pedirle nada o no se cuente con ella porque no es cierto, sólo hay que mirar alrededor de nosotros y darnos cuenta que la familia siempre estará para nosotros en los logros o en los fracasos, aunque a veces cueste trabajo verlo y seamos muy orgullosos para admitirlo.

A todos mis amigos que desde la primaria, secundaria, CCH y Universidad han sido parte importante de mi desarrollo académico y personal. En especial agradezco a mis amigos del CCH porque para mí fue una de las mejores etapas de la vida en la que aprendí junto con ustedes el paso de convertirnos en adolescentes para pasar a ser jóvenes y además de eso ser responsables, que es lo que te exige un CCH, y aunque suena casi imposible aquí estamos al pie del cañón. A los de la Universidad les agradezco mucho porque aprendí de ustedes cosas tan buenas como la responsabilidad, la limpieza, la ética, diferentes puntos de vista y opinión, así como mentes maestras que se escondían en el fumar de un cigarro o de una pipa o entre los tragos de una cerveza. Esas pláticas para mí en lo personal fueron muy constructivas porque aprendes a escuchar a los demás y a trabajar en equipo para brindar una mejor solución con la opinión de todos. Esas pláticas también nos servían para des estresarnos, salir de la rutina y probar nuevas experiencias acorde a la etapa de juventud universitaria en la que crecíamos. Les recuerdo que es posible ser responsables y estudiosos y también ir a las fiestas y reuniones, sólo es saber encontrar el equilibrio exacto. No todo es escuela, no todo es fiesta.

ESTO ES CON AMOR PARA USTEDES Y POR USTEDES

LOS QUIERO MUCHO...

Agradecimientos

A la UNAM por cobijarme en sus instalaciones durante 7 años y por brindarme la oportunidad de desarrollarme académica, cultural y personalmente. No por nada esta institución se encuentra como la mejor a nivel Latinoamérica y entre las mejores 100 Universidades del mundo. Lo único que me queda por hacer es tomar protesta y cumplir con mis obligaciones como profesionista, siempre con ética y a favor de la sociedad mexicana, poniendo en alto el nombre de México y el de la Universidad, que es reconocida aquí y en cualquier lugar al grito de un ¡Goya!

A todos mis profesores que me acompañaron durante mi desarrollo profesional, forjando en mí aptitudes, actitudes, conocimientos, valores y opiniones. Yo entiendo que la profesión de docente no es nada sencilla, sin embargo; admiro a los profesores que a pesar de los años siguen poniendo la misma dedicación y esmero como en el primer día de clases. Aquellos profesores que te inspiran y te enamoran con lo que ellos hacen, aquellos que no te desaniman a pesar de la cruel realidad, aquellos que te aconsejan, que te impulsan, que te valoran, que te ayudan y que no te ven como competencia; y también a aquellos malos profesores, porque desarrollaron en mí una imagen de lo que no quiero ser en la vida. A todos esos profesores yo les ofrezco mi respeto, mi admiración y mis agradecimientos.

Al profesor Tizoc porque en el descubrí además de un crecimiento profesional, un crecimiento personal. Gracias profe por cada risa, por cada consejo, cada aventura, cada historia personal, gracias por enseñarme que existen opciones, que no todo en la vida es lo económico, que siempre hay que cultivarse como persona y que uno debe guiarse por el camino que decida tomar. Es muy importante para mí el desarrollo personal ya que lo había olvidado un poco al concentrarme más en lo académico, pero aprendí que pueden hacerse ambas cosas y que siempre deben estar acompañadas. Le agradezco por haberme aceptado como su tesista y hacerme un espacio en el Museo. Lo aprecio mucho aunque diga que soy muy quejoso y preguntón, escandaloso y perico jajaja, no lo puedo negar.

A la profesora Mary por enseñarme nuevas alternativas de vida basadas en el flujo de la energía, a enseñarme el tzolkin y a conectarnos más con la Madre Naturaleza. Gracias por todas las pláticas, consejos y curaciones del alma que me brindó en mi estancia por el Museo. Yo veo en usted una persona responsable, de confianza y sobre todo muy respetuosa. Como usted siempre nos dice, “nosotros los humanos tenemos tanto luz como oscuridad en nuestras vidas, lo importante es permanecer dentro de lo posible en el lado de la luz”. La aprecio mucho profesora, gracias por enseñarme tanto.

A mis sinodales Jonathan, Norma y Carlos por tomarse el tiempo necesario y la dedicación para la revisión de mi tesis. Yo entiendo lo ocupados que están cumpliendo con sus labores académicas por lo que agradezco su tiempo, apoyo, correcciones, consejos y firmas para la mejora de este escrito.

Al profesor José Luis Viveros por la facilitación de los análisis físicos y químicos del agua, sin su ayuda esto habría sido más complicado.

Al laboratorio de edafología de la UBIPRO, en especial al profesor Daniel y Mayra por explicarme a detalle la realización del muestreo del suelo y brindarme el material y reactivos necesarios para la realización de las técnicas del análisis del suelo.

A las profesoras Edith, Carmen y Celia por proporcionarme las herramientas y el material adecuado para la determinación del material botánico en el herbario IZTA.

A los habitantes de la localidad El Tular Peña de Lobos por mostrar interés en la conservación de los recursos naturales. Gracias por la amabilidad, el hospedaje y el tiempo de las entrevistas, ya que sin su apoyo y sin sus conocimientos sobre la flora y la fauna del lugar, hubiera sido imposible la realización de este estudio. Gracias por comprender que este tipo de trabajos nos benefician a todos.

A la vida por brindarme la oportunidad de cerrar este ciclo con éxito y con ello esta etapa maravillosa de mi vida. Espero que este sea uno de tantos logros más.

Índice

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN	11
ANTECEDENTES	13
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	16
MATERIAL Y MÉTODOS	17
<i>FASE DE RECOPIACIÓN.....</i>	17
<i>FASE DESCRIPTIVA.....</i>	17
<i>Medio físico.....</i>	17
Clima	17
Suelo	18
Agua	22
<i>Medio biótico.....</i>	24
Vegetación y flora.....	24
Fauna	25
Anfibios.....	25
Reptiles	25
Aves	26
Mamíferos medianos y grandes	26
<i>Medio socioeconómico y recursos naturales.....</i>	27
<i>FASE DE DIAGNÓSTICO</i>	28
<i>FASE PROPOSITIVA.....</i>	28
ÁREA DE ESTUDIO.....	29
RESULTADOS	33
<i>MEDIO FÍSICO.....</i>	33
<i>Condiciones geográficas</i>	33
Ubicación	33
Clima	34
Temperatura	36
Precipitación promedio mensual.....	38
Orografía y geomorfología.....	40
Hidrología	42
Características físicas, químicas y microbiológicas de los efluentes principales.....	43
<i>Estructura, composición y uso del suelo</i>	47
Geología	47

Sismicidad y vulcanismo	49
Edafología	50
Estudio edafológico.....	53
Aprovechamiento actual del suelo	55
Uso potencial del suelo.....	58
Áreas naturales protegidas y sitios de valor ambiental....	59
<i>MEDIO BIÓTICO</i>	60
<i>Principales ecosistemas</i>	60
Flora	60
Bosque de <i>Abies religiosa</i>	61
Pastizal inducido y como comunidad ecológica.....	62
Vegetación secundaria de bosque de <i>Abies religiosa</i>	63
Fauna	68
Anfibios	69
Reptiles	70
Aves	72
Mamíferos medianos y grandes	77
<i>Conocimiento y uso de los recursos naturales</i>	79
Flora	79
Fauna	80
<i>Pérdida de la biodiversidad local e interés por la conservación</i>	82
<i>CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS</i>	84
<i>Aspectos demográficos</i>	84
Crecimiento histórico poblacional.....	84
Distribución poblacional por zona y localidad	87
Migración, crecimiento natural y social.....	89
Composición de la población por grupos de edad y sexo.....	91
<i>Aspectos económicos</i>	94
PEA ocupada por sector de actividad	94
Estructura económica municipal: Sector primario	97
Agricultura.....	99
Pecuario	100
Estructura económica municipal: Sector secundario	102
Situación con respecto a la región	102
Evolución durante el periodo 1994-2004	103
Índice de Especialización Económica	105
Proporción del personal ocupado por subsector.....	106
Estructura económica municipal: Sector terciario.....	107
Situación con respecto a la región	107
Evolución durante el periodo 1994-2004	108
Índice de Especialización Económica	110
Proporción del personal ocupado por subsector.....	111
<i>Aspectos sociales</i>	114
Población Económicamente Activa (PEA)	114
Distribución de la población económicamente inactiva	115
PEA ocupada por sector económico	115

Desplazamientos por trabajo.....	117
Índice de desempleo.....	118
Grupos de ingreso.....	118
Viviendas, bienes y servicios.....	120
Salud.....	121
Marginación.....	122
Alfabetismo.....	123
Nivel de escolaridad.....	125
Grupos étnicos.....	127
<i>INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....</i>	<i>128</i>
<i>Matriz de interacciones tipo Leopold.....</i>	<i>128</i>
<i>Matriz de valoración de impactos de McHarg.....</i>	<i>136</i>
<i>Diagrama de Redes de Sorensen.....</i>	<i>145</i>
<i>Metodología Presión-Estado-Respuesta.....</i>	<i>156</i>
DISCUSIÓN.....	173
CONCLUSIONES.....	184
<i>MEDIO FÍSICO.....</i>	<i>184</i>
<i>MEDIO BIÓTICO.....</i>	<i>184</i>
<i>CONOCIMIENTO SOBRE LOS RECURSOS NATURALES.....</i>	<i>185</i>
<i>MEDIO SOCIOECONÓMICO.....</i>	<i>185</i>
<i>ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL.....</i>	<i>186</i>
<i>PROBLEMÁTICAS, RIESGOS Y VULNERABILIDAD LOCAL Y MUNICIPAL.....</i>	<i>187</i>
RECOMENDACIONES.....	190
ANEXOS.....	192
<i>ANEXO 1: Cuestionario para los habitantes de la localidad.....</i>	<i>192</i>
<i>ANEXO 2: Cuestionario para personas externas de la localidad.....</i>	<i>195</i>
LITERATURA CITADA.....	196

Resumen

Es imprescindible conocer e identificar la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos de una región para poner de manifiesto los aspectos ambientales que influyen en el desarrollo sustentable, aún más si hablamos de una región poblada con un uso intensivo de servicios y recursos naturales como lo es el Estado de México. A pesar de que el Gobierno de la entidad en conjunto con otras instituciones ha promovido y realizado diversos instrumentos de evaluación ambiental, la información en la entidad ofrece una caracterización muy general y poco precisa sobre la situación actual de su territorio, además de realizarse a escalas regionales, por lo que el objetivo del trabajo fue elaborar un Diagnóstico Ambiental de la Localidad El Tular Peña de Lobos, Municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. Para ello, se realizaron visitas cada 20 días desde el mes de Septiembre del 2014 hasta el mes de Septiembre del 2015, realizando recorridos sobre las áreas de influencia de la población. El trabajo se dividió en cuatro fases: la fase de recopilación consistió en una revisión bibliográfica de la situación actual del municipio; la fase descriptiva consistió en la evaluación del medio físico, biológico y socioeconómico de la región, analizando la calidad del agua y del suelo así como la realización de listas de especies y encuestas a los pobladores de la localidad; la fase de diagnóstico consistió en la elaboración de matrices tipo Leopold y de McHarg para la identificación y evaluación de los impactos, de Redes de Sorensen para identificar los impactos acumulados y la aplicación de la metodología PER; finalmente, la fase propositiva consistió en acciones que mitiguen o atenúen los daños generados por las actividades realizadas en la localidad. La localidad presenta clima templado con verano fresco largo y una en general una buena calidad del agua y del suelo. Se identificaron 61 ejemplares botánicos, siendo el tipo de vegetación dominante en la localidad la vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa*. La fauna de la localidad se compone de 67 especies, siendo la avifauna la de mayor número de especies. Se registraron 21 especies bajo alguna categoría de riesgo, siendo el grupo de la herpetofauna la que concentra el mayor grado de endemismos y de especies amenazadas y bajo protección especial. Se identificaron un total de 476 impactos de los cuales 206 resultaron adversos significativos, en donde la mayoría se califican como negativos y directos, obteniéndose un impacto ambiental esperado de -3223.83; siendo 22 políticas públicas las que regulan las principales actividades generadoras de impacto ambiental. Se concluye que la localidad El Tular Peña de Lobos presenta un alto grado de perturbación ambiental que puede extenuarse y/o extenderse si no se toman medidas preventivas, mitigantes y regulatorias sobre las actividades que generan dicho impacto sobre la localidad.

Introducción

La modificación del ambiente, ocasionada por la acción de la naturaleza o del hombre, ha ido incrementando en los últimos 200 años debido al crecimiento exponencial de la población; aunado al aprovechamiento exhaustivo de los recursos naturales, la contaminación y la ocupación del territorio (SEMARNAT, 2012).

México es considerado entre los países megadiversos del mundo, lo que nos compromete como sociedad a la preservación, conservación y aprovechamiento sustentable de dicha biodiversidad y su ambiente, pero de un modo u otro, el desarrollo industrial y urbano provocan que el mismo hombre se enfrente a problemas ambientales, tales como la destrucción y fragmentación de los hábitats naturales, la cacería comercial y furtiva de especies silvestres, la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera, la deforestación, el cambio climático, las actividades agrícolas y, el principal, la expansión de las áreas urbanas que ponen en riesgo a cada uno de los factores del ambiente y alteran el funcionamiento natural de la biodiversidad (Ramírez y Ramírez, 2003).

La entidad más poblada del país es el Estado de México, con poco más de 14 millones de habitantes; presentando por ende y debido a su colindancia con la capital del país, una intensa actividad comercial e industrial aunado a un creciente uso de los servicios y explotación de los recursos naturales; lo cual, ha creado un desequilibrio de los ecosistemas así como su contaminación, situación que se ve reflejada negativamente en la salud pública y en su uso de suelo dominante que es el uso agrícola con 51.36% del territorio mexiquense (GEM, 2009).

México, al ser una nación en vías de desarrollo, en las dos últimas décadas se ha enfrentado a una enorme problemática ambiental, en donde la sustentabilidad es uno de los mayores desafíos de nuestra generación (Ramírez *Op. cit.*). Ante un panorama de cambio climático global y de degradación ambiental se hace evidente la necesidad de lograr que los habitantes de nuestra nación estén preparados con los conocimientos y herramientas para enfrentar estos retos y encontrar soluciones viables a corto y mediano plazo (SEMARNAT, 2006).

Para lograr lo anterior, es imprescindible que los órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) con la participación de los diferentes sectores sociales, implementen planes y estrategias que hagan uso de indicadores ambientales que permitan evaluar, programar y aprovechar los recursos y zonificar el territorio para el buen manejo de los mismos. De esta manera, el gobierno del Estado de México (GEM) ha aplicado diversos instrumentos de política ambiental como el Diagnóstico Ambiental, cuyo objetivo de acuerdo al INECC (2007), es identificar las relaciones y procesos que determinan la existencia de conflictos territoriales en una región, que

justifican la definición de áreas para la protección y la conservación, y que identifican simultáneamente áreas con aptitud para el desarrollo de actividades humanas. Por consiguiente, permite conocer la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos de una región para poner de manifiesto los aspectos ambientales que influyen en el desarrollo sustentable.

El municipio de Santa Ana Jilotzingo pertenece al Estado de México, y del 27.03% que presenta el estado de uso de suelo forestal, este municipio ocupa el 82.23% de su territorio como uso natural parque protegido; preservando un total de 10,270.44 hectáreas de bosque de conífera principalmente, y en menor medida bosque de cedro, bosque mesófilo de montaña y los bosques mixtos. A pesar de tener un gran potencial para el ecoturismo como lo cita Esquivel y Alva (2008), la región en general carece de estudios que integren indicadores ambientales, además de la previsión y control de sus Áreas Naturales Protegidas para implementar dicha actividad con responsabilidad.

Antecedentes

- Quiroz en el 2002 realizó el Diagnóstico Ambiental del municipio de Tultitlán, Estado de México, concluyendo que el estado actual de los recursos naturales es de deterioro, proponiendo la reforestación de la Sierra de Guadalupe con especies nativas como encinares y sobre todo evitar que la urbanización se siga extendiendo hacia esta región.
- En 2003 la Secretaría de Desarrollo Urbano del municipio de Santa Ana Jilotzingo realizó un plan municipal de desarrollo urbano en donde se aborda el aspecto físico, económico y social de la región, así como las principales problemáticas ambientales.
- El Gobierno del Estado de México (GEM) en 2004 realizó por primera vez el diagnóstico ambiental de doce de sus municipios (Atlacomulco, Texcoco, Ecatepec, Zumpango, Valle de Bravo, Nezahualcóyotl, Cuautitlán Izcalli, Amecameca, Naucalpan, Ixtapan de la Sal, Toluca y Tejupilco), concluyendo que existe en esos municipios una cantidad importante de recursos naturales que brindan servicios ambientales a la población y que de no implementar programas de educación ambiental, su degradación podría acelerarse y llevarlos al desequilibrio ecológico.
- En 2006 el GEM actualizó el programa de ordenamiento ecológico territorial en donde se realiza un Diagnóstico por municipio evaluando el recurso aire, agua, suelo y biota.
- En 2007 el GEM realizó un Diagnóstico Ambiental por Regiones Hidrográficas (Pánuco, Lerma y Balsas) en donde se describen los aspectos del medio natural, aspectos socioeconómicos, recursos naturales y finalmente se aborda el tema del cambio climático global y sus repercusiones en la entidad.
- En 2008 el GEM realizó un Diagnóstico Ambiental de las 16 Regiones del Estado de México (Amecameca, Atlacomulco, Chimalhuacán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Ixtapan, Lerma, Naucalpan, Nezahualcoyotl, Tejupilco, Texcoco, Tlalnepantla, Toluca, Tultitlán, Valle de Bravo y Zumpango) describiendo el medio físico de la entidad y de sus regiones, así como los aspectos más relevantes en materia de población y actividades económicas por región y por último, los indicadores ambientales de degradación ambiental, siendo la regiones en orden de importancia con mayor

problemática ambiental Ecatepec, Tultitlán, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Naucalpan, Toluca, Amecameca e Ixtapan de la Sal.

- En 2008 Esquivel y Alva propusieron al municipio de Santa Ana Jilotzingo para la implementación de proyectos ecoturísticos por poseer recursos naturales, atractivos y servicios, como una manera de conservar y mejorar sus recursos naturales; sin embargo, las escasas fuentes documentales que hablen del ecoturismo y de la biodiversidad del municipio para la promoción de Áreas Naturales Protegidas, dificulta el acceso y la implementación de dicha actividad.
- En 2009 el Gobierno del Estado de México (GEM) con apoyo de diversas instituciones como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto de Biología (IB); realizó un Estudio de Estado en donde se presenta la diversidad biológica del Estado de México, incluyendo un capítulo en donde se analiza el medio físico, biológico y social de la región.
- Alcivar en 2009 realizó un diagnóstico ambiental de Cerro Verde sección I del municipio de Chapa de Mota, Estado de México, concluyendo que las principales actividades generadoras de presión en la región son la ganadería, la agricultura y la deforestación. Entre sus recomendaciones se tiene la restauración del bosque de *Quercus*, fomentar a las comunidades la captación y conservación del agua pluvial, practicar la agricultura orgánica e implementar programas de educación ambiental.

Justificación

La mayoría de los estudios que integran el marco ambiental, incluyendo la Biodiversidad del Estado de México, son realizados a escalas mayores; es decir, a nivel de regiones hidrográficas, a nivel estatal o a nivel de las 16 regiones que lo conforman.

El Gobierno del Estado de México ha realizado diagnósticos ambientales de sólo 12 de sus municipios y ordenamientos ecológicos locales de 15 de ellos; y a pesar de que en años recientes realizó un programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio a nivel municipal y que el ayuntamiento de Santa Ana Jilotzingo cuenta con su plan municipal de desarrollo urbano, los estudios brindan un panorama muy general y poco preciso sobre la situación Ecológica y Ambiental del lugar, por lo que es necesario obtener el listado de riqueza de especies y analizar las fuentes generadoras de alteración ambiental para proponer soluciones que mitiguen los problemas ambientales de carácter local.

Por otra parte, la localidad El Tular Peña de Lobos es un parque recreativo en el cual no se ha realizado ningún estudio sobre la situación actual de sus recursos naturales, por lo que se plantea el presente trabajo con la finalidad de generar información que permita conocer el estado ambiental actual de la zona e identificar los impactos ocasionados por las actividades humanas, para de esta manera, proponer alternativas de manejo que permitan y aseguren el desarrollo económico de los pobladores de la región así como el manejo sustentable de los recursos naturales y su conservación.

Objetivos

- **General**
 - Elaborar un Diagnóstico Ambiental de la Localidad El Tular Peña de Lobos, Municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, con la finalidad de evaluar el estado ambiental actual de la zona.

- **Particulares**
 - Describir las características del medio físico, biótico y socioeconómico de la región.
 - Identificar y evaluar las principales actividades generadoras de alteraciones ambientales.
 - Analizar las implicaciones ambientales de los impactos.
 - Proponer medidas que mitiguen, atenúen o compensen la modificación y el deterioro generados por dichas actividades.

Materiales y Método

Se efectuó una salida de carácter prospectivo para el reconocimiento e identificación de la problemática ambiental, así como para la zonificación del medio sobre la que ejerce presión la comunidad para así delimitar la zona de estudio.

Para su evaluación, el trabajo se dividió en cuatro fases:

- *Fase de Recopilación*

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de los estudios realizados en el municipio de Santa Ana Jilotzingo y del Estado de México con la finalidad de conocer su situación ambiental y socioeconómica.

De igual manera, se consultaron cartas Topográficas, Edafológicas, de Vegetación y Uso de Suelo para obtener un panorama preliminar del medio abiótico y biótico de la zona de estudio.

Con la información se realizaron bases de datos para su ordenación y clasificación; además, se procesó con el programa Arc View GIS Versión 3.1 para generar mapas base y temáticos de la zona de estudio y del municipio de Santa Ana Jilotzingo. Asimismo se obtuvieron imágenes satelitales de la zona de estudio y se midió el área del polígono con el programa Google Earth Pro.

- *Fase Descriptiva*

Se realizaron visitas cada 20 días desde el mes de Septiembre del 2014 hasta el mes de Septiembre del 2015, realizando recorridos sobre las áreas de influencia de la población.

- **Medio físico**
 - **Clima**

Se realizó la caracterización climática de la zona de estudio tomando en consideración las Normales Climatológicas con clave NORM 51-10 del Servicio Meteorológico Nacional (2010), correspondientes a la estación de Calixtlahuaca, Toluca, con clave 00015203, la cual estimó datos comprendidos durante el periodo de 1951-2010; también se utilizó la guía para clasificar el clima según el sistema de Köppen modificado por García (2004).

Además, a lo largo de los muestreos se registraron observaciones tales como temperatura ambiental y humedad relativa con un higrómetro marca Cole-Parmer. Los valores promedio de los datos obtenidos fueron graficados para comparar la temperatura y la humedad por meses durante el año que duró el estudio.

▪ Suelo

Antes de la toma de muestras, se realizó una zonificación de la zona de estudio de acuerdo al uso de suelo y vegetación presente en la misma con la ayuda del programa Arc View GIS Versión 3.1, obteniéndose 3 zonas principales:

-Bosque cerrado de *Abies religiosa*, caracterizado por poseer poca extensión del terreno y en donde se ha observado la mayor incidencia de incendios de la zona.

-Zona ecoturística, constituida en su mayoría por pasto ya que en esta zona se realizan actividades como el camping y la recreación de las personas.

-Vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa*, caracterizada por una etapa sucesional tardía por lo que el estrato arbóreo es el dominante y en donde se ha observado la mayor incidencia de tala clandestina.

Posteriormente, se llevó a cabo una visita al campo el día 28 de marzo del 2015 para la toma de muestras. Para ello, se obtuvieron tres muestras por zona, representadas por cinco submuestras cada una; por lo que en total, se obtuvieron nueve muestras de la zona de estudio.

Las muestras se obtuvieron quitando la mayor parte de materia orgánica superficial por punto muestreado, después, con ayuda de una lata metálica de 250g y con una profundidad de 15cm se barrenó el suelo considerando 50cm de distancia entre cada submuestra. Las submuestras fueron colectadas en bolsas resellables rotuladas para obtener muestras homogéneas con un peso 1.250kg cada una como lo indica la NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos. Estudio, muestreo y análisis.

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO) de la FES-Iztacala para su procesamiento y posterior análisis.

En el laboratorio de análisis de suelo, las muestras fueron secadas sobre papel periódico y cernidas a través de un tamiz de malla N° 10. Las muestras fueron analizadas durante el periodo comprendido entre el 21 de Abril al 11 de Mayo del 2015, determinando las propiedades físicas y químicas de cada una de las muestras colectadas con los métodos analíticos enlistados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo con su método analítico determinadas para cada muestra

Propiedades físicas* y químicas**	Método analítico
Color*	Tablas de color de Munsell
Densidad aparente*	Método volumétrico
Densidad real*	Método del picnómetro
Porosidad total*	Cálculo de las porosidades
Textura*	Método del hidrómetro
pH**	Método del potenciómetro
Materia orgánica**	Método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico
Capacidad de intercambio catiónico**	Método volumétrico del versenato
Calcio y Magnesio intercambiables**	Método volumétrico del versenato

Los resultados se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis de una vía utilizando el software estadístico SigmaStat.

Los métodos analíticos utilizados fueron consultados de Muñoz *et. al.*, 2013 y se describen de manera general a continuación.

Color del suelo

El método utilizado para la determinación del color del suelo es la comparación con las Tablas de Munsell (Munsell Soil Color Charts, 1994), que reducen las diferencias de apreciación temporal. Dichas tablas presentan varios colores expresados por un número y un código de letras en función de tres elementos: el matiz o tono, el brillo, la saturación o pureza. El procedimiento incluyó una muestra de suelo seca y una húmeda.

Densidad aparente

En método utilizado fue el volumétrico o de la probeta desarrollado por Beaver (1963) tomado de Muñoz *et.al* (2013), donde la densidad aparente se obtiene evaluando el peso de un volumen conocido de suelo tamizado y ligeramente compacto. De esta manera, el volumen que se considera en esta medición incluye al de las partículas sólidas (minerales y materia orgánica) y del espacio poroso.

Densidad real

El método utilizado fue el del picnómetro (Muñoz *et.al*, 2013), en donde la densidad real del suelo se determina estableciendo una relación de masa y volumen y utilizando el principio de Arquímedes, donde el volumen de los sólidos se obtiene por inmersión de los mismos en agua al evaluar el volumen de agua desplazado, mismo que equivale al volumen de los sólidos del suelo.

Porosidad total

Una vez obtenidos los valores de densidad aparente y real se puede calcular la porosidad total del suelo, definida como el volumen ocupado por el espacio poroso con relación al volumen total del suelo expresada en porcentaje (Muñoz *Op. cit.*).

Textura

Se utilizó el método del hidrómetro (desarrollado por Bouyoucos, 1962) para determinar la textura del suelo, el cual se basa en el cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas, utilizando el principio de la ley de Stocks, que establece que: “la densidad de una solución acuosa en reposo es directamente proporcional a la cantidad de partículas en suspensión que se van asentando de acuerdo a su diámetro y al tiempo transcurrido”. La textura se presenta en porcentaje (Muñoz *Op. cit.*).

Potencial de hidrógeno (pH) del suelo

Se utilizó el método potenciométrico (desarrollado por Bates, 1954) con un potenciómetro de laboratorio, el cual mide el potencial de un electrodo sensible a los iones H^+ presentes en una solución problema, usando un electrodo de referencia. Se utilizan buffers para calibrar el potenciómetro. Para medir el pH fue necesario realizar suspensiones de suelo-agua, en este caso con una relación de 1:2.5. Para ello, se pesó 10g de suelo y se agregó 25ml de agua destilada para posteriormente agitar durante 30min. Pasando este tiempo se realizó la medición del pH de la solución problema (Muñoz *Op. cit.*).

Materia orgánica

El método utilizado fue el de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico (desarrollado por Walkley y Black, 1947), en donde la materia orgánica del suelo se oxida mediante el calor de la reacción del dicromato de potasio en presencia de ácido sulfúrico, formando ácido crómico cuyo exceso es valorado por titulación con sulfato ferroso y el indicador negro de ericromo T. Además, se adiciona ácido fosfórico para eliminar la acción de los ácidos de hierro y como contribuyente al

viraje de la solución. Se corren dos blancos siguiendo el mismo procedimiento sin muestra de suelo (Muñoz *Op. cit.*).

Capacidad de intercambio catiónico

Se utilizó el método volumétrico del versenato (desarrollado por Schollenberger y Simon, 1945), en donde la capacidad de intercambio catiónico se mide por medio del desplazamiento controlado de cationes conocidos, utilizando la regla química de la acción de masas y el principio establecido en la serie de desplazamiento por cargas, donde los cationes de mayor carga pueden remplazar a los de menor carga. En este método se utilizan dos cationes para el desplazamiento, primero Ca^{++} y después Na^+ , el cual se valora titulando con versenato. Se corren dos blancos siguiendo el mismo procedimiento sin muestra de suelo (Muñoz *Op. cit.*).

Calcio y Magnesio intercambiables

Se utilizó el método volumétrico desarrollado por Cheng y Bray (1951) y Cheng y Kurtz (1960). El procedimiento consiste en la extracción de los cationes por lixiviación y su valoración por titulación con versenato. Se corren dos blancos siguiendo el mismo procedimiento sin muestra de suelo (Muñoz *Op. cit.*).

▪ **Agua**

Se localizaron aquellos cuerpos de agua que tuvieran algún tipo de uso por parte de los pobladores (riachuelos provenientes de los ríos principales Santa Ana y Xido y aguas provenientes del ojo de agua Capoxi). Posteriormente se realizó una visita al campo el día 13 de Noviembre del 2015 para la toma de muestras y la determinación de los parámetros del sitio. De cada cuerpo de agua se tomó 500ml de muestra en frascos pomaderos desinfectados con cloro al 5% y se envolvieron en papel aluminio para evitar cambios en los parámetros como el oxígeno disuelto. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Ecología con el Biol. José Luis Viveros Legorreta para la toma de los parámetros físicos, químicos y biológicos contenidos en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Parámetros físicos*, químicos** y biológicos*** y sus métodos analíticos correspondientes obtenidos de las muestras de agua

Parámetro	Técnica analítica
Oxígeno disuelto**	Con oxímetro Oakton Waterproof
Temperatura*	Con termómetro de mercurio
pH**	Con potenciómetro Waterproof
Sólidos disueltos totales**	Con multiparámetro 8306
Conductividad**	Con multiparámetro 8306
Coliformes totales***	Técnica NMP
Coliformes fecales***	Técnica NMP

Oxígeno disuelto

La incorporación del oxígeno disuelto se da a partir del intercambio con la atmósfera por difusión o de la fotosíntesis de plantas y algas. Su solubilidad es directamente proporcional a la presión parcial de la fase gaseosa, la concentración de sales y la temperatura (Gama *et.al*, 2010). Para su medición se utilizó un oxímetro marca Oakton Waterproof (Wetmex, 2005).

Temperatura

La temperatura es un factor importante en los ecosistemas acuáticos ya que además de establecer la estratificación del agua, regula las tasas de reacción química y procesos biológicos. Aunque el efecto de calor y temperatura en el agua de ríos y estuarios es similar a la de los lagos debido a la presencia de corrientes,

generalmente, en éstos no se encuentra una estratificación térmica significativa. Para su medición se utilizó un termómetro de mercurio y su medición se realizó *in situ* (Gama *et.al*, 2010).

Potencial de hidrógeno (pH) del agua

El pH es la concentración de iones hidrógeno libres en el medio que hacen que el agua sea alcalina, neutra o ácida. El agua natural rara vez es lo suficientemente pura para ser neutra, por lo que el cambio en la concentración de iones en un cuerpo de agua puede ser causado por la incorporación de sustancias, ya sea por el aporte de escurrimientos, por filtración o por la actividad biológica. Este parámetro se midió con un potenciómetro de campo marca Waterproof (Gama *Op. cit.*).

Sólidos disueltos totales

La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0µm (o más pequeños). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas como la afectación en la penetración de la luz en la columna de agua. Para su medición se utilizó un multiparámetro 8306 (Livingstone, 1963).

Conductividad

La conductividad es la capacidad de un cuerpo de transportar electricidad. En medios acuosos depende de la presencia de iones capaces de transportar la energía eléctrica, de su concentración total, concentración relativa, movilidad, valencia y temperatura. Para su medición se utilizó un multiparámetro 8306 (Livingstone *Op. cit.*).

Coliformes totales y fecales

El método utilizado para la demostración y recuento de organismos coliformes fue el del Número más Probable (NMP) establecido por la NMX-AA-042-1987, el cual se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a 35°C ± 1°C durante 48h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa (Camacho *et.al*, 2009).

- **Medio biótico**
 - **Vegetación y flora**

Para la caracterización de la flora *in situ* se utilizó la clasificación de la vegetación de México de Rzedowski (1978) y las principales comunidades vegetales en el Valle de México contenidas en Rzedowski y Rzedowski (2005). Posteriormente se efectuaron colectas de ejemplares botánicos.

En campo se llevó a cabo la recolecta y prensado de ejemplares botánicos siguiendo los criterios de Sánchez-González y González (2007), para posteriormente, siguiendo los mismos criterios, continuar con el secado y fumigado de los especímenes en el herbario IZTA de la FES-Iztacala.

Se obtuvo un álbum fotográfico de todos los ejemplares fotografiando principalmente la flor, hojas, frutos en dado caso y forma de crecimiento, debido a que los ejemplares botánicos al someterse al calor pueden cambiar el color de algunas estructuras o volverse más opacos.

La determinación taxonómica de los ejemplares se realizó utilizando las claves dicotómicas de la “Flora Fanerogámica del Valle de México” de Rzedowski y Rzedowski (2005), con ayuda de un microscopio estereoscópico, navajas, pinzas de relojero y cajas Petri en el herbario IZTA de la FES-Iztacala.

Para verificar la correcta determinación, los ejemplares colectados, fotografiados u obtenidos a través de encuestas, fueron cotejados con ejemplares de la galería virtual de imágenes del Instituto de Biología (UNAM, 2010) y con la galería de imágenes de Malezas de México (CONABIO, 2010). Además, se comparó la composición florística del lugar con otros estudios realizados en el mismo bioma de diferentes estados del país (Guerrero-Hernández *et.al*, 2014; Encina-Domínguez *et.al*, 2008; Cuevas-Guzmán *et.al*, 2011).

Para complementar el trabajo de campo, se realizaron entrevistas a los pobladores sobre los árboles, arbustos y hierbas principales de la región y del ecosistema y se obtuvo información sobre el uso que se les da.

Con las especies registradas se realizó una lista de riqueza específica y a cada especie se le asignó un estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

▪ Fauna

Para el estudio de la fauna se realizaron transectos de distancia variable (Gregoire y Valentine, 2003) cuyo recorrido constó de 10 puntos en total a través de veredas y cursos de agua; y recorridos aleatorios a través de veredas, cursos de agua, sembradíos y vegetación densa. Con las especies registradas se realizó una lista de riqueza específica por clase y a cada especie se le asignó un estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los métodos de acuerdo a la clase de organismos fueron los siguientes:

Anfibios

Se utilizó principalmente el método por transectos, en los cuales se tomaban alrededor de 15 minutos por punto para la búsqueda directa de los organismos sobre charcas cercanas y lugares húmedos. Los recorridos se realizaron principalmente por las mañanas y tardes (Aguirre-León, 2014).

Para el caso del *Ambystoma*, se fabricaron trampas de cilindro con ayuda de envases de plástico de agua con capacidad de un galón, hilo y aguja (Aguirre-León *Op. cit.*); las cuales se colocaron a lo largo de los principales cursos de agua de los que se obtuvieron previa información con los habitantes de la localidad sobre el avistamiento de estos organismos.

Los organismos avistados fueron capturados con la mano, observados y fotografiados para su identificación *in situ* por medio de las claves dicotómicas de “La Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación” de Ramírez-Bautista *et. al.* (2009).

Reptiles

Para el muestreo se utilizó principalmente la técnica de transectos de distancia variable (200-500m), buscando al azar entre la hojarasca, el suelo, debajo y sobre las rocas, zacatales, troncos caídos, entre arbusto, plantas, cultivos, paredes, bardas y techos de las viviendas de la localidad (Aguirre-León *Op. cit.*).

La captura de los organismos fue manual y auxiliándose de ganchos herpetológicos en el caso de las serpientes. Cuando no fue posible su captura se fotografiaron a distancia.

Los animales capturados se observaron, fotografiaron e identificaron *in situ* por medio de claves dicotómicas (Ramírez-Bautista *Op. cit.*). Los ejemplares que no pudieron ser identificados en campo fueron trasladados al Museo de las Ciencias Biológicas “Enrique Beltrán” para su identificación con claves especializadas.

Posterior a su identificación, los organismos fueron trasladados de nuevo a la localidad y liberados en el punto donde se colectaron.

Para complementar el trabajo de campo, se realizaron 5 encuestas a los pobladores sobre los reptiles del lugar, en donde se preguntaron nombres comunes, descripciones y zonas de mayor avistamiento.

Aves

Para el muestreo de aves se combinaron la técnica de transectos de distancia variable en donde en cada punto se realizaba la observación durante 15 minutos de las mismas; y de recorridos aleatorios sobre campos abiertos, vegetación densa y principales cuerpos de agua. El método consistió en realizar caminatas a través de senderos manteniendo un paso regular y lento. Esta técnica de muestreo permite el acercamiento hacia las aves y es descrita por Gregoire y Valentine (2003) y González-García (2014).

La observación de las aves se generó con ayuda de binoculares marca Lobo de 16X50, se obtuvo el registro fotográfico con cámara Nikon Coolpix L320 y se identificaron usando las guía de campo de Aves de México y América Central (Ber van Perlo, 2006) y Aves de México (Peterson y Chalif, 1989).

La nomenclatura utilizada para la ordenación de las especies y la realización de la lista de riqueza fue tomada de la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU, 2013).

Para complementar el trabajo de campo, se realizaron 5 encuestas a los pobladores sobre las aves del lugar, en donde se preguntaron nombres comunes y descripciones. Las entrevistas se apoyaron con la guía rápida de las aves comunes de la Ciudad de México.

Mamíferos medianos y grandes

El método utilizado fue el de transectos de distancia variable sobre cursos de agua, senderos y caminos (González-Romero, 2014). El método consistió en el rastreo de indicios como huellas, pelo y excretas. Se buscó al azar entre la hojarasca, sobre hojas, rocas, árboles, suelo, arena y cerca de los cauces de agua y estanques. Las excretas se fotografiaron y se colectaron manualmente con ayuda de guantes y pinzas y se depositaron en bolsas medianas de papel estraza. Posteriormente fueron trasladadas al Museo de las Ciencias Biológicas "Enrique Beltrán" para su identificación e inclusión en la colección del mismo. Las huellas fueron fotografiadas y de ser posible se les sacó el molde con yeso odontológico.

La identificación de especies fue *in situ* mediante el uso de manuales de identificación de rastros directos e indirectos (Aranda, 2000) considerando

principalmente la distribución de las especies, la forma y el tamaño de las huellas y heces encontradas.

Se realizaron muestreos nocturnos en donde se colocó una fototrampa y una trampa Havahart cercanas a cauces del río y/o estanques. Se utilizaron cebos dulces y salados de acuerdo con González-Romero (2014).

Para complementar la información de campo, se realizaron 5 encuestas a los pobladores de la localidad. Las entrevistas se basaron en una lista de nombres comunes de especies potencialmente presentes recopilada previamente del INAFED (2010).

- **Medio socioeconómico y recursos naturales**

Se recopiló información del municipio del Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo (2011) y de los censos poblacionales, índices y estimadores del INEGI (2010) para describir el medio Socioeconómico.

Asimismo, se evaluó por medio de 5 encuestas realizadas a los pobladores de la región, el conocimiento, uso y manejo de los recursos naturales de la zona de estudio, el análisis de la situación socioeconómica de los habitantes de la localidad y la identificación de las actividades que generan impacto en el ambiente (Anexo 1).

Los nombres comunes de las plantas contenidas en el listado de la encuesta fueron buscados en literatura especializada sobre el tema y registros en zonas similares (Alcivar, 2009; Rzedowski y Rzedowski, 2005; UNAM, 2009).

En el caso de la fauna, los nombres comunes obtenidos de las encuestas fueron comparados con los reportados en los trabajos de Alcivar, 2009; Almazán-Núñez *et.al*, 2009; Ugalde-Lezama *et.al*, 2009.

Asimismo, se realizaron encuestas a 18 turistas que visitaron la localidad durante el periodo de estudio con la finalidad de conocer la calidad del servicio turístico prestado por los habitantes de la zona, conocer las principales actividades que realizan y evaluar el conocimiento que se tiene principalmente sobre los servicios ecosistémicos brindados por el lugar (Anexo 2).

Los cuestionarios fueron incluidos en medida de lo posible en conversaciones con los pobladores, para evitar que se sintieran intimidados y que la cantidad de preguntas no les pareciera excesiva.

- **Fase de Diagnóstico**

La información obtenida se vació en una Matriz de interacciones tipo Leopold (Coria, 2008; Verd, 2000) para identificar los impactos más representativos en la zona; después, esos datos significativos se analizaron con la Matriz de McHarg (Oyarzún, 2008) para calificar las características de los impactos. Posteriormente, se elaboraron Redes de Sorensen (Magrini, 1990; Sanz, 1991) para identificar los impactos acumulados; y finalmente se utilizó la metodología Presión-Estado-Respuesta (OCDE, 1998) sobre cada una de las acciones generadoras de deterioro ambiental.

- **Fase Propositiva**

Se discutió sobre los eventos que han afectado el ambiente en la localidad de El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo. Asimismo, con la información recopilada, se proponen acciones que mitiguen y/o restauren los daños ambientales que sufre la zona por las actividades humanas presentes en la misma.

Área de estudio

La información fue consultada en el Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo (2011) y del Prontuario de información geográfica municipal del INEGI (2010).

-Localización. El Municipio de Santa Ana Jilotzingo se localiza en el Estado de México entre los paralelos $19^{\circ} 26'$ y $19^{\circ} 34'$ de latitud norte y los meridianos $99^{\circ} 19'$ y $99^{\circ} 29'$ de longitud oeste a una altitud entre 2,400 y 3,700 msnm. Colinda al norte con los municipios de Isidro Fabela y Atizapán de Zaragoza; al este con los municipios de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan de Juárez; al sur con los municipios de Naucalpan de Juárez y Xonacatlán; al oeste con los municipios de Xonacatlán, Oztolotepec e Isidro Fabela. Ocupa el 0.56% de la superficie del estado y cuenta con 25 localidades.



Mapa 1. Estado de México con sus municipios y colindancias

-Clima. Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (54.19%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (45.81%). Rango de temperatura entre los 8 y 16°C. Con un rango de precipitación entre los 800 y 1,300mm.

-Fisiografía. El municipio pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico Transversal, a la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac y al sistema de topofomas de la sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (78.52%) y lomerío de tobas (21.48%).

-Geología. La geología del municipio pertenece en su mayoría (95.39%) al periodo Neógeno. Las rocas en cuanto a distribución porcentual en el municipio son de origen ígnea extrusiva: andesita (73.93%) y volcanoclástico (19.48%) y sedimentaria: brecha sedimentaria (1.98%).

-Hidrografía. El municipio está asentado en dos regiones hidrológicas: Pánuco (95.47%) y Lerma-Santiago (4.53%). Pertenece a las cuencas del río Moctezuma (95.47%) y río Lerma-Toluca (4.53%) y a las subcuencas río Cuautitlán (53.16%), lago Texcoco y Zumpango (42.31%) y río Almoloya-Otzolotepec (4.53%). Las corrientes de agua perennes son el Valdez y Bernal, mientras que las intermitentes son La Cañada, Santa Ana, Xido, San Javier, Xinte, Tlalnepantla, Navarrete, San Luís y El Silencio.

-Edafología. Los suelos en orden de dominancia son: Andosol (69.59%), Luvisol (19.6%), Durisol (3.15%) y Phaeozem (3.05%).

-Aprovechamiento actual del suelo. El suelo es aprovechado principalmente para la agricultura (12.48%) y zona urbana (4.61%), siendo la vegetación dominante el bosque (67.56%) y el pastizal (15.35%).

-Uso potencial del suelo. Principalmente son dos: 1) Para la agricultura mecanizada estacional (7.02%), para la agricultura de tracción animal estacional (22.71%), para la agricultura manual estacional (65.66%), no apta para la agricultura (4.61%) y 2) Pecuaria para el desarrollo de praderas cultivadas (29.75%), para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (65.64%), no apta para uso pecuario (4.61%).

-Principales ecosistemas. En los bosques se mantiene un tipo de vegetación como el bosque de *Abies*, *Pinus rudis*, *Pinus hartwegii*, *Encino-aile* y mixtos de Pino-Encino; a su vez, existe flora relacionada con especies de arbustos, hierbas y pastos de diferentes especies, así como fauna como el venado cola blanca, conejo, ardilla,

tuza, rata de campo, aguililla, patos, gansos silvestres, ranas, sapos, lagartijas y víboras.

-Población. Para el año 2010, de acuerdo a los datos del Censo General de Población y Vivienda, el municipio cuenta con una población de 17,970 habitantes, en donde para el 2005 el 49.32% son del sexo masculino y el 50.68% del femenino. En términos de crecimiento natural y social, el municipio en el último periodo intercensal de 2000-2005, muestra que la tasa de crecimiento es negativa, lo que le confiere a Santa Ana Jilotzingo como una entidad territorial de rechazo muy alto.

-Zona urbana. Las zonas urbanas están creciendo sobre rocas ígneas extrusivas del Neógeno, en lomeríos y sierras; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Andosol, Luvisol y Durisol; tienen clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y bosques.

-Aspectos económicos. El Municipio de Santa Ana Jilotzingo, presenta un índice de especialización (IE) de 0.82 unidades, por lo cual se ubica entre los cinco municipios más especializado en el sector terciario (servicios); superior al coeficiente regional que fue de 0.77 unidades; pero hay tres municipios de la región que superan a Santa Ana Jilotzingo, que en orden de importancia son: Tlalnepantla (1.23), Huixquilucan (1.19), Nicolás Romero, (1.09) e Isidro Fabela cuyo IE es de 1.02 unidades.

-Población económicamente activa (PEA). La población ocupada total asentada en el municipio, representa el 98.07% (5,289 personas), del total de la PEA municipal; las personas que no tienen fuente de empleo, sólo son 138 habitantes, que en términos relativos representan el 2.61%.

-Marginación. A nivel estatal y municipal, en el año 2005, el INEGI reconoció un bajo grado de marginación, por lo cual, ambas entidades, están por encima de lo identificado a nivel nacional que manifestó un grado medio de marginación. En el caso de la localidad El Tular Peña de Lobos, los datos recopilados para el año 2010 de acuerdo con el INEGI, el grado de marginación de la localidad es alta, y el grado de rezago social de la localidad es media.

La localidad de El Tular Peña de Lobos es considerada un parque recreativo que brinda al público en general servicios turísticos como camping, caminatas, alimentos, cabañas y actividades lúdicas. La propiedad es un terreno ejidal por lo que cuenta con áreas comunales. Para la realización del diagnóstico se muestreó dentro de la localidad y en parte de los terrenos comunales, abarcando una extensión de 23.5 ha. (Figura 1).

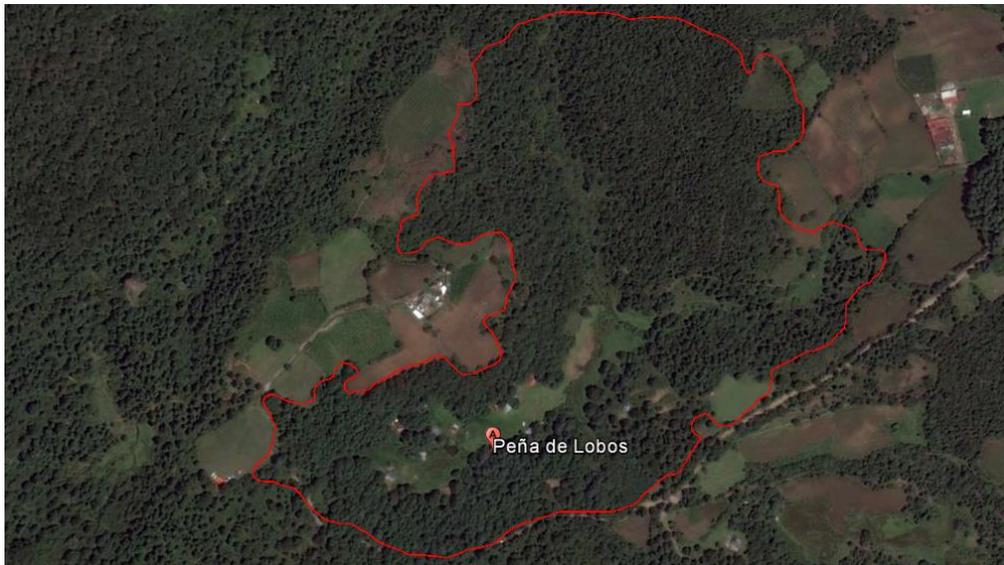


Figura 1. Polígono de estudio y sus colindancias

Resultados

- **Medio Físico**
 - **Condiciones Geográficas**
 - **Ubicación**

El municipio de Santa Ana Jilotzingo se localiza en el Estado de México entre los paralelos 19° 26' y 19° 34' latitud norte y los meridianos 99° 19' y 99° 29' longitud oeste, a una altura entre los 2400 y 3700 msnm. Se ubica en la zona central del Estado y colinda al norte con los municipios de Atizapán de Zaragoza e Isidro Fabela; al sur con el municipio de Lerma; al poniente con Isidro Fabela, Oztolotepec y Xonacatlán; y al oriente con Atizapán de Zaragoza y Naucalpan. La extensión territorial del municipio es de 117.09 km², ocupando el 0.56% de la superficie del Estado (H. Ayuntamiento, 2011).

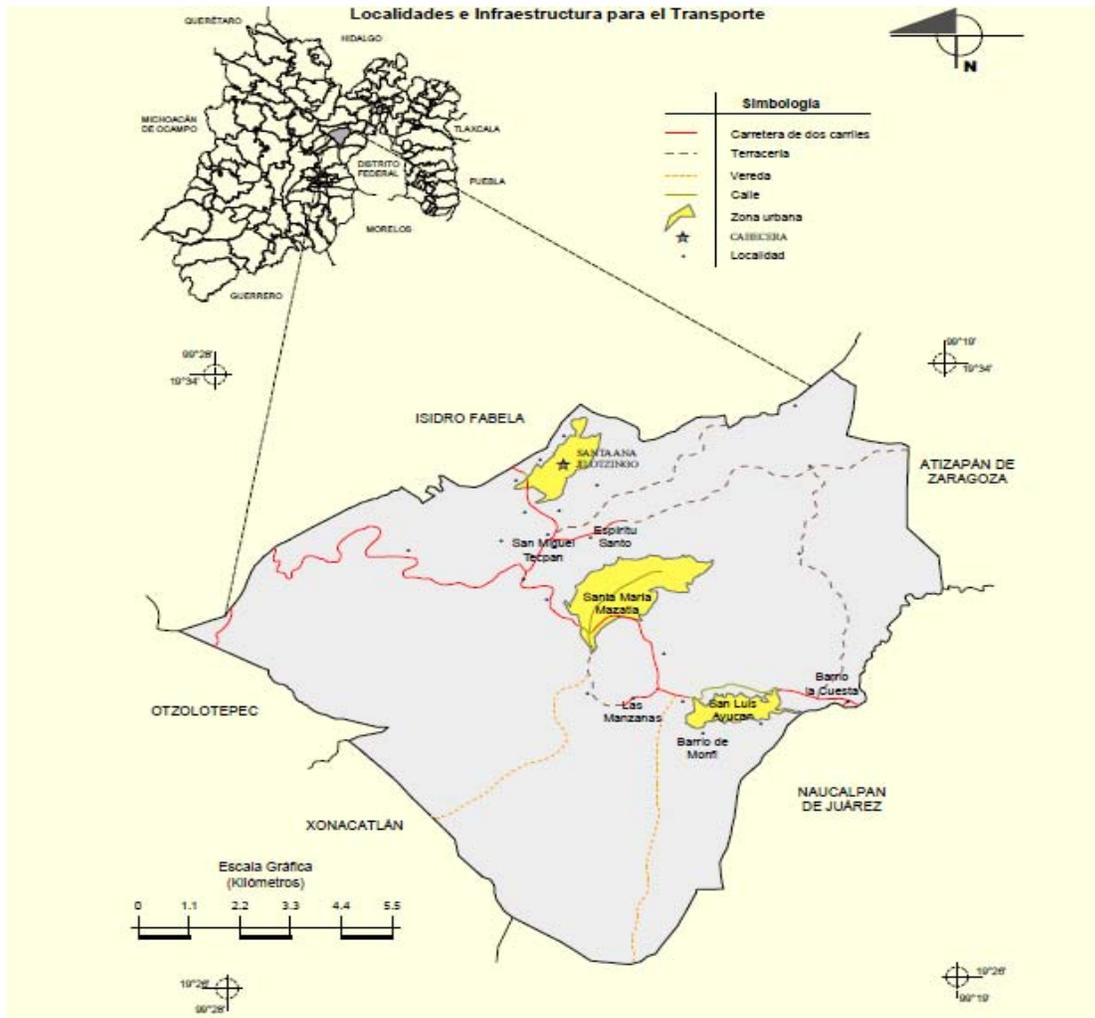


Figura 2. Mapa de las localidades e infraestructura para el transporte del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México (INEGI, 2005)

▪ **Clima**

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo (2011), la climatología predominante en el municipio es de tipo templado húmedo con lluvias en verano C(w), la cual está condicionada por su localización geográfica, al insertarse en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, por lo cual la convergencia de masas de aire entre el Valle de Toluca y el Valle de México, hacen que la región en donde se localiza, se caracterice por el asentamiento de bancos de niebla tanto en la época de lluvias como en invierno, ello fomentado a su vez por la existencia de mucha vegetación, lo que incide en los niveles de humedad en el ambiente.

Por otro lado, siguiendo la guía para clasificar el clima según el sistema de Köppen modificado por García (2004), la clasificación climática de la zona es la siguiente:

$C(w_1)bi$ = Clima templado con verano fresco largo, con una temperatura media entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, subhúmedo, isotermal (oscilaciones de las temperaturas medias mensuales menor de 5°C), lluvias de verano con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores para la clasificación climática (Fuente: SMN, 2010)

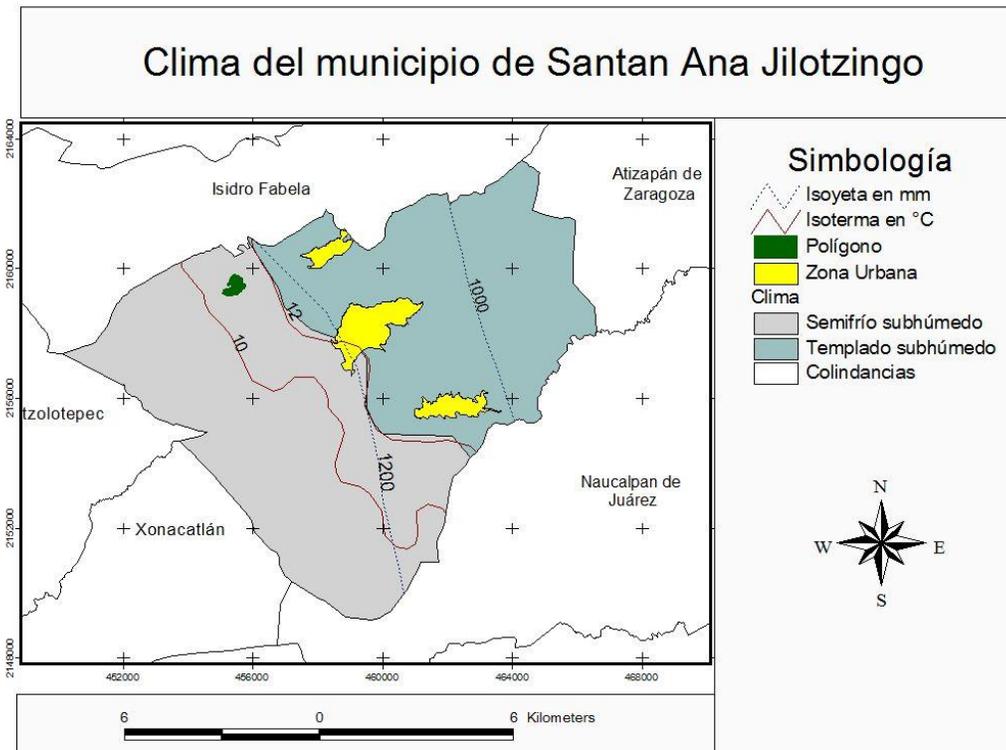
Característica	Valor
Temperatura media anual	13.5°C
Mes más frío	Diciembre con 12.2°C como media
Mes más caliente	Mayo con 14.5°C como media
Oscilación de temperatura	1°C
Precipitación anual	734.1mm
Porcentaje de lluvia invernal	5.9%
Índice P/T	54.37%
Mes más lluvioso	Junio con 194.8mm
Mes más seco	Abril con 0mm

De acuerdo con la carta climatológica del INEGI (2008) escala 1: 1,000,000, los climas predominantes del municipio de Santa Ana Jilotzingo son dos (Mapa 2):

-En la parte noreste, este y parte central del municipio podemos observar que se asienta el clima templado subhúmedo.

-En la parte noroeste (lugar donde se encuentra la localidad en estudio), sur y parte central del municipio podemos observar que se asienta el clima semifrío subhúmedo.

En el municipio las isoyetas se encuentran entre los 1000 y 1200mm, mientras que las isotermas se encuentran entre los 10 y 12°C.



Mapa 2. Climas del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

▪ **Temperatura**

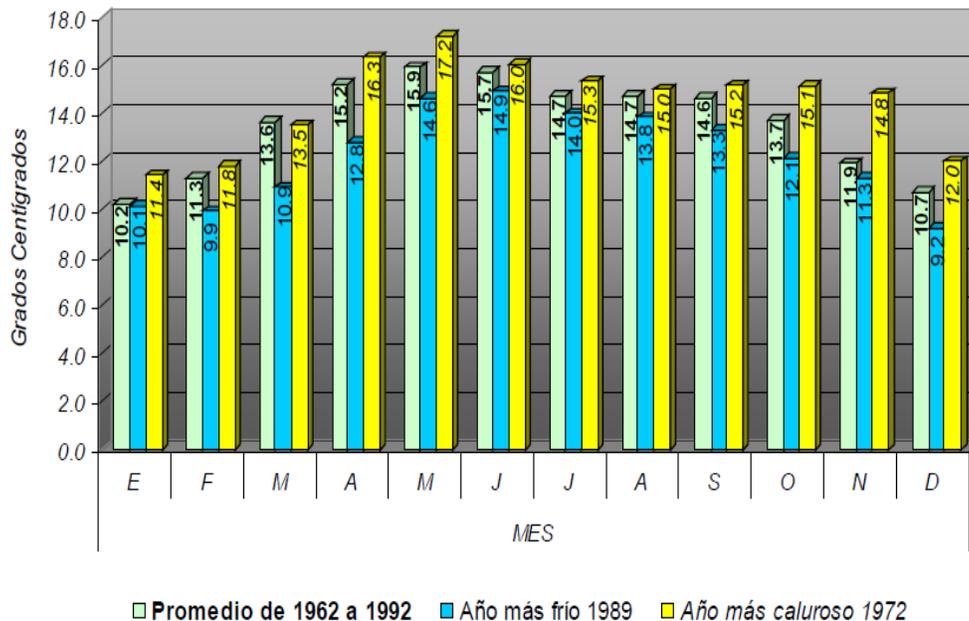
La estación meteorológica de Toluca (SMN, 2010), registró durante el periodo de 1962 a 1992, una temperatura promedio de 13.5°C, cuya temperatura del año más frío fue de 12.2°C, en tanto que la temperatura del año más caluroso fue de 14.5°C (Cuadro 4).

Fue 1972 el año más caluroso, donde se reportan los meses de mayo, abril y junio que respectivamente han tenido temperaturas de 17.2, 16.3 y 16.0°C, con mayor calor. Mientras que el año más frío registrado fue 1989, siendo los meses con las temperaturas más bajas de diciembre, febrero y enero, cuyas temperaturas reconocidas fueron en orden de importancia 9.2, 9.9 y 10.1°C (Gráfica 1).

Cuadro 4. Temperatura media mensual (°C) del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Estación Meteorológica y Concepto	Periodo	Mes											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Toluca	1992	7.5	11.1	14.6	14.3	14.7	16.2	14.8	15.1	14.9	13.5	12.0	11.3
Promedio	De 1962 a 1992	10.2	11.3	13.6	15.2	15.9	15.7	14.7	14.7	14.6	13.7	11.9	10.7
Año más frío	1989	10.1	9.9	10.9	12.8	14.6	14.9	14.0	13.8	13.3	12.1	11.3	9.2
Año más caluroso	1972	11.4	11.8	13.5	16.3	17.2	16.0	15.3	15.0	15.5	15.1	14.8	12.0

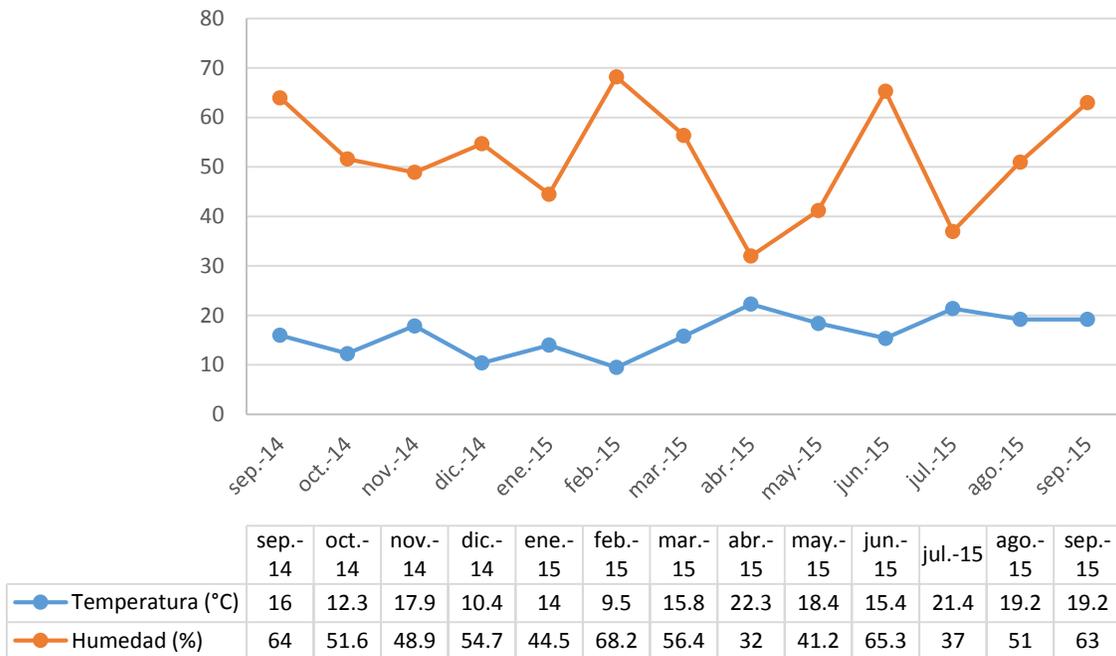
FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de México, 2006.



INEGI. Anuario Estadístico del Estado de México, 2006.

Gráfica 1. Temperatura media mensual del periodo de 1962-1992 (°C) del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

En los valores registrados de la temperatura y humedad relativa en cada muestreo se observa que el mes más caluroso del año fue Abril con 22.3°C mientras que el más frío fue Diciembre con 10.4°C. En cuanto a humedad relativa, el mes más húmedo registrado fue Febrero con 68.2% (Gráfica 2).



Gráfica 2. Valores promedio de la temperatura y humedad correspondientes al periodo 2014-2015

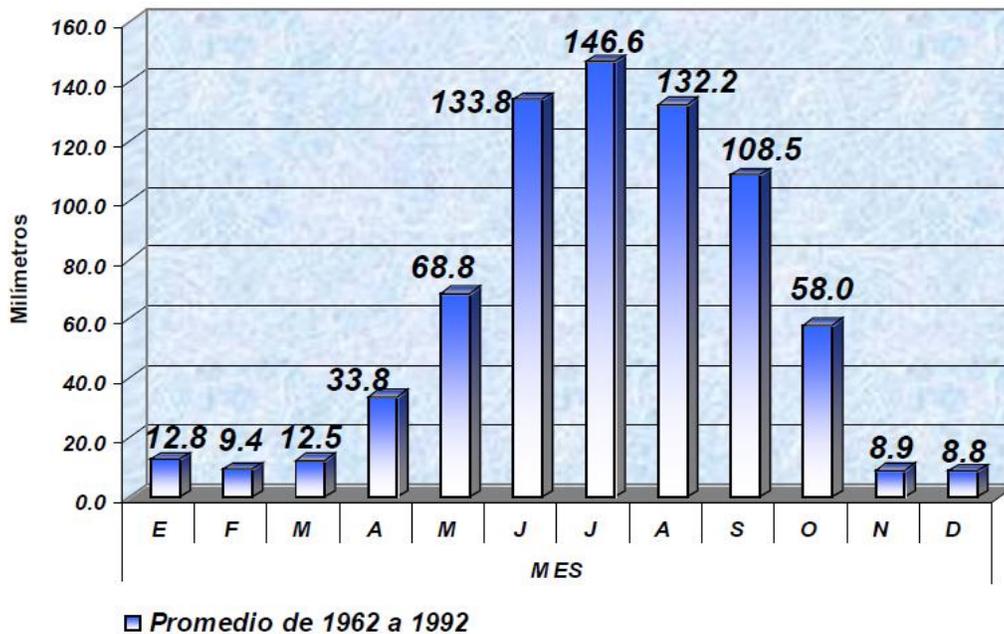
▪ **Precipitación Promedio Mensual**

La estación meteorológica de Toluca (SMN, 2010), con base al registro mensual de precipitación pluvial, identifico durante el periodo de 1962 a 1992, que la precipitación promedio registrada en la región fue de 734.1 milímetros, siendo la precipitación del año más seco del orden de 546.5 milímetros, aquí se registró un evento singular, en el año 1983, que fue el año más seco, en el mes de abril, no se registró precipitación pluvial (0.0mm); por su parte, la precipitación pluvial del año más lluvioso (1967) fue de 985.1 milímetros (Cuadro 5).

Cuadro 5. Precipitación total mensual (mm) del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

CONCEPTO	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio de 1962 a 1992	12.8	9.4	12.5	33.8	68.8	133.8	146.6	132.2	108.5	58.0	8.9	8.8
Año más seco 1983	16.0	8.1	9.5	0.0	19.1	121.2	130.8	121.8	74.1	25.8	8.8	11.3
Año más lluvioso 1967	0.6	2.0	6.1	25.4	70.0	194.8	173.0	193.2	241.2	72.1	0.3	6.4

FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de México, 2006.



INEGI. Anuario Estadístico del Estado de México, 2006.

Gráfica 3. Precipitación total mensual (mm) del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

En lo que concierne a la época de lluvias se da entre los meses de junio a octubre, por su parte el mes de septiembre es el más lluvioso con 241.2 milímetros de precipitación pluvial, en tanto que, los meses de noviembre y enero son los más secos con sólo 0.3 y 0.6 milímetros de precipitación pluvial, respectivamente (Gráfica 3).

La situación de los vientos, es particularmente especial, en la región donde se ubica Santa Ana Jilotzingo, que como, ya se ha mencionado convergen masas de aire provenientes del Valle de Toluca como del Valle de México, lo cual incide en el comportamiento pluviométrico de la zona, no obstante el sentido de los vientos dominantes son de sur a norte, mismas que influye en los niveles de humedad existentes en el municipio, cuyo principal reflejo es la presencia de agua en el medio ambiente y la existencia de vegetación de montaña.

▪ Orografía y Geomorfología

El municipio de Santa Ana Jilotzingo se localiza dentro de la Región X del Sistema del Eje Neovolcánico Transversal, concretamente en la subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac. En específico, el municipio se ubica entre cadenas montañosas, sierras, cerros y hundimientos, que conforman un sistema de lomeríos, por consiguiente la topografía es muy irregular, esto se ve reflejado en la presencia de rocas de origen volcánico, que han formado a lo largo de tiempo las elevaciones de Apaxco, Dos Cabezas, Endomi, Gachupin, Geishto, Monte Alto, Ñango, El Órgano, Sehuayan, San Pablo, San Miguel; que forman parte de las elevaciones de la Sierra Monte Alto (H. Ayuntamiento, 2011).

En cuanto a geomorfología, entendida como la forma y disposición de una superficie, el territorio municipal se divide en cuatro grandes zonas (H. Ayuntamiento *Op. cit.*):

- Zona Accidentada: cuya topografía es superior al 25%, tiene una extensión de 9,915.57 hectáreas, que representa el 79.39% de la superficie municipal.
- Lomeríos Medios: con una extensión de 637.78 hectáreas, que representa el 5.11% del territorio del municipio; en esta zona la topografía es del 15 al 25%.
- Lomeríos Suaves: que constituyen el 15.50% del área total del municipio, que en términos absolutos asciende a 1,935.50 hectáreas, cuyo relieve oscila entre el 5 y el 15%.
- Planicie: que es la superficie que menor extensión tiene, con sólo 1.15 hectáreas (0.01%), su configuración topográfica va del 0 al 5%.

La zona montañosa existente en el territorio municipal, pertenece al Parque Estatal Otomí-Mexica, que es uno de los nichos ecológicos más importantes del Estado de México y que a su vez es el que ha sido afectado por las actividades antropogénicas, dado, que es donde se están dando asentamientos humanos sin la planeación debida.

El municipio se ubica en promedio a 2,803 msnm, la superficie más baja se localiza a 2,550msnm y la zona más alta está a 2,950 msnm (Figura 3).

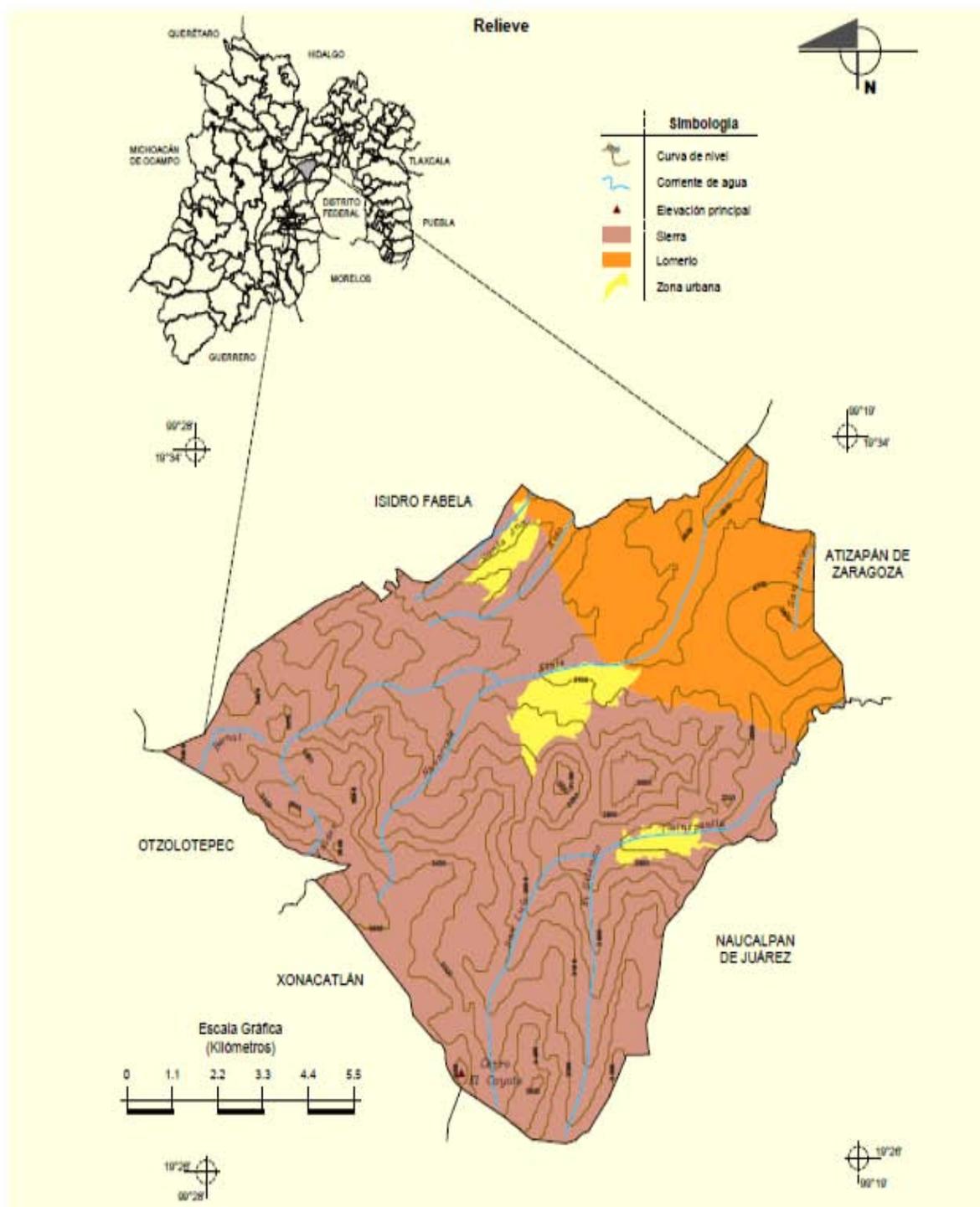


Figura 3. Mapa del relieve del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México (INEGI, 2005)

▪ Hidrología

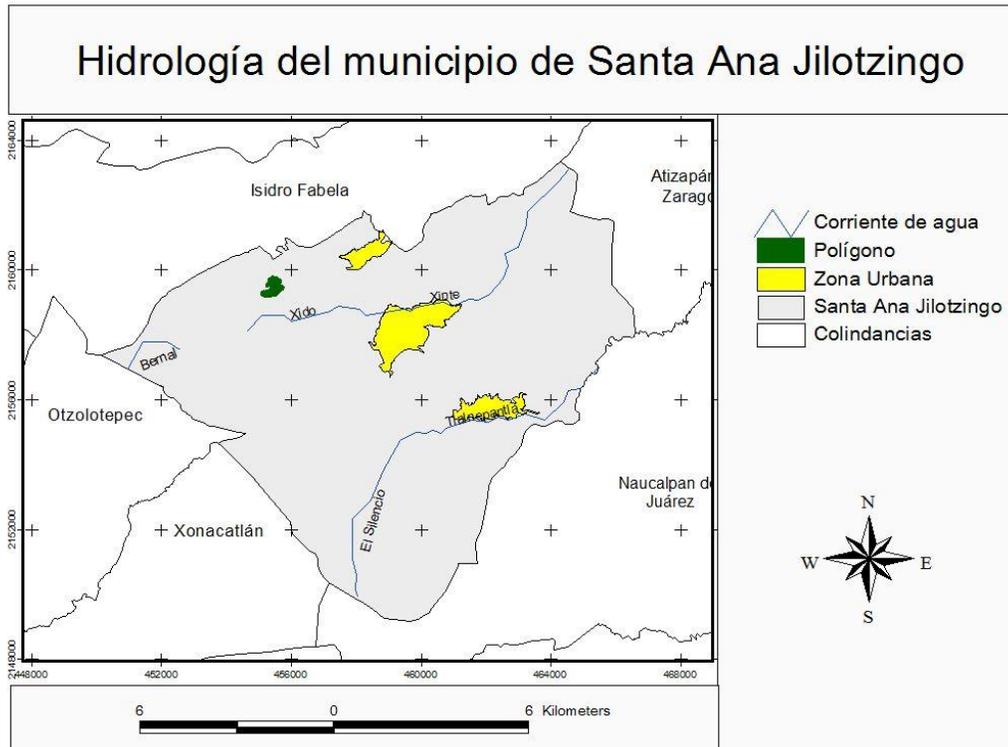
La localización del municipio en sí, se asienta en dos grandes cuencas hidrológicas (H. Ayuntamiento, 2011):

- La Región Hidrológica del Panúco (RH26), específicamente en la Cuenca del Río Moctezuma (D), al mismo tiempo, en el territorio donde se sitúa el municipio, convergen las subcuencas de la Presa de Guadalupe y de la Presa Madín, las cuales se constituyen en los principales vasos de almacenamiento y abastecedores del recurso hídrico de la parte baja de la Sierra de Monte Alto, dado que, aparte de abastecer de agua a las localidades ubicadas en la zona, el municipio de Naucalpan, depende de estas fuentes para suministrarse agua.
- La parte suroeste del municipio de Jilotzingo, se sitúa en la Región Hidrológica Lerma-Cahapala-Santiago (RH12), en la Cuenca del Río Lerma-Toluca, específicamente en la parte alta, que es donde inician los escurrimientos hacia el Valle de Toluca.

Se tiene contabilizados 22 ojos de agua, entre los que destacan: Capoxi, Cutis, El Frutillal, Endeca, El Rincón, El Risco, Gundo, Los Fresnos, Las Tinajas, Jiante, Megoh, Ojo de Agua, Pipilihuasco, Texandeje, Villa Alpina, Xote.

En lo que se refiere a ríos, se tienen al Río Santa Ana, que posteriormente se convierte en “río” de La Colmena, que es uno de los más importantes de la región, porque, pasa por los municipios de Santa Ana Jilotzingo, Nicolás Romero; esta corriente de agua converge en el Río Cuautitlán. Otras corrientes de agua de importancia son los de Navarrete, San Luis, Cañada del Silencio y Los Ranchos.

De acuerdo con la carta hidrológica del INEGI (2005) escala 1: 1,000,000, las corrientes principales que pasan por el municipio son el río Bernal, Xido, Xinte, El Silencio y Tlalnepantla (Mapa 3). En la localidad El Tular Peña de Lobos se encuentran riachuelos provenientes de los afluentes principales del río Santa Ana y Xido y un ojo de agua denominado Capoxi.



Mapa 3. Hidrología superficial del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Características físicas, químicas y microbiológicas de los efluentes secundarios provenientes de los ríos principales Santa Ana y Xido y del ojo de agua Capoxi.

Se localizaron 3 cuerpos de agua en la zona de estudio: 2 efluentes secundarios provenientes de los ríos principales Santa Ana y Xido y un ojo de agua proveniente de Capoxi (Figura 4).

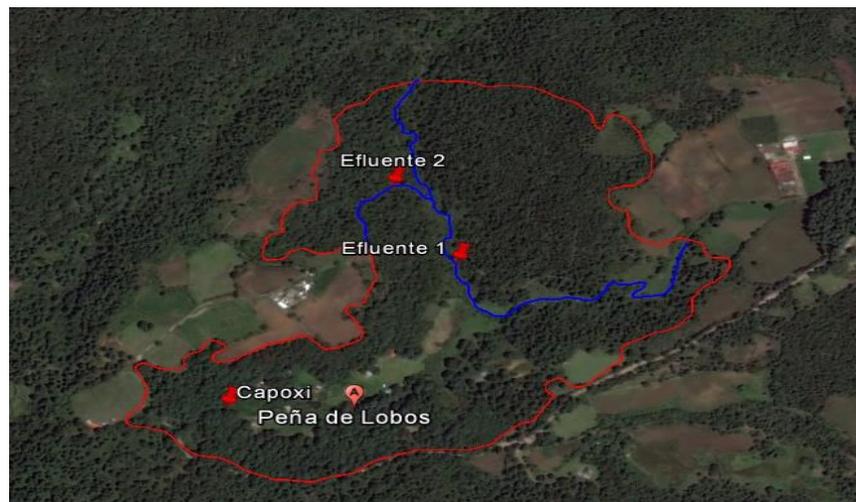


Figura 4. Principales cuerpos de agua localizados en la zona de estudio



Figura 5. (A) Aguas provenientes del ojo de agua Capoxi y (B) Curso de agua del efluente principal
1

De acuerdo con los criterios utilizados y observados en el Cuadro 6, los dos efluentes secundarios presentan buena calidad ecológica para las especies acuáticas de la zona, ya que sus aguas son muy oxigenadas y adecuadas para la vida de la gran mayoría de los organismos acuáticos (Arocena y Conde, 1999); así mismo, al presentar salinidades bajas pueden ser útiles para el riego de todo cultivo y tipo de suelo. El efluente secundario 1 presentó dudosa calidad de acuerdo al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, lo que podría indicar la abundancia de florecimientos algales. Por otra parte, las aguas provenientes del ojo de agua Capoxi, utilizadas para el uso doméstico, presentaron condiciones físicas y químicas aptas para el uso humano mas no para su consumo (Figura 5).

Por otra parte, de acuerdo con los criterios microbiológicos citados en el cuadro 7, ninguno de los 3 cuerpos de agua es apto para consumo humano; sin embargo, los tres cuerpos de agua pueden tener uso como fuente de agua potable y para el riego agrícola, más no un uso recreativo con contacto primario. La protección de la vida acuática se encuentra comprometida de acuerdo con los niveles de coliformes fecales. Si no se toman medidas pertinentes para desviar al ganado de los cursos de agua y tratar las aguas residuales, la situación puede empeorar en un corto plazo debido a que los niveles de coliformes totales se encuentran muy cercano a los límites permisibles para su uso humano.

Cuadro 6. Caracterización física y química de las fuentes naturales de agua de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Propiedad Fuente	Oxígeno disuelto (mg/L)	Oxígeno disuelto (% de saturación)	Temperatura (°C)	pH	Sólidos disueltos totales (ppm)	Conductividad (µs)
Límite permisible ⁴	4.0	NEU	CN + 1.5	6.5 a 8.5	1000	NE
<u>Efluente secundario 1</u>	6.13	69.5	13	7.8	52	70
Clasificación	Muy oxigenada ¹	Dudosa calidad ²	Fría ¹	Ligeramente alcalino ¹	Buena calidad ³	Salinidad baja ¹
<u>Efluente secundario 2</u>	7.05	92.9	12	8.3	54	62.5
Clasificación	Muy oxigenada ¹	Buena calidad ²	Fría ¹	Fuertemente alcalino ¹	Buena calidad ³	Baja salinidad ¹
<u>Aguas provenientes de Capoxi</u>	7.86	90.7	14	8.2	61	118.4
Clasificación	Muy oxigenada ¹	Buena calidad ²	Fría ¹	Fuertemente alcalino ¹	Aceptable ³	Baja salinidad ¹

1 Criterios basados en la clasificación sugerida por Gama *et. al.* (2010) del manual de Análisis de calidad del agua y su relación entre factores bióticos y abióticos. **2** Criterios basados en Lynch y Poole (1979) tomado de Fuentes y Massol (2002) en su manual de laboratorio. Ecología de Microorganismos. **3** Indicadores de calidad del agua tomado de la CONAGUA (2012) **4** Modificación a la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Cuadro 7. Caracterización microbiológica de las fuentes naturales de agua de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Fuente Propiedad	Efluente secundario 1	Efluente secundario 2	Aguas provenientes de Capoxi
Coliformes totales (NMP/100ml)	1200	450	1100
Coliformes fecales (NMP/100ml)	850	150	750

1 Modificación a la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los organismos coliformes totales y fecales deben estar ausentes o no ser detectables. **2** CE-CCA-001/89. Niveles máximo de 1000 coliformes fecales (NMP/100ml) para fuente de abastecimiento de agua potable y riego agrícola. Los organismos no deben exceder de 200 (NMP/100 ml) en agua dulce o marina, y no más del 10% de las muestras mensuales deberá exceder de 400 NMP/100 ml para tener uso recreativo con contacto primario y para la protección de la vida acuática.

- **Estructura, composición y uso del suelo**
 - **Geología**

El estrato geológico del territorio municipal, fue resultado de eventos relacionados con la actividad volcánica y pluvial, que han influido en la conformación territorial de Santa Ana Jilotzingo, dando como consecuencia la base litológica sobre la que se ha configurado el actual paisaje del municipio (H. Ayuntamiento, 2011).

- Rocas Ígneas Extrusivas, aproximadamente el 85% territorio municipal se encuentra asentado sobre este tipo de roca. Las unidades específicas existentes en el municipio de Jilotzingo son:
 - Andesita (A). En este tipo de geología se encuentran asentadas las localidades de Santa Ana Jilotzingo (Cabecera Municipal) y San Miguel Tecpan.
 - Brecha Volcánica (Bv). Sólo se ubica una localidad sobre esta formación geológica, que es San Luís Acayucan.
 - Residual (Re). Sobre este tipo de suelo se localizan las localidades de Espíritu Santo y Santa María Mazatla (Figura 6).

Como resultado de la existencia de los tipos geológicos antes citados, dentro del territorio municipal, se localizan bancos de materiales que son explotados, principalmente en dos minas que se denominan Minas de Agregados de Chiluca y Mina La Paloma, donde se extraen materiales pétreos como arena, grava, cantera y tepetate.

En términos de la actividad minera, Santa Ana Jilotzingo se localiza en la Región Huixquilucan-Naucalpan de Juárez-Jilotzingo-Atizapán de Zaragoza, que suministra de materiales para la construcción a la zona noreste del Valle Cuautitlán-Texcoco, siendo Huixquilucan el que tiene mayor número de minas activas en la región.

Pese a que la geología del municipio tiene una utilidad económica, se producen efectos colaterales negativos al medio ambiente como son la degradación de la vegetación, erosión, deslizamientos de tierra, lo que indudablemente incide en los procesos de erosión del suelo.

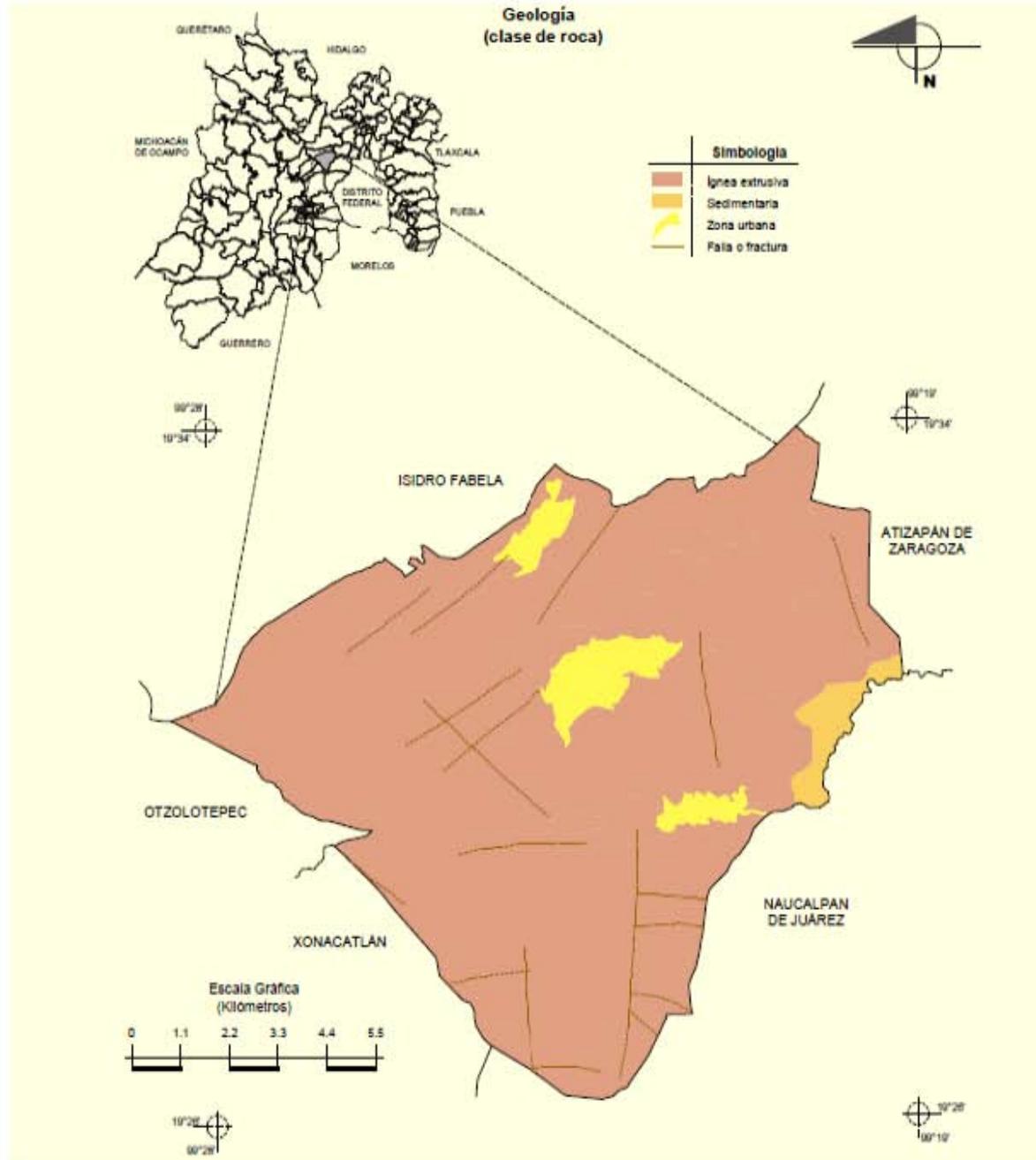
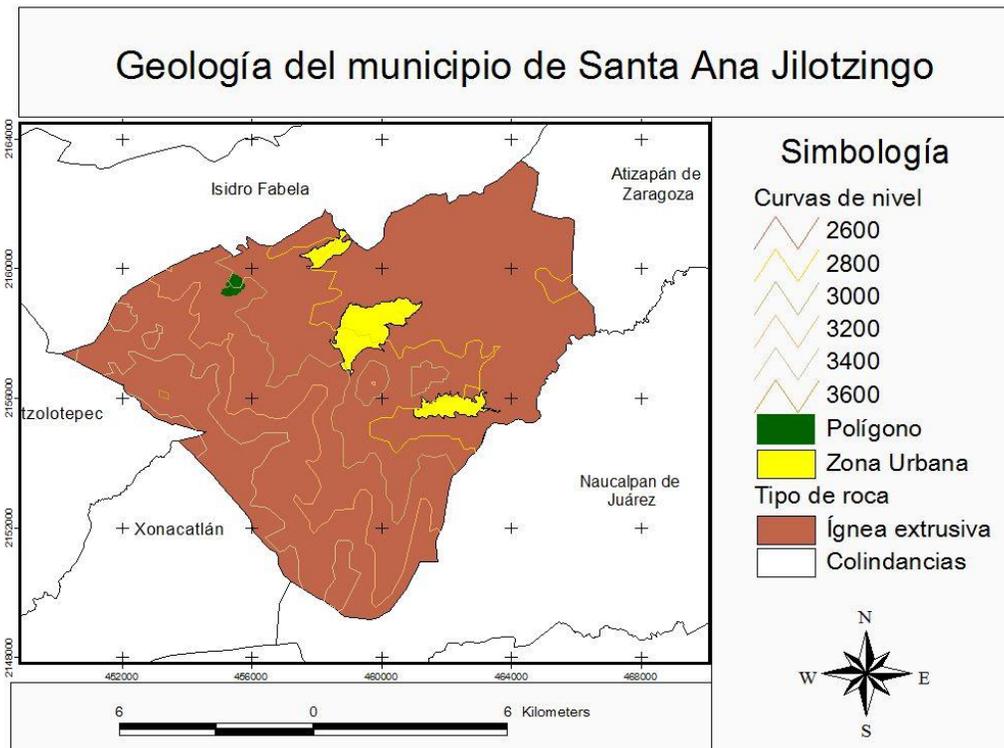


Figura 6. Geología del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México (INEGI, 2005)

De acuerdo con la carta geológica del INEGI (2005) escala 1: 250,000 serie I, el municipio se encuentra asentado en su totalidad sobre roca ígnea extrusiva. Las curvas de nivel indican que el municipio se encuentra a una altitud entre los 2,600 y 3,600 msnm, estando la localidad El Tular Peña de Lobos a una altitud de 3,000 msnm (Mapa 4).



▪ Sismicidad y Vulcanismo

El municipio de Santa Ana Jilotzingo, se inserta dentro del Valle Cuautitlán-Texcoco, que su vez forma parte de la Cuenca del Valle de México, que corresponde a una fase tectónica ubicada en la porción central de la franja volcánica transmexicana, la cual presenta movimientos diferenciales que se manifiesta a través de una acción tectónica y volcánica que tienen un alto grado de inestabilidad; por tal circunstancia, si se suscita un evento sísmico que ocurra en un radio de 500km, en torno a la Cuenca del Valle de México, repercutirá en la estructura del suelo y del subsuelo de la región.

▪ Edafología

El municipio está constituido por tres unidades edafológicas (Figura 7):

- Andosol Húmico Ocrico (Th+To/2)
- Luvisol Crómico (Lc/2)
- Litosol (I+To/2)

El suelo predominante es el andosol al cubrir el 90% de la superficie del municipio; tiene la cualidad de ubicarse en regiones donde se suscitó actividad volcánica, es resultado de las cenizas volcánicas; la cualidad de estos suelos, es que sobre él se asientan bosques de pino y abeto predominantemente. Tienen una textura esponjosa y son muy sueltos, lo que los hace colapsables, para usos agrícolas tienen productividad muy baja, dado que, tienden a inmovilizar el fósforo, por lo cual no puede ser metabolizado por las plantas; por el contrario, el uso donde se le da el mayor aprovechamiento es el forestal; si se le utiliza para el cultivo, es propenso a erosionarse. Este tipo de suelo técnicamente no es apto para usos urbanos, debido a que en el caso del municipio se ubica en una zona cuyo relieve impide la dotación de los servicios básicos por la topografía, además de ser suelos considerados como colapsables por la situación del relieve existente; paradójicamente, se asientan las localidades de Santa Ana Jilotzingo (Cabecera Municipal), Santa maría Mazatla y San Miguel Tecpan (H. Ayuntamiento, 2011).

Por otro lado, los luvisoles contienen una gran cantidad de arcilla, por lo que presentan coloración rojiza, parda o gris; son característicos de zonas templadas o tropicales lluviosas, se encuentran asociados con bosques templados y tropicales. Su vocación Natural es la forestal; sin embargo, se pueden utilizar con buenos resultados en la siembra de pastizales para la ganadería; en cuanto a su vocación para la agricultura, es bajo su rendimiento. Para usos urbanos no tiene vocación, pues está limitado por su poder de excavación, presentan subsuelo tepetatoso.

En México muchos suelos del tipo luvisoles se han erosionado debido al mal manejo de la actividad agrícola y pecuaria, en lo que se refiere al municipio, las localidades que están ubicadas sobre este tipo de suelo son Espíritu Santo y San Luís Acayucan.

Finalmente, los litosoles son suelos que se localizan en todos los tipos de clima y con muy diversos tipos de vegetación; se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 centímetros hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas la sierras de México; pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su propensión a erosionarse depende de la zona donde se localicen y de la topografía.

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre, su uso es forestal cuando evidentemente existen bosques y selvas; para usos agrícolas se condiciona a la presencia de agua suficiente y se ve limitado por el peligro de erosión. En cuanto al uso pecuario los rendimientos son variables. Mientras que su aptitud para sustentar el desarrollo urbano, está supeditado por la topografía y el tipo de geología existente en la zona.

Esta unidad edafológica es la que se encuentra en menor proporción y se ubica al suroeste de la Cabecera Municipal, casi en los límites con Xonacatlán.

En función de las condicionantes impuestas por el suelo, la geología y la topografía, el 98% de territorio municipal no puede sustentar el desarrollo urbano, ello se debe a la topografía de la zona, sin embargo es necesario establecer las medidas necesarias para controlar el crecimiento de área urbana, para que no se afecte ni al medio ambiente ni a la población por su ubicación en zonas de riesgo.

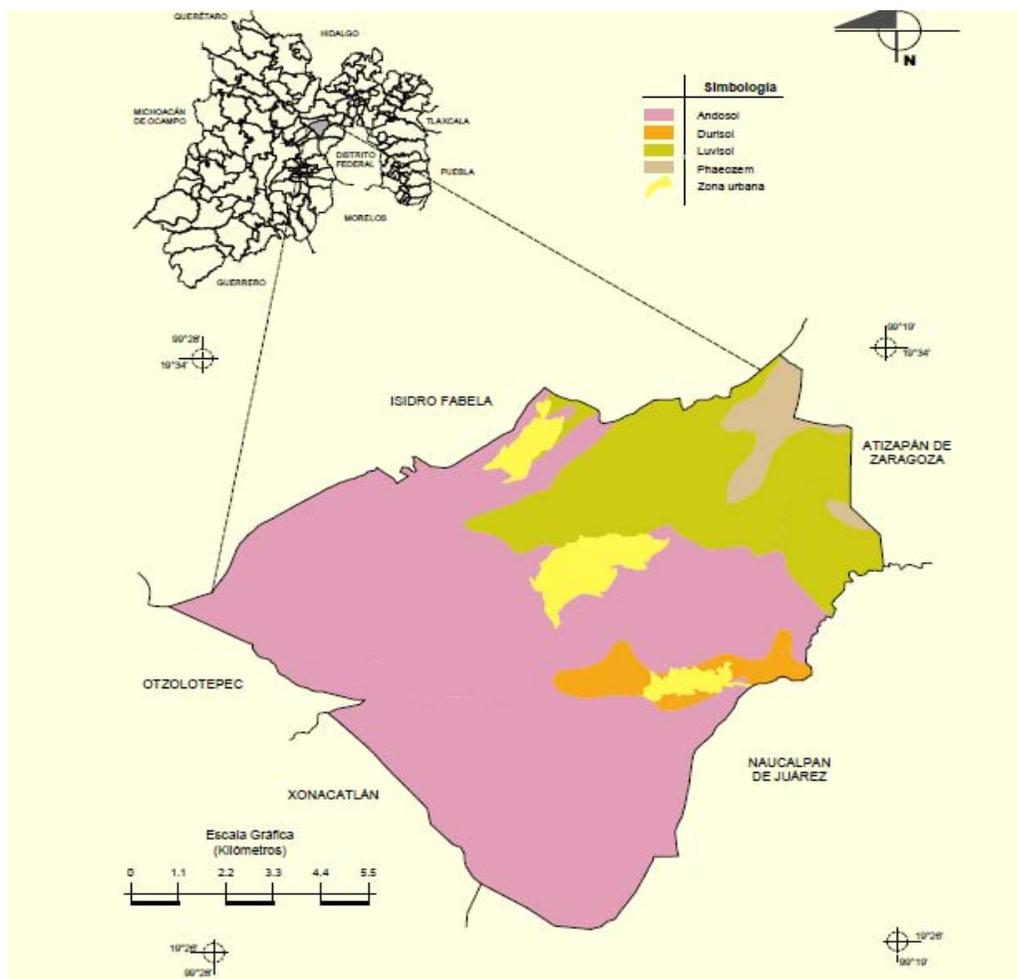
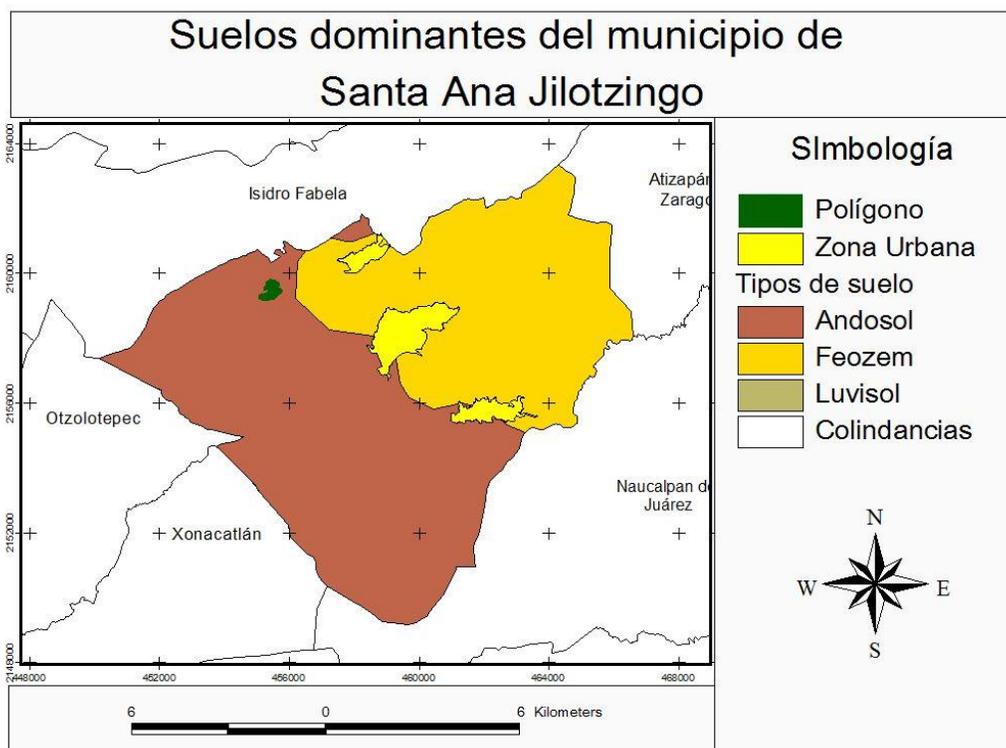


Figura 7. Suelos dominantes del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México (INEGI, 2005)

De acuerdo con la carta geológica del INEGI (2005) escala 1: 250,000 serie II (Continuo nacional), los suelos dominantes del municipio principalmente son dos (Mapa 5):

-Domina el suelo andosol distribuido principalmente en la zona noroeste y sur. Sobre este suelo se encuentra asentada la localidad El Tular Peña de Lobos y se puede observar que se encuentra muy cercana y casi en colindancia con el otro tipo de suelo que es el feozem.

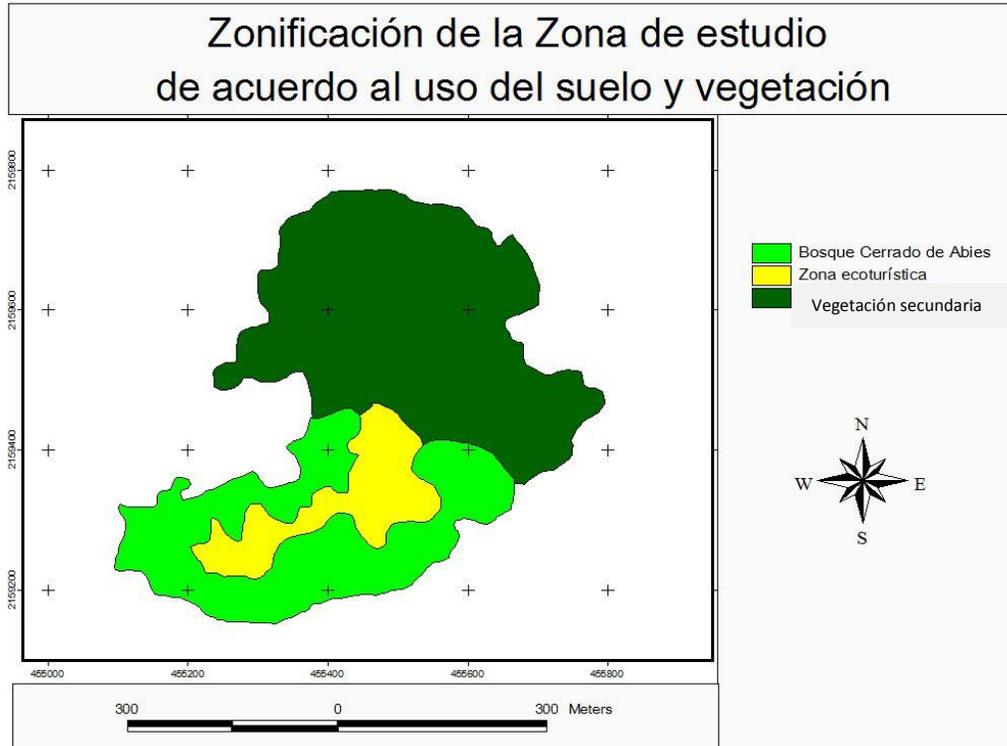
-En menor proporción, en la parte norte y noreste (en las cuales se encuentran las principales zonas urbanas), se asienta el tipo de suelo feozem.



Mapa 5. Suelos dominantes del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Estudio edafológico

Antes de la toma de muestras se realizó una zonificación de la zona de estudio de acuerdo al uso de suelo y vegetación (Mapa 6):



Mapa 6. Zonificación de la zona de estudio por uso de suelo y vegetación

Se obtuvieron 3 zonas principales (Figura 8):

-Bosque cerrado de *Abies religiosa* (A), caracterizado por poseer poca extensión del terreno y en donde se ha observado la mayor incidencia de incendios de la zona.

-Zona ecoturística (B), constituida en su mayoría por pasto ya que en esta zona se realizan actividades como el camping y la recreación de las personas.

-Vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa* (C), caracterizada por una etapa sucesional tardía por lo que el estrato arbóreo es el dominante y en donde se ha observado la mayor incidencia de tala clandestina.

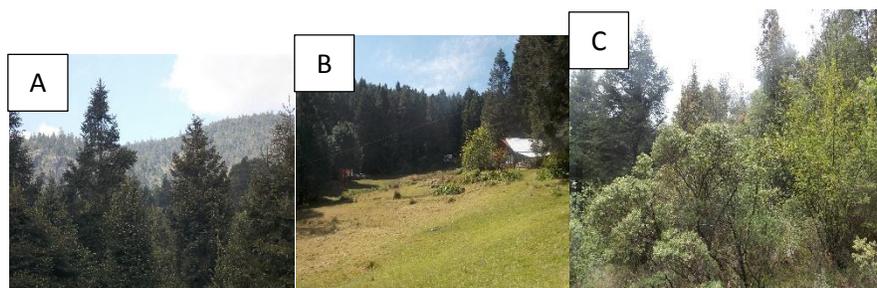


Figura 8. Zonificación del área de estudio (A) Bosque cerrado de *Abies religiosa* (B) Zona turística y (C) Vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa*

Los datos arrojados por dicho estudio se muestran a continuación (Cuadro 8):

Cuadro 8. Propiedades físicas y químicas del suelo de acuerdo al uso del mismo de la localidad El Tular Peña de Lobos

Propiedad Zona →	Valores por zona			Interpretación por zona (Muñoz et.al, 2010)		
	A	B	C	A	B	C
Color seco	10 YR 4/2	10 YR 5/3	10 YR 3/3	Pardo grisáceo oscuro	Café	Café oscuro
Color húmedo	10 YR 2/1	10 YR 3/1	10 YR 2/1	Negro	Gris muy oscuro	Negro
Densidad aparente (g/cm ³)	0.81	0.91	0.73	Baja	Baja	Muy baja
Densidad real (g/cm ³)	1.54	1.89	1.61	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Porosidad (%)	47.51	51.84	54.63	Media	Media	Media
Textura (%)	Arenas	89.2	69.2	Arcilloso	Franco arenoso	Franco
	Arcillas	6	12			
	Limos	4.8	18.8			
pH	5.8	5.78	5.61	Moderadamente ácido	Moderadamente ácido	Fuertemente ácido
Materia orgánica (%)	8.72	8.15	22.83	Rico	Rico	Extremadamente rico
CICT (cmol+/kg)	39.82	29.07	40.15	Alto	Medio	Alto
Ca (cmol+/kg)	12.08	4.72	9.12	Medio	Bajo	Medio
Mg (cmol+/kg)	4.37	2.98	6.98	Medio	Medio	Alto
Ca (%)	29.08	15.74	23	Bajo	Bajo	Bajo
Mg (%)	11.08	9.49	17.36	Medio	Bajo	Alto

A= Bosque de *Abies religiosa*. B= Zona ecoturística. C= Vegetación secundaria.

En el cuadro 8 se puede observar que los suelos de la zona A y C (Bosque de *Abies* y Vegetación secundaria) no han perdido su vocación natural, ya que la zona A con extensión de 7.47 ha. de bosque cerrado y la zona C con extensión de 13.3 ha. cuentan con buenas capacidades de retención de agua, presentan un porcentaje de materia orgánica elevado, lo que denota un pH ácido y CICT alto. Por otro lado, el suelo de la zona B (Zona ecoturística) con extensión de 2.79 ha. se encuentra moderadamente impactado como consecuencia de las actividades que en él se realizan y del desmonte total de la vegetación; es por ello, que varía un poco en los valores en comparación con las zonas anteriores, viéndose las afectaciones de una manera más notoria sobre la CICT y la concentración de Ca y Mg así como sus porcentajes; esto debido probablemente a la escasa vegetación que en su mayoría está compuesta por pastos, hierbas y malezas.

A pesar de que el análisis estadístico arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($P= 0.774$) considerando los parámetros de densidad real, densidad aparente, porosidad, pH, materia orgánica, CICT, Ca, Mg y sus porcentajes, podemos decir con el análisis anterior que en orden de vocación natural el suelo de la zona C es el mejor conservado mientras que el de la zona B podría degradarse y deteriorarse en el futuro si no se establecen las medidas preventivas necesarias.

▪ **Aprovechamiento actual del suelo**

La superficie total del municipio asciende a 12,490 hectáreas, distribuidas de la siguiente manera (H. Ayuntamiento, 2011) (Figura 9):

Uso Natural Parque Protegido; contempla una superficie de 10,270.44 has. (82.23%); por lo tanto, es el uso que más predomina a nivel municipal, y que forma parte del Parque Estatal Otomí-Mexica, que abarca la superficie de 15 municipios más.

A su vez, se destaca la localización de la Reserva Ecológica Estatal Espíritu Santo, con una superficie de 234.01 hectáreas; sin embargo, dicha reserva no se encuentra operativa, en términos de administración medioambiental o de manejo de esta superficie.

En el mismo orden de ideas, esta misma zona pertenece al área de Preservación Ecológica del Cerro La Bufa y Cerro La Malinche, mismas que inician a partir de la cota de los 3,000 msnm, y que a su vez agrupa a 10 municipios de la zona.

La vegetación existente en esta zona es bosques de coníferas, que son los típicos en los sistemas montañosos, con árboles adaptados a latitudes elevadas y húmedas; así como los bosques de oyamel, que se ubican a una altitud del rango de los 2,500 a los 3,600 msnm; forma manchones aislados que se localizan en laderas, cañadas o cerros; la zona en donde se ubica Santa Ana Jilotzingo y que pertenece a la Sierra de las Cruces la cual circunda el Valle de México.

Otras especies que se ubica dentro de esta zona protegida, son el bosque de cedro, bosque mesófilo de montaña y los bosques mixtos, este último tipo se refiere a las asociaciones de pino encino y oyamel.

Uso Agrícola; contiene una superficie de 1,668.69 has. (13.36%), es el segundo uso del suelo que más prolifera en el territorio municipal, donde se cultiva predominantemente maíz. Como resultado, de las condiciones del terreno, la agricultura que se ha desarrollado es de temporal principalmente orientada al autoconsumo, ello se debe, a que, el municipio se localiza dentro de un área natural protegida, por lo cual hay restricciones para desarrollar la agricultura.

Este uso de suelo se localiza en pequeñas porciones alrededor de las localidades de San Miguel Tecpan, específicamente en la zona oriente y sur; en Santa María Mazatla, al norte y al noreste del área urbana.

El origen de estas áreas de cultivo, evidentemente fue producto del desmonte de los bosques existentes en la zona, por lo cual se presentan dos problemas básicos: el primero de ellos se refiere a que estas áreas agrícolas más adelante serán absorbidas por el área urbana especialmente las que están próximas a la mancha urbana, dado que, son las que tienen las condiciones topográficas relativamente idóneas para el asentamiento humano.

En el segundo caso, al ser de origen boscoso, se incide en la reducción de la superficie en donde se asientan los bosques, lo cual, derivado de la presión urbana y de la ampliación de la superficie de cultivo a través de procesos de quema y tala, fomenta el deterioro de este basto nicho medio ambiental. Por lo cual, es necesario establecer la medidas de control y restricción del desarrollo urbano e impulsar el mantenimiento, la conservación y la preservación de las áreas boscosas.

Uso Urbano; tiene una área de aproximadamente 550.87 has. (4.41%); es el tercer uso del suelo en orden de importancia y el que menos predomina; sin embargo, es el que más problemas presenta, ello se debe, a las condiciones topográficas y a la dinámica misma que ha tenido en los últimos años, el cual, genera presiones sobre el uso agrícola, sobre el cual se dan proceso de invasión o sucesión; además de generar problemas de invasión de las áreas naturales protegidas. A ello, hay que

agregar que la disposición de la cota 2,300 msnm, no se permiten asentamientos humanos, cosa que, para el caso del municipio, sus localidades están muy por encima de la cota antes mencionada.

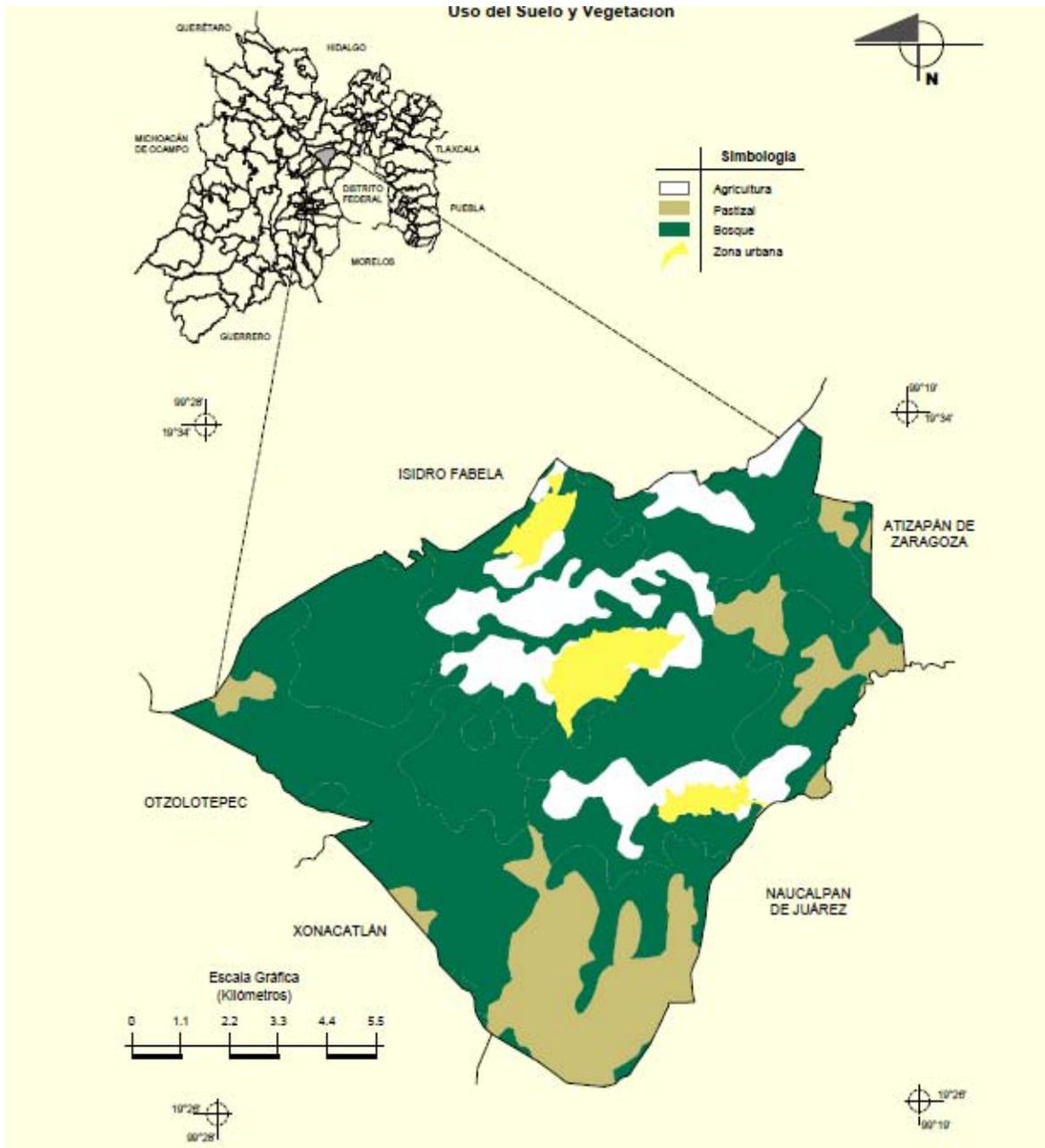


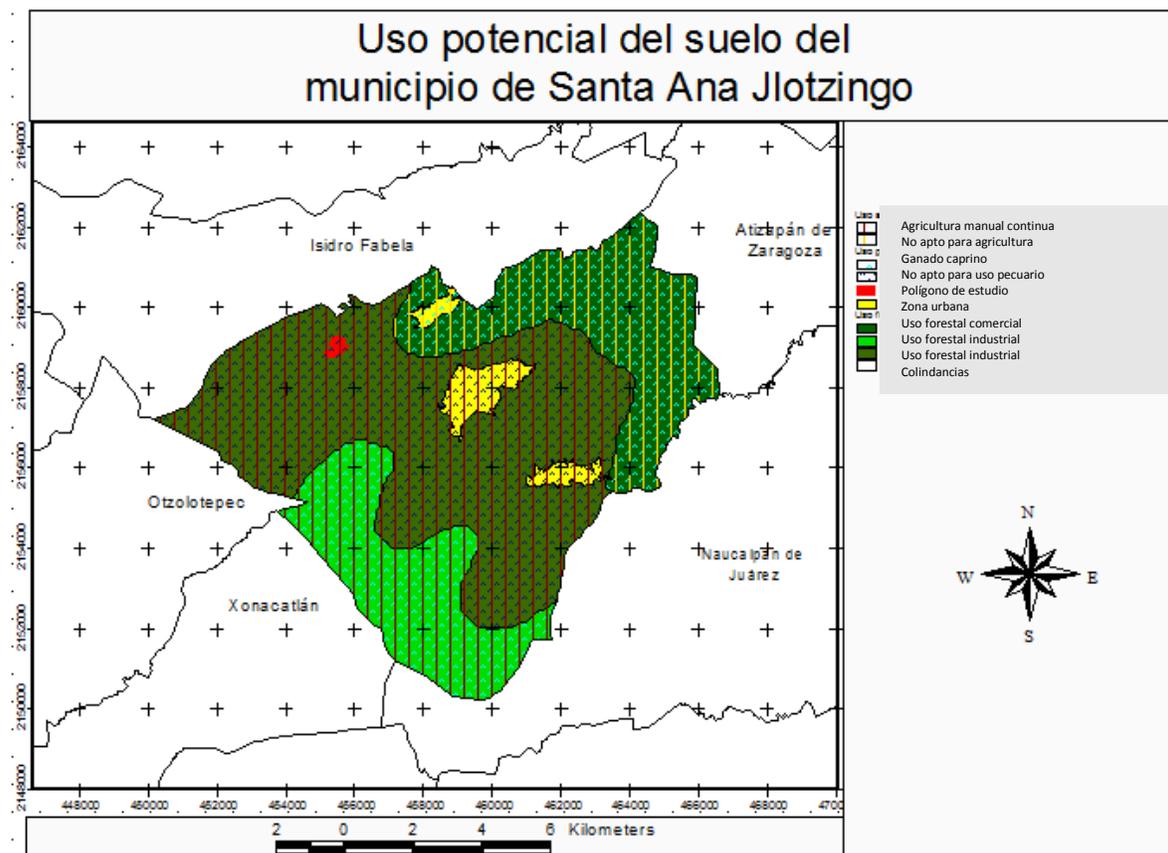
Figura 9. Uso del suelo y vegetación del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México (INEGI, 2005)

▪ Uso potencial del suelo

La carta de uso potencial es una representación de las condiciones ambientales (en especial de las del suelo), consideradas como factores limitantes del uso agrícola, pecuario y forestal a que puede destinarse un determinado espacio geográfico. De esta manera, su importancia radica en la mejora del aprovechamiento del suelo por parte del humano y sus recursos en el desarrollo de la agricultura, ganadería, silvicultura (INEGI, 2006).

De acuerdo con la vocación del territorio de Santa Ana Jilotzingo, se encontraron cinco tipos de uso del suelo sugeridos: la agricultura manual continua, el aprovechamiento con ganado caprino, uso comercial forestal maderable y no maderable, uso industrial forestal maderable y uso industrial forestal maderable y no maderable; siendo el uso agrícola limitado, el uso pecuario caprino de bajo impacto o limitado y el uso forestal con capacidad de extracción baja.

De acuerdo con lo anterior, El Tular Peña de Lobos se localiza en suelo apto para la agricultura, no apto para el uso pecuario caprino y apto para el uso forestal industrial maderable y no maderable (Mapa 7).



Mapa 7. Uso potencial del suelo del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

▪ **Áreas Naturales Protegidas y Sitios de Valor Ambiental**

Como antes ya se había mencionado, más del 80% del territorio municipal, está asentado sobre área natural protegida, donde se traslapan tres entidades: el Parque Estatal Otomí-Mexica, la Reserva Ecológica Estatal Espíritu Santo y el área de Preservación Ecológica del Cerro La Bufa y Cerro La Malinche; por lo cual, es una zona sensible desde el punto vista medio ambiental, por tal circunstancia, es necesario, establecer las pautas de actuación con base a tres criterios: la belleza escénica, potencial recreativo y valor ecológico, además, de que genera servicios ambientales tanto para el Valle de México como para el Valle de Toluca (traducido en el abastecimiento de agua, dado que es una zona considerada como de recarga acuífera y generadora de escurrimiento a los mantos freáticos existentes en ambos valles) (H. Ayuntamiento, 2011).

Como especie de cinturón de amortiguamiento; dado que por la topografía, la riqueza vegetal y ecológica, ha servido como barrera que ha impedido la unión física entre las zonas metropolitanas de la Ciudad de Toluca y de la Ciudad de México, además de servir como pulmón verde para ambas entidades concentradores de población y actividad económica.

No obstante, presenta problemas en cuanto a dinámica territorial, traducido en el desarrollo urbano sin planeación, ello a pesar de que los decretos emitidos, prohíben todo tipo de asentamiento humano, pero que al momento de emitirse dichos decretos, ya existían asentamiento humanos, los cuales, en su momento no tenían impacto significativo dentro de las zonas boscosas, pero con el paso del tiempo se generó un problema, que dio como resultado, el asentamiento de población en zonas de riesgo, con problemas de tenencia de la tierra (no hay claridad en cuanto a seguridad jurídica), dotación de servicios públicos y el constante incremento del área urbana sin el control debido.

- **Medio biótico**
 - **Principales Ecosistemas**
 - **Flora**

Sin duda alguna, la mayor riqueza de Santa Ana Jilotzingo son sus bosques, pues independientemente de la variedad forestal que tienen, son el principal soporte del equilibrio ecológico de la región de Monte Alto. En el municipio encontramos tres variedades de bosque: encinos, abetos y pinos.

De acuerdo con el INEGI (2010), de las especies de encino existen cuatro especies dominantes: encino de hoja de laurel, *Quercus laurina*; encino de hojas crasas, *Quercus magnolaefolia*, encino mexicano, *Quercus mexicana* y aile de hoja firme, *Alnus*.

En el bosque de abeto predomina la *Abies religiosa*, comúnmente conocido como oyamel.

En el bosque de pinos existen las especies de *Pinus montezume*, *Pinus hartwegii* y *Pinus patula*.

Los frutales propios de regiones frías se reproducen y se desarrollan muy bien en este rumbo, de éstos destacan el perón, manzana, tejocote, ciruelo, chabacano y durazno cimarrón.

Dentro de la rama de plantas y hierbas, alcanzan buen crecimiento las siguientes: maíz, frijol, chícharo, haba, cebada, trébol, berro, nabo, rosas de diversas especies, epazote, palma real, girasol, calabaza, trigo, chilacayote, huazontle, cebolla, ajo, apio, papa, perejil y cempasúchil.

De acuerdo con Rzedowski (1978), el municipio de Santa Ana Jilotzingo pertenece a la región Mesoamericana de montaña; la cual, no presenta afinidad ni por el reino Holártico ni por el Neotropical, pues participan en ella los elementos de ambos en proporciones importantes. La región Mesoamericana de montaña en nuestro país presenta una distribución geográfica discontinua, la flora es rica en general, dominando muchas especies de herbáceas. Algunos géneros como *Quercus*, *Salvia*, *Eupatorium*, *Senecio*, *Stevia*, *Muhlenbergia*, presentan aquí un importante centro de diversificación.

Esta región a su vez se subdivide en 4 provincias florísticas, ubicándose la zona de estudio en la provincia de las serranías meridionales la cual se adscribe al eje neovolcánico transversal, en donde los bosques de *Pinus* y *Quercus* son los más importantes y dominantes. Para el Valle de México Rzedowski y Rzedowski (2005)

reconoce 10 principales comunidades vegetales que se encuentran en la actualidad en la región, siendo el bosque de *Abies religiosa*, el pastizal y la vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa*, las comunidades principales por su dominancia y distribución en la localidad El Tular Peña de Lobos (Mapa 8).

Bosque de *Abies religiosa*

Esta es una comunidad bien definida desde los puntos de vista fisonómico, ecológico y florístico. Se presenta generalmente en altitudes entre 2,700 y 3,500 msnm, a veces sobrepasando un poco estos límites, casi siempre sobre suelos profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica y húmedos durante todo el año. La precipitación media anual es del orden de 1,000 a 1,400mm y la temperatura media anual varía de 7.5 a 13.5°C. Su distribución se concentra en las serranías de la mitad meridional del Valle, aun cuando existen pequeños manchones en la parte más alta de la Sierra de Pachuca y uno ya prácticamente vestigial en el Cerro Xihuingo (Rzedowski, 1978).

El bosque es perennifolio, denso y más bien alto, pues su dosel mide de 20 a 40m. Presenta por lo general uno o dos estratos arbóreos y la densidad de la cubierta arbustiva y herbácea es escasa en condiciones naturales, pero aumenta considerablemente con el disturbio. El suelo a menudo está revestido casi totalmente por musgos, en cambio los líquenes prevalecen como organismos epifíticos. Las trepadoras son escasas y a menudo completamente ausentes (Rzedowski *Op. cit.*).

La especie dominante y con frecuencia exclusiva en el estrato superior es *Abies religiosa*; de otros árboles a veces presentes pueden mencionarse: *Alnus jorullensis*, *Cupressus lusitanica*, *Quercus laurina*, *Salix paradoxa*, *Pseudotsuga macrolepis*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serotina* spp. *capuli*. Los elementos más comunes en los estratos inferiores pertenecen a herbáceas del género: *Symphoricarpos*, *Eupatorium*, *Senecio*, *Acaena*, *Brachypodium*, *Sigesbeckia*, *Alchemilla*, *Salvia*, *Thuidium* y *Bryum* (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Esta comunidad constituye uno de los tipos de vegetación más exigentes en cuanto a la humedad ambiental, exceptuando desde luego los ligados a corrientes o depósitos permanentes de agua.

Pastizal inducido y como comunidad ecológica

En zonas de clima húmedo y semihúmedo la vegetación clímax por lo regular no corresponde al zacatal, pero el hombre ha buscado la manera de engendrarlo ahí en muchas partes y de mantenerlo indefinidamente con el fin de lograr su aprovechamiento para la ganadería. Tales pastizales con frecuencia corresponden a una fase de la sucesión de comunidades, cuya marcha es detenida. Otras veces la abundancia de gramíneas se produce en forma artificial mediante el pisoteo de los animales y el fuego, y ésta se conserva a la larga con la acción continua de los mismos factores de disturbio. Los zacatales de este tipo en muchas ocasiones también sufren de sobrepastoreo y en el caso de los derivados de bosques de *Pinus* y de *Quercus*, que prosperan sobre laderas por lo común bastante inclinadas, no siempre protegen el suelo de forma eficiente (Cruz, 1969).

De las zonas montañosas elevadas del Valle de México, Cruz (1969) describe la pradera de *Potentilla candicans* como comunidad característica de claros en medio de bosques de coníferas, ubicados entre 3,000 y 3,500 msnm, en sitios donde el suelo carece de drenaje rápido, siendo de reacción ligeramente ácida, textura intermedia o ligeramente arenosa y rico en materia orgánica. Durante la primera mitad del año la dominante de esta asociación es *P. candicans*, pero en el periodo lluvioso son las gramíneas y ciperáceas las que prevalecen ampliamente, proporcionándole aspecto de zacatal denso y bajo. Las especies más importantes de estas últimas son: *Muhlenbergia repens*, *M. pusilla*, *Festuca myuros*, *Deschampsia pringlei*, *Cyperus seslerioides*, *Carex peucophila*, siendo importante la biomasa constituida por las anuales.

Los géneros de pastizales a consecuencia del pastoreo intensivo en los bosques de coníferas son *Festuca*, *Muhlenbergia*, *Stipa* y *Calamagrostis*, que además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la raíz del zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por otra parte, por debajo de los 3,000 msnm, los zacatales secundarios derivados de los bosques de coníferas no presentan la fisonomía de macollas muy amplias, siendo los géneros dominantes *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum* (Cruz Op. cit.).

Vegetación secundaria de bosque de *Abies religiosa*

La vegetación secundaria, también llamada acahual, está caracterizada por especies conocidas como nómadas, que forman un grupo muy característico y bastante bien definido. Generalmente son especies de vida corta, menos de un año a unos cuantos años, aunque algunas especies pueden llegar a vivir muchos años y alcanzar alturas considerables. Sin embargo, todas ellas, en teoría, son remplazadas con el tiempo por las especies residentes o primarias (Gómez-Pompa, 1971).

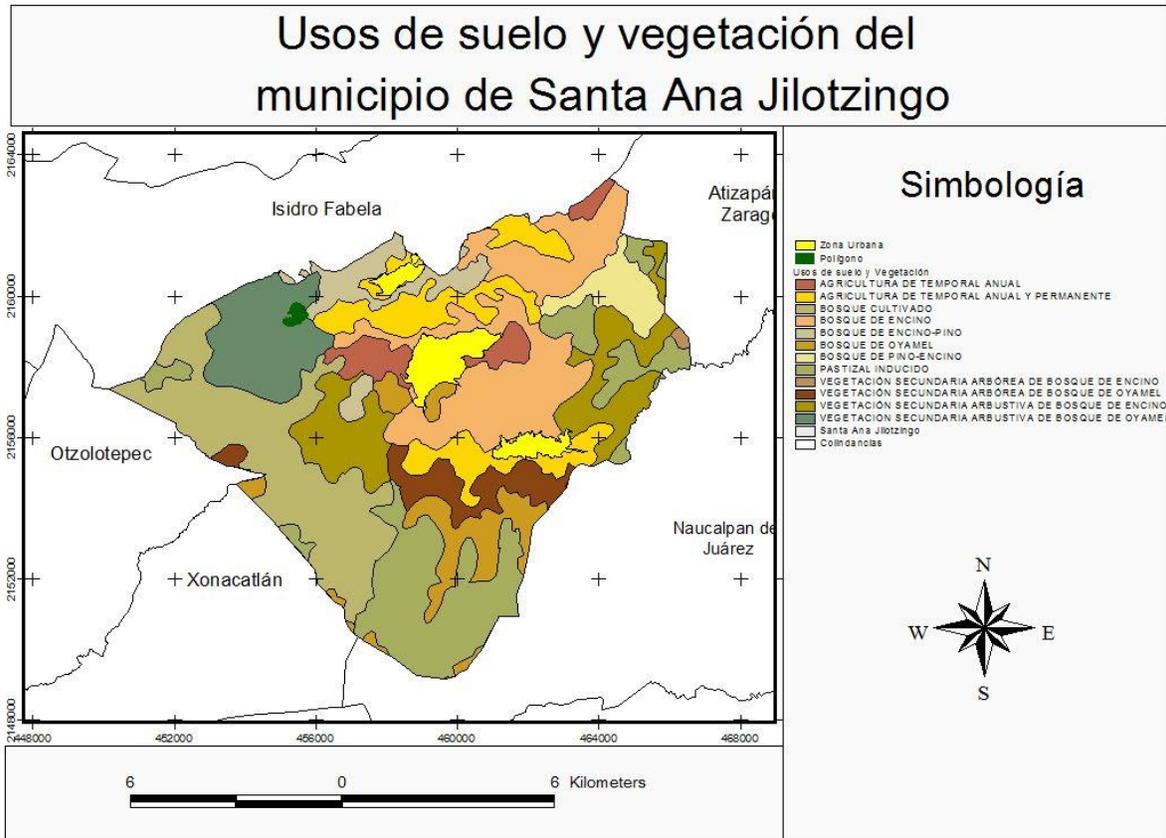
La ampliación de la frontera agrícola y las prácticas de manejo para la producción de cultivos agrícolas, ha incrementado sustancialmente la superficie de las comunidades vegetales secundarias en todo el país. Entre las familias más diversas, que caracterizan a las comunidades secundarias están las leguminosas, compuestas, gramíneas, euforbiáceas y convolvuláceas (Gómez-Pompa *Op. cit.*).

Los acahuales pueden encontrarse en diferentes etapas de sucesión, de uno a cinco años hasta más de 15 años en los diferentes tipos de vegetación y tienen una composición y estructura que difiere de acuerdo a su edad (Gómez-Pompa *Op. cit.*).

Los acahuales recientes carecen de estrato arbóreo, presentan un estrato arbustivo abierto entre los 50cm y 1m de altura, y un estrato herbáceo abundante. Los cambios que indican la madurez en los acahuales, de recientes a viejos, se pueden ver en la estratificación de la vegetación, formación e incremento de materia orgánica, y en la exclusión de las especies anuales (Gómez-Pompa *Op. cit.*).

La vegetación secundaria constituye un tipo de vegetación que refleja la perturbación de la mayoría de los tipos de vegetación y contribuye de manera importante a la introducción de una flora nómada más rica florísticamente pero con menos potencialidades de uso para el hombre (Gómez-Pompa *Op. cit.*).

El municipio de Santa Ana Jilotzingo cuenta con vegetación natural de bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de encino, bosques mixtos y bosques de vegetación secundaria; además, cuenta con bosques cultivados y pastizales inducidos producto directo o indirecto de la agricultura de temporal que se lleva a cabo en la mayoría del municipio (Mapa 8). De acuerdo con los principales usos del suelo y vegetación del municipio, la vegetación predominante en la que se asienta la zona de estudio es de tipo secundaria arbustiva de bosque de oyamel, teniendo como colindancias más próximas la vegetación de bosque de pino-encino, bosque de encino y como actividades primarias la agricultura de temporal anual y permanente.



Mapa 8. Principales usos de suelo y vegetación predominante del municipio de Santa Ana Jilotzingo

La vegetación de plantas vasculares de la localidad El Tular Peña de Lobos se presenta en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Vegetación presente en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Tipo de Vegetación		Familia	Nombre científico	Nombre común	Obtención
Bosque de <i>Abies</i>	Estrato superior	Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	C
		Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Encino	B
		Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aile de hoja firme	E
		Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	C
	Estrato inferior		<i>Prunus serotina</i>	Capulín	B
		Compositae	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>		C
		Lamiaceae	<i>Salvia gesneriflora</i>	Flor de colibrí	C
<i>Satureja macrostema</i>	Té de monte		E		
	Fabaceae	<i>Trifolium wormskioldii ortegae</i>	Trébol vaca	C	

		Rosaceae	<i>Rubus pumilus</i>	Frambuesa	C
			<i>Rubus liebmannii</i>	Zarzamora	E
			<i>Fragaria mexicana</i>	Frutilla	C
			<i>Acaena elongata</i>	Pegarropa	C
		Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	Chamizo blanco	C
			<i>Senecio salignus</i>	Jarilla	C
		Alliaceae	<i>Allium sp.</i>	Ajo	E
Vegetación secundaria	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Ocote	C	
		<i>Pinus patula</i>	Ocote colorado	C	
	Scrophulariaceae	<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán blanco	C	
	Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>	Escobilla	C	
	Acanthaceae	<i>Justicia sp.</i>	Muicle	C	
Pastizal autóctono	Rosaceae	<i>Potentilla candicans</i>	Manita de león	C	
Pastizal introducido	Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i>	Zacatón	C	
		<i>Sporobolus indicus</i>	Cola de rata	B	
Ruderales y/o arvenses	Compositae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	C	
		<i>Bidens pilosa</i>	Aceitillo	C	
	Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	E	
		<i>Mentha sp.</i>	Hierbabuena	C	
	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i>	Milenrama	C	
		<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Filipéndula	C	
		<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla	E	
		<i>Arnica sp.</i>	Árnica	E	
		<i>Tagetes erecta</i>	Flor de cempasúchil	E	
	Scrophulariaceae	<i>Penstemon roseus</i>	Campanita	C	
		<i>Digitalis purpurea</i>	Dedal	C	
		<i>Verbascum virgatum</i>	Gordolobo	E	
	Apocynaceae	<i>Vinca major</i>	Hierba doncella	C	
	Fabaceae	<i>Lupinus campestris</i>	Mazorquilla	C	
		<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	C	
	Umbelliferae	<i>Eryngium carlinae</i>	Hierba del sapo	C	
Labiatae	<i>Prunella vulgaris</i>		C		

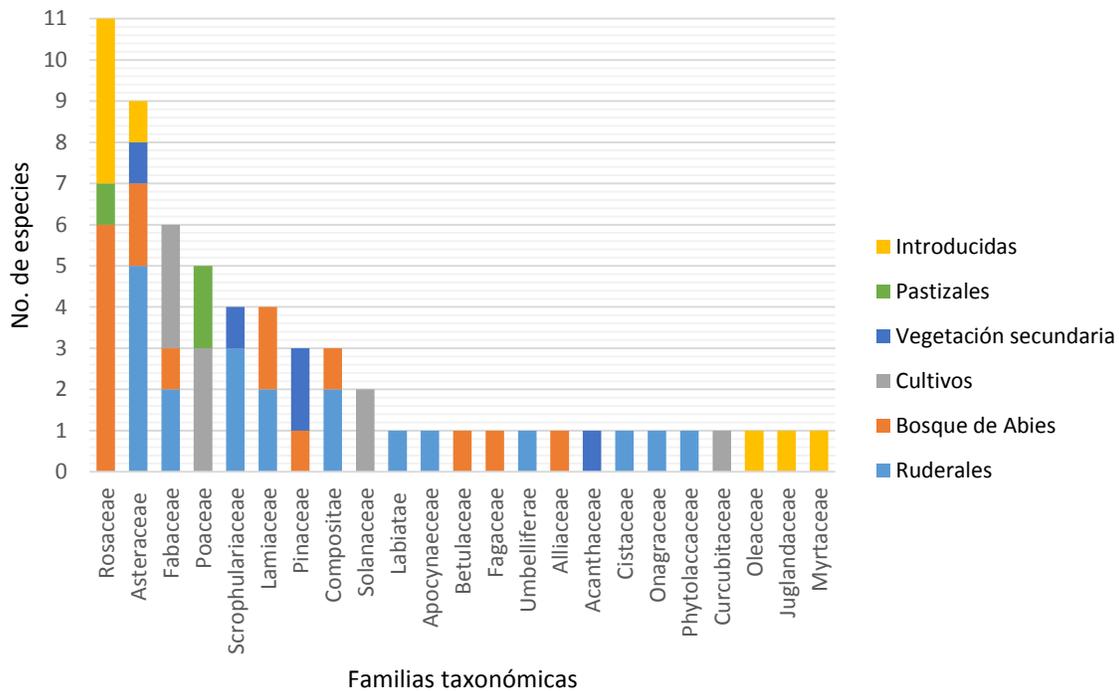
	Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Damina	C
	Onagraceae	<i>Oenothera glomeratum</i>	Yerba de golpe	C
	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Jaboncillo	C
Cultivos	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	E
		<i>Vicia faba</i>	Haba	E
		<i>Cicer arietinum</i>	Garbanzo	E
	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	C
		<i>Physalis sp.</i>	Tomate	E
	Poaceae	<i>Triticum sp.</i>	Trigo	E
		<i>Avena sp.</i>	Avena	E
		<i>Zea mays</i>	Maíz	E
Curcubitaceae	<i>Curcubita sp.</i>	Calabaza	E	
Introducidas	Rosaceae	<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	E
		<i>Prunus persica</i>	Durazno	E
		<i>Pyrus communis</i>	Peral	C
		<i>Pyrus malus</i>	Manzano	C
	Asteraceae	<i>Cirsium sp.</i>	Cardo	C
	Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare</i>	Trueno	E
	Juglandaceae	<i>Juglans sp.</i>	Nogal	E
	Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	E

C= Campo. B= Bibliografía. E= Encuestas.

Se determinaron durante el periodo de estudio 61 ejemplares botánicos agrupados en 23 familias, 57 géneros, 61 especies y 1 variedad (Cuadro 9), siendo las Familias más representativas Rosaceae con 11 especies, Asteraceae con 9 y Fabaceae con 6. La única especie en alguna categoría de riesgo es *Trifolium wormskioldii* var. *ortegae* que se encuentra Amenazada (Figura 10).

La comunidad vegetal original presenta dos estratos arbóreos: un estrato superior de 15 a 20 metros de altura integrado en su mayoría por *Abies religiosa* y en menor medida por *Crategus mexicana*, *Prunus serotina* y el género *Quercus* y *Alnus* (4 a 6 metros), y un estrato inferior conformado por especies herbáceas y arbustivas en su mayoría.

Por otra parte, de acuerdo al tipo de vegetación observada en la zona de estudio, se aprecia que la vegetación de tipo ruderal o arvense, asociada a los cultivos, domina en número de especies con 20 ejemplares, seguida del Bosque de *Abies religiosa* (vegetación original de la zona) con 15 especies, los cultivos con 9, las especies introducidas con 8 y la vegetación secundaria y los pastizales con 5 y 3 especies respectivamente (Gráfica 4).



Gráfica 4. Caracterización de la flora de la zona de estudio de acuerdo al número de familias por tipo de vegetación

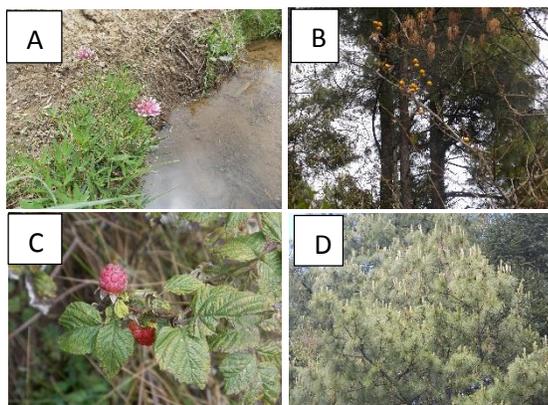


Figura 10. Vegetación de la localidad (A) *Trifolium wormskioldii* var. *ortegae* (B) *Crataegus mexicana* (C) *Rubus pumilus* y (D) *Pinus montezumae*

○ **Fauna**

De acuerdo con el INAFED (2010) la fauna es escasa, aunque en tiempos no muy lejanos, en los bosques de Santa Ana Jilotzingo, existieron hasta venados.

Actualmente la fauna se ve reducida a las especies domésticas, tales como: conejo, hurón, tuza, cacomixtle, ratón, ardilla, liebre, camaleón, lagartija, serpientes, armadillo, ranas, sapos, acociles, tlacuache y murciélagos.

Entre las aves podemos citar: lechuza, gavilán, cardenal, paloma y águila.

Insectos: libélula, grillo, mariposa, escarabajo, luciérnaga, araña, alacrán.

Anfibios

Durante el estudio se registraron 3 especies de anfibios, agrupados en 2 órdenes y 2 familias, siendo la familia Hylidae la más representativa (Figura 11 y 12).

Figura 11. Arreglo sistemático de los anfibios presentes en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo (Ramírez-Bautista *et.al*, 2009)

CLASE: AMPHIBIA

ORDEN: Anura

Familia Hylidae

Hyla eximia (Baird, 1854)

Hyla plicata (Brocchi, 1877)

ORDEN: Caudata

Familia Ambystomatidae

Ambystoma altamirani (Dugès, 1895)

De acuerdo con Ramírez-Bautista *et. al.* (2009) las 3 especies son endémicas, siendo *Hyla eximia* endémica a México e *Hyla plicata* y *Ambystoma altamirani* endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos de las especies se encuentran en alguna categoría de riesgo, estando *Hyla plicata* y *Ambystoma altamirani* como especies amenazadas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Grados de endemismo de anfibios y especies bajo alguna categoría de riesgo de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Especie	Nombre común	Categoría de riesgo y grado de endemismo
<i>Hyla eximia</i>	Rana de árbol de montaña	/*
<i>Hyla plicata</i>	Rana de árbol plegada	A**
<i>Ambystoma altamirani</i>	Ajolote de Zempoala	A**

Las categorías de riesgo están basadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Amenazada (A). Sin categoría de riesgo (/). Los endemismos están basados siguiendo el criterio de Ramírez-Bautista *et.al*, (2009). Endémica a México (*). Endémica de la Faja Volcánica Transmexicana (**).

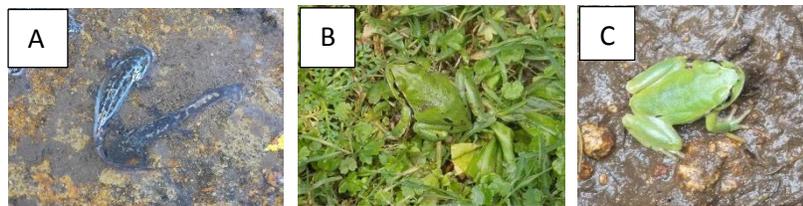


Figura 12. Anfibios de la localidad (A) Larvas de *Ambystoma altamirani* (B) *Hyla plicata* y (C) *Hyla eximia*

Reptiles

Se registraron 11 especies de reptiles, agrupadas en 1 orden, 2 subórdenes y 5 familias, siendo la familia Colubridae la más representativa (Figura 13 y 14).

Figura 13. Arreglo sistemático de los reptiles presentes en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo (Ramírez-Bautista *et.al*, 2009)

CLASE: REPTILIA

ORDEN: Squamata

Suborden: Sauria

Familia Anguidae

Barisia imbricata (Wiegmann, 1928)

Familia Phrynosomatidae

Phrynosoma orbiculare (Linnaeus, 1934)

Sceloporus aeneus (Wiegmann, 1828)

Sceloporus grammicus (Wiegmann, 1828)

Sceloporus scalaris (Wiegmann, 1828)

Familia Scincidae

Plestiodon copei (Taylor, 1933)

Suborden: Serpentes

Familia Colubridae

Storeria storerioides (Cope, 1865)

Thamnophis eques (Reuss, 1834)

Thamnophis scalaris (Cope, 1885)

Thamnophis scaliger (Jan, 1863)

Familia Viperidae

Crotalus triseriatus (Wagler, 1830)

De acuerdo con Ramírez-Bautista *et. al.* (2009), de las 11 especies registradas, nueve son endémicas, siendo *Barisia imbricata*, *Phrynosoma orbiculare*, *Sceloporus scalaris* y *Storeria storerioides* endémicas a México y *Sceloporus aeneus*, *Plestiodon copei*, *Thamnophis scalaris*, *T. scaliger* y *Crotalus triseriatus* especies endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana. Por otra parte, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete especies se encuentran en alguna categoría de riesgo, estando *Barisia imbricata*, *Plestiodon copei* y *Sceloporus grammicus* en protección especial y *Phrynosoma orbiculare*, *Thamnophis scalaris*, *T. scaliger* y *T. eques*, como especies amenazadas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Grados de endemismo de reptiles y especies bajo alguna categoría de riesgo de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Especie	Nombre común	Categoría de riesgo y grado de endemismo
<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl	Pr*
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Lagartija cornuda de montaña	A*
<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija espinosa llanera	/**
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija escamosa de mezquite	Pr
<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija espinosa	/*
<i>Plestiodon copei</i>	Eslizón chato de la montaña	Pr**
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	/*
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra listonada del sur	A
<i>Thamnophis scalaris</i>	Culebra listonada de montaña	A**
<i>Thamnophis scaliger</i>	Culebra listonada de montaña	A**
<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora de cascabel	/**

Las categorías de riesgo están basadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Amenazada (A). Sujeta a protección especial (Pr). Sin categoría de riesgo (/). Los endemismos están basados siguiendo el criterio de Ramírez-Bautista *et.al*, (2009). Endémica a México (*). Endémica de la Faja Volcánica Transmexicana (**).



Figura 14. Reptiles de la localidad (A) *Crotalus triseriatus* (B) *Thamnophis scalaris* (C) *Barisia imbricata* y (D) *Phrynosoma orbiculare*

Aves

Se registraron 40 especies de aves, las cuales se agrupan en 7 órdenes, 20 familias y 7 subfamilias; siendo el orden más representativo Passeriformes y la familia más representativa Parulidae seguida de Emberizidae (Figura 15 y 16).

Figura 15. Arreglo sistemático de las aves presentes en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo (American Ornithologists' Union, 2013)

CLASE: AVES

ORDEN: Galliformes

Familia Odontophoridae

*Dendrortyx macroura** (Jardine & Selby, 1828)

ORDEN: Accipitriformes

Familia Cathartidae

Cathartes aura (Linnaeus, 1758)

Familia Accipitridae

*Accipiter sp.** (Vieillot, 1808)

*Aquila chrysaetos** (Linnaeus, 1758)

Buteo jamaicensis (Gmelin, 1788)

ORDEN: Cuculiformes

Familia Cuculidae

Subfamilia Neomorhinae

*Geococcyx velox** (Wagner, 1836)

ORDEN: Apodiformes

Familia Trochilidae

Subfamilia Trochilinae

Hylocharis leucotis (Vieillot, 1818)

ORDEN: Piciformes

Familia Picidae

Subfamilia Picinae

*Melanerpes sp.** (Wagler, 1829)

ORDEN: Falconiformes

Familia Falconidae

Subfamilia Falconinae

Falco sparverius (Linnaeus, 1758)

ORDEN: Passeriformes

Familia Tyrannidae

Subfamilia Platyrinchinae

Platyrinchus cancrominus (Salvin, 1860)

- Subfamilia Fluvicolinae
Contopus cooperi (Nuttall, 1832)
Empidonax minimus (Baird, 1843)
Sayornis nigricans (Swainson, 1827)
- Familia Lanidae
Lanius sp. (Linnaeus, 1766)
- Familia Corvidae
Cyanocitta stelleri (Gmelin, 1788)
Corvus corax (Linnaeus, 1758)
- Familia Hirundinidae
 Subfamilia Hirundininae
Tachycineta bicolor (Vieillot, 1808)
Hirundo rustica (Linnaeus, 1758)
- Familia Troglodytidae
Troglodytes sp. (Vieillot, 1809)
- Familia Regulidae
Regulus satrapa (Lichtenstein, 1823)
- Familia Paridae
Poecile slateri (Kleinshmidt, 1897)
- Familia Turdidae
Myadestes occidentalis (Stejneger, 1882)
Turdus naumanni (Temminck, 1820)
Turdus migratorius (Linnaeus, 1766)
- Familia Mimidae
Mimus polyglottos (Linnaeus, 1758)
- Familia Ptiliogonatidae
Ptilogonys cinereus (Swainson, 1827)
- Familia Parulidae
Oreothlypis celata (Say, 1822)
Mniotilta varia (Linnaeus, 1766)
Setophaga townsendi (Townsend, 1837)
Setophaga occidentalis (Townsend, 1837)
Cardelina rubra (Swainson, 1827)
Myioborus miniatus (Swainson 1827)

Familia Emberizidae

Spizella passerina (Bechstein, 1798)
Atlapetes pileatus (Wagler, 1831)
Melospiza melodia (Wilson, 1810)
Junco hyemalis (Linnaeus, 1758)
Junco phaeonotus (Wagler, 1831)
Arremon virenticeps (Bonaparte, 1855)

Familia Cardinalidae

Piranga rubra (Linnaeus, 1758)
Pheucticus melanocephalus (Swainson, 1827)

*Especies obtenidas mediante encuestas y bibliografía

De acuerdo con la Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008) *Cardellina rubra* y *Atlapetes pileatus* son especies endémicas del país; mientras que *Pheucticus melanocephalus* es considerada como semiendémica; es decir, especie que pasa solamente una época del año en el país; y *Poecile sclateri*, *Ptilogonys cinereus* y *Junco phaeonotus* como especies cuasiendémicas al rebasar los límites biogeográficos del país. Por otra parte, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Myadestes occidentalis* y *Platyrinchus cancrominus* se encuentran bajo Protección especial, mientras que *Dendrortyx macroura* y *Aquila chrysaetos* como amenazadas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Grados de endemismo de aves y especies bajo alguna categoría de riesgo de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo y endemismo
<i>Dendrortyx macroura</i> +	Gallinita de Monte	A*
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	/
<i>Accipiter sp.</i> +	Gavilán	ND
<i>Aquila chrysaetos</i> +	Águila real	A
<i>Buteo jamaicensis</i>	Gavilán Colirrojo	/
<i>Geococcyx velox</i> +	Correcominos	/
<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Oreja Blanca	/
<i>Melanerpes sp.</i> +	Carpintero	ND
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	/
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquero Pico Chato	Pr

<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	/
<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mínimo	/
<i>Sayornis nigricans</i>	Mosquero Negro	/
<i>Lanius sp.+</i>	Verdugo	ND
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Crestada	/
<i>Corvus corax</i>	Cuervo Común	/
<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina Bicolor	/
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	/
<i>Troglodytes sp.+</i>	Saltapared	ND
<i>Regulus satrapa</i>	Reyezuelo de oro	/
<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero Mexicano	/***
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	Pr
<i>Turdus naumanni</i>	Zorzal de Naumann	/
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo Primavera	/
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle Norteño	/
<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio Gris	/***
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Corona Naranja	/
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	/
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe Negroamarillo	/
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe Cabeza Amarilla	/
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo	/*
<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de Montaña	/
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión Ceja Blanca	/
<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes Gorrirufu	/*
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión Cantor	/
<i>Junco hyemalis</i>	Junco Ojo Oscuro	/

<i>Junco phaeonotus</i>	Junco de Lumbre	/***
<i>Arremon virenticeps</i>	Atlapetes Rayas Verdes	/
<i>Piranga rubra</i>	Tángara Roja	/
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	/**

Las categorías de riesgo están basadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Amenazada (A). Sujeta a protección especial (Pr). Sin categoría de riesgo (/). Los endemismos están basados de acuerdo con Llorente-Bousquets y Ocequeda (2008). Endémica (*). Semiendémica (**). Cuasiendémica (***). No Determinado (ND). Especies obtenidas mediante encuestas y bibliografía (+).

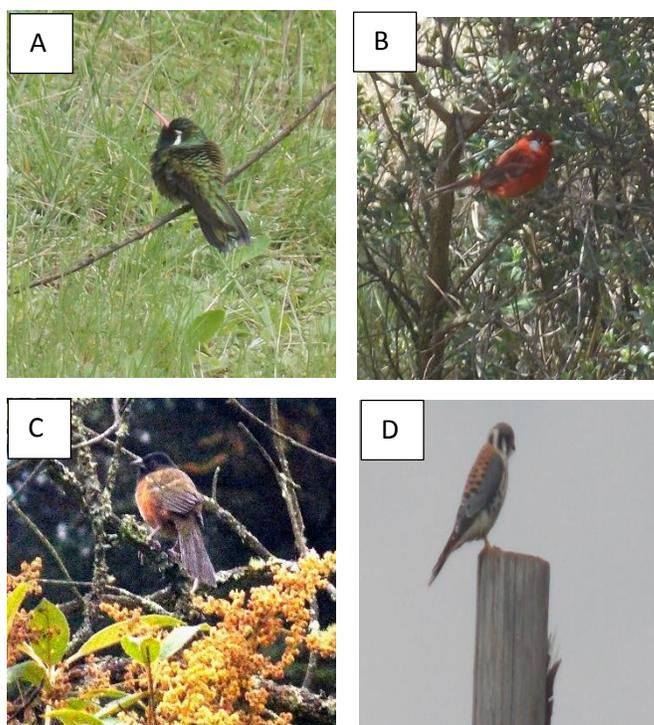


Figura 16. Avifauna de la localidad (A) *Hylocharis leucotis* (B) *Cardellina rubra* (C) *Pheucticus melanocephalus* y (D) *Falco sparverius*

Mamíferos medianos y grandes

Se registraron 13 especies de mamíferos, las cuales se agrupan en 6 órdenes, 2 subórdenes, 9 familias y 9 subfamilias; siendo las familias con mayor número de especies Procyonidae, Canidae, Felidae y Mustelidae con dos especies cada una (Figura 17 y 18).

Figura 17. Arreglo sistemático de los mamíferos medianos y grandes presentes en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo (Ramírez-Pulido *et.al*, 2005)

CLASE: MAMMALIA

ORDEN: Didelphoidia

Familia Didelphidae

Subfamilia Didelphinae

*Didelphis marsupialis** (Linnaeus, 1757)

ORDEN: Xenarthra

Familia Dasypodidae

Subfamilia Dasypodinae

*Dasypus novemcinctus** (Linnaeus, 1758)

ORDEN: Lagomorpha

Familia Leporidae

Subfamilia Leporinae

Sylvilagus floridanus (Allen, 1890)

ORDEN: Rodentia

Suborden: Sciurognathi

Familia Sciuridae

Subfamilia Sciurinae

Sciurus aureogaster (Cuvier, 1829)

ORDEN: Carnivora

Familia Canidae

Canis latrans (Say, 1823)

Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775)

Familia Procyonidae

Subfamilia Bassariscinae

Bassariscus astutus (Lichtenstein, 1830)

Subfamilia Procyoninae

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Familia Mustelidae

Subfamilia Mustelinae

*Mustela frenata** (Lichtenstein, 1831)

Subfamilia Mephitinae

*Mephitis macroura** (Lichtenstein, 1832)

Familia Felidae

Subfamilia Felinae

Lynx rufus (Schreber, 1777)

Puma concolor (Linnaeus, 1771)

ORDEN: Artiodactylia
 Suborden: Ruminantia
 Familia Cervidae
Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)

*Especies obtenidas mediante encuestas y bibliografía

De acuerdo con la CONANP (2013) y la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de estas especies se encuentra bajo alguna categoría de riesgo ni son endémicas del país (Cuadro 13).

Cuadro 13. Grados de endemismo de mamíferos medianos y grandes y especies bajo alguna categoría de riesgo de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
<i>Didelphis marsupialis</i> +	Tlacuache	/
<i>Dasyus novemcinctus</i> +	Armadillo de nueve bandas	/
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	/
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	/
<i>Canis latrans</i>	Coyote	/
~ <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	/
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteco	/
<i>Mustela frenata</i> +	Comadreja	/
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	/
~ <i>Procyon lotor</i>	Mapache	/
~ <i>Lynx rufus</i>	Lince Americano	/
~ <i>Puma concolor</i>	León Americano	/
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	/

Las categorías de riesgo y el endemismo están basadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la CONANP (2013). Sin categoría de riesgo (/). Especie registrada en las cercanías de la comunidad (~). Especies obtenidas mediante encuestas y bibliografía (+).

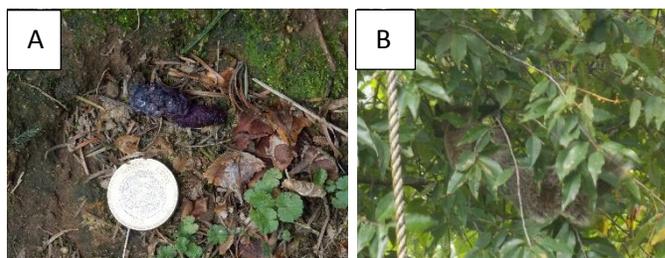


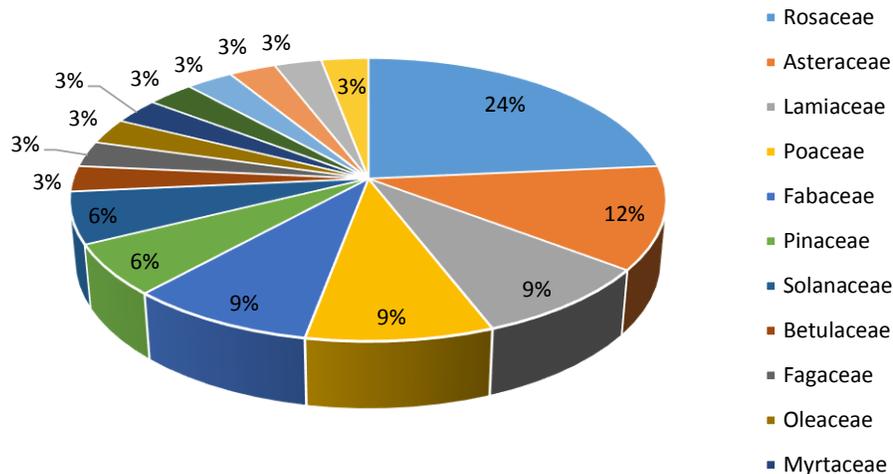
Figura 18. Mamíferos de localidad y sus rastros (A) Excreta de cacomixtle y (B) *Sciurus aureogaster*

Conocimiento y uso de los recursos naturales

Se realizaron en total 23 encuestas, 5 a los habitantes de la comunidad y 18 a los turistas. Los resultados sobre el conocimiento de la flora y fauna de la comunidad fueron los siguientes:

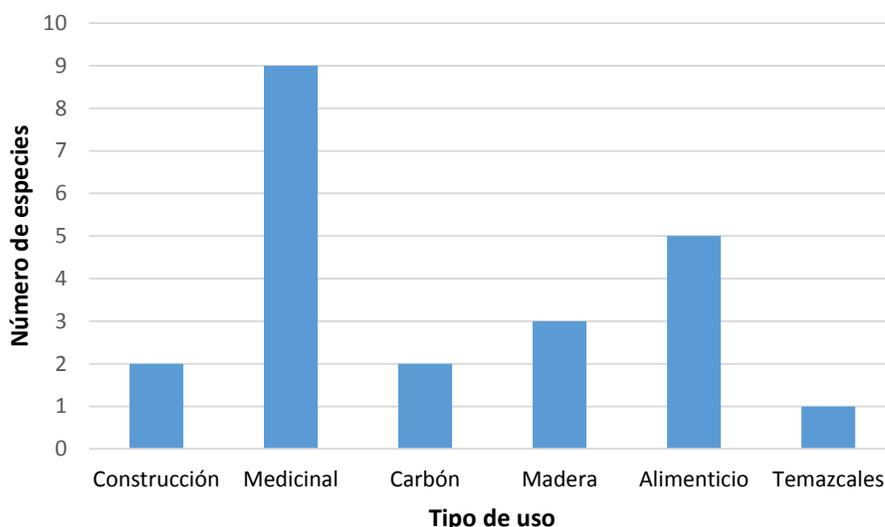
-Flora

Los habitantes encuestados de la localidad El Tular Peña de Lobos reportaron tener conocimiento sobre 34 especies de plantas clasificadas en 16 Familias taxonómicas y 10 géneros, siendo la familia Rosaceae la de mayor número de especies reportadas por los habitantes de la localidad. De las 34 especies reportadas, 12 fueron registradas en el levantamiento florístico; y de esta cifra, 9 especies corresponden a especies cultivadas y 8 a especies introducidas (Gráfica 5).



Gráfica 5. Especies vegetales reportadas por los habitantes de la localidad

A su vez, los pobladores hicieron referencia a 22 especies de plantas con algún uso dentro de la localidad. Se distinguieron 6 usos principales, en los cuales el uso predominante que se le da a las plantas es el medicinal con 9 especies utilizadas, seguido de 5 especies para alimento, 3 para madera, 2 para construcción de viviendas, 2 para carbón y una especie se utiliza en los temazcales de la zona (Gráfica 6).



Gráfica 6. Especies vegetales con algún uso potencial en la localidad

-Fauna

En las encuestas realizadas, los pobladores de la comunidad reportaron tener conocimiento de 32 especies: 3 anfibios, 7 reptiles, 11 aves y 11 mamíferos medianos y grandes.

Las personas de la localidad señalaron que solo 3 especies tienen algún uso: 1 víbora de cascabel utilizada contra la enfermedad del vitiligo, las plumas de 1 azulejo para realizar cuadros artísticos y el venado que es cazado rara vez por los habitantes de las comunidades colindantes (Cuadro 14).

Cuadro 14. Especies y nombres comunes de fauna silvestre con algún uso en la localidad

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso
Amphibia	Anura	*	*	Rana	
		Bufonidae	<i>Bufo sp.</i>	Sapo	
	Caudata	Salamandridae	*	Salamandra	
	Squamata	Viperidae	<i>Crotalus sp.</i>	Víbora de cascabel	Medicinal (Vitiligo)
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus sp.</i>	Lagartija	

Reptilia		Scincidae	<i>Plestiodon copei</i>	Lincer	
		Anguidae	<i>Barisia sp.</i>	Barisia	
		*	*	Víbora de agua	
		*	*	Tonto	
		*	*	Cristalino	
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter sp.</i>	Gavilán	
			<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	
	Passeriformes	Cardinalidae	*	Cardenal	
		Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	
			<i>Cyanocitta stelleri</i>	Azulejo	Artístico (Plumas)
		Troglodytidae	<i>Troglodytes sp.</i>	Saltapared	
		Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle	
	Galliformes	Odontophoridae	<i>Dendrortyx macroura</i>	Gallina silvestre	
	Strigiformes	Strigidae	*	Búho	
	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes sp.</i>	Carpintero	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos		
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	*	Conejo	
	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	
			<i>Canis latrans</i>	Coyote	
		Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	
		Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	
		Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	
			<i>Puma concolor</i>	Puma	
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcintus</i>	Armadillo	
	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris	
	Artyodactilia	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	Caza

Pérdida de la biodiversidad local e interés en la conservación

Las principales causas de la pérdida de la biodiversidad reportada por los pobladores son el cambio de uso del suelo, el crecimiento poblacional, la deforestación y la caza. Además, mencionan otros factores como los incendios provocados en décadas anteriores y la afectación al microclima, ya que han observado que algunas especies introducidas (Familia Rosaceae) están floreciendo en estaciones incorrectas, tal vez por el adelanto de las lluvias. A pesar de los impactos que existen en la localidad, la población en su mayoría se encuentra interesada en la conservación de sus recursos naturales y su uso adecuado y moderado. Ellos se ven comprometidos en cuidar la calidad paisajística del lugar debido a que ofrecen un servicio turístico.

Los esfuerzos que realizan los habitantes interesados es la protección de su ejido, evitando la tala inmoderada e ilegal; sin embargo, es insuficiente y descontrolado, ya que los propietarios de los ejidos colindantes ejercen una presión negativa al ambiente con la tala del bosque para los cultivos y el ganado de menor impacto, ya que al ser terrenos ejidatarios existen zonas comunales en las que no existe ningún control en estas actividades. Sin un esfuerzo en conjunto, es casi imposible conservar los recursos naturales de la localidad.

Como se mencionó anteriormente, los habitantes de la localidad brindan un servicio turístico, por ello se encuestaron a 18 turistas durante el periodo de estudio con el motivo de evaluar las actividades que realizan durante su estancia, entre otros datos de interés. Se obtuvo que los turistas que recibe el lugar son de todas las edades pero se ve una mayor incidencia entre los jóvenes (20-30 años). Su procedencia principalmente es de la zona centro del país (Estado de México y Distrito Federal). Entre los fines de las visitas al lugar se encuentra el turismo, el educativo y el laboral, siendo el mayor atractivo el paisaje y su tranquilidad. Entre las actividades realizadas se encuentra en orden de importancia las caminatas, las discusiones (pláticas), el campamento, la alimentación y la lectura.

La mayoría de los encuestados considera que las actividades que realiza en la localidad no desarrollan impactos de ningún tipo en el ambiente; sin embargo, los que consideraron que sus actividades si desarrollan impactos, mencionaron como ejemplos de estos las caminatas, la contaminación, el ruido y la erosión del suelo. Entre las propuestas que dieron para mitigar dichas actividades se encuentra el control de desechos, la prohibición de la tala, las medidas precautorias, restringir las visitas, mayor vigilancia, prohibir el acceso a ciertas zonas, que el drenaje no llegue al río, fomentar el reciclaje, fomentar la reforestación y apagar adecuadamente las fogatas.

Todos los turistas están a favor de la conservación independientemente de la conciencia o inconciencia que tienen sobre los impactos generados hacia el ambiente en la localidad.

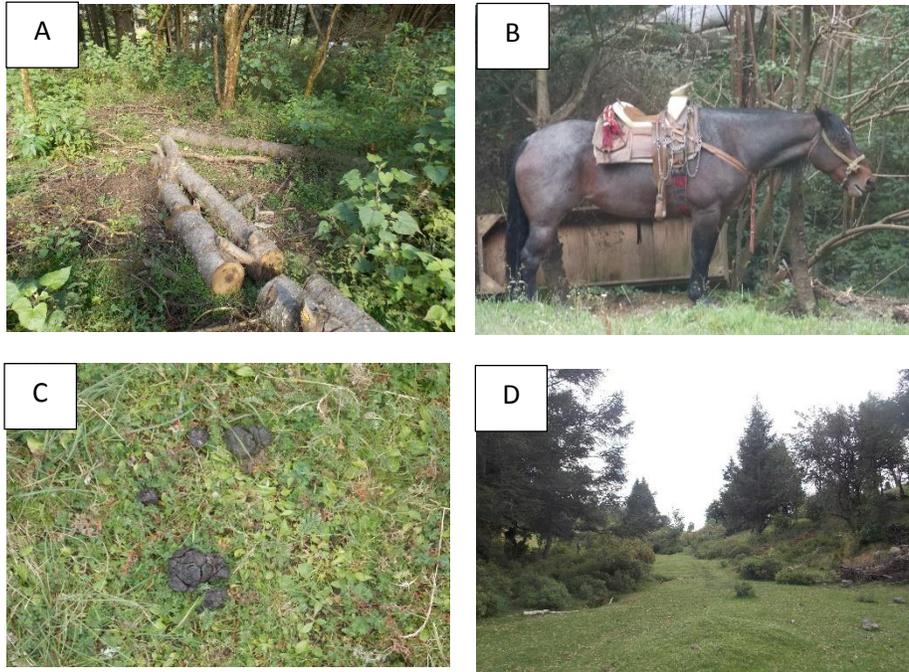


Figura 19. Actividades generadoras de impacto ambiental en la localidad (A) Tala clandestina (B) Crianza de ganado en general (C) Desechos orgánicos del ganado y (D) Deforestación y apertura de brechas para la agricultura y el paso del ganado

- **Características demográficas y socioeconómicas**
 - **Aspectos demográficos**
 - **Crecimiento histórico poblacional**

Toda la información demográfica y socioeconómica fue consultada del Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo (2011) y del INEGI (2005, 2010 y 2015).

La dinámica demográfica que se ha suscitado en el municipio, ha presentado variaciones, como es el caso del periodo de 1950-1960, cuando registró una tasa de crecimiento negativa de -1.35%, es decir, que en términos absolutos disminuyó la población para 1960, en 577 habitantes (Cuadro 15). A nivel estatal se dio un crecimiento promedio del 3.14% anual; a todas luces muy por encima de la media municipal.

Cuadro 15. Evolución demográfica del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México del periodo de 1950-2010

Periodo	Población total Municipal	TCMA	Población total Estado de México	TCMA
1950	4,512	N/A	1,392,623	N/A
1960	3,935	-1.35	1,897,851	3.14
1970	4,240	0.74	3,833,185	7.56
1980	5,306	2.26	7,564,335	6.78
1990	9,011	5.43	9,815,795	2.70
1995	12,412	6.61	11,707,964	3.17
2000	15,086	3.97	13,096,686	2.27
2005	13,825	-1.73	14,007,495	1.35
2010	17,970	2.9	15,175,862	1.17

FUENTE: INEGI. Dirección General de Estadística. Censos Generales de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000; Censo de Población y Vivienda 1995 y II Censo de Población y Vivienda 2005.

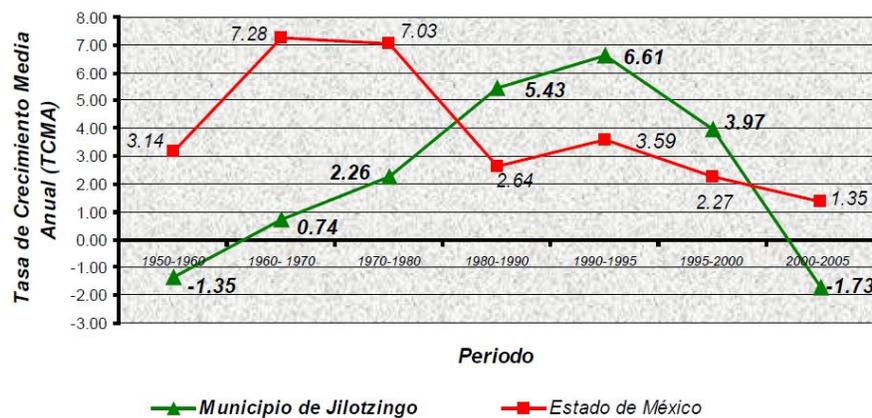
Para el año de 1970, se identifica un ligero repunte, cuya media de crecimiento anual fue de 0.74%, incrementándose la población en 305 personas en una década, siendo el total acumulado de 4,240 habitantes, aún por debajo de lo registrado en la década de los 50's. En contraste, en el Estado de México se registró una media anual de crecimiento de 7.56%, más de diez veces superior a lo identificado en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, durante el periodo en cuestión.

Esta tendencia de crecimiento poblacional se mantiene durante el periodo de 1970-1980, donde se nota un incremento del promedio anual con una tasa de 2.26%, con una población total reportada en 1980, de 5,306 habitantes, el incremento absoluto se mantiene elevado con respecto a los dos periodos antes reportados (1950-1960 y 1960-1970), e incluso es mayor que en la década anterior, dado que, se detectó un aumento en 1,066 personas, es decir que en términos absolutos aumentó un 20.09%, con respecto al año de 1970; la tasa promedio a nivel estatal (6.78%) es

dos veces superior a la media municipal, la cual reportó una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de 2.26%.

Para el año 1990, se contabilizó un total de 9,011 habitantes, siendo la tasa promedio a nivel municipal de 5.43%, la más alta a nivel municipal, si se compara con los tres periodos anteriores; y que está por encima de la media estatal que registró una tasa de 2.70%.

Es a partir de esta década (80-90's), cuando empieza a repuntar de manera significativa, tanto la tasa media anual (5.43%), como el crecimiento absoluto de la población (incremento de 3,705 habitantes) que se asientan en el municipio; que en términos relativos, significa un aumento del 41.11%, es decir, más de las dos quintas partes, en un espacio de diez años.



FUENTE: INEGI. Dirección General de Estadística. Censos Generales de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000; Censo de Población y Vivienda 1995 y II Censo de Población y Vivienda 2005.

Gráfica 7. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) en el Estado de México y en el municipio de Santa Ana Jilotzingo durante el periodo de 1950-2005

Durante el periodo de 1990-1995, se identifica una tasa promedio de 6.61% (con una población total en 1995 de 12,412 personas), ello se refleja en el incremento absoluto de población en un quinquenio de 3,401 habitantes; en tanto que la media estatal está por debajo de la tasa reportada a nivel municipal con 3.17%, es decir, 3.44 unidades porcentuales por debajo de la media municipal (Gráfica 7).

Para el año 2000, se asentaba en Santa Ana Jilotzingo una población total de 15,086 habitantes, mientras que la tasa media de crecimiento anual fue de 3.97%, indiscutiblemente superior al promedio estatal que fue del 2.27%, el crecimiento demográfico a nivel municipal, en términos absolutos fue de 2,674 habitantes en el lustro de 1995-2000; lo que significa que en el periodo 1990-2000: (1990: 9,011 personas; 2000: 15,086 pobladores), el aumento absoluto fue de 6,075 habitantes, se deduce que, en diez años, la población creció en un 59.73%.

En el periodo censal del año 2005, la población disminuyó a 13,825 habitantes, que evidentemente refleja una tasa promedio negativa de -1.73%, por debajo de la TCMA reportada por el Estado de México, que fue del 1.35%; En ambos ámbitos territoriales se identifica el retroceso en cuanto a dinámica de crecimiento poblacional.

Así en términos absolutos, Santa Ana Jilotzingo perdió una población de 1,261 habitantes, que en términos relativos significa una contracción del 8.35%, es decir que por cada año que transcurrió (cinco años), desaparecieron aproximadamente 252 habitantes.

Con el anterior análisis, se induce, que el municipio ha mantenido un crecimiento promedio en términos absolutos en los últimos 55 años, del orden de los 9,313 habitantes, con un promedio de incremento poblacional de 169 personas por año.

Finalmente, para el año 2010, de acuerdo a los datos del Censo General de Población y Vivienda, el municipio de Santa Ana Jilotzingo cuenta con una población de 17,970 habitantes.

El peso que tiene la población asentada en el municipio con respecto al estado no es significativa, dado que, en el año 2005, sólo representaba el 0.12%, una explicación de esta situación se debe a que se han presentado procesos de expulsión de población, además de que no se asientan en el municipio industrias o actividades comerciales y de servicios que impacten en la región como es el caso de Atizapán de Zaragoza y Naucalpan, que basan en su estructura económica, el asentamiento de nueva población.

Con base a las tenencias antes señaladas, es importante establecer las políticas apropiadas para arraigar a la población a través del mejoramiento de sus condiciones de vida y de la creación de fuentes de empleo, considerando las condicionantes territoriales e impulsando la estructura económica del municipio, que prevean la disponibilidad de espacios y reservas territoriales que cumplan con los criterios de desarrollo urbano planeado.

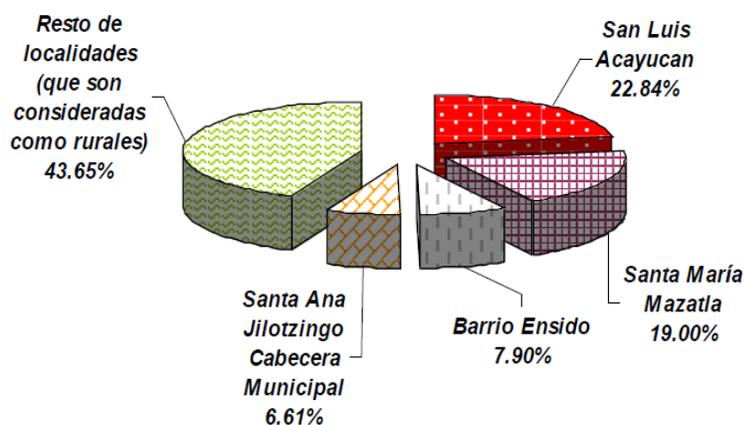
▪ Distribución de la población en el municipio por zona y localidad

Cronológicamente, el municipio de Santa Ana Jilotzingo no ha mostrado tendencias a concentrar población; por el contrario, ha manifestado recientemente una disminución de la misma, además, la localización geográfica del municipio ha impactado de manera significativa en la distribución de la población en cuanto a la estructura económica, misma que es superada por los municipios aledaños a este, por lo cual el municipio presenta una situación muy particular.

Sólo se tienen identificadas tres localidades que concentra a la mayor parte de la población (con base a datos del año 2005), que en orden de importancia son: San Luis Acayucan, Santa María Mazatla y Barrio de Ensido, que concentran respectivamente el 22.83%, el 19.00% y el 7.89%, que en conjunto agrupan al 49.72% de la población municipal; el resto de la población se asienta en 21 comunidades rurales, incluyendo la Cabecera Municipal, que sólo concentra el 6.61% de total de los habitantes asentados en el municipio (Gráfica 8).

La localidad de San Luis Acayucan, concentra la mayor parte de la población del municipio, presentado incrementos de población constantes, siendo el periodo de 1995-2000, el que registró la tasa media anual de crecimiento (TCMA) más alta con el 4.44%; para el quinquenio siguiente: 2000-2005 el promedio anual, se contrajo a 1,42%.

Similar tendencia presenta la localidad de Santa María Mazatla, donde se identifica una tasa media de crecimiento del 3.34% en espacio comprendido de 1995 a 2000; cinco años más tarde, se reportó la contracción de la TCMA a 1.63%.



FUENTE: INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005.

Gráfica 8. Distribución poblacional en el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2005

Por su parte, Barrio Ensido, ha reportado un crecimiento relativamente significativo, así lo demuestra su tasa de crecimiento promedio anual en el periodo 1995-2000 (9.42%), pero durante el lapso de 2000-2005, se registró una TCMA anual negativa del -6.11%.

Por otra parte, se registran 10 localidades (aparte de Barrio Ensido) que reportan tasas de crecimiento negativas como son: Espíritu Santo, San Miguel Tecpan, La Manzanas, Dangú, Los Gallos, Ejido de Santa María Mazatla, Barrio la Cuesta, Barrio Monfi, Barrio Endonica y Barrio las Manzanitas.

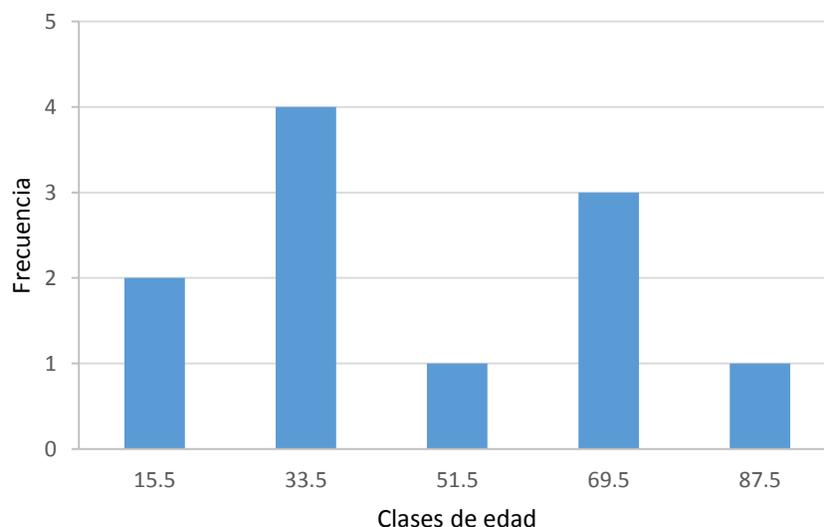
En el caso de la localidad El Tular Peña de Lobos, los datos recopilados para el año 2010 de acuerdo con el INEGI, el total de población en la localidad es de 15 habitantes, de los cuales 8 son hombres y 7 son mujeres.

Las encuestas realizadas a los pobladores de la localidad arrojaron un total de 11 habitantes, de los cuales 7 son hombres y 4 son mujeres (Cuadro 16).

Cuadro 16. Distribución poblacional de la localidad El Tular Peña de Lobos

Edad	7	22	30	34	36	38	51	62	65	70	80
Sexo	M	F	M	F	M	M	M	F	F	M	M

De acuerdo con el histograma de las clases de edad, la población que más frecuencia concentra se ubica en el intervalo entre los 25 y 42 años de edad, seguida del intervalo entre los 61 y 78 años (Gráfica 9).



Grafica 9. Histograma de las clases de edad de los pobladores de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

▪ Migración, crecimiento natural y crecimiento social

Los procesos de migración, se entienden como los movimientos de población de un lugar a otro, que están determinados por la incidencia de diversos factores, entre los que se incluyen los gustos y afinidades personales hasta las necesidades o urgencias económicas; sin embargo, este desplazamiento obedece generalmente, al interés por alcanzar una mejor calidad de vida de los habitantes del municipio.

El municipio de Santa Ana Jilotzingo, ha presentado una dinámica migratoria particularmente especial, ello se ve identificado en primera instancia por la evolución de sus tasas de crecimiento media anual, que curiosamente demuestran para los periodos de 1950-1960 y 2000-2005 cifras negativas (Cuadro 17).

Ello, refleja un síntoma de “subdesarrollo” demográfico del municipio, aun cuando a partir de 1960, se registraron tasas promedio positivas y que incluso a partir de 1980 a 2000, superaban la media estatal, no obstante durante el último periodo censal de 2005, hay una contracción significativa en cuanto a asentamiento de población.

Es así que el proceso de migración existente en el municipio, invariablemente está ligado a la dinámica urbana del Valle de México y en menor medida con el Valle de Toluca, dado que, el municipio mantiene vínculos funcionales y de dependencia con ambos núcleos concentradores de población, y por consiguiente de actividad económica y de satisfactores sociales.

Cuadro 17. Comparativo de la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA), Tasa de Crecimiento Natural (TCN) y Tasa de Crecimiento Social (TCS) del Estado de México y del municipio de Santa Ana Jilotzingo, periodo 1950-2005

Periodo	Municipio de Jilotzingo			Estado de México		
	TCMA	TCN	TCS	TCMA	TCN	TCS
1950-1960	-1.35	3.01*	-2.43*	3.14	2.86	0.29
1960-1970	0.74	8.68*	-13.95*	7.28	2.46	4.82
1970-1980	2.26	8.97*	1.51*	7.03	2.55	4.48
1980-1990	5.43	2.96*	3.77*	2.64	2.11	0.53
1990-1995	6.61	2.34*	13.42*	3.59	3.44	0.15
1995-2000	3.97	2.14*	1.98*	2.27	1.87	0.40
2000-2005	-1.73	2.06*	-4.14*	1.35	0.29*	2.95*

FUENTE: COESPO. Indicadores Sociodemográficos Históricos, Actuales y Perspectivas Futuras del Cambio Poblacional en el Estado de México. (Sólo para los datos TCN y TCS del periodo 1950-2000).

NOTA: Las cifras marcadas con (*), se calcularon con base a la siguiente fuente: GEM-SFP-COPLADEM; Carpeta 8: Guía Técnica para la Estimación de Indicadores del Manual para la Elaboración de los Planes Municipales de Desarrollo 2003-2006, p.p. 287 y 288.

El comportamiento migratorio que se ha presentado en el municipio a lo largo de los últimos 55 años (1950-2005), se puede analizar con base a dos épocas específicas; la primera de ellas, que abarca el periodo de 1950 a 1970, cuando se presentaba un proceso de rechazo de población, ello en el sentido de que la dinámica demográfica, se sustentaba en el crecimiento natural (con base a los nacimientos).

En el segundo periodo de tiempo de 1970 a 2000, cuando se suscitó un proceso de migración orientado en la atracción de población (con base al crecimiento social), es decir, el asentamiento de población proveniente de otros municipios o de otras regiones.

En resumen, la dinámica demográfica que ha tenido Santa Ana Jilotzingo es la siguiente:

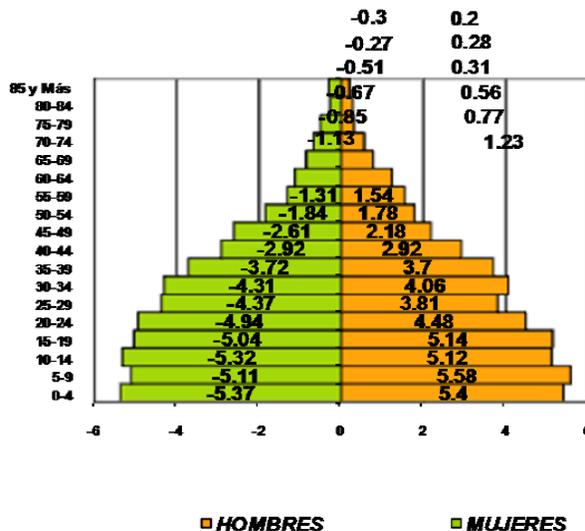
- En el periodo intercensal comprendido de 1950 a 1960, el municipio se encontraba en un status de rechazo alto, debido a que su tasa de crecimiento natural fue negativa (-2.43%).
- Durante la década de 1960-1970, la tasa de crecimiento social fue negativa, pero se incrementa notablemente a -13.95%, lo que ubica al municipio como una entidad de rechazo muy alto.
- De 1970 a 1980, el municipio, cambia de condición, a ser una entidad territorial de atracción alta, porque la tasa de crecimiento social fue de 1.51%.
- La década comprendida de 1980-1990, se nota un incremento de la tasa de crecimiento social a más del doble a lo registrado diez años antes, dado que se sitúa en 3.77%, lo que confiere al municipio una calidad de entidad de atracción muy alta.
- En el quinquenio siguiente (1990-1995), se registra un aumento significativo muy por encima de los dos periodos anteriores, ya que se sitúa la tasa de crecimiento social en 13.42%, manteniendo el status de municipio de atracción muy alta.
- Para el tiempo comprendido de 1995 a 2000, se nota la contracción significativa de la tasa de crecimiento social que en este caso fue del 1.98%, ubicándose el municipio en condición de atracción alta.
- En el último periodo intercensal de 2000-2005, la tasa de crecimiento social muestra una cifra negativa, puesto que se sitúa en -4.14, lo que le confiere a Santa Ana Jilotzingo como una entidad territorial de rechazo muy alto.

▪ **Composición de la población por grupos de edad y sexo**

La distribución de la población por género, para el año 2000, fue del 50.47% para mujeres (7,614 habitantes) y del 49.60% para hombres (7,672 personas), cinco años más tarde, en el año 2005, la distribución, por sexo, registró un ligero retroceso en cuanto a peso relativo de la población de hombres, donde se identifica que el 49.32% son del sexo masculino (6,810 personas), en tanto que en el sexo femenino se incrementó ligeramente a 50.68% (7,007 mujeres) con respecto al año 2000 (Gráfica 10).

En términos absolutos, para el año 2005, se reconoció una población masculina de 6,818 habitantes, mientras que en el año 2000 existían 7,672 individuos; lo que significa que en un quinquenio la población de hombres disminuyó en un 11.13%. Esta situación muestra a todas luces, el proceso de emigración existente en el municipio, que, por regla general las personas que dejan de residir en el municipio, son las cabezas de familia ya sea la madre o el padre, y en menor medida hay familias que se mudan a otras partes de la región, a otra entidad e incluso a otro país.

Para el caso de las mujeres, se presenta similar tendencia, pero mantiene su preponderancia, dado que en el año 2000, concentraba al 50.47% de la población total; para el año 2005, se incrementó al 50.68%, pero en términos absolutos, se contrajo el número de personas del sexo femenino a 7,007 habitantes, mientras que cinco años antes (en 2000), la población ascendía a 7,614 mujeres, es decir que se dio una disminución del 9.20%.



FUENTE: Elaboración con base a información del II Censo de Población y Vivienda 2005.

Gráfica 10. Estructura poblacional del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el 2005

Para el año 2005, la estructura de la pirámide de edades, refleja, un relativo equilibrio en cuanto a simetría de la misma, pero en cuanto a la base, muestra la tendencia a nivel nacional y estatal, de que el municipio comienza a mostrar un comportamiento en lo que se refiere a disminución de población joven, en este caso de la población de 0 a 4 años y de 5 a 9 años, es decir, ya no se identifica la amplia base de estos dos segmentos de edad que existía en periodos anteriores.

Para el año 2005 la estructura demográfica por grupos quinquenales de edad de la población municipal se encontraba de la siguiente forma, la población infantil de 0-14 años, estaba integrada por 4,412 habitantes (31.90%), de los cuales, la base más amplia está integrada por personas del sexo masculino, con el 16.10% (2,185 niños), mientras que el 15.8% (2,185 infantes), son habitantes del sexo femenino.

Es de destacar, que en un periodo de cinco años, la población infantil se incrementó ligeramente, dado que, en conjunto para el año 2000 representaba el 31.79%, mientras que, para el año 2005, se incrementó a 31.90%, esta situación muestra que la dinámica demográfica del municipio, está basada en el crecimiento vegetativo de la población, aun cuando, este no es significativo, porque el crecimiento es marginal, ello porque, hay personas que emigran a otras partes; es decir, hay “sustitución” de habitantes, pero este proceso no alcanza a “restituir” a todas las personas que se mudan a otros lugares fuera del municipio.

Esta situación, manifiesta la creciente necesidad de plantear políticas de desarrollo económico que tengan como objetivo el de arraigar a la población que en el corto, mediano y largo plazo, se insertará en la estructura económica, además de mantener en buenas condiciones, así como la operatividad de los equipamientos de salud, educación, deportivos y recreativos, para atender a este segmento de la población infantil.

Con respecto, a segmentos específicos de edad, la población joven concentra el 59.68%, (8,267 habitantes) de la población total municipal, esta es, la que tiene edad de 0 a 29 años.

Al interior de este gran rango de población, es primordial resaltar dos grupos de población: De 0 a 14 años, que puede considerarse como la población infantil, agrupa al 31.91% (4,412 niños) de los habitantes, es decir, casi de la tercera parte del total de los habitantes registrado en 2005, en el municipio de Santa Ana Jilotzingo.

Mientras que, la población situada en el rango de edad de los 15 a 29 años, representan al 27.88% (3,855 habitantes), que congrega a su vez a la población adolescente (de 15 a 19 años), con 1,408 personas y joven (de 20 a 29 años), que

incluye a los sujetos en edad de incorporarse a la actividad productiva, a estudios de nivel superior e incluso postgrado concentran el 17.69% (2,447 personas).

Agrupando ambos segmentos de los 15 a los 29 años, se tiene que la población de estos rangos ocupa el 27.88% de total de los residentes reconocidos en el año 2005; por ello en primera instancia demuestra que en el municipio, más de la cuarta parte de la población es demandante potencial de fuentes de empleo; por lo cual, es indispensable crear el entorno necesario para ofertar fuentes de empleo a través de programas de capacitación tanto técnica y de instalación de equipamientos relacionados con la educación; y lo que es más importante, promover las inversiones necesarias tanto por parte de los gobiernos de los tres ámbitos: federal, estatal y municipal, así como por parte de la iniciativa privada.

El segmento de población de los 30 a los 59 años, agrupa un total de 4,547 personas, que en términos relativos tiene un peso del 32.88%, es decir, casi la tercera parte de la población total municipal.

Los sectores de población de 15 a 19 y de 20 a 29 años son los que permiten determinar el potencial de la fuerza de trabajo disponible en el municipio y la demanda potencial de empleos, vivienda, bienes y servicios.

Por otro lado, la población de la tercera edad de 60 y más años, integran sólo el 6.26% (979 personas), y que constituyen el grupo de personas en tiempo de retiro de la actividad productiva y por consiguiente para jubilación.

En tanto, que la población en categoría de no especificada, durante el año 2005 agrupo sólo el 0.23% de la población total municipal (32 personas), que comparado con el año 2000, disminuyó notablemente, ya que, en el último año citado, se tenía una población en esta categoría de 1,214 habitantes.

En conclusión, la estructura poblacional de Santa Ana Jilotzingo, refleja que el segmento más desarrollado, está compuesta por la población joven, misma que demanda empleo y satisfactores sociales como suelo, vivienda, servicios básicos, equipamientos y transporte (aun cuando hay un proceso de emigración poblacional), que al no proporcionarse, se intensificarán las condiciones de marginalidad y bajas posibilidades de desarrollo, consolidándose como un municipio expulsor de población.

Derivado de lo anterior, se hace indispensable formular estrategias orientadas a desarrollar e impulsar la actividad económica de la estructura municipal, aprovechando las ventajas comparativas que presenta el municipio de Santa Ana Jilotzingo; para, por lo menos arraigar a la población y minimizar la emigración.

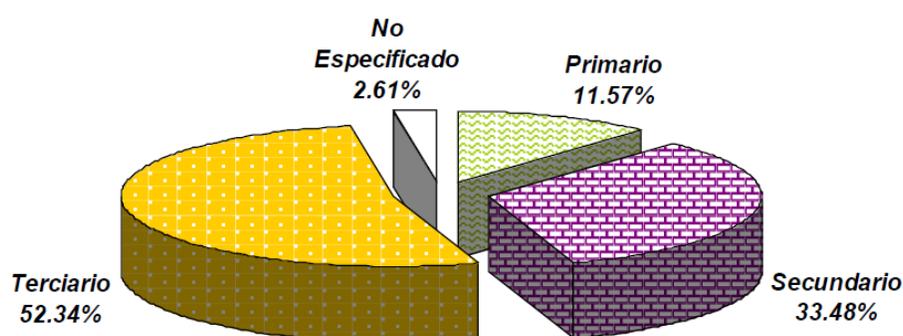
- **Aspectos económicos**

La relevancia de la estructura económica que se ha desarrollado en Santa Ana Jilotzingo es de vital importancia porque es uno de los componentes esenciales del progreso integral, ello se debe, a que tiene su reflejo en el territorio, porque permite ver el potencial de desarrollo que tiene el municipio, tanto en el ámbito regional como estatal.

En función de la idea antes mencionada, el municipio de Santa Ana Jilotzingo se inserta dentro de la Región V Naucalpan, que a su vez está constituida por los municipios de Atizapán de Zaragoza, Huixquilucan, Isidro Fabela, Naucalpan, Nicolás Romero y Tlalnepantla; que su vez pertenece a la Zona Metropolitana del Valle de México, junto con las regiones III Ecatepec, IV Cuautitlán Izcalli y IX Nezahualcóyotl.

- **PEA ocupada por sector de actividad a nivel municipal y regional**

A nivel municipal, el sector agropecuario concentra sólo el 11.57% de la Población Económicamente Activa ocupada (595 habitantes); mientras que la industria con el 33.48% (1,721 personas), es decir poco más de la tercera parte de la población empleada a nivel municipal; no obstante, el que se lleva la supremacía es el sector comercial y de servicios con el 52.34% (2,691 empleados), lo que refleja que más de la mitad de la PEA ocupada en el sector tiene su fuente de empleo en sector terciario (Gráfica 11).



FUENTE: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000

Gráfica 11. Distribución de la PEA ocupada registrada en Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el año 2000

La región registro una PEA Ocupada de 956,934 personas, que representan el 21.42% de los habitantes empleados a nivel estatal (Cuadro 18).

Cuadro 18. Distribución de la PEA ocupada por sector económico por municipio de la región V Naucalpan para el año 2000

Municipio	2000				
	Sector de actividad			No Especificado	Total Municipal
	Primario	Secundario	Terciario		
Atizapán de Zaragoza	451	54,879	108,948	9,873	174,151
Huixquilucan	1,036	18,050	48,637	4,994	72,717
Isidro Fabela	521	701	1,307	61	2,590
Jilotzingo	595	1,721	2,691	134	5,141
Naucalpan	1,283	97,936	214,169	18,671	332,059
Nicolás Romero	2,065	35,632	50,511	3,497	91,705
Tlalnepantla	482	83,334	178,703	15,352	277,871
Total Región V	6,433	292,253	604,966	52,448	956,234
Estado de México	232,448	1,391,402	2,657,045	181,466	4,462,361

FUENTE: El Colegio Mexiquense. A.C. (2002), Programa de Desarrollo Regional del Estado de México.

La PEA ocupada en el sector primario a nivel regional, sólo tiene un porcentaje del 0.67% que representan a 6,433 habitantes empleados en el sector, es obvio que este, es el sector económico en el que menos personas trabajan; por el contrario en los sectores industrial y comercial y de servicios, presentan mayor concentración de población empleada.

Así, en sector secundario; representado por la minería, electricidad y agua, construcción y manufacturas, ocupa el segundo lugar, porque agrupa al 30.56% de la PEA ocupada reconocida a nivel regional (292,253 trabajadores).

El sector comercial y de servicios, es el gran sector económico, que tiene preponderancia a nivel región, ya que, reúne al 63.27% de la población empleada en los tres sectores (604,966 habitantes), lo que significa que más de las tres quintas parte de la población que declaró tener un trabajo, se inserta en las actividades de comercio; transportes, correos, almacenamiento; información en medios masivos, servicios financieros y de seguros; servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles; servicios profesionales; servicios educativos, de salud y de asistencia social y servicios de esparcimientos y culturales; así como en otro servicios que excluyen las actividades de gobierno.

Por último, el 5.48% corresponde a la PEA que no tiene especificado en que sector de la economía trabaja.

En cuanto a la distribución de los habitantes ocupados en el sector agropecuario a nivel regional; el municipio de Nicolás Romero concentra el 32.19% de la población

que trabaja en este sector (2,065 habitantes), seguido por el municipio de Naucalpan, que tiene un peso relativo de la PEA empleada en el sector a nivel región del 19.94%; en orden de importancia, le siguen los municipios de Huxquilucan (16.10%), Santa Ana Jilotzingo (9.25%), Isidro Fabela (8.10%), Tlalnepantla (7.49%) y Atizapán de Zaragoza con 7.01%.

De la población cuya fuente de empleo se relaciona con el sector secundario, el 33.51% del total regional lo agrupa el municipio de Naucalpan (97,936 habitantes); en segundo término se ubica Tlalnepantla con el 28.51% (178,703 habitantes) de personal ocupado en el sector a nivel de los 7 municipios que conforman la región; y en tercer lugar se sitúa Atizapán de Zaragoza, que concentra a 108,949 personas, que significan el 18.78% de la PEA ocupada regional. Ello indica que Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán de Zaragoza, concentran al 80.8% de la población económicamente activa que trabajaba en el sector a nivel regional.

Por su parte, el municipio de Santa Ana Jilotzingo se encuentra en el último lugar, en cuanto a población ocupada en el sector secundario, y es evidente que las fuentes de empleo de estas personas se localizan fuera del municipio.

En lo concerniente a las actividades comerciales y de servicios, también denominadas del sector terciario, el municipio de Naucalpan, mantiene su predominio en cuanto a población ocupada en este sector, ya que agrupa a 332,059 habitantes, que constituyen el 35.40% de la PEA regional; misma situación presenta Tlalnepantla, que concentra a 277,871 personas, es decir, aglutina al 29.54% de la población empleada en este sector económico. Mientras que el municipio de Atizapán de Zaragoza, mantiene el tercer lugar, con el 18.01% (174,151 habitantes); estos tres municipios en conjunto agrupan al 82.95 de la PEA ocupada registrada en el sector en cuestión. Dentro de este contexto, Santa Ana Jilotzingo se ubica en el penúltimo lugar (0.44%) sólo superando al municipio de Isidro Fabela (0.22%).

Con base al análisis antes referido la Región V Naucalpan presenta las siguientes características:

- La estructura económica de la región se ha desarrollado en torno al comercio y los servicios; y en segundo lugar, en la industria manufacturera,
- La mayor parte de la población ocupada en el ámbito regional, en orden de importancia, se concentra en los municipios de Naucalpan, Tlalnepantla y Atizapán de Zaragoza.
- Naucalpan y Tlalnepantla son los principales municipios que aportan mayor valor agregado en la región, pero no solamente en el ámbito regional, sino que ambos

municipios se han consolidado como pieza de la base del desarrollo económico del Estado de México. Esto se debe al desarrollo de la actividad manufacturera que por ende han favorecido actividades como el comercio y los servicios. Además éstos cuentan con la infraestructura adecuada para el desarrollo de las actividades productivas.

- Tiene mayor potencialidad en la actividad económica industrial, comercio y servicios, y en menor medida la construcción; asimismo la industria manufacturera es una actividad tradicionalmente predominante en la región, sobre todo en los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla.
- En la actividad agropecuaria solamente los municipios de Nicolás Romero, Santa Ana Jilotzingo e Isidro Fabela presentan una participación importante de la PEA ocupada.
- Los municipios de Santa Ana Jilotzingo e Isidro Fabela presentan las condiciones favorables para un desarrollo turístico importante, debido a su paisaje natural.

- **Estructura económica municipal: Sector primario (Agrícola y Ganadero)**

Las actividades agropecuarias desarrolladas en Santa Ana Jilotzingo, se encuadran dentro del Distrito Agrícola II: Zumpango. El municipio tiene una superficie de 11,70911 hectáreas; distribuidas de la siguiente manera: el 11.19% son tierras agrícolas de temporal. La superficie destinada al uso pecuario de tipo extensivo agrupan un espacio del 6.18% de la superficie municipal. Por su parte, el uso forestal, relacionado con los bosques, es el que más predomina con el 78.50%, mientras que la superficie de arbustos sólo ocupa el 1.30% del territorio municipal (Cuadro 19).

Cuadro 19. Estructura del uso del suelo agropecuario a nivel regional (has.) en el año de 1990

Municipio	Agrícola			Pecuario		Forestal	
	Temporal	Riego	Tierras ociosas	Intensivo	Extensivo	Bosques	Arbustos
Atizapán de Zaragoza	36.0	0.0	0.0	0.0	2,007.1	1,004.7	497.0
Huixquilucan	3,168.5	0.0	250.7	19.4	633.9	6,658.4	490.0
Isidro Fabela	789.0	970.3	0.0	0.0	516.1	4,062.7	0.0
Jilotzingo	1,311.2	0.0	0.0	0.0	724.8	8,490.0	152.3
Naucalpan	1,621.1	0.0	0.0	0.0	1,943.4	3,884.8	34.4
Nicolás Romero	5,678.0	0.0	1,330.3	1.2	2,720.9	9,924.1	0.0
Tlalnepantla	29.0	0.0	0.0	0.0	1,488.4	80.2	0.0
Total Región V	12,632.8	970.3	1,581.0	20.6	10,034.6	34,104.9	1,173.7
Estado de México	668,280.6	119,090.1	52,959.3	2,130.4	371,638.0	595,613.4	93,749.6

FUENTE: GEM, SFP. Indicadores Básicos para la Planeación Regional, 1997. p.25

Con base, a los datos antes expuestos, la vocación que tiene el territorio municipal, es evidentemente forestal, en segundo lugar el uso pecuario y por último la superficie agrícola; para el primer caso, al ser área natural protegida se debe orientar el desarrollo a actividades de turismo de fin de semana o ecoturismo, dado que la superficie forestal está reconocida como área natural protegida.

En el segundo caso, referido al uso pecuario extensivo, es importante establecer las pautas necesarias para conservar este uso, mantenerlo y controlarlo, para que no afecte al uso natural forestal, debido a que tiene importancia dentro de la estructura económica del municipio, al servir como medio de producción orientado al autoconsumo.

Para el caso de la superficie agrícola, es necesaria conservarla, ello con base a dos vertientes; las primera, para servir como zona de amortiguamiento entre el área urbana y el bosque; y la segunda como opción económica de segundo plano, para la población que trabaja en el municipio o en su caso para arraigar a la misma; pero se debe de explotar de manera más eficiente, a través de la rotación de cultivos.

Además, es de destacar que la abundancia de agua y de las características climatológicas, hacen que el municipio tenga vocación para desarrollar actividades piscícolas, dado que, se sitúan en Santa Ana Jilotzingo, cuatro unidades piscícolas de producción, que están orientadas a la incubación (cría) y engorda de trucha, que bien pueden convertirse o en su caso consolidarse como opción relacionada con la actividad turística de fin de semana o ecoturismo.

Agricultura.

En Santa Ana Jilotzingo, durante el año de 1991, se tenían contabilizadas un total de 994.455 hectáreas destinadas a la agricultura, de las cuales, sólo el 8.74% (86.935 has) eran de riego, en tanto que las de temporal (que es la que más predomina) asciende al 91.25% (907.520 has).

Se tienen identificadas siete comunidades agrarias (ejidos), de las cuales 6 tienen como actividad principal la agricultura, y una de ellas, no se tiene especificada su actividad.

Cuadro 20. Distribución de la producción agrícola del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el año de 1991

Cultivo	Producción (Toneladas.)
Avena Forrajera	330.79
Cebada	2.91
Frijol	15.12
Maíz	706.73
Trigo	1.00
Aguacate	0.03
Alfalfa	288.22
Durazno	3.78
Total	1,679.37

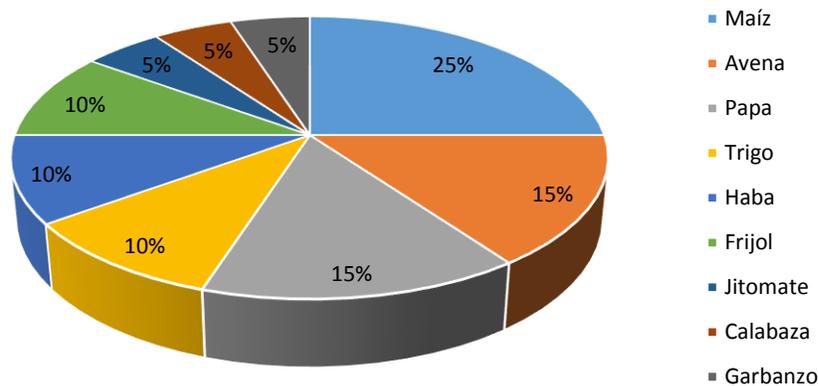
FUENTE: GEM, SFP. Indicadores Básicos para la Planeación Regional, 1997. p.91

En el año de 1991, se cosechó una superficie de 1,679 hectáreas, con clara preponderancia de maíz, y dos destinados a forraje: avena y alfalfa; mientras que en el resto, se distribuye en cinco diferentes cultivos: cebada, frijol, trigo, aguacate y durazno (Cuadro 20).

En el municipio predomina el cultivo de maíz, avena forrajera y alfalfa, que en conjunto concentran el 78.94% de la cosecha reportada para el año en cuestión; de estos tres cultivos, el maíz agrupa el 42.08%, seguido por la avena forrajera con el 19.79% y por último la alfalfa con el 17.16%

En función de los datos anteriores, el maíz, la avena forrajera y la alfalfa, se han convertido en los cultivos de mayor importancia dentro de la actividad agrícola que se desarrolla en el municipio. Ello, se debe a que las condiciones del suelo existentes en el municipio son la ideales para estas especies.

De acuerdo con las encuestas realizadas a los pobladores no se cultiva nada en la localidad; sin embargo, los tipos de cultivo que se realizan en las inmediaciones de la misma son en su mayoría de temporal y muy pocos de riego, utilizando con mayor frecuencia los fertilizantes naturales en forma de abonos generados principalmente por el ganado. Se cultivan alrededor de 9 especies, el producto es para autoconsumo y se basa esencialmente en el cultivo de maíz (*Zea mays*), de avena (*Avena sp.*) y papa (*Solanum tuberosum*) (Gráfica 12).



Gráfica 12. Cultivos principales de las cercanías de la localidad el Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Pecuario.

Respecto a esta actividad, en Santa Ana Jilotzingo, se han desarrollado dos actividades específicas, la ganadera y la forestal. Dentro del primer caso se tienen las siguientes características:

- La actividad ganadera, se sustenta en la cría de especies de bovinos, porcinos y ovinos, caprinos y equinos, así como, de especies de traspatio como son conejos, y aves de corral; y colmenares.

Cuadro 21. Especies pecuarias (grandes y medianas) en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 1991

Entidad	Bovinos	Porcinos	Ovinos	Equino	Caprino
Jilotzingo	660	4,124	2,684	862	140

FUENTE: FUENTE: GEM, SFP. Indicadores Básicos para la Planeación Regional, 1997. p.93

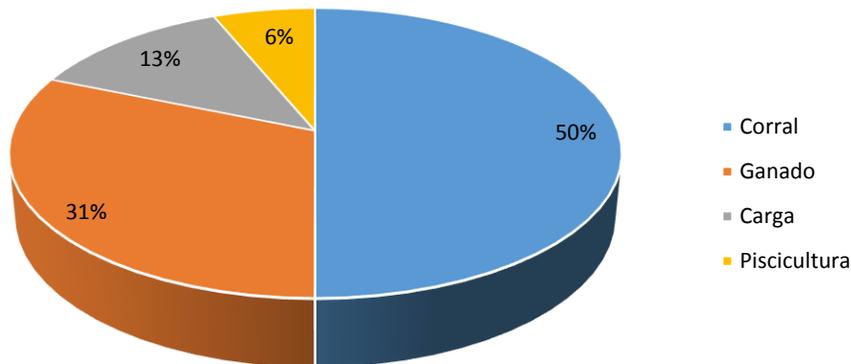
- Concerniente a la cría de conejos y aves de corral, se caracteriza por ser una actividad complementaria, destinada al autoconsumo; que puede convertirse en una opción económica.

Cuadro 22. Especies pecuarias (pequeñas) en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 1991

Entidad	Conejos	Aves de corral	Colmenas (Cajón)
Jilotzingo	303	10,538	10

FUENTE: GEM, SFP. Indicadores Básicos para la Planeación Regional, 1997. p.91

En las encuestas, los pobladores mencionaron que en la actualidad no se crían animales en la localidad; sin embargo, en las cercanías de la misma existe la crianza de animales de corral en su mayoría (principalmente gallinas), seguida de la crianza del ganado de bajo impacto (vacuno, porcino y bovino), los animales de carga (en su mayoría caballos) y el desarrollo de la piscicultura (en su mayoría trucha arcoíris [*Oncorhynchus mykiss*]) (Gráfica 13) (Cuadro 23).

**Gráfica 13.** Tipos de crianza desarrolladas en las cercanías de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo**Cuadro 23.** Animales de crianza y porcentaje de ocurrencia entre los pobladores

Crianza	Animal	%
Corral	Gallinas	25
	Conejos	12.5
	Guajolotes	12.5
Ganado	Vacas	12.5
	Borregos	12.5

	Puercos	6.25
Carga	Caballos	6.25
	Venado	6.25
Piscicultura	Truchas	6.25

Sin embargo, a pesar de que en el municipio existen áreas con potencial para desarrollar actividades ganaderas, este sector, se encuentra poco tecnificado, derivado de la naturaleza de autoconsumo o en su caso la poca comercialización de los mismos, es resultado de un proceso de producción tradicional y rústico; no obstante es necesario controlar el desarrollo de la misma en términos territoriales para que no afecte la superficie boscosa y deteriore el medio ambiente del municipio.

En el segundo caso, referido a la actividad forestal, en el año de 1994, se produjo un total de 1,259 metros cúbicos de madera; distribuidas en pino y oyamel con 948 y 311 metros cúbicos producidos respectivamente; sin embargo, es importante destacar que el potencial de desarrollo que tiene la actividad forestal, no debe de canalizarse a la tala de madera, sino al aprovechamiento sustentable de las áreas verdes como el ecoturismo o turismo de montaña.

▪ **Estructura económica municipal: Sector secundario (Industria)**

Situación con respecto a la región.

En Santa Ana Jilotzingo, el desarrollo de la actividad industrial es prácticamente incipiente, ello como resultado de las condiciones geográficas existentes en el territorio municipal, que han condicionado la accesibilidad y la dotación de infraestructura, que son los elementos indispensables para el asentamiento de industrias; no obstante, se puede decir, que el municipio aporta fuerza de trabajo a la región, aun cuando es mínima con respecto al resto de los municipio que integran a la Región de Naucalpan.

El contexto antes referido, es resultado de factores internos como externos entre los que destacan, la cercanía que tienen los municipios de Atizapán de Zaragoza, Naucalpan y Tlalnepantla con la capital de país, así como las condiciones topográficas que presentan; elemento en las que evidentemente el municipio presenta desventajas.

El comportamiento de la actividad relacionada con las manufacturas es la siguiente:

□ En ámbito regional, los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla, son los que encabezan la concentración de unidades económicas asentados en su territorio, que respectivamente agrupan el 33.61% y el 32.27%, seguidos en orden de importancia por Atizapán de Zaragoza (17.90%), Nicolás Romero (10.57%), Huixquilucan (5.06%) y en penúltimo y último lugar los municipios de Santa Ana Jilotzingo e Isidro Fabela con el 0.32% y el 0.27% respectivamente, mismos que prácticamente no figuran dentro del contexto regional, en lo que se refiere a asentamientos industriales.

Similar tendencia se presenta en lo que se refiere a la distribución de la PEA ocupada a nivel regional, donde más de las dos quintas partes de la población empleada (44.59%), está asentada en Naucalpan, por su parte Tlalnepantla concentra el 40.11% de los habitantes que trabajan en la región, mientras que Atizapán de Zaragoza, ocupa el tercer sitio con el 11.99%; por su parte, Santa Ana Jilotzingo sólo congrega el 0.09% de la población empleada en las unidades económicas registradas.

En lo que se refiere a generación de valor agregado censal bruto, Tlalnepantla es el que concentra mayor producción con el 47.76%, en segundo término Naucalpan concentra el 44.45%, que en conjunto alcanzan el 92.21% del valor agregado producido en la región.

Por el contrario, Atizapán de Zaragoza, que comparado con los dos municipios antes citados, sólo generó en el periodo en cuestión, el 5.36%, situación un tanto curiosa, dado que es el tercer municipio concentrador de unidades económicas y personal ocupado a nivel regional.

El municipio de Santa Ana Jilotzingo, sólo crea el 0.05% del valor agregado de la región, ello refleja evidentemente la falta de competitividad que tiene el municipio en este sector.

Evolución del sector secundario durante el periodo de 1994-2004.

El comportamiento del sector industrial en el municipio ha sido prácticamente estacionario, dado que no hay muestras de impulso de esta actividad, lo que ha impactado de manera negativa en el desarrollo económico del municipio (Cuadro 24).

Cuadro 24. Unidades económicas, personal ocupado, valor agregado censal bruto en el sector secundario del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el periodo de 1998-2004

Año	Unidades Económicas (c)	Personal Ocupado	Valor Agregado Censal Bruto*
1998	N/D	59	2,728
2004	19	135	4,709

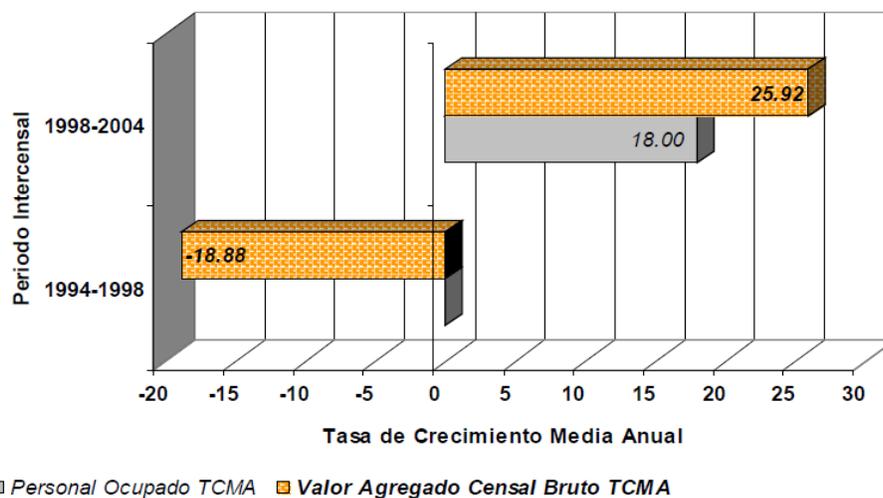
FUENTE: INEGI. Censos Económicos, 1998 y 2004.

NOTA: (*) Miles de pesos constantes de 1993.

- En el año de 1998, no se contabilizaron establecimientos industriales, porque estaban bajo el criterio de confidencialidad.
- Al no existir punto de comparación con respecto a Unidades económicas, no se puede emitir un juicio acerca de la dinámica que ha sido objeto esta categoría.

Para el año 2004, se tenían contabilizados 19 establecimientos, que en términos relativos representan el 10.55% del total de las unidades económicas registradas en los tres sectores económicos contemplados en los censos económicos del año en cuestión.

El personal ocupado en el año de 1998 ascendió a 59 trabajadores, un sexenio después (2004) se incrementó a 135 empleados, por lo cual la tasa de crecimiento media anual en el periodo 1998-2004 fue del 18%; es decir, que en un sexenio 76 personas se insertaron dentro de la estructura manufacturera del municipio. Esto significa, que se generaron en el sector, en promedio 12 o 13 empleos por año (Gráfica 14).



FUENTE: Cálculos con base a información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

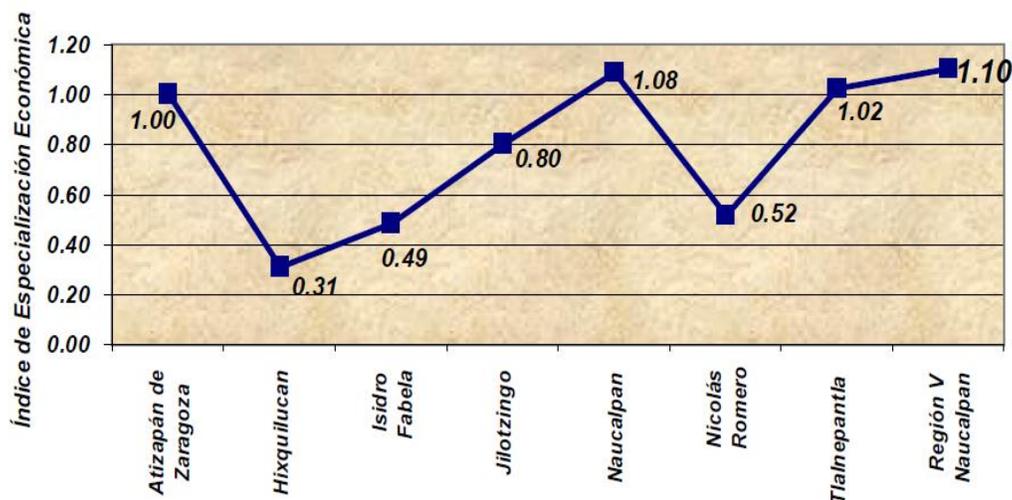
Gráfica 14. Evolución de la actividad industrial en cuanto a unidades económicas, personal ocupado y valor agregado censal bruto del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Curiosamente, el promedio de empleados por unidad económica es de siete trabajadores, por encima de los municipios de Huixquilucan, Isidro Fabela y Nicolás Romero, que mostraron un promedio de 5 personas empleadas por establecimiento; pero muy por debajo de los municipios de Naucalpan (con promedio de 32 empleados por unidad económica), Tlalnepantla (con 30 trabajadores) y Atizapán de Zaragoza (con 16 empleados).

En cuanto a la generación de valor agregado censal bruto, en un periodo de cuatro años 1994-1998, registró una tasa negativa de -18.88%, ello porque en 1994 se generó un valor agregado de 2,728 pesos, en tanto que, para 1998, sólo se creó un valor de 1,181 pesos. En tanto, que para el año 2004, la tasa promedio de crecimiento fue del 25.92%, cuyo valor generado en el año en cuestión fue de 4,709 pesos; casi cuatro veces superior a lo registrado seis años antes.

Índice de Especialización Económica

En el año de 2004, el municipio de Santa Ana Jilotzingo, presentaba un índice de especialización del personal ocupado de 0.80 unidades a nivel regional, ello evidentemente no demuestra especialización en el sector de la transformación, pero es el cuarto municipio que muestra tendencia a especializarse en el sector por sobre Nicolás Romero, Isidro Fabela y Huixquilucan; mientras que los municipios, que si muestran especialización en el sector son Naucalpan (1.08), Tlalnepantla (1.02) y Atizapán de Zaragoza (1.00), en tanto que a nivel regional el IE es de 1.10 unidades, lo que indiscutiblemente muestra creciente especialización en el sector industrial (Gráfica 15).



FUENTE: Cálculos con base a Información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

Gráfica 15. Índice de especialización económica de la población ocupada en sector secundario a nivel municipal con respecto a la región V Naucalpan

Esto se ve confirmado, con el índice de especialización existente a nivel estatal, que es de 0.90 unidades, claramente inferior a lo calculado en la región en 0.20 décimas de unidad, estas cifras confirman, que el desarrollo económico todavía se sustenta significativamente en el sector secundario, aun cuando el sector comercial y servicios tienen mayor preeminencia (Cuadro 25).

Cuadro 25. Índice de especialización económica de la población ocupada por las unidades económicas existentes en Santa Ana Jilotzingo con respecto a la región y al Estado de México

Sector Económico	Municipio de Jilotzingo		Región VI Naucalpan		Estado de México		Índice de Especialización	
	Personal Ocupado	%	Personal Ocupado	%	Personal Ocupado	%	Región	Estado
Secundario	135	28.36	142,916	35.40	455,626	32.04	1.10	0.90
Total	476	100.00	403,651	100.00	1,421,862	100.00	---	---

FUENTE: Cálculos con base a Información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

NOTA: Si el índice de especialización arroja un resultado igual o mayor que 1, existe especialización en el sector productivo, y si los resultados son iguales a 0 o tienden a 0, no existe especialización.

Formula: $I_e = ((e_i/e_j)/(E_i/E_j))$ donde:

e_i : población ocupada local en el sector

e_j : población ocupada total local

E_i : población ocupada estatal en el sector i

En conclusión, el municipio de Santa Ana Jilotzingo, no presenta especialización en el sector industrial, de ahí que hay que impulsar otros sectores de la estructura económica acordes con las condiciones naturales del municipio.

Proporción del Personal ocupado por Subsector.

Se tienen identificados dos sectores; el 22: Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final con 20 empleados y el 31-33: Industrias manufactureras, en donde hay más personas ocupadas, dado que, se registraron 1,280 personas.

Para el caso específico del sector relacionado con la Industrias manufactureras 31-33, se tiene la siguiente distribución:

Cuadro 26. Subsectores que componen el sector 31-33: Industrias manufactureras en el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2004

Subsector	Unidades Económicas	Personal Ocupado
212 Minería de minerales metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas	*	76
311 Industria alimentaria	10	38
325 Industria química	*	7
327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	*	2
332 Fabricación de productos metálicos	*	10
337 Fabricación de muebles y productos relacionados	*	2
TOTAL SECTOR INDUSTRIAL	10(1)	135
TOTAL SECTOR INDUSTRIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS	180	476(2)

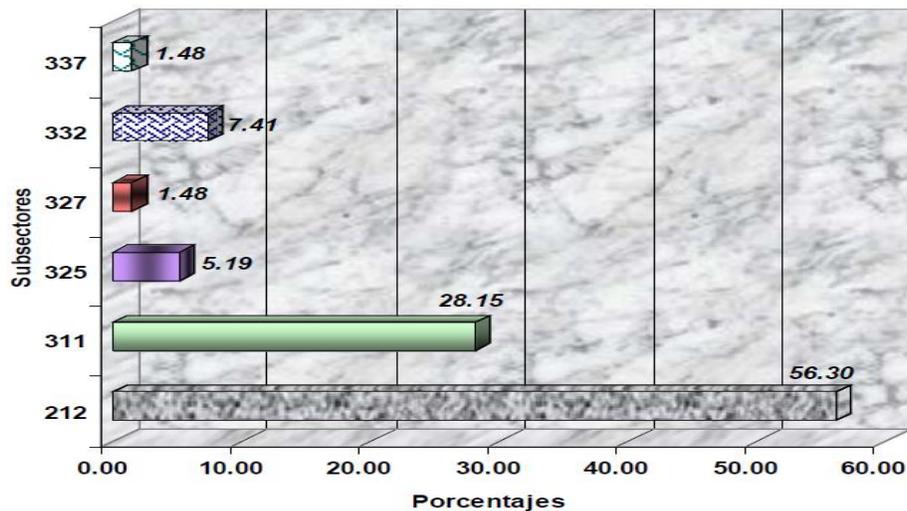
FUENTE: INEGI. Censos Económicos, 2004.

NOTA: - Cuando aparece el *, significa que no se registra dato por cuestiones de confidencialidad.

-(1) Debido a que algunos subsectores no registran número de unidades económicas y esta marcados con *, no necesariamente la sumatoria total da 180 establecimientos.

-(2) Se incluye a la población ocupada en el sector primario registrado por los censos económicos.

El subsector 212, relativo con la minería de minerales metálicos y no metálicos, concentra más de la mitad de la población empleada en el sector (56.30%), en segundo término, se sitúa el subsector 311 de la industria alimentaria con el 28.15% de la población ocupada por las unidades económicas; en tercer sitio, está el subsector 332 que se refiere a la fabricación de productos metálicos que congrega el 7.41% de los trabajadores ocupados en el sector; en orden subsiguiente están los subsectores 325: industria química (5.19%); 327: fabricación de productos a base de minerales no metálicos y el 337: fabricación de muebles y productos relacionados, ambos con el 1.48%. Los subsectores 212 y 311 agrupan el 84.45% (114 empleados) (Gráfica 16).



FUENTE: Cálculos con base a información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

Gráfica 16. Distribución del personal ocupado por subsector de actividad del municipio de Santa Ana Jilotzingo en 2004

- **Estructura económica municipal: Sector terciario (Comercio y Servicios)**

Situación con respecto a la región.

Las condiciones que presenta este sector, es la misma que se presenta tanto a nivel nacional como estatal, es decir, el constante incremento de esta actividad dentro del tejido económico de la región y de los municipios; sin embargo, es evidente que hay municipios que presentan una diversificación mayor que otros.

Dentro de la Región V Naucalpan, se tienen registrados al año 2004, un total de 68,023 unidades económicas, que comparado con el Estado de México, concentra el 20.70% de total de los establecimientos identificados, el 22.54% de la población ocupada a nivel estatal, y el 56.19% de valor agregado censal bruto; estas cifras

demuestran el peso económico que tiene la región dentro de la estructura económica del estado.

El municipio que concentra mayor actividad comercial y de servicios es Tlalnepantla con el 45.30% de las unidades económicas, el 46.98% del personal ocupado y el 57.32% de valor agregado censal generado en la región. En segundo término está el municipio de Naucalpan, con el 29.04% de los establecimientos registrados en la región, el 32.68% de los empleados en el sector y produce el 30% del valor agregado.

Atizapán de Zaragoza ocupa el tercer sitio pero en mucho menor proporción en cuanto a unidades económicas con el 12.41% del total regional, el 9.24% del personal ocupado y el 6.99% de valor agregado censal; le siguen en orden de importancia los municipios de Nicolás Romero, Huixquilucan (que genera mayor valor agregado que Nicolás Romero), y en penúltimo lugar Santa Ana Jilotzingo.

El municipio de Santa Ana Jilotzingo registra el 0.24% de los establecimientos económicos censados en la región, da empleo al 0.10% de la población ocupada registrada a nivel regional, y sólo genera el 0.02% del valor agregado de la región.

Por otro lado, el personal promedio ocupado por unidad económica en el municipio presenta un caso muy particular, ya que las estimaciones asciende a únicamente 1 trabajador en promedio por unidad económica, es el promedio más bajo que se presenta en comparación con los siete municipios que conforman la región, aun así, a nivel municipal, es el sector económico que más ha absorbido personal empleado y por consiguiente un nicho de potencial de desarrollo a impulsar con actividades relacionadas con el ecoturismo o turismo de fin de semana.

Evolución del Sector Terciario 1994-2004.

En el año de 1998, se reconocieron 25 unidades económicas, un sexenio más tarde, ascendió a 161 establecimientos, lo que implica un incremento relativo del 84.47%, es decir, que se asentaron en el municipio 136 establecimientos más que desarrollan actividades comerciales y de servicios (Cuadro 27).

Cuadro 27. Unidades económicas, personal ocupado, valor agregado censal bruto en el sector terciario en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el periodo 1994-2004

Año	Unidades Económicas	Personal Ocupado	Valor Agregado Censal Bruto*
1998	25	78	1,163
2004	161	307	2,568

FUENTE: INEGI. Censos Económicos, 1999, 2004.

NOTA: (*) Miles de pesos constantes de 1993.

En relación con el personal ocupado en los establecimientos económicos, se ha suscitado una situación un tanto curiosa; ello porque se ha identificado un notable incremento en cuanto a número de trabajadores empleados en el sector, dado que, en 1998, sólo se tenía un universo de 78 personas, para el año 2004, se registró una población empleada de 307 trabajadores.

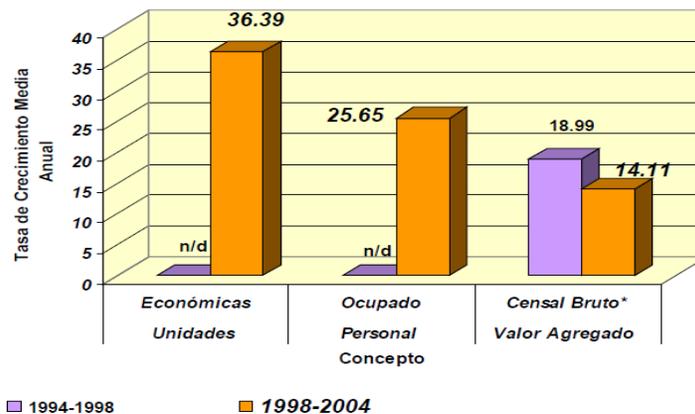
Esta situación, implica inferir que en un lapso de seis años, se generaron 229 plazas de trabajo, es decir, que por cada año transcurrido, se crearon 38 fuentes de empleo; pero hay un factor a considerar: que el sector comercio, fue el que más fuentes de trabajo dio a la población, ello debido, a que en la actividad del comercio al por menor, se crearon 237 vacantes, lo que significa en términos porcentuales el 57.52% del total municipal.

Cuadro 28. Tasa de crecimiento media anual de las unidades económicas, personal ocupado, valor agregado censal bruto en sector terciario del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en el periodo 1994-2004

Periodo Intercensal	Unidades Económicas TCMA	Personal Ocupado TCMA	Valor Agregado Censal Bruto* TCM
1994-1998	n/d	n/d	18.99
1998-2004	36.39	25.85	14.11

FUENTE: INEGI. Censos Económicos, 2004.
NOTA: (*) Miles de pesos constantes de 1993.

El comportamiento de las unidades económicas, ha mostrado una dinámica notable, ello porque de 1998 a 2004, la tasa de crecimiento media anual fue del 36.39%, que como ya se citó antes, el comercio al por menor fue el que más crecimiento tuvo, dado que registró en el año 2004 un total de 112 establecimientos, que significan el 69.56% de total de unidades económicas existentes en el sector terciario a nivel municipal (Cuadro 28).



FUENTE: Cálculos con base a información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

Gráfica 17. Evolución de la actividad industrial en cuanto a unidades económicas, personal ocupado y valor agregado censal bruto en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

La situación que presenta el personal ocupado en el sector es singular, ello derivado por el peso que tiene el comercio dentro de la estructura económica, ha incidido en la inserción de personas a fuentes de empleo en este sector, cuyo incremento promedio en un sexenio (1998-2004) fue del 25.65%, una cifra notable desde el punto de vista de la situación económica del municipio.

No obstante, se desprende, que la productividad no siempre va a la par de la generación de valor agregado y de la población ocupada, un claro ejemplo es el municipio de Santa Ana Jilotzingo, que en este sector a pesar de que se dieron incrementos en cuanto a unidades económicas y de personal ocupado, la generación de valor agregado censal bruto se contrajo; mientras que en el periodo de 1994-1998, la media de crecimiento fue del 18.99%, para el espacio de tiempo de 1998-2004, la tasa media de crecimiento anual fue de 14.11%; 4.88 unidades porcentuales menos (Gráfica 17).

Una posible explicación de esta situación, es que, el comercio al por menor, se refiere más que nada a la existencia de establecimientos que surten las necesidades básicas e inmediatas de la población y de los visitantes (tienditas, papelerías, tortillerías, etc.) que por su misma condición y estructura de ventas, así como del mercado, no impactan de manera considerable en la obtención de un volumen mayor de valor agregado.

Índice de Especialización Económica.

El Municipio de Santa Ana Jilotzingo, presenta un índice de especialización de 0.82 unidades, por lo cual se ubica entre los cinco municipios más especializado en el sector; superior al coeficiente regional que fue de 0.77 unidades; pero hay tres municipios de la región que superan a Santa Ana Jilotzingo, que en orden de importancia son: Tlalnepantla (1.23), Huixquilucan (1.19), Nicolás Romero, (1.09) e Isidro Fabela cuyo IE es de 1.02 unidades (Cuadro 29).

Cuadro 29. Índice de especialización económica de la población ocupada por las unidades económicas existentes en Santa Ana Jilotzingo con respecto a la región y al Estado de México en el año 2004

Sector Económico	Municipio de Jilotzingo		Región V Naucalpan		Estado de México		Índice de Especialización	
	Personal Ocupado	%	Personal Ocupado	%	Personal Ocupado	%	Región	Estado
Terciario	307	64.49	309,709	76.72	1,373,553	96.70	0.77	1.37
Total	476	100.00	403,651	100.00	1,421,862	100.00		

FUENTE: Cálculos con base a Información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

NOTA: Si el índice de especialización arroja un resultado igual o mayor que 1, existe especialización en el sector productivo, y si los resultados son iguales a 0 o tienden a 0, no existe especialización.

Formula: $Ie = (ei/ej)/(Ei/Ej)$ donde:

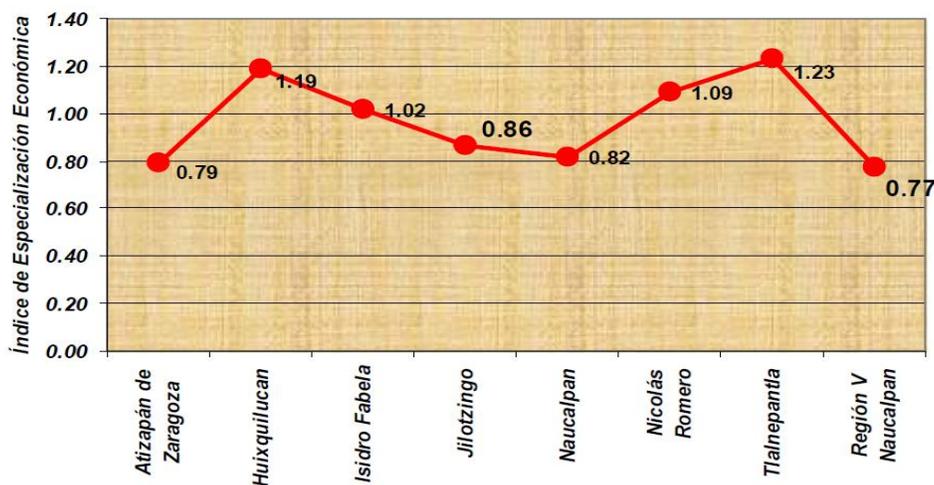
ei: población ocupada local en el sector

ej: población ocupada total local

Ei: población ocupada estatal en el sector i

Por otra parte, los municipios que tiene un índice de especialización inferior al registrado por Santa Ana Jilotzingo son: Naucalpan (0.82) y Atizapán de Zaragoza con 0.79 unidades (Gráfica 18).

Así, el 64.49% de la población ocupada en los establecimiento económicos, labora en el sector comercio y servicios, ello reviste especial importancia porque el índice de especialización con respecto a la región y al municipio es de 0.77 y 0.86 unidades, es decir que el índice registrado a nivel estado (1.37), evidentemente es superior al del municipio, sin embargo, hay que dejar en claro en qué tipo de segmento del comercio y los servicios son los nichos en los que se sustenta y los relacionados con el comercio al por menor; y que bien, puede ampliarse o diversificarse hacia las actividades de ecoturismo o turismo de fin de semana, sin embargo, es importante impulsarlos para que se consolide como un segmento de la estructura económica municipal que impacte de manera significativa en el desarrollo de Santa Ana Jilotzingo.



FUENTE: Cálculos con base a Información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

Gráfica 18. Índice de especialización económica de la población ocupada en el sector terciario con respecto a la región

Proporción del personal ocupado por sector de actividad.

La estructura económica de carácter terciario, a nivel municipal, está dividido en seis subsectores específicos, donde el comercio al por mayor y el comercio al por menor son los nichos que concentran el mayor número de unidades económicas, dado que agrupan el 74.53%, así como de personal ocupado con el 77.19% del total municipal en el sector en cuestión.

El comercio al por menor, como ya se mencionó antes, es una de las actividades, que supuestamente es la más desarrollada a nivel municipal, sin embargo, por la

naturaleza de esta actividad, bajo volumen de ventas y mercados poco representativos; ello debido a que cubre las necesidades más inmediatas de abastecimiento de productos básicos, es decir como comercio de barrio y en algunos de artículos no perecederos; esta actividad económica, se distingue por la presencia de establecimientos comerciales de tamaño micro y pequeños, pero que curiosamente muestra una significativa generación de empleo para la población municipal (Cuadro 30).

Cuadro 30. Grandes sectores económicos que componen a las actividades terciarias en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 2004

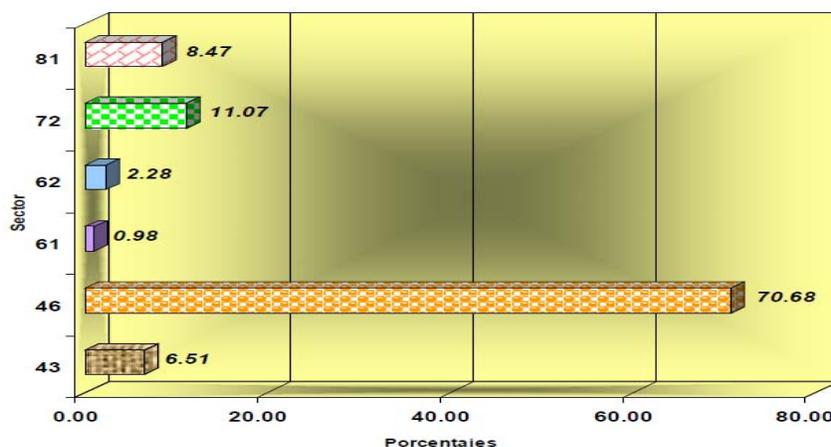
Sector	Unidades Económicas	Personal Ocupado
43 Comercio al por mayor	8	20
46 Comercio al por menor	112	217
61 Servicios Educativos	*	3
62 Servicios de salud y asistencia social	6	7
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	15	34
81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	20	26
TOTAL SECTOR COMERCIAL Y DE SERVICIOS	161	307
TOTAL SECTOR INDUSTRIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS	180	476(2)

FUENTE: INEGI. Censos Económicos, 2004.

NOTA: Cuando aparece el *, significa que no se registra dato por cuestiones de confidencialidad.

-(2) Se incluye a la población ocupada en el sector primario registrado por los censos económicos.

En tanto que la estructura interna del sector servicios, está representado por los servicios educativos, los servicios de salud y asistencia social, los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, así como de otros servicios excepto actividades de gobierno, concentran el 25.46% de los establecimientos registrados en 2004 y el 22.80% de la población ocupada en el sector identificada en el año en cuestión (Gráfica 19).



FUENTE: Cálculos con base a información de INEGI. Censos Económicos, 2004.

Gráfica 19. Distribución del personal ocupado por sector de actividad del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 2004

El sector denominado comercio al por menor se divide en siete subsectores, donde se confirma la estructura de los establecimientos que están orientados al comercio (Cuadro 31).

Cuadro 31. Subsectores económicos que componen a las actividades comerciales en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 2004

Sector/ Subsector	Unidades Económicas	Personal Ocupado
Sector Comercio		
43 Comercio al por mayor	8	20
434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias, para la industria y materiales de desecho	8	20
46 Comercio al por menor	112	217
461 Comercio al por menor de alimentos, bebidas y tabaco	63	122
463 Comercio al por menor de productos textiles, accesorios de vestir y calzado	9	15
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	10	21
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	14	28
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras y artículos para la decoración de interiores	*	6
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	10	23
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	*	3

Para el caso específico de Santa Ana Jilotzingo, hay que considerar en su conjunto todas las actividades económicas, buscando la manera de diversificarlas, a través de la promoción del desarrollo de las actividades terciarias y secundarias, fortalecidas con la consolidación de las actividades agropecuarias, para evitar el desarraigo total de estas y aprovechar su potencialidad en lo que se refiere a cultivos propios de la región.

○ Aspectos sociales

Toda la información demográfica y socioeconómica fue consultada del Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo (2011), de la CONAPO (2010) y de la SEDESOL (2010).

Población Económicamente Activa (PEA).

En el municipio de Santa Ana Jilotzingo, para la población de 12 años y más (PEA), en el año 2005, se registró un total de 10,308 habitantes, que representa el 74.56% de la población total; de las cuales 5,393 personas (49.87%) están aptas para emplearse (Cuadro 32).

La población ocupada total asentada en el municipio, representa el 98.07% (5,289 personas), del total de la PEA municipal; las personas que no tienen fuente de empleo, sólo son 138 habitantes, que en términos relativos representan el 2.61%.

Cuadro 32. Población de 12 años y más por condición de actividad en el año 2005

Entidad	PEA						PEI		No Espec.		
	Población de 12 años y más	Total	%	Ocupados	%	Desocupados	%	Total	%	Total	%
Estado de México	10,094,597	5,036,194	49.89	4,954,104	98.37	82,090	1.63	5,021,053	49.74	37,350	0.37
Jilotzingo	10,308	5,393	49.87	5,289	98.07	104	1.66	4,915	47.68	138	2.61

FUENTE: Porcentajes estimados con base a datos de la Población de 12 años y más registrados en el II Censo, 2005

NOTA: Se retomaron los porcentajes de la PEA Ocupada, Desocupada, de Población Económicamente Inactiva y de la No Especificada, registrados en el XII Censo de Población y Vivienda del año 2000.

El peso relativo que tiene la PEA total (referido a empleados y desempleados) que tiene con respecto ámbito estatal (49.89%), es prácticamente igual en el municipio de Santa Ana Jilotzingo que registró un 49.87%.

En el mismo orden de ideas, pero en lo que se refiere a las personas empleadas, se tiene que el municipio presenta un porcentaje del 98.07%, ligeramente inferior a lo existente a nivel del Estado de México, el cual tiene un peso relativo del 98.3%, es decir, 0.30 décimas más arriba que el municipio. Con respecto a la población desempleada, en el nivel estatal, el porcentaje ascendía a sólo 1.63%, en tanto que en Santa Ana Jilotzingo, el porcentaje es prácticamente igual con el 1.66%.

Estos datos reflejan en cierta manera el desequilibrio que impacta en los niveles de ingreso de la población que tiene una fuente de empleo, así como en la personas que dependen de ellos, ello en el sentido de que en Santa Ana Jilotzingo, el 38.25% de la población total trabaja, en tanto que el resto, el 64.64% depende de ellos; no obstante, el porcentaje de población que trabaja registrado a nivel estatal, es inferior

(35.36%), y por consiguiente las personas que dependen de ellos asciende al 61.75%.

El porcentaje de habitantes de Santa Ana Jilotzingo que trabaja, lo hace principalmente en los municipios colindantes, especialmente en aquellos del Valle de México (Naucalpan, Huixquilucan, Atizapán de Zaragoza, principalmente), ello, debido a que el municipio mantiene un vínculo funcional y de dependencia con los ámbitos territoriales antes citados. Esta situación derivada de la carencia de una planta productiva lo suficientemente desarrollada en el municipio, provoca que los recursos humanos existentes tiene que buscar empleo en otras partes.

Distribución de la Población Económicamente Inactiva (PEI).

Se estimó para el año 2005 a 10,308 habitantes que están considerados como población económicamente activa (PEA), de las cuales el 47.68% está contemplada como población económicamente inactiva (4,915 habitantes), que comparado con el estado, es ligeramente superior a lo calculado en el año en cuestión con el 47.68% de la población de 12 años y más se encuentra en esta situación.

Cuadro 33. Distribución de población económicamente inactiva (PEI) en el año 2005

Entidad	PEI Total	Estudiantes	%	Dedicados al Hogar	%	Jubilados y Pensionados	%	Incapacitados para Trabajar	%	Otro Tipo de Inactividad	%
Estado de México	5,021,052	1,480,206	29.48	2,358,388	46.97	149,125	2.97	36,654	0.73	996,177	19.84
Jilotzingo	4,915	1,325	26.96	2,537	51.62	67	1.36	42	0.85	944	19.19

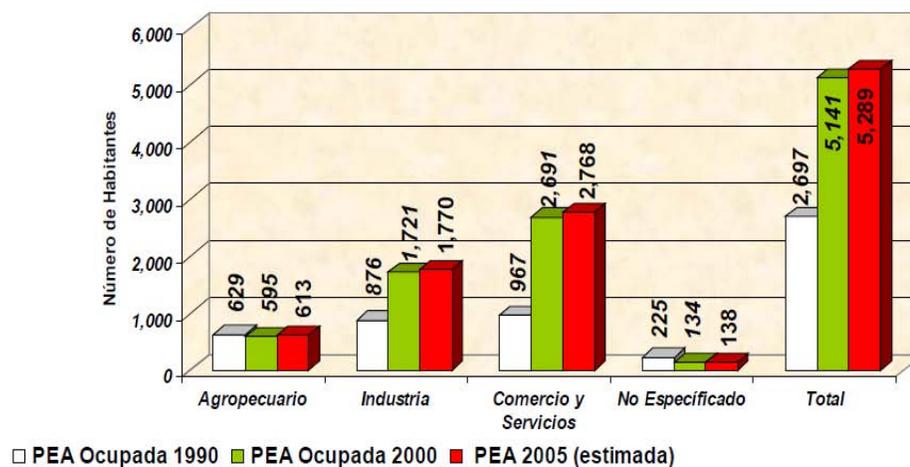
La distribución en cuanto a tipo de inactividad, a nivel municipal, destacan las personas dedicadas al hogar (amas de casa principalmente), con el 51.62% (2,537 habitantes); seguido por las personas que se dedican al estudio con el 26.96%; en tercer lugar se encuentra la categoría denominada "Otro tipo de inactividad", que se refiere a la población que trabajan eventualmente o por temporadas, que agrupa el 19.19% (944 personas). Las personas que están jubiladas o pensionadas, producto de algún accidente de trabajo o por cumplir determinado periodo ininterrumpido de trabajo congregan el 1.36% (67 habitantes) (Cuadro 33).

PEA ocupada por sector económico.

La PEA ocupada por sector, ha presentado una disminución en cuanto a personal ocupado en el sector primario, en tanto que los sectores manufactureros, así como en los comerciales y de servicios han mantenido su incremento, siendo el sector terciario el que ha tenido los incrementos más significativos.

Esto se ve demostrado, con las tasas de crecimiento media anual por sector económico, donde, las actividades agropecuarias, registraron una tasa media

negativa de -0.55%; por su parte en las actividades industriales, la media anual de crecimiento fue de 6.98%, superior al del sector terciario en un lapso de diez años; el caso del sector comercial y de servicios, en una década registró un incremento promedio, ello con respecto a los sectores económicos antes citados, con el 6.66% (Gráfica 20).



Fuente: INEGI. XI y XII Censo General de Población y Vivienda, Estado de México, 1990 y 2000. Para 2005 se retomaron los porcentajes del año 2000, registrados en el censo.

Gráfica 20. Evolución de la PEA ocupada por sector económico durante el periodo 1990-2005 en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

En función de los porcentajes registrados en el año 2000 y sus respectivas estimaciones para el año 2005, Santa Ana Jilotzingo tenía una población ocupada de 5,151 habitantes, distribuidos de la siguiente manera: 613 trabajadores, se insertaba en el sector relacionado con las actividades agrícolas y ganaderas principalmente.

Con respecto a la segunda gran división económica, se estimó para el año 2005, una población de 1,770 personas que se empleaban en el sector secundario, esto es, la tercera parte de la PEA total ocupada registrada en el municipio. El tipo de industria que se asienta en el municipio, se enfoca básicamente a la minería, fabricación de muebles y fabricación de producto a base de minerales no metálicos, cuya planta productiva no cuenta con procesos de producción avanzados, situación por la cual, tienen procesos de producción artesanal.

Por último se encuentra el sector relacionado con el comercio y los servicios, que es el que concentra una población trabajadora estimada para el 2005 de 2,768 habitantes; estos habitantes tienen su fuente de empleo en los municipios ubicados en el Valle de México, especialmente en Naucalpan, Huixquilucan, y Atizapán de Zaragoza e incluso en el Distrito Federal.

De acuerdo con las cifras antes expuestas, permiten deducir que Santa Ana Jilotzingo, presenta una mayor tendencia hacia las actividades relacionadas con una economía urbana, debido a que las actividades comerciales, industriales y de servicios ocupan a un mayor porcentaje de población ocupada, que asciende al 85.80% de la población empleada estimada en el municipio (4,538 personas).

De acuerdo con las encuestas, al menos 5 habitantes de la localidad pertenecen a la población económicamente activa, 2 de ellos se encuentran ocupados dentro del sector primario (agricultura y ganadería) y los otros 3 dentro del sector terciario (comercio y servicios).

No obstante, a pesar de que poco más de la décima parte de la población ocupada se inserta en las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, y con tendencia a disminuir, no se debe dejar a un lado esta actividad económica, debido a que, aún sigue siendo la principal fuente de empleo en un municipio cuya riqueza natural es incuestionable, en virtud de que cuenta con áreas aptas para el desarrollo de las mismas, y que bien pueden ser fomentadas para tener un desarrollo municipal equilibrado y para poder controlar el desarrollo urbano que suscitará a futuro y que al mismo tiempo se tienen que mantener, preservar y conservar las áreas naturales con que cuenta el municipio.

Desplazamientos por trabajo.

Es obvia la incapacidad que tiene el municipio para generar las fuentes de empleo suficientes, ello derivado de las condiciones que presenta la estructura económica del municipio, esto se ve mostrado, porque, sólo el 19.24% de la población ocupada tiene sus fuentes de empleo en el municipio, de este gran total, el 7.84% trabaja en el sector secundario, y el 11.40 %tiene trabajo en el sector comercial y de servicios (Cuadro 34).

Cuadro 34. Población ocupada en los sectores secundario y terciario dentro y fuera del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México

Sector	PEA Ocupada 2000	Personal Ocupado en el Municipio	%	Personal Ocupado Fuera del Municipio	%
Secundario	1,721	135	7.84	1,586	92.16
Terciario	2,691	307	11.40	2,384	88.60

FUENTE: Estimaciones con base al XII Censo General de Población y Vivienda de 2000, y los Censos Económicos 2004.

Con base a las cifras antes señaladas, el 89.98% de la población residente en el municipio tiene sus fuentes de empleo fuera del municipio, lo que impacta en su nivel de ingresos netos, porque deben de desembolsar recursos por concepto de transporte y alimentos.

Bajo esta perspectiva, es necesario impulsar la planta productiva a través de la atracción de la inversión, aprovechando las potencialidades que presenta el municipio y las ventajas comparativas que presenta con respecto a los municipios de la Región V Naucalpan.

Índice de Desempleo.

El desempleo existente en el municipio, de acuerdo con los datos del año 2005, es mínima, sólo existen en el año en cuestión 87 habitantes que no cuenta con un trabajo, por lo cual, el índice que se registró en el municipio es del 1.69%; mientras que a nivel estatal es del 1.65%, levemente por arriba de lo expresado por el Estado de México; por lo tanto, es mínimo el grado de desocupación existente en Santa Ana Jilotzingo.

La situación del empleo a nivel municipal, se puede ver desde la óptica de la tasa de ocupación parcial y desocupación (proporción de la PEA desocupada o que trabaja menos de 15 horas a la semana de referencia), que fue en Santa Ana Jilotzingo del 7.65%, que representa a 400 habitantes, si se compara con el índice de desempleo abierto es más de seis veces; esta situación da un panorama general del subempleo existente en el municipio.

Grupos de Ingreso.

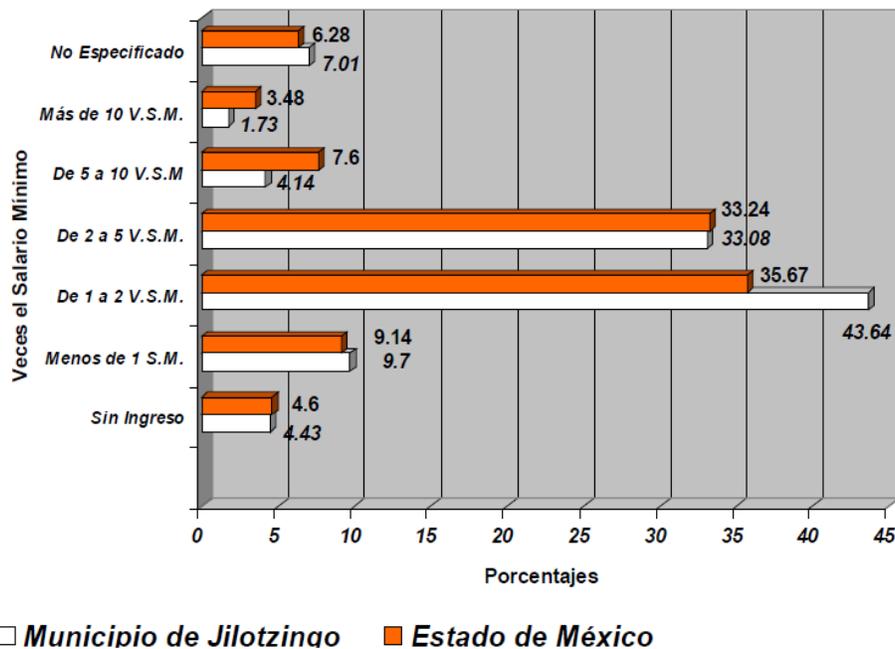
El hecho de que la población en edad de trabajar tenga una fuente de empleo, no quiere decir que la población ocupada y sus familias hayan elevado su nivel de calidad de vida; por ello, es importante identificar el nivel de ingresos que percibe la PEA ocupada, para poder inferir la situación prevaleciente en el municipio.

Cuadro 35. Nivel de ingreso y su comparativo del Estado de México y el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2000

Grupos de Ingreso	Municipio de Jilotzingo		Estado de México	
	Población Ocupada	%	Población Ocupada	%
Sin Ingreso	231	4.43	205,347	4.6
Menos de 1 S.M.	499	9.70	407,710	9.14
De 1 a 2 V.S.M.	2,244	43.64	1,591,816	35.67
Más 2 a hasta 5 V.S.M.	1,701	33.08	1,483,080	33.24
De 5 a 10 V.S.M	213	4.14	339,031	7.6
Más de 10 V.S.M.	89	1.73	155,161	3.48
No Especificado	164	3.19	280,216	6.28
Total	5,141	100.00	4,462,361	100.00

FUENTE: XII Censo de Población y Vivienda del año 2000.

NOTA: No se cuenta con datos de ingresos al 2005, además no se puede realizar una estimación, como se había hecho en rubros anteriores (por ejemplo en PEA ocupada por sector), debido a que los datos no coinciden con el total de la PEA ocupada, estimada al 2005, debido a que se dan variaciones significativas, lo que subestimaría tendencias de análisis.



FUENTE: INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda. 2000.

Gráfica 21. Niveles de ingreso en Veces de Salario Mínimo (V.S.M) del Estado de México y del municipio de Santa Ana Jilotingo en el año 2000

La PEA ocupada registrada en el municipio al año 2000, se distribuye así: el 4.43% de la población ocupada no tiene ingreso alguno (231 habitantes), este dato, está ligeramente por debajo de lo registrado a nivel estatal, que mostró un peso relativo del 4.6%; con respecto a los empleados que ganan un sueldo diario por debajo de un salario mínimo asciende a 499 personas, que representan el 9.70%; se identifican dos rangos de población trabajadora, la que concentra el mayor peso relativo: de 1 a 2 salarios mínimos que agrupa el 43.64% (2,244 habitantes); segundo lugar, el segmento recibe de 2 a 5 salarios mínimos, con un 33.08% de la población empleada (1,701 trabajadores) (Cuadro 35).

Sólo el 4.14% gana de 5 a más de 10 salario mínimos diarios, esto es un grupo de 213 personas que perciben este rango de salario; mientras que únicamente 89 habitantes (1.73%) tienen percepciones superiores a diez veces el salario mínimo; el resto se considera como no especificado (164 habitantes), que representan el 3.19% (Gráfica 21).

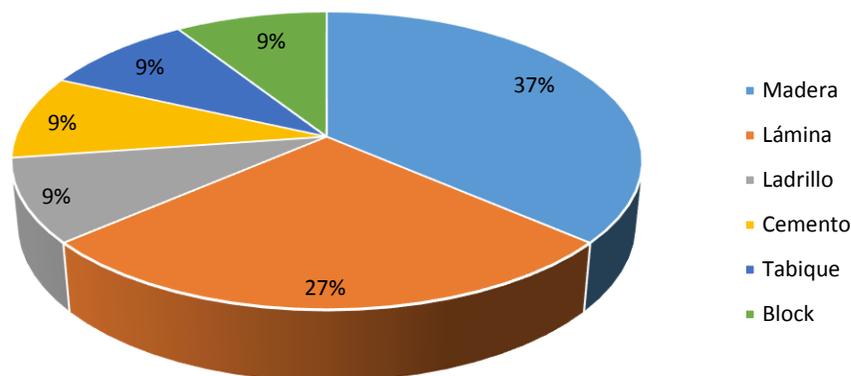
Bajo, esta situación, más de la mitad de la PEA ocupada (el 57.77%, 2,974 habitantes) obtiene un sueldo de hasta dos salarios mínimos o no reciben pago alguno, esta situación se encuentra estrechamente vinculada con la falta de diversificación de la estructura económica, además de que hay trabajo pero mal

remunerado; lo que impacta de manera negativa en la productividad y competitividad de la estructura económica municipal.

Vivienda, bienes y servicios.

De acuerdo con la SEDESOL, para el año 2010 se contabilizaron en el municipio 4,271 hogares (0.1% del total de hogares en la entidad), siendo el tamaño promedio de los hogares de 4.2 integrantes. El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 22% (3,842 personas).

El número de viviendas ocupadas en la localidad es de 3, ya que existen más viviendas pero son para usos turísticos y recreativos. Las viviendas están construidas a manera de cabañas, por lo que los materiales para su construcción son principalmente madera y lámina (Gráfica 22).

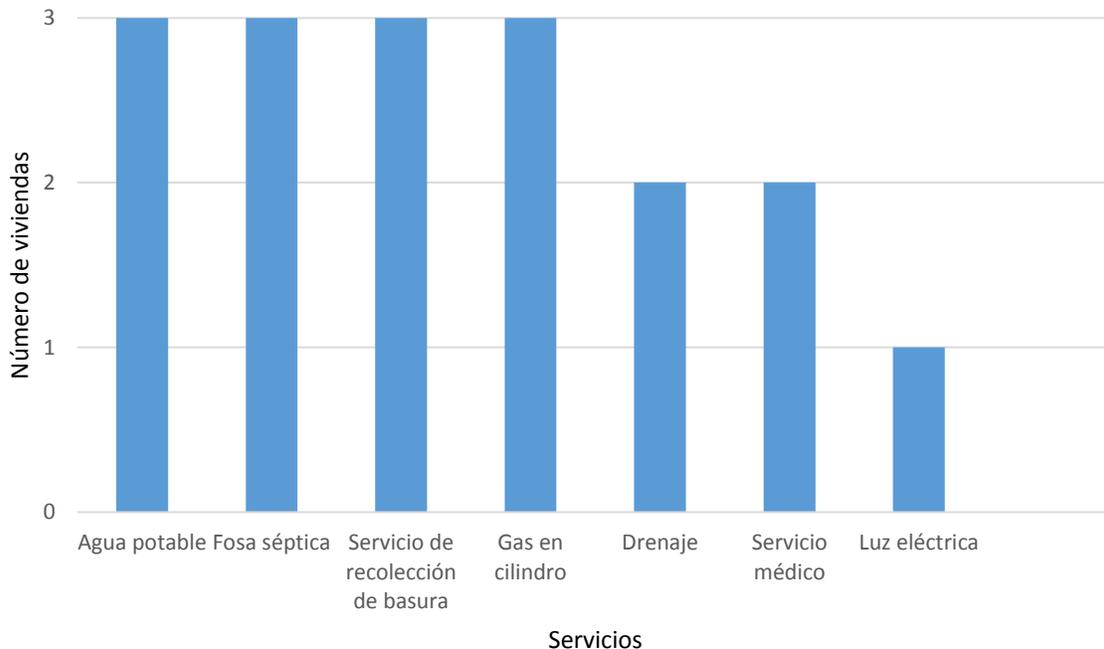


Gráfica 22. Principales materiales de los que están construidas las cabañas de la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Por otra parte, de acuerdo con la SEDESOL (2010), el porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 26.1%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 4,570 personas.

Con respecto a lo anterior, las estadísticas son las siguiente: viviendas con un solo cuarto (7.4% del total), viviendas con piso de tierra (5.7%), viviendas que no disponen de drenaje (5.2%), viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (3%), viviendas sin ningún bien (1.1%) y viviendas que no disponen de energía eléctrica (0.8%).

De acuerdo con las encuestas realizadas, los habitantes reportan que en su vivienda cuentan con agua potable, fosa séptica, servicio de recolección de basura y gas en cilindro. Sólo dos viviendas cuentan con drenaje, una con luz eléctrica y no existen calles pavimentadas (Gráfica 23).



Gráfica 23. Viviendas de la localidad El Tular Peña de Lobos que cuentan con los servicios básicos

Salud.

De acuerdo con la SEDESOL, en el 2010 el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 47.1%, equivalente a 8,233 personas, las unidades médicas en el municipio eran cinco (0.3% del total) y el personal médico era de 19 personas (3.8 médicos por unidad médica).

De acuerdo con las encuestas aplicadas, sólo en dos viviendas se reportaron 4 personas derechohabientes. Tres de ellas reciben el servicio de salud en el municipio: una asiste al Centro de Salud Santa Ana, otra posee Seguro Popular y la última asiste al Centro de Salud de México. La otra persona asiste al médico en el municipio de Naucalpan de Juárez.

Marginación.

La marginación es uno de los indicadores básicos, que permite enmarcar la situación del proceso de desarrollo social existente en el municipio, y que se usa para identificar los grupos vulnerables de población o en situación de pobreza extrema.

A nivel estatal y municipal, en el año 2005, reconoció un bajo grado de marginación, por lo cual, ambas entidades, están por encima de lo identificado a nivel nacional que manifestó un grado medio de marginación.

La marginalidad por localidad, que se presenta en el Municipio de Jilotzingo, es la siguiente:

De las 24 poblaciones existentes en el municipio, las que agrupan mayor número de habitantes, como son San Luís Acayucan, Santa María Mazatla, Barrio Ensido y Santa Ana Jilotzingo (Cabecera Municipal) tienen un grado de marginación bajo, estos asentamientos concentran en total, una población de 7,790 personas, que en términos relativos representan el 56.34% de la población total municipal (Cuadro 36).

Cuadro 36. Localidades del municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México y su grado de marginación en el año 2005

Localidad	Población Total	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Santa Ana Jilotzingo (Cabecera Municipal)	914	-1.14952	Bajo
San Luís Acayucan	3,157	-1.24458	Bajo
Santa María Mazatla	2,627	-1.21460	Bajo
Barrio Ensido	1,092	-1.11433	Bajo

FUENTE: CONAPO, 2007, en www.CONAPO.gob.mx.

Es evidente que las localidades que supuestamente tienen un grado de marginación muy bajo, son aquellas que concentran pocos habitantes, como son Barrio Damoshu, Barrio Dospí y La Cuesta de Xinte, que en conjunto sólo agrupan 68 personas.

El resto de las comunidades presentan grados de marginación que oscilan entre medio, bajo, muy bajo; sólo un asentamiento presenta un alto grado de marginación que en este caso es la población llamada Los Gallos, donde hay una población de 99 habitantes. Estas 20 localidades, concentran una población de 6,035 personas.

El grado de marginación registrado a nivel municipal y por localidad, permite inferir, que un gran porcentaje de los habitantes asentado en Santa Ana Jilotzingo, cuenta con las condiciones necesarias para su desarrollo, aun cuando el municipio tiene tendencia a expulsar población.

Además, se puede decir, que la relativa ausencia de marginalidad, obedece, más que nada a la cercanía con los municipio del Valle de México, a través del cual, Santa Ana Jilotzingo, mantiene una dependencia funcional, debido a que un gran porcentaje de la población tiene sus fuentes de empleo en esta zonas, así como el de poder satisfacer sus necesidades en cuanto a esparcimiento, salud, y otro tipo de actividades.

En el caso de la localidad El Tular Peña de Lobos, los datos recopilados para el año 2010 de acuerdo con el INEGI, el grado de marginación de la localidad es alta, y el grado de rezago social de la localidad es media.

Alfabetismo.

El 92.76% (11,108 personas de 6 años y más) es alfabeta, que comparado con el Estado de México, está por debajo en 1.29 unidades porcentuales; la población analfabeta registrada en el municipio es de 849 habitantes de 6 años y más, que representa el 7.09%, de la población total municipal de seis años y más; porcentaje superior a lo establecido en el estado, dado que este último tiene un peso relativo de 5.72% (Cuadro 37) (Gráfica 24).

Cuadro 37. Comparativo de población de 6 años y más que sabe leer y escribir; y población de 6 años y más que no sabe leer ni escribir en el Estado de México y el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2005

Condición de la Población	Municipio de Jilotzingo	%	Estado de México	%
Saber leer y escribir	11,108	92.76	11,038,841	94.05
No sabe leer y escribir	849	7.09	671,987	5.72
No especificado	17	0.14	26,341	0.22
Población de 6 años y más	11,974	100.00	11,737,169	100.00

FUENTE: II Censo de Población y Vivienda 2005.



FUENTE: II Censo de Población y Vivienda 2005.

Gráfica 24. Comparativo de población de 6 años y más que sabe leer y escribir; y población de 6 años y más que no sabe leer ni escribir en el Estado de México y el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2005

Estas estadísticas reflejan que Santa Ana Jilotzingo, presenta un nivel razonable de alfabetismo, pero es importante, incrementar los estándares de calidad en lo que se refiere a educación y cultura general, con la finalidad de elevar la competitividad de la población para obtener un empleo bien remunerado, y así impactar de manera positiva en el desarrollo integral del municipio.

Ahora bien, en el segmento de población que va de los 15 años y más, se detecta, tanto en el estado, como en el municipio, que más del 90% de la población sabe leer y escribir; en cuanto a personas analfabetas en Santa Ana Jilotzingo, el peso relativo es menor con el 6.83% de la población que no sabe leer y escribir, por su parte, el Estado de México, presenta un porcentaje de 5.31% de población analfabeta (Cuadro 38).

Cuadro 38. Población de 15 años y más alfabeta y analfabeta en el año 2005 en el municipio de Santa Ana Jilotzingo y el Estado de México

Condición de la Población	Municipio de Jilotzingo	%	Estado de México	%
Saber leer y escribir	8,733	93.09	8,734,773	94.51
No sabe leer y escribir	641	6.83	491,127	5.31
No especificado	7	0.07	15,880	0.17
Población de 15 años y más	9,381	100.00	9,241,780	100.00

FUENTE: II Censo de Población y Vivienda 2005.

Nivel de escolaridad.

Este indicador, comparativo del nivel de instrucción que se da entre el Estado de México y el municipio de Santa Ana Jilotzingo, presenta situaciones particulares, mientras, que a nivel estatal el porcentaje de población con educación básica a postgrado es del 77.23%; a nivel municipal, muestra un porcentaje del 78.57%, superior a lo registrado en el estado; no obstante, la anterior cifra, en el municipio, en las categorías relacionadas con educación básica (primaria) y educación media superior (secundaria), los porcentajes son superiores con respecto al Estado de México (Cuadro 39).

Cuadro 39. Niveles de instrucción y su comparativo entre el Estado de México y el municipio de Santa Ana Jilotzingo en el año 2005

Entidad	Población total	Con Educación Básica (I)	% (*)	Con Educación Media Básica (II)	% (*)	Con Estudios Técnicos o Comerciales (III)	% (*)	Con Educación Media Superior (IV)	% (*)	Con Educación Superior (V)	% (*)	Con Post-Grado (VI)	% (*)
Estado de México	14,007,495	4,276,053	30.52	3,275,909	23.38	19,099	0.13	1,997,709	14.26	1,197,289	8.54	56,906	0.40
Municipio de Jilotzingo	13,825	5,011	36.24	3,706	26.80	15	0.10	1,444	10.44	674	4.87	17	0.12

FUENTE: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2005.

NOTA:

(*) Los porcentajes no necesariamente suman 100%.

(I) Se refiere a la población de 5 años y más, que incluye primaria terminada, las categorías: con algún grado de primaria aprobado y no especificado.

(II) Se refiere a la población de 5 años y más, que en el II Censo de Población y Vivienda 2005, se cita como Secundaria.

(III) Se refiere a población de 12 años y más; el II Censo de Población y Vivienda 2005, se denomina: Con estudios técnicos o comerciales con primaria terminada.

(IV) Se refiere a la población de 15 años y más, según nivel de escolaridad y grados aprobados en educación media superior; en este caso se incluye las 2 categorías de: Estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada y Preparatoria o bachillerato.

(V) Se refiere a la población de 15 años y más, según nivel de escolaridad y grados aprobados en educación media superior; se incluye a la población con algún grado aprobado en estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada (técnico superior), profesional (licenciatura, normal superior o equivalente), maestría o doctorado.

(VI) Se refiere a la Población de 18 años y más. Se sumaron las categorías: Maestría y Doctorado.

Lo anterior quiere decir, que conforme avanza el nivel de estudios, su representatividad en cuanto concentración de población que los ha cursado, va disminuyendo, así lo muestran las cifras de las tres categorías antes citadas, en tanto, que a nivel estatal, es evidente la concentración de población que tiene estudios de bachillerato, licenciatura o doctorado y maestría.

Los habitantes que cuentan con estudios técnicos o comerciales, con antecedente de primaria terminada, no son significativos, dado que sólo se registraron a 15

personas en esta condición, por lo que, su peso relativo dentro de la estructura poblacional que cuenta con instrucción, asciende al 0.10%.

Se detecta que la población con educación superior y postgrado, la tendencias a concentrar población con este nivel de instrucción disminuyen notablemente, donde se agrupa al 16.87% del total de la población que cuenta con algún grado de instrucción.

El universo de población con estudios de postgrado como son maestría o doctorado, es aún más reducida, dado que, sólo se registró al 0.12% de la población, esta cifra está por debajo del porcentaje estatal, que fue del 0.40%.

El grado de instrucción de la población que se presenta en Santa Ana Jilotzingo, ha incidido en el desarrollo de la estructura económica y viceversa, ello debido a la búsqueda de fuentes de empleo en otros municipios, por lo cual es necesario arraigar a la población, ya que esto impactará (en cuanto al desarrollo social) en la calidad de vida, en la cual es importante la promoción del desarrollo económico del municipio. Por esta situación, es necesario incrementar la competitividad en lo que se refiere a la calidad de la instrucción, así como en la generación de fuentes de trabajo.

Las encuestas arrojaron que el nivel de escolaridad en la localidad es bueno ya que solo existe una persona sin estudios, mientras que la mayoría de los habitantes terminaron la preparatoria (Cuadro 40).

Cuadro 40. Nivel de escolaridad en la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

Escolaridad	Número de habitantes	Ocupación
Sin estudios	1	Ama de casa
Primaria	2	Estudiante/Campesino
Secundaria	2	Ama de casa/Campesino
Preparatoria	4	Pintor/Cocinera/Encargado/Ama de casa
Universidad	2	Comerciante/Encargado

Grupos étnicos.

El municipio de Santa Ana Jilotzingo se asienta en la región otomí, pero debido a la situación de “invasión” de nuevos modos de vida, así como a la cercanía del Valle de México, han impactado de manera negativa en el desarrollo de esta etnia, la cual se ha ido disolviendo con el resto de la población, ello se ve demostrado con la existencia de sólo 112 personas, de las cuales 105 de ellas son bilingües, es decir hablan español aparte de su lengua nativa.

La distribución por rangos de edad se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 41. Población de habla indígena por grupo quinquenal de edad que habla español en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México en 2005

Grupo quinquenal de edad	De habla indígena	Habla español	No especificado
5-9 años	1	0	1
10-14 años	6	6	0
15-19 años	5	5	0
20-24 años	6	6	0
25-29 años	8	8	0
30-34 años	13	13	0
35-39 años	22	22	0
40-44 años	13	13	0
45-49 años	5	5	0
50 y más años	33	27	6
Total	112	105	7

FUENTE: INEGI. II Censo de Población y Vivienda, 2000.

El rango de edad donde hay mayor concentración de población indígena, es entre los 50 y más años con 33 habitantes y de los 35 a los 39 años con 22 personas.

- **Instrumentos de Evaluación del Impacto Ambiental**
 - **Matriz de Interacciones tipo Leopold**

Las matrices causa-efecto o de interacciones, son métodos de identificación de impactos que consisten en cuadros de doble entrada en los que figuran las acciones que pueden provocar alteraciones y los elementos del medio que pueden ser alterados (Verd, 2000).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental y se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos con el fin de evaluar el impacto de una mina de fosfatos (Verd *Op. cit.*).

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son las acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son las características del medio o factores ambientales que pueden ser alteradas (Verd *Op. cit.*).

En realidad se trata de un sistema de información y de identificación, más que de evaluación. De esta manera, este análisis permite identificar, en un comienzo, aquellas acciones para las cuales es necesario diseñar medidas de mitigación, y asimismo aquellos factores del medio más necesitados de atención en razón de resultar mayormente afectados (Verd *Op. cit.*).

El análisis que supone la construcción de la matriz no da una estimación cuantitativa rigurosa, pero incluye muchos juicios de valor que pueden servir para valorar los alcances globales de los proyectos con todas las acciones humanas que comportan (Coria, 2008).

La matriz de Leopold está constituida por 100 columnas en las que se representan las acciones del proyecto y 88 filas relacionadas con factores ambientales, produciendo un total de 8,800 posibles interacciones. Dada la dificultad de trabajar con tal número de interacciones, normalmente se utilizan variantes de matrices reducidas para 100 o 150, de las cuales un máximo de 50 es significativo (Coria *Op. cit.*). En este trabajo, la matriz tipo Leopold considerará las siguientes categorías de Impacto Ambiental:

Carácter

-Adverso: el impacto provocado por las actividades antropocéntricas hacia los elementos del ambiente es negativo, afectando algunas de sus características.

-Benéfico: el impacto provocado por las actividades antropocéntricas hacia los elementos del ambiente es positivo, incrementando o desarrollando algunas de sus características.

Importancia

-Significativo: la magnitud es superior al umbral aceptable, produciendo una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

-Poco significativo: la magnitud es inferior y apenas perceptible, por lo que la recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

El código de evaluación para las categorías de Impacto Ambiental es el siguiente:

A= Adverso significativo

a= Adverso poco significativo

B= Benéfico significativo

b= Benéfico poco significativo

Cuadro 42. Matriz de Interacciones tipo Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD (Modificada)			ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO																																		
			Agricultura					Ganadería		Forestal		R. Agua		R. Aire		Vida silvestre			Urbanización		Renovación		Otro														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>A= Impacto adverso significativo</p> <p>a= Impacto adverso poco significativo</p> <p>B= Impacto benéfico significativo</p> <p>b= Impacto benéfico poco significativo</p> </div>			Roza, tumba y quema de vegetación	Uso de cercas y alambrado	Cultivo de maíz, trigo, avena, papa, frijol	Uso de fertilizantes químicos	Uso de fertilizantes orgánicos	Cultivos de riego	Apertura de brechas	Pastoreo y ramoneo	Desechos orgánicos del ganado	Venta de carbón y leña	Deforestación	Uso de riachuelos como agua potable	Criaderos de trucha	Control del río y modificación del caudal	Quema de leña	Ruido y vibraciones	Extracción de flora y fauna nativa	Introducción de flora y fauna exótica	Exterminio de fauna considerada peligrosa	Cacería	Viviendas de lámina y madera	Generación de residuos sólidos	Drenaje	Falta de alumbrado	Reforestación	Conservación de la naturaleza	Recargas de cuerpos de agua	Mascotas como perros y gatos							
						A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28				
ELEMENTOS IMPACTABLES	FÍSICOS	Suelo	Morfología del terreno	F01	a					A				a																							
			Composición	F02	b		a	A	B				b		A																	B					
			Erosión	F03	A		A	a	b	a				b		A				a													B				
			Deslaves	F04	A	b						a				A																		B			
			Contaminación química	F05					A											a																	
			Fertilidad	F06	b		A	b	B					b		A					b													B			
			Uso actual	F07	A	b	A	A	b	A	A	A		b	a	A					a													B			
			Uso potencial	F08	A	A	A	A	b	A	A	A		b	A	A					A													B			
		Agua	Superficial	Calidad	F09				A	A						a																					
				Flujo	F10												A	A	A																		
				Temperatura	F11													a																			
			Subterránea	Contaminación	F12					A	A						a				a																
				Calidad	F13					A	A																										
				Recarga	F14												A	a																	B		B
				Contaminación	F15												A																			B	
	Aire	Calidad	F16	A				A																													
		Contaminación química	F17																																		
		Clima	F18	A			a	a																													
		Ruido	F19																																		
	BIOLÓGICOS	Flora	Vegetación original	F20	A		A	a			a	A		A	A																						
			Especies endémicas	F21	A		A																														
			Especies en peligro	F22	A		A																														
			Especies con valor etnobotánico	F23	A		A	A																													
			Especies comerciales en potencia	F24	A		A	A																													
		Fauna	Anfibios	F25	A		A	A																													
			Reptiles	F26	A		b	a																													
			Aves	F27	A		b	a																													
			Mamíferos	F28	A	A	b	a				a																									
			Especies endémicas	F29	A	a	a	A																													
	Especies en peligro	F30	A	a		A																															

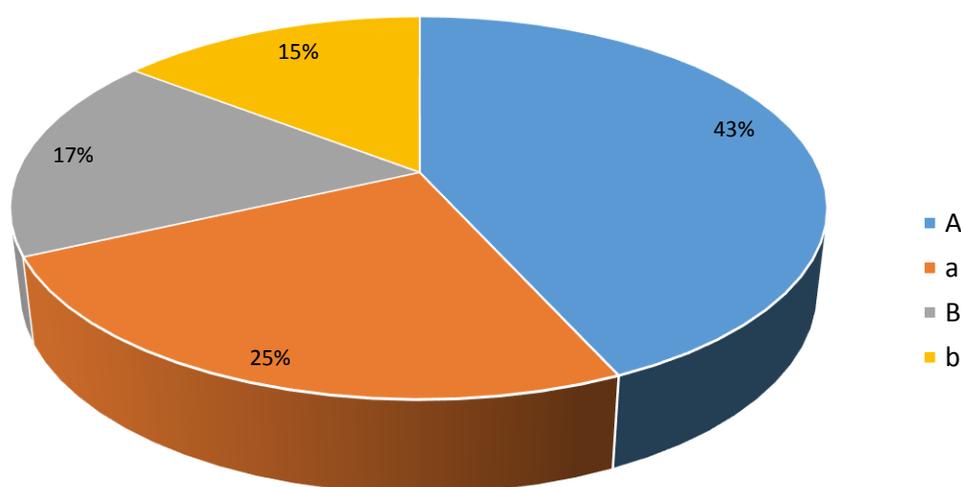


ETNOLÓGICOS	Hábitat	Spp. Con valor etnozoológico	F31																a	a	B	b		a			b	b					
		Especies comerciales	F32																	A	A	A	b		a								
		Corredores biológicos	F33	A	A	A				A					A															B	B		
	Modificación	F34	A	A	A		b		A	A	A		A	a	a	A		a	a	A	a	a	A	a	A		A	b	B	B	B		
	Barreras	F35			A											A												B					
	Fragmentación	F36	A	A	A	A			A	A			A	A					a	A	a	a	A		A		A	b	B	B	B		
	Eliminación	F37	A	A	A	A			A	A			A					a	A		a	A				A		A	b	B	B	B	
	Conocimiento etnobotánico	F38	A		A	a				A					a					b	A										B	B	
	Conocimiento etnozoológico	F39	A	a	a	a				A										b	A	a	b								B		A
	Tradiciones y costumbres	F40											b	a			a			b	a	a	b										
	Diversidad paisajística	F41	A		A			a	A	a	A		A	b		a				a	a			B	a		b	B	B	B	a		
	SOCIOECONÓMICOS	Salud	F42				a	b				A	a											b	A	a							a
		Educación	F43																									a					
		Red de servicios	F44								a			b		b													B	A			b
		Calidad de vida	F45	b		b					a			b												b		B	a	B	b	b	
Vivienda		F46	b									b	b												B		B	A					
Vías de comunicación		F47	b								B																						
Red de transporte		F48									b																		a				
Actividades económicas primarias		F49	B	B	B	b	B	B	B	B																							
Economía local		F50	B		B	b	B	B	B	b			b																	b	b		
Economía regional		F51	B		B		b																B										
Camping		F52	b	b	a						A	B			b		b	a					B		a	B	a		b			a	
Excursionismo		F53	a	a	a						B	a	A																B	B	b		a

Análisis

En la matriz de interacciones tipo Leopold se detectaron 53 elementos del medio y 28 acciones generadoras de impacto, obteniéndose un total de 1,484 interacciones posibles. De estas, 476 presentaron algún tipo de impacto en la localidad El Tular Peña de Lobos (Cuadro 42).

Dentro de la matriz se obtuvieron 206 impactos adversos significativos (A), 118 adversos poco significativos (a), 83 benéficos significativos (B) y 69 benéficos poco significativos (b) (Gráfica 25).



Gráfica 25. Categorías de Impactos obtenidos en la Matriz de Interacciones tipo Leopold para la localidad El Tular Peña de Lobos, Santa Ana Jilotzingo

La aplicación de este instrumento de evaluación ambiental demostró de una manera preliminar que la localidad presenta un alto grado de perturbación ecológica dado que un 43% de los impactos son adversos para el ambiente.

Actividades generadoras de Impacto Ambiental.

Las actividades que generan más impactos totales sobre la localidad son la agricultura, la explotación de la vida silvestre, la renovación de los recursos naturales, la urbanización y la ganadería (Cuadro 43).

Cuadro 43. Principales actividades generadoras de Impacto Ambiental

Actividad	Categorías de Impactos Ambientales				Total
	A	a	B	b	
Agricultura	71	23	13	22	129
Explotación de la vida silvestre	36	19	3	8	66
Renovación de los recursos naturales	0	0	53	12	65
Urbanización	21	25	8	5	59
Ganadería	31	10	4	8	53

Las acciones individuales que generan más impactos (adversos o benéficos) son la roza, tumba y quema de vegetación, los monocultivos, la deforestación y el uso de fertilizantes químicos, entre otros (Cuadro 44).

Cuadro 44. Principales acciones generadoras de Impacto Ambiental

Acciones	Categorías de Impactos Ambientales				Total
	A	a	B	b	
Roza, tumba y quema de vegetación	24	2	3	6	35
Monocultivos	17	6	3	4	30
Deforestación	22	6	0	1	29
Uso de fertilizantes químicos	17	9	0	3	29
Reforestación	0	0	25	2	27
Conservación de la naturaleza	0	0	18	4	22
Pastoreo y ramoneo	13	5	1	1	20
Extracción de lora y fauna	12	5	0	3	20

Del total de acciones generadoras de impactos adversos significativos (A), las que afectan o afectaron en décadas anteriores repetidamente al ambiente son la roza, tumba y quema de vegetación, la deforestación, los monocultivos, el uso de fertilizantes químicos y la introducción de flora y fauna exótica, entre otros (Cuadro 45).

Cuadro 45. Principales acciones generadoras de Impactos adversos significativos (A)

Acciones	Impactos adversos significativos
Roza, tumba y quema de vegetación	24
Deforestación	22
Monocultivos	17
Uso de fertilizantes químicos	17
Introducción de flora y fauna exótica	16
Pastoreo y ramoneo	13
Extracción de flora y fauna nativa	12
Desechos orgánicos del ganado	10

Elementos del medio impactados.

Aquellos elementos del medio que presentaron un mayor número de impactos totales son la fauna, el medio socioeconómico y el hábitat, entre otros (Cuadro 46).

Cuadro 46. Elementos del medio y sus Impactos Ambientales Totales

Elementos del medio	Categorías de Impactos Ambientales				Total
	A	a	B	b	
Fauna	53	33	16	9	111
Medio socioeconómico	7	23	27	32	89
Hábitat	38	14	10	4	66
Suelo	28	10	8	14	60
Aspectos etnológicos	14	17	7	9	47

Por otra parte, los factores del medio que presentaron mayor incidencia de impactos tanto adversos como benéficos son la modificación, fragmentación y eliminación del hábitat, las especies endémicas de fauna y el grupo de anfibios dentro de la fauna silvestre (Cuadro 47).

Cuadro 47. Factores del medio y sus Impactos Ambientales Totales

Factores del medio	Categorías de Impactos Ambientales				Total
	A	a	B	b	
Modificación del hábitat	11	7	3	2	23
Especies endémicas de fauna	9	7	2	1	19
Fragmentación del hábitat	12	3	3	1	19
Eliminación del hábitat	11	4	3	1	19
Especies de anfibios	10	5	3	0	18
Diversidad paisajística	5	7	4	2	18
Especies en peligro de fauna	8	5	2	1	16
Especies de mamíferos	7	5	2	1	15

Los factores del medio que fueron afectados repetidamente por acciones adversas significativas son la modificación, fragmentación y eliminación del hábitat, el uso potencial del suelo y el grupo de los anfibios dentro de la fauna, entre otros (Cuadro 48).

Cuadro 48. Principales factores del medio con Impactos adversos significativos (A)

Factores del medio	Impactos adversos significativos
Fragmentación del hábitat	12
Modificación del hábitat	11
Eliminación del hábitat	11
Uso potencial del suelo	10
Especies de anfibios	10
Especies endémicas	9
Vegetación original	8
Especies de fauna en peligro	8

El filtrado de datos de la Matriz de interacciones tipo Leopold se realizó contando el número de impactos correspondientes a cada elemento del medio y a cada acción generadora de impacto ambiental. Para ambos casos se realizó un conteo de impactos totales (adversos y benéficos) y de impactos adversos significativos.

Los criterios de elección de actividades generadoras de impacto ambiental fueron, para Impactos Totales, aquellos que presentaran 17 o más impactos, y para Impactos adversos significativos, aquellos que presentaran 12 o más. Por otra parte, los criterios correspondientes a los elementos del medio susceptibles de impacto ambiental fueron, para Impactos Totales 11 o más y de 6 o más Impactos adversos significativos.

De los criterios anteriores se obtuvieron 7 acciones generadoras de impacto y 11 elementos del medio (Cuadro 49)

Cuadro 49. Principales acciones generadoras de impactos y elementos del medio afectados

Acciones generadoras de impacto	Elementos del medio susceptibles de impacto
Roza, tumba y quema de vegetación	Fragmentación del hábitat
Deforestación	Modificación del hábitat
Monocultivos	Eliminación del hábitat
Uso de fertilizantes químicos	Uso potencial del suelo
Introducción de flora y fauna exótica	Especies de anfibios
Pastoreo y ramoneo	Especies endémicas de fauna
Extracción de flora y fauna nativa	Vegetación original
	Especies de fauna en peligro
	Uso actual del suelo
	Especies de aves
	Especies de mamíferos

Las acciones y elementos anteriores fueron vaciados en la Matriz de McHarg para la calificación de los impactos ambientales.

○ **Matriz de Valoración de Impactos de McHarg**

El método de McHarg (1969) descrito en el libro “Design with Nature” (Natural History Press, N.Y.), propone un proceso ecológico sistemático de planificación. Éste considera cuatro valores de un medio o proceso natural (Oyarzún, 2008):

- A: Cualidades intrínsecas (por ejemplo, su belleza)
- B: Productividad.
- C: Contribución al equilibrio ecológico.
- D: Riesgos de su uso impropio (Modelos)

Estos valores se ordenan según una jerarquía que toma en cuenta lugar y tiempo, la que debe ser considerada al evaluar los impactos (Oyarzún *Op. cit.*).

El Método parte elaborando una serie de mapas de carácter ambiental sobre material transparente para su posterior superposición. Naturalmente, hoy se dispone de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), consistentes en “capas” de información digital georeferenciada, lo que facilita mucho el uso de esta metodología (Oyarzún *Op. cit.*).

El segundo paso consiste en la elaboración de Listas de Control, que comprenden unos 30 atributos, divididos en: clima, geología, fisiografía, hidrología, suelos, vegetación, vida silvestre y uso de la tierra (Oyarzún *Op. cit.*).

Los factores más relevantes son seleccionados conforme al problema considerado y se procede a calificar los atributos de manera ordinal (por ejemplo, la contaminación del aire puede ser alta, media, baja, muy baja) lo que se expresaba en los mapas originales mediante distintos tonos de gris. El resultado final, son series de mapas que indican la adecuación del terreno a distintos usos (conservación, recreación, centros urbanos, industrial, etc.) (Oyarzún *Op. cit.*).

Para este estudio, se utilizó el método matricial basado en la calificación de impactos del Método de McHarg. Esta matriz se construyó con las principales acciones generadoras de impacto y los elementos del medio con mayor número de impactos (entradas según filas), además de una serie de criterios para la valoración de manera cualitativa el impacto sobre cada elemento (entradas según columnas).

Los criterios de calificación considerados son los siguientes:

Cuadro 50. Evaluación de los Impactos en la Matriz de McHarg

Criterio	Descripción	Caracterización	Símbolo
Carácter del Impacto	Define el sentido del cambio producido por una acción sobre el ambiente	Positivo Negativo	±
Relación Causa-Efecto	Determina el origen del efecto, si es dado por la misma acción o por un efecto anterior	Directo Indirecto	↔
Plazo de Manifestación	Define y califica el tiempo en que el impacto tarda en desarrollarse por completo	Inmediato Mediano Largo	‡
Persistencia del Impacto	Indica el tiempo que permanece la alteración del impacto	Temporal Permanente	∞
Magnitud del Impacto	Indica la extensión del impacto sobre el Territorio	Regional* Local* Puntual*	■
Importancia del Impacto	Se refiere a la significación humana del impacto en relación con la calidad del recurso afectado	Mayor Media Menor Nula	#
Perturbación del Elemento	Grado de variación que experimentan los elementos del ambiente por acción de los impactos recibidos	Alto Medio Bajo	≈
Grado de Resistencia del Elemento	Capacidad que tiene el elemento de soportar los cambios (producto de las perturbaciones) por un tiempo prolongado	Obstrucción* Muy Grande Grande Media Débil Muy Débil	Ω

Reversibilidad del Impacto	Posibilidad, dificultad o imposibilidad de que el elemento retorne de manera natural a la situación anterior al impacto	<table border="0"> <tr><td style="text-align: center;">Reversible</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Irreversible</td></tr> </table>	Reversible	Irreversible	≠
Reversible					
Irreversible					
Recuperación del elemento	Posibilidad de reconstruir el factor afectado por el impacto	<table border="0"> <tr><td style="text-align: center;">Recuperable</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Irrecuperable</td></tr> </table>	Recuperable	Irrecuperable	®
Recuperable					
Irrecuperable					

***Regional.** Se refiere a la totalidad del municipio de Santa Ana Jilotzingo. ***Local.** Referente a la localidad de El Tular Peña de Lobos. ***Puntual.** Correspondiente a un área localizada dentro de la localidad. ***Obstrucción.** Cuando el elemento no ofrece resistencia debido a que no sufre cambio alguno.

Cuadro 51. Matriz de Valoración de Impactos de McHarg

MATRIZ DE McHARG				CRITERIOS DE EVALUACIÓN																																
COMPONENTE	ELEMENTO	ACTIVIDAD	ACCIÓN GENERADORA DE IMPACTO AMBIENTAL	CLAVE	Carácter del Impacto		Relación Causa-Efecto		Plazo de Manifestación			Persistencia del Impacto		Magnitud del Impacto			Importancia del Impacto				Perturbación del elemento			Grado de resistencia del elemento					Reversibilidad del Impacto		Recuperación del elemento					
					Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Inmediato	Mediano	Largo	Temporal	Permanente	Regional	Local	Puntual	Mayor	Media	Menor	Nula	Alto	Medio	Bajo	Obstrucción	Muy grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable			
				Simb.	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±				
Hábitat	Fragmentación	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±				
			Monocultivos	A03	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
		Ganadería	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
			Forestal	Deforestación	A11	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	Modificación	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
			Monocultivos	A03	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
		Ganadería	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
			Forestal	Deforestación	A11	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	Vida silvestre	Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±		
		Introducción de flora y fauna exótica	A18	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	Eliminación	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
			Monocultivos	A03	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
		Ganadería	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
			Forestal	Deforestación	A11	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	↔	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±

Suelo	Perten.	Categoría	Código	Indicadores																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Uso actual	Forestal	Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞	■		#				≈			Ω		≠	®	
		Uso de fertilizantes químicos	A04	±	↔	≠		∞	■		#				≈			Ω		≠	®	
	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞	■		#			≈			Ω			≠	®	
		Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞	■		#			≈			Ω			≠	®	
	Ganadería	Uso de fertilizantes químicos	A04	±	↔	≠	∞		■		#			≈			Ω			≠	®	
		Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞		■		#		≈			Ω			≠	®	
	Forestal	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
		Deforestación	A11	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
	Vegetación actual	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®
			Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞		■		#		≈			Ω			≠	®
Uso de fertilizantes químicos			A04	±	↔	≠	∞		■			#		≈			Ω			≠	®	
Ganadería		Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
Forestal		Deforestación	A11	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
Vida silvestre	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
		Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
		Uso de fertilizantes químicos	A04	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
	Ganadería	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
		Forestal	Deforestación	A11	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®
	Vida silvestre	Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
		Introducción de flora y fauna exótica	A18	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	
	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞		■		#		≈		Ω				≠	®	



E n d e m i s m o s		Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞	■		#	≈		Ω		≠	®		
		Uso de fertilizantes químicos	A04	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Ganadería	Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
		Deforestación	A11	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Vida silvestre	Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
		Introducción de flora y fauna exótica	A18	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Especies en peligro	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®
			Monocultivos	A03	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®
Uso de fertilizantes químicos			A04	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
Ganadería		Pastoreo y ramoneo	A08	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
		Deforestación	A11	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
Vida silvestre		Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
		Introducción de flora y fauna exótica	A18	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
Aves		Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®
	Forestal	Deforestación	A11	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Vida silvestre	Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
		Introducción de flora y fauna exótica	A18	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
Mamíferos	Agricultura	Roza, tumba y quema de vegetación	A01	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Forestal	Deforestación	A11	±	↔	≠		∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
	Vida silvestre	Extracción de flora y fauna nativa	A17	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®	
Introducción de flora y fauna exótica		A18	±	↔		≠	∞	■		#		≈		Ω		≠	®		

Cuadro 52. Resultados de la Matriz de McHarg

MATRIZ DE MCHARG		CRITERIOS DE EVALUACIÓN																												
COMPONENTE	ELEMENTO	Carácter del Impacto		Relación Causa- Efecto		Plazo de Manifestación			Persistencia del Impacto		Magnitud del Impacto			Importancia del Impacto				Perturbación del elemento			Grado de resistencia del elemento					Reversibilidad del Impacto		Recuperación del elemento		
		Positivo	Negativo	Directo	Indirecto	Inmediato	Mediano	Largo	Temporal	Permanente	Regional	Local	Puntual	Mayor	Media	Menor	Nula	Alto	Medio	Bajo	Obstrucción	Muy grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable
Hábitat	Fragmentación	0	4	1	3	3	1	0	0	4	0	4	0	2	2	0	0	2	2	0	1	1	1	0	1	0	0	4	2	2
	Modificación	0	6	6	0	4	1	1	0	6	0	4	2	4	2	0	0	6	0	0	2	3	0	0	1	0	1	5	2	4
	Eliminación	0	4	4	0	2	2	0	0	4	0	4	0	2	1	1	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	4	1	3
Suelo	Uso potencial	4	0	4	0	0	4	0	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	4	0	0
	Uso actual	0	5	4	1	1	3	1	1	4	0	4	1	3	2	0	0	5	0	0	1	1	1	2	0	0	3	2	4	1
Flora	Vegetación actual	0	5	5	0	4	0	1	1	4	0	2	3	2	1	0	2	2	3	0	1	1	0	1	1	1	3	2	4	1
Vida silvestre	Anfibios	0	7	6	1	3	4	0	0	7	0	2	5	5	1	1	0	6	0	1	0	4	1	1	1	0	2	5	5	2
	Especies endémicas	0	7	7	0	4	3	0	0	7	0	7	0	4	2	0	1	5	2	0	0	4	2	1	0	0	0	7	1	6
	Especies en peligro	0	7	7	0	4	0	3	1	6	0	7	0	2	4	0	1	2	5	0	0	2	3	1	1	0	1	6	5	2
	Aves	0	4	4	0	2	0	2	0	4	0	4	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	0	0	0	1	3	2	2
	Mamíferos	0	4	4	0	2	0	2	0	4	0	4	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	0	0	0	1	3	2	2
TOTAL		4	53	52	5	29	18	10	3	54	4	42	11	32	15	6	4	34	17	6	6	21	12	10	6	2	16	41	32	25

Análisis

De acuerdo con el Cuadro 52 la mayoría de los impactos calificados en la matriz de McHarg resultaron tener un carácter negativo sobre el medio debido a que las actividades antropogénicas sobre los elementos demeritan la calidad y las condiciones naturales de los mismos. Lo anterior, se ve reflejado de manera directa sobre la vida silvestre y sus hábitats, elementos que resultaron ser los más afectados.

De manera contraria, se tiene que el uso potencial del suelo presentó 4 impactos de carácter positivo, lo que se ve reflejado en la vocación forestal y agrícola que presenta el municipio y la zona de estudio. Se les dio ese carácter ya que las actividades y acciones que se evaluaron no comprometen la vocación del suelo de la región; sin embargo, esto no quiere decir que las actividades no generen impacto ambiental, ya que de existir una agricultura moderada o elevada cuando la carta de uso del suelo indica que debe ser limitada, o cuando la aptitud de extracción forestal sea alta cuando se indica que debe ser baja, en este caso si se vería comprometida la vocación del suelo.

En cuanto a la relación causa-efecto, la mayoría de los impactos resultaron ser directos, lo que indica que los impactos generados son consecuencia inmediata de la acción y no de otro efecto, recayendo sobre la vida silvestre y sus hábitats. Cabe mencionar; que en cuanto a la fragmentación del hábitat, se consideraron relaciones indirectas debido a que a pesar de que las actividades antropogénicas han tenido efectos negativos sobre este elemento, sucesos anteriores como incendios naturales y provocados en la región han propiciado de manera simultánea impactos ambientales en tiempos anteriores.

El plazo de manifestación de la mayoría de los impactos fue catalogado como inmediato, siendo los componentes de hábitat, flora y vida silvestre los de mayor número de efectos inmediatos, ya que la vegetación actual se ve amenazada con la actividad agrícola y forestal, lo que a su vez provoca la fragmentación y eliminación de los hábitats, que resulta en la afectación a las especies endémicas y en peligro al ser las más vulnerables a los cambios en el ambiente.

Por otra parte, la mayoría de los impactos resultaron ser permanentes, afectando a la mayoría de los componentes naturales. El resultado de lo anterior es reflejo del mal manejo de los recursos naturales de la localidad, ya que existen actividades que se pueden considerar temporales; sin embargo, el desconocimiento y necesidad que tienen los pobladores de la localidad provocan el uso de métodos agrícolas, pecuarios y forestales incompatibles con la naturaleza, además de su

sobreexplotación y la falta de regulación en cuanto a los usos, lo que provoca que una actividad que puede ser considerada temporal se convierta en permanente.

Se determinó que la influencia de la mayoría de los impactos en el territorio son de carácter local, siendo los componentes más impactados la vida silvestre, los hábitats y el uso actual del suelo, los cuales se encuentran íntimamente relacionados y tienen su origen en el uso actual del suelo, el cual es forestal y pecuario dentro de la localidad y agrícola en las colindancias próximas a la misma. Lo anterior afecta directamente el uso potencial del suelo debido a que en la localidad no se puede practicar la ganadería de ningún tipo, y a pesar de que si se puede practicar la agricultura, el tipo de suelo (andosol) no es recomendable para el desarrollo de la misma.

Es por lo anterior que el uso potencial del suelo es considerado con magnitud regional ya que se está comprometiendo la vocación del suelo al menos dentro de la localidad y en sus colindancias, y a pesar de encontrarse aislada parcialmente por las distancias entre las localidades vecinas, puede convertirse en un problema de carácter local.

Debido a la cantidad de organismos que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, al valor utilitario, productivo, de servicios, científico, cultural, espiritual e intrínseco que nos proporcionan este tipo de ecosistemas, entre otros aspectos; la mayoría de los impactos son considerados de mayor importancia.

El grado de perturbación que hasta el momento han experimentado los elementos ambientales fue considerado como alto, debido a la degradación que de manera directa o indirecta han provocado las actividades humanas o naturales en la localidad (incendios naturales o provocados); además de las actividades realizadas de manera ilegal (tala clandestina), siendo nuevamente los componentes ambientales impactados la vida silvestre, los hábitats y el uso actual del suelo.

El grado de resistencia de los elementos impactados fue evaluado como de resistencia muy grande, ya que los componentes del ambiente denotan que pueden ser perturbados por las actividades humanas pero en una situación límite para la recuperación del recurso. Se evaluó con esta resistencia debido a que las actividades continúan en la actualidad y de acuerdo con los pobladores van en aumento, por lo que se deben tomar medidas necesarias para no comprometer la resiliencia del ecosistema.

Finalmente, se obtuvo en su mayoría que la posibilidad de los elementos para recuperarse resulta irreversible pero en cierto grado son recuperables la mayoría de los mismos, siempre y cuando se apliquen medidas mitigantes y preventivas.

○ Diagrama de Redes de Sorensen

Las redes representan un avance en relación con las técnicas anteriores, ya que establecen relaciones de tipo causa-efecto, permitiendo una mejor identificación de los impactos y de sus interrelaciones. Estos diagramas son métodos que integran las causas de los impactos y sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los factores ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos secundarios y terciarios (Canter, 2002).

Uno de los métodos más conocidos es el de Sorensen, elaborado en 1971 para analizar diversos tipos de uso del suelo en regiones costeras. Se trata principalmente de una técnica de identificación de efectos, que parte de la caracterización de diferentes usos del suelo, los cuales se desdoblan o explican en diversos factores causales, que a su vez implican impactos ambientales clasificados en: Condiciones iniciales-Consecuencias-Efectos, además de presentar una red compuesta de diversos grupos de efectos, el método indica igualmente acciones correctivas y mecanismos de control (Magrini, 1990).

La técnica pretende poner de relieve las interacciones entre componentes ambientales y, por tanto, las relaciones causa-efecto de segundo, tercero y más alto grado. Se hace una lista de las acciones del proyecto, las cuales se ligan a cambios en el entorno mediante relaciones causa-efecto, lo que el método describe como "condiciones de cambio". Posteriormente son adicionadas, como columnas, Acciones Correctivas y Mecanismos de Control, para cada uno de los impactos finales. En términos prácticos, el método comienza con la identificación de las acciones que hacen parte del proyecto, y cómo estas producen diversos tipos de impacto, en tres fases: Condiciones Iniciales-Consecuencias-Efectos (Sanz, 1991).

Magrini (1990), expone una modificación introducida al método propuesto por Sorensen, la cual fue desarrollada por Rau en 1980. Dicha modificación introdujo valoraciones de los parámetros Magnitud, Importancia y Probabilidad, para el cálculo de un Índice Global de Impacto Ambiental (IGIA). De esta manera, los parámetros de evaluación son los siguientes:

1. Para la evaluación de los impactos, los rangos de evaluación son:

Magnitud= +/- 1 a 10

Importancia= 1 a 10

Probabilidad de ocurrencia= 0.0 a 1.0

2. El impacto por rama se determina con la siguiente fórmula:

$$I_t = \sum M(X) I(X)$$

Donde:

I_t = Impacto total por rama

M = Magnitud

X = Impactos

I = Importancia

3. La probabilidad de ocurrencia por rama se calcula de la siguiente manera:

$$O_t = P(X_1) P(X_2) P(X_3) P(X_4)$$

Donde:

O_t = Ocurrencia de impactos total por rama

P = Probabilidad de ocurrencia

$X_{1,2,3,\dots}$ = Impactos primarios, secundarios, terciarios, etc.

4. El registro del impacto pesado por rama se calcula de la siguiente manera:

$$I_p = (I_t) (O_t)$$

Donde:

I_p = Impacto pesado por rama

I_t = Impacto total por rama

O_t = Ocurrencia de impactos total por rama

5. El impacto ambiental esperado se determina de la siguiente manera:

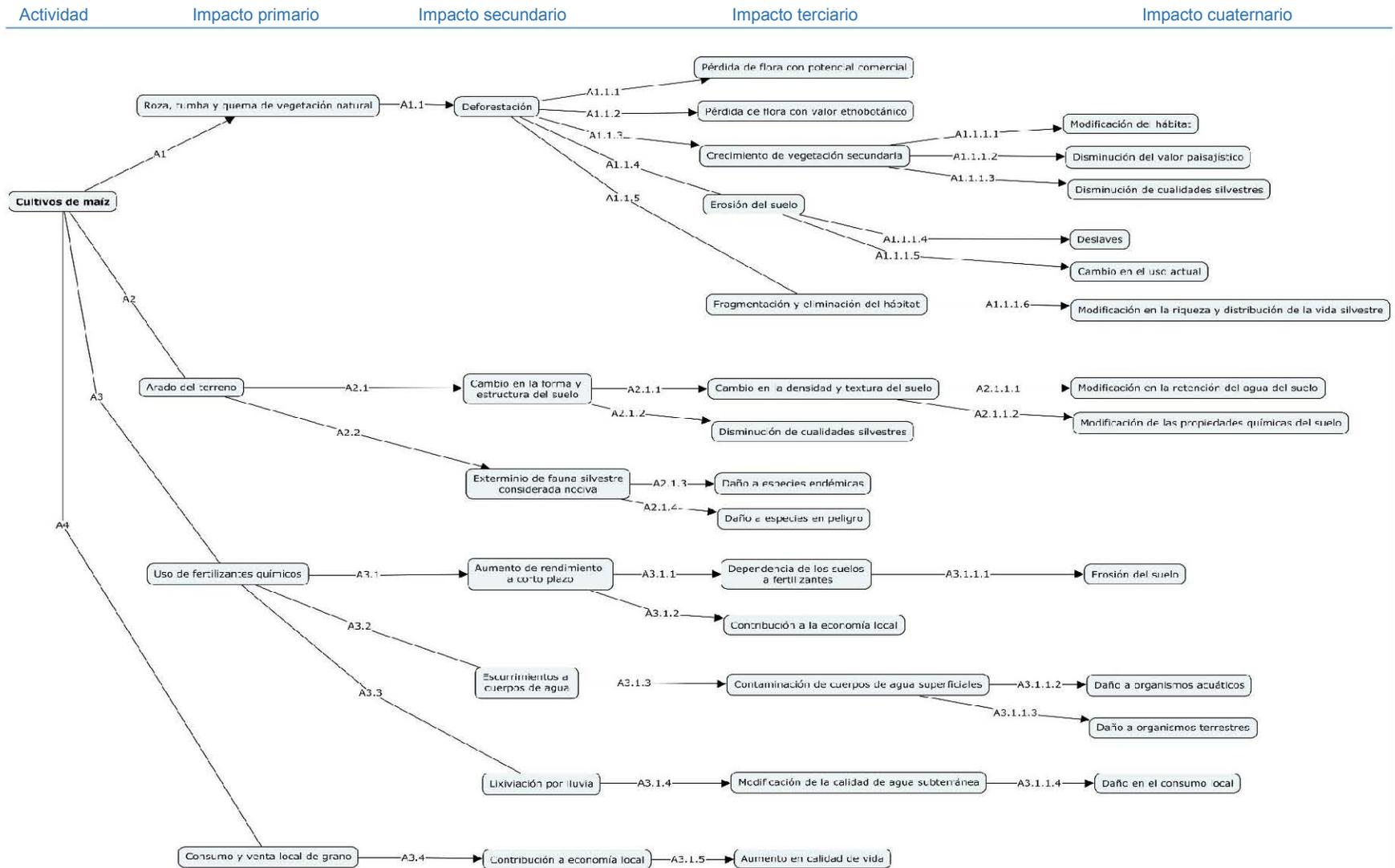
$$IA = \sum I_p$$

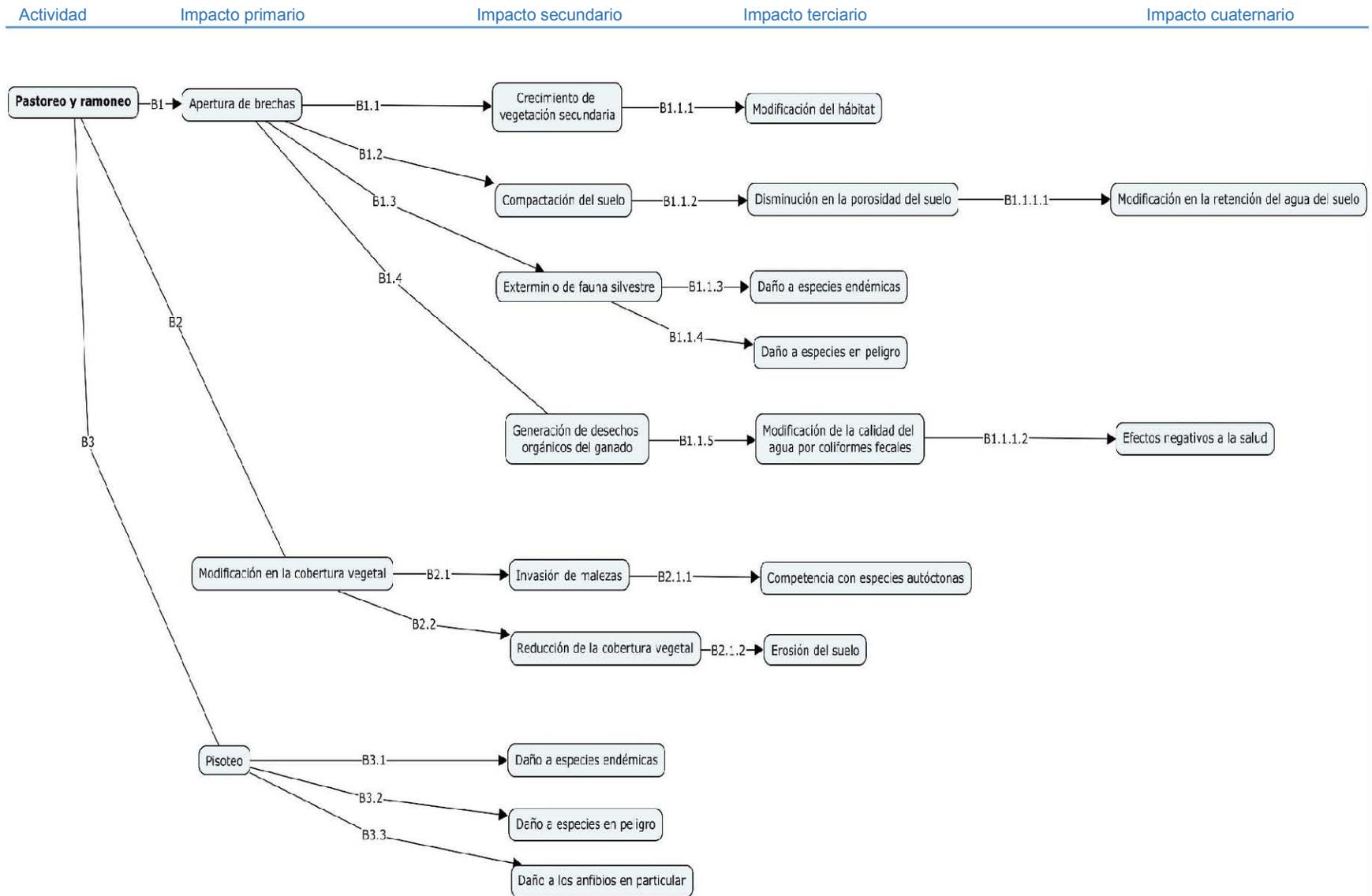
Donde:

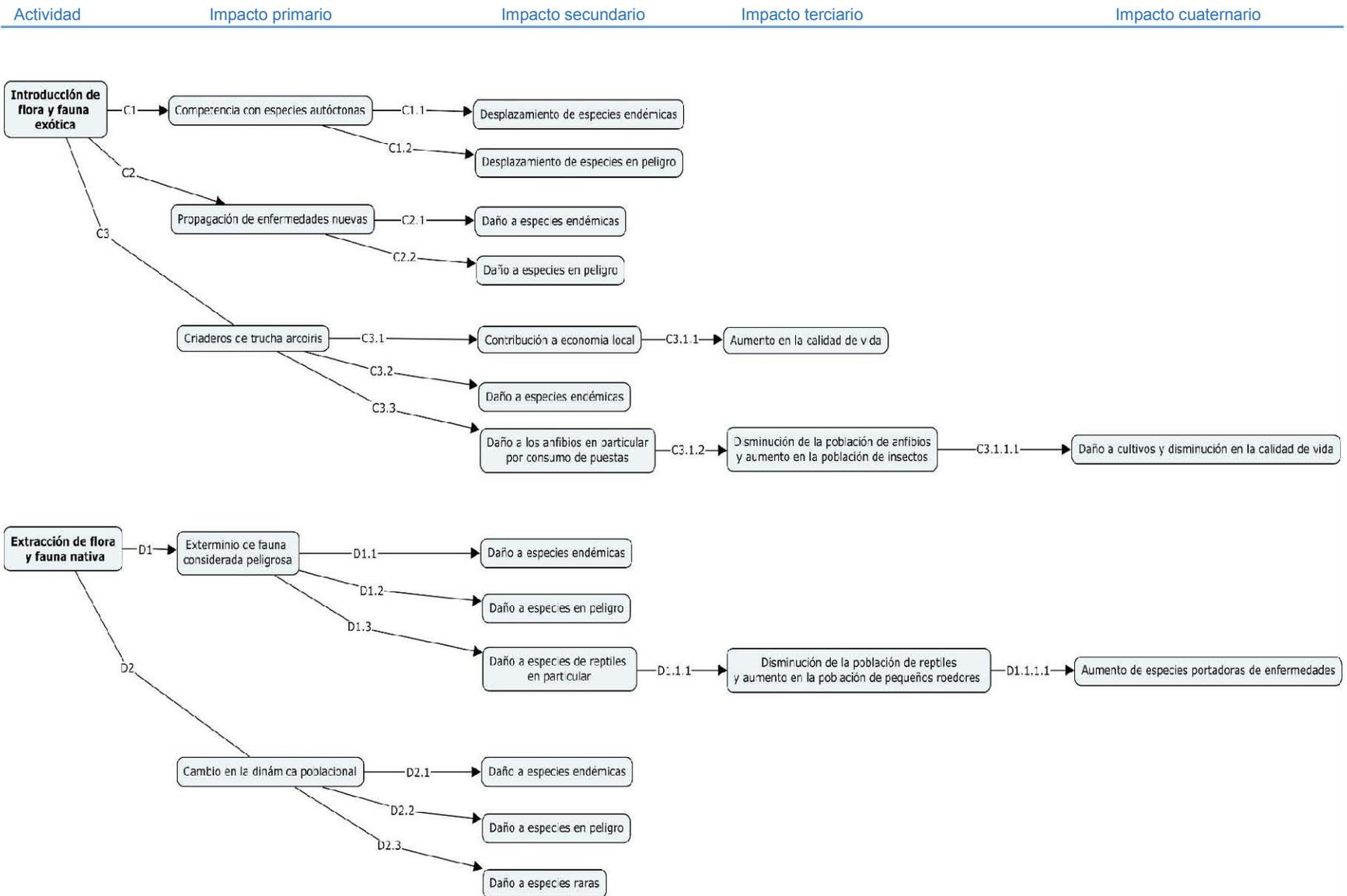
IA = Impacto ambiental esperado

I_p = Impacto pesado por rama

Figura 20. Diagrama de Redes de Sorensen







Análisis

De las cuatro principales actividades generadoras de impactos ambientales desglosados en el Diagrama de Redes de Sorensen (Figura 12), se obtuvieron un total de 42 ramas, 42 impactos primarios, 42 secundarios, 29 terciarios y 16 cuaternarios (Cuadro 53). Lo anterior sugiere que la mayoría de los impactos son consecuencia directa de las presiones en el ambiente y que el plazo de manifestación de dichas alteraciones es inmediato, confirmando lo evaluado en la Matriz de McHarg.

Cuadro 53. Rama e impactos resultantes del Diagrama de Redes de Sorensen

Ramas	Impacto 1°	Impacto 2°	Impacto 3°	Impacto 4°
Rama 1	A1	A1.1	A1.1.1	
Rama 2	A1	A1.1	A1.1.2	
Rama 3	A1	A1.1	A1.1.3	A1.1.1.1
Rama 4	A1	A1.1	A1.1.3	A1.1.1.2
Rama 5	A1	A1.1	A1.1.3	A1.1.1.3
Rama 6	A1	A1.1	A1.1.4	A1.1.1.4
Rama 7	A1	A1.1	A1.1.4	A1.1.1.5
Rama 8	A1	A1.1	A1.1.5	A1.1.1.6
Rama 9	A2	A2.1	A2.1.1	A2.1.1.1
Rama 10	A2	A2.1	A2.1.1	A2.1.1.2
Rama 11	A2	A2.1	A2.1.2	
Rama 12	A2	A2.2	A2.1.3	
Rama 13	A2	A2.2	A2.1.4	
Rama 14	A3	A3.1	A3.1.1	A3.1.1.1
Rama 15	A3	A3.1	A3.1.2	
Rama 16	A3	A3.2	A3.1.3	A3.1.1.2
Rama 17	A3	A3.2	A3.1.3	A3.1.1.3
Rama 18	A3	A3.3	A3.1.4	A3.1.1.4
Rama 19	A4	A4.1	A4.1.1	
Rama 20	B1	B1.1	B1.1.1	
Rama 21	B1	B1.2	B1.1.2	B1.1.1.1
Rama 22	B1	B1.3	B1.1.3	
Rama 23	B1	B1.3	B1.1.4	
Rama 24	B1	B1.4	B1.1.5	B1.1.1.2
Rama 25	B2	B2.1	B2.1.1	
Rama 26	B2	B2.2	B2.1.2	
Rama 27	B3	B3.1		
Rama 28	B3	B3.2		

Rama 29	B3	B3.3		
Rama 30	C1	C1.1		
Rama 31	C1	C1.2		
Rama 32	C2	C2.1		
Rama 33	C2	C2.2		
Rama 34	C3	C3.1	C3.1.1	
Rama 35	C3	C3.2		
Rama 36	C3	C3.3	C3.1.2	C3.1.1.1
Rama 37	D1	D1.1		
Rama 38	D1	D1.2		
Rama 39	D1	D1.3	D1.1.1	D1.1.1.1
Rama 40	D2	D2.1		
Rama 41	D2	D2.2		
Rama 42	D2	D2.3		
Impactos	42	42	29	16

Al considerar la magnitud e importancia de los 58 impactos evaluados (Cuadro 54), se observó que existen 11 acciones a las cuales se les debe poner atención. De estas 11 acciones, al menos 7 requieren atención inmediata. La primera de ellas es la práctica de la Roza, tumba y quema de vegetación natural que está ejerciendo presión en el uso actual del suelo en la localidad al modificarlo de uso forestal a uso agrícola; simultáneamente, esta actividad conlleva a la Deforestación, actividad preocupante en la localidad, ya que se ha observado que la mayoría de la tala de árboles se realiza de manera clandestina, aunado al uso local que se le da al recurso maderero para la venta de leña y construcción de cabañas principalmente.

En conjunto, las dos actividades anteriores provocan de manera directa e indirecta la fragmentación y eliminación del hábitat, impacto que se ve favorecido por el crecimiento de vegetación secundaria; lo cual, de una manera indirecta modifica el hábitat al dominar en su mayoría especies herbáceas, arbustivas y malezas, lo que no permite que la vegetación secundaria del bosque de oyamel; ocasionado por dichas actividades e impactos mayores que sucedieron en el pasado como el incendio del bosque, llegue a su clímax para la recuperación de la vegetación original.

Al ser la fragmentación, modificación y eliminación del hábitat uno de los principales impactos para la biodiversidad, afecta directamente a las especies endémicas, y dentro de los vertebrados específicamente al grupo de los anfibios y reptiles. Los anfibios son un grupo muy sensible, por lo que un ligero cambio en las condiciones ambientales denota su disminución poblacional, y en la localidad se encuentran amenazados debido al pisoteo constante del ganado. En el caso de los reptiles, se

encuentran amenazados dentro de la localidad debido a que es un grupo considerado dentro de la fauna nociva y peligrosa, por lo que los pobladores los exterminan. Esta acción en particular se ve favorecida por la falta de conocimiento de los grupos de fauna silvestre.

Todas las acciones anteriores denotan un cambio en la dinámica poblacional de la biodiversidad local, y aunque esto sea difícil de observar en un ciclo de estudio, lo más probable es que esté en sus primeras etapas, por lo que si no se le toma la importancia adecuada, lo más factible es que su probabilidad de ocurrencia en la localidad aumente con los años y se extienda a mayores regiones.

Cuadro 54. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia de los impactos

Impacto	Probabilidad de ocurrencia (0 a 1)	Magnitud (-10 a +10)	Importancia (0 a 10)	(M*I)
Apertura de brechas	0.4	-2	2	-4
Arado del terreno	0.7	6	5	30
Aumento de especies portadoras de enfermedades	0.3	-8	9	-72
Aumento de rendimiento de cultivos a corto plazo	0.8	6	7	42
Aumento en la calidad de vida	0.5	6	6	36
Cambio en el uso actual del suelo	0.5	-8	9	-72
Cambio en la densidad y textura del suelo	0.4	-8	9	-72
Cambio en la dinámica poblacional	0.5	-9	9	-81
Cambio en la forma y estructura del suelo	0.4	-6	6	-36
Compactación del suelo	0.3	-4	3	-12
Competencia con especies autóctonas	0.3	-7	8	-56
Consumo y venta local de grano de maíz	0.7	5	5	25
Contaminación de cuerpos de agua superficiales	0.8	-7	8	-56
Contribución a la economía local	0.5	5	6	30
Crecimiento de vegetación secundaria	1	-9	9	-81
Criaderos de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1	-8	9	-72
Daño a cultivos y disminución en la calidad de vida	0.5	-2	2	-4
Daño a especies en peligro	1	-8	9	-72
Daño a especies endémicas	1	-8	10	-80
Daño a especies raras	0.2	-6	6	-36
Daño a organismos acuáticos	0.8	-7	8	-56
Daño a organismos terrestres	0.7	-6	7	-42
Daño al grupo de los anfibios	1	-10	10	-100
Daño al grupo de los reptiles	0.8	-9	9	-81
Daño en el consumo local de agua	0.7	-8	8	-64

Deforestación	1	-10	10	-100
Dependencia de los suelos a fertilizantes	0.8	-4	8	-32
Deslaves	0.1	-1	1	-1
Desplazamiento de especies en peligro	0.6	-7	8	-56
Desplazamiento de especies endémicas	0.6	-8	9	-72
Disminución de cualidades silvestres	0.7	-8	7	-56
Disminución del valor paisajístico	0.7	-8	7	-56
Disminución en la población de anfibios	0.8	-9	9	-81
Disminución en la población de reptiles	0.7	-8	8	-64
Disminución en la porosidad del suelo	0.5	-5	6	-30
Efectos negativos a la salud	0.7	-7	8	-56
Erosión del suelo	0.4	-4	5	-20
Escurrimientos a cuerpos de agua	0.7	-6	8	-48
Exterminio de fauna considerada peligrosa	0.8	-6	8	-48
Exterminio de fauna silvestre considerada como nociva	0.8	-6	8	-48
Fragmentación y eliminación del hábitat	1	-10	10	-100
Generación de desechos orgánicos del ganado	0.7	-4	6	-24
Invasión de malezas	0.9	-8	9	-72
Lixiviación por lluvia	0.5	-5	5	-25
Modificación del hábitat	1	-9	9	-81
Modificación de la calidad de agua por coliformes fecales	0.7	-7	8	-56
Modificación de la calidad de agua subterránea	0.6	-7	9	-63
Modificación de las propiedades químicas del suelo	0.7	-8	9	-72
Modificación en la cobertura vegetal	0.8	-8	9	-72
Modificación en la retención del agua del suelo	0.6	-8	9	-72
Modificación en la riqueza y distribución de la vida silvestre	0.6	-7	8	-56
Pérdida de flora con potencial comercial	0.6	-5	7	-35
Pérdida de flora con valor etnobotánico	0.8	-8	8	-64
Pisoteo del ganado	1	-9	9	-81
Propagación de nuevas enfermedades	0.4	-6	7	-42
Reducción de la cobertura vegetal	0.6	-8	8	-64
Roza, tumba y quema de vegetación	1	-10	10	-100
Uso de fertilizantes químicos	0.5	6	8	48

Por otra parte, el impacto pesado por rama es un valor estimado a partir de la probabilidad de ocurrencia de los impactos y del valor del impacto ambiental por rama; es decir, contempla la frecuencia con la que el impacto puede aparecer en el medio, la extensión del impacto sobre el territorio y la significación del impacto en relación con la calidad del recurso afectado. De esta manera, el valor del impacto pesado por rama prevé la alteración acumulada, agregando los valores de los

impactos que no son visibles por la magnitud de la alteración o por la manifestación de sus consecuencias en el tiempo.

Las ramas que presentaron un impacto pesado considerable son 11 (Cuadro 54), correspondientes a las 4 actividades evaluadas; sin embargo, el impacto pesado recae de manera diferente en cada una de ellas, siendo la actividad de cultivo de maíz la que acumuló 5 de las 11 ramas con impacto pesado considerable, seguida del pastoreo y ramoneo con 3 ramas, introducción de flora y fauna exótica con 2 y extracción de flora y fauna nativa con una rama.

Todas las ramas de la actividad de cultivo de maíz que presentaron un impacto pesado considerable comparten como impacto primario la Roza, tumba y quema de vegetación y como secundario la Deforestación y Fragmentación y eliminación del hábitat. La actividad del pastoreo, de la introducción de flora y fauna exótica y de la extracción de flora y fauna nativa comparten como impactos secundarios el daño a las especies endémicas y el daño al grupo de los anfibios. La mayoría de estas actividades tienen como consecuencia final la modificación de un elemento del ambiente, ya sea del hábitat, del valor paisajístico o de las cualidades silvestres; así como de la riqueza y distribución de la fauna silvestre.

Lo anterior indica que la flora, la fauna y el hábitat de la región son los principales elementos del medio afectados y que si las presiones sobre el ambiente continúan o siguen aumentando, se verá reflejado en la calidad de estos elementos y de su imposibilidad de regresar a su estado original después de tomar medidas correctivas.

Por último, el valor del impacto ambiental esperado, se obtiene de la sumatoria del impacto pesado por rama. Este valor puede interpretar la situación ambiental actual al tomar en cuenta los efectos inmediatos de acciones directas, las alteraciones que resultan de impactos primarios y que no son visibles por el tiempo de manifestación de los mismos.

En este caso, el impacto ambiental esperado tiene un valor de -3223.283, lo que indica un impacto altamente significativo pero sobre todo adverso para el ambiente (Cuadro 55).

Cuadro 55. Impactos pesados por rama

Ramas	Impacto	Probabilidad de ocurrencia	Impacto pesado
Rama 1	-235	0.6	-141
Rama 2	-264	0.8	-211.2
Rama 3	-362	1	-362
Rama 4	-337	0.7	-235.9
Rama 5	-337	0.7	-235.9

Rama 6	-221	0.04	-8.84
Rama 7	-292	0.2	-58.4
Rama 8	-356	0.6	-213.6
Rama 9	-150	0.0672	-10.08
Rama 10	-150	0.0784	-11.76
Rama 11	-62	0.196	-12.152
Rama 12	-98	0.56	-54.88
Rama 13	-90	0.56	-50.4
Rama 14	38	0.128	4.864
Rama 15	120	0.2	24
Rama 16	-112	0.224	-25.088
Rama 17	-98	0.196	-19.208
Rama 18	-104	0.105	-10.92
Rama 19	91	0.175	15.925
Rama 20	-166	0.4	-66.4
Rama 21	-118	0.036	-4.248
Rama 22	-132	0.32	-42.24
Rama 23	-124	0.32	-39.68
Rama 24	-140	0.1372	-19.208
Rama 25	-200	0.216	-43.2
Rama 26	-156	0.192	-29.952
Rama 27	-161	1	-161
Rama 28	-153	1	-153
Rama 29	-181	1	-181
Rama 30	-128	0.18	-23.04
Rama 31	-112	0.18	-20.16
Rama 32	-122	0.4	-48.8
Rama 33	-114	0.4	-45.6
Rama 34	-6	0.25	-1.5
Rama 35	-152	1	-152
Rama 36	-257	0.4	-102.8
Rama 37	-128	0.8	-102.4
Rama 38	-120	0.8	-96
Rama 39	-265	0.1344	-35.616
Rama 40	-161	0.5	-80.5
Rama 41	-153	0.5	-76.5
Rama 42	-117	0.7	-81.9
Impacto Ambiental Esperado			-3223.283

○ **Metodología Presión-Estado-Respuesta**

De acuerdo a la OCDE (1998) el Marco Presión-Estado-Respuesta (PER) se basa en un concepto de causalidad (Figura 21):

-Actividades humanas ejercen presiones sobre el medio ambiente (el recuadro "Presión").

-Lo anterior cambia la calidad y cantidad de los recursos naturales (el recuadro "Estado").

-La sociedad responde a estos cambios ambientales a través de la economía sectorial y políticas generales (la "Respuesta de la sociedad").

-Ésta última forma un bucle de retroalimentación a las presiones a través de las actividades humanas.

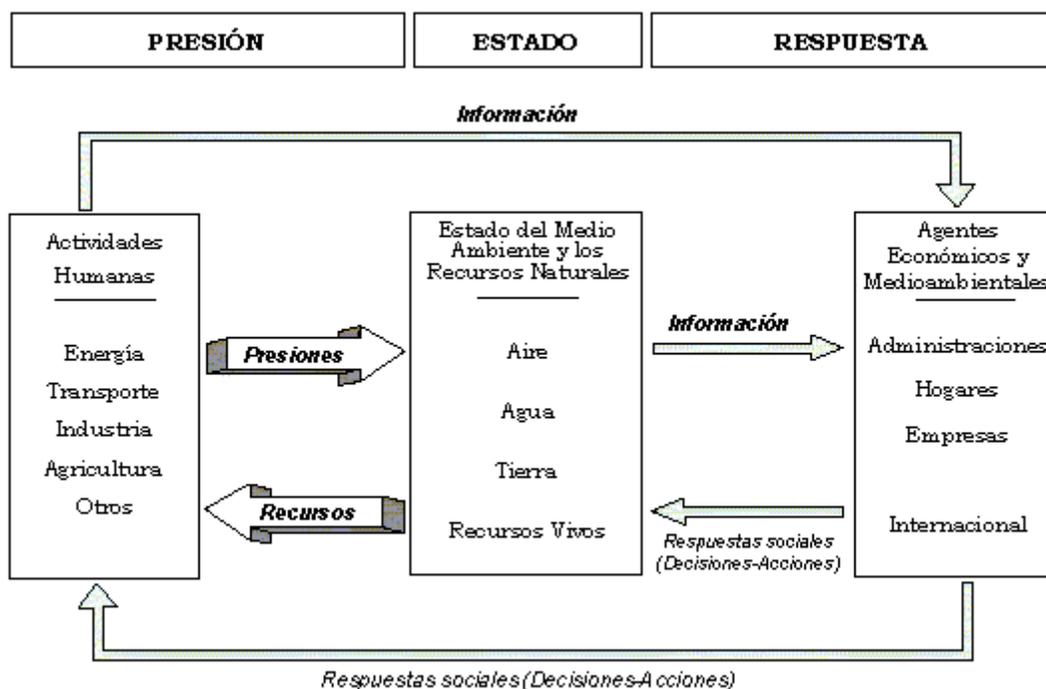


Figura 21. Esquema PER (OECD, 1993)

De acuerdo con el esquema anterior, en el marco PER se pueden distinguir tres principales tipos de indicadores (OCDE *Op. cit.*):

- Indicadores de presiones ambientales correspondientes a la caja de "presión" del marco PER. Describen las presiones de las actividades humanas que se ejercen sobre el medio ambiente, incluyendo la calidad y cantidad de los recursos naturales. Se puede distinguir entre los indicadores

de presiones inmediatas (presiones ejercidas directamente en el medio ambiente, normalmente expresadas en términos de emisiones o el consumo de los recursos naturales) y los indicadores de presiones indirectas (indicadores de fondo que reflejan las actividades humanas que conducen al próximo desarrollo de presiones).

- b) Los indicadores de las condiciones ambientales correspondientes a la caja de "estado" del marco PER. Se refieren a la calidad del medio ambiente y la calidad y cantidad de los recursos naturales. Como tal, reflejan el objetivo último de la formulación de políticas ambientales. Indicadores de condiciones ambientales deben ser diseñados para dar una visión general de la situación (el estado) del medio ambiente y su desarrollo en el tiempo, y no las presiones sobre él. En la práctica, la distinción entre las condiciones ambientales y las presiones puede ser ambiguo y la medición de las condiciones ambientales puede llegar a ser difícil o muy costoso. Por lo tanto, la medición de las presiones ambientales a menudo se utiliza como sustituto de la medición de las condiciones ambientales.
- c) Los indicadores de respuestas de la sociedad correspondientes a la caja de "respuesta" en el marco PER. Los indicadores de respuesta de la sociedad son las mediciones que muestran hasta qué punto la sociedad responde a los cambios y las preocupaciones ambientales. Las respuestas de la sociedad se refieren al individuo y las acciones colectivas para mitigar, adaptar o prevenir impactos negativos inducidos por el hombre en el ambiente y para detener o revertir el daño ambiental ya infligido. Las respuestas sociales también incluyen acciones para la preservación y la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. La mayoría de estos indicadores sociales tienen una historia más corta y se encuentran todavía en una fase de desarrollo, tanto conceptual como en términos de disponibilidad de datos. Debido a lo anterior, para evitar malas interpretaciones, se debe tener en claro que el indicador de respuesta debe reflejar esfuerzos de la sociedad en la lucha contra un problema ambiental en particular y deben ser medidos en términos cuantitativos.

Para integrar el esquema se tomaron en cuenta aquellas actividades productoras de impactos ambientales, con calificaciones altas y que fueron compartidas en las tres herramientas anteriores de análisis de impacto ambiental. De esta manera, se obtuvieron 6 acciones principales que inician o desencadenan presiones ambientales: Roza, tumba y quema de vegetación, Deforestación, Cultivos de maíz, Pastoreo y ramoneo del ganado, Extracción de flora y fauna nativa e Introducción de flora y fauna exótica.

Cuadro 56. Esquema Presión-Estado-Respuesta

Presión	Estado	Respuesta
<p>Roza, tumba y quema de vegetación</p>	<p>Este sistema tiene orígenes milenarios cuyas bases de funcionamiento consisten en fuentes de energía natural como el fuego, la acción humana y herramientas simples para la eliminación de la vegetación con la finalidad del cambio de uso de suelo forestal al agrícola y pecuario.</p> <p>A pesar de que este sistema, manejado adecuadamente por la población local, altera los ecosistemas mucho menos que otros tipos de agricultura moderna, provoca la fragmentación y eliminación de los hábitats de manera directa, por lo que las especies endémicas y en peligro se ven afectadas.</p>	<p>*Código Penal Federal. Título vigesimoquinto Delitos contra el Ambiente y la Gestión Ambiental. Art. 420 BIS.</p> <p>*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra el Ambiente. Capítulo 1. Art. 228.</p> <p>*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Título tercero Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales. Capítulo II Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos.</p> <p>*Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Título Quinto De las Medidas de Conservación Forestal. Capítulo I Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego</p>



		<p>en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-062-SEMARNAT-1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad ocasionados por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro segundo: Del Equilibrio Ecológico, la Protección al Ambiente y Fomento al Desarrollo Sostenible. Título Primero. Capítulo 1. Art. 2.3.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro tercero: Del Fomento para el Desarrollo Forestal Sostenible del Estado de México. Título Primero. Capítulo 1. Art. 3.9.</p> <p>*Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo.</p>
Deforestación	La tala de árboles es un proceso provocado generalmente por la acción	*Código Penal Federal. Título vigesimoquinto Delitos contra el

	<p>humana que provoca la eliminación de la superficie forestal; sin embargo, en la localidad este proceso ha tenido orígenes naturales con los incendios de décadas anteriores.</p> <p>Aunado a lo anterior, la tala inmoderada y clandestina que se ha observado en las laderas de la zona de estudio provoca que la superficie quede expuesta ocasionando erosión eólica del suelo, afectando la recarga de mantos acuíferos y a la vida silvestre en general.</p>	<p>Ambiente y la Gestión Ambiental. Art. 418.</p> <p>*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra el Ambiente. Capítulo 1. Art. 229.</p> <p>*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Título tercero Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales. Capítulo II Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos.</p> <p>*Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Título Cuarto Del Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales. Capítulo I De las Autorizaciones para el Aprovechamiento de los Recursos Forestales. Capítulo II Del Aprovechamiento y Uso de los Recursos Forestales.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SEMARNAT-1996 Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y</p>
--	--	---



		<p>almacenamiento de leña para uso doméstico.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-060-SEMARNAT-1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-061-SEMARNAT-1994 Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006 Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro segundo: Del Equilibrio Ecológico, la Protección al</p>
--	--	--

		<p>Ambiente y Fomento al Desarrollo Sostenible. Título Primero. Capítulo 1. Art. 2.3.</p> <p>*Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo.</p>
<p>Cultivos de maíz</p>	<p>A pesar de que el municipio se encuentra especializado en el sector terciario, a nivel de localidades la agricultura es un proceso llevado a la práctica por sus habitantes. El principal cultivo que se registra en la zona es el de maíz, que forma parte importante para el autoconsumo y subsistencia de los habitantes de la localidad.</p> <p>Esta práctica emplea uso de fertilizantes naturales y artificiales y en algunos casos se modifican los cauces de los riachuelos con la finalidad de regar los cultivos. El empleo de los fertilizantes contamina los cursos de agua superficiales y subterráneos, además del suelo. La modificación de los cauces del río</p>	<p>*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra la Flora y Fauna silvestre. Capítulo 2. Art. 235.</p> <p>*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Título cuarto. Protección al Ambiente. Capítulo III Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos. Capítulo IV Prevención y Control de la Contaminación del Suelo.</p> <p>*Ley de Aguas Nacionales. Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental. Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua.</p>



	afecta principalmente a las especies acuáticas.	<p>*Modificación a la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.</p> <p>*CE-CCA-001/89 Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro Segundo Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y el Fomento al Desarrollo Sostenible. Título Cuarto Del Aprovechamiento y Uso Sostenible de los Elementos y Recursos Naturales. Capítulo II De la Preservación, Uso y Aprovechamiento Sostenible del Suelo y sus Recursos. Art. 2.129.</p> <p>*Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo.</p>
Pastoreo y ramoneo del ganado	Es una actividad que aunada con la agricultura aumenta las zonas de pastizales y evita la recuperación	*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra la

	<p>natural del bosque de coníferas; además, los desechos orgánicos del ganado contamina los cuerpos de agua superficiales (riachuelos y manantiales) amenazando tanto a la vida silvestre como a los pobladores que hacen uso del recurso como fuente de agua potable para autoconsumo y para el ganado.</p> <p>La preferencia de los rumiantes por algún estrato en la localidad, aumenta la proliferación de especies consideradas como ruderales o arvenses, evitando que el estrato arbóreo llegue a su clímax por la dominancia de especies arbustivas y herbáceas.</p>	<p>Flora y Fauna silvestre. Capítulo 2. Art. 235.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-020-RECNAT-2001 Que establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo.</p> <p>*Modificación a la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.</p> <p>*CE-CCA-001/89 Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro Quinto De la Preservación, Fomento y Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre. Título Quinto De las Disposiciones Comunes para la</p>
--	--	--



		<p>Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre. Art. 5.19 y 5.21.</p> <p>*Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo.</p>
<p>Extracción de flora y fauna nativa</p>	<p>En la localidad se hace uso medicinal de muchas especies de plantas; sin embargo, la preocupación mayor recae en el uso exhaustivo que se le da al recurso maderero, ya que además del consumo local para la venta de leña y carbón y la construcción de viviendas, se ha observado y reportado tala clandestina por pobladores ajenos a la localidad, que en su mayoría descortezan o talan de manera inadecuada los árboles. Si esta acción no se modifica es posible que la regeneración del recurso se vea afectada imposibilitando su explotación futura.</p> <p>Dentro de la fauna silvestre, el grupo más afectado es el de los reptiles por el hecho de que muchas especies son</p>	<p>*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra la Flora y Fauna silvestre. Capítulo 2. Art. 235.</p> <p>*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Título segundo Biodiversidad. Capítulo III Flora y Fauna Silvestre.</p> <p>*Ley de Desarrollo Forestal Sustentable. Título Cuarto Del Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales. Capítulo II Del Aprovechamiento y Uso de los Recursos Forestales. Sección 3 Del Aprovechamiento de los Recursos Forestales No Maderables.</p> <p>*Ley General de Vida Silvestre. Título VII Aprovechamiento Sustentable de</p>

	<p>consideradas por los pobladores como nocivas o peligrosas por su veneno (aunque no sean venenosos), por lo que son exterminadas cuando se les encuentra en el camino o cerca de la zona turística. Algunas de estas especies son <i>Crotalus triseriatus</i>, <i>Barisia imbricata</i>, <i>Plestiodon copei</i> y algunas especies de culebras, siendo la primera de ellas verdaderamente venenosa.</p> <p>Otro grupo muy afectado es el de los mamíferos debido a la cacería principalmente de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) y de las liebres.</p>	<p>la Vida Silvestre. Capítulo I Aprovechamiento Extractivo.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2006 Que establece los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos de los programas de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas.</p> <p>*Calendario de épocas hábiles de aprovechamiento extractivo sustentable para el desarrollo de la cinegética de especies de aves y mamíferos silvestres en el Estado de México (SEMARNAT).</p>
--	---	--

		<p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Título Tercero De la Diversidad Biológica, los Recursos Naturales y las Áreas Naturales Protegidas. Capítulo II De la Flora y Fauna Silvestres. Art. 2.125. Libro Quinto: De la Preservación, Fomento y Aprovechamiento Sostenible de la Vida Silvestre. Título Séptimo. Capítulo 1. Art. 5.71.</p>
<p>Introducción de flora y fauna exótica</p>	<p>La piscicultura para el consumo de especies eurihalinas como las truchas, es una actividad que se da muy bien en la zona debido al tipo de clima y las cercanías de cuerpos de agua superficiales. A nivel municipal se cuenta con 4 unidades piscícolas de producción, estando una de estas en las cercanías de la localidad en estudio. Dicha actividad se practica para el consumo turístico con la producción de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).</p> <p>Esta trucha es una especie introducida en México considerada dentro de las 100 especies invasoras</p>	<p>*Código Penal Federal. Título vigesimoquinto Delitos contra el Ambiente y la Gestión Ambiental. Art. 420 BIS.</p> <p>*Código Penal del Estado de México. Subtítulo séptimo. Delitos contra la Flora y Fauna silvestre. Capítulo 2. Art. 235.</p> <p>*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Título segundo Biodiversidad. Capítulo III Flora y Fauna Silvestre.</p> <p>*Ley General de Vida Silvestre. Título V Disposiciones Comunes para la Conservación y el Aprovechamiento</p>

	<p>más dañinas del mundo. Un descuido en el manejo de esta especie podría provocar el desequilibrio ecológico en los cuerpos de agua debido a que consumen las puestas de los anfibios, incluyendo sus larvas y juveniles, dañando en especial al Ajolote de Zempoala (<i>Ambystoma altamirani</i>), especie amenazada y endémica de la Faja Volcánica Transmexicana.</p>	<p>Sustentable de la Vida Silvestre. Capítulo V Ejemplares y Poblaciones Exóticas. Art. 27 Bis.</p> <p>*Ley de Aguas Nacionales. Título sexto Usos del Agua. Capítulo IV Uso En Otras Actividades Productivas. Art. 82.</p> <p>*Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.</p> <p>*Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura. Capítulo IV Del Régimen Laboral y de la Seguridad Social. Título VI De la Protección al Ambiente y Control Ecológico. Art. 31.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993 Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos</p>
--	---	--



		<p>vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura u ornato, en el territorio nacional.</p> <p>*NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p> <p>*Código para la Biodiversidad del Estado de México. Libro Segundo Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y el Fomento al Desarrollo Sostenible. Título Segundo De la Política Ambiental y sus Instrumentos. Capítulo V De la Evaluación del Impacto Ambiental. Art. 2.67.</p> <p>*Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo.</p>
--	--	--

Análisis

Se identificaron 22 políticas públicas que responden a las presiones ejercidas por las actividades de la localidad sobre el medio. De estas 19 son de carácter Federal, 2 de carácter estatal y 1 de carácter municipal (Cuadro 57).

Cuadro 57. Políticas Públicas Aplicables

Política Pública	Carácter
Código Penal Federal	F
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	F
Ley General de Vida Silvestre	F
Ley de Desarrollo Forestal Sustentable	F
Ley de Aguas Nacionales	F
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables	F
Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura	F
NOM-001-SEMARNTA-2006	F
NOM-010-PESC-1993	F
NOM-012-SEMARNAT-1996	F
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	F
NOM-020-RECNAT-2001	F
NOM-059-SEMARNAT-2010	F
NOM-060-SEMARNAT-1994	F
NOM-061-SEMARNAT-1994	F
NOM-062-SEMARNAT-1994	F
NOM-152-SEMARNAT-2006	F
Modificación a la NOM-127-SSA1-1994	F
CE-CCA-001/89	F

Código Penal del Estado de México	E
Código para la Biodiversidad del Estado de México	E
Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Jilotzingo	M

F= Carácter Federal. E= Carácter Estatal. M= Carácter municipal

Se puede observar que el carácter Estatal y Municipal cuentan con pocas políticas públicas aplicables, esto debido a que al menos 5 leyes identificadas para el Estado de México en los temas forestales, agrícolas, ganaderos, ambientales, del recurso hídrico y protección animal se encuentran abrogadas; es decir, han perdido su vigencia en la entidad, lo que indica, que muchas actividades se encuentran reguladas por las leyes secundarias (Cuadro 58). Aunado a lo anterior, el municipio de Santa Ana Jilotzingo carece de Ordenamiento Ecológico Territorial, lo que recae directamente en los escasos o nulos programas o apoyos dentro del municipio.

Cuadro 58. Leyes abrogadas para el Estado de México

Leyes abrogadas
Ley Agrícola y Forestal del Estado de México
Ley de Fomento Ganadero del Estado de México
Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México
Ley del Agua del Estado de México
Ley Protectora de Animales del Estado de México

La actividad con mayor número de políticas públicas fue la introducción de flora y fauna (Cuadro 59), actividad que se establece de manera directa o indirecta con la existencia en el municipio de 4 unidades piscícolas de producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Esta actividad se inserta en el sector primario, y a pesar de que el municipio no se encuentra especializado en este sector y por lo tanto no es un gran productor de trucha a nivel municipal, las condiciones climáticas favorecen el fomento del criadero de esta especie de pez eurihalino, promoviendo el turismo. Sin embargo, cualquier descuido durante su producción podría provocar un desequilibrio ecológico severo a nivel puntual, local e incluso en sitios más lejanos (como en municipios colindantes). Debido a lo anterior, se promueve el desarrollo de estudios de impacto ambiental y riesgos sanitarios, así como la atención de las descargas de contaminantes a los efluentes principales y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

En segundo lugar se tiene la deforestación, actividad desarrollada en la localidad para uso doméstico como calefacción y fundamental en la construcción de las viviendas; sin embargo, como se ha ido mencionando a lo largo del escrito, es una actividad que no presenta un control de capacidad de extracción, siendo los lugares más afectados las zonas comunales de los terrenos ejidales, zonas en donde se presenta una vegetación abundante. Debido a lo anterior, se promueve un aprovechamiento sustentable de los recursos forestales y por lo tanto del suelo.

La siguiente actividad es la roza, tumba y quema de vegetación, la cual va ligada al cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias. En este caso se promueve la preservación de la vegetación natural y un cambio de uso de suelo responsable y sustentable, así como un uso adecuado de los métodos de uso del fuego.

Para el caso de la extracción de flora y fauna nativa, actividad ligada con la cacería, se habla de especies bajo alguna categoría de riesgo y se promueve el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables y de la vida silvestre en específico, así como las temporadas de aprovechamiento para el Estado de México de algunas aves y mamíferos, con la finalidad de su uso racional y sustentable.

Los cultivos de maíz, a pesar de ser una actividad que conlleva a un bienestar económico a nivel local, contribuye a la contaminación del suelo, el agua y a la disminución de la cubierta vegetal original. Por ello, se promueven instrumentos que regulen esta actividad y fomenten una agricultura sustentable.

Por último, se tiene el pastoreo y ramoneo del ganado, actividad regulada por políticas públicas ligadas al cambio de uso del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Cuadro 59. Número de políticas públicas aplicables por actividad

Actividad	Número de Políticas
Introducción de flora y fauna exótica	12
Deforestación	10
Roza, tumba y quema de vegetación	8
Extracción de flora y fauna nativa	8
Cultivos de maíz	7
Pastoreo y ramoneo	6

Discusión

Los bosques de oyamel son comunidades vegetales integradas por el género *Abies*, *Pseudotsuga* y *Picea*. Aun cuando no cubren grandes superficies del territorio mexicano (32,000 a 50,000 has.) (Encina-Domínguez *et. al.*, 2008), los bosques de *Abies* sobresalen entre el conjunto de las comunidades vegetales dominadas por coníferas, siendo las áreas más extensas y continuas las que se localizan en las serranías que circundan el Valle de México (Sánchez-González *et.al*, 2005), siguiéndoles en importancia las serranías del Eje Volcánico Transversal (Rzedowski, 1978) .

De acuerdo con el Gobierno del Estado de México (GEM) (2009), alrededor del 27% del territorio estatal está ocupado por bosques de tipo templado en los que destacan los bosques de coníferas, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, así como sus respectivas asociaciones, cubriendo un área total 6,080 has; de las cuales, el bosque de oyamel ocupa 599 has., que en términos nacionales representa el 1.4%.

Existen condiciones que inciden directamente sobre la distribución, propagación e implantación del género *Abies*. De esta manera, este tipo de vegetación está confinada a altitudes entre 2,400 y 3,600 msnm insertos en laderas para la protección del viento y la insolación. En cuanto a exigencias climáticas la precipitación media anual es por lo común superior a 1,000 mm y las temperaturas medias anuales varían entre 7 y 15°C (Rzedowski, 1978).

En cuanto al suelo de los Bosques de *Abies*, Anaya (1962) y Madrigal (1967) reportan suelos típicamente profundos, bien drenados y húmedos durante todo el año. Predominan coloraciones café oscuras y texturas arenosas, arcillo-arenosas y francas. Los valores de pH registran una reacción ligeramente ácida (5 a 7) con cantidad de materia orgánica abundante hasta de 35%. La CICT es de 10 a 35. Los valores del estudio edafológico concuerdan con lo reportado por dichos autores, por lo que se puede decir que el suelo conserva su vocación natural en la localidad a pesar de la existencia de una zona desprovista de vegetación para la actividad turística.

De acuerdo a la composición florística, el número de especies caracterizado en la zona de estudio se asimila con lo reportado en el trabajo de Cuevas-Guzmán *et. al.* (2011), aunque el número de géneros es mayor y el de familias menor. Estudios realizados en bosques de *Abies religiosa* reportan como Familias más abundantes Asteraceae, Fabaceae, Orchidaceae (Guerrero-Hernández *et.al.*, 2014), Asteraceae, Poaceae, Pinaceae (Encina-Domínguez *et.al.*, 2008) y Asteraceae, Pinaceae y Fagaceae (Cuevas-Guzmán *et.al.*, 2011). De acuerdo con los resultados encontrados, la Familia Asteraceae y Fabaceae concuerdan con lo reportado con

estos autores; sin embargo, la Familia Rosaceae, predominante en cuanto a número de especies en este estudio, se encuentra reportada por Guerrero-Hernández *et. al.* (2014) y Encina-Domínguez *et. al.* (2008) pero no como familia dominante o significativa.

La composición florística en cuanto al Bosque de *Abies* concuerda con Rzedowski y Rzedowski (2005) al encontrarse un estrato superior e inferior bien diferenciados en los que se presenta el género *Alnus*, *Quercus*, *Prunus*, *Eupatorium*, *Sigesbeckia*, *Salvia*, por mencionar algunos. Posiblemente las Familias Asteraceae y Fabaceae sean consideradas las de mayor número de especies en este bioma, ya que son grupos taxonómicos que han desarrollado mecanismos morfológicos, anatómicos y fisiológicos que les permiten tolerar las heladas frecuentes que se presentan en algunos meses del año (Rzedowski, 1978). Esto también podría explicar la abundancia que presentó la especie *Abies religiosa* y los géneros *Quercus*, *Pinus* y *Eupatorium*, los tres últimos con una amplia adaptabilidad ecológica y una radiación extraordinaria en México (Nixon, 1998; Styles, 1998).

A pesar de que la Familia Rosaceae no es considerada por otros autores entre las Familias con mayor número de especies, si forma parte de la composición florística del Bosque de *Abies* de acuerdo con los listados florísticos reportados por Guerrero-Hernández *et. al.* (2014) y Encina-Domínguez *et. al.* (2008). Posiblemente esta Familia esté bien representada en la localidad debido a que se distribuye de manera moderada en el Estado de México con una riqueza de 12 géneros y 19 especies (GEM, 2009), además de ser una Familia que en la localidad está presente en tres tipos de vegetación, siendo el Bosque de *Abies* el que mayor número de especies tiene, lo que concuerda con Rzedowski y Rzedowski (2005) al mencionar la presencia en este bioma de *Crataegus mexicana* (Tejocote), *Prunus serotina* (Capulín), *Acaena elongata* (Pegarropa), *Rubus sp.* (Frambuesa/Zarzamora). Las demás especies de esta Familia son introducidas (Género *Prunus* y *Pyrus*).

En cuanto a la riqueza de fauna, el Estado de México cuenta con una fauna rica y variada, principalmente por la posición geográfica que ocupa en el país. Cuenta con una compleja fisiografía, con un amplio mosaico de climas y una gama de ecosistemas que se dan en la altitud y latitud que favorecen la adaptación y diversificación de la fauna nativa. Enfocándonos a los vertebrados, el Estado de México posee 51 especies de anfibios de las 361 registradas en el país, 93 de reptiles de las 831 especies, 490 especies de aves de las 1,150 y 125 de las 485 especies de mamíferos de México (GEM, 2009).

Con respecto a la clase Amphibia, la diversidad taxonómica encontrada en la localidad se asemeja con lo reportado por Pérez (2014), quien encontró en biomas similares de bosques de coníferas, cinco especies agrupadas en 2 órdenes y 2

familias; siendo comparable solo la Familia Hylidae. Por otra parte, la clase Reptilia se asemeja en cuanto a diversidad taxonómica con lo reportado por Pérez (2014), siendo comparable hasta nivel de Familias taxonómicas. En cuanto a la clase Aves, la diversidad taxonómica se encuentra entre lo reportado por Ugalde-Lezama *et. al.* (2009) y Almazán-Núñez *et. al.* (2009), con registros de 21 y 117 especies respectivamente, asemejándose en mayor medida con lo reportado por Alcivar (2009) con un registro de 45 especies, siendo Passeriformes el orden más representativo. Por último, la clase Mammalia se asemeja con lo reportado por Astiazarán (2014) en cuanto a órdenes y familias más no en riqueza específica.

Se puede observar de acuerdo con lo anterior, que el bioma en estudio presenta aún las cualidades ecológicas para sostener la vida silvestre, ya que al tener registros representativos del lugar, y tomando en consideración el registro del orden Carnivora (Clase Mammalia), nos da una idea general de la salud de este ecosistema al generarse una amplia red trófica; sin embargo, los reportes de los pobladores de la localidad arrojaron una disminución y/o desplazamiento en cuanto a la distribución histórica de algunas especies de organismos; en especial de la fauna silvestre que cuenta con mayor motilidad; lo que denota la toma de medidas contra las actividades que amenazan la calidad ambiental de la región.

Entre las principales amenazas que afectan los Bosques de coníferas a nivel mundial se encuentra el calentamiento global, derivado del incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, estando asociadas el 30% de dichas emisiones con el cambio de uso de suelo y la deforestación. Como consecuencia de estas causas, el calentamiento de las superficies ocupadas por especies forestales de climas templado-fríos disminuirán, y por lo tanto, se sugiere que las coníferas y los encinos serán algunas de las especies más afectadas por esta amenaza (Villers y Trejo, 1998).

A nivel regional y/o local, los desmontes y la tala inmoderada constituyen los mecanismos más importantes mediante los cuales el hombre afecta al Bosque de *Abies*. Los primeros se practican con el propósito de utilizar el terreno para fines agrícolas y han hecho disminuir significativamente las extensiones forestales. En muchas zonas densamente pobladas lo único que se ha respetado son las laderas demasiado abruptas para cualquier tipo de agricultura. El pastoreo aunque se practique de manera intensiva, no parece tan perjudicial para este tipo de vegetación, como lo es para otro tipo de biomas como los pinares, pues el ganado que se practica o se debería practicar en estos lugares es el ovino y éste no es considerado de alto impacto (Rzedowski, 1978).

Lo reportado por Rzedowski (1978) coincide con las amenazas detectadas mediante la matriz de Leopold, siendo las principales acciones generadoras de

impactos adversos significativos la roza, tumba y quema de vegetación, la deforestación, los monocultivos, el uso de fertilizantes químicos, el pastoreo y ramoneo del ganado y la introducción y extracción de flora y fauna, acciones que impactan de manera negativa el hábitat, la fauna, el suelo y la vegetación original. Estos impactos fueron calificados en la Matriz de McHarg como negativos, directos, de inmediata manifestación, permanentes, locales, de mayor importancia, con alta perturbación, con grados de resistencia muy grande, irreversibles pero recuperables siempre y cuando se tomen medidas mitigantes y preventivas.

Con respecto a lo anterior, la composición florística denota que el bioma no se encuentra tan impactado ya que en el levantamiento florístico fue posible localizar Familias, géneros y especies representativas del mismo; sin embargo, se puede observar que el Bosque de *Abies* no es la única comunidad vegetal presente en la localidad, ya que se logró identificar al menos seis tipos de vegetación que colindan o están inmersas con la original (Bosque de *Abies*), siendo la de mayor número de especies la vegetación de tipo ruderal o arvense seguida del Bosque de *Abies*, los cultivos, las especies introducidas, la vegetación secundaria y los pastizales.

Lo anterior resulta preocupante debido a que a pesar de que los cultivos ocupan el tercer lugar en cuanto a riqueza de especies, sus secuelas sumadas con la roza, tumba y quema y deforestación de la vegetación original y actual, observadas por la diversificación y riqueza de las especies ruderales y/o arvenses, troncos caídos y manchones de vegetación, han propiciado que los impactos hacia este elemento del medio sea motivo de atención, al considerarse que la pérdida, fragmentación y contaminación del hábitat es una de las principales amenazas para la biodiversidad (Primack y Ros, 2002).

Durante los seis últimos años, el Estado de México ha ocupado el primer lugar en número de incendios a nivel nacional con un registro de 1,409 incendios en los bosques de la entidad, siendo la principal causa la cercanía de los bosques con el medio rural y el uso de fuego de los pobladores como herramienta principal para la agricultura (GEM, 2009). El resultado ecológico de los incendios presentados en décadas anteriores en la localidad consiste en una sucesión secundaria, la cual se ha observado que ha llegado a su etapa final o clímax debido a la existencia de fauna compleja que completa las cadenas tróficas típicas. Sin embargo, puede que exista una regresión ecológica debido a las actividades humanas presentes en la localidad como la agricultura, la ganadería, la deforestación y el aumento de población, donde la deforestación provoca la erosión del suelo y los cultivos mantienen al ecosistema en la etapa donde se produce mayor biomasa, es por ello que se registraron tantas especies arvenses y/o ruderales (Walker, 2005).

Con respecto a los incendios forestales, los Bosques de *Abies*, por ser más húmedos y por no poseer tanta abundancia de gramíneas en el estrato herbáceo, no son tan fácil presa del fuego. De manera general, en regiones donde la comunidad vegetal existe en forma de grandes masas forestales, los incendios son excepcionales, pero en sitios donde se presenta a manera de pequeños manchones rodeados por otros tipos de vegetación, su frecuencia y acción son mucho más marcadas (Rzedowski, 1978), como es el caso de la vegetación observada en la localidad.

Específicamente, la deforestación en México se estima por la FAO (1995) en 508,000 ha/año, lo que nos ubica en el cuarto lugar a nivel mundial, condición que motiva serias controversias ecológicas relacionadas al cambio climático global e incluso pone en riesgo la seguridad alimentaria y la continuidad de la vida. Se estima que los desmontes ilegales con fines de cambio en el uso del suelo son responsabilidad del 90% de la deforestación en México, seguido de los incendios, la tala clandestina y las plagas forestales (SEMARNAP, 1998).

En cuanto a los bosques, la FAO (*Op. cit.*) estima que la tasa de deforestación en México es de 125 mil ha/año, siendo el principal bioma afectado en cuanto a cambios promedio en el uso del suelo en la zona centro de México y el segundo más afectado a nivel nacional después de las selvas. La deforestación es un proceso que se origina con la degradación y fragmentación de las áreas arboladas; sin embargo, la tasa de cambio de recuperación en la zona centro del país es mayor y del abandono de tierras agropecuarias es menor (SEMARNAP *Op. cit.*), lo que nos da una idea de la capacidad de resiliencia ecológica que presentan los biomas del centro del país como lo son los bosques de coníferas, y de la poca reducción y/o migración de la población rural de estas zonas.

Una actividad inserta en la deforestación es la tala ilegal, la cual ha ido en aumento en el Estado de México por la falta de oportunidades productivas alternas en las áreas forestales, las restricciones para el manejo de los recursos forestales con el establecimiento de vedas y la creciente demanda de productos y servicios forestales por los grandes centros de población. Ésta, junto con el incremento demográfico, el cambio de uso del suelo, los incendios, las plagas y enfermedades y el sobrepastoreo siguen siendo las principales causas que originan la degradación de las áreas arboladas (GEM, 2009).

Por otra parte, la práctica de la ganadería es una actividad importante para muchos de los productores que habitan en las zonas donde se distribuyen los bosques de oyamel en el municipio. En general, en la localidad se practica la ganadería de bajo impacto, manejándose hatos mixtos de ganado ovino y caprino, aunque algunos campesinos poseen ganado bovino que permanece libre. El

pastoreo y ramoneo se practica de manera libre en la localidad sin uso de alguna técnica específica.

De acuerdo con Parra (1989), el uso del bosque como área de apacentamiento puede tener varias ventajas en las que se encuentran la utilización de plantas en áreas no aptas para la agricultura, la recolección de minerales que sirven como abono para el bosque y los cultivos, aporte de materia prima para otros productos, entre otros; sin embargo, la ganadería de alto impacto puede provocar impactos negativos a especies de fauna con poca motilidad como los anfibios, la compactación del suelo, el favorecimiento de malezas, la destrucción y desaparición de la vegetación original debido a la palatabilidad y selectividad del ganado hacia el alimento y la contaminación de los cuerpos de agua como es el caso para la localidad al presentarse coliformes fecales en este recurso; aunque posiblemente la presencia puede deberse también a las descargas de aguas residuales por drenaje o por la actividad piscícola que se presenta en el municipio (Velasco *et.al.*, 2012).

Lamentablemente; las acciones anteriores, en especial la ampliación de la frontera agrícola, provocan que en la localidad exista una mayor extensión de vegetación secundaria, también llamada acahual, caracterizada por especies conocidas como nómadas de vida corta, las cuales son remplazadas con el tiempo por especies residentes o primarias. Entre las Familias más diversas que caracterizan a las comunidades secundarias están las leguminosas, compuestas, gramíneas, euforbiáceas y convolvuláceas, Familias que se encuentran bien representadas dentro de la composición florística de la comunidad vegetal de la localidad (Gómez-Pompa, 1971).

De esta manera, si no se toman las medidas necesarias para promover la presencia de policultivos, controlar los métodos de roza, tumba y quema de vegetación así como del ganado, y tomar medidas de contingencia ante incendios forestales naturales o inducidos, este tipo de vegetación junto con los pastizales podrían desplazar en el mediano plazo a la vegetación original de la localidad y extenderse hacia zonas más extensas.

Como se puede observar, las actividades humanas ejercen una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres y en la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas. En cuanto a la fauna, la reducción del tamaño de las poblaciones silvestres está dada en gran medida por las actividades antropogénicas que incluye actividades legales (caza deportiva) e ilegales (como el tráfico de especies amenazadas); destrucción de hábitat causada por diversas actividades productivas; la influencia de compuestos químicos y tecnologías utilizados en la fertilización de suelos,

fumigación de cultivos y la construcción de grandes obras de ingeniería; entre otras (GEM, 2007).

De acuerdo con el GEM (2007), se identifican para el Estado de México 184 especies con alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa 6.7 % de la biodiversidad nacional. En cuanto al grupo de los vertebrados, para la entidad 13 especies se encuentran en peligro de extinción, 45 amenazadas y 83 sujetas a protección especial, de las cuales el mayor porcentaje de endemismos se encuentra en la Clase Amphibia. En términos absolutos, las aves son el grupo con mayor número de especies en riesgo (61), seguido por el grupo de los reptiles (40), pero en términos relativos, 43% de las especies de reptiles y 35.8% de los anfibios presenta alguna categoría de riesgo.

Los datos anteriores junto con los recabados en este estudio hacen hincapié en la protección de especies silvestres y sus hábitats, ya que se registraron de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 un total de 14 especies bajo alguna categoría de riesgo, siendo una especie de trébol la que se encuentra bajo amenaza, 2 especies de anfibios bajo amenaza, 4 especies de reptiles bajo amenaza y 3 bajo protección especial, 2 especies de aves bajo amenaza y 2 bajo protección especial y ningún mamífero de la localidad se encuentra bajo alguna categoría de riesgo. Los endemismos recaen en las especies de anfibios y reptiles más que en otros grupos.

De acuerdo con la matriz de Leopold la fauna está incluida en los elementos susceptibles de impacto ambiental, siendo las especies de anfibios y las endémicas las más vulnerables a los cambios ambientales. Las presiones antropogénicas a las que se debe enfrentar la fauna silvestre en la localidad son la agricultura, la deforestación y la tala ilegal, así como la extracción e introducción de flora y fauna y el ramoneo y pastoreo del ganado, además de sus impactos subsecuentes identificados en las redes de Sorensen como la pérdida de hábitats, el uso de fertilizantes químicos, el daño y el desplazamiento de las especies endémicas y grupos vulnerables.

La situación actual de la fauna en el Estado de México es crítica debido a la modificación y destrucción de hábitats, que en el caso de anfibios y reptiles provoca el descenso en los niveles freáticos, que ocasiona la desaparición de cuerpos de agua y manantiales, además de la canalización y entubamiento de los ríos y manantiales, de manera que no pueden ser utilizados por estos organismos, así como el cambio de uso de suelo, para actividades agrícolas, pastoreo e incluso vivienda como es el caso de la localidad en estudio (Pough *et.al*, 2001). Para las aves y los mamíferos la situación es similar, ya que el aumento de la urbanización, el desmonte, la erosión, la apertura de caminos, la contaminación, la cacería, el

comercio y la depredación de fauna doméstica son algunos factores que dañan a estos grupos de animales (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1991)

De acuerdo con Muñoz y Mendoza (2009), las invasiones biológicas junto con la destrucción del hábitat representan los factores de riesgo más significativos, extendidos y de mayor impacto para la biodiversidad. La introducción de especies exóticas, voraces y efectivos depredadores de la fauna silvestre han generado problemas graves en especial al grupo de los anfibios considerados como los más vulnerables, e incluyen a los perros, gatos, peces y algunas especies de anfibios, como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) (Casas *et.al.*, 2001). La introducción de especies exóticas acuáticas ha sido identificada como uno de los riesgos ambientales más críticos a los que actualmente se enfrentan las especies, los hábitats acuáticos y la biodiversidad en general (Hopkins, 2001), afectando a las especies nativas por medio de la hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, transferencia de patógenos, alteración del hábitat de las especies nativas, desplazamiento de especies nativas, alteración de la estructura de los niveles tróficos, introducción de parásitos y enfermedades, entre otros (Goldburg y Triplett, 1997; Bhaskar y Pederson, 2003).

Un caso de suma atención a nivel municipal es la crianza de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) con fines comerciales, debido a que Lowe *et. al.* (2004) reportaron a esta especie de salmónido dentro de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, por lo que un descuido en el manejo y/o crianza de esta especie, y por ende su introducción a efluentes principales o secundarios, podría modificar los ciclos de los nutrientes en el ambiente acuático, traducándose en una disminución en la abundancia de las macrofitas y un aumento en la concentración de algas, incrementada con la debilitación de plantas superiores y degradación de materia orgánica. De esta manera, las comunidades bentónicas, como el caso de la única especie de ajolote en la localidad (*Ambystoma altamirani*), se ven afectadas por la depredación y pérdida de sitios de anidación una vez que las especies exóticas acaben con las macrofitas, además de los efectos de la eutrofización sobre el resto de la comunidad (Zambrano y Macías-García, 1999).

Además, una de las principales críticas a la actividad acuícola, es la de ser una actividad poco sustentable ya que ocasiona importantes impactos ambientales (Martínez *et. al.*, 2009; Somer, 2009). El impacto ambiental más frecuente es la contaminación de los cuerpos de aguas naturales con nutrientes y materia orgánica debido a la descarga de efluentes no tratados (Bureau *et. al.*, 2003; Martínez *et. al.*, 2009). Esta situación podría ser el caso de uno de los efluentes secundarios de la localidad al tener dudosa calidad en cuanto al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el agua; sin embargo, es difícil determinar el impacto aislado de los

efluentes de la acuicultura en el medio ambiente, ya que existe la interacción con factores ambientales (Buschmann y Fortt, 2005).

A pesar de que el Estado de México cuenta con pocos cuerpos de agua importantes, se tiene un registro para el estado de 25 especies dulceacuícolas y su distribución abarca las cuencas de los ríos Balsas, Lerma-Santiago y Pánuco. El Estado de México ocupa el primer lugar a escala nacional en volumen de pesca continental, debido al aprovechamiento que los productores hacen de la acuicultura impulsada en los diferentes manantiales y piscifactorías, contando con 5 centros productores de huevos y crías de peces, 55 granjas de acuicultura intensiva y 4,262 embalses en los que también se practica la actividad agrícola (GEM, 2000). La mayoría de las granjas de la entidad están dedicadas al monocultivo y en más de la mitad se cultiva la trucha y le sigue en importancia la carpa. Entre los objetivos de las granjas y destino final del producto destacan el consumo y comercio local como los más importantes (Soria, 2006).

De acuerdo con Soria (*Op. cit.*), el municipio de Santa Ana Jilotzingo cuenta con 4 unidades de reproducción ubicadas en la localidad El Tular Peña de Lobos, San Miguel Tecpan, Rincón de los Venados y Cría y Engorda T. J., todos ellos con manejo de trucha arcoíris y destinados a engorda e incubación. La problemática recae en que en cuanto a infraestructura, las granjas poseen estanques, todos ellos al aire libre y no se cuenta con instalaciones cubiertas, por lo que es muy probable que los peces se escapen a efluentes principales o secundarios u otros cuerpos de agua naturales, lo que podría desencadenar en desequilibrios ecológicos a mediano plazo, tanto acuáticos como terrestres.

Otra actividad que amenaza la vida silvestre es la extracción de flora y fauna nativa. Esta actividad es promovida por acciones como la deforestación, la tala ilegal y el uso de algunas especies locales para construcción de viviendas, leña, medicina, etc.; sin embargo, la acción que afecta de manera directa a la fauna silvestre en especial al grupo de los mamíferos y reptiles, es la cacería y el exterminio de fauna considerada como nociva. Actualmente, en algunas comunidades del Estado de México, la cacería de subsistencia o tradicional es una fuente adicional de proteínas en determinadas temporadas del año, sin embargo, ésta usualmente no se encuentra regulada, y en conjunto con la destrucción, la fragmentación del hábitat y el mal manejo ganadero, han resultado en la reducción de las poblaciones o en la extinción local de muchas especies como el venado y el pecarí de collar (GEM, 2009).

Además, en la entidad todas las grandes especies presentan problemas de conservación, sobre todo de los órdenes Artiodactyla y Carnivora. Por ejemplo, el venado cola blanca, el pecarí de collar, cuatro especies de felinos (*Panthera onca*,

Puma concolor, *Leopardus pardalis* y *L. wiedii*), y la nutria, se encuentran seriamente amenazadas en el estado. Las especies pequeñas consideradas en riesgo de extinción, tienen áreas de distribución restringida y son especialistas de un hábitat particular, como el conejo de los volcanes, la ardilla voladora, una rata algodонера, la rata canguro y la liebre. Estas especies están desapareciendo por efecto de la cacería y la destrucción y fragmentación del hábitat (GEM, 2009).

Todas las acciones generadoras de impacto ambiental descritas anteriormente se encuentran mediadas por diferentes políticas públicas. De manera general se identificaron 22 políticas públicas que responden a las presiones ejercidas por las actividades de la localidad sobre el medio, la mayoría de carácter federal siendo la introducción de flora y fauna exótica; representada en la localidad con el cultivo de trucha arcoíris, la actividad con mayor número de políticas públicas. Lo que resulta preocupante es la falta de políticas públicas de carácter estatal, debido a que de acuerdo con el portal legislativo del Estado de México (2014), al menos 5 leyes identificadas para la entidad en materia ambiental se encuentran abrogadas, por lo que actividades como la agricultura y la ganadería y la regulación y protección de los recursos hídricos y fauna silvestre, se encuentran mediadas por las leyes secundarias. La situación es similar para las políticas públicas de carácter local, ya que instrumentos tan importantes como el ordenamiento ecológico territorial y programas sectoriales especializados se encuentran ausentes en el municipio.

El análisis anterior no pretende atribuir cualidades totalmente negativas a dichas actividades, debido a que muchas de ellas se realizan en la localidad para el autoconsumo o sustento, lo que aumenta la calidad de vida de los pobladores; sino de brindar opciones que integren tanto la parte socioeconómica y la ambiental, haciendo uso de atractivos paisajísticos y recursos naturales de manera productiva como no productiva; y con ello, utilizar los recursos naturales pero conservarlos a la vez; es decir, hacer uso de ellos de manera sustentable. Una actividad que a grandes rasgos se puede implementar en la localidad es el ecoturismo, actividad que puede realizarse durante todo el año, que diversifica la oferta turística nacional y cuyo potencial se encuentra en desarrollo en México. La implementación de proyectos ecoturísticos en el municipio es importante a nivel local y estatal debido al abastecimiento de oxígeno y agua limpia hacia otros municipios como Naucalpan y Atizapán, además de la conservación de bosques, ríos y manantiales (Esquivel y Alva, 2008).

En una investigación realizada por Esquivel y Alva (*Op. cit.*) sobre la implementación de proyectos ecoturísticos en el municipio de Santa Ana Jilotzingo, los autores concluyen que el municipio tiene las posibilidades para promover el desarrollo local a través del ecoturismo en sus Áreas Naturales Protegidas (Parque Otomí-Mexica y Espíritu Santo); sin embargo, para concretar dicha modalidad de turismo en la

zona es necesario realizar cambios en la gestión de los recursos, infraestructura, reglamentación e ideología de la población, ahora bien, algunos de estos cambios se tienen que realizar a largo plazo, como consecuencia de la falta de presupuesto del municipio, por lo que resulta indispensable buscar y conseguir inversión privada, para tener en el futuro cercano la posibilidad de implementar dicha modalidad en el municipio.

La implementación de esta modalidad se complica si tomamos en cuenta que existen escasas fuentes documentales que hablen acerca del ecoturismo en México, además de la ausencia de una ley secundaria que se encargue de regular dicha actividad en el país y de la falta de conocimiento de los recursos naturales y sus respectivos programas de manejo que garanticen su adecuada gestión en los lugares donde se pretende implementar dicha modalidad, como es el caso de las Áreas Naturales Protegidas. El municipio de Santa Ana Jilotzingo cumple con los elementos naturales, culturales y de infraestructura para implementar el ecoturismo; sin embargo, en las localidades del municipio no se cuentan con todos estos; en especial, sobre el conocimiento de los recursos naturales, por lo que es indispensable la realización de este tipo de trabajos así como de instrumentos públicos en materia ambiental como el ordenamiento ecológico del territorio y de apoyos locales, para la consolidación total de esta actividad en el municipio.

Conclusiones

Medio físico

- El clima presente en la localidad El Tular Peña de Lobos es templado con verano fresco largo, con una temperatura media entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío de 10.4°C y del mes más caliente de 22.3°C, subhúmedo, isotermal, lluvias de verano con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10%. Humedad relativa mínima de 32% y máxima de 68.2%.
- La localidad se localiza dentro de la Región Hidrológica del Panúco (RH26), teniendo como corrientes principales los efluentes secundarios del río Santa Ana y Xido, además de contar con el ojo de agua Capoxi. Los efluentes secundarios presentan buena calidad ecológica para las especies acuáticas de la zona, aunque uno de ellos presenta dudosa calidad de acuerdo al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto. Las aguas provenientes del ojo de agua Capoxi presentaron condiciones físicas y químicas aptas para el uso humano. Ninguno de los 3 cuerpos de agua es apto para consumo humano.
- En el municipio domina el suelo andosol distribuido principalmente en la zona noroeste y sur. Sobre este suelo se encuentra asentada la localidad El Tular Peña de Lobos, aunque colinda en sus cercanías hacia el este con el suelo feozem usado para la agricultura. El suelo de la localidad conserva su vocación natural, que es la forestal.

Medio biótico

- El tipo de vegetación predominante en la localidad es la vegetación secundaria de bosque de oyamel, con la existencia de algunos manchones de bosque primario de *Abies religiosa* y en menor medida pastizal natural e inducido.
- Se determinaron durante el periodo de estudio 61 ejemplares botánicos agrupados en 23 familias, 57 géneros, 61 especies y 1 variedad, siendo las Familias más representativas Rosaceae con 11 especies, Asteraceae con 9 y Fabaceae con 6. Existen dentro de la localidad 7 comunidades vegetales bien diferenciadas.
- La única especie vegetal en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 es *Trifolium wormskioldii* var. *ortegae* que se encuentra Amenazada.
- La fauna de la localidad se compone de 3 especies de anfibios, 11 especies de reptiles, 40 especies de aves y 13 especies de mamíferos.
- Las 3 especies de anfibios son endémicas, una endémica a México y dos endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana. De los reptiles, nueve especies son endémicas, tres endémicas a México y cinco especies

endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana. En cuanto a las aves 6 especies son endémicas, dos endémicas a México, una especie semiendémica y tres especies cuasiendémicas. Ninguna especie de mamífero es endémica a México.

- De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron dos especies de anfibios bajo amenaza, siete especies de reptiles bajo alguna categoría de riesgo, 3 especies bajo protección especial y 4 especies amenazadas. Se identificaron 2 especies de aves bajo protección especial y 2 amenazadas. Ninguna especie de mamífero se encuentra bajo alguna categoría de riesgo.

Conocimiento sobre los recursos naturales

- Los habitantes de la localidad tienen conocimiento de 34 especies de plantas, de las cuales 22 especies presentan algún tipo de uso, 9 con uso medicinal, 5 con uso alimenticio, 3 para madera, 2 para construcción de viviendas, 2 para carbón y una especie usada para los temazcales de la zona.
- En cuanto a la fauna, los pobladores reportaron tener conocimiento de 32 especies: 3 anfibios, 7 reptiles, 11 aves y 11 mamíferos medianos y grandes; de las cuales, 1 víbora de cascabel es utilizada para la enfermedad del vitíligo, las plumas de 1 azulejo para realizar cuadros artísticos y el venado que es cazado rara vez por los habitantes de las comunidades colindantes.
- De acuerdo con el uso potencial del suelo, el tipo de ganado que se desarrolla dentro de la localidad no coincide con la vocación natural de este.
- Dentro de la localidad se desarrolla el ecoturismo, actividad compatible con la naturaleza y que genera ingresos, sin embargo, falta una mejor planeación, organización y apoyo a nivel local para la implementación de esta modalidad en el municipio.

Medio socioeconómico

- En la localidad existen un total de 11 habitantes, de los cuales 7 son hombres y 4 son mujeres, siendo la población con más frecuencia de edad la que se ubica entre los 25 y 42 años de edad.
- Las principales actividades económicas en la localidad son la agricultura, predominantemente de maíz con fines de autoconsumo, y la crianza de aves de corral principalmente gallinas.
- El número de viviendas ocupadas en la localidad es de 3, están construidas de madera y lámina, contando en su mayoría con servicios como agua potable entubada, fosa séptica, recolección de basura y gas en cilindro.
- Dentro de la localidad se reportaron 4 personas derechohabientes a algún servicio de salud.

- La localidad presenta un grado de marginación alta y el grado de rezago social es medio.
- El nivel de escolaridad en la localidad es bueno ya que solo existe una persona sin estudios, mientras que la mayoría de los habitantes terminaron la preparatoria.

Actividades generadoras de impacto ambiental

- Dentro de la matriz de interacciones tipo Leopold se obtuvieron un total de 476 impactos: 206 adversos significativos, 118 adversos poco significativos, 83 benéficos significativos y 69 benéficos poco significativos.
- De acuerdo con la matriz de McHarg la mayoría de los impactos calificados resultaron ser negativos, directos, inmediatos, permanentes, de carácter local, considerados de mayor importancia, con perturbación alta, con resistencia grande de los elementos, con impactos irreversibles en su mayoría, pero con elementos recuperables siempre y cuando se apliquen medidas mitigantes y preventivas.
- Con las Redes de Sorensen se obtuvieron un total de 42 ramas, 42 impactos primarios, 42 secundarios, 29 terciarios y 16 cuaternarios; arrojando como valor final un impacto ambiental esperado de -3223.283.
- Mediante el esquema Presión-Estado-Respuesta se identificaron 22 políticas públicas que responden a las presiones ambientales ejercidas en la localidad, 19 de carácter Federal, 2 de carácter estatal y 1 de carácter municipal. A nivel estatal existen al menos 5 leyes ambientales abrogadas y el municipio carece de programas sectoriales y de Ordenamiento Ecológico Territorial.
- Se detectaron un total de 7 acciones significativas generadoras de impacto ambiental y 11 elementos del medio impactados.
- La deforestación en conjunto con la roza, tumba y quema de vegetación son las principales actividades que alteran el medio ambiente con consecuencias acumulativas detectadas en las Redes de Sorensen como la pérdida de hábitat, pérdida de flora y fauna, cambio en el uso del suelo, daño a especies endémicas y en peligro, entre otras.
- La introducción y extracción de flora y fauna, desarrollada en las cercanías de la localidad mediante la crianza de trucha arcoíris y la cacería de venado colablanca y liebres, son actividades que ejercen presiones significativas en el ecosistema al modificarlo.
- El cambio de uso de suelo con fines agropecuarios promueve la deforestación, la degradación de los suelos, la contaminación de los cuerpos de agua y evita el proceso de regeneración natural de la vegetación; siendo

evidente su desarrollo en la zona por la falta de un Ordenamiento Ecológico Territorial en el municipio.

- La ganadería es una actividad de menor importancia en cuanto a presiones al ambiente se refiere, siempre y cuando se tomen las medidas preventivas necesarias y su práctica sea de bajo impacto; sin embargo, los estragos que dicha actividad conlleva empiezan a hacerse evidentes en la localidad.
- La falta de apoyos económicos y de capacitación a nivel local, aunado con la carencia de servicios, oportunidades y desconocimiento de los pobladores, provocan el aumento en el deterioro ambiental a pesar de la existencia de un interés real por parte de los habitantes en la conservación y buen uso de los recursos naturales locales.
- El conocimiento tradicional sobre los recursos naturales de cualquier bioma, es de gran importancia para el desarrollo de programas incluyentes de conservación, los cuales conlleven propuestas de manejo ambiental que sean económicamente viables y ecológicamente factibles.

Problemáticas, riesgos y vulnerabilidad local y municipal

- Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) sufren del saqueo ilegal de madera a través de la tala clandestina, de raíz de zacatón y de tierra de monte, dado que no hay alternativas de empleo para las personas que viven en sus inmediaciones.
- Las ANP carecen de esquemas de manejo que tengan un impacto positivo o en su caso hay ausencia en cuanto administración de estas superficies, lo que provoca problemas para llevar a cabo programas de desarrollo económico sustentables, cuya consecuencia es el deterioro de dichas superficies al no existir una administración real de las mismas por las entidades de gobierno correspondientes.
- No existe una explotación industrial en el sentido literal de la palabra, pero si hay la existencia de tala clandestina que es realizada por pequeños grupos de personas, dicha tala se realiza principalmente para autoconsumo, por parte de los residentes del municipio como de los municipios aledaños.
- La improductividad y consecuente abandono de las tierras dedicadas a la agricultura dentro de las zonas protegidas, ha provocado importantes áreas expuestas a la erosión.
- Las actividades de reforestación son incipientes, ya que no se cuenta con un seguimiento y cuidado de las especies plantadas.
- Las ANP están sujetas a la invasión por el crecimiento del área urbana en las localidades que colindan con estas áreas, especialmente en los poblados de Santa Ana Jilotzingo, San Miguel Tecpan, Santa María Mazatla y San Luis Acayucan.

- Los incendios forestales inducidos o naturales reducen significativamente el área arbolada, disminuyendo el hábitat de numerosas especies. Ello, ha incidido, que desde hace 29 años en la región donde se ubica Santa Ana Jilotzingo (junto con 16 municipios más), este considerada como Zona de Veda Rígida; donde se recomienda no incrementar la explotación para ningún fin o uso por sobreexplotación de los mantos acuíferos.
- Para el caso del recurso hídrico, la existencia de barrancas y escurrimientos, ha propiciado que se viertan descargas de origen doméstico, que se han intensificado, por las condiciones que han prevalecido durante años en la zona, como el crecimiento poblacional que ha originado un incremento en las actividades económicas y por consiguiente se ha generado un mayor volumen de descarga; además, se ha incrementado el nivel de consumo del líquido.
- El problema de la deforestación se presenta en las zonas altas y laderas de las ANP.
- La erosión ha contribuido a la reducción del agua utilizable, básicamente en dos formas: reduciendo la cantidad de espacio para almacén de agua y haciendo más difícil para el suelo al absorberla. La erosión ha reducido la cantidad de espacio para almacén de agua por medio de la remoción de parte del suelo y a causa de ello, el espacio de almacenaje y profundidad del suelo superficial ha sido disminuido.
- Es importante resaltar que en el municipio no se ubican industrias que representen una fuente constante de contaminación, sin embargo, la existencia de áreas boscosas, inciden en la predisposición a darse eventos como incendios naturales tanto naturales como inducidos, lo que impacta en la calidad de aire no sólo del municipio, sino de la región.
- Debido a las características geológicas del municipio existen fracturas del terreno que cruzan a lo ancho y largo del territorio, así como una falla que no está activa; que de manera directa afectan a las áreas urbanas, dado que, por su constitución y disposición, son un factor de riesgo para la población, especialmente porque Santa Ana Jilotzingo se ubica en una región de temblores y está asentada en suelo no apto para desarrollo urbano.
- Los eventos hidrometeorológicos más frecuentes son las lluvias torrenciales y las granizadas, que inciden en el municipio entre los meses de mayo a octubre, y que son producto de la confluencia de masa de aire provenientes del golfo de México y del Pacífico, lo que genera, la presencia de altos niveles de humedad e incremento en la presión barométrica, a ello hay que agregar la altura sobre el nivel del mar en que se sitúa Santa Ana Jilotzingo, lo que impacta en la cantidad de lluvia que cae, y en consecuencia se incrementa el desbordamiento de las corriente pluviales.

- Los eventos sanitarios más frecuentes son las descargas de aguas residuales proveniente de las áreas urbanas de Santa Ana Jilotzingo, San Miguel Techan, Espíritu Santo, Santa María Mazatla y San Luis Acayucan, las cuales son vertidas a los escurrimientos, ríos, arroyos y barrancas.
- Los elementos químicos que conllevan un factor de riesgo son la carretera Naucalpan-Ixtlahuaca debido a la circulación de vehículos de carga que transportan materiales peligrosos, la bodega utilizada como depósito de tanques de gas que no cumple con los parámetros de seguridad necesarios, las gasolineras inutilizadas, los asentamientos humanos debajo de las líneas de alumbrado, entre otros.
- La falta de señalización informativa, restrictiva y preventiva en las vialidades del municipio, así como la reducida sección de las calles al interior del área urbana, conlleva un potencial de accidentes o en su caso de congestiónamiento vial, derivado de la concentración de actividades económicas en los principales corredores comerciales y de servicios de las localidades.

Se concluye que la localidad El Tular Peña de Lobos presenta un alto grado de perturbación ambiental que puede extenuarse en un tiempo inmediato y extenderse en límites superiores, volviéndose irreparable el daño ambiental; sin embargo, el interés local para la conservación de los recursos naturales, la buena calidad del agua y del suelo y la poca vocación agrícola que presenta el suelo del lugar, se considera que el ecosistema puede seguir con su sucesión ecológica natural; contemplando que los elementos del medio tienen gran capacidad de resiliencia ecológica y que en su mayoría son recuperables, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias de mitigación, además de exigir al Ayuntamiento Municipal la elaboración del Ordenamiento Ecológico Territorial para la correcta toma de decisiones y desarrollo de actividades dentro y fuera de la localidad.

Recomendaciones

El desarrollo de las actividades humanas sin duda significa la alteración de los procesos biológicos; sin embargo, el deterioro ambiental ocasionado por este tipo de actividades productivas debe y puede ser revertido de forma ordenada (Masser, 2000). De esta manera, se proponen las siguientes medidas de mitigación, restauración y prevención:

- Elaborar un estudio que refleje la estructura y composición vegetal del bosque de oyamel, así como sus tendencias de deterioro y regeneración a través del tiempo.
- Realizar un estudio faunístico que determine la riqueza, diversidad y abundancia de las especies presentes en la localidad, así como su estatus de conservación con la leyes vigentes que lo regulen.
- Efectuar un estudio etnobotánico y etnozoológico que permitan integrar el conocimiento tradicional de los recursos naturales para la elaboración de programas para su aprovechamiento sustentable.
- Implementar programas de educación ambiental sobre los mitos y realidades de la flora y fauna local; así como abordar temas sobre la problemática ambiental que genera la deforestación, la erosión del suelo, la contaminación de los cuerpos de agua, etc., relacionándolos con los servicios ambientales que nos brindan los recursos naturales.
- Elaborar un plan de contingencia para la fauna considerada como peligrosa. En dado caso que dicha fauna (en especial el género *Crotalus*) se encuentre en las cercanías de la zona recreativa y de camping, el plan debe integrar el manejo adecuado de los ejemplares y su liberación en las zonas de afluencia; así como alertar a los turistas y darles una plática de las acciones a seguir para evitar daños físicos tanto en la salud humana como hacia la fauna silvestre.
- Implementar un programa de residuos sólidos para su manejo adecuado dentro de la localidad, el cual debe incluir el uso de contenedores con tapa para su separación en residuos orgánicos, inorgánicos, peligrosos y reciclables. De esta manera se evitará la fauna nociva y las enfermedades a las especies nativas.
- Implementar un programa de reforestación que tome en cuenta que la localidad se encuentra en una etapa de sucesión ecológica debido a los incendios presentados en décadas anteriores, por lo que se debe considerar tanto a las plantas pioneras como a las nativas del lugar.
- Para evitar la tala clandestina, la cacería y los incendios forestales inducidos y naturales, promover la creación de campañas que contemplen puestos de vigilancia en sitios estratégicos que permitan visualizar la mayor cobertura

forestal. Con esta propuesta se promueve la conservación de la naturaleza y se crean empleos formales.

- Promover el uso de cercas vivas con estrato arbóreo nativo para contrarrestar los impactos adversos que genera la agricultura en la localidad. Asimismo, en las zonas agrícolas implementar cultivos de cobertura, abonos orgánicos y realizar la rotación de cultivos.
- En el caso de la ganadería, cultivar en la localidad y en zonas colindantes el pasto de corte, el cual consiste en matorrales cuyo crecimiento es hacia arriba en vez de extenderse de manera estolonífera. De esta manera, no es necesario que el ganado pastoree ni ramonee libremente, ya que se le puede mantener dentro de cercas y alimentarlo con el corte mensual de dicha pastura, por lo que disminuiría de manera significativa la compactación del suelo, el riesgo que corren algunas especies pequeñas hacia el pisoteo del ganado como los anfibios y la reducción en la contaminación de los cuerpos de agua por coliformes fecales.
- Dar a conocer entre los pobladores de la localidad y sus cercanías, además de las autoridades pertinentes, las políticas públicas que responden a la problemática ambiental actual de la localidad y del municipio en general; además de exigir a las autoridades municipales y estatales la creación de instrumentos políticos ambientales tan importantes como el Ordenamiento Ecológico del Territorio y los planes administrativos y de manejo de las Áreas Naturales Protegidas de la región.
- Exigir a las autoridades municipales el seguimiento del tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación de los cuerpos de agua naturales del municipio.
- Para disminuir la práctica de la crianza de trucha arcoíris, crear Unidades de Manejo Ambiental para el aprovechamiento de la fauna nativa como puede ser el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) así como la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y el ajolote de Zempoala (*Ambystoma altamirani*).
- Implementar en el servicio turístico de la localidad atractivos como los senderos interpretativos donde se pueda visualizar la fauna y flora típica de la localidad, así como mejorar la calidad de los servicios brindados y dar a conocer al visitante el reglamento del lugar así como los costos y horarios de dichas actividades.
- La riqueza de especies y el alto grado de endemismo (especies endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas) y categorías de riesgo (bajo Protección Especial y Amenazada) de flora, anfibios, reptiles, aves y mamíferos de la región justifica la definición para la protección y conservación de la localidad El Tular Peña de Lobos.

Anexo 1: Cuestionario para los habitantes de la localidad

Fecha:

Sexo: M F

Edad:

1. ¿Cuántos años tiene radicando en la comunidad de Santa Ana Jilotzingo?
2. ¿De qué material está construida su casa?
 - a) Ladrillo
 - b) Block
 - c) Adobe
 - d) Lámina
 - e) Madera
 - f) Otro: _____
3. ¿Cuántas personas viven con usted (incluyéndose), de qué edad son, cuál es su nivel de estudios y qué ocupación tienen?

Número de personas	Edad	Nivel de estudios	Ocupación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4. ¿Con qué servicios cuenta su domicilio?
 - a) Agua potable
 - b) Luz eléctrica
 - c) Drenaje
 - d) Fosa séptica
 - e) Calles pavimentadas
 - f) Servicio de recolección de basura
 - g) Gas
 - h) Otro (s): _____

5. ¿Dónde obtiene servicios de salud médica?

- a) Médico particular
- b) Centro de Salud Santa Ana
- c) Centro de Salud San Luis Ayucan
- d) No asiste al médico
- e) Otro (s): _____

6. ¿Considera que han aumentado las viviendas, la población, los servicios públicos, etc. en la comunidad?

7. Animales de la comunidad

Nombre común	Nombre científico	Presencia	Ausencia	Uso (doméstico, pelo, piel, etc.)
Rana manchada	<i>Rana spectabilis</i>			
Sapo perplejo	<i>Bufo perplexus</i>			
Cascabel enana	<i>Crotalus intermedius</i>			
Lagartija común	<i>Sceloporus gamus</i>			
Lechuza	<i>Tyto alba</i>			
Gavilán	<i>Accipiter sp.</i>			
Cardenal	<i>Cardinalis sp.</i>			
Paloma	<i>Columba livia</i>			
Águila	<i>Buteo jamaicensis</i>			
Conejo	<i>Sylvilagus audubonii</i>			
Hurón	<i>Mustela putorius</i>			
Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>			
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>			
Coyote	<i>Canis latrans</i>			
Tejón	<i>Taxidea taxus</i>			
Ardilla voladora	<i>Glaucomys volans</i>			
Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>			
Otro (s) ¿Cuál?				

8. Plantas de la comunidad

Nombre común	Nombre científico	Presencia	Ausencia	Usos (medicinal, ornamental, especia, comestible, etc.)
Oyamel	<i>Abies religiosa</i>			
Pino	<i>Pinus sp.</i>			
Aile de hoja firme	<i>Alnus sp.</i>			
Encino	<i>Quercus sp.</i>			
Perón	<i>Pyrus sp.</i>			
Manzano	<i>Malus domestica</i>			
Tecojote	<i>Crataegus mexicana</i>			
Ciruelo	<i>Prunus sp.</i>			
Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>			
Durazno cimarrón	<i>Prunus persica</i>			
Trueno	<i>Ligustrum japonicum</i>			
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>			
Ajo	<i>Allium sativum</i>			
Alcachofa	<i>Cynara scolimus</i>			
Cempasúchil	<i>Tagetes erecta</i>			
Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>			

Hierbabuena	<i>Mentha arvensis</i>			
Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>			
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>			
Otro (s) ¿Cuál?				

9. ¿Hace uso de algún recurso natural? Mencione cuál y para qué
10. ¿A qué cree que se deba que algunas plantas o animales que antes estaban presentes en la comunidad ya no se vean con tanta frecuencia o hayan desaparecido de la zona?
11. ¿Cultiva algo en esta zona? Si es así ¿Qué cultiva? Y en caso de usar fertilizantes (naturales o artificiales) ¿Cuáles usa? Y ¿Cómo irriga su cultivo?
12. ¿Tiene animales de crianza? Si es así ¿Cuáles cría y cuántos tiene?
13. ¿Qué recurso natural ha observado que se explota más en la región?
- a) Bosque
 - b) Plantas
 - c) Animales
 - d) Cuerpos de agua (ríos, lagos, embalses, etc.)
 - e) Suelo
 - f) Otro (s): _____
14. ¿Considera importante la conservación de los recursos naturales de la comunidad? Si/No ¿Por qué?

Anexo 2: Cuestionario para personas externas de la localidad

Fecha:

Sexo: M F

Edad:

1. ¿Con qué fines visita Peña de Lobos?
 - a) Turismo
 - b) Trabajo
 - c) Visita familiar
 - d) Otro (s): _____
2. ¿Le agrada el lugar? Si/No ¿Por qué?
3. ¿Considera que es importante que existan este tipo de lugares? Si/No ¿Por qué?
4. ¿Qué es lo que le atrae más del lugar?
 - a) Animales
 - b) Plantas
 - c) Atractivos
 - d) Comida
 - e) Otro (s): _____
5. ¿Considera que el bosque de pino-encino te proporciona algún beneficio? Si/No ¿Por qué?
6. ¿Cuál considera que es la función del bosque para la comunidad?
7. ¿Qué recursos naturales ha observado en la comunidad?
8. ¿Considera que el uso que se le está dando al bosque está causando algún impacto sobre los recursos naturales?
9. ¿Qué actividades realiza durante tu estancia en Peña de Lobos?
10. ¿Considera que las actividades que realizan causan un efecto negativo en el ambiente? Si/No ¿Por qué?
11. Si tu respuesta fue si a la pregunta anterior ¿Qué acciones podría realizar para disminuir este efecto negativo en el ambiente?
12. ¿Considera importante la conservación de los recursos naturales de la comunidad? Si/No ¿Por qué?

Literatura citada

- Aguirre-León, G. 2014. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S. & López, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. SEMARNAT. México. 346pp.
- Alcivar, J. 2009. Diagnóstico Ambiental de Cerro Verde Sección I del Municipio de Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México.
- Almazán-Núñez, R., Puebla-Olivares, F., Almazán-Juárez, A. 2009. Diversidad de aves en bosques de pino-encino del centro de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 25(1): 123-142.
- American Ornithologist's Union (AOU). 2013. The AOU check-list. Recuperado el 7 de Octubre de <http://checklist.aou.org/taxa/>
- Anaya, L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccíhuatl. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 74pp.
- Aranda, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México. 255pp.
- Arocena, R. & D. Conde (ed.). 1999. Métodos en Ecología de Aguas Continentales, con Ejemplos de Limnología en Uruguay. DIRAC/FC/UDELAR, Montevideo. 233 pp.
- Astiazarán, A. 2014. Listado de mamíferos terrestres de la Reserva de Conservación "El Pinal de Zamorano", Guanajuato. Tesis para obtener el título de Biólogo. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 25pp.
- Bhaskar, R. & Pederson, J. 2003. Exotic species: An ecological roulette with nature. MIT Sea Grant College Program, Coastal Resources Fact Sheet, Cambridge.
- Bureau D., Gunther S., Cho C. 2003. Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture in Ontario, North American. *Journal of Aquaculture*. 65: 33-38.
- Buschmann H. & Fortt A. 2005. Efectos ambientales de la acuicultura intensiva y alternativas para un desarrollo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo*. 21(3): 58-64.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., Velázquez, O. 2009. Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). Técnicas de Análisis Microbiológico de Alimentos. Segunda edición. Facultad de Química. UNAM. México.

- Canter, L.W. 2002. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto. Traducción al español de Ignacio Español. Madrid: McGraw Hill.
- Casas, A., Aguilar, M., Cruz-Aviña, R. 2001. La introducción y el cultivo de la rana toro (*Rana catesbeiana*). ¿Un atentado a la biodiversidad de México? *Ciencia Ergo Sum* (UAEM). 8: 62-67.
- CONABIO. 2010. Malezas de México. Compiladores: Heike Vibrans & Pedro Tenorio Lezama. Colegio de Posgraduados. Recuperado el 12 de Noviembre de 2014, de:
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas.htm>
- CONAGUA. 2012. Indicadores de calidad del agua. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de:
<http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98>
- CONANP. 2013. Fichas de identificación de especies. Recuperado el 13 de Noviembre de 2014, de:
http://iztapopo.conanp.gob.mx/documentos/fichas_de_especies.pdf
- CONAPO. 2010. Índice de marginación por entidad federativa, municipio y por localidad. Recuperado el 5 de Octubre de 2015, de:
<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=15&mun=046>
- Coria, I. 2008. El estudio de impacto ambiental; características y metodologías. *Invenio*. Argentina. 11(20): 125-135.
- Cruz, C. 1969. Contribución al conocimiento de la ecología de los pastizales en el Valle de México. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. 235pp.
- Cuevas-Guzmán, R., Cisneros-Lepe, E., Jardel-Peláez, E., Sánchez-Rodríguez, E., Guzmán-Hernández, L., Núñez-López, N., Rodríguez-Guerrero, C. 2011. Análisis estructural y de diversidad en los bosques de *Abies* de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1219-1233.
- Encina-Domínguez, J., Encina-Domínguez, F., Mata-Rocha, E., Valdes-Reyna, J. 2008. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 83: 13-24.
- Esquivel, S. & B. Alva. 2008. Condiciones para la incorporación de proyectos ecoturísticos en el municipio de Jilotzingo. *Páramo del Campo y la Ciudad*. 12: 4-33.
- FAO. 1995. Evaluación de los recursos forestales (1990), países tropicales. Estudios FAO. Montes, núm. 112. Roma.

- Fuentes, F. & A. Massol-Deya. 2002. Manual de laboratorio. Ecología de Microorganismos. Universidad de Puerto Rico. 202-217.
- Gama, J., Pavón, E., Ramírez, T., Angeles, L. 2010. Análisis de Calidad del Agua. Relación entre factores bióticos y abióticos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 119pp.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. Quinta edición. 98pp.
- Gobierno del Estado de México. 2000. Diagnóstico Ambiental del Estado de México. Secretaría de Ecología. Dirección General de Prevención y Control de la contaminación Atmosférica. México.
- Gobierno del Estado de México. 2004. Ordenamientos locales. Secretaría del Medio Ambiente. México.
- Gobierno del Estado de México. 2006. Programa de desarrollo regional. Secretaría del Medio Ambiente. México.
- Gobierno del Estado de México. 2007. Situación de la flora y fauna del Estado de México con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001. México. 39pp.
- Gobierno del Estado de México. 2007. Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas. Secretaría del Medio Ambiente. México.
- Gobierno del Estado de México. 2008. Diagnóstico Ambiental de las Dieciséis Regiones del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente. México.
- Gobierno del Estado de México. 2009. *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado*. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. México. 72 pp.
- Gobierno del Estado de México. 2014. Portal legislativo estatal. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de: <http://legislacion.edomex.gob.mx/leyes>
- Goldberg, R. & Triplett, T. 1997. Murky waters: Environmental effects of aquaculture in the United States. The Environmental Defense Fund, Nueva York.
- Gómez-Pompa, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical, *Biotrópica* 3(2):125-135.
- González-García, F. 2014. Métodos para contar aves terrestres. En: Gallina, S. & López, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. SEMARNAT. México. 346pp.
- González-Romero, A. 2014. Métodos de captura y contención de mamíferos. En: Gallina, S. & López, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. SEMARNAT. México. 346pp.
- Gregoire, T.G. & Valentine H.T. 2003. Line intersect sampling: Ell-shaped transects and multiple intersections. *Environmental and Ecological Statistics*. 10, 263-279.

- Guerrero-Hernández, R., González-Gallegos, J., Castro-Castro, A. 2014. Análisis florístico de un bosque de *Abies* y el bosque Mesófilo de montaña adyacente en Juanacatlán, Mascota, Jalisco, México. 92(4): 541-562.
- H. Ayuntamiento del municipio de Santa Ana Jilotzingo. 2003. Plan Municipal de Desarrollo Urbano.
- H. Ayuntamiento del municipio de Santa Ana Jilotzingo. 2011. Plan Nacional de Desarrollo de Santa Ana Jilotzingo.
- Hopkins, C. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. Research report 2001-1. Directorate for Nature Management, Oslo.
- INAFED. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de México. Jilotzingo. Recuperado el 3 de Septiembre de 2014, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15046a.html>
- INECC. 2007. Glosario de términos. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/234/glosario.html>
- INEGI. 2005. Marco Geoestadístico Municipal, versión 3.1. En: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Jilotzingo, México. Clave geoestadística 15046. 2009.
- INEGI. 2006. Guías para la interpretación de cartografía. Uso potencial del suelo. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática.
- INEGI. 2008. Unidades climáticas escala 1: 1000000. Recuperado el 12 de Septiembre de 2014, de: http://buscador.inegi.org.mx//search?q=&requiredfields=cve_titgen:3609&client=ProductosR&proxystylesheet=ProductosR&num=10&getfields=*&sort=meta:edicion:D:E::D&entsp=a__inegi_politica_p72&lr=lang_es%7Clang_en&oe=UTF-8&ie=UTF-8&entqr=3&filter=0&site=ProductosBuscador&tlen=260
- INEGI. 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Jilotzingo, México. Recuperado el 15 de agosto de 2014, de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/15/15046.pdf>
- INEGI. 2015. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de: <http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp>
- León-Paniagua, L. & Romo-Vázquez, E. 1991. Catálogo de Mamíferos (Vertebrata: Mammalia). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Catálogos del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" 2:1-68.

- Livingstone, D. 1963. Chemical composition of rivers and lakes. Geological survey. Washington. US. 80pp.
- Llorente-Bousquets, J. & S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. pp. 283-322.
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. y de Poorter, M. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Selección del Global Invasive Species Database. Grupo Especialista en Especies Invasoras (GEEI), de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Primera edición, en inglés, publicada junto con el número 12 de la revista Aliens, diciembre de 2000. Versión traducida y actualizada: noviembre de 2004.
- Madrigal, S. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (HBK) Schl. & Cham.) en el Valle de México. Inst. Nac. Inv. Forest. Bol. Tecn. 18. México. 94pp.
- Magrini, A. 1990. Una evaluación de impactos ambientales. pp. 85-108. En: Margulis, S. (ed.) Medio Ambiente. Aspectos Técnicos y Económicos. Ipea, Brasilia. 238pp.
- Masser, C. 2000. Ecological diversity in sustainable development, the vital forgotten dimension. Lewis Publisher. USA.
- Martínez, L., Martínez, R., Cortés-Jacinto, E. 2009. Camaronicultura mexicana y mundial: ¿actividad sustentable o Industria contaminante? *Revista internacional de contaminación ambiental*. 25(3): 181-196.
- Munsell soil color charts. 1994. New winsor NY.
- Muñoz, A. & Mendoza, R. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. pp. 277-318.
- Muñoz, D., Soler, A., López, F., Hernández, M. 2013. Edafología. Manual de Métodos de Análisis de Suelos. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 139pp.
- Nixon, K. 1998. El género *Quercus* en México. En: Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Ramamoorthy, T., Bye, R., Lot, A., Fa, J. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 433-447.
- OCDE. 1998. Environmental Indicators. *Towards Sustainable Development*. Paris.
- Oyarzún, J. 2008. Evaluación de Impactos Ambientales. Universidad de la Serena, Chile. Diplomado en Gestión Ambiental Minera. Temas ambientales.
- Parra, V. 1989. El papel de las explotaciones pecuarias en la dinámica de los agroecosistemas tradicionales. En: Hernández X., Efraím, J., Cuevas, E.,

- Estrada E., Ortega P. y Cruz L. (eds.). Etnobotánica. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 131-135.
- Pérez, C. 2014. Diversidad temporal herpetofaunística en un Bosque templado de la Sierra Nevada de México. Tesis para obtener el grado de Maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 128pp.
 - Peterson, R. T. & Chalif, E. L. 1989. Guía de campo de la saves de México. Ed. Diana. México. 473pp.
 - Pough, H., Andrews R., Cadle J., Crump, M., Savitzky, A., Wells, K. 2001. Herpetology. Prentice Hall. 2 nd ed.
 - Primack, R. & Ros, J. 2002. Amenazas a la Biodiversidad. En: Introducción a la Biología de la Conservación. Ed. Ariel. España. p. 80-141.
 - Quiroz, A. 2002. Diagnóstico Ambiental del Municipio de Tultitlán, Estado de México. Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México.
 - Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U., Leyte-Manrique, A., Canseco-Márquez, L. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación. CONABIO. México. 213pp.
 - Ramírez, J. & Ramírez, G. 2003. Educación ambiental: conocer, valorar y conservar el ambiente. *Ecofronteras*. 7 (20):38-40.
 - Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J., Castro-Campillo, A. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(1): 21-82.
 - Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Primera edición digital 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Capítulo 17. México. 504pp.
 - Rzedowski, G. & J. Rzedowski. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. Segunda edición. Instituto de Ecología y CONABIO. Michoacán. 1406pp.
 - Sánchez-González A., López-Mata L., Granados Sánchez D. 2005. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (Kunth.) Cham. & Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM*.56: 62-76.
 - Sánchez-González, A. & González L.M. 2007. Técnicas de recolecta y herborización de plantas. En: Contreras, R. A., Goyenechea, I., Cuevas, C. C. e Iturbe, U. (eds.). La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. Ciencia al Día 5. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. pp. 177-193.

- Sanz, J. 1991. Concepto de impacto ambiental y su evaluación. pp. 27-38. En: Ayala, F. (ed.). Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- SEDESOL. 2010. Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social. Jilotzingo. México. Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación.
- SEMARNAP. 1998. Diagnóstico de la deforestación en México. México. 29pp.
- SEMARNAT. 2006. Estrategia de Educación Ambiental para la sustentabilidad en México. 2006. México. 254pp.
- SEMARNAT. 2012. Impacto Ambiental y Tipos. Recuperado el 16 de agosto de 2014, de:
http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impacto_ambiental
- SMN. 2010. Normales Climatológicas NORM 51-10. Estación 00015203 Calixtlahuaca, Toluca, Estado de México. Sistema Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas por estación. Recuperado el 16 de septiembre de 2015, de:
http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=189:estado-de-mexico&catid=14:normales-por-estacion
- Somer, M. 2009. Acuicultura Insostenible en Chile. *Revista electrónica de Veterinaria*. 10 (3), 1-23.
- Soria, J. 2006. Diagnóstico de la acuicultura en el Estado de México. SAGARPA. INIFAP. México. 41pp.
- Styles, B. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. En: Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Ramamoorthy, T., Bye, R., Lot, A., Fa, J. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 385-406.
- Ugalde-Lezama, S., Valdez-Hernández, J., Ramírez-Valverde, G., Alcántara-Carbajal, J., Velázquez-Mendoza, J. 2009. Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y bosques*. 15(1): 15-26.
- UNAM. 2009. Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. México. Recuperado el 20 de Septiembre de 2014, de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/index.php>
- UNAM. 2010. Irekani. Colecciones Biológicas. Instituto de Biología. Unidad de Información para la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Van Perlo, B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton. Hong Kong. 335pp.

- Velasco, P., Calvario, O., Pulido, G., Acevedo, O., Castro, J., Román, A. 2012. Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola en el Estado de Hidalgo, México. *Ingeniería*. 16(3): 165-174.
- Verd, J. 2000. Recursos para las CTMA: la matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 8(3): 239-246.
- Villers, L. & Trejo, I. 1998. El impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia*. 23:10-19.
- Walker, L. 2005. Margalef y la sucesión ecológica. *Ecosistemas*. 14(1): 66-78.
- Wetmex. 2005. Medidores de oxígeno disuelto. Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de <http://www.wetmex.net/descargas/SECCION-M-ok.pdf>
- Zambrano, L. & Macías-García, C. 1999. Impact of introduced fish for aquaculture in Mexican freshwater systems. En: R. Claudi y J.H. Leach (eds.), Nonindigenous fresh water organisms: Vectors, biology, and impacts. Lewis Publications, Washington, D.C. pp. 113-124.